



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

που εκπονήθηκε για τη χορήγηση
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών
από τον

**Καράβατο Φίλιππο
(Α.Μ. 4282020012)**

**ΘΕΜΑ: «ΒΕΛΤΙΩΝΟΝΤΑΣ ΤΙΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ
ΤΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ ΝΑ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ
ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΗΣ
ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΤΩΝ
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ»**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Μιχαήλ Σκουμιός	Αναπληρωτής Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπων
Καρούση Σουλτάνα	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος
Σκουμπουρδή Χρυσάνθη	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος

ΡΟΔΟΣ, 2022

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέως.

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Διδακτική των θετικών επιστήμων και τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση: Διεπιστημονική προσέγγιση» του τμήματος επιστημών της προσχολικής αγωγής και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιού Μιχαήλ.

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους εκείνους που συνέβαλαν είτε άμεσα είτε έμμεσα στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας.

Αρχικά οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Σκουμιό Μιχαήλ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και για την υψηλή επιστημονική γνώση και καθοδήγηση που μου παρείχε. Οι υποδείξεις, οι συμβουλές και οι παρατηρήσεις του υπήρξαν πολύτιμες για την οργάνωση της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τις Καθηγήτριες κ. Καφούση Σουλτάνα και Σκουμπουρδή Χρυσάνθη, μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, για τις εύστοχες παρατηρήσεις και συμβουλές τους στο σύνολο της εργασίας μου.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους Καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για την υψηλή επιστημονική γνώση που μου παρείχαν σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τη διεύθυνση του σχολείου στο οποίο πραγματοποιήθηκε η παρούσα έρευνα καθώς και τους μαθητές μου για τη συμμετοχή τους. Το ενδιαφέρον που έδειξαν σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας ήταν συγκινητικό.

Τέλος, ένα ευχαριστώ θα ήταν λίγο για την οικογένεια μου και τα κοντινά μου πρόσωπα, που με τη στήριξη και την κατανόηση τους μου έδωσαν την απαραίτητη δύναμη για την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	3
Πίνακας περιεχομένων	4
Κατάλογος πινάκων	7
Κατάλογος σχημάτων	9
Περίληψη	11
Abstract	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα εργασίας	14
1.2 Σκοπός της εργασίας	16
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα	16
1.4 Σημασία της εργασίας	17
1.5 Δομή της εργασίας	17
1.6 Ανακεφαλαίωση	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	20
2.1 Εισαγωγή	20
2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών	20
2.3 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών	22
2.3.1. Διδακτικές προσεγγίσεις της Φυσικής Επιστήμης	23
2.3.2. Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986)	25
2.4 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής	27
2.5 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση νέων τεχνολογιών	29
2.6. Τα επιστημονικά επιχειρήματα των μαθητών	30
2.7 Ανακεφαλαίωση	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	34
3.1 Εισαγωγή	34
3.2 Ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον Περιοδικό Πίνακα των χημικών στοιχείων και για τις διδακτικές παρεμβάσεις που σχετίζονται με αυτόν	34
3.3 Ανασκόπηση ερευνών που σχετίζονται με την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα	37
3.4. Ανασκόπηση ερευνών που εστιάζουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών	40
3.4 Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας	47
3.5 Ανακεφαλαίωση	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	49
4.1 Εισαγωγή	49
4.2 Ερευνητική διαδικασία	49
4.3 Συμμετέχοντες	51
4.4 Οι διδακτικές παρεμβάσεις: το εκπαιδευτικό υλικό και η διδακτική διαδικασία	52
4.4.1 Μάθηση μέσω πρακτικών με γενική υποστήριξη στα επιχειρήματα: η διδακτική παρέμβαση για την ομάδα 1	54
4.4.2 Μάθηση μέσω πρακτικών με ειδική υποστήριξη στα επιχειρήματα: η διδακτική παρέμβαση για την ομάδα 2	69
4.5 Συλλογή δεδομένων	80
4.6 Ανακεφαλαίωση.....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	89
5.1 Εισαγωγή	89
5.2 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα	89
5.3 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα.....	93
5.4 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων	94
5.5 Ανακεφαλαίωση.....	102
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	103
6.1 Εισαγωγή	103
6.2 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων	103
6.3 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων.....	111
6.4 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων	119
6.5 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα	126
6.6 Μελέτη της εξέλιξης της ποιότητας των επιχειρημάτων ορισμένων μαθητών στη διάρκεια των διδασκαλιών	138
6.7 Ανακεφαλαίωση.....	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	160
7.1 Εισαγωγή	160
7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους	160
7.2.1. Η επίδραση των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίστηκαν στη μάθηση μέσω πρακτικών στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα	160
7.2.2. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις	165
7.2.3. Γενικά συμπεράσματα	166

7.3 Περιορισμοί της έρευνας	166
7.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	167
7.5 Ανακεφαλαίωση.....	168
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	169
Ελληνική βιβλιογραφία.....	169
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	172
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	176
Παράρτημα 1 – Ερωτηματολόγιο	176
Παράρτημα 2 – Φύλλα Εργασίας ομάδας 1.....	184
Παράρτημα 3 – Φύλλα Εργασίας ομάδας 2.....	215

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 4.1: Κατανομή μαθητών στις δύο ομάδες.....	51
Πίνακας 4.2: Το μαθησιακό μοντέλο 5E και οι επιστημονικές πρακτικές που εμπλέκονται	52
Πίνακας 5.1: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση της δομής των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών.....	90
Πίνακας 5.2: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση του περιεχομένου των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών.....	91
Πίνακας 5.3: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών	92
Πίνακας 5.4: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για τη σύγκριση δύο επιχειρημάτων με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία	93
Πίνακας 6.1: Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες	104
Πίνακας 6.2: Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες	107
Πίνακας 6.3: Τα επίπεδα καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες ..	112
Πίνακας 6.4: Τα επίπεδα καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες ..	115
Πίνακας 6.5: Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες ..	120
Πίνακας 6.6: Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες ..	122
Πίνακας 6.7: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test: Συχνότητες	127
Πίνακας 6.8: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test: Συχνότητες	129

Πίνακας 6.9: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test: Συχνότητες131

Πίνακας 6.10: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test: Συχνότητες134

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 2.1: Το εποικοδομητικό μοντέλο των Driver & Oldham (1986).....	27
Σχήμα 2.2: Το μοντέλο επιχειρημάτων του Toulmin (2003).....	31
Σχήμα 2.3: Το μοντέλο επιχειρημάτων των McNeil & Krajcik (2012).....	32
Σχήμα 4.1: Η σχεδίαση της έρευνας.	56
Σχήμα 4.2: Δραστηριότητα με το λογισμικό Phet Colorado	57
Σχήμα 4.3: Τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος.	58
Σχήμα 4.4: Παράδειγμα επιχειρήματος από την καθημερινή ζωή.	58
Σχήμα 4.5: Δραστηριότητα παραγωγής επιχειρήματος με γενική υποστήριξη.	60
Σχήμα 4.6: Ερωτήσεις εντοπισμού βασικών συστατικών ενός επιχειρήματος.	61
Σχήμα 4.7: Αναγνώριση αποδεικτικού στοιχείου που είναι επαρκές.	62
Σχήμα 4.8: Αξιολόγηση αποδεικτικών στοιχείων ως αδύναμα ή ισχυρά.	62
Σχήμα 4.9: Αξιολόγηση δοθέντος επιχειρήματος με οδηγίες γενικής υποστήριξης...	63
Σχήμα 4.10: Αξιολόγηση επιχειρήματος που παρήγαγαν οι μαθητές με οδηγίες γενικής υποστήριξης.	65
Σχήμα 4.11: Δραστηριότητα παραγωγής επιχειρήματος με ειδική υποστήριξη.....	72
Σχήμα 4.12: Αξιολόγηση δοθέντος επιχειρήματος με ειδική υποστήριξη.	74
Σχήμα 4.13: Αξιολόγηση επιχειρήματος που παρήγαγαν οι μαθητές με ειδική υποστήριξη.....	76
Σχήμα 5.1: Ερωτηματολόγιο - Ερώτηση 1	96
Σχήμα 5.2: Ερωτηματολόγιο - Ερώτηση 3.4	100
Σχήμα 6.1: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test.....	104
Σχήμα 6.2: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test.....	107
Σχήμα 6.3: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test	110
Σχήμα 6.4: Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test.....	112
Σχήμα 6.5: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test.....	115
Σχήμα 6.6: Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test	118

Σχήμα 6.7: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test.....	120
Σχήμα 6.8: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test.....	123
Σχήμα 6.9: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test	125
Σχήμα 6.10: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test	127
Σχήμα 6.11: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test.....	130
Σχήμα 6.12: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test	132
Σχήμα 6.13: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test.....	135
Σχήμα 6.14: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test	136
Σχήμα 6.15: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test	137
Σχήμα 6.16: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α	140
Σχήμα 6.17: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β.....	144
Σχήμα 6.18: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ	147
Σχήμα 6.19: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ.....	151
Σχήμα 6.20: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Ε.....	154
Σχήμα 6.21: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή ΣΤ.....	157
Σχήμα 6.22: Ενδεικτική «νοητική διαδρομή» των μαθητών αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων.....	158

Περίληψη

Η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων αποτελεί βασικό στόχο στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Παρόλα αυτά η έρευνα που μελετά τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών είναι ιδιαίτερα περιορισμένη.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της συμβολής δύο διδακτικών παρεμβάσεων για τον περιοδικό πίνακα που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με δύο διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις για τα επιχειρήματα («γενική υποστήριξη» και «υποστήριξη ειδικού πλαισίου») στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Επιπρόσθετα, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και την ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα) αυτών των δύο διδακτικών παρεμβάσεων.

Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για τον περιοδικό πίνακα που βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Phet Colorado». Το εκπαιδευτικό υλικό ήταν διαφορετικό για τις δύο ομάδες. Στους 19 μαθητές της ομάδας 1 εφαρμόστηκε εκπαιδευτικό υλικό το οποίο περιείχε οδηγίες «γενικής υποστήριξης» για τα επιχειρήματα (διδασκτική παρέμβαση 1) ενώ στους 22 μαθητές της ομάδας 2 εφαρμόστηκε αντίστοιχο εκπαιδευτικό υλικό με οδηγίες «υποστήριξης ειδικού πλαισίου» για τα επιχειρήματα (διδασκτική παρέμβαση 2). Επιπλέον, συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές και των δύο ομάδων πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια και τα φύλλα εργασίας. Τα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών (ισχυρισμοί, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμοί, αντικρούσεις) αναλύθηκαν με τη χρήση κλιμάκων διαβαθμισμένων κριτηρίων τριών επιπέδων ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους. Με κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων τεσσάρων επιπέδων επίσης αξιολογήθηκε και η ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα.

Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι και οι δύο διδακτικές παρεμβάσεις συνέβαλαν στη βελτίωση της ποιότητας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών καθώς και στις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα. Επιπλέον,

διαπιστώθηκε ότι η βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση 2 με οδηγίες «υποστήριξης ειδικού πλαισίου» για τα επιχειρήματα ήταν σημαντικά καλύτερη σε σχέση με τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση 1 με οδηγίες «γενικής υποστήριξης» για τα επιχειρήματα. Επιπλέον, δε διαπιστώθηκε σημαντική διαφοροποίηση στις δύο ομάδες ως προς τις ικανότητές τους να κρίνουν επιχειρήματα.

Abstract

The development of students' ability to produce scientific arguments is an essential goal in science teaching. However, research investigating the contribution of didactic interventions in students' ability to produce arguments is very limited.

This study tries to investigate the contribution of two didactic intervention for the periodic table, based on the didactic approach of «learning through scientific practices» with two different learning approaches for arguments in 1st grade secondary school students' abilities to produce and evaluate arguments. Moreover, the comparison in learning outcomes (in terms of the quality of the students' arguments and their ability to evaluate arguments) of these two didactic interventions.

Instructional material for the periodic table, based on the constructivist learning approach using the scientific practices and the educational software «Phet Colorado», was developed. The instructional material was different for the two groups. In 19 students of the 1st group, instructional material consisted of generic explanation scaffolds for the arguments (didactic intervention 1) was applied whereas in 22 students of the 2nd group, corresponding instructional material consisted of context-specific scaffolds (didactic intervention 2) was applied. Additionally, a questionnaire was developed and completed by students of the two groups before and after the didactic interventions. This study's data was student's answers in questionnaire and to the worksheets. Students' arguments (in terms of claims, evidences, reasonings, rebutals) were analyzed using a three – tier scale of graded criteria in terms of structure, content and linguistic characteristics. Students' ability to compare arguments was also assessed with a four – tier scale of graded criteria.

Data analysis revealed that both didactic interventions showed improvement in students' written arguments and in their abilities to evaluate arguments. It was also found that the improvement in students' written arguments of the 2nd didactic intervention with context-specific scaffolds was significantly better compared to the improvement in students' written arguments of the 1st didactic intervention with generic explanation scaffolds for the arguments. Moreover, no significant difference was revealed in the two groups in terms of evaluating arguments.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα εργασίας

Η παρούσα εργασία, με τίτλο «Βελτιώνοντας τις ικανότητες των μαθητών του Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα: η περίπτωση της διδασκαλίας της περιοδικότητας και του περιοδικού πίνακα των στοιχείων», εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Διδακτική των θετικών επιστημών και τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση: Διεπιστημονική προσέγγιση» του τμήματος επιστημών της προσχολικής αγωγής και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Η εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο πεδίο ερευνών που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις πρακτικές των Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν οι μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, διερευνά την επίδραση δύο διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση της πρακτικής που εμπλέκει τους μαθητές με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στην ικανότητά τους να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (NRC) των ΗΠΑ προτείνει ως βασικό στόχο την εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Έχουν καθοριστεί οκτώ πρακτικές για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και αυτές είναι (NRC, 2012):

1. η υποβολή ερωτημάτων,
2. η ανάπτυξη και χρήση μοντέλων,
3. η σχεδίαση και διεξαγωγή έρευνας,
4. η ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων,
5. η χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης,
6. η συγκρότηση εξηγήσεων,
7. η εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων,
8. η απόκτηση, η αξιολόγηση και η ανταλλαγή πληροφοριών.

Μέσω αυτών των πρακτικών, οι μαθητές ακολουθούν επιστημονικές διαδικασίες διατυπώνοντας ερευνητικά ερωτήματα, σχεδιάζουν και διεξάγουν έρευνα και ερμηνεύουν τα δεδομένα υποστηρίζοντας τους ισχυρισμούς τους και αντικρούοντας τις απόψεις των συμμαθητών τους. Η εμπλοκή των μαθητών στην παραγωγή και αξιολόγηση επιχειρημάτων αποτελεί έναν από τους πιο ουσιαστικούς στόχους στην

εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012). Πιο συγκεκριμένα, σκοπός είναι οι μαθητές να μπορούν να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους ή να απορρίπτουν άλλους βασιζόμενοι σε αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, στόχος είναι να μάθουν να αξιολογούν τα επιστημονικά επιχειρήματα των άλλων προβάλλοντας αντεπιχειρήματα (NRC, 2012). Η εμπλοκή τους με αυτή την πρακτική θα τους οδηγήσει στην βαθύτερη κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου, αποκτώντας συγχρόνως θετική στάση για τις Φυσικές Επιστήμες (McNeill & Krajcik, 2007).

Η μελέτη της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια σημαντική δυσκολία από πλευράς μαθητών να συγκροτούν υψηλής ποιότητας επιχειρήματα ώστε να διατυπώνουν και να υπερασπίζονται τους ισχυρισμούς τους (Sadler, 2004; McNeil & Krajcik, 2007). Τα σχολικά εγχειρίδια συνήθως δεν περιλαμβάνουν δραστηριότητες που θα συμβάλουν στη ανάπτυξη και βελτίωση της ικανότητας συγκρότησης επιχειρημάτων (Driver, Newton, & Osborne, 2000). Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι διδακτικές παρεμβάσεις που στοχεύουν να εμπλέξουν τους μαθητές ρητά με διαδικασίες συγκρότησης και αξιολόγησης επιχειρημάτων έχουν ως αποτέλεσμα οι μαθητές να συγκροτούν πιο ποιοτικά επιχειρήματα (McNeil & Krajcik, 2007).

Στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε η εννοιολογική περιοχή του Περιοδικού Πίνακα (PTE) διότι θεωρείται ένα από τα πιο κεντρικά ζητήματα στη χημεία. Επιπλέον, η διδασκαλία του Περιοδικού Πίνακα εμπεριέχεται στα αναλυτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναδεικνύοντας την ανάγκη για τη μελέτη του. Επιπλέον, έχουν διερευνηθεί οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν συχνά οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τον περιοδικό πίνακα των χημικών στοιχείων (Franco-Mariscal et al., 2016).

Στο παρελθόν, έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις γνώσεις των μαθητών για τον περιοδικό πίνακα (Bierenstiel & Snow, 2019). Αναφορικά με τα επιχειρήματα των μαθητών, οι περισσότερες έρευνες ασχολήθηκαν με την διερεύνηση της ποιότητάς τους (Sandoval, 2003). Πολύ λίγες είναι οι έρευνες που μελετούν τις ικανότητες των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα (Knight et al., 2014) ενώ ακόμα πιο περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών σχετικά με την συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που κάνουν χρήση της πρακτικής της επιχειρηματολογίας που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Bell & Linn, 2000; Sandoval, 2003; McNeil et al., 2006) και στις ικανότητές τους να κρίνουν επιχειρήματα (Ταράλλη & Σκουμιάς, 2017). Τέλος, απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη

συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τον περιοδικό πίνακα, στις ικανότητές των μαθητών να συγκροτούν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα. Αναδεικνύεται λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης ερευνών που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τον περιοδικό πίνακα στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

1.2 Σκοπός της εργασίας

Η παρούσα εργασία εστιάζεται στη μελέτη της επίδρασης δύο διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση νέων τεχνολογιών για την περιοδικότητα και τον περιοδικό πίνακα στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Γενικού Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συμβολής δύο διδακτικών παρεμβάσεων για τον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις για τα επιχειρήματα, στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας αυτής είναι τα ακόλουθα:

- Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με «γενική υποστήριξη» (Generic Scaffold) για τα επιχειρήματα, στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα;
- Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» (Context Specific Scaffold) για τα επιχειρήματα, στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα;

- Υπάρχει διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο παραπάνω παρεμβάσεις;

1.4 Σημασία της εργασίας

Η διδακτική ακολουθία που προτείνεται με την παρούσα εργασία αποσκοπεί να συνεισφέρει τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο και στο πεδίο της διδακτικής πράξης. Στο πεδίο της έρευνας επιδιώκει να καλύψει ένα ερευνητικό κενό. Συγκεκριμένα, πρόκειται να διερευνηθεί κατά πόσο δύο διδακτικές παρεμβάσεις που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών», με διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις για τα επιχειρήματα, μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων μαθητών της Α΄ Λυκείου, σε συγκεκριμένο πλαίσιο που αφορά στην εννοιολογική περιοχή της περιοδικότητας και του περιοδικού πίνακα. Παράλληλα η παρούσα εργασία εξετάζει τη συμβολή αυτών των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα στην ίδια εννοιολογική περιοχή.

Στον πεδίο της διδακτικής πράξης, η εφαρμογή της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης μπορεί να ενθαρρύνει τους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιήσουν διδακτικές στρατηγικές εστιασμένες στην «πρακτική της επιχειρηματολογίας». Επιπλέον το εκπαιδευτικό υλικό που πρόκειται να αναπτυχθεί στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία της συγκεκριμένης εννοιολογικής περιοχής αλλά και να συμβάλλει στο σχεδιασμό διδακτικών-μαθησιακών ακολουθιών βασισμένων στην ανωτέρω «πρακτική» για άλλες εννοιολογικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές της Α΄ τάξης του Λυκείου να βελτιώσουν την ικανότητά τους να παράγουν αλλά και να αξιολογούν τα επιχειρήματα των συμμαθητών στην περιοδικότητα και στον περιοδικό πίνακα.

1.5 Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια:

Στο κεφάλαιο 1 γίνεται η οριοθέτηση του προβλήματος και αναφέρεται η αναγκαιότητα της παρούσας εργασίας, ο σκοπός, τα ερευνητικά ερωτήματα καθώς και η σημασία της. Επιπλέον, παρουσιάζεται η δομή της.

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει τα ζητήματα που σχετίζονται με τις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, αναλύεται η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση, η μάθηση μέσω πρακτικών και η συμβολή των νέων τεχνολογιών στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Τέλος, αναλύεται η έννοια του επιστημονικού επιχειρήματος όπως νοείται στις Φυσικές Επιστήμες, τα συστατικά του στοιχεία και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας του.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τον περιοδικό πίνακα καθώς και των ερευνών που περιέχουν διδακτικές παρεμβάσεις για τη διδασκαλία του περιοδικού πίνακα. Επίσης, γίνεται αναφορά στις έρευνες που σχετίζονται με την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα καθώς και στις έρευνες που εστιάζουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια της έρευνας. Παρουσιάζονται η ερευνητική διαδικασία και οι συμμετέχοντες της έρευνας ενώ στη συνέχεια το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε στις δύο ομάδες (ομάδα 1 και ομάδα 2). Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής δεδομένων.

Στο κεφάλαιο 5 γίνεται η παρουσίαση της μεθόδου ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών καθώς και για την αξιολόγηση της ικανότητάς τους να κρίνουν επιχειρήματα.

Στο κεφάλαιο 6 καταγράφονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων σχετικά με τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Επίσης γίνεται καταγραφή των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των δεδομένων αναφορικά με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες συχνοτήτων και διαγράμματα ποσοστών. Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων έξι μαθητών των δύο ομάδων.

Στο κεφάλαιο 7 παρατίθενται τα συμπεράσματα αναφορικά με τα τρία ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν στην παρούσα έρευνα. Παρουσιάζονται, επίσης, οι περιορισμοί αλλά και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Τέλος, παρατίθενται η βιβλιογραφία και το παράρτημα με το ερωτηματολόγιο και τα Φύλλα Εργασίας των δύο ομάδων.

1.6 Ανακεφαλαίωση

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η συμβολή δύο διδακτικών παρεμβάσεων στην περιοδικότητα και στον περιοδικό πίνακα, που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με διαφορετικές μαθησιακές υποστηρίξεις για τα επιχειρήματα στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Επιπλέον, διερευνάται κατά πόσο διαφέρουν τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων αυτών. Τα αποτελέσματα της εργασίας αναμένεται να αναμένεται να αξιοποιηθούν τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο στο πεδίο της διδακτικής πράξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Αποτελείται από επτά ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται ζητήματα που σχετίζονται με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών (βλ. ενότητα 2.2). Στην δεύτερη ενότητα ακολουθεί η παρουσίαση των θέσεων της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3). Στην τρίτη ενότητα γίνεται αναφορά στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω πρακτικών (βλ. ενότητα 2.4). Στην τέταρτη ενότητα αναλύεται η συμβολή των νέων τεχνολογιών στην μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.5). Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος καθώς και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητάς του (βλ. ενότητα 2.6).

2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει στραφεί στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές. Οι μαθητές έχουν διαμορφωμένες αντιλήψεις σχετικά με τον κόσμο και τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους (NRC, 2012), πολύ πριν την ηλικία στην οποία αρχίζουν το σχολείο. (Κόκκοτας, 1998; Κουζέλης, 2005; Driver, 1989). Οι αντιλήψεις αυτές στηρίζονται στις εμπειρίες τους από την αλληλεπίδρασή τους με το φυσικό περιβάλλον, στις καθημερινές τους δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο οικογενειακό – κοινωνικό περιβάλλον, στην αλληλεπίδρασή τους με τους συνομήλικούς τους και στις πληροφορίες που λαμβάνουν από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης (NRC, 2012; Driver et al., 1985).

Στη βιβλιογραφία, οι αντιλήψεις αυτές αναφέρονται και ως «πρώτες ιδέες» ή «αναπαραστάσεις» αν δίνεται έμφαση στην κοινωνική διάσταση της γνώσης, ως «προαντιλήψεις» ή «προϊδεάσεις» αν το βάρος δίνεται στη χρονική στιγμή κατά την οποία μελετώνται οι αντιλήψεις αυτές και ως «εσφαλμένες αντιλήψεις» και «παρανοήσεις» όταν μελετώνται ως προς τον λανθασμένο χαρακτήρα του περιεχομένου τους (Κόκκοτας, 1997; Κουλαϊδής, 2001).

Οι αντιλήψεις αυτές άπτονται ενός ευρέως φάσματος ποικίλων επιστημονικών πεδίων και όπως έχει διαπιστωθεί τις περισσότερες φορές είναι τόσο καλά παγιωμένες ώστε επηρεάζονται ελάχιστα από την «παραδοσιακή» διδασκαλία, δηλαδή τη διδασκαλία που στηρίζεται στη μεταφορά γνώσης από το διδάσκοντα στους μαθητές (Driver et al., 1985; Skoumios & Hatzinikita, 2006). Διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μάθηση και ως εκ τούτου είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) (Κόκκοτας, 1998; Κουζέλης, 2005; Driver, 1989; NRC, 2012).

Πολλές φορές, οι μαθητές συγκρατούν τόσο την εξήγηση του εκπαιδευτικού μετά τη διδασκαλία όσο και τη δικές τους αντιλήψεις δημιουργώντας έτσι συγχωνευμένες και συγκεχυμένες αντιλήψεις. Βέβαια, οι μαθητές χρησιμοποιούν τη σχολική γνώση στο σχολείο και τις δικές τους αντιλήψεις για να ερμηνεύσουν φυσικά φαινόμενα εκτός σχολικών αιθουσών (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Για τη διαμόρφωση αυτών των αντιλήψεων σημαντικό ρόλο παίζει το πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ζουν οι μαθητές και κυρίως η γλώσσα που χρησιμοποιούν για να επικοινωνούν. Υπάρχουν ανεξάρτητα από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο ζουν, την ηλικία, το φύλο ή τις ικανότητές τους (Driver et al., 1985; Κόκκοτας, 1997).

Οι έρευνες γύρω από τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών δείχνουν ότι παρόλο που αυτές μεταβάλλονται και εξελίσσονται, υπάρχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά (Κόκκοτας, 1998; Driver et al., 1994):

- A) Κυριάρχηση της σκέψης από τα αντιληπτικά δεδομένα: Οι μαθητές, ειδικά στις μικρές ηλικίες, δίνουν έμφαση στα δεδομένα που σχετίζονται άμεσα με τις αισθήσεις τους για να απαντήσουν σε ένα πρόβλημα. Επιπλέον στηρίζονται στις βιωματικές τους εμπειρίες προκειμένου να αποδώσουν ερμηνείες σε κάποιο φαινόμενο (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- B) Περιορισμένη εστίαση: Οι μαθητές συνήθως εστιάζουν σε περιορισμένες ιδιότητες ή όψεις ενός φαινομένου ή μίας κατάστασης, αυτές που θεωρούν πιο εμφανείς (Κόκκοτας, 1997; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- Γ) Εξάρτηση αντιλήψεων από το πλαίσιο χρήσης: Οι αντιλήψεις των μαθητών εξαρτώνται κάθε φορά από το πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται ένα πρόβλημα σε σχέση με τα χαρακτηριστικά του. Ο τρόπος με τον οποίο διαχειρίζονται μία

κατάσταση εξαρτάται από παράγοντες όπως αν η κατάσταση είναι οικεία ή αν συνδέεται με την καθημερινή τους ζωή. Έτσι χρησιμοποιούν διαφορετικές ή και αντίθετες αντιλήψεις που από επιστημονικής άποψης θεωρούνται ισοδύναμες (Κόκκοτας, 1997; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

- Δ) Αδυναμία διαχωρισμού εννοιών: Οι μαθητές χρησιμοποιούν τη γλώσσα με τρόπο που έχει νόημα για αυτούς. Χρησιμοποιούν λέξεις-έννοιες χωρίς να κατανοούν πλήρως το νόημά τους και συνεπώς τις διαφορές τους (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- Ε) Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός: Οι μαθητές συνήθως συνδέουν ένα αίτιο με ένα αποτέλεσμα. Αντιλαμβάνονται για παράδειγμα ότι όταν μια δύναμη (αίτιο) δρα σε ένα σώμα (αντικείμενο) παράγει ένα αποτέλεσμα. Ωστόσο δεν μπορούν να αντιληφθούν την έννοια της αλληλεπίδρασης των σωμάτων. Το αξίωμα δράσης – αντίδρασης λοιπόν δεν γίνεται αντιληπτό καθώς δεν εμπίπτει στο παραπάνω γραμμικό σχήμα. Για το λόγο αυτό για παράδειγμα αδυνατούν να κατανοήσουν γενικά τις αντιστρεπτές μεταβολές (Driver et al. 1994).
- ΣΤ) Αντίσταση στην αλλαγή: Τα ευρήματα των ερευνών συγκλίνουν προς τη γενική διαπίστωση της σταθερότητας και της ανθεκτικότητας των εναλλακτικών αντιλήψεων. Μετά το πέρας της διδασκαλίας οι μαθητές να εξακολουθούν να διατηρούν τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις, γεγονός που καθιστά την εννοιολογική αλλαγή δύσκολη και χρονοβόρα (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- Ζ) Ανθρωποκεντρική θεώρηση: Σε κάποιες περιπτώσεις οι μαθητές προκειμένου να ερμηνεύσουν κάποια φαινόμενα υιοθετούν μία ανθρωποκεντρική άποψη αναζητώντας την απάντηση σε ένα χρηστικό πλαίσιο για τους ίδιους (Κόκκοτας, 1997).

2.3 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες (βλ. υποενότητα 2.3.1.) και το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver & Oldham (βλ. υποενότητα 2.3.2.)

2.3.1. Διδακτικές προσεγγίσεις της Φυσικής Επιστήμης

Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (1997) οι διδακτικές προσεγγίσεις στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι τρεις:

- A) η παραδοσιακή,
- B) η ανακαλυπτική και
- Γ) η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση

Παραδοσιακή προσέγγιση

Η παραδοσιακή προσέγγιση στηρίζεται της αρχές του συμπεριφορισμού. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή η γνώση μεταφέρεται από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή. Στην διδακτική διαδικασία εμπλέκονται ο εκπαιδευτικός, το γνωστικό αντικείμενο και ο μαθητής. Ο εκπαιδευτικός είναι της που κατέχει την επιστημονική γνώση και την μεταφέρει της μαθητές μέσα από μονόλογο κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Είναι της της που καθορίζει της στόχους και την πορεία της διδασκαλίας (Ματσαγγούρας, 1996). Η μάθηση πραγματοποιείται μέσω της αποστήθισης και της ανάκλησης των γνώσεων (Bloom et al., 1956). Ο σκοπός της προσέγγισης της είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να απομνημονεύουν και η αντικατάσταση των λανθασμένων αντιλήψεων της με της σωστές ώστε αυτές να μην αποτελέσουν εμπόδιο στην πορεία της διδασκαλίας (Κολιάδης, 1996).

Ανακαλυπτική προσέγγιση

Η ανακαλυπτική προσέγγιση προάγει την ανακάλυψη της γνώσης από τον ίδιο τον μαθητή και όχι την παθητική μεταφορά της από τον εκπαιδευτικό. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην προσέγγιση αυτή είναι καθοδηγητικός (Sund et al., 1967). Το κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας μεταφέρεται από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή, ο οποίος δεν αποστηθίζει αλλά ανακαλύπτει μόνος του τη νέα γνώση μέσα από διερεύνηση, πειράματα και ομαδική συζήτηση (Fleer, 2007). Η διερεύνηση προϋποθέτει ομαδική εργασία στην οποία το κάθε μέλος της ομάδας έχει καθορισμένο ρόλο και αναλαμβάνει συγκεκριμένη εργασία. Τα λάθη των μαθητών θεωρούνται χρήσιμα καθώς βοηθούν τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει της αδυναμίες της και να αναπροσαρμόσει το μάθημα του (Andoniadou & Skoumios, 2013).

Εποικοδομητική προσέγγιση

Κεντρική θέση στην εποικοδομητική προσέγγιση είναι ότι η γνώση δε λαμβάνεται παθητικά ούτε ανακαλύπτεται αλλά οικοδομείται με την ενεργό συμμετοχή του μαθητή. Ως εκ τούτου ο μαθητής δεν είναι παθητικός αποδέκτης της γνώσης αλλά ενεργός συμμετοχος στη μαθησιακή διαδικασία. Οι μαθητές βασιζόμενοι σε προηγούμενες γνώσεις, εμπειρίες και αντιλήψεις κατασκευάζουν μόνοι της τη νέα γνώση (Driver et al., 2000). Η γνώση είναι υποκειμενική και δεν μπορεί να μεταδίδεται από τον εκπαιδευτικό στον μαθητή. Για τη μάθηση είναι απαραίτητη η εννοιολογική αλλαγή (conceptual change) που επέρχεται της μαθητές μέσω της γνωστικής σύγκρουσης (cognitive conflict) στην οποία υποβάλλονται λόγω των προηγούμενων εμπειριών της (Driver et al., 2000). Ο εκπαιδευτικός έχει τον ρόλο του καθοδηγητή επιλέγοντας τα κατάλληλα εργαλεία που θα προκαλέσουν την εννοιολογική αλλαγή. Έτσι, η μάθηση θεωρείται ως διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών. Τα εργαλεία του εκπαιδευτικού σε αυτή την προσέγγιση είναι το πείραμα, ο καταγισμός ιδεών, οι εννοιολογικοί χάρτες και τα εκπαιδευτικά λογισμικά (Andoniadou & Skoumios, 2013).

Μια ευρέως αποδεκτή διάκριση του εποικοδομητισμού είναι αυτή μεταξύ του ψυχολογικού ή ατομικού εποικοδομητισμού (psychological or personal constructivism) με έμφαση στη μάθηση ως προσωπική εξατομικευμένη διανοητική διαδικασία και του κοινωνικού εποικοδομητισμού (social constructivism) στον οποίο ο κοινωνικός παράγοντας αναγνωρίζεται ως καθοριστικός στη μαθησιακή διαδικασία. Ο ατομικός βασίζεται της ιδέες της γνωστικής θεωρίας του Piaget, ενώ ο κοινωνικός στο έργο του Vygotsky (Κορομπίλη & Τόγια, 2015).

Ο ατομικός εποικοδομητισμός επικεντρώνεται στο άτομο αγνοώντας τον τρόπο με τον οποίο η κατασκευή της γνώσης επηρεάζεται από την κοινωνική αλληλεπίδραση. Θεωρείται ότι η γνώση κατασκευάζεται από το άτομο καθώς αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Σημαντικό ρόλο παίζει η εμπειρία του ατόμου, με τη βοήθεια της οποίας το άτομο κατασκευάζει νοητά μοντέλα προκειμένου να εξηγήσει τα φυσικά φαινόμενα (Κορομπίλη & Τόγια, 2015).

Ο κοινωνικός εποικοδομητισμός για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αναγνωρίζει ότι η γνώση είναι συλλογική υπόθεση και προκύπτει από την κοινωνική

αλληλεπίδραση (Κορομπίλη & Τόγια, 2015). Η μάθηση θεωρείται μια κοινωνική δραστηριότητα κατά την οποία οι μαθητές ανταλλάσσουν απόψεις κατασκευάζουν έννοιες με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

Μια έννοια που είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την εποικοδομητική προσέγγιση είναι αυτή της εννοιολογικής αλλαγής. Με τον όρο αυτό υποδηλώνεται η μετάβαση από την βιωματική γνώση του μαθητή για έννοιες των Φυσικών Επιστημών στην σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης (Βοσνιάδου, 1994; Κόκκοτας, 2004).

Οι Posner et al. (1982) πρότειναν τέσσερις απαιτούμενες συνθήκες για να υλοποιηθεί η εννοιολογική αλλαγή. Η αντίληψη που υπάρχει πριν τη διδασκαλία θα πρέπει να μην ικανοποιεί το μαθητή και να του προκαλεί δυσαρέσκεια λόγω της μη λειτουργικότητάς της. Η νέα προτεινόμενη ιδέα θα πρέπει να είναι κατανοητή από το μαθητή ώστε να τη βρίσκει λογική και μη αντιφατική, πειστική, αληθοφανή ώστε να αναγνωρίζει ομοιότητες με της έννοιες που ήδη γνωρίζει, γόνιμη, καρποφόρα, αποδοτική ώστε να πείθει το μαθητή ότι είναι λειτουργική και χρήσιμη. Οι παραπάνω συνθήκες θα πρέπει να πληρούνται ιεραρχικά, δηλαδή θα πρέπει ο μαθητής να αισθανθεί τη δυσαρέσκεια για τη δική του αντίληψη, η νέα ιδέα που του προσφέρεται μέσω της διδασκαλίας να είναι κατανοητή, εύλογη και γόνιμη ώστε να επιτευχθεί η αφομοίωσή της.

2.3.2. Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986)

Το μοντέλο των Driver & Oldham (1986) είναι το πιο διαδομένο μοντέλο διδασκαλίας που στηρίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Αποτελείται από πέντε φάσεις (βλ. εικ. 2.1):

1^η φάση – Προσανατολισμός: Η φάση του προσανατολισμού περιλαμβάνει την πρόκληση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας των μαθητών και την αναγνώριση των αρχικών ιδεών τους. Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με σκοπό να εντοπίσουν που πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους και τι είναι σημαντικό. Σε αυτή τη φάση ο εκπαιδευτικός καθοδηγητικά ενθαρρύνοντας την έρευνα των μαθητών.

2^η φάση – Ανάδειξη των αντιλήψεων: Με τον όρο «ανάδειξη» εννοούμε να εκφράσουν οι μαθητές γραπτά ή προφορικά τις ιδέες τους. Έτσι ξεδιαλύνουν και αποκαλύπτουν τις εντυπώσεις που τους δημιουργήθηκαν στη φάση του προσανατολισμού ενώ

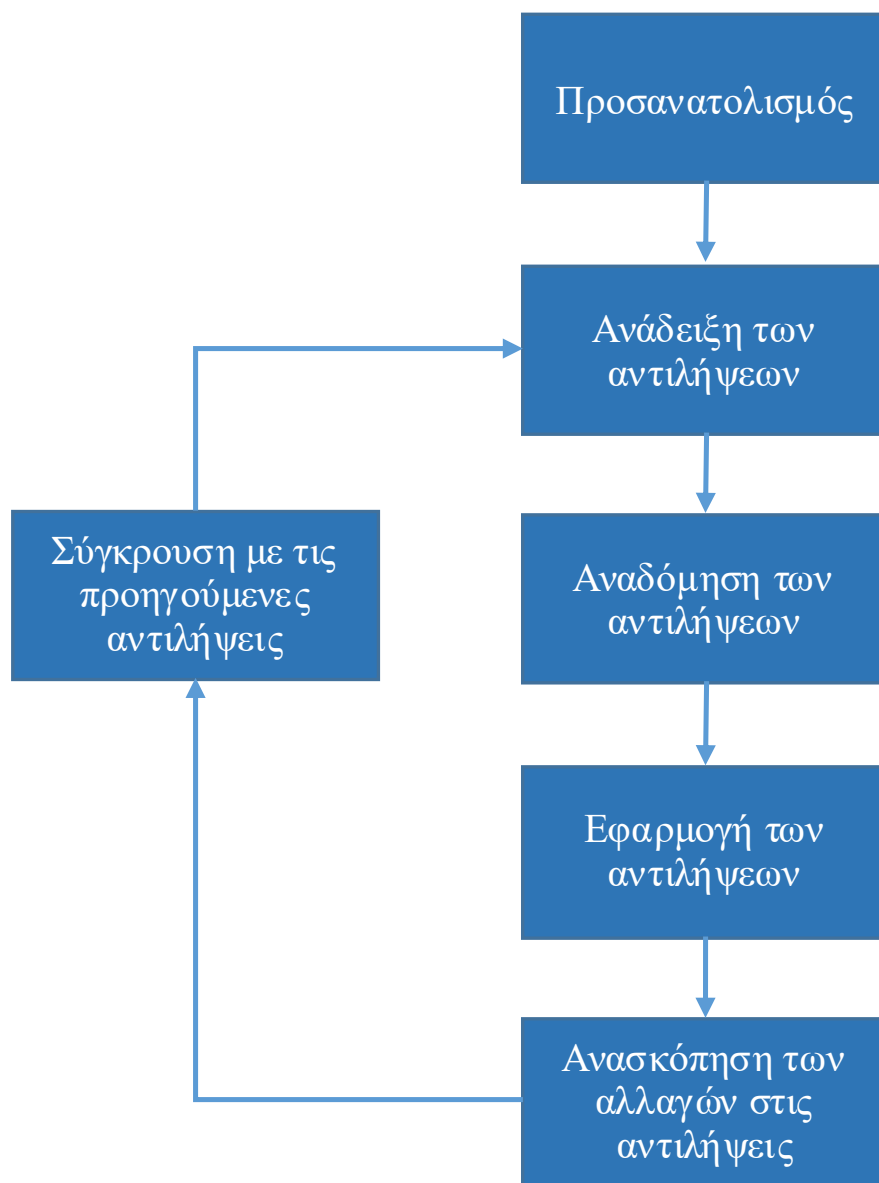
προσπαθούν να τις συσχετίσουν με προηγούμενες εμπειρίες τους. Θα πρέπει να δομήσουν, να οργανώσουν και να συγκρίνουν αυτό που σκέπτονται με τις απόψεις των συμμαθητών τους. Για τους μαθητές η αποσαφήνιση αυτού που ήδη σκέπτονται τους βοηθάει να αποκτήσουν εμπιστοσύνη στη δόμηση νέων ιδεών, τους ενημερώνει για τις δικές τους διαδικασίες σκέψης και τους ενθαρρύνει να σκεφτούν και να είναι κριτικοί απέναντι σε αυτό που ήδη σκέπτονται. Οι μαθητές εργάζονται στην αρχή ατομικά και στη συνέχεια συζητούν σε επίπεδο ομάδας. Σκοπός της συζήτησης είναι να υπάρξει συγκερασμός των απόψεων και να επικρατήσει μια κοινά αποδεκτή άποψη στην ομάδα. Οι απόψεις όλων των ομάδων παρουσιάζονται στη τάξη με σκοπό να υιοθετηθεί εκείνη που είναι κοντά στο επιστημονικό πρότυπο.

3η φάση – Αναδόμηση των αντιλήψεων: Η φάση της αναδόμησης των ιδεών είναι μια καθοδηγούμενη ανακαλυπτική προσέγγιση, αφού οι μαθητές αντικαθιστούν τις ιδέες τους με κάτι που αυτοί ανακάλυψαν. Οι μαθητές πρέπει να προχωρήσουν πιο πέρα από την απλή ανακοίνωση των συμπερασμάτων τους στη τάξη και πρέπει να βοηθηθούν ώστε να διαπιστώσουν ποια συμπεράσματα μπορεί να εξαχθούν από την έρευνα και τη συζήτηση που διεξήγαγαν στην ομάδα τους. Στο τέλος της φάσης αυτής οι μαθητές αρχίζουν να αναπτύσσουν καινούριες ιδέες με τις οποίες αντικαθιστούν τις παλιές.

4η φάση: Εφαρμογή των αντιλήψεων: Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές ελέγχουν αν οι γνώσεις που απέκτησαν σχετίζονται με την καθημερινή ζωή. Η μάθηση έχει νόημα όταν βοηθά στην επίλυση προβλημάτων που μέχρι εκείνη τη στιγμή ήταν άλυτα. Έτσι, οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εφαρμόσουν τις γνώσεις σε πραγματικά προβλήματα. Από τη στιγμή που οι νέες γνώσεις λύνουν προβλήματα και παρέχουν απαντήσεις, τότε είναι παραγωγικότερες από τις παλιές και υιοθετούνται.

5η φάση: Ανασκόπηση των αλλαγών στις αντιλήψεις:

Στην τελευταία φάση οι μαθητές αναγνωρίζουν την σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν και συγκρίνουν τη νέα γνώση με την παλιά. Η πορεία αλλαγής της αρχικής γνώσης ονομάζεται μεταγνώση.



Σχήμα 2.1: Το επικοινωνιακό μοντέλο των Driver & Oldham (1986)

2.4 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (NRC) των ΗΠΑ, μέσα από το γενικότερο πλαίσιο αναθεώρησης του προγράμματος σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες, προτείνει ως βασικό στόχο την εμπλοκή των μαθητών με «πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής» προκειμένου να αναπτύξουν την ικανότητα τους να εμπλέκονται στην επιστημονική έρευνα και να επιχειρηματολογούν (NRC, 2012). Ο όρος

«πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής» περιλαμβάνει τις πρακτικές που εφαρμόζουν οι επιστήμονες για να ελέγξουν θεωρίες και να κατασκευάσουν μοντέλα σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα. Μέσω αυτής της προσέγγισης, οι μαθητές ακολουθούν επιστημονικές διαδικασίες διατυπώνοντας ερευνητικά ερωτήματα, σχεδιάζουν και διεξάγουν έρευνες και ερμηνεύουν τα δεδομένα μέσα σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο υποστηρίζοντας τους ισχυρισμούς τους και αντικρούοντας τις απόψεις των συμμαθητών τους.

Έχουν καθοριστεί οι εξής οκτώ πρακτικές για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και στη Μηχανική (NRC, 2012):

1. Υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων: Οι μαθητές θέτουν ερωτήματα και προσπαθούν να τα απαντήσουν διεξάγοντας έρευνα.
2. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων: Οι μαθητές κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν μοντέλα με απώτερο στόχο να εξηγήσουν τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.
3. Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων: Οι μαθητές χρησιμοποιούν το εργαστήριο και εργάζονται όπως οι επιστήμονες. Ο στόχος τους είναι να σχεδιάσουν και να διεξάγουν την κατάλληλη έρευνα ώστε να απαντήσουν στα ερευνητικά ερωτήματα.
4. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων: Οι μαθητές αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα της επιστημονικής έρευνας που έχουν διεξάγει ώστε να προκύψουν τα σχετικά πορίσματα.
5. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης: Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις κατάλληλες μαθηματικές έννοιες κατά την επεξεργασία των δεδομένων ώστε να απαντήσουν στα επιστημονικά ερωτήματα.
6. Συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων: Οι μαθητές εξηγούν πως συμβαίνει ένα φυσικό φαινόμενο καθώς και το γιατί συμβαίνει αυτό.
7. Εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία: Οι μαθητές συγκροτούν επιστημονικά επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία ώστε να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα που μελετούν. Μέσα από αυτή την διαδικασία θα προκύψει η καλύτερη δυνατή εξήγηση.
8. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών: Οι μαθητές αναζητούν πληροφορίες σε επιστημονικά συγγράμματα, συζητούν ομαδικά εκθέτοντας

και ανταλλάσσοντας απόψεις και ιδέες και αξιολογούν τις πληροφορίες που έχουν αντλήσει από τις πηγές που μελέτησαν.

2.5 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση νέων τεχνολογιών

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών παρουσιάζει ιδιαιτερότητες που συνδέονται με την ίδια τη φύση των επιστημών. Οι Φυσικές Επιστήμες χαρακτηρίζονται ως διερευνητικές επιστήμες, γεγονός που καθιστά την πειραματική διαδικασία αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας τους (Ψύλλος, 2007). Οι μαθητές προκειμένου να κατακτήσουν διάφορες έννοιες των Φυσικών Επιστημών πρέπει να έχουν ενεργή συμμετοχή στην διαδικασία απόκτησης της γνώσης. Πρέπει να εμπλέκονται σε διαδικασίες μάθησης όπως παρατήρηση, λήψη δεδομένων που αφορούν την εξέλιξη φαινομένων, καταγραφή μετρήσεων, επεξεργασία τιμών, σχεδίαση και εκτέλεση πειράματος στο χώρο του εργαστηρίου και εξαγωγή συμπερασμάτων (Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008).

Η αποτελεσματικότητα μιας διερευνητικής μελέτης των φαινομένων στο εργαστήριο μπορεί να ενισχυθεί ή αντίστοιχα να αποδυναμωθεί, ανάλογα με τα τεχνικά μέσα που διατίθενται, τις πειραματικές τεχνικές που μπορεί να υποστηριχθούν και τους περιορισμούς που επιβάλλει το εκπαιδευτικό περιβάλλον. Οι έρευνες δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια μιας εργαστηριακής εργασίας το βάρος πέφτει στη διάταξη και τον χειρισμό των οργάνων, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγάλα εμπόδια στην προσπάθεια των μαθητών να συσχετίσουν τα υπό μελέτη φυσικά φαινόμενα με τις επιστημονικές αρχές. Το εμπόδιο αυτό μπορεί να ξεπεραστεί με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των πολυμεσικών εφαρμογών που αυτοί προσφέρουν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Ψύλλος, 2007). Μέσω των εικονικών εργαστηρίων (virtual laboratories), προσομοιώνονται όλες οι λειτουργίες ενός φυσικού εργαστηρίου στην οθόνη του υπολογιστή (Ψύλλος & Μπισδικιάν, 2004).

Εικονικά εργαστήρια αποτελούν και οι προσομοιώσεις, οι οποίες είναι προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή που περιέχουν μοντέλα ενός φυσικού ή τεχνικού συστήματος (de Jong & van Joolingen, 1998). Σχεδιάστηκαν με σκοπό να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία ενός φυσικού φαινομένου ώστε οι μαθητές να μελετούν πώς αυτό εξελίσσεται σε βραδύτερο, ταχύτερο ή πραγματικό χρόνο. Οι μαθητές, ελέγχοντας τις μεταβλητές της πειραματικής διάταξης, μπορούν εύκολα να

διατυπώνουν υποθέσεις, να τις διερευνούν και εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα. Έτσι δίνεται η δυνατότητα μελέτης φαινομένων που δεν μπορούν να μελετηθούν στα φυσικά εργαστήρια. Οι προσομοιώσεις και γενικότερα οι νέες τεχνολογίες δίνουν στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα μιας αποτελεσματικής διδασκαλίας μέσα στη σχολική αίθουσα με εντυπωσιακά αποτελέσματα σε όλους τους μαθητές (Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008).

2.6. Τα επιστημονικά επιχειρήματα των μαθητών

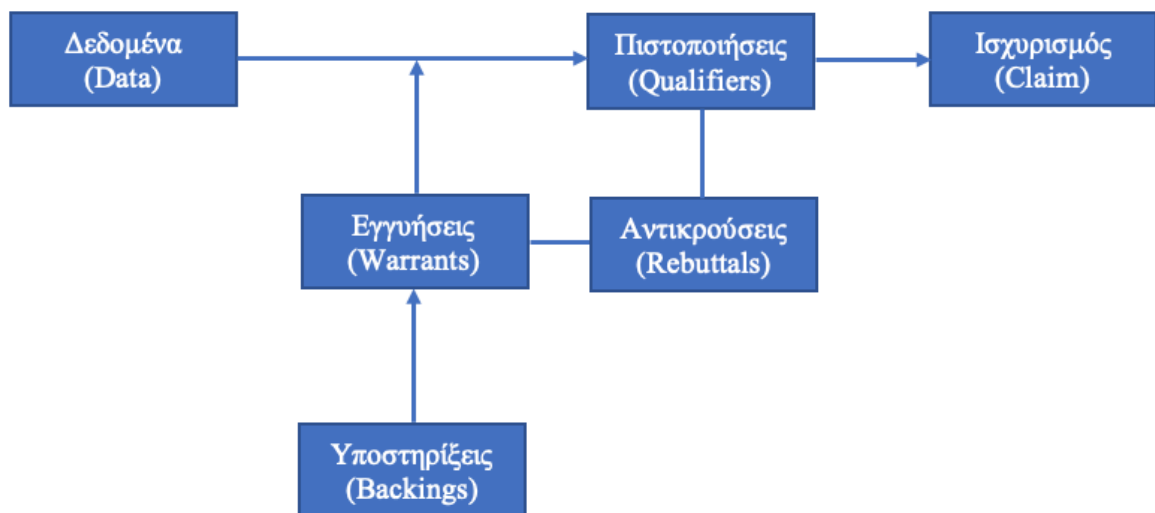
Η επιχειρηματολογία θεωρείται η βάση της επιστημονικής σκέψης και ως εκ τούτου οι διδακτικές πρακτικές πρέπει να στοχεύουν όχι μόνο στην κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης αλλά και στον τρόπο με το οποίο παράχθηκε και καθιερώθηκε (Driver et al., 2000; NRC, 2012). Η παραγωγή της επιστημονικής γνώσης απαιτεί από τους επιστήμονες να παράγουν τεκμηριωμένα επιχειρήματα, να αναγνωρίζουν τις αστοχίες και τους περιορισμούς τόσο των δικών τους επιχειρημάτων όσο και των άλλων. Άλλωστε, η ικανότητα αξιολόγησης της ποιότητας ενός επιστημονικά τεκμηριωμένου επιχειρήματος αποτελεί χαρακτηριστικό όχι μόνο ενός επιστήμονα αλλά και ενός υπεύθυνου πολίτη του 21^{ου} αιώνα (NRC, 2012).

Η συγκρότηση επιστημονικά τεκμηριωμένων επιχειρημάτων από τους μαθητές οφείλει να είναι πρωταρχικός στόχος στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Driver et al., 2000; NRC, 2012). Η ικανότητα αυτή μπορεί να βελτιωθεί μέσα από εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας με χρήση αποδεικτικών στοιχείων. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να παράγουν επιχειρήματα τα οποία να περιέχουν δεδομένα που να υποστηρίζουν τους ισχυρισμούς τους, να αναγνωρίζουν ελλείψεις τόσο στα δικά τους επιχειρήματα όσο και των συμμαθητών τους και να αναγνωρίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (NRC, 2012).

Η άσκηση των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση του περιεχομένου των Φ.Ε. και στην καλλιέργεια θετικής στάσης απέναντι στις Φ.Ε. (McNeill & Krajcik, 2007).

Ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα επιχειρηματολογίας είναι αυτό του Toulmin (2003). Σύμφωνα με αυτό, ένα επιχειρήμα αποτελείται από τα εξής συστατικά στοιχεία (βλ. εικ. 2.2):

- Ισχυρισμός (claim): Η απάντηση σε ένα ερώτημα.
- Δεδομένα (data): Τα στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
- Εγγυήσεις (warrants): Τα στοιχεία που αποδεικνύουν ότι τα δεδομένα είναι αξιόπιστα και υποστηρίζουν τον ισχυρισμό.
- Υποστηρίξεις (backings): Δεδομένα που υποστηρίζουν τις εγγυήσεις.
- Πιστοποιήσεις (qualifiers): Στοιχεία που επιβεβαιώνουν την ισχύ των στοιχείων των εγγυήσεων.
- Αντικρούσεις (rebuttals): Στοιχεία που απορρίπτουν τα δεδομένα και τις εγγυήσεις τους.



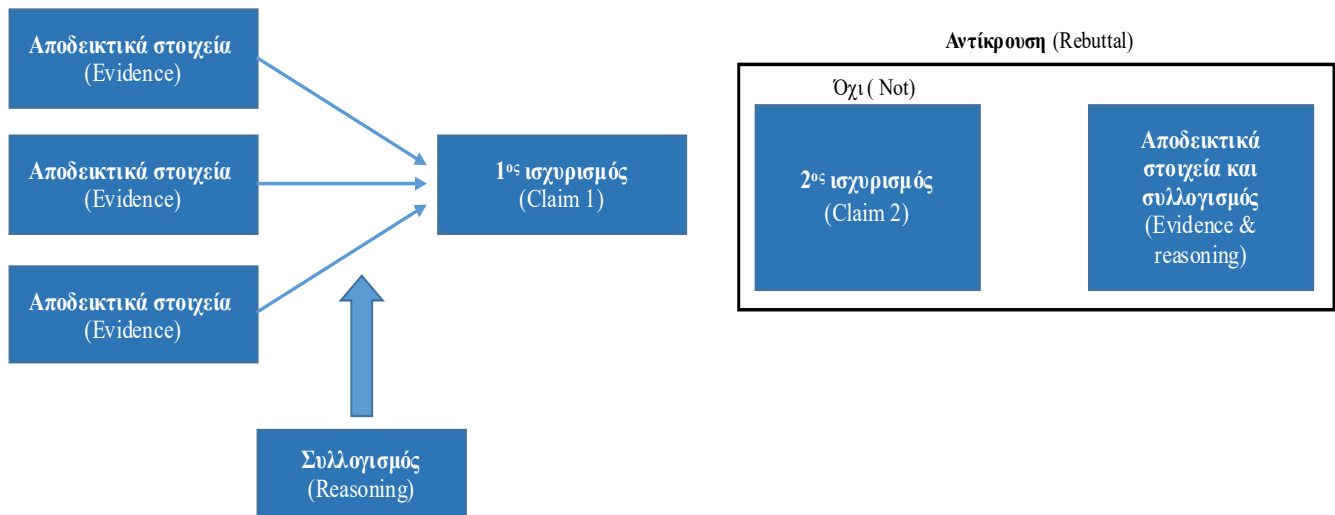
Σχήμα 2.2: Το μοντέλο επιχειρημάτων του Toulmin (2003)

Το μοντέλο αυτό θεωρήθηκε δύσκολο να εφαρμοστεί από μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (McNeill et al., 2006). Οι McNeill et al. (2006) προτείνουν μια εναλλακτική εκδοχή, εύχρηστη και πιο προσιτή για τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς. Για τον λόγο αυτό, το μοντέλο του Toulmin (2003) απλουστεύτηκε διατηρώντας τρία βασικά στοιχεία (McNeill et al., 2006):

- Ισχυρισμός (claim): Η απάντηση σε ένα ερώτημα.
- Αποδεικτικά στοιχεία (evidence): Τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
- Συλλογισμό (reasoning): Η αιτιολόγηση που αποδεικνύει ότι τα δεδομένα αποτελούν αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Στον συλλογισμό πρέπει να συμπεριλαμβάνεται και η σύνδεση ανάμεσα στον

ισχυρισμό και τα αποδεικτικά στοιχεία τους με την κατάλληλη επιστημονική αρχή.

Αργότερα προτάθηκε και ένα τέταρτο στοιχείο, η αντίκρουση (rebuttal), η οποία αιτιολογεί τον λόγο για τον οποίο ένας εναλλακτικός ισχυρισμός δεν είναι σωστός (βλ. εικ. 2.3) (McNeill & Krajcik, 2012).



Σχήμα 2.3: Το μοντέλο επιχειρημάτων των McNeil & Krajcik (2012)

Η ποιότητα ενός επιχειρήματος αξιολογείται με βάση δομή και το περιεχόμενο του (McNeill et al., 2006). Όσον αφορά τη δομή, γίνεται έλεγχος της ύπαρξης και της επάρκειας των συστατικών του στοιχείων (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση). Ο όρος επάρκεια υποδηλώνει την αξιοποίηση πολλαπλών στοιχείων που να μπορούν να πείσουν κάποιον τρίτο για τον συγκεκριμένο ισχυρισμό. Αναφορικά με το περιεχόμενο, ελέγχεται η καταλληλότητα των συστατικών του στοιχείων με βάση την επιστημονική γνώση ή τη σχολική της εκδοχή.

Η αξιολόγηση της ποιότητας της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων που συγκροτούν οι μαθητές γίνεται με τη χρήση μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων των McNeill & Krajcik (2007). Η κλίμακα αυτή περιλαμβάνει επίπεδα αξιολόγησης για τα τρία από τα τέσσερα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος, τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό. Οι Σκουμιάς και Χατζηνικήτα (2014) πρότειναν μια νέα εκδοχή αυτής της κλίμακας, η οποία αξιολογεί ξεχωριστά τη δομή και το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και εισάγει επιπλέον ένα τρίτο κριτήριο αξιολόγησης, τα γλωσσικά τους χαρακτηριστικά. Έτσι, ελέγχονται ο τρόπος που οι μαθητές συγκροτούν προτάσεις, το λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν

καθώς και η τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων, δηλαδή η σωστή χρήση των σημείων στίξης, τα ορθογραφικά και τα συντακτικά λάθη.

2.7 Ανακεφαλαίωση

Στην αρχή του δεύτερου κεφαλαίου παρουσιάστηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν οι θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση και το μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham. Κατόπιν, έγινε αναφορά στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω πρακτικών αλλά και με χρήση νέων τεχνολογιών. Στο τέλος, παρουσιάστηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος καθώς και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης των ερευνών που σχετίζονται άμεσα με το θέμα της παρούσας εργασίας. Αποτελείται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα θα γίνει μια αναφορά στις έρευνες που διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τον Περιοδικό Πίνακα καθώς και στις έρευνες που περιέχουν διδακτικές παρεμβάσεις για τη διδασκαλία του Περιοδικού Πίνακα (βλ. ενότητα 3.2). Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα (βλ. ενότητα 3.3). Στην τρίτη ενότητα παρουσιάζεται η ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 3.4). Στην τελευταία ενότητα συζητούνται τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης των ερευνών αυτών και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας (βλ. ενότητα 3.5).

3.2 Ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον Περιοδικό Πίνακα των χημικών στοιχείων και για τις διδακτικές παρεμβάσεις που σχετίζονται με αυτόν

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που σχετίζονται με τις δυσκολίες και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση του περιοδικού πίνακα και της περιοδικότητας καθώς και των διδακτικών παρεμβάσεων που στοχεύουν στη βελτίωση της διδασκαλίας του περιοδικού πίνακα και της έννοιας της περιοδικότητας.

Ο Περιοδικός Πίνακας θεωρείται ένας από τους ακρογωνιαίους λίθους στην ιστορία της χημείας και αποτελεί ουσιαστικό ζήτημα στη διδασκαλία και τη μάθηση της επιστήμης της Χημείας σε όλα τα εκπαιδευτικά επίπεδα (Mokiwa, 2017). Από λειτουργικής άποψης, ο περιοδικός πίνακας έχει καταλήξει να θεωρείται ως ένα είδος οδικού χάρτη των χημικών στοιχείων και της δραστικότητας τους. Συνεπώς η διδασκαλία του περιοδικού πίνακα έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών και αποτελεί έναν από τους πλέον συζητημένους τομείς στην βιβλιογραφία γύρω από την εκπαιδευτική χημεία (Franco-Mariscal et al., 2016).

Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας που διεξάγεται σε αυτόν τον τομέα επικεντρώνεται κυρίως σε ιστορικά και επιστημολογικά ζητήματα σχετικά με τον Περιοδικό Πίνακα χωρίς να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην εκμάθηση του σε βάθος (Franco-Mariscal et al., 2016).

Σύμφωνα με τους Franco-Mariscal et al. (2016), οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν συχνά οι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τον περιοδικό πίνακα των χημικών στοιχείων μπορούν να ταξινομηθούν σε επτά κατηγορίες:

1. προσπάθειες απομνημόνευσης αντί μάθησης (προσπαθούν να απομνημονεύσουν την θέση των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα και όχι να συνδέσουν τη θέση με την ηλεκτρονιακή δομή),
2. παρερμηνείες κατά τη διάρκεια του μαθήματος (συγχέουν τον ρόλο των υποατομικών σωματιδίων στον καθορισμό της θέσης ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα),
3. παρανόηση των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται ως κριτήρια ταξινόμησης (συγχέουν έννοιες όπως η ηλεκτραρνητικότητα και η ηλεκτροθετικότητα με αποτέλεσμα να μην μπορούν να συνδέσουν αυτές τις ιδιότητες με την ταξινόμηση των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα),
4. η έννοια της περιοδικότητας και η αντίληψη για τη χρησιμότητα της (δεν έχουν αντιληφθεί την έννοια της περιοδικότητας στην καθημερινή ζωή και στις άλλες επιστήμες, όπως στα μαθηματικά και στη φυσική, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να κατανοήσουν τη σημασία της στον περιοδικό πίνακα)
5. η πολύπλοκη φύση των εννοιών που σχετίζονται με τον περιοδικό πίνακα (οι μαθητές δυσκολεύονται να συνδέσουν την ηλεκτρονιακή δομή των ατόμων με την ομάδα, την περίοδο και τον τομέα ενός χημικού στοιχείου)
6. η αφηρημένη φύση των εννοιών που απαιτούνται για την κατανόηση της χρησιμότητας του περιοδικού πίνακα (οι μαθητές δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν το σχηματισμό χημικών ενώσεων από τα χημικά στοιχεία βάση των ιδιοτήτων τους όπως παρουσιάζονται στον περιοδικό πίνακα)
7. ελλείψεις στην εκπαιδευτική διαδικασία (έλλειψη κατάλληλων λογισμικών, προσομοιωμάτων).

Ο Mokiwa (2017) πραγματοποίησε μια μελέτη περίπτωσης που διερευνά τους προβληματισμούς των εκπαιδευτικών σχετικά με τη διδασκαλία του περιοδικού πίνακα σε πέντε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από τη Νότια Αφρική. Για τη

συλλογή δεδομένων από πέντε συμμετέχοντες που επιλέχθηκαν, χρησιμοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση των συνεντεύξεων τους. Το ερευνητικό ερώτημα ήταν: ποιες πρακτικές χρησιμοποιούν οι καθηγητές Φυσικών Επιστημών κατά τη διδασκαλία του περιοδικού πίνακα των στοιχείων; Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να περιγράψουν συγκεκριμένες δυσκολίες διδασκαλίας και μάθησης, όπως η συσχέτιση των ιδιοτήτων των χημικών στοιχείων, όπως το σημείο ζέσης, με τον αριθμό των υποατομικών σωματιδίων του ατόμου. Επιπλέον, αναγνώρισαν τη σημασία της χρήσης μοντέλων ατόμων και μορίων για την προώθηση της διδασκαλίας και συνεπώς της κατανόησης των εννοιών που σχετίζονται με τον περιοδικό πίνακα, όπως η έννοια της ομάδας και της περιόδου, από τους μαθητές. Τα ευρήματα αυτά έχουν επιδράσεις στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, στη μάθηση και στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών.

Οι Bierensiel και Snow (2019) παρέχουν μια συγκριτική ανασκόπηση των πρακτικών διδασκαλίας του περιοδικού πίνακα σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και προπτυχιακούς φοιτητές πανεπιστημίου. Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν:

A) Παραδοσιακές προσεγγίσεις διδασκαλίας

- I. διάλεξη και απομνημόνευση των στοιχείων και των ιδιοτήτων τους (Mokiwa 2017),
- II. χρήση παιχνιδιών για τη διδασκαλία π.χ. σταυρόλεξα ή Bingo (Franco-Mariscal et al., 2016),
- III. τρισδιάστατη μοντελοποίηση όπου οι μαθητές δημιουργούν μόνοι τους τα χημικά στοιχεία και τα τοποθετούν στις σωστές θέσεις τους στον περιοδικό πίνακα (Franco-Mariscal et al., 2016).

B) Διερευνητική μάθηση προσανατολισμένη στην έρευνα όπου οι μαθητές προσπαθούν να κάνουν προβλέψεις και να τις αξιολογήσουν χρησιμοποιώντας τον περιοδικό πίνακα αντί να τον απομνημονεύσουν (Bierensiel & Snow 2019).

Επισημαίνουν επίσης ένα νέο μοντέλο διδασκαλίας, το «Periodic Universe» (περιοδικό σύμπαν), για την κατανόηση του περιοδικού πίνακα μέσω της αξιοποίησης της θεμελιακής αρχής της περιοδικότητάς. Οι μαθητές μαθαίνουν μέσω μιας καθοδηγούμενης διαδικασίας δημιουργίας του περιοδικού πίνακα από απλές προσομοιώσεις και διεπιστημονικές διαδικασίες συνδέοντας το κάθε χημικό στοιχείο και τις ιδιότητές του με την καθημερινή ζωή. Το μοντέλο διδασκαλίας του περιοδικού σύμπαντος κατευθύνει τους μαθητές να κατανοούν, αντί να απομνημονεύουν, τις

σχέσεις μεταξύ των στοιχείων προβλέποντας μοτίβα σε περιβάλλοντα προσομοιώσεων. Αυτό το μοντέλο διδασκαλίας εφαρμόστηκε σε δύο ομάδες φοιτητών. Στη μια ομάδα οι φοιτητές ασχολούνται με τις Φυσικές επιστήμες και στην άλλη όχι. Η συλλογή των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση ερωτηματολογίου πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κατανόηση του περιοδικού πίνακα αυξάνεται μετά από τη διδασκαλία με το μοντέλο αυτό και ότι οι μαθητές έχουν αυξήσει την κατανόηση της περιοδικότητας στη χημεία (Bierenstiel & Snow, 2019).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τον περιοδικό πίνακα, στις ικανότητές των μαθητών να συγκροτούν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα.

3.3 Ανασκόπηση ερευνών που σχετίζονται με την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητές τους να κρίνουν επιχειρήματα

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση που σχετίζεται με τις δυσκολίες και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας.

Η ανάπτυξη ενός επιστημονικά ορθά τεκμηριωμένου επιχειρήματος που να συνδυάζει τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία με τις κατάλληλες επιστημονικές αρχές για την υποστήριξη ή την αντίκρουση ενός ισχυρισμού, αποτελεί πρωταρχικό στόχο της επιστημονικής έρευνας στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Driver et al., 2000). Πρόκειται παράλληλα για μία ικανότητα που πρέπει να έχουν οι σύγχρονοι πολίτες προκειμένου να προβαίνουν στις σωστές επιλογές για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων και να προσαρμόζονται σε νέες άγνωστες καταστάσεις (McNeill & Krajcik, 2012).

Ωστόσο οι έρευνες αποκαλύπτουν ότι η εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας είναι μία πολύ δύσκολη διαδικασία (Driver et al., 2000; McNeill & Krajcik, 2007, 2012; Sadler, 2004; Sandoval, 2003; Zeidler, 1997).

Οι δυσκολίες αυτές μπορούν να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες:

A) Οι μαθητές έχουν δυσκολίες στο να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους.

Σύμφωνα με τους Bravo-Torija και Jiménez-Aleixandre (2018) οι μαθητές στηρίζονται στις δικές τους αντιλήψεις ή προσωπικές εμπειρίες αντί να χρησιμοποιούν τα δεδομένα που έχουν προκύψει από την έρευνά τους είτε από άλλες πηγές.

Για να υποστηρίξουν τις αντιλήψεις τους που εκφράζονται μέσα από τους ισχυρισμούς τους, καταφεύγουν στην επιλογή εκείνων των αποδεικτικών στοιχείων που θεωρούν ότι είναι συμβατά με αυτές (Zeidler, 1997), ενώ απορρίπτουν τα δεδομένα που δεν συμβαδίζουν με τις αντιλήψεις τους ισχυριζόμενοι ότι δεν σχετίζονται με την έρευνα τους. Παράλληλα παρουσιάζουν αδυναμίες στο να αναγνωρίσουν τα δεδομένα που μπορούν να αποτελέσουν αποδεικτικά στοιχεία (Skoumios, 2018; Sadler, 2004; Sandoval, 2003). Δυσκολεύονται ακόμα και να επιλέξουν τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία προκειμένου να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους, (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013; McNeill & Krajcik, 2012; Sandoval, 2003). Συνήθως δεν αναφέρουν καθόλου αποδεικτικά στοιχεία ή όταν το κάνουν, επιλέγουν αυτά που είναι ανεπαρκή για τους ισχυρισμούς τους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013). Οι Bravo-Torija και Jiménez-Aleixandre (2018) προσθέτουν ότι είναι εξίσου σημαντικό οι μαθητές να κατανοήσουν ότι οι προσωπικές τους αντιλήψεις και εμπειρίες δεν είναι πάντα κατάλληλες για να τεκμηριώσουν έναν ισχυρισμό όπως επίσης και να είναι σε θέση να επιλέξουν εκείνα τα δεδομένα που μπορούν να αποτελέσουν αποδεικτικά στοιχεία.

B) Οι μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στο να συγκροτήσουν συλλογισμούς

Σύμφωνα με τους McNeil και Krajcik (2012) οι μαθητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν την κατάλληλη θεωρία ή αρχή που σε συνδυασμό με τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία μπορεί να υποστηρίξει τον εκάστοτε ισχυρισμό τους. Έτσι κατά την συγκρότηση ενός επιχειρήματος παρουσιάζουν αδυναμίες στην διατύπωση ενός συλλογισμού. Σύμφωνα με τους Σκουμιό και Χατζηνικήτα (2013) οι μαθητές συνήθως έχουν την τάση να προτείνουν ανεπαρκείς και ακατάλληλους συλλογισμούς.

Επιπλέον, λόγω της αδυναμίας τους να αναγνωρίζουν εκείνα τα δεδομένα που αποτελούν αποδεικτικά στοιχεία τείνουν να εξάγουν συλλογισμούς με ελλιπή αποδεικτικά στοιχεία ή να εξάγουν συλλογισμούς που δεν προκύπτουν από τα αποδεικτικά στοιχεία που διαθέτουν. Πολλές φορές επικαλούνται αποδεικτικά στοιχεία που δε σχετίζονται με τους ισχυρισμούς τους (Zeidler, 1997).

Η ικανότητα των μαθητών να αναπτύσσουν επαρκείς και κατάλληλους συλλογισμούς περιορίζεται λόγω της έλλειψης εννοιολογικής κατανόησης του περιεχομένου των

Φυσικών Επιστημών (Sadler, 2004). Οι μαθητές πρέπει να κατανοούν το εννοιολογικό περιεχόμενο προκειμένου να συνδέουν επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς τους (McNeill & Krajcik, 2012). Οι μαθητές που έχουν κατανοήσει επαρκώς το εννοιολογικό πλαίσιο μπορούν να αναπτύξουν ισχυρότερα επιχειρήματα και έχουν λιγότερες πιθανότητες να χρησιμοποιήσουν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (McNeill & Krajcik, 2007).

Γ) Οι μαθητές συναντούν δυσκολίες στο να προβάλλουν αντικρούσεις (rebuttals).

Οι Heng et al. (2015) αναφέρουν μια επιπλέον δυσκολία των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας, αυτή της συγκρότησης μιας αντίκρουσης. Δηλαδή παρουσιάζουν δυσκολίες στο να αιτιολογήσουν γιατί ένα άλλο επιχείρημα κρίνεται ακατάλληλο. Σύμφωνα με τον Zeidler (1997) οι μαθητές έχουν την τάση να θεωρούν ένα επιχείρημα ισχυρό όταν αυτό συμβαδίζει με τις προσωπικές τους αντιλήψεις και να απορρίπτουν ένα επιχείρημα όταν αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις πεποιθήσεις τους. Η αδυναμία τους να αιτιολογήσουν επιχειρήματα πηγάζει από την έλλειψη εξάσκησης, καθώς οι χρησιμοποιούμενες διδακτικές πρακτικές των Φυσικών Επιστημών δεν περιλαμβάνουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Η εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα αυτή (Σκουμιός, 2017).

Υπάρχουν αρκετοί ερευνητές που επισημαίνουν τη σημασία της εμπλοκής των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (Driver et al., 2000; McNeill et al., 2006; Sandoval, 2003). Παρόλα αυτά οι Driver et al. (2000) υποστηρίζουν ότι οι διδακτικές πρακτικές που συνήθως χρησιμοποιούνται στην τάξη παρέχουν λίγες ευκαιρίες στους μαθητές για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης πρακτικής. Όπως προκύπτει από σχετικές έρευνες, η πρακτική της ανάπτυξης επιχειρημάτων από τους μαθητές μπορεί να ενισχυθεί. Υπάρχουν ερευνητές που υποστηρίζουν ότι πρέπει να παρέχονται περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές για να αναπτύξουν την πρακτική της παραγωγής ποιοτικών επιχειρημάτων (Driver et al., 2000; McNeill et al., 2006; Sandoval, 2003).

Δ) Οι μαθητές συναντούν δυσκολίες στο να αξιολογούν επιχειρήματα.

Μια άλλη πτυχή της συγκρότησης ενός επιχειρήματος που αποδεικνύεται δύσκολη για τους μαθητές είναι η αξιολόγηση ενός επιχειρήματος που έχει διατυπώσει κάποιος άλλος (Skoumios, 2018). Οι έρευνες που σχετίζονται με τις ικανότητες των μαθητών

να αξιολογούν επιχειρήματα είναι ιδιαίτερα περιορισμένη (Knight et al. 2014). Οι Knight et al. (2014) μελέτησαν τις ικανότητες των μαθητών να εντοπίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, να προσδιορίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που πρέπει να συμπεριληφθούν σε ένα επιχείρημα, να κρίνουν αν τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ισχυρά ή όχι και να συγκρίνουν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία τους. Προέκυψε ότι οι ικανότητες των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα και να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία τους είναι λιγότερο ανεπτυγμένες σε σύγκριση με τις ικανότητές τους να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα.

Οι μαθητές συχνά επικεντρώνονται σε μία απάντηση και δυσκολεύονται να δουν ότι υπάρχουν ενδεχομένως πολλοί διαφορετικοί τρόποι για να εξηγήσουν ένα φαινόμενο (Zeidler, 1997). Ανεξάρτητα από την πολυπλοκότητα ή την απλότητα του επιστημονικού θέματος, οι μαθητές δυσκολεύονται να εξετάσουν πολλαπλές εξηγήσεις κατά τη διερεύνηση ενός συγκεκριμένου φαινομένου. Ο Σκουμιός (2018) επισημαίνει πως η αδυναμία των μαθητών στην αιτιολόγηση των επιχειρημάτων μπορεί να αποδοθεί στην ελλιπή εμπειρία τους.

Οι Ταράλλη και Σκουμιός (2017) υποστηρίζουν ότι οι δυσκολίες των μαθητών στην αξιολόγηση επιχειρημάτων οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών δεν εμπλέκουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας.

Οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίζουν και να αξιολογούν πολλαπλές πιθανές εξηγήσεις και να αποκλείουν άλλες επιλογές, μια πρακτική που είναι κεντρική για τη λήψη αποφάσεων σε πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής (McNeill & Krajcik, 2012).

3.4. Ανασκόπηση ερευνών που εστιάζουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών

Οι McNeil και Krajcik (2012) υποστηρίζουν ότι η βελτίωση της πρακτικής της παραγωγής ποιοτικών επιχειρημάτων μπορεί να γίνει σταδιακά με την εμπλοκή τους σε εστιασμένες δραστηριότητες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας και την παροχή κατάλληλου υποστηρικτικού υλικού. Σύμφωνα με τον Σκουμιό (2016) είναι απαραίτητη η δημιουργία ενός πλαισίου που θα υποστηρίζει τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους μαθητές στην εφαρμογή της πρακτικής της επιχειρηματολογίας.

Επιπλέον, οι McNeil και Krajcik (2006) υποστηρίζουν ότι η βελτίωση της ικανότητας παραγωγής ποιοτικών επιχειρημάτων μπορεί να γίνει σταδιακά με τη ρητή διδασκαλία της δομής ενός επιχειρήματος και την παροχή κατάλληλης υποστήριξης γενικής ή ειδικής (Generic Scaffold, Context Specific Scaffold) προς τους μαθητές.

Πέραν λοιπόν των ερευνών που αφορούν στη διερεύνηση της ποιότητας των επιχειρημάτων, έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που εστιάζουν στη μελέτη της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

Η έρευνα του Yerrick (2000) προσανατολίστηκε στη μελέτη της επίδρασης μίας διδακτικής παρέμβασης που βασιζόταν στην πρακτικής της παραγωγής επιχειρημάτων, στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν μαθητές Λυκείου με χαμηλές επιδόσεις. Κύριος σκοπός του ήταν να διαπιστώσει αν αυτοί οι μαθητές θα μπορούσαν να συγκροτούν τεκμηριωμένα επιχειρήματα. Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν βιντεοσκοπημένες διδασκαλίες και συνεντεύξεις πριν και μετά τη διεξαγωγή των διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες διήρκησαν 20 εβδομάδες. Από τους 9 μαθητές που συμμετείχαν μόνο οι 5 ολοκλήρωσαν τη διαδικασία. Η ανάλυση των επιχειρημάτων των μαθητών έγινε με το μοντέλο του Toulmin (2003). Παρατηρήθηκε ότι πριν την παρέμβαση οι μαθητές ανέπτυξαν επιχειρήματα με ακατάλληλους ισχυρισμούς και μη έγκυρα αποδεικτικά στοιχεία. Μετά το τέλος των διδακτικών παρεμβάσεων η ποιότητα των επιχειρημάτων βελτιώθηκε καθώς οι μαθητές συγκροτούσαν καλύτερους συλλογισμούς.

Στόχος της έρευνας του Sandoval (2003) ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των επιστημολογικών ιδεών των μαθητών στην εννοιολογική κατανόηση μέσα από τα γραπτά επιχειρήματά τους. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 22 ομάδες μαθητών 3 ατόμων ενός Γυμνασίου οι οποίοι παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα σπουδών διάρκειας 4 εβδομάδων στη Βιολογία με κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό. Το μοντέλο επιχειρημάτων που χρησιμοποιήθηκε ήταν του Toulmin (2003). Η έρευνα αυτή εστιάστηκε περισσότερο στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία για να υποστηρίξουν ή να αντικρούσουν έναν ισχυρισμό καθώς στη συνάφεια αυτών των αποδεικτικών στοιχείων με τους ισχυρισμούς τους. Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ηχογραφημένο υλικό κατά τη διάρκεια του προγράμματος καθώς και δεδομένα από τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών. Τα

αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές αναζητούσαν αιτιώδεις σχέσεις των δεδομένων στην ανάπτυξη επιχειρημάτων ενώ παράλληλα δεν χρησιμοποιούσαν σαφή αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους. Επιπλέον σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιούσαν δικές τους επιστημολογικές ιδέες για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους.

Η έρευνα των McNeill et al. (2005) αποσκοπούσε στη μελέτη της αποτελεσματικότητας 4 διδακτικών στρατηγικών στην ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 13 διδάσκοντες και 1197 μαθητές Γυμνασίου οι οποίοι συμμετείχαν σε προγράμματα Χημείας, εστιασμένα στην πρακτική της επιχειρηματολογίας.

- 1η στρατηγική (defining scientific explanations): οι εκπαιδευτικοί έδωσαν τον ορισμό της πρακτικής της επιχειρηματολογίας εξηγώντας τι σημαίνει επιστημονικό επιχείρημα και ποια είναι τα συστατικά του.
- 2η στρατηγική (rationale of scientific explanation): οι εκπαιδευτικοί εξήγησαν στους μαθητές τι σημαίνει αιτιολόγηση ενός επιχειρήματος τονίζοντας την ανάγκη αξιοποίησης των αποδεικτικών στοιχείων για την συγκρότηση ενός σωστού συλλογισμού.
- 3η στρατηγική (modeling scientific explanation): οι εκπαιδευτικοί έδωσαν ένα μοντέλο στους μαθητές για τον τρόπο με τον οποίο ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός συνδέονται μεταξύ τους εξηγώντας παράλληλα πώς να αναπτύσσουν επιστημονικά τεκμηριωμένα επιχειρήματα.
- 4η στρατηγική (connecting scientific explanation to everyday explanation): οι εκπαιδευτικοί εξήγησαν τις διαφορές και τις ομοιότητες μεταξύ των επιχειρημάτων που αναπτύσσονται στο επιστημονικό και στο καθημερινό πλαίσιο αντίστοιχα.

Το πλαίσιο που ακολουθήθηκε για την δομή των επιχειρημάτων αποτελούνταν από 3 συστατικά στοιχεία (ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό) ενώ η αξιολόγησή τους βασίστηκε σε μία κλίμακα κριτηρίων σχετική με την επάρκεια των συστατικών και τη συμβατότητά τους με την επιστημονική γνώση. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτέλεσε το βιντεοσκοπημένο υλικό των διδακτικών παρεμβάσεων καθώς και τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών στα pre-tests και post-tests. Τα

αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η τρίτη παρέμβαση είναι η πιο αποτελεσματική.

Η έρευνα των McNeill και Krajcik (2006) προσανατολίζεται στην πρακτική της ανάπτυξης επιχειρημάτων από τους μαθητές παρέχοντας τους την κατάλληλη υποστήριξη (υποστηρικτικό υλικό). Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 328 μαθητές Γυμνασίου που ολοκλήρωσαν ένα πρόγραμμα σπουδών Χημείας διάρκειας 8 εβδομάδων όπου οι μισοί μαθητές δούλευαν με βάση ένα πρόγραμμα και οι άλλοι με βάση ένα άλλο. Ο σκοπός της παρέμβασης ήταν να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα δύο παρεμβάσεων ανάπτυξης επιχειρημάτων, μια βασισμένη σε συγκεκριμένο πλαίσιο (Context Specific Scaffold) και μια άλλη σε πιο γενικό πλαίσιο (Generic Scaffold). Το εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτέλεσαν τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών στα pre-tests και post-tests αντίστοιχα. Τα ευρήματα έδειξαν σημαντική βελτίωση τόσο στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών όσο και στην κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου. Επιπλέον η παρέμβαση που βασιζόταν σε συγκεκριμένο πλαίσιο κρίθηκε αποτελεσματικότερη τόσο στη ανάπτυξη των γραπτών επιχειρημάτων όσο και στην κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου.

Η έρευνα του McNeill (2011) αποσκοπούσε στη διερεύνηση των αντιλήψεων 23 μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης γύρω από τις ερευνητικές πρακτικές και συγκεκριμένα γύρω από την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Οι μαθητές αυτοί δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους οι μαθητές είχαν συνεχή υποστήριξη στην ανάπτυξη των επιχειρημάτων τους μέσω ποικίλων διδακτικών στρατηγικών. Τα εργαλεία συλλογής των δεδομένων αποτέλεσαν το υλικό από τις βιντεοσκοπημένες διδακτικές παρεμβάσεις, τα pre-tests post-tests, οι συνεντεύξεις καθώς και τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών. Η συγκρότηση των επιχειρημάτων βασίστηκε στο μοντέλο των McNeill et al (2006) ενώ η αξιολόγηση τους έγινε ως προς την επάρκεια και την καταλληλότητα των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι σημειώθηκε σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της πρακτικής της επιχειρηματολογίας οι μαθητές ανέπτυσαν ισχυρότερα επιχειρήματα.

Η έρευνα των Grooms et al. (2014) πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη διερεύνηση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων που συγκροτούν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια ενός εξαμήνου στο πλαίσιο κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν δύο ομάδες φοιτητών, μια ομάδα ελέγχου (N=79) και μια πειραματική ομάδα (N=73). Οι φοιτητές της ομάδας ελέγχου παρακολούθησαν παραδοσιακή διδασκαλία ενώ οι φοιτητές της πειραματικής ομάδας παρακολούθησαν διδασκαλία η οποία περιείχε και την πρακτική της επιχειρηματολογίας στο πλαίσιο των εργαστηριακών μαθημάτων Γενικής Χημείας. Στην πειραματική ομάδα ακολουθήθηκε το διδακτικό μοντέλο argument-driven inquiry (ADI) σύμφωνα με το οποίο οι φοιτητές καλούνταν να απαντήσουν στο ερευνητικό ερώτημα που τους τέθηκε αξιοποιώντας την πρακτική της επιχειρηματολογίας στην οποία και ασκήθηκαν. Τα εργαλεία συλλογής των δεδομένων αποτέλεσαν τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών. Η αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων έγινε ως προς την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων, την καταλληλότητα της αιτιολόγησης και την ύπαρξη της αντίκρουσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν μία σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των φοιτητών της πειραματικής ομάδας να συγκροτούν ισχυρά επιχειρήματα σε σύγκριση με τους φοιτητές της ομάδας ελέγχου.

Η έρευνα του Σκουμιού (2016) αποσκοπούσε στη διερεύνηση της συμβολής μίας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων, στην εννοιολογική περιοχή της εξάτμισης και συμπύκνωσης των υγρών, στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων που μελετούσαν. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 64 μαθητές της Ε τάξης από 3 Δημοτικά σχολεία της Ρόδου. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο κατάλληλα σχεδιασμένο το οποίο συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά τη διεξαγωγή των διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες περιλάμβαναν την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Η ανάπτυξη των επιχειρημάτων βασίστηκε στο μοντέλο των McNeil et al. (2006). Η αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων βασίστηκε στο πλαίσιο αξιολόγησης των Knight et al. (2014) σύμφωνα με το οποίο εξετάστηκε η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και η αξιοποίησή τους στην αιτιολόγηση των ισχυρισμών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις ήταν ικανοί να εντοπίζουν και να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επίχειρημα καθώς και να αξιολογούν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία.

Η έρευνα του Σκουμιού (2017) αποσκοπούσε στη διερεύνηση της συμβολής μίας διδακτικής παρέμβασης στην εξέλιξη της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα στην εννοιολογική περιοχή θερμοκρασία – θερμότητα. Το δείγμα της έρευνας ήταν 58 μαθητές της ΣΤ τάξης από τρία Δημοτικά σχολεία της Ρόδου. Το εργαλείο αξιολόγησης ήταν ένα ερωτηματολόγιο κατάλληλα σχεδιασμένο το οποίο οι μαθητές συμπλήρωσαν πριν και μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών ακολουθιών. Κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων οι μαθητές ασκήθηκαν στην ανάπτυξη επιχειρημάτων με βάση το μοντέλο McNeil et al. (2006) ενώ η αξιολόγηση των αιτιολογήσεων των μαθητών βασίστηκε στο πλαίσιο αξιολόγησης των Knight et al. (2014). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μία σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες των μαθητών να διακρίνουν τον ισχυρισμό από την αιτιολόγηση, καθώς και στο να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα ως προς το είδος της αιτιολόγησης. Ο ερευνητής υποστηρίζει ότι με κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις οι μαθητές μπορούν να βελτιώσουν την ικανότητα τους να αξιολογούν τις αιτιολογήσεις των επιχειρημάτων.

Η έρευνα των Ανθούλας και Σκουμιού (2017) αποσκοπούσε στη διερεύνηση της επίδρασης μίας διδακτικής παρέμβασης στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή της εξάτμισης – υγροποίησης. Το δείγμα της έρευνας ήταν 19 μαθητές της Β τάξης Γυμνασίου. Στη διδακτική παρέμβαση υιοθετήθηκε η εποικοδομητική προσέγγιση με την αξιοποίηση επιστημονικών πρακτικών βάσει του μοντέλου 5E των Bybee et al. (2006) το οποίο περιλαμβάνει τις φάσεις της ενεργοποίησης, της διερεύνησης, της ερμηνείας, της εφαρμογής και της αξιολόγησης. Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων οι μαθητές ανέπτυξαν επιχειρήματα με βάση το μοντέλο των McNeil et al. (2006), αξιολόγησαν τα επιχειρήματά τους με τη βοήθεια ενός πλαισίου αξιολόγησης (αυτοαξιολόγηση) και ανέπτυξαν τις βελτιωμένες εκδοχές τους. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτέλεσε ένα κατάλληλα σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο στο οποίο οι μαθητές καλούνταν να αναπτύξουν τα επιχειρήματά τους και το οποίο συμπλήρωσαν πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Για την αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων χρησιμοποιήθηκε το σχετικό με τη δομή πλαίσιο αξιολόγησης των Σκουμιού και Χατζηνικήτα (2014) σύμφωνα με το οποίο εξετάστηκε η ύπαρξη και η επάρκεια των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός). Τα αποτελέσματα της έρευνας

έδειξαν μια σημαντική βελτίωση στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης ως προς την ύπαρξη και την επάρκεια και των τριών αυτών συστατικών στοιχείων.

Η έρευνα των Ταράλλη και Σκουμιού (2017) αποσκοπούσε στην διερεύνηση των δεξιοτήτων των μαθητών της Στ΄ τάξης του Δημοτικού να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες. Το δείγμα αποτέλεσαν 276 μαθητές δεκατεσσάρων δημοτικών σχολείων της Ρόδου. Το εργαλείο συλλογής των δεδομένων ήταν ένα ερωτηματολόγιο προσανατολισμένο στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα, στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων και στη διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν ήταν σε θέση να εντοπίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος. Επίσης, οι περισσότεροι μαθητές δεν κατάφεραν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που ενός επιχειρήματος και ακόμα δεν μπόρεσαν να επιλέξουν σωστά, ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα, ποιο είναι ισχυρότερο. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι αυτές οι χαμηλές επιδόσεις των μαθητών οφείλονται κυρίως στο γεγονός ότι τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών δεν εμπλέκουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας.

Η έρευνα των Μαστρογιωργάκη και Σκουμιού (2018) αποσκοπούσε στη μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης στην εννοιολογική περιοχή του 2ου Νόμου του Νεύτωνα στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών της Α΄ Λυκείου. Στην έρευνα συμμετείχαν 39 μαθητές. Το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε στηρίχθηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με τη χρήση πρακτικών που αξιοποιούσαν το εκπαιδευτικό λογισμικό Interactive Physics. Το εργαλείο συλλογής δεδομένων ήταν κατάλληλο γραπτό ερωτηματολόγιο. Για την αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο των Σκουμιού και Χατζηνικήτα (2014). Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών βελτιώθηκε σημαντικά μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις και η βελτίωση αυτή αποδίδεται στις δραστηριότητες της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης.

Από τις παραπάνω έρευνες γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ο συνδυασμός της γνώσης του εννοιολογικού περιεχομένου πάνω σε ένα διδακτικό αντικείμενο, της γνώσης της πρακτικής της επιχειρηματολογίας καθώς και η χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση είναι καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων τους.

3.4 Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε πως έχουν διερευνηθεί επαρκώς οι δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση του Περιοδικού Πίνακα (Franco-Mariscal et al., 2016; Mokiwa, 2017; Bierensiel & Snow 2019).

Τα τελευταία είκοσι χρόνια παρατηρείται μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με την πρακτική της επιχειρηματολογίας καθώς έχει καταδειχθεί ότι είναι αναγκαία η υποστήριξη των μαθητών στη συγκρότηση επιχειρημάτων. Έχουν αναδειχθεί οι δυσκολίες των μαθητών να συγκροτούν γραπτά επιχειρήματα (Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2013, McNeil & Krajcik, 2012). Όμως, είναι περιορισμένη η έρευνα που αφορά στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα (Ταράλλη & Σκουμιάς, 2017). Επιπλέον, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά το είδος της υποστήριξης, γενική (Generic Scaffold), ή ειδική (Context Specific Scaffold) που πρέπει να παρέχεται στους μαθητές για να παράγουν επιχειρήματα (McNeill & Krajcik, 2006). Τέλος, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν τόσο στην παραγωγή όσο και στην αξιολόγηση επιχειρημάτων από μαθητές Λυκείου στην εννοιολογική περιοχή του Περιοδικού Πίνακα.

Αναδύεται, λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης έρευνας που να μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης, στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα γύρω από τον Περιοδικό Πίνακα. Επιπλέον, στην ίδια κατεύθυνση, κρίνεται απαραίτητη και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μιας διδακτικής παρέμβασης στην οποία χρησιμοποιείται γενική υποστήριξη (Generic Scaffold) με μια άλλη μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό στην οποία χρησιμοποιείται ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold) για τη συγκρότηση και αξιολόγηση επιχειρημάτων.

Η παρούσα εργασία επιδιώκει να καλύψει αυτό το ερευνητικό κενό. Η πρωτοτυπία λοιπόν της παρούσας εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά

των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών του Λυκείου καθώς και στην ικανότητά τους να κρίνουν επιχειρήματα στην εννοιολογική περιοχή του Περιοδικού Πίνακα, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

3.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν οι έρευνες που διερεύνησαν τις αντιλήψεις των μαθητών για τον Περιοδικό Πίνακα καθώς και οι έρευνες που περιέχουν διδακτικές παρεμβάσεις για τη διδασκαλία του Περιοδικού Πίνακα. Επίσης, παρουσιάστηκαν οι δυσκολίες των μαθητών να συγκροτούν και να αξιολογούν επιχειρήματα καθώς και οι έρευνες που σχετίζονται με τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας. Στο τέλος, τεκμηριώθηκε η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η παρουσίαση της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας. Στην αρχή περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία (βλ. ενότητα 4.2). Στην επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά στο δείγμα της έρευνας (βλ. ενότητα 4.3). Ακολουθεί το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε στην ομάδα 1 και στην ομάδα 2 (βλ. ενότητα 4.4). Τέλος παρουσιάζεται η μέθοδος συλλογής δεδομένων (βλ. ενότητα 4.5).

4.2 Ερευνητική διαδικασία

Το είδος της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η μεικτή έρευνα. Πρόκειται για έναν συνδυασμό ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας. Η ποσοτική διάσταση της έρευνας προσεγγίστηκε με οιονεί πειραματική έρευνα διομαδικού σχεδιασμού (quasi-experimental design) με προ-πειραματικό (pre-test) και μετά-πειραματικό έλεγχο (post-test) (Creswell, 2011). Το βασικό χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου πειραματικού σχεδιασμού είναι ότι ο σχηματισμός των ομάδων δεν είναι το προϊόν τυχαίας δειγματοληψίας. Οι ομάδες που συμμετέχουν είναι αυτούσιες, όπως για παράδειγμα τμήματα μίας τάξης σε ένα σχολείο. Στην προκειμένη περίπτωση οι ομάδες αποτελούν τμήματα της Α΄ τάξης του Γενικού Λυκείου. Η εφαρμογή της τυχαίας δειγματοληψίας θα ήταν αδύνατη καθώς μία τέτοια επιλογή θα δημιουργούσε προβλήματα στην εύρυθμη λειτουργία του σχολείου (Creswell, 2011). Ωστόσο, επειδή το δείγμα των μαθητών ήταν μικρό, χρησιμοποιήθηκε και η ποιοτική έρευνα. Συγκεκριμένα, μελετήθηκαν τα επιχειρήματα 6 μαθητών κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της ποιότητάς τους των επιχειρημάτων αυτών. Ειδικότερα, μελετήθηκε η εξέλιξη στα επιχειρήματα των μαθητών σε δύο τμήματα της Α΄ Λυκείου. Το ένα τμήμα (ομάδα 1) δέχτηκε διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με γενική υποστήριξη (Generic Scaffold) στα επιχειρήματα για τους μαθητές, ενώ το άλλο τμήμα (ομάδα 2) δέχτηκε την ίδια διδακτική παρέμβαση αλλά με ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold) στα επιχειρήματα για τους μαθητές.

Και στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε ο ίδιος προ-πειραματικός και μετα-πειραματικός έλεγχος.

Η έρευνα διεξήχθη σε τέσσερις φάσεις:

Στην **1^η φάση** δημιουργήθηκε το ερωτηματολόγιο που αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο του μέρος εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα στην εννοιολογική περιοχή του περιοδικού πίνακα. Στο δεύτερο μέρος εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα στην ίδια εννοιολογική περιοχή. Αναπτύχθηκαν επίσης τα φύλλα εργασίας των δύο διδακτικών παρεμβάσεων, που εφαρμόστηκαν στις δύο ομάδες.

Στη **2^η φάση** (πilotική έρευνα) το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 4 μαθητές προκειμένου να εντοπιστούν τα σημεία που ήταν δυσνόητα για αυτούς. Ακολούθησε μία σύντομη συζήτηση από την οποία προέκυψαν σχόλια και παρατηρήσεις για να αξιοποιηθούν στη βελτίωση του ερωτηματολογίου. Το ίδιο έγινε και με τα φύλλα εργασίας. Επιπλέον για τον έλεγχο της εσωτερικής εγκυρότητας το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε έναν ερευνητή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών προκειμένου να διορθωθούν τυχόν ασάφειες ή ελλείψεις. Έτσι διαμορφώθηκε το ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1) και τα φύλλα εργασίας των δύο ομάδων (βλ. Παράρτημα 2 και 3) λαμβάνοντας υπόψιν τις παρατηρήσεις που επισημάνθηκαν κατά τη διάρκεια της pilotικής έρευνας ώστε αυτό να ανταποκρίνεται στους στόχους της έρευνας.

Στη **3^η φάση** (κύρια έρευνα) πραγματοποιήθηκε η εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων. Στους μαθητές των δύο ομάδων δόθηκε το ερωτηματολόγιο (pre-test) και έπειτα τα φύλλα εργασίας για τις διδασκαλίες. Στο τέλος των διδασκαλιών συμπληρώθηκε εν νέου το ερωτηματολόγιο από τους μαθητές και των δύο ομάδων (post-test).

Για την ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας απαιτήθηκαν 10 διδακτικές ώρες για κάθε ομάδα που αντιστοιχούν σε 5 εβδομάδες.

Στη **4^η φάση** πραγματοποιήθηκε η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων της έρευνας. Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, καθώς επίσης και τα επιχειρήματα που παρήγαγαν 6 μαθητές (3 από κάθε ομάδα) σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών.

4.3 Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 41 μαθητές της Α΄ τάξης (20 αγόρια και 21 κορίτσια) του Γενικού Λυκείου Αρναίας του νομού Χαλκιδικής. Επιλέχθηκαν οι μαθητές των 2 από τα 3 τμήματα της Α΄ Λυκείου που δημιουργήθηκαν τη σχολική χρονιά 2021 – 2022 κατά τη διάρκεια της οποίας διεξήχθη η έρευνα. Την ομάδα 1 αποτέλεσαν οι 19 μαθητές (6 αγόρια και 13 κορίτσια) του τμήματος Α1 ενώ την ομάδα 2 οι 22 μαθητές (14 αγόρια και 8 κορίτσια) του τμήματος Α3 (βλ. Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1: Κατανομή μαθητών στις δύο ομάδες

Τμήμα		Αριθμός μαθητών
Ομάδα 1	A1	19
Ομάδα 2	A3	22
Σύνολο μαθητών		41

Η επιλογή των τμημάτων έγινε με κριτήριο τα τμήματα στα οποία διδάσκει ο ερευνητής. Οι μαθητές αυτοί στο Γυμνάσιο έχουν εισαχθεί στην έννοια της περιοδικότητας και του περιοδικού πίνακα. Επιπλέον η αναλυτική διδασκαλία της περιοδικότητας και του περιοδικού πίνακα προβλέπεται από το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα της Χημείας για την Α΄ Λυκείου.

Ο μέσος όρος ηλικίας των μαθητών του δείγματος είναι τα 15 έτη και η σχολική επίδοσή τους στο μάθημα της Χημείας χαρακτηρίζεται από μέτρια έως πολύ καλή. Στην ομάδα 1, οι 17 μαθητές από τους 19 έχουν την ελληνική υπηκοότητα και οι 2 είναι αλβανικής καταγωγής, ενώ στην ομάδα 2 οι 21 μαθητές τους 22 έχουν την ελληνική υπηκοότητα και ο 1 είναι αλβανικής καταγωγής. Λαμβάνοντας υπόψιν την οικονομική κατάσταση των γονέων, οι μαθητές κατατάσσονται σε μεσαίο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

4.4 Οι διδακτικές παρεμβάσεις: το εκπαιδευτικό υλικό και η διδακτική διαδικασία

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε με σκοπό να πλαισιώσει τη διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε στην ομάδα 1 (υποενότητα 4.4.1) καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό εφαρμόστηκε στην ομάδα 2 (υποενότητα 4.4.2).

Το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε και για τις δύο ομάδες βασίστηκε στην διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών (NRC, 2012). Για τη συγκρότησή του ακολουθήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee et al, 2006) το οποίο περιλαμβάνει πέντε φάσεις, την ενεργοποίηση, την εξερεύνηση, την εξήγηση, την εφαρμογή και την αξιολόγηση (βλ. Πίνακας 4.2).

Στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκαν διδακτικές παρεμβάσεις που αφορούν στους «Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα» με χρήση των αντίστοιχων φύλλων εργασίας. Κάθε παρέμβαση περιλάμβανε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος αφορούσε στο αν «η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι καταναμημένα τα ηλεκτρόνια του» (Φύλλο Εργασίας 1) και το δεύτερο μέρος αφορούσε στο αν «η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας» (Φύλλο Εργασίας 2). Τα φύλλα εργασίας αξιοποίησαν τις νέες τεχνολογίες και συγκεκριμένα το λογισμικό «Phet Colorado». Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι φάσεις διδασκαλίας και οι πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν στα φύλλα εργασίας.

Πίνακας 4.2: Το μαθησιακό μοντέλο 5E και οι επιστημονικές πρακτικές που εμπλέκονται

Φάσεις διδασκαλίας	Επιστημονικές πρακτικές
Ενεργοποίηση	Υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
Εξερεύνηση	Υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων. Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.

Επεξήγηση	Συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων. Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία.
Εφαρμογή	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία.
Αξιολόγηση	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία.

Στην ομάδα 1η διδασκαλία βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» (Generic Scaffold) για τα επιστημονικά επιχειρήματα. Η «γενική υποστήριξη» στοχεύει στο να κατανοήσουν οι μαθητές το γενικό πλαίσιο ενός επιστημονικού επιχειρήματος ανεξάρτητα από το περιεχόμενο και το γνωστικό πλαίσιο της εκάστοτε εργασίας. Οι οδηγίες που δόθηκαν στους μαθητές περιλάμβαναν την δομή ενός επιστημονικού επιχειρήματος, τα 4 συστατικά μέρη του (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, αντίκρουση) καθώς και τι πρέπει να περιλαμβάνει το κάθε συστατικό μέρος.

Στην ομάδα 2 η διδασκαλία βασίστηκε στην ίδια διδακτική προσέγγιση (μάθηση μέσω πρακτικών) με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» (Context Specific Scaffold) για τα επιστημονικά επιχειρήματα. Στην ομάδα αυτή οι οδηγίες που δόθηκαν στους μαθητές περιλάμβαναν ακριβώς το περιεχόμενο και το γνωστικό πλαίσιο γνώσεις που πρέπει να χρησιμοποιήσουν και να ενσωματώσουν στα επιχειρήματα τους. Δεν δόθηκαν γενικές οδηγίες για το τι πρέπει να περιλαμβάνει ξεχωριστά το κάθε συστατικό μέρος ενός επιχειρήματος. Αν και η «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» δεν χρησιμοποιεί ονομαστικά τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός, αντίκρουση), παρέχει στους μαθητές ακριβείς οδηγίες για κάθε συστατικό του.

4.4.1 Μάθηση μέσω πρακτικών με γενική υποστήριξη στα επιχειρήματα: η διδακτική παρέμβαση για την ομάδα 1

Κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων η ομάδα 1 εργάστηκε στους υπολογιστές του εργαστηρίου πληροφορικής του σχολείου. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων ώστε να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας (βλ. Παράρτημα 2 και 3) που απαιτούν τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Για την εφαρμογή των δύο Φύλλων Εργασίας στην ομάδα 1 απαιτήθηκαν συνολικά 8 διδακτικές ώρες, 4 ώρες για το πρώτο και 4 ώρες για το δεύτερο φύλλο εργασίας. Πριν και μετά την εφαρμογή των φύλλων εργασίας, δόθηκε στους μαθητές προς συμπλήρωση το ίδιο ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1).

Φύλλο Εργασίας 1: «Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα»

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 3 μέρη. Δόθηκαν στους μαθητές 3 εικόνες, ενός εκκρεμούς (δραστηριότητα 1α), μιας βιβλιοθήκης (δραστηριότητα 1β) και του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων (δραστηριότητα 1γ). Αναφορικά με την εικόνα του εκκρεμούς, ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν το φαινόμενο αναφέροντας πως αντιλαμβάνονται τον όρο «περιοδικότητα». Όσον αφορά την εικόνα της βιβλιοθήκης, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το πως πιστεύουν ότι είναι ταξινομημένα τα βιβλία στη βιβλιοθήκη του σχολείου τους και τέλος αναφορικά με την τρίτη εικόνα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το πως πιστεύουν ότι είναι ταξινομημένα τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Σκοπός αυτών των δραστηριοτήτων αυτών είναι η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την περιοδικότητα και την κατάταξη των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Πρόκειται για ατομική δραστηριότητα (βλ. Δρ. 1 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Δραστηριότητα 2

Οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων, σύγκριναν τις απαντήσεις που έδωσαν στην δραστηριότητα 1γ ώστε να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές.

Σκοπός της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις μεταξύ τους διαφορές. Έπειτα, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές διατύπωσαν τα ερευνητικά ερωτήματα. Η δραστηριότητα αυτή αφορά στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων (βλ. Δρ. 2 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 3

Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με την έρευνα που πρόκειται να διεξάγουν αιτιολογώντας την άποψη τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της σχεδίασης και διεξαγωγής διερευνήσεων και στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων ώστε να μελετήσουν αν η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανομημένα τα ηλεκτρόνια του. (βλ. Δρ. 3 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2). Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται το μέρος του ΦΕ1 που αφορά στη σχεδίαση της συγκεκριμένης έρευνας.

Δραστηριότητα 3

Ο Κωνσταντίνος θέλει να μάθει με ποιο κριτήριο τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Στην Γ΄ Γυμνασίου έχει μάθει ότι ο περιοδικός πίνακας αποτελείται από 7 οριζόντιες σειρές που ονομάζονται περίοδοι και από 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται ομάδες. Πιστεύει ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του. Αντίθετα ο συμμαθητής του ο Παύλος θεωρεί ότι ο αριθμός των στιβάδων δεν παίζει ρόλο στον καθορισμό της περιόδου.

Επειδή διαφωνούν σκέφτηκαν να πραγματοποιήσουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....
.....

Σχήμα 4.1: Η σχεδίαση της έρευνας.

Δραστηριότητα 4

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado». Με τη βοήθεια της εφαρμογής «Κατασκεύασε ένα άτομο» κατασκεύασαν ένα άτομο χρησιμοποιώντας πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Αφού δημιούργησαν τα άτομα παρατήρησαν τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα και συμπλήρωσαν τον σχετικό πίνακα που τους δόθηκε. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων (βλ. Δρ. 4 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2). Στο Σχήμα 4.2 παρατίθεται απόσπασμα που περιλαμβάνει την εν λόγω δραστηριότητα από το Φύλλο Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 4

Σε αυτή την δραστηριότητα θα εργαστείς ομαδικά στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado».

Ανοίξτε την εφαρμογή phet.colorado.edu . Πρόκειται για μία προσομοίωση που βρίσκεται στην κατηγορία «Χημεία» και ονομάζεται « Κατασκεύασε ένα άτομο». Σε αυτή την προσομοίωση θα ασχοληθείτε με την «κατασκευή» ατόμων, αφού συζητήσετε τις έννοιες ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, με τα οποία έχετε ασχοληθεί σε προηγούμενη τάξη.

Δημιουργήστε τα παρακάτω άτομα έτσι ώστε να μην εμφανίζουν φορτίο και να είναι σταθερά. Όταν δονούνται τα άτομα θα πρέπει να προστίθενται νετρόνια στον πυρήνα.

Προσοχή: Φροντίστε να επιλέξετε και τα 3 κουτάκια στην **Εμφάνιση (Στοιχείο, Ατομο/Ιόν, Σταθερό/Ασταθές)**

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός νετρονίων	Σύμβολο χημικού στοιχείου	Αριθμός στιβάδων	Σειρά του Π.Π στην οποία βρίσκεται (Περίοδος)
1					
3					

Σχήμα 4.2: Δραστηριότητα με το λογισμικό Phet Colorado

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 5

Οι μαθητές προχώρησαν σε διαπιστώσεις απαντώντας στην ερώτηση «Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;» Η απάντηση των μαθητών αποτέλεσε την πρώτη προσπάθειά τους να ασχοληθούν με την πρακτική της συγκρότησης εξηγήσεων και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία .

Στη συνέχεια τους δόθηκε ο ορισμός του επιχειρήματος στις Φυσικές Επιστήμες και αναλύθηκαν τα συστατικά μέρη του όπως φαίνεται σχήμα 4.3.

Προκειμένου να δώσουμε μια σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση σε μια ερώτηση που μας έχει τεθεί πρέπει να διατυπώσουμε ένα επιχειρήμα. Ένα επιχειρήμα πρέπει να αποτελείται από τα εξής συστατικά μέρη:

- **Ισχυρισμός:** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση.
- **Αποδεικτικά στοιχεία:** είναι τα δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Συλλογισμός:** συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και εκφράζει το λόγο για τον οποίο τα αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα) υποστηρίζουν τον ισχυρισμό παραπέμποντας σε κατάλληλες επιστημονικές αρχές.
- **Αντίκρουση:** αιτιολογεί γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Σχήμα 4.3: Τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος.

Στόχος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές τον τρόπο που συνδέονται μεταξύ τους τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος. Για τον σκοπό αυτό, δόθηκε στους μαθητές ένα παράδειγμα από την καθημερινή ζωή προκειμένου να αναγνωρίσουν τα βασικά του μέρη (βλ. Σχήμα 4.3).

Ερώτημα: Ποιο κινητό τηλέφωνο είναι καλύτερο, το Α ή το Β;

Κίνητο τηλέφωνο Α	Κίνητο τηλέφωνο Β
<p>Κάμερα</p> <p>✓ Φλας</p> <p>Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture</p> <p>Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12 MP Wide: f/1.6 aperture</p> <p>Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps</p>	<p>✓ Φλας</p> <p>Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture</p> <p>Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12MP Wide: f/1.6 aperture</p> <p>Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps</p>
<p>Μνήμη</p> <p>Ενσωματωμένη μνήμη 64 GB</p>	<p>Ενσωματωμένη μνήμη 128 GB</p>

Σχήμα 4.4: Παράδειγμα επιχειρήματος από την καθημερινή ζωή.

Για την ερώτηση «Ποιο κινητό τηλέφωνο είναι καλύτερο, το Α ή το Β;» διατυπώθηκε ο ισχυρισμός ότι «Καλύτερο κινητό είναι το Β.». Όμως ο ισχυρισμός πρέπει να συνοδεύεται από τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Γι' αυτό, βασιζόμενοι στην περιγραφή των χαρακτηριστικών των δύο κινητών γράφουμε τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Έτσι καταλήξουμε στον συλλογισμό ο οποίος συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία: «Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό Β έχει

μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό A, το κινητό B είναι καλύτερο». Τέλος εξηγούμε γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός θα ήταν λανθασμένος: «Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα». Καταλήγουμε λοιπόν στο ολοκληρωμένο επιχείρημα: «Καλύτερο κινητό είναι το B. Το κινητό A έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό B έχει 128GB. Το κινητό B έχει μεγαλύτερη μνήμη σε σύγκριση με το κινητό A. Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό B έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό A, το κινητό B είναι καλύτερο. Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα (π.χ. φωτογραφίες, βίντεο, ...)» (βλ. Δρ. 5 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 6

Δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που περιλαμβάνει δύο χημικά στοιχεία. Ζητήθηκε από τους μαθητές, αφού κάνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων των δύο αυτών χημικών στοιχείων, να συμπληρώσουν τον πίνακα και να γράψουν ένα επιχείρημα όπως αυτό του παραδείγματος της καθημερινής ζωής απαντώντας στην ερώτηση «Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;». Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές έπρεπε να γράψουν ξεχωριστά το κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος, αφού τους δόθηκαν οδηγίες γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold) όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.5.

Δραστηριότητα 6

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
^{11}Na							IA
^{19}K							IA

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχειρήμα.

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Ισχυρισμός (ποια είναι η απάντησή σου στην ερώτηση):

.....

.....

.....

.....

Αποδεικτικά στοιχεία (ποια είναι τα στοιχεία από τον πίνακα που υποστηρίζουν την απάντησή σου):

.....

.....

.....

.....

Συλλογισμός (μπορείς να συνδέσεις τα στοιχεία που έγραψες με την απάντησή σου και να αιτιολογήσεις γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή σου):

.....

.....

.....

.....

Αντίκρουση (μπορείς να αιτιολογήσεις γιατί κάθε άλλη απάντηση θα είναι λανθασμένη):

.....

.....

.....

.....

Σχήμα 4.5: Δραστηριότητα παραγωγής επιχειρήματος με γενική υποστήριξη.

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή

οδηγιών γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold) (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Δραστηριότητα 7

Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις. Αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχειρήμα ενός μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχειρήμα βασίζεται σε έναν πίνακα δεδομένων που περιλαμβάνει την κατανομή των ηλεκτρονίων τριών χημικών στοιχείων καθώς και τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα. Στις ερωτήσεις 1-3 της δραστηριότητας που παρατίθενται στο Σχήμα 4.6 ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο επιχειρήμα του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό.

Ερώτηση 1: Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 2: Ποια πρόταση περιέχει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη του Αχιλλέα;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3: Ποια πρόταση αποτελεί το συλλογισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Σχήμα 4.6: Ερωτήσεις εντοπισμού βασικών συστατικών ενός επιχειρήματος.

Στη ερώτηση 4 που φαίνεται στο Σχήμα 4.7 ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από τις πέντε προτάσεις παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη του μαθητή. Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι βελτίωση της

ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό.

Ερώτηση 4: Ο Αχιλλέας σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο κάτω.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι μεγαλύτερη.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι η 5^η.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 1 και η περίοδος του είναι η 3^η.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και οι στιβάδες του είναι περισσότερες.

Σχήμα 4.7: Αναγνώριση αποδεικτικού στοιχείου που είναι επαρκές.

Κατόπιν, στην ερώτηση 5 που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.8 οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία της πρότασης «το χημικό στοιχείο Sr έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην 5^η περίοδο του περιοδικού πίνακα» ως αδύναμα ή ισχυρά. Η ερώτηση αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.

Ερώτηση 5: Ο Αχιλλέας λέει ότι «ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο Sr έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην 5^η περίοδο του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη του Αχιλλέα.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη του Αχιλλέα.

Σχήμα 4.8: Αξιολόγηση αποδεικτικών στοιχείων ως αδύναμα ή ισχυρά.

Στη συνέχεια στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές το επιχείρημα ενός δεύτερου μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό

και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελέτησαν οι μαθητές, κλήθηκαν να επιλέξουν ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Στην 7η ερώτηση δόθηκε στους μαθητές το επιχείρημα ενός τρίτου μαθητή απαντάει στην ίδια ερώτηση βασιζόμενο στον ίδιο πίνακα. Το πρώτο και το τρίτο επιχείρημα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία, διαφέρουν όμως ως προς τον συλλογισμό. Αφού τα μελέτησαν, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Τέλος στην ερώτηση 8, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του πρώτου μαθητή, αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Για το σκοπό αυτό δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που φαίνεται στο Σχήμα 4.9 και αναφέρει αναλυτικά, υπό το πρίσμα της γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold) τι πρέπει να περιέχει το κάθε συστατικό μέρος για να ενταχθεί στο αντίστοιχο επίπεδο.

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα του Αχιλλέα με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει ισχυρισμός ή είναι λάθος.	Υπάρχει σωστός ισχυρισμός αλλά είναι ελλιπής.	Υπάρχει σωστός και ολοκληρωμένος ισχυρισμός.
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ή είναι ακατάλληλα.	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά δεν είναι επαρκή.	Υπάρχουν κατάλληλα και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.
Συλλογισμός	Δεν υπάρχει συλλογισμός ή ο συλλογισμός δεν συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία όχι όμως κατάλληλα.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.

Ο ισχυρισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Σχήμα 4.9: Αξιολόγηση δοθέντος επιχειρήματος με οδηγίες γενικής υποστήριξης.

Συνολικά, οι ερωτήσεις της δραστηριότητας αυτής έχουν σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος όπως επίσης και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα καθώς εμπλέκονται στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών (βλ. Δρ. 7 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 8

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 17 ερωτήσεις. Με τις ερωτήσεις 1-15 που φαίνεται στο σχήμα 4.10 οι μαθητές προσπάθησαν να αξιολογήσουν το επιχείρημα που παρήγαγαν στην 6^η δραστηριότητα. Υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού ο οποίος παρείχε γενική υποστήριξη (Generic Scaffold), οι μαθητές αξιολόγησαν το επιχείρημά τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του. Επιπλέον αξιολόγησαν την καταλληλότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται ακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά και τελικά κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και παρήγαγαν εκ νέου το επιχείρημα εφαρμόζοντας τις οδηγίες της δραστηριότητας.

Δραστηριότητα 8

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 6 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Έγραψες ισχυρισμό;

Ναι Όχι

2. Ο ισχυρισμός που έγραψες είναι μια πλήρης πρόταση;

Ναι Όχι

3. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

4. Είναι σχετικά τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

5. Έγραψες όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

6. Προέρχονται όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που έγραψες από τον πίνακα;

Ναι Όχι

7. Έγραψες έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

8. Έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;
 Ναι Όχι
9. Έχεις αιτιολογήσει γιατί τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;
 Ναι Όχι
10. Έγραψες αντίκρουση;
 Ναι Όχι
11. Έγραψες ότι κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;
 Ναι Όχι
12. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν γιατί κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;
 Ναι Όχι
13. Έκανες κάποιο λάθος;
 Ναι Όχι
14. Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

15. Γράψε ξανά το επιχειρήμά σου για την 6^η δραστηριότητα:

Σχήμα 4.10: Αξιολόγηση επιχειρήματος που παράγαγαν οι μαθητές με οδηγίες γενικής υποστήριξης.

Τέλος με τις ερωτήσεις 16-17 ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν πως αντιλαμβάνονται την έννοια της περιοδικότητας εκ νέου, μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης.

Η δραστηριότητα αυτή στοχεύει στην ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απώτερος στόχος είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα και η σύνδεση της έννοιας της περιοδικότητας με τον περιοδικό πίνακα. (βλ. Δρ. 8 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Φύλλο Εργασίας 2: «Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα»

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Δόθηκε στους μαθητές μια εικόνα του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων και ζητήθηκε να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το αν τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας επηρεάζουν τη θέση των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με την έρευνα που πρόκειται να διεξάγουν αιτιολογώντας την άποψη τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στη πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων και στην πρακτική της σχεδίασης και διεξαγωγής διερευνήσεων (βλ. Δρ. 1 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 2

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado» όπως και στο Φύλλο Εργασίας 1. Με τη βοήθεια της εφαρμογής «Κατασκεύασε ένα άτομο» κατασκεύασαν ένα άτομο χρησιμοποιώντας πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Αφού δημιούργησαν τα άτομα παρατήρησαν τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα και συμπλήρωσαν τον σχετικό πίνακα που τους δόθηκε. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων (βλ. Δρ. 2 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 3

Οι μαθητές στην δραστηριότητα αυτή ασχολήθηκαν με την πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων προχωρώντας σε διαπιστώσεις απαντώντας στην ερώτηση «Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;». Στη συνέχεια

ασχολήθηκαν με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία συγκροτώντας ένα επιχειρήμα (βλ. Δρ. 3 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 4

Δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που περιλαμβάνει δύο χημικά στοιχεία. Ζητήθηκε από τους μαθητές, αφού κάνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων των δύο αυτών χημικών στοιχείων, να συμπληρώσουν τον πίνακα και να γράψουν ένα επιχειρήμα απαντώντας στην ερώτηση «Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;». Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές έπρεπε να γράψουν ξεχωριστά το κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος, αφού τους δόθηκαν οδηγίες γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold).

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή οδηγιών γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold) (βλ. Δρ. 4 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Δραστηριότητα 5

Η δραστηριότητα αυτή είναι παραπλήσια με την δραστηριότητα 4. Σκοπός της είναι οι μαθητές να εμπλακούν εκ νέου σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή γενικής υποστήριξης (Generic Scaffold) προκειμένου να αποκτήσουν περισσότερη εμπειρία (βλ. Δρ. 5 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Δραστηριότητα 6

Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις. Αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχειρήμα ενός μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχειρήμα βασίζεται σε έναν πίνακα δεδομένων που περιλαμβάνει την κατανομή των ηλεκτρονίων τριών χημικών στοιχείων καθώς και τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Στις ερωτήσεις 1-3 της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο επιχειρήμα του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό.

Στη ερώτηση 4 ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από τις πέντε προτάσεις παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη του μαθητή. Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό.

Κατόπιν, στην ερώτηση 5 οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία της πρότασης «το χημικό στοιχείο Ο έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην ΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα» ως αδύναμα ή ισχυρά. Η ερώτηση αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.

Στη συνέχεια στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός δεύτερου μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελέτησαν οι μαθητές, κλήθηκαν να επιλέξουν ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Στην 7η ερώτηση δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός τρίτου μαθητή απαντάει στην ίδια ερώτηση βασισμένο στον ίδιο πίνακα. Το πρώτο και το τρίτο επιχειρήμα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία, διαφέρουν όμως ως προς τον συλλογισμό. Αφού τα μελέτησαν, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Τέλος στην ερώτηση 8, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του πρώτου μαθητή, αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Για το σκοπό αυτό δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που αναφέρει αναλυτικά τι πρέπει να περιέχει το κάθε συστατικό μέρος για να ενταχθεί στο αντίστοιχο επίπεδο.

Συνολικά, οι ερωτήσεις της δραστηριότητας αυτής έχουν σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος όπως

επίσης και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα καθώς εμπλέκονται στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 7

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 17 ερωτήσεις. Με τις ερωτήσεις 1-15 οι μαθητές προσπάθησαν να αξιολογήσουν το επιχείρημα που παρήγαγαν στην 6η δραστηριότητα. Υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού ο οποίος παρείχε γενική υποστήριξη (Generic Scaffold), οι μαθητές αξιολόγησαν το επιχείρημά τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του. Επιπλέον αξιολόγησαν την ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος τους καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται ακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά και τελικά κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και παρήγαγαν εκ νέου το επιχείρημα εφαρμόζοντας τις οδηγίες της δραστηριότητας. Με τις ερωτήσεις 16-17 ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν πως αντιλαμβάνονται την έννοια της περιοδικότητας εκ νέου, μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης.

Η δραστηριότητα αυτή στοχεύει στην ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απώτερος σκοπός είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα και η σύνδεση της έννοιας της περιοδικότητας με τον περιοδικό πίνακα. (βλ. Δρ. 7 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

4.4.2 Μάθηση μέσω πρακτικών με ειδική υποστήριξη στα επιχειρήματα: η διδακτική παρέμβαση για την ομάδα 2

Κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων η ομάδα 2 εργάστηκε στους υπολογιστές του εργαστηρίου πληροφορικής του σχολείου όπως και η ομάδα 1. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων ώστε να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας (βλ. Παράρτημα 3) που απαιτούν τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Για την εφαρμογή των δύο φύλλων εργασίας στην ομάδα 2

απαιτήθηκαν συνολικά 8 διδακτικές ώρες, 4 ώρες για το πρώτο και 4 ώρες για το δεύτερο φύλλο εργασίας. Πριν και μετά την εφαρμογή των φύλλων εργασίας, δόθηκε στους μαθητές προς συμπλήρωση το ίδιο ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1).

Φύλλο Εργασίας 1: «Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα»

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 3 επιμέρους δραστηριότητες. Δόθηκαν στους μαθητές 3 εικόνες, ενός εκκρεμούς (δραστηριότητα 1α), μιας βιβλιοθήκης (δραστηριότητα 1β) και του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων (δραστηριότητα 1γ). Αναφορικά με την εικόνα του εκκρεμούς, ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν το φαινόμενο αναφέροντας πως αντιλαμβάνονται τον όρο «περιοδικότητα». Όσον αφορά την εικόνα της βιβλιοθήκης, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το πως πιστεύουν ότι είναι ταξινομημένα τα βιβλία στη βιβλιοθήκη του σχολείου τους και τέλος αναφορικά με την τρίτη εικόνα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το πως πιστεύουν ότι είναι ταξινομημένα τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Σκοπός αυτών των δραστηριοτήτων αυτών είναι η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την περιοδικότητα και την κατάταξη των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Πρόκειται για ατομική δραστηριότητα (βλ. Δρ. 1 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Δραστηριότητα 2

Οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων, σύγκριναν τις απαντήσεις που έδωσαν στην δραστηριότητα 1γ ώστε να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές. Σκοπός της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις μεταξύ τους διαφωνίες. Έπειτα, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές διατύπωσαν τα ερευνητικά ερωτήματα. Το ερώτημα αυτό αφορά στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων (βλ. Δρ. 2 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 3

Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με την έρευνα που πρόκειται να διεξάγουν αιτιολογώντας την άποψη τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της σχεδίασης και διεξαγωγής διερευνήσεων και στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων (βλ. Δρ. 3 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Δραστηριότητα 4

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado». Με τη βοήθεια της εφαρμογής «Κατασκεύασε ένα άτομο» κατασκεύασαν ένα άτομο χρησιμοποιώντας πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Αφού δημιούργησαν τα άτομα παρατήρησαν τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα και συμπλήρωσαν τον σχετικό πίνακα που τους δόθηκε. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων. (βλ. Δρ. 4 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 5

Οι μαθητές προχώρησαν σε διαπιστώσεις απαντώντας στην ερώτηση «Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;» Η απάντηση των μαθητών αποτέλεσε την πρώτη προσπάθειά τους να ασχοληθούν με την πρακτική της συγκρότησης εξηγήσεων και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία .

Στη συνέχεια τους δόθηκε ο ορισμός του επιχειρήματος στις Φυσικές Επιστήμες και αναλύθηκαν τα συστατικά μέρη του όπως έγινε και στην ομάδα 1. Στόχος είναι να κατανοήσουν οι μαθητές τον τρόπο που συνδέονται μεταξύ τους τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος. Για τον σκοπό αυτό, δόθηκε στους μαθητές της ομάδας 2 το παράδειγμα από την καθημερινή ζωή που δόθηκε και στην ομάδα 1 προκειμένου να αναγνωρίσουν τα βασικά του μέρη (βλ. Δρ. 5 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 6

Δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που περιλαμβάνει δύο χημικά στοιχεία. Ζητήθηκε από τους μαθητές, αφού κάνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων των δύο αυτών χημικών στοιχείων, να συμπληρώσουν τον πίνακα και να γράψουν ένα επιχειρήμα όπως αυτό του παραδείγματος της καθημερινής ζωής απαντώντας στην ερώτηση «Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;». Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιήθηκε υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, όπως και στην ομάδα 1, με τη διαφορά ότι στην ομάδα 2 ο εκπαιδευτικός παρείχε ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold) στους μαθητές χωρίς να αναλύει ξεχωριστά το κάθε συστατικό μέρος ενός επιστημονικού επιχειρήματος, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.11.

Δραστηριότητα 6

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{11}\text{Na}$							IA
$_{19}\text{K}$							IA

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχειρήμα.

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

(Γράψε αν η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται ή όχι από τον αριθμό των στιβάδων του. Ανέφερε τον αριθμό των στοιβάδων των συγκεκριμένων στοιχείων του παραπάνω πίνακα και την περίοδο στην οποία βρίσκονται. Να θυμηθείς ότι ο αριθμός των στοιβάδων συμπίπτει με τον αριθμό της περιόδου. Να γράψεις γιατί αν ένας συμμαθητής σου έγραφε άλλη απάντηση αυτή θα ήταν λανθασμένη)

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

Σχήμα 4.11: Δραστηριότητα παραγωγής επιχειρήματος με ειδική υποστήριξη.

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε

αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή ειδικής υποστήριξης (Context Specific Scaffold) (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Δραστηριότητα 7

Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις. Αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχειρήμα ενός μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχειρήμα βασίζεται σε έναν πίνακα δεδομένων που περιλαμβάνει την κατανομή των ηλεκτρονίων τριών χημικών στοιχείων καθώς και τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα.

Στις ερωτήσεις 1-3 της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο επιχειρήμα του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό.

Στη ερώτηση 4 ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από τις πέντε προτάσεις παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη του μαθητή. Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό.

Κατόπιν, στην ερώτηση 5 οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία της πρότασης «το χημικό στοιχείο Sr έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην 5η περίοδο του περιοδικού πίνακα» ως αδύναμα ή ισχυρά. Η ερώτηση αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.

Στη συνέχεια στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός δεύτερου μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελέτησαν οι μαθητές, κλήθηκαν να επιλέξουν ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Στην 7η ερώτηση δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός τρίτου μαθητή απαντάει στην ίδια ερώτηση βασισμένο στον ίδιο πίνακα. Το πρώτο και το τρίτο επιχειρήμα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία, διαφέρουν όμως ως προς τον

συλλογισμό. Αφού τα μελέτησαν, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Τέλος στην ερώτηση 8 που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.12, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του πρώτου μαθητή, αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Για το σκοπό αυτό δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που αναφέρει αναλυτικά τι πρέπει να περιέχει το κάθε συστατικό μέρος για να ενταχθεί στο αντίστοιχο επίπεδο, υπό το πρίσμα της ειδικής υποστήριξης (Context Specific Scaffold). Ο πίνακας διαφέρει από τον αντίστοιχο πίνακα που δόθηκε στην ομάδα 1 στη οποία εφαρμόστηκε γενική υποστήριξη (Generic Scaffold).

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχειρήμα του Αχιλλέα με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. ο αριθμός των στιβάδων.	Έγραψε ότι την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων.
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι το Mg έχει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και βρίσκεται στην 2 ^η περίοδο.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. το Mg έχει 3 στιβάδες.	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. το Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3 ^η περίοδο.
Συλλογισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι αφού το Mg έχει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην 2 ^η περίοδο.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται σε διαφορετική περίοδο από αυτό που έχει 4 στιβάδες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 3 στιβάδες στην 3 ^η περίοδο και αυτό που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται στην 4 ^η περίοδο μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα

Σχήμα 4.12: Αξιολόγηση δοθέντος επιχειρήματος με ειδική υποστήριξη.

Συνολικά, οι ερωτήσεις της δραστηριότητας αυτής έχουν σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος όπως

επίσης και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα καθώς εμπλέκονται στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών (βλ. Δρ. 7 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 8

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 7 ερωτήσεις. Με τις ερωτήσεις 1-5 που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.13, οι μαθητές προσπάθησαν να αξιολογήσουν το επιχείρημα που παρήγαγαν στην 6^η δραστηριότητα. Υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, ο οποίος εφαρμόζει ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold), οι μαθητές αξιολόγησαν το επιχείρημά τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του. Επιπλέον αξιολόγησαν την ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται ακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά. Τέλος, οι μαθητές κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και παρήγαγαν εκ νέου το επιχείρημα εφαρμόζοντας τις οδηγίες της δραστηριότητας.

Δραστηριότητα 8

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 6 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Ναι Όχι

2. Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι στο χημικό στοιχείο ${}_{11}\text{Na}$ τα ηλεκτρόνια είναι κατανεμημένα σε 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ στο χημικό στοιχείο ${}_{19}\text{K}$ τα ηλεκτρόνια είναι κατανεμημένα σε 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο του περιοδικού πίνακα;

Ναι Όχι

3. Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του επειδή όταν ένα χημικό στοιχείο έχει τα κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του σε περισσότερες στιβάδες βρίσκεται σε μεγαλύτερη περίοδο και μάλιστα ο αριθμός των στιβάδων συμπίπτει με τον αριθμό την περιόδου, άρα ο αριθμός των στιβάδων επηρεάζει την περίοδο του περιοδικού πίνακα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο;

Ναι Όχι

4. Έγραψες γιατί η απάντηση: «η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα» θα είναι λανθασμένη;

Ναι Όχι

5. Γράψε ξανά το επιχείρημά σου για την 6^η δραστηριότητα:

Σχήμα 4.13: Αξιολόγηση επιχειρήματος που παρήγαγαν οι μαθητές με ειδική υποστήριξη.

Με τις ερωτήσεις 6-7 ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν πως αντιλαμβάνονται την έννοια της περιοδικότητας εκ νέου, μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης.

Η δραστηριότητα αυτή στοχεύει στην ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απώτερος σκοπός είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα και η σύνδεση της έννοιας της περιοδικότητας με τον περιοδικό πίνακα (βλ. Δρ. 8 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 3).

Φύλλο Εργασίας 2: «Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα»

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Δόθηκε στους μαθητές μια εικόνα του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων και ζητήθηκε να εκφράσουν την άποψη τους ως προς το αν τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας επηρεάζουν τη θέση των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με την έρευνα που πρόκειται να διεξάγουν αιτιολογώντας την άποψη τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στη πρακτική της υποβολής ερωτημάτων και καθορισμού προβλημάτων και στην πρακτική της σχεδίασης και διεξαγωγής διερευνήσεων (βλ. Δρ. 1 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 3).

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 2

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado» όπως και στο Φύλλο Εργασίας 1. Με τη βοήθεια της εφαρμογής «Κατασκεύασε ένα άτομο» κατασκεύασαν ένα άτομο χρησιμοποιώντας πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια. Αφού δημιούργησαν τα άτομα παρατήρησαν τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα και συμπλήρωσαν τον σχετικό πίνακα που τους δόθηκε. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων. (βλ. Δρ. 2 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 3

Οι μαθητές προχώρησαν σε διαπιστώσεις απαντώντας στην ερώτηση «Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;». Στη συνέχεια ασχολήθηκαν με την

πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία συγκροτώντας ένα επιχείρημα

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 4

Δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που περιλαμβάνει δύο χημικά στοιχεία. Ζητήθηκε από τους μαθητές, αφού κάνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων των δύο αυτών χημικών στοιχείων, να συμπληρώσουν τον πίνακα και να γράψουν ένα επιχείρημα απαντώντας στην ερώτηση «Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;». Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιήθηκε υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού ο οποίος παρείχε ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold) στους μαθητές.

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή ειδικής υποστήριξης (Context Specific Scaffold) προς τους μαθητές. (βλ. Δρ. 4 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 3).

Δραστηριότητα 5

Η δραστηριότητα αυτή είναι παραπλήσια με την δραστηριότητα 4. Σκοπός της είναι οι μαθητές να εμπλακούν εκ νέου σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία με την παροχή γενικής υποστήριξης (Context Specific Scaffold) προκειμένου να αποκτήσουν περισσότερη εμπειρία.

Δραστηριότητα 6

Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει 8 ερωτήσεις. Αρχικά δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχείρημα βασίζεται σε έναν πίνακα δεδομένων που περιλαμβάνει την κατανομή των ηλεκτρονίων τριών χημικών στοιχείων καθώς και τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα.

Στις ερωτήσεις 1-3 της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο επιχειρήμα του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό.

Στη ερώτηση 4 ζητήθηκε από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από τις πέντε προτάσεις παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη του μαθητή. Σκοπός της ερώτησης αυτής είναι βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό.

Κατόπιν, στην ερώτηση 5 οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία της πρότασης «το χημικό στοιχείο Ο έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην ΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα» ως αδύναμα ή ισχυρά. Η ερώτηση αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.

Στη συνέχεια στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός δεύτερου μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελέτησαν οι μαθητές, κλήθηκαν να επιλέξουν ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Στην 7η ερώτηση δόθηκε στους μαθητές το επιχειρήμα ενός τρίτου μαθητή απαντάει στην ίδια ερώτηση βασισμένο στον ίδιο πίνακα. Το πρώτο και το τρίτο επιχειρήμα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία, διαφέρουν όμως ως προς τον συλλογισμό. Αφού τα μελέτησαν, οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Τέλος στην ερώτηση 8, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του πρώτου μαθητή, αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Για το σκοπό αυτό δόθηκε στους μαθητές ένας πίνακας που αναφέρει αναλυτικά τι πρέπει να περιέχει το κάθε συστατικό μέρος για να ενταχθεί στο αντίστοιχο επίπεδο, υπό το πρίσμα της ειδικής υποστήριξης (Context Specific Scaffold). Ο Πίνακας αυτός διαφέρει από τον αντίστοιχο Πίνακα που δόθηκε στην ομάδα 1 στη οποία εφαρμόστηκε γενική υποστήριξη (Generic Scaffold).

Συνολικά, οι ερωτήσεις της δραστηριότητας αυτής έχουν σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος όπως επίσης και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα καθώς εμπλέκονται στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 3).

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 7

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 7 ερωτήσεις. Με τις ερωτήσεις 1-5 οι μαθητές προσπάθησαν να αξιολογήσουν το επίχειρημα που παρήγαγαν στην 6^η δραστηριότητα. Υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, ο οποίος εφαρμόζει ειδική υποστήριξη (Context Specific Scaffold), οι μαθητές αξιολόγησαν το επίχειρημά τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του. Επιπλέον αξιολόγησαν την ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται ακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά. Τέλος, οι μαθητές κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και παρήγαγαν εκ νέου το επίχειρημα εφαρμόζοντας τις οδηγίες της δραστηριότητας.

Με τις ερωτήσεις 6-7 ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν πως αντιλαμβάνονται την έννοια της περιοδικότητας εκ νέου, μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης.

Η δραστηριότητα αυτή στοχεύει στην ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών και με την πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απώτερος σκοπός είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα και η σύνδεση της έννοιας της περιοδικότητας με τον περιοδικό πίνακα (βλ. Δρ. 7 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 3).

4.5 Συλλογή δεδομένων

Στην παρούσα έρευνα ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1). Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους

μαθητές και των δύο ομάδων πριν (pre-test) και μετά (post-test) την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων. Το ερωτηματολόγιο συγκροτήθηκε με σκοπό να διερευνήσει τη συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

Σύμφωνα με τους Cohen και Manion (1997), το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο εργαλείο συλλογής δεδομένων στην εκπαιδευτική έρευνα. Περιέχει προσχεδιασμένες ερωτήσεις οι οποίες απαντώνται γραπτώς από τα υποκείμενα της έρευνας (μαθητές). Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα του περιλαμβάνονται η μεγάλη αξιοπιστία καθώς συμπληρώνεται ανώνυμα και η συλλογή μεγάλου πλήθους δεδομένων από πολλούς συμμετέχοντες σε σύντομο χρονικό διάστημα (Cohen et al., 2007).

Δεδομένα της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια καθώς και τα επιχειρήματα που παρήγαγαν 6 συγκεκριμένοι μαθητές σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής ακολουθίας, προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της ποιότητάς τους.

Στον παρακάτω Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται τα ερευνητικά ερωτήματα και τα αντίστοιχα εργαλεία συλλογής δεδομένων.

Πίνακας 4.3: Τα ερευνητικά ερωτήματα, οι διαστάσεις τους και τα αντίστοιχα εργαλεία συλλογής δεδομένων.

Ερευνητικά ερωτήματα	Διαστάσεις	Εργαλεία συλλογής δεδομένων
Ερευνητικό ερώτημα 1: Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με «γενική υποστήριξη» (Generic Scaffold) για τα επιχειρήματα, στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου να παράγουν και να	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 2), Φύλλα εργασίας της διδακτικής παρέμβασης 1
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 3 - 4), Φύλλα εργασίας της διδακτικής παρέμβασης 1

αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα;		
Ποια η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για τον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών» με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» (Context Specific Scaffold) για τα επιχειρήματα, στις ικανότητες των μαθητών της Α΄ τάξης του Λυκείου να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα;	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 2), Φύλλα εργασίας της διδακτικής παρέμβασης 2
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 3 - 4), Φύλλα εργασίας της διδακτικής παρέμβασης 2
Υπάρχει διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο παραπάνω παρεμβάσεις;	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 2), Φύλλα εργασίας των διδακτικών παρεμβάσεων 1,2
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 3 - 4), Φύλλα εργασίας των διδακτικών παρεμβάσεων 1,2

Προκειμένου να διερευνηθεί η συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να συγκροτούν και να αξιολογούν επιχειρήματα πάνω σε ζητήματα που αφορούν τον περιοδικό πίνακα, συγκροτήθηκε το ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1) που θα παρουσιαστεί αναλυτικά παρακάτω. Η αρχική του μορφή δόθηκε σε μια μικρή ομάδα μαθητών και καθηγητών για να ελεγχθεί ώστε να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα του. Οι παρατηρήσεις και υποδείξεις της ομάδας συντέλεσαν στην διαμόρφωση της τελικής του μορφής.

Η πρώτη ενότητα του ερωτηματολογίου περιλαμβάνει τον χαιρετισμό του ερευνητή στους μαθητές και τον σκοπό για τον οποίο διεξάγεται η παρούσα έρευνα. Επιπλέον κρίνεται απαραίτητο να ενημερωθούν οι μαθητές ότι το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο δεν αποτελεί μέρος της αξιολόγησης τους για το μάθημα ώστε να το συμπληρώσουν προσεκτικά και χωρίς το άγχος της εξέτασης. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να καταγράψουν κάποια προσωπικά στοιχεία όπως το όνομα, η ηλικία, η τάξη – το τμήμα και τα έτη φοίτησης σε ελληνικό σχολείο.

Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει δύο ερωτήσεις (ερωτήσεις 1 και 2) με τα οποία εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα πάνω σε ζητήματα που αφορούν τον περιοδικό πίνακα.

Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει δύο ερωτήσεις (ερωτήσεις 3 και 4) με τα οποία εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα πάνω σε ζητήματα που αφορούν τον περιοδικό πίνακα. Ειδικότερα εξετάζεται η ικανότητα τους να:

- εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος,
- αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και να τα χαρακτηρίζουν ως επαρκή ή μη επαρκή,
- αξιολογούν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ισχυρό ή ασθενές,
- αξιολογούν επιχειρήματα που έχουν ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό άλλα διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία

Στον πίνακα 4.4 περιγράφεται αναλυτικά ο σκοπός κάθε προβλήματος καθώς και των επιμέρους ερωτημάτων του κάθε προβλήματος.

Πίνακας 4.4: Ο σκοπός των ερωτημάτων του ερωτηματολογίου

Ερώτηση	Θέματα προς εξέταση
1	Ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα.
2	Ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα.
3.1	Ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος.

3.2	Ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ικανό να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό.
3.5	Ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αν τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ισχυρά ή ασθενή.
3.6	Ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.
4.1	Ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος.
4.2	Ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ικανό να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό.
4.3	Ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αν τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ισχυρά ή ασθενή.
4.4	Ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.

Ακολουθεί η αναλυτική παρουσίαση των ερωτήσεων τέθηκαν στο ερωτηματολόγιο.

Ερώτηση 1

Στους μαθητές που αποτελούν το δείγμα της έρευνας δίνεται ένας πίνακας και ένα κείμενο στο οποίο ένας μαθητής διαφωνεί με τους συμμαθητές του σχετικά με το τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο. Τους ζητήθηκε, αφού λάβουν υπόψη τον πίνακα, να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;» αιτιολογώντας όσο πιο αναλυτικά μπορούν και προσπαθώντας να πείσουν ότι η δική τους απάντηση είναι η σωστή και οποιαδήποτε άλλη είναι λανθασμένη.

Ο σκοπός αυτής ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται

στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο. (βλ. Ερώτηση 1 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 2

Στους μαθητές δίνεται ένας πίνακας και ένα κείμενο στο οποίο ο μαθητής του προβλήματος 1 διαφωνεί με τους συμμαθητές του σχετικά με το τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο. Τους ζητήθηκε, αφού λάβουν υπόψη τον πίνακα, να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;» αιτιολογώντας όσο πιο αναλυτικά μπορούν και προσπαθώντας να πείσουν ότι η δική τους απάντηση είναι η σωστή και οποιαδήποτε άλλη είναι λανθασμένη.

Ο σκοπός αυτής ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο. (βλ. Ερώτηση 2 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 3

Δίνεται στους μαθητές το κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός μαθητή ο οποίος απάντησε στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχείρημα στηρίζεται σε έναν πίνακα ο οποίος δίνεται επίσης.

Ερώτηση 3.1

Ζητείται από τους μαθητές του δείγματος να εντοπίσουν στο επιχείρημα του μαθητή τα αποδεικτικά στοιχεία. Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επιχείρημα (βλ. Ερώτηση 3.1 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 3.2

Δίνονται τέσσερις προτάσεις που περιέχουν αποδεικτικά στοιχεία και ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από αυτές υποστηρίζει ορθότερα το επιχείρημα του μαθητή που τους δόθηκε. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της

ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ικανό να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό (βλ. Ερώτηση 3.2 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 3.3

Δίνεται μια πρόταση που περιέχει ένα στοιχείο σχετικό με το επιχείρημα που συντάξε ο μαθητής του Προβλήματος 3 και ζητείται από τους μαθητές να το αξιολογήσουν ως αδύναμο εφόσον είναι άσχετο ή υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη του μαθητή ή ισχυρό καθώς υποστηρίζει την άποψη του μαθητή. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αν τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ισχυρά ή ασθενή (βλ. Ερώτηση 3.3 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 3.4

Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός άλλου μαθητή ο οποίος προσπάθησε να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων με το επιχείρημα του πρώτου μαθητή. Τα δύο επιχειρήματα περιέχουν ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία. Ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας επαρκώς την απάντησή τους. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα που έχουν ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Ερώτηση 3.4 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 4

Δίνεται στους μαθητές που αποτελούν το δείγμα της έρευνας το κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός μαθητή ο οποίος απάντησε στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;». Το επιχείρημα στηρίζεται σε έναν πίνακα ο οποίος περιέχει την κατανομή των ηλεκτρονίων τριών χημικών στοιχείων καθώς και τη θέση τους στον περιοδικό πίνακα.

Ερώτηση 4.1

Ζητείται από τους μαθητές του δείγματος να εντοπίσουν στο επιχείρημα του μαθητή τα αποδεικτικά στοιχεία. Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επιχείρημα (βλ. Ερώτηση 4.1 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 4.2

Δίνονται τέσσερις προτάσεις που περιέχουν αποδεικτικά στοιχεία και ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ποια από αυτές υποστηρίζει ορθότερα το επιχείρημα του μαθητή που τους δόθηκε. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ικανό να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό (βλ. Ερώτηση 4.2 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 4.3

Δίνεται μια πρόταση που περιέχει ένα στοιχείο σχετικό με το επιχείρημα που συντάξε ο μαθητής του Προβλήματος 3 και ζητείται από τους μαθητές να το αξιολογήσουν ως αδύναμο εφόσον είναι άσχετο ή υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη του μαθητή ή ισχυρό καθώς υποστηρίζει την άποψη του μαθητή. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αν τα αποδεικτικά στοιχεία είναι ισχυρά ή ασθενή (βλ. Ερώτηση 4.3 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

Ερώτηση 4.4

Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός άλλου μαθητή ο οποίος προσπάθησε να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων με το επιχείρημα του πρώτου μαθητή. Τα δύο επιχειρήματα περιέχουν ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία. Ζητείται από τους μαθητές να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας επαρκώς την απάντησή τους. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα που έχουν ίδιο ισχυρισμό, ίδιο συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Ερώτηση 4.4 από το Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

4.6 Ανακεφαλαίωση

Στην αρχή του τέταρτου κεφαλαίου παρουσιάστηκαν η μεθοδολογική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την υλοποίησή της παρούσας εργασίας. Στη συνέχεια, αφού έγινε αναφορά στο δείγμα της έρευνας, ακολούθησε η ανάλυση του εκπαιδευτικού υλικού που εφαρμόστηκε στις δύο ομάδες για τις δύο διαφορετικές υποστηρίξεις. Στο τέλος του κεφαλαίου έγινε αναφορά στη διαδικασία συλλογής δεδομένων και παρουσιάστηκε αναλυτικά το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για να διερευνηθεί η συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό παρουσιάζει την ανάλυση των δεδομένων της εργασίας αυτής. Ειδικότερα, παρουσιάζεται το πλαίσιο ανάλυσης των επιχειρημάτων που εστιάζει στην αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα (βλ. ενότητα 5.2) καθώς και το πλαίσιο ανάλυσης των δεδομένων που επικεντρώνονται στην αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία (βλ. ενότητα 5.3). Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας (βλ. ενότητα 5.4).

5.2 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα

Τα δεδομένα της συγκεκριμένης έρευνας αποτελούν οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που τους δόθηκε τόσο πριν (pre-test) όσο και μετά (post-test) τις διδακτικές παρεμβάσεις (βλ. Παράρτημα 1). Στις ερωτήσεις 1 και 2 του ερωτηματολογίου εξετάστηκε η ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες και συγκεκριμένα στην εννοιολογική περιοχή του περιοδικού πίνακα των χημικών στοιχείων.

Για την αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών, οι McNeil και Krajcik (2007) πρότειναν μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που περιλαμβάνει μόνο τα τρία συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός). Σε αυτή την εκδοχή, η δομή και το περιεχόμενο ενός επιχειρήματος αξιολογούνται συνολικά. Από αυτό το εργαλείο απουσιάζει το στοιχείο της αντίκρουσης. Οι Σκουμιάς και Χατζηνικήτα (2014) τροποποίησαν την παραπάνω εκδοχή και πρότειναν ένα εργαλείο (μια νέα κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων), το οποίο αξιολογεί ξεχωριστά την δομή και το περιεχόμενο των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται τρεις διακριτές κλίμακες αξιολόγησης, μια για τη δομή, μια για το περιεχόμενο και μια για τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Στην παρούσα έρευνα κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014) για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα. Έτσι τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών αξιολογήθηκαν ξεχωριστά ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά τους χαρακτηριστικά. Αξιολογήθηκαν και τα τέσσερα συστατικά στοιχεία ο ισχυρισμός, τα αποδεικτικά στοιχεία, ο συλλογισμός και η αντίκρουση.

Αξιολόγηση της δομής

Όσον αφορά τη δομή (βλ. πίνακα 5.1), ένα επιχείρημα θεωρείται επαρκές όταν περιλαμβάνει όλα τα συστατικά στοιχεία ανεξαρτήτως εννοιολογικού περιεχομένου (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Συγκεκριμένα, πρέπει να υπάρχει:

- Ισχυρισμός που να απαντάει στο ερώτημα
- Αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
- Συλλογισμός που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
- Αντίκρουση που να περιέχει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Πίνακας 5.1: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση της δομής των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών

Συστατικά στοιχεία επιχειρήματος	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει ισχυρισμός	Υπάρχει ανεπαρκής ισχυρισμός	Υπάρχει επαρκής ισχυρισμός
Αποδεικτικά Στοιχεία	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν υπάρχει συλλογισμός	Υπάρχει ανεπαρκής συλλογισμός	Υπάρχει επαρκής συλλογισμός

Αντίκρουση	Δεν υπάρχει αντίκρουση	Υπάρχει ανεπαρκής αντίκρουση	Υπάρχει επαρκής αντίκρουση
-------------------	------------------------	------------------------------	----------------------------

Πηγή: Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014, Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες

Αξιολόγηση του περιεχομένου

Όσον αφορά το περιεχόμενο, ένα επιχειρήμα αξιολογείται ως προς την καταλληλότητα του με βάση την επιστημονική γνώση ή τη σχολική εκδοχή της ανεξάρτητα από την επάρκειά του (βλ. πίνακα 5.2). Ένα κατάλληλο επιχειρήμα πρέπει να περιλαμβάνει:

- Κατάλληλο ισχυρισμό
- Κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
- Συλλογισμό που να συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
- Μία αντίκρουση που να περιέχει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.

Πίνακας 5.2: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση του περιεχομένου των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών

Συστατικά στοιχεία επιχειρήματος	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει κατάλληλος ισχυρισμός	Υπάρχει μερικώς κατάλληλος ισχυρισμός	Υπάρχει κατάλληλος ισχυρισμός
Αποδεικτικά Στοιχεία	Δεν υπάρχουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία

Συλλογισμός	Δεν υπάρχει κατάλληλος συλλογισμός	Υπάρχει μερικώς κατάλληλος συλλογισμός	Υπάρχει κατάλληλος συλλογισμός
Αντίκρουση	Δεν υπάρχει κατάλληλη αντίκρουση	Υπάρχει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση	Υπάρχει κατάλληλη αντίκρουση

Πηγή: Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014, Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες

Αξιολόγηση γλωσσικών χαρακτηριστικών

Όσον αφορά τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. πίνακα 5.3), εξετάζεται

- η συγκρότηση προτάσεων
- το λεξιλόγιο
- οι γλωσσικές συμβάσεις (τα ορθογραφικά λάθη, τα συντακτικά λάθη και η σωστή χρήση των σημείων στίξης)

Πίνακας 5.3: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την αξιολόγηση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών

Γλωσσικά χαρακτηριστικά	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Συγκρότηση προτάσεων	Ατελείς προτάσεις	Πλήρεις προτάσεις με απλή δομή	Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή
Λεξιλόγιο	Εσφαλμένη χρήση λέξεων	Περιορισμένο λεξιλόγιο	Εξειδικευμένο λεξιλόγιο
Γλωσσικές συμβάσεις	Περισσότερα από 3 λάθη	Έως 3 λάθη	Χωρίς λάθη

Πηγή: Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014, Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες

5.3 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα

Οι ερωτήσεις 3 και 4 του ερωτηματολογίου εξέτασαν τις ικανότητες των μαθητών:

- α) να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που περιέχονται σε ένα επιχειρήμα,
- β) να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα,
- γ) να κρίνουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ασθενές ή ισχυρό και
- δ) να αξιολογούν δύο επιχειρήματα που έχουν ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής κατηγοριοποιήθηκαν σε δύο κατηγορίες, στις «κατάλληλες» (σωστές) και στις «μη κατάλληλες» (λανθασμένες) απαντήσεις (Ταράλλη & Σκουμιάς, 2017). Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου αξιολογήθηκαν με βάση την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Knight et al. (2014) (βλ. πίνακα 5.4).

Πίνακας 5.4: Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για τη σύγκριση δύο επιχειρημάτων με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία

Επίπεδα	Περιγραφή
Επίπεδο 3	Ο μαθητής επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται και στα δύο επιχειρήματα
Επίπεδο 2	Ο μαθητής επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται μόνο στο ένα επιχειρήμα
Επίπεδο 1	Ο μαθητής επιλέγει ορθά χωρίς αιτιολόγηση ή επιλέγει ορθά και αναφέρει ότι το ένα επιχειρήμα περιλαμβάνει ισχυρότερα αποδεικτικά στοιχεία, όμως η αιτιολόγηση είναι λανθασμένη
Επίπεδο 0	Ο μαθητής δεν επιλέγει, ή επιλέγει λανθασμένα

Πηγή: Knight et al., 2014, Assessing middle school students' abilities to critique scientific evidence

5.4 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων

Οι ερωτήσεις 1 και 2 του ερωτηματολογίου σχετίζονται με την παραγωγή επιχειρημάτων. Τα επιχειρήματα που παρήγαγαν οι μαθητές τόσο στον προ – πειραματικό (pre-test) όσο και στον μετά – πειραματικό (post-test) έλεγχο μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν με βάση την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Σκουμιός & Χατζηνικήτα (2014) (βλ. Πίνακες 5.1, 5.2, και 5.3) Αξιολογήθηκε η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων ως προς τα συστατικά τους στοιχεία (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία συλλογισμός και αντίκρουση). Κατόπιν, δημιουργήθηκαν πίνακες που παρουσιάζουν τα ποσοστά και τις συχνότητες των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των συστατικών στοιχείων, στην καταλληλότητα του περιεχομένου και στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Τέλος κρίθηκε χρησιμοποιήθηκε το test McNemar ώστε να ανιχνευτεί η ύπαρξη διαφοροποιήσεων μεταξύ των επιπέδων επάρκειας, της καταλληλότητας και των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 3,4) μελετήθηκαν και ταξινομήθηκαν σε 2 κατηγορίες, «κατάλληλες» και «μη κατάλληλες». Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν πίνακες που παρουσιάζουν τα ποσοστά και τις συχνότητες των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούσαν τον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων (ερωτήσεις 3.1 και 4.1), την αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα (ερωτήσεις 3.2 και 4.2) και την κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων (ερωτήσεις 3.3 και 4.3) (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Για την μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, χρησιμοποιήθηκε το test McNemar.

Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις που αφορούσαν στην αξιολόγηση δύο επιχειρημάτων με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (ερωτήσεις 3.4 και 4.4) μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν με βάση την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων των Knight et al. (2014) (βλ. πίνακα 5.4). Έπειτα, δημιουργήθηκε πίνακας που παρουσιάζει τα ποσοστά και τις συχνότητες των

επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών που σχετίζονται με τη σύγκριση των επιχειρημάτων (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Για την μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, χρησιμοποιήθηκε το test McNemar.

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά κάποια παραδείγματα γραπτών επιχειρημάτων μαθητών τόσο του προ – πειραματικού (pre-test) όσο και του μετά – πειραματικού (post-test) ελέγχου. Παράλληλα παρουσιάζεται και ο τρόπος ανάλυσης τους:

Ερώτηση 1

Στην Γ΄ Γυμνασίου ο Νίκος και οι συμμαθητές του έμαθαν ότι όλα τα γνωστά χημικά στοιχεία κατατάσσονται σε έναν πίνακα που ονομάζεται περιοδικός πίνακας. Επίσης έμαθαν ότι ο πίνακας αυτός αποτελείται από 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται ομάδες και από 7 οριζόντιες σειρές που ονομάζονται περίοδοι. Τώρα πια φοιτούν στην Α Λυκείου και στα προηγούμενα μαθήματα μάθανε ότι τα ηλεκτρόνια των χημικών στοιχείων κατανέμονται σε κυκλικές τροχιές που ονομάζονται στιβάδες. Επιπλέον, μάθανε πως να κάνουν κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

Ο Νίκος παρατηρώντας τον περιοδικό πίνακα που υπάρχει στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του σχολείου, θέλει να μάθει με ποιο κριτήριο τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Διάβασε ότι η θέση ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας. Επίσης, μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο βρήκε τον παρακάτω Πίνακα:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
${}_3\text{Li}$	3	2	1			2 ^η	IA
${}_{11}\text{Na}$	11	2	8	1		3 ^η	IA
${}_{19}\text{K}$	19	2	8	8	1	4 ^η	IA

Ο Νίκος και οι συμμαθητές του χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές του έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή:

«Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;»

Όταν γράφεις την απάντησή σου μην ξεχάσεις:

- α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και
- β) να πείσεις το Νίκο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι σωστή και ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

Σχήμα 5.1: Ερωτηματολόγιο - Ερώτηση 1

Επιχείρημα 1^ο: μαθητής ομάδας 1, pre – test

«Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου επηρεάζεται από τις ανάλογες στιβάδες ενός στοιχείου. π.χ. το Li έχει δύο στιβάδες άρα βρίσκεται στην 2^η περίοδο.»

Αξιολόγηση επιχειρήματος 1

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου επηρεάζεται από τις ανάλογες στιβάδες ενός στοιχείου.) και αποδεικτικά στοιχεία (π.χ. το Li έχει δύο στιβάδες άρα βρίσκεται στην 2^η περίοδο). Συγκεκριμένα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία τα οποία κρίνονται ανεπαρκή (επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει αντίκρουση (επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλη αντίκρουση (επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1)
- Χρησιμοποιείται περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1)
- Εντοπίζεται ένα συντακτικό λάθος και ένα λάθος σε σημείο στίξης (επίπεδο 1)

Συνεπώς, η ποιότητα του συγκεκριμένου επιχειρήματος κρίνεται χαμηλή ως προς τη δομή και το περιεχόμενο και μέση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Επιχείρημα 2^ο: ίδιος μαθητής ομάδας 1, post – test

«Ναι εξαρτάται η περίοδος από τις στιβάδες ενός στοιχείου. Το Na έχει 3 στιβάδες. Το στοιχείο που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται στην 3 περίοδο. Άρα αυτό που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Αν κάποιος υποστήριζε κάτι άλλο είναι λανθασμένος γιατί ο αριθμός των στιβάδων μας δείχνει την περίοδο.»

Αξιολόγηση επιχειρήματος 2

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (Ναι εξαρτάται η περίοδος από τις στιβάδες ενός στοιχείου.), αποδεικτικά στοιχεία (Το Na έχει 3 στιβάδες.), συλλογισμό (Το στοιχείο που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται στην 3 περίοδο. Άρα αυτό που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται στην 4^η περίοδο.) και αντίκρουση (Αν κάποιος υποστήριζε κάτι άλλο είναι λανθασμένος γιατί ο αριθμός των στιβάδων μας δείχνει την περίοδο.) Πιο συγκεκριμένα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία τα οποία κρίνονται ανεπαρκή (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει συλλογισμό που κρίνεται ανεπαρκής (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει αντίκρουση που κρίνεται ανεπαρκής (επίπεδο 1)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση (επίπεδο 1)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1)
- Χρησιμοποιείται περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1)
- Εντοπίζεται ένα λάθος σε σημείο στίξης (επίπεδο 1)

Συνεπώς, η ποιότητα του συγκεκριμένου επιχειρήματος κρίνεται μέση ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Επιχείρημα 3^ο: μαθητής ομάδας 2, pre – test

«Η περίοδος στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα στοιχείο εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των στιβάδων και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής του στιβάδας. Ο πίνακας αποκαλύπτει αυτό ακριβώς, δηλαδή όταν ένα στοιχείο έχει τρεις διαφορετικές στιβάδες, ανήκει στην τρίτη περίοδο της πρώτης ομάδας.»

Αξιολόγηση επιχειρήματος 3

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (Η περίοδος στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα στοιχείο εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των στιβάδων και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής του στιβάδας.) και αποδεικτικά στοιχεία (Ο πίνακας αποκαλύπτει αυτό ακριβώς, δηλαδή όταν ένα στοιχείο έχει τρεις διαφορετικές στιβάδες, ανήκει στην τρίτη περίοδο της πρώτης ομάδας.). Πιο συγκεκριμένα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία τα οποία κρίνονται ανεπαρκή (επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει αντίκρουση (επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλη αντίκρουση (επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1)
- Χρησιμοποιείται περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1)
- Δεν εντοπίζονται γραμματικά, συντακτικά λάθη ή λάθη στίξης (επίπεδο 2)

Συνεπώς, η ποιότητα του συγκεκριμένου επιχειρήματος κρίνεται χαμηλή ως προς τη δομή και το περιεχόμενο και μέση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Επιχείρημα 4^ο: ίδιος μαθητής ομάδας 2, post – test

«Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων Με βάση τον πίνακα το Na έχει 3 στιβάδες και είναι στην 3^η περίοδο ενώ το K έχει 4 στιβάδες και είναι στην 4^η περίοδο αφού οι στιβάδες είναι ίδιες με τον αριθμό της περιόδου αυτό δεν είναι τυchéο. Αυτό σημαίνει ότι η περίοδος εξαρτάται από τις στιβάδες. Αν κάποιος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα συμπίπτουν με την περίοδο θα ήταν λάθος γιατί αυτά δείχνουν την ομάδα».

Αξιολόγηση επιχειρήματος 4

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων), αποδεικτικά στοιχεία (Με βάση τον πίνακα το Na έχει 3 στιβάδες και είναι στην 3^η περίοδο ενώ το K έχει 4 στιβάδες και είναι στην 4^η περίοδο), συλλογισμό (αφού οι στιβάδες είναι ίδιες με τον αριθμό της περιόδου αυτό δεν είναι τυchéο. Αυτό σημαίνει ότι η περίοδος εξαρτάται από τις στιβάδες) και αντίκρουση (Αν κάποιος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα συμπίπτουν με την περίοδο θα ήταν λάθος γιατί αυτά δείχνουν την ομάδα.) Πιο συγκεκριμένα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία τα οποία κρίνονται ανεπαρκή καθώς λείπει το σημείο στίξης που τα διαχωρίζει από τον ισχυρισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει συλλογισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει αντίκρουση η οποία κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 2)

- Περιλαμβάνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει κατάλληλη αντίκρουση (επίπεδο 2)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1)
- Χρησιμοποιείται εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2)
- Εντοπίζεται ένα ορθογραφικό λάθος και δύο λάθος σε σημεία στίξης (επίπεδο 1)

Συνεπώς, η ποιότητα του συγκεκριμένου επιχειρήματος κρίνεται υψηλή ως προς τη δομή και το περιεχόμενο και μέση ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά.

Ερώτηση 3.4: Η Αντωνία είναι συμμαθήτρια του Νίκου. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Νίκου

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Be έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην 2^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Αντωνίας

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Ο κύριος Κώστας (ο καθηγητής της Χημείας) είπε στο μάθημα ότι όσο περισσότερες στιβάδες έχει ένα στοιχείο τόσο πιο μεγάλη είναι η περίοδος στην οποία βρίσκεται. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Νίκος ή η Αντωνία;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

Σχήμα 5.2: Ερωτηματολόγιο - Ερώτηση 3.4

Απάντηση 1^η: μαθητής ομάδας 1, pre – test

«Την υποστηρίζει καλύτερα η Αντωνία, γιατί λέει/αναφέρει αποκλειστικά τα λόγια του καθηγητή. Ύστερα το διατυπώνει και η Αντωνία έχοντας σιγουριά για την άποψη της και την αναλύει. Τα λόγια του καθηγητή έχουν άλλη βαρύτητα».

Αξιολόγηση απάντησης 1

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει λανθασμένα. Συνεπώς, η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 0.

Απάντηση 2^η: ίδιος μαθητής ομάδας 1, post – test

«Την υποστηρίζει καλύτερα ο Νίκος γιατί παίρνει στοιχεία από τον πίνακα».

Αξιολόγηση απάντησης 2

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που βρίσκονται μόνο στο ένα επιχείρημα. Συνεπώς η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 2.

Απάντηση 3^η: μαθητής ομάδας 2, pre – test

«Ο Νίκος. Υποστηρίζει την άποψη του επειδή χρησιμοποιεί παραδείγματα ενώ η Αντωνία δεν είναι ορθή στην άποψη της και είναι λιγότερο κατανοητή».

Αξιολόγηση απάντησης 3

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που βρίσκονται μόνο στο ένα επιχείρημα. Συνεπώς η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 2.

Απάντηση 4^η: ίδιος μαθητής ομάδας 2, post – test

«Ο Νίκος γιατί χρησιμοποιεί παραδείγματα από τον πίνακα ενώ η Αντωνία ότι είπε ο καθηγητής».

Αξιολόγηση απάντησης 4

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει ορθά και κρίνει την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται και στα δύο επιχειρήματα. Συνεπώς η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 3.

5.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα κριτήρια αξιολόγησης της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα καθώς και τα κριτήρια αξιολόγησης της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα. Τέλος, εξηγήθηκε ο τρόπος που αναλύθηκαν τα δεδομένα της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας γίνεται στο παρόν κεφάλαιο και περιλαμβάνει πέντε μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.2). Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.3). Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.4). Στο τέταρτο μέρος περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα (βλ. ενότητα 6.5). Τέλος, στο πέμπτο μέρος παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων έξι μαθητών των ομάδων 1 και 2, κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών (βλ. ενότητα 6.6).

6.2 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων

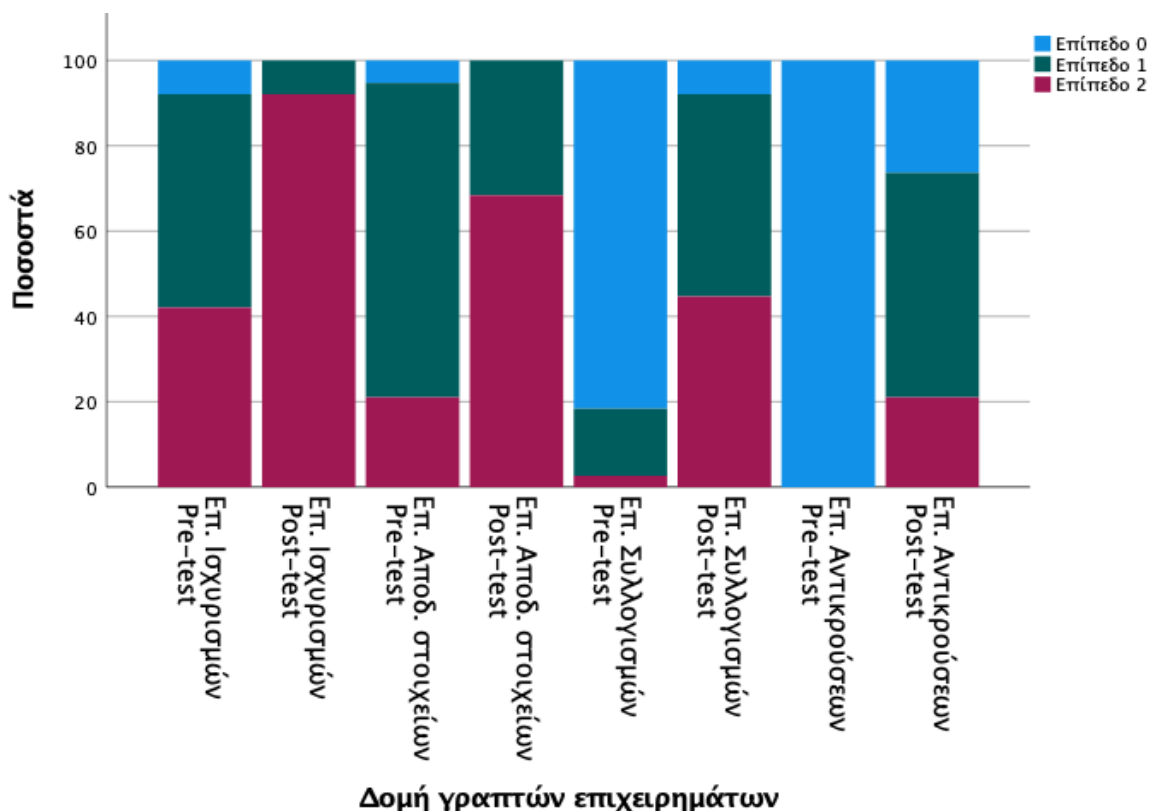
Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της έρευνας για την επάρκεια των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις 1 και 2.

Διδακτική παρέμβαση 1 (Ομάδα μαθητών 1)

Στον Πίνακα 6.1 και στο Σχήμα 6.1 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.1: Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Επάρκεια ισχυρισμών		Επάρκεια αποδ. στοιχείων		Επάρκεια συλλογισμών		Επάρκεια αντικρούσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	3	0	2	0	31	3	38	10
Επίπεδο 1	19	3	28	12	6	18	0	20
Επίπεδο 2	16	35	8	26	1	17	0	8



Σχήμα 6.1: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test

Επάρκεια ισχυρισμών

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (50%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1). Λίγο μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (42,1%) που περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2) ενώ συγκριτικά μικρότερο ήταν και

το ποσοστό αυτών (7,9%) που δεν περιλάμβαναν ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, σχεδόν όλα τα επιχειρήματα των μαθητών (92,1%) περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2), πολύ μικρό ποσοστό (7,9%) περιλάμβανε μερικώς επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1) ενώ δεν υπήρχαν επιχειρήματα που να μην περιλαμβάνουν ισχυρισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=20,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια αποδεικτικών στοιχείων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (73,7%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Πολύ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (21,1%) που περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2) ενώ πολύ μικρό ήταν και το ποσοστό αυτών (5,3%) που δεν περιλάμβαναν καθόλου αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (68,4%) περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2), μικρότερο ποσοστό (31,6%) περιλάμβανε μερικώς επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) ενώ δεν υπήρχαν επιχειρήματα που να μην περιλαμβάνουν αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=19,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια συλλογισμών

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (81,6%) δεν περιείχαν συλλογισμούς (επίπεδο 0). Πολύ

μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (15,8%) που περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ μόνο ένας μαθητής (2,6%) έγραψε επαρκή συλλογισμό (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (47,4%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1), σχεδόν το ίδιο ποσοστό (44,7%) περιλάμβανε επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 2) ενώ ένα μικρό ποσοστό (7,9%) δεν περιείχε συλλογισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=31,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια αντικρούσεων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, κανένας μαθητής δεν έγραψε αντίκρουση. Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (52,6%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς αντικρούσεις (επίπεδο 1), μικρότερο ποσοστό (21,1%) περιλάμβανε επαρκείς αντικρούσεις (επίπεδο 2) ενώ το ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών που δεν περιείχε αντικρούσεις ήταν 26,3% (επίπεδο 0).

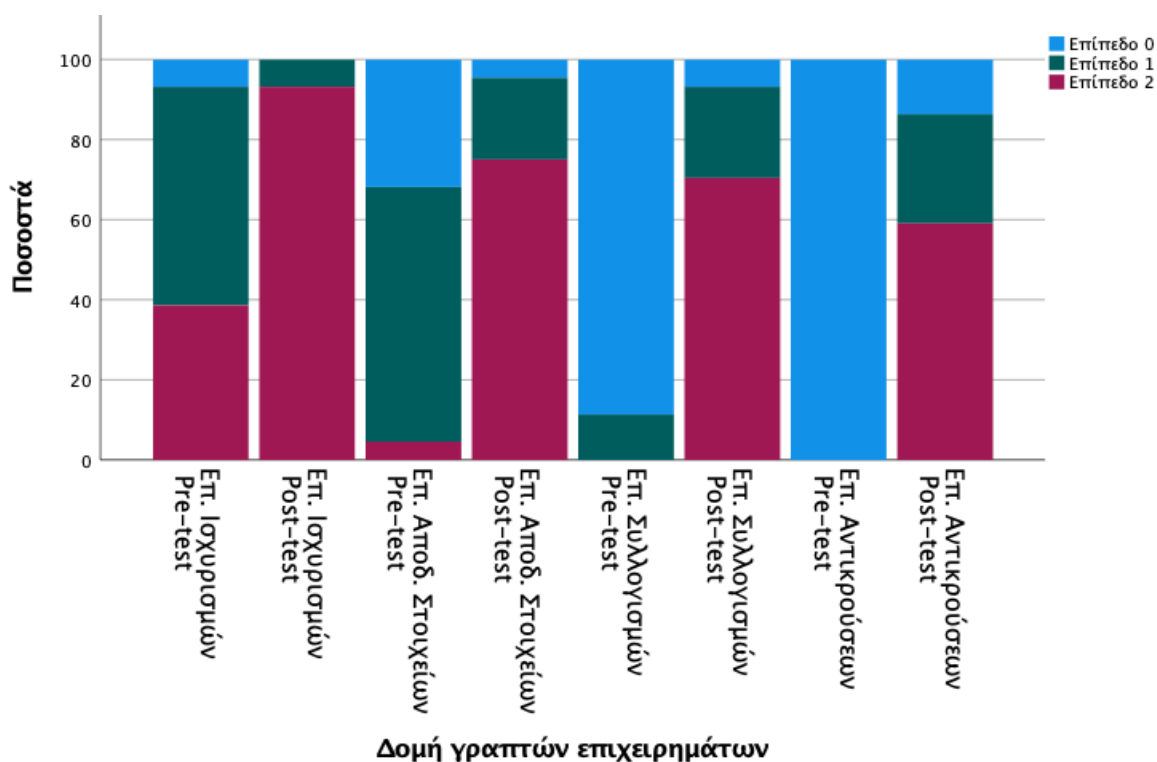
Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αντικρούσεων της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=24,444$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αντικρούσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Διδακτική παρέμβαση 2 (Ομάδα μαθητών 2)

Στον Πίνακα 6.2 και στο Σχήμα 6.2 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.2: Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Επάρκεια ισχυρισμών		Επάρκεια αποδ. στοιχείων		Επάρκεια συλλογισμών		Επάρκεια αντικρούσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	3	0	14	2	39	3	44	6
Επίπεδο 1	24	6	28	9	5	10	0	12
Επίπεδο 2	17	38	2	33	0	31	0	26



Σχήμα 6.2: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test

Επάρκεια ισχυρισμών

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (54,5%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1). Αρκετά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (38,6%) που

περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2). Συγκριτικά μικρότερο ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (6,8%) που δεν περιλάμβαναν ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρημάτων των μαθητών (75%) περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2), πολύ μικρό ποσοστό (25%) περιλάμβανε μερικώς επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1) ενώ δεν υπήρχαν επιχειρήματα που να μην περιλαμβάνουν ισχυρισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=24,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια αποδεικτικών στοιχείων

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (63,6%) περιλάμβαναν μερικώς επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,5%) που περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2) ενώ αρκετά μεγάλο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (31,8%) που δεν περιλάμβαναν καθόλου αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (75%) περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2), πολύ μικρότερο ποσοστό (20,5%) περιλάμβανε μερικώς επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) ενώ μόλις 2 μαθητές (4,5%) δεν συμπεριέλαβαν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα τους (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=34,154$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια συλλογισμών

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (88,6%) δεν περιείχαν συλλογισμούς (επίπεδο 0). Πολύ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (11,4%) που περιλάμβαναν μερικώς επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ κανένας μαθητής δεν έγραψε επαρκή συλλογισμό (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (70,5%) περιλάμβαναν επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 2), πολύ μικρότερο ποσοστό (22,7%) περιλάμβανε μερικώς επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ ένα μικρό ποσοστό (6,8%) δεν περιείχε συλλογισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=39,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

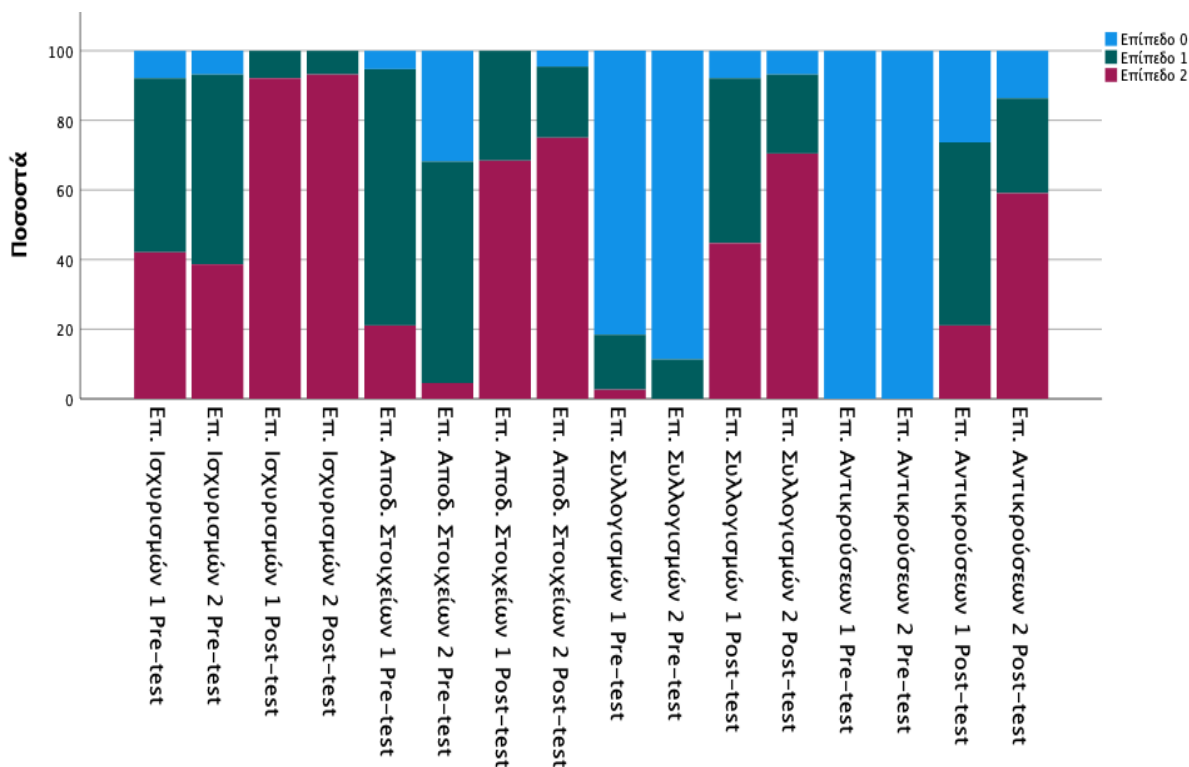
Επάρκεια αντικρούσεων

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, κανένας μαθητής δεν έγραψε αντίκρουση. Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (59,1%) περιλάμβαναν επαρκείς αντικρούσεις (επίπεδο 2), αρκετά μικρότερο ποσοστό (27,3%) περιλάμβανε μερικώς επαρκείς αντικρούσεις (επίπεδο 1) ενώ το ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών που δεν περιείχε αντικρούσεις ήταν 13,6% (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αντικρούσεων της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=35,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αντικρούσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Σύγκριση των διδακτικών παρεμβάσεων

Στο Σχήμα 6.3 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και στο post-test.



Σχήμα 6.3: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test

Το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο pre-test αναφορικά με την επάρκεια των ισχυρισμών [$\chi^2(2)=0,17$ και $p=0,92>0,05$], των συλλογισμών [$\chi^2(2)=1,57$ και $p=0,46>0,05$] και των αντικρούσεων [$\chi^2(2)=0$ και $p=1>0,05$].

Επίσης, το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με την επάρκεια των ισχυρισμών [$\chi^2(2)=0,69$ και $p=0,71>0,05$] και των αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(2)=2,84$ και $p=0,24>0,05$]. Όμως, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με την επάρκεια των συλλογισμών [$\chi^2(2)=5,16$ και $p=0,041<0,05$] και των αντικρούσεων [$\chi^2(2)=12,16$ και $p=0,002<0,05$]. Ειδικότερα, οι μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκε η παρέμβαση 2 έτειναν στο post-test να

συγκροτούν επιχειρήματα επαρκέστερα ως προς τους συλλογισμούς και τις αντικρούσεις σε σχέση με τους μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκε η παρέμβαση 1.

Επίσης, σχετικά με την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων, μεγαλύτερη ήταν η βελτίωση που παρουσιάστηκε στα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών στο επίπεδο 2 στην παρέμβαση 2 συγκριτικά με την παρέμβαση 1. Ειδικότερα, ενώ στην παρέμβαση 1 η βελτίωση ήταν από 21,1% στο 68,4%, στην παρέμβαση 2 η βελτίωση ήταν από 4,5% στο 75%.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδασκτική παρέμβαση 2) επέφερε καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με τη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με τη διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδασκτική παρέμβαση 1).

6.3 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων

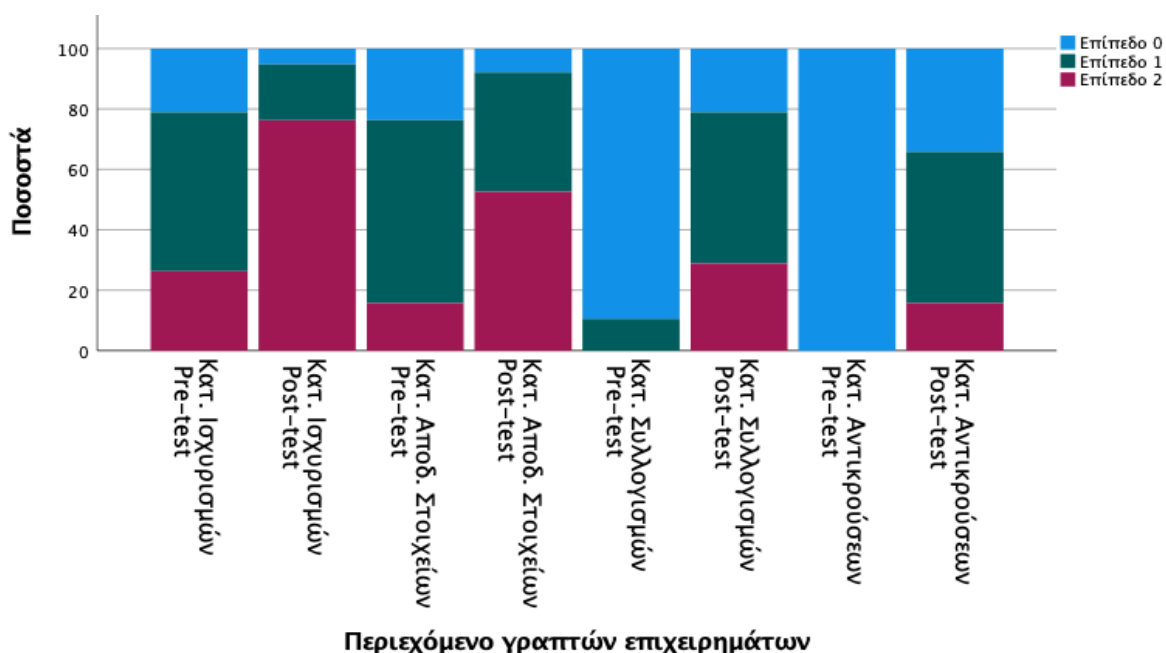
Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της έρευνας για την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις 1 και 2.

Διδακτική παρέμβαση 1 (Ομάδα μαθητών 1)

Στον Πίνακα 6.3 και στο Σχήμα 6.4 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.3: Τα επίπεδα καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Καταλληλότητα ισχυρισμών		Καταλληλότητα αποδ. στοιχείων		Καταλληλότητα συλλογισμών		Καταλληλότητα αντικρούσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	8	2	9	3	34	9	38	13
Επίπεδο 1	20	7	23	15	4	19	0	19
Επίπεδο 2	10	29	6	20	0	11	0	6



Σχήμα 6.4: Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test

Καταλληλότητα ισχυρισμών

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (52,6%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 1). Μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (26,3%) που περιλάμβαναν κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 2) ενώ πολύ μικρότερο επίσης ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (21,1%) που περιλάμβαναν ακατάλληλους

ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρημάτων των μαθητών (76,3%) περιλάμβαναν κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 2), πολύ μικρό ποσοστό (18,4%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 1) ενώ μόνο 2 μαθητές (5,3%) παρήγαγαν επιχειρήματα με ακατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=20,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Καταλληλότητα αποδεικτικών στοιχείων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (60,5%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Πολύ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (23,7%) που περιλάμβαναν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) ενώ ακόμα μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (15,8%) που περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (52,6%) περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2), μικρότερο ποσοστό (39,5%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) ενώ υπήρχαν 3 μαθητές (7,9%) των οποίων τα επιχειρήματα περιλάμβαναν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=15,000$ $p<0,002$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Καταλληλότητα συλλογισμών

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (89,5%) περιείχαν ακατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 0). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (10,5%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ κανένας μαθητής δεν έγραψε κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, οι μισοί μαθητές (50%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 1) στα επιχειρήματα τους, μικρότερο ποσοστό μαθητών (28,9%) περιλάμβανε κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 2) ενώ λίγο μικρότερο ποσοστό (21,1%) έγραψε ακατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=27,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Καταλληλότητα αντικρούσεων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, κανένας μαθητής δεν έγραψε κατάλληλη αντίκρουση. Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, οι μισοί μαθητές (50%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις (επίπεδο 1), μικρότερο ποσοστό (34,2%) έγραψε ακατάλληλες αντικρούσεις (επίπεδο 0) ενώ ακόμα μικρότερο ήταν το ποσοστό (15,8%) των μαθητών που παρήγαγε κατάλληλες αντικρούσεις (επίπεδο 0).

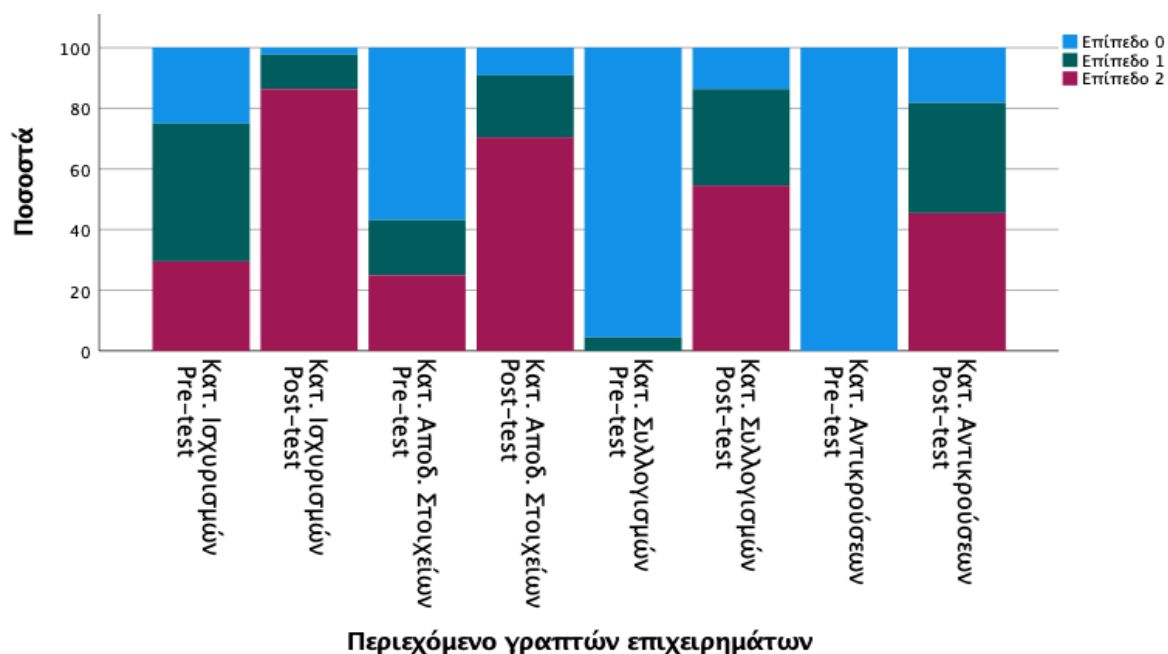
Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αντικρούσεων της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=20,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των αντικρούσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Διδακτική παρέμβαση 2 (Ομάδα μαθητών 2)

Στον Πίνακα 6.4 και στο Σχήμα 6.5 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.4: Τα επίπεδα καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Καταλληλότητα ισχυρισμών		Καταλληλότητα αποδ. στοιχείων		Καταλληλότητα συλλογισμών		Καταλληλότητα αντικρούσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	11	1	25	4	42	6	44	8
Επίπεδο 1	20	5	8	9	2	14	0	16
Επίπεδο 2	13	38	11	31	0	24	0	20



Σχήμα 6.5: Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test

Καταλληλότητα ισχυρισμών

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (45,5%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 1). Μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (29,5%) που περιλάμβαναν κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 2). Λίγο μικρότερο ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (25%) που περιλάμβαναν ακατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρημάτων των μαθητών (86,4%) περιλάμβανε κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 2), πολύ μικρότερο ποσοστό (11,4%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς (επίπεδο 1) ενώ μόνο ένας μαθητής (2,3%) παρήγαγε επιχείρημα με ακατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=23,235$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Επάρκεια αποδεικτικών στοιχείων

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (56,8%) περιλάμβαναν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (25%) που περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2) ενώ λίγο μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (18,2%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (70,5%) περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2), πολύ μικρότερο ποσοστό (20,5%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) ενώ πολύ λίγοι μαθητές (9,1%) συμπεριέλαβαν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματά τους (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=24,667$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική

βελτίωση της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Καταλληλότητα συλλογισμών

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (95,5%) περιείχαν ακατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 0). Πολύ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,5%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ κανένας μαθητής δεν έγραψε κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (54,5%) περιλάμβαναν κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 2), μικρότερο ποσοστό (31,8%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (13,6%) περιείχε ακατάλληλους συλλογισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=32,427$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

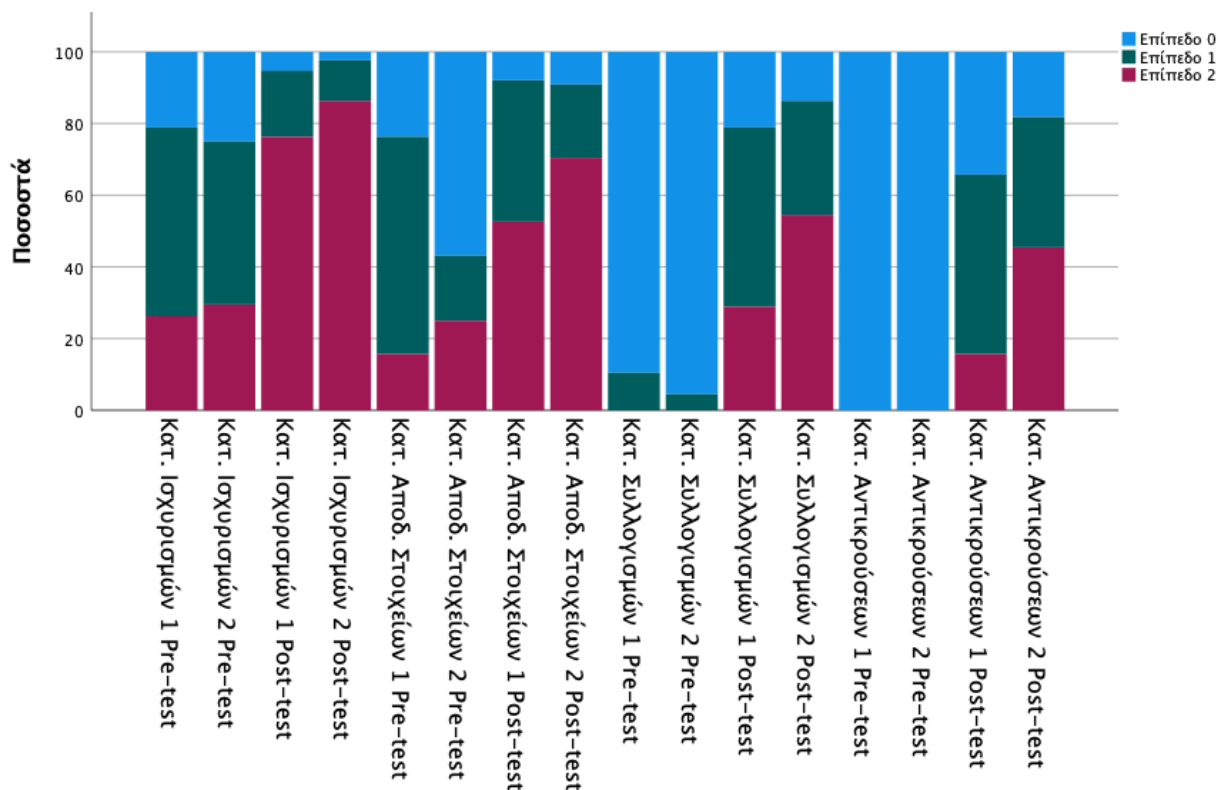
Καταλληλότητα αντικρούσεων

Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, κανένας μαθητής δεν έγραψε κατάλληλη αντίκρουση. Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (45,5%) περιλάμβαναν κατάλληλες αντικρούσεις (επίπεδο 2), μικρότερο ποσοστό (36,4%) περιλάμβανε μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις (επίπεδο 1) ενώ το ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών που περιείχε ακατάλληλες αντικρούσεις ήταν 18,2% (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αντικρούσεων της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=36,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των αντικρούσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Σύγκριση των διδακτικών παρεμβάσεων

Στο Σχήμα 6.6 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και στο post-test.



Σχήμα 6.6: Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test

Το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο pre-test αναφορικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών [$\chi^2(2)=0,43$ και $p=0,81>0,05$], των συλλογισμών [$\chi^2(2)=1,08$ και $p=0,58>0,05$] και των αντικρούσεων [$\chi^2(2)=0$ και $p=1>0,05$].

Επίσης, το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με την καταλληλότητα των ισχυρισμών [$\chi^2(2)=1,44$ και $p=0,49>0,05$] και των αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(2)=3,6$ και $p=0,17>0,05$]. Όμως, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με την καταλληλότητα των συλλογισμών [$\chi^2(2)=4,91$ και $p=0,032<0,05$] και των αντικρούσεων [$\chi^2(2)=8,59$ και $p=0,01<0,05$]. Ειδικότερα, οι μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκε η παρέμβαση 2

έτειναν στο post-test να συγκροτούν επιχειρήματα καταλληλότερα ως προς τους συλλογισμούς και τις αντικρούσεις σε σχέση με τους μαθητές στους οποίους εφαρμόστηκε η παρέμβαση 1.

Επίσης, σχετικά με την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων, μεγαλύτερη ήταν η βελτίωση που παρουσιάστηκε στα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών στο επίπεδο 2 στην παρέμβαση 2 συγκριτικά με την παρέμβαση 1. Ειδικότερα, ενώ στην παρέμβαση 1 η βελτίωση ήταν από 15,8% στο 52,6%, στην παρέμβαση 2 η βελτίωση ήταν από 25% στο 70,5%.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 2) επέφερε καλύτερα αποτελέσματα αναφορικά με το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με τη διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 1).

6.4 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων

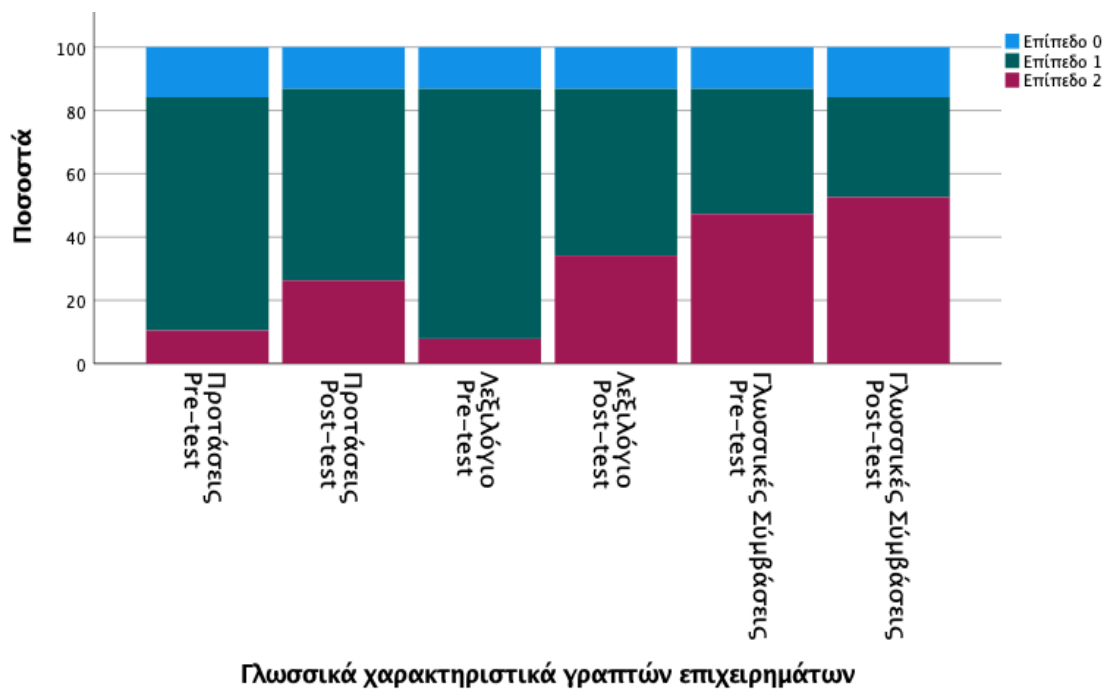
Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της έρευνας για τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις 1 και 2.

Διδακτική παρέμβαση 1 (Ομάδα μαθητών 1)

Στον Πίνακα 6.5 και στο Σχήμα 6.7 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.5: Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Πληρότητα - συνθετότητα προτάσεων		Χρήση λεξιλογίου		Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	6	5	5	5	5	6
Επίπεδο 1	28	23	30	20	15	12
Επίπεδο 2	4	10	3	13	18	20



Σχήμα 6.7: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 στο pre-test και post-test

Πληρότητα και συνθετότητα προτάσεων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (73,7%) περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή

(επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (15,6%) που περιλάμβαναν ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0). Λίγο μικρότερο ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (10,5%) που περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 1, το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρημάτων των μαθητών (60,5%) εξακολούθησαν να περιλαμβάνουν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1), μικρότερο ποσοστό (26,3%) περιλάμβανε πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2) ενώ ακόμα μικρότερο ποσοστό (13,2%) περιλάμβανε ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=4,700$ $p=0,195>0,05$. Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη συγκρότηση προτάσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Χρήση λεξιλογίου

Για την ομάδα 1 προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, οι περισσότεροι μαθητές στα επιχειρήματά τους (78,9%) χρησιμοποίησαν περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (13,2%) στα οποία έγινε λανθασμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0), ενώ ακόμα πιο μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (7,9%) στα οποία χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, στα περισσότερα επιχειρήματα (52,6%) χρησιμοποιήθηκε και πάλι περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1), μικρότερο ποσοστό (34,2%) περιλάμβανε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2), ενώ στα υπόλοιπα (13,2%) υπήρχε λανθασμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=9,476$ $p=0,024<0,05$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη χρήση λεξιλογίου των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, στα περισσότερα επιχειρήματα (47,4%) δεν υπήρχαν καθόλου λάθη. Λίγο μικρότερο ποσοστό (39,5%) των γραπτών επιχειρημάτων περιείχε έως τρία λάθη (επίπεδο 1), ενώ μικρότερο ποσοστό (13,2%) περιείχε περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων (15,8%) με περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0) αυξήθηκε, όπως και το ποσοστό αυτών (52,6%) χωρίς λάθη (επίπεδο 2), ενώ μειώθηκε το ποσοστό των επιχειρημάτων (31,6%) στα οποία υπήρχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1).

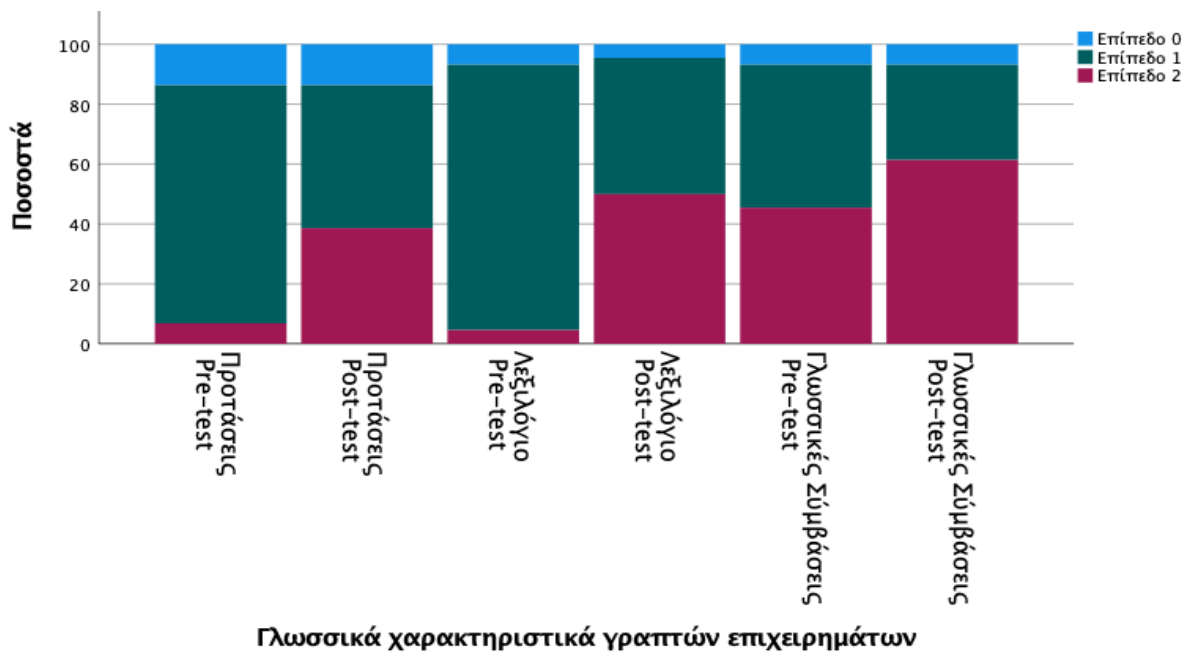
Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(3)=0,533$ $p=0,912>0,05$. Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην τήρηση των γλωσσικών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Διδακτική παρέμβαση 2 (Ομάδα μαθητών 2)

Στον Πίνακα 6.6 και στο Σχήμα 6.8 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.6: Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Πληρότητα - συνθετότητα προτάσεων		Χρήση λεξιλογίου		Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	6	6	3	2	3	3
Επίπεδο 1	35	21	39	20	21	14
Επίπεδο 2	3	17	2	22	20	27



Σχήμα 6.8: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 στο pre-test και post-test

Πληρότητα και συνθετότητα προτάσεων

Σχετικά με την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (79,5%) περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (13,6%) που περιλάμβαναν ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0). Ακόμα μικρότερο ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (6,8%) που περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2). Μετά την διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο μέρος των επιχειρημάτων των μαθητών (47,7%) εξακολούθησαν να περιλαμβάνουν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1), μικρότερο ποσοστό (38,6%) περιλάμβανε πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2) ενώ πολύ μικρότερο ποσοστό (13,6%) περιλάμβανε ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=9,800$ $p=0,002<0,05$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη συγκρότηση προτάσεων των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Χρήση λεξιλογίου

Για την ομάδα 2 προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, οι περισσότεροι μαθητές στα επιχειρήματά τους (88,6%) χρησιμοποίησαν περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (6,8%) στα οποία έγινε λανθασμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0), ενώ ακόμα πιο μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,5%) στα οποία χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, στα περισσότερα επιχειρήματα (50%) χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2), λίγο μικρότερο ποσοστό (45,5%) περιλάμβανε περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1), ενώ στα υπόλοιπα (4,5%) υπήρχε λανθασμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=21,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη χρήση λεξιλογίου των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Τήρηση γλωσσικών συμβάσεων

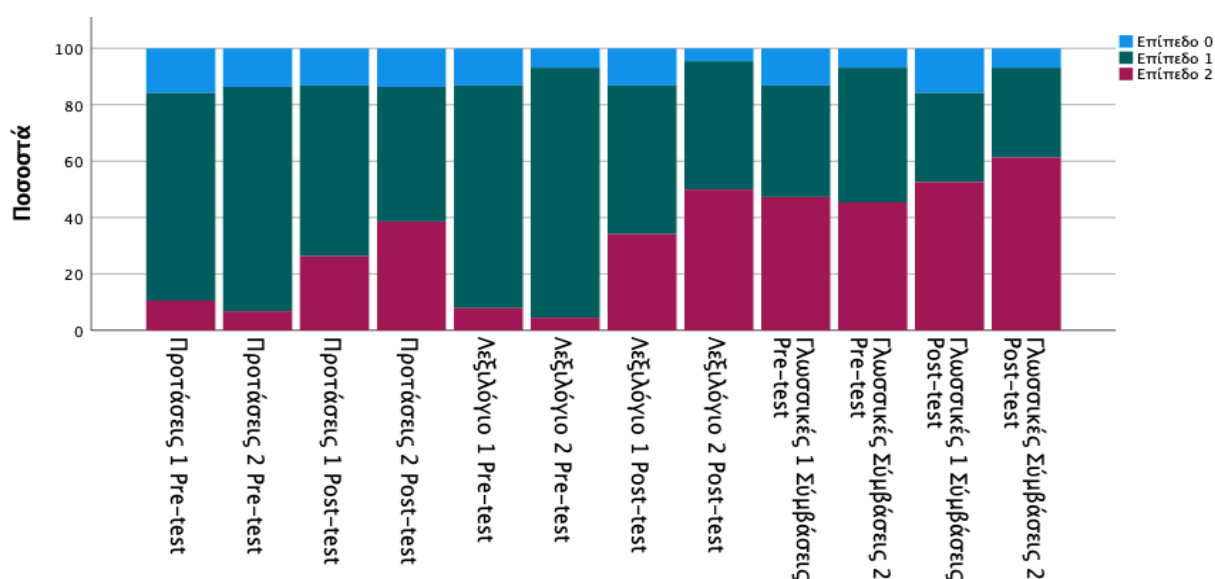
Σχετικά με την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, στα περισσότερα επιχειρήματα (47,7%) υπήρχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1). Λίγο μικρότερο ποσοστό (45,5%) των γραπτών επιχειρημάτων δεν περιείχε καθόλου λάθη (επίπεδο 2), ενώ πολύ μικρότερο ποσοστό (13,2%) περιείχε περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, το ποσοστό των επιχειρημάτων (6,8%) με περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0) παρέμεινε το ίδιο. Το ποσοστό των επιχειρημάτων (61,4%) χωρίς καθόλου λάθη (επίπεδο 2) αυξήθηκε, ενώ το ποσοστό αυτών (31,8%) που περιείχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1) παρέμεινε σχεδόν το ίδιο.

Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(3)=3,769$ $p=0,052>0,05$.

Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην τήρηση των γλωσσικών των μαθητών από το pre-test στο post-test.

Σύγκριση των διδακτικών παρεμβάσεων

Στο Σχήμα 6.9 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και στο post-test.



Σχήμα 6.9: Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων, χρήσης λεξιλογίου και τήρησης γλωσσικών συμβάσεων των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 στο pre-test και post-test

Το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο pre-test αναφορικά με την πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων [$\chi^2(2)=0,48$ και $p=0,79>0,05$], την χρήση λεξιλογίου [$\chi^2(2)=1,44$ και $p=0,49>0,05$] και την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων [$\chi^2(2)=1,17$ και $p=0,56>0,05$].

Επίσης, το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με την πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων [$\chi^2(2)=1,57$ και $p=0,46>0,05$], την χρήση λεξιλογίου [$\chi^2(2)=3,18$ και $p=0,20>0,05$] και την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων [$\chi^2(2)=1,77$ και $p=0,41>0,05$].

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 2) επέφερε αντίστοιχα αποτελέσματα αναφορικά με το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών συγκριτικά με τη διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 1).

6.5 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα

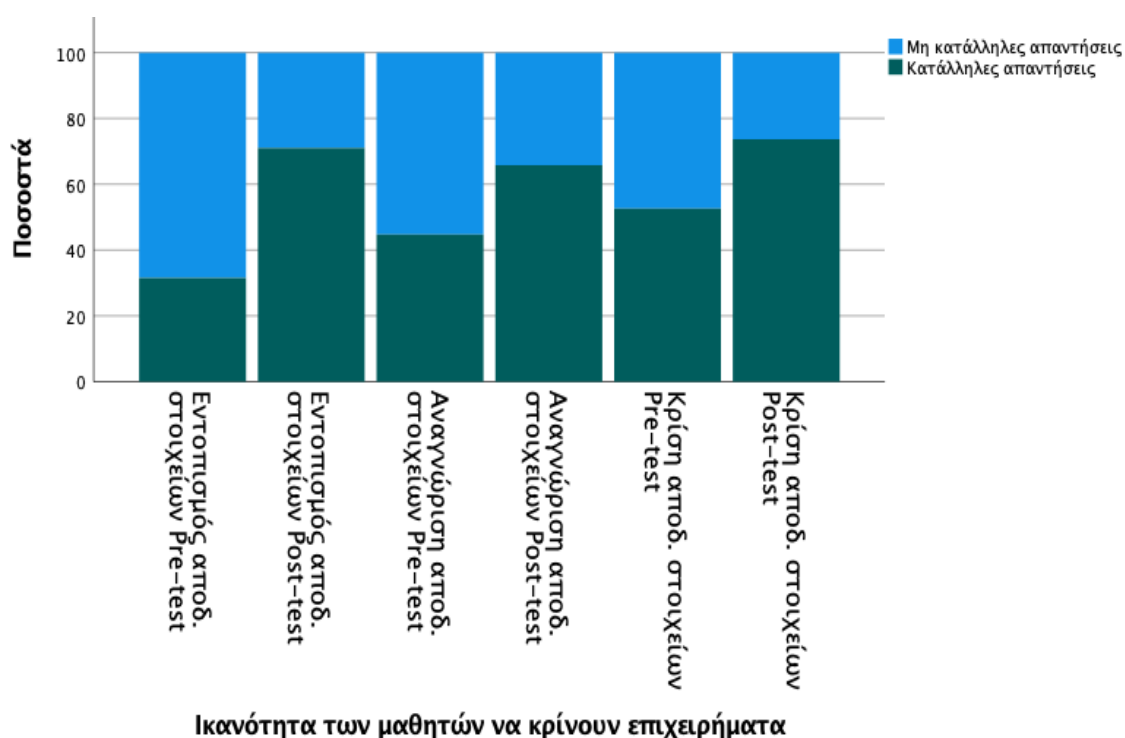
Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, τα αποτελέσματα για την ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε ένα επιχείρημα, τα αποτελέσματα της έρευνας για την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία και, τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα που διαθέτουν ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις 1 και 2.

Διδακτική παρέμβαση 1 (Ομάδα μαθητών 1)

Στον Πίνακα 6.7 και στο Σχήμα 6.10 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων, στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα και στην ικανότητά τους να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.7: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Εντοπισμός αποδεικτικών στοιχείων		Αναγνώριση αποδεικτικών στοιχείων		Κρίση αποδεικτικών στοιχείων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Κατάλληλες	12	27	17	25	20	28
Μη κατάλληλες	26	11	21	13	18	10



Σχήμα 6.10: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test

Εντοπισμός των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων

Όσον αφορά την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, οι περισσότεροι μαθητές δεν εντόπισαν σωστά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν (68,4%), ενώ οι υπόλοιποι εντόπισαν σωστά τα αποδεικτικά στοιχεία (31,6%). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, το μεγαλύτερο μέρος

των μαθητών (71,1%) μπόρεσε να εντοπίσει ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία ενώ οι υπόλοιποι (28,9%) δεν μπόρεσαν να τα εντοπίσουν.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(1)=13,067$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν από το pre-test στο post-test.

Αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα γραπτά επιχειρήματα

Όσον αφορά την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, οι περισσότεροι μαθητές (55,3%) δεν κατάφεραν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν ενώ λιγότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών (44,7%) που αναγνώρισαν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν. Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, το ποσοστό των μαθητών (65,8%) που κατάφεραν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν αυξήθηκε, ενώ το ποσοστό των μαθητών (34,2%) που δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν, μειώθηκε.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, με $\chi^2(1)=3,500$, $p=0,057>0,05$. Επομένως, δε διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα από το pre-test στο post-test.

Ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία

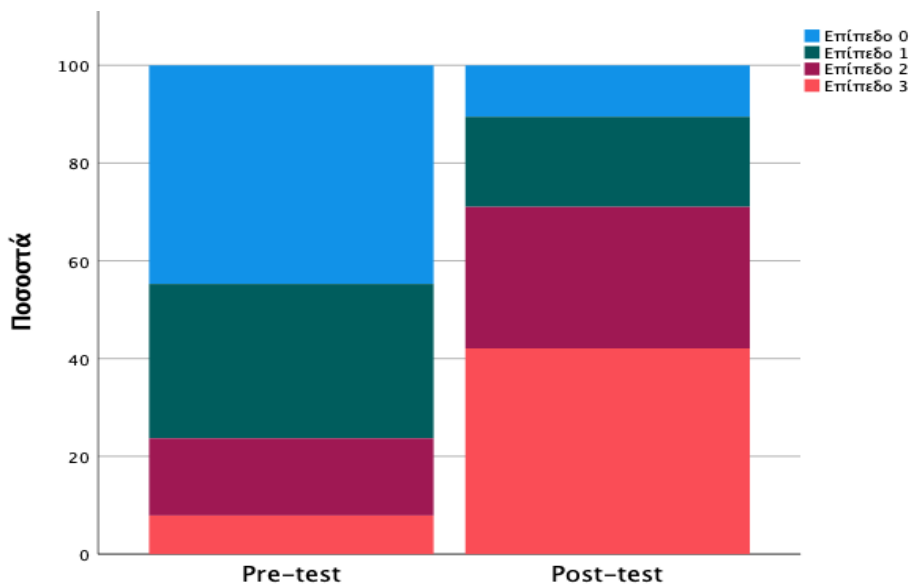
Όσον αφορά την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, οι περισσότεροι μαθητές (52,6%) κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Μικρότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών (47,4%) που δεν κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, το ποσοστό των μαθητών (73,7%) που κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό αυξήθηκε, ενώ το ποσοστό των μαθητών (26,3%) που δεν μπόρεσαν, μειώθηκε.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, με $\chi^2(1)=4,900$ $p=0,02 < 0,05$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων από το pre-test στο post-test.

Στον Πίνακα 6.8 και στο Σχήμα 6.11 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που αφορούν στην αξιολόγηση επιχειρημάτων που έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.8: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Αξιολόγηση επιχειρημάτων με τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία	
	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	17	4
Επίπεδο 1	12	7
Επίπεδο 2	6	11
Επίπεδο 3	3	16



Σχήμα 6.11: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test

Όσον αφορά την ομάδα 1 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 1, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (44,7%) δεν επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0). Μικρότερο είναι το ποσοστό των μαθητών (31,6%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς αιτιολόγηση ή επέλεξαν σωστά αναφέροντας μόνο ότι το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρότερα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Ακόμα μικρότερο είναι και το ποσοστό των μαθητών (15,8%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας μόνο την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων του ενός επιχειρήματος (επίπεδο 2). Τέλος, πολύ μικρό είναι το ποσοστό των μαθητών (7,9%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των δύο επιχειρημάτων (επίπεδο 3). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (42,1%) επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των δύο επιχειρημάτων (επίπεδο 3). Αυξημένο εμφανίζεται επίσης και το ποσοστό των μαθητών (28,9%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων του ενός μόνο επιχειρήματος (επίπεδο 2). Μειωμένο εμφανίζεται το ποσοστό των μαθητών (18,4%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς αιτιολόγηση ή επέλεξαν σωστά αναφέροντας μόνο ότι το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει

ισχυρότερα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) όπως επίσης και το ποσοστό των μαθητών (10,5%) που δεν επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχειρήμα (επίπεδο 0).

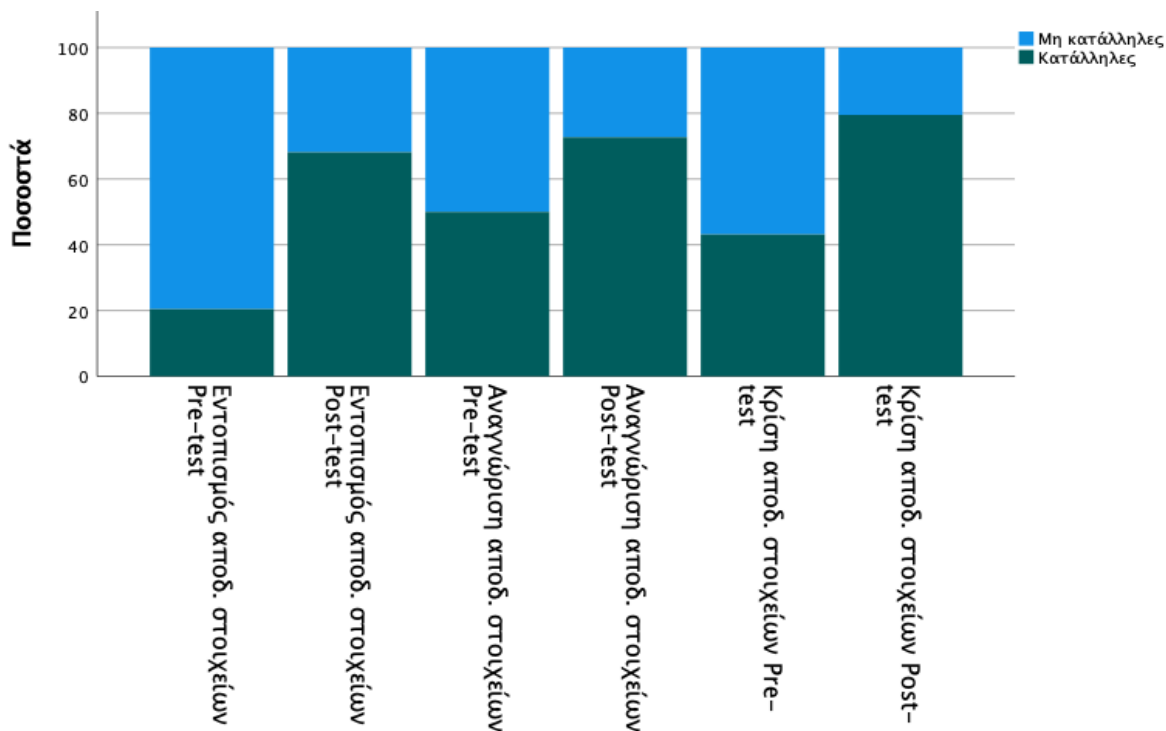
Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 1 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδα 2, 3) που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, $\chi^2(6)=31,000$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία από το pre-test στο post-test.

Διδακτική παρέμβαση 2 (Ομάδα μαθητών 2)

Στον Πίνακα 6.9 και στο Σχήμα 6.12 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων, στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα και στην ικανότητά τους να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.9: Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Εντοπισμός αποδεικτικών στοιχείων		Αναγνώριση αποδεικτικών στοιχείων		Κρίση αποδεικτικών στοιχείων	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Κατάλληλες	9	30	22	32	19	35
Μη κατάλληλες	35	14	22	12	25	9



Σχήμα 6.12: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test

Εντοπισμός των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων

Όσον αφορά την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, οι περισσότεροι μαθητές δεν εντόπισαν σωστά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν (79,5%), ενώ οι υπόλοιποι εντόπισαν σωστά τα αποδεικτικά στοιχεία (20,5%). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών (68,2%) μπόρεσε να εντοπίσει ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία ενώ οι υπόλοιποι (31,8%) δεν μπόρεσαν να τα εντοπίσουν.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, με $\chi^2(1)=17,391$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν από το pre-test στο post-test.

Αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα γραπτά επιχειρήματα

Όσον αφορά την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, οι μισοί μαθητές (50%) δεν κατάφεραν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν και οι μισοί (50%) αναγνώρισαν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν. Μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, το ποσοστό των μαθητών (72,7%) που κατάφεραν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν αυξήθηκε, ενώ το ποσοστό των μαθητών (27,3%) που δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν, μειώθηκε.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, με $\chi^2(1)=5,786$ $p=0,013<0,05$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα από το pre-test στο post-test.

Ικανότητά των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία

Όσον αφορά την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, οι περισσότεροι μαθητές (56,8%) δεν κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Μικρότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών (43,2%) που κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Μετά τη διδακτική παρέμβαση 1, το ποσοστό των μαθητών (79,5%) που κατάφεραν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό αυξήθηκε, ενώ το ποσοστό των μαθητών (20,5%) που δεν μπόρεσε, μειώθηκε.

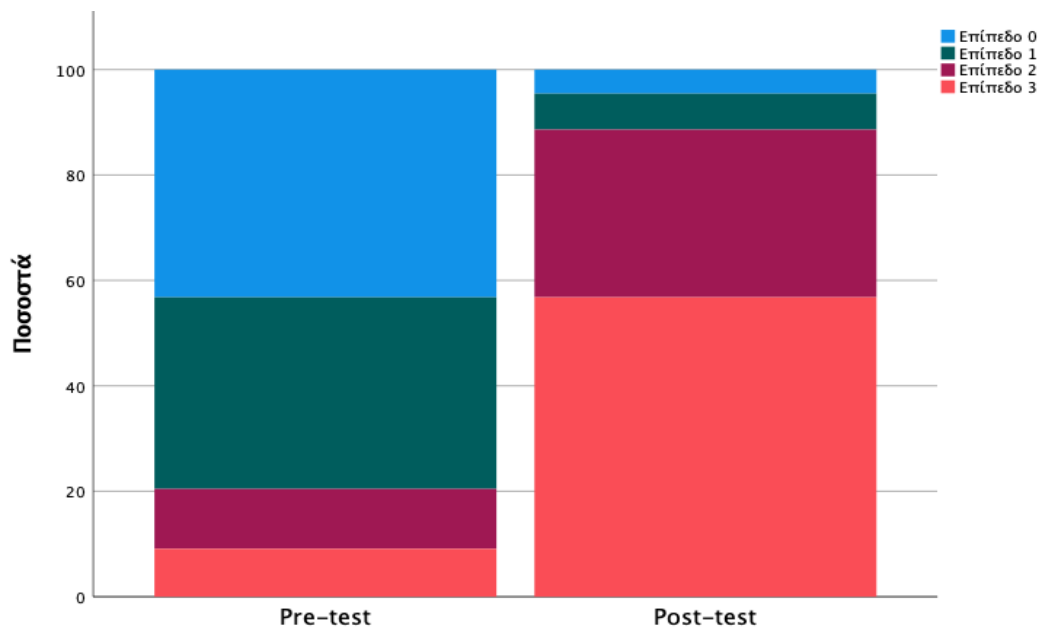
Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που αφορούν

στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, με $\chi^2(1)=11,250$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων από το pre-test στο post-test.

Στον Πίνακα 6.10 και στο Σχήμα 6.13 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά αντίστοιχα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που αφορούν στην αξιολόγηση επιχειρημάτων που έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και στο post-test.

Πίνακας 6.10: Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test: Συχνότητες

	Αξιολόγηση επιχειρημάτων με τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία	
	Pre-test	Post-test
Επίπεδο 0	19	2
Επίπεδο 1	16	3
Επίπεδο 2	5	14
Επίπεδο 3	4	25



Σχήμα 6.13: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test

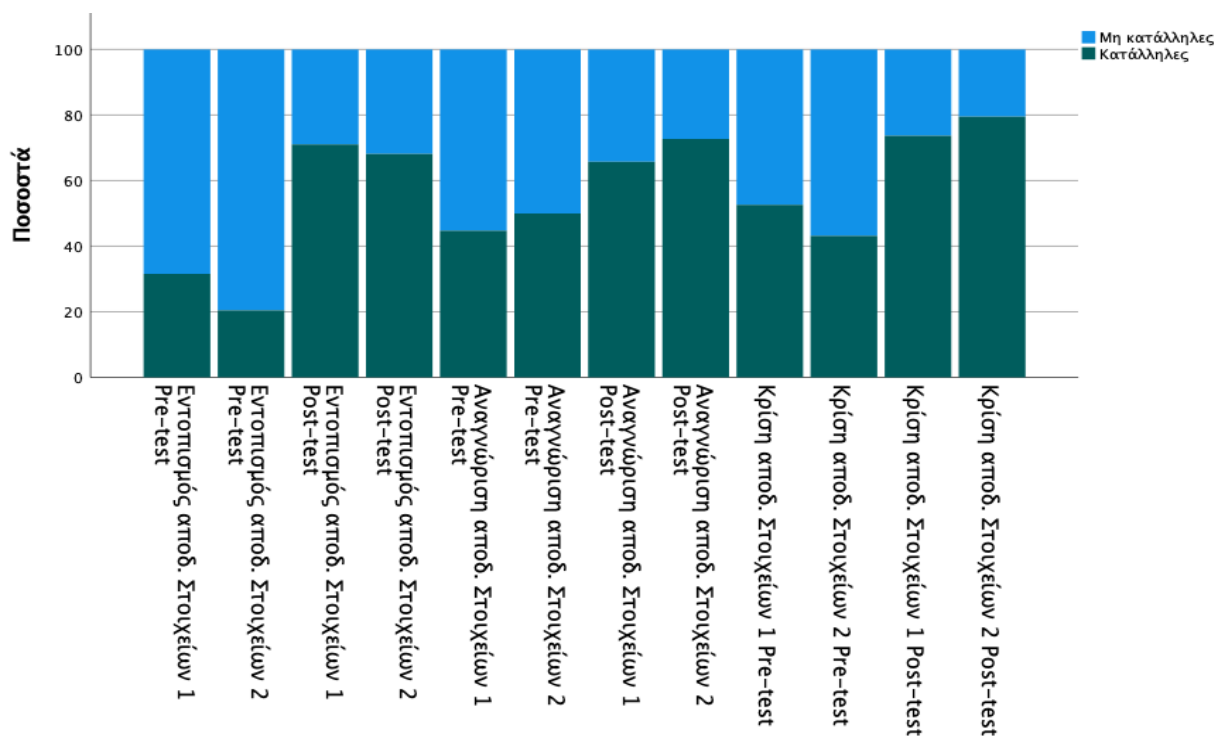
Όσον αφορά την ομάδα 2 προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (43,2%) δεν επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0). Μικρότερο είναι το ποσοστό των μαθητών (36,4%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς αιτιολόγηση ή επέλεξαν σωστά αναφέροντας μόνο ότι το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρότερα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Ακόμα μικρότερο είναι και το ποσοστό των μαθητών (11,4%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας μόνο την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων του ενός επιχειρήματος (επίπεδο 2). Τέλος, πολύ μικρό είναι το ποσοστό των μαθητών (9,1%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των δύο επιχειρημάτων (επίπεδο 3). Μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (56,8%) επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των δύο επιχειρημάτων (επίπεδο 3). Αυξημένο εμφανίζεται επίσης και το ποσοστό των μαθητών (31,8%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα αξιολογώντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων του ενός μόνο επιχειρήματος (επίπεδο 2). Μειωμένο εμφανίζεται το ποσοστό των μαθητών (6,8%) που επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς αιτιολόγηση ή επέλεξαν σωστά αναφέροντας μόνο ότι το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρότερα

αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) όπως επίσης και το ποσοστό των μαθητών (4,5%) που δεν επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0).

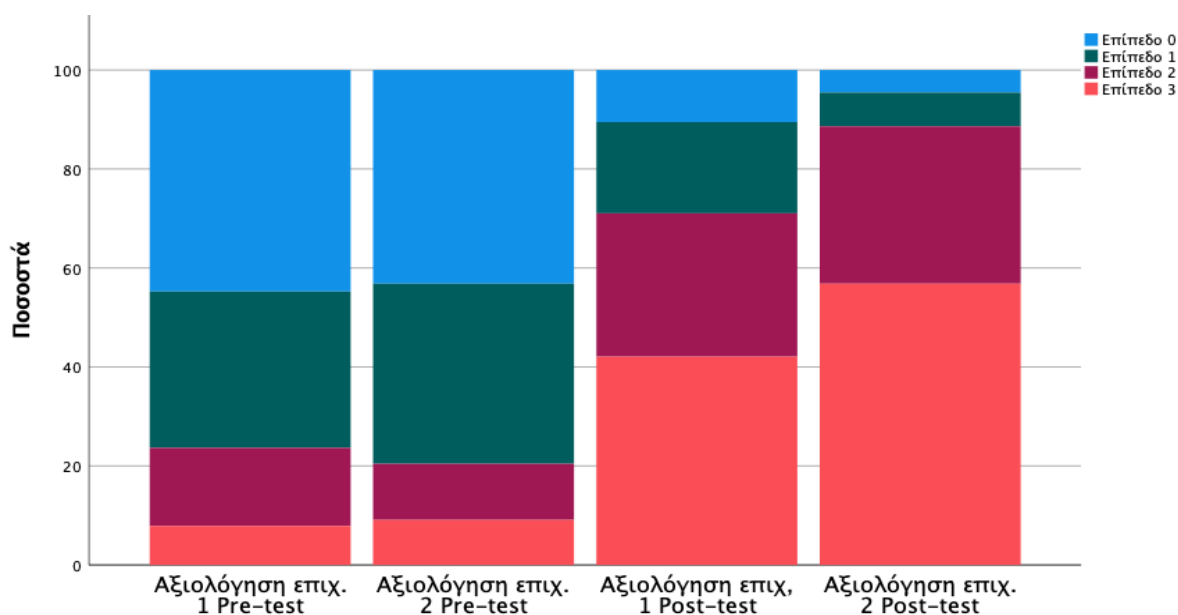
Διαπιστώνεται με το test McNemar – Bowker ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας 2 (επίπεδα 0, 1 και επίπεδα 2, 3) που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση 2, $\chi^2(6)=35,333$ $p<0,001$. Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία από το pre-test στο post-test.

Σύγκριση των διδακτικών παρεμβάσεων

Στα Σχήματα 6.14 και 6.15 παρουσιάζονται τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην ικανότητα των μαθητών των ομάδων 1 και 2 να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και στο post-test.



Σχήμα 6.14: Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 που σχετίζονται με την ικανότητα τους να κρίνουν επιχειρήματα στο pre-test και post-test



Σχήμα 6.15: Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών των ομάδων 1 και 2 που σχετίζονται με την αξιολόγηση των επιχειρημάτων που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στο pre-test και post-test

Το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο pre-test αναφορικά με τον εντοπισμό αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0,8$ και $p=0,37>0,05$], την αναγνώριση αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0,06$ και $p=0,81>0,05$], την κρίση αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0,02$ και $p=0,89>0,05$] και την αξιολόγηση επιχειρημάτων [$\chi^2(3)=0,48$ και $p=0,92>0,05$].

Επίσης, το τεστ χ^2 έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στους μαθητές της παρέμβασης 1 και της παρέμβασης 2 στο post-test αναφορικά με τον εντοπισμό αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0$ και $p=1>0,05$], την αναγνώριση αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0,19$ και $p=0,66>0,05$], την κρίση αποδεικτικών στοιχείων [$\chi^2(1)=0,13$ και $p=0,72>0,05$] και την αξιολόγηση επιχειρημάτων [$\chi^2(3)=4,19$ και $p=0,24>0,05$].

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 2) επέφερε αντίστοιχα αποτελέσματα αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα συγκριτικά με τη διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης

μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδασκτική παρέμβαση 1).

6.6 Μελέτη της εξέλιξης της ποιότητας των επιχειρημάτων ορισμένων μαθητών στη διάρκεια των διδασκαλιών

Στην ενότητα αυτή μελετάται η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων έξι μαθητών, τριών της ομάδας 1 και τριών της ομάδας 2 κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας.

Μαθητής Α (Ομάδα 1)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει η ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες, διότι ${}_3\text{Li}$ έχει 2, ${}_{11}\text{Na}$ έχει 3, ${}_{19}\text{K}$ έχει 4.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων γιατί όταν είχε μια στιβάδα ήταν στην 1^η περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 παρουσιάζει μικρή βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 1 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Α παρουσίασε μικρή βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Ναι εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων. Το Na έχει δύο στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο, το K που έχει 4 βρίσκεται στην 4^η. Αφού το στοιχείο

που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται στην 3^η περίοδο, η περίοδος εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων.

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό, χωρίς κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, περιλαμβάνει ένα συστατικό στοιχείο επιπλέον, τον συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Α παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Η ομάδα εξαρτάται από τον αριθμό. Στον πίνακα φαίνεται ότι το αργίλιο έχει στην εξωτερική στιβάδα 3 και είναι στην 3^η ομάδα και το θείο έχει 6 και βρίσκετε στην έκτη. Από αυτά που έχουμε δει το αργίλιο έχει 3 ηλεκτρόνια και βρίσκετε στην τρίτη ομάδα και σημαίνει ότι η εξωτερική στιβάδα μας δείχνει τον αριθμό. Όποιος λέει ότι τα ηλεκτρόνια καθορίζουν την ομάδα είναι λάθος γιατί τα ηλεκτρόνια δείχνουν τον αριθμό της στιβάδας.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό, επαρκή και μερικώς κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 περιλαμβάνει ένα συστατικό παραπάνω, την αντίκρουση. Ποιοτικά όμως ως προς τα άλλα συστατικά δεν παρουσιάζει περαιτέρω βελτίωση καθώς τα αποδεικτικά στοιχεία και ο συλλογισμός από άποψη περιεχομένου κρίνονται μερικώς κατάλληλα. Συνεπώς, ο μαθητής Α παρουσίασε μικρή βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

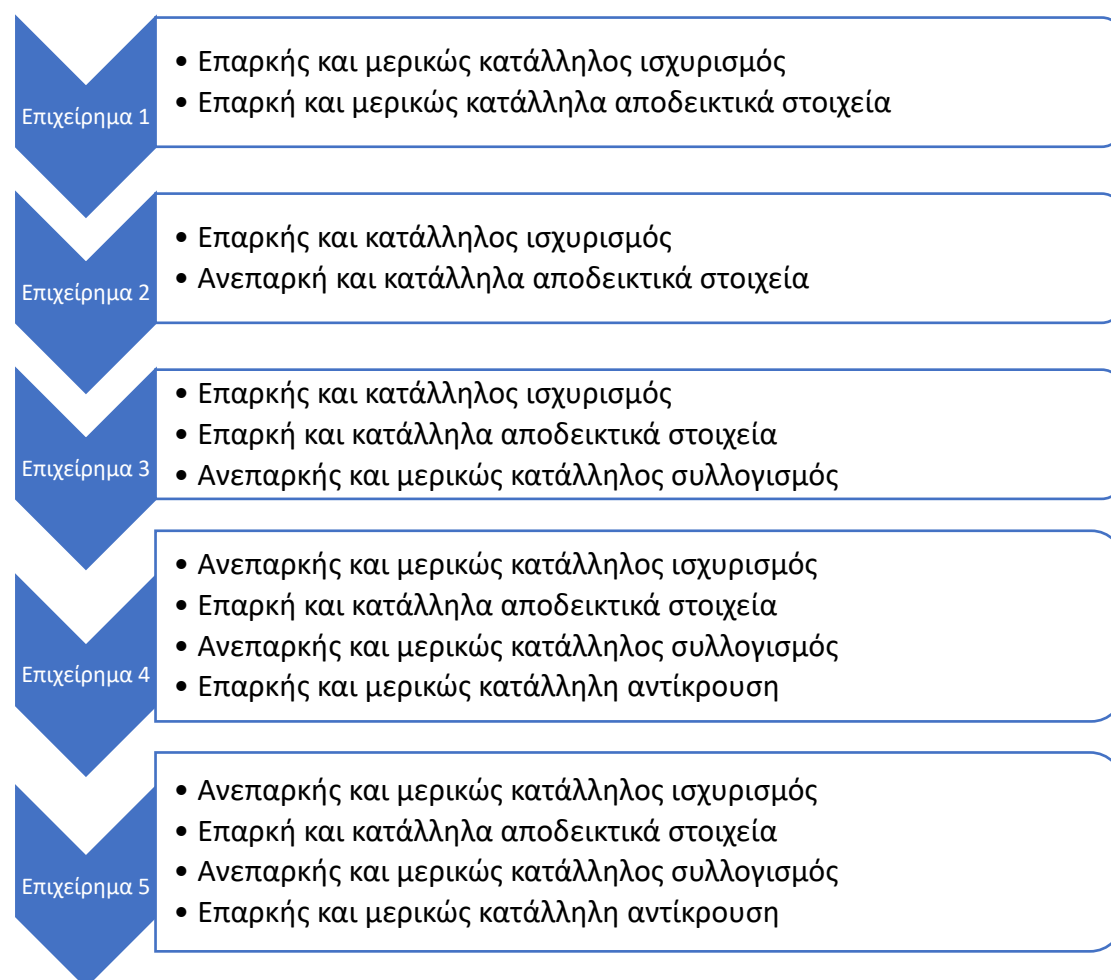
Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Εξαρτάται η ομάδα από τον αριθμό των στιβάδων. Παρατηρώ στον πίνακα ότι το νάτριο έχει στην εξωτερική στιβάδα ένα και βρήσκετε στην 3^η ομάδα και το Mg έχει 2 κι βρίσκετε στην δεύτερη. Από αυτά που έχουμε δει το Na έχει 1 ηλεκτρόνιο και βρίσκετε στην πρώτη ομάδα και σημαίνει ότι η εξωτερική στιβάδα μας

δείχνει τον αριθμό. Οποιος λέει ότι τα ηλεκτρόνια καθορίζουν την ομάδα είναι λάθος γιατί τα ηλεκτρόνια δείχνουν τον αριθμό της στιβάδας.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό, επαρκή και μερικώς κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 ποιοτικά κρίνεται το ίδιο με το επιχείρημα 4 και χωρίς να παρουσιάζει περαιτέρω βελτίωση. Συνεπώς, ο μαθητής Α δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.16 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



Σχήμα 6.16: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α

Από το Σχήμα 6.16 προκύπτει ότι ο Μαθητής Α στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό με επαρκή και μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, βελτίωσε τα επιχειρήματά του με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς. Έπειτα, υπήρξε περεταίρω βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί που ωστόσο ήταν ανεπαρκείς. Στο τέλος, τα τελευταία επιχειρήματα του συμπεριέλαβαν επαρκείς και μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις. Ενώ βελτιώθηκε σημαντικά η επάρκεια και η καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων, ωστόσο βελτιώθηκε μερικώς η επάρκεια και η καταλληλότητα των συλλογισμών και των αντικρούσεων. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν καθώς και η δραστηριότητα 5 του ΦΕ2 που ζητούσε από τους μαθητές να γράψουν ένα επιχείρημα υποδεικνύοντας τα συστατικά του μέρη.

Μαθητής Β (Ομάδα 1)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο επηρεάζει η κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες καθώς όπως βλέπουμε στον παραπάνω πίνακα το λίθιο, του οποίου η ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες καταλαμβάνει 2 στιβάδες, βρίσκεται στην 2^η περίοδο. Το ίδιο συμβαίνει και με το νάτριο και το κάλιο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Ναι, εξαρτάται. Γιατί το στοιχείο είχε μια στιβάδα βρισκόταν στην 1^η περίοδο και όταν είχε 2 στιβάδες βρισκόταν στην 2^η περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά

στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 ποιοτικά κρίνεται το ίδιο με το επιχείρημα 1. Συνεπώς, ο μαθητής Β δεν παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Ναι, η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανομημένα τα ηλεκτρόνια του. Το νάτριο έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο και το κάλιο έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Το στοιχείο που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ αυτό που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται στην 4^η. Αν κάποιος άλλος έλεγε ότι ο αριθμός των στιβάδων δεν καθορίζει την περίοδο, θα ήταν λάθος γιατί ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει πολύ μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει επιπλέον συλλογισμό και αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής Β παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Η ομάδα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας. Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το Al που έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην IIIA ομάδα ενώ το S που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται στην VIA ομάδα. Αφού το Al στην εξωτερική του στιβάδα έχει 3 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην IIIA ομάδα και το ίδιο συμβαίνει για το S, καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος ισχυριζόταν ότι τα ηλεκτρόνια καθορίζουν την ομάδα θα ήταν λάθος γιατί ξέρουμε ότι τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας καθορίζουν την ομάδα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία,

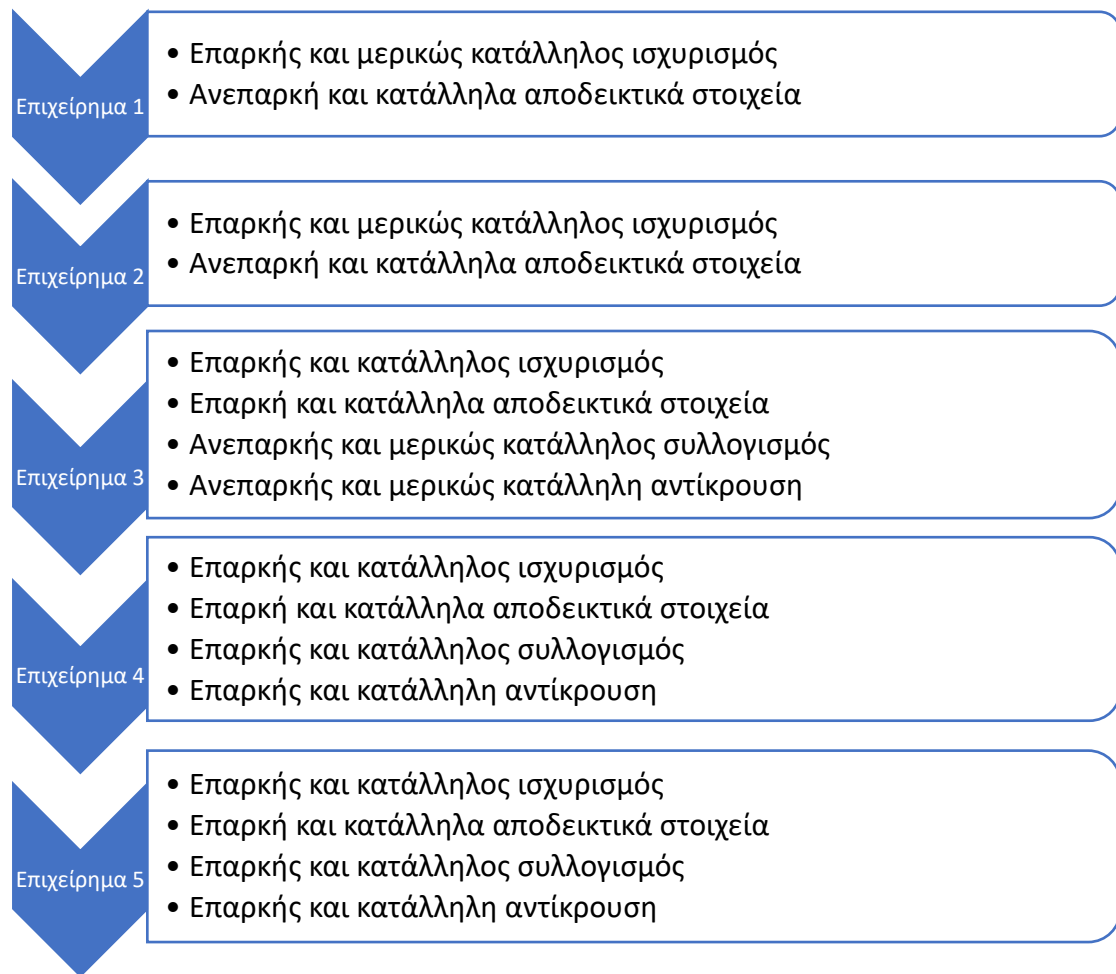
επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 3 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας συλλογισμό και αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής Β παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Ναι, η ομάδα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας. Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι το Na που έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην IA ομάδα ενώ το Mg που έχει δύο ηλεκτρόνια βρίσκεται στην IIA ομάδα. Αφού το Na στην εξωτερική του στιβάδα έχει 1 ηλεκτρόνιο και βρίσκεται στην IA ομάδα και το ίδιο συμβαίνει για το Mg, καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος ισχυριζόταν ότι τα ηλεκτρόνια καθορίζουν την ομάδα θα ήταν λάθος γιατί ξέρουμε ότι τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας καθορίζουν την ομάδα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής Β δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.17 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



Σχήμα 6.17: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β

Από το σχήμα 6.17 προκύπτει ότι ο Μαθητής Β στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς συμπεριέλαβε επαρκείς και μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς να προσθέσει κάποιο άλλο συστατικό. Έπειτα, υπήρξε πολύ σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί και μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις, συστατικά που ωστόσο ήταν ανεπαρκή. Στις τελευταίες δραστηριότητες ο μαθητής Β βελτίωσε ακόμα περισσότερο τα επιχειρήματα με επαρκείς και κατάλληλους συλλογισμούς και με επαρκείς και κατάλληλες αντικρούσεις. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν αλλά και

η δραστηριότητα 5 του ΦΕ2 που ζητούσε από τους μαθητές να γράψουν ένα επιχείρημα υποδεικνύοντας τα συστατικά του μέρη.

Μαθητής Γ (Ομάδα 1)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Η περίοδος επηρεάζεται από τον αριθμό των στιβάδων που έχει ένα στοιχείο κατά την κατανομή όπως παρουσιάζεται και στον πίνακα δηλαδή το ${}^3\text{Li}$ στην κατανομή των e^- έχει 2 στιβάδες άρα ανήκει στην 2^η περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Ναι, σύμφωνα με τον πίνακα ο αριθμός των στιβάδων είναι ίδιος με αυτόν της περιόδου.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 είναι ποιοτικά χειρότερο από το επιχείρημα 1 καθώς περιέχει χαμηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Γ δεν παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του. Με βάση το Na έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το K έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Οι στιβάδες είναι ίδιες με την περίοδο. Αν κάποιος άλλος έλεγε το αντίθετο θα ήταν λάθος γιατί ο πίνακας δείχνει άλλα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 3

παρουσιάζει πολύ μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει επιπλέον συλλογισμό και αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής Γ παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας. Στον πίνακα που μας δίνεται το Al που έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην IIIA ομάδα ενώ το S που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται στην VIA ομάδα. Αφού για το Al και το S τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ταυτίζονται με την ομάδα, καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος άλλος έλεγε το αντίθετο θα ήταν λάθος γιατί ο πίνακας δείχνει άλλα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό και ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 3 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Γ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας. Στον πίνακα που μας δίνεται το Na που έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην IA ομάδα ενώ το Mg που έχει 2 ηλεκτρόνια βρίσκεται στην IIA ομάδα. Αφού για το Na και το Mg τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ταυτίζονται με την ομάδα, καταλαβαίνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος άλλος έλεγε το αντίθετο θα ήταν λάθος γιατί ο πίνακας δείχνει άλλα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό και ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλη

αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής Γ δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.18 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



Σχήμα 6.18: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 6.18 ο Μαθητής Γ στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς συμπεριέλαβε ανεπαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά. Έπειτα, υπήρξε πολύ σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι

συλλογισμοί και μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις, συστατικά που ωστόσο ήταν ανεπαρκή. Στις τελευταίες δραστηριότητες ο μαθητής Γ βελτίωσε λίγο περισσότερο τα επιχειρήματα με επαρκείς και κατάλληλους συλλογισμούς χωρίς όμως να υπάρχει περαιτέρω βελτίωση στις αντικρούσεις. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν.

Μαθητής Δ (Ομάδα 2)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Η περίοδος επηρεάζει τις στιβάδες. Σύμφωνα με τις πληροφορίες του πίνακα παρατηρώ ότι το στοιχείο που ανήκει στη 2^η περίοδο έχει μόνο δύο στιβάδες, το στοιχείο που ανήκει στην 3^η μόνο τρεις και το στοιχείο που ανήκει στην 4^η μόνο τέσσερις. Άρα ανάλογα με τις στιβάδες του στοιχείου επηρεάζεται σε ποια περίοδο θα ανήκει.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό χωρίς αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Ναι επηρεάζεται, διότι σύμφωνα με τον πίνακα ο αριθμός των στιβάδων συμπίπτει με τον αριθμό της περιόδου.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 είναι ποιοτικά χειρότερο από το επιχείρημα 1 καθώς απουσιάζει το στοιχείο του συλλογισμού που υπήρχε στο επιχείρημα 1. Συνεπώς, ο μαθητής Δ δεν παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Εξαρτάται ο αριθμός των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμμένα τα στοιχεία. Με βάση τον πίνακα το ΝΑ έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο και αντίστοιχα το Κ έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Αφού οι στιβάδες είναι ίδιες με τον αριθμό της περιόδου αυτό σημαίνει ότι η περίοδος εξαρτάται από τις στιβάδες. Αν ένας συμμαθητής έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα συμπίπτουν με την περίοδο αυτό θα ήταν λάθος γιατί αυτά μας δείχνουν την ομάδα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει πολύ μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας αποδεικτικά στοιχεία. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει επιπλέον συλλογισμό και αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής Δ παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Με βάση τον πίνακα το ΑΙ έχει 3 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην ΙΙΑ ομάδα, το S έχει 6 και βρίσκεται στην VIA. Αφού τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας είναι ίδια με τον αριθμό της ομάδας αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δείχνει την ομάδα. Αν ένας άλλος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα συμπίπτουν με την περίοδο αυτό θα ήταν λάθος γιατί αυτά μας δείχνουν την ομάδα.»

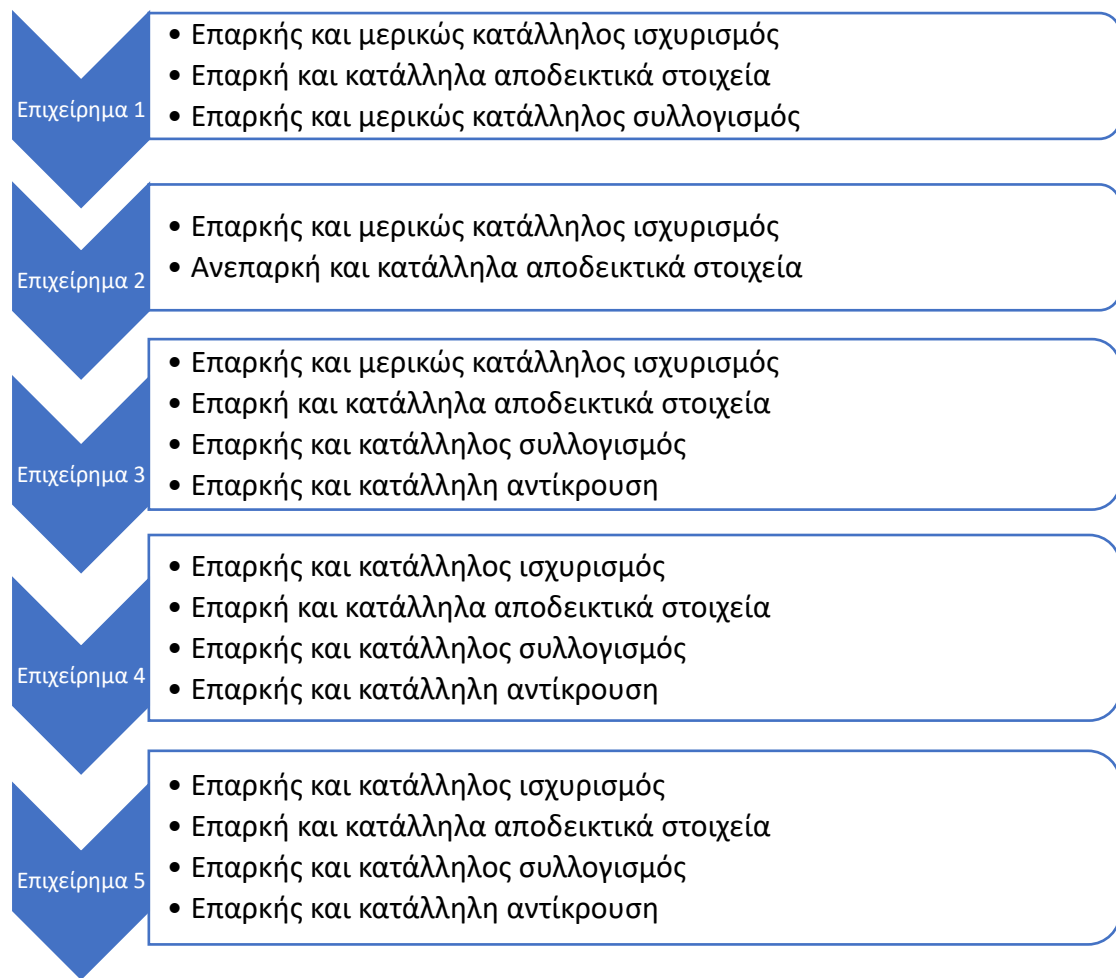
Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει μικρή βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 3 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Δ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Με βάση τον πίνακα το Na έχει 1 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην IA ομάδα, το Mg έχει 2 και βρίσκεται στην IIA. Αφού τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας είναι ίδια με τον αριθμό της ομάδας αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δείχνει την ομάδα. Αν ένας άλλος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα συμπίπτουν με την περίοδο αυτό θα ήταν λάθος γιατί αυτά μας δείχνουν την ομάδα.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής Δ δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.19 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



Σχήμα 6.19: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ

Από το σχήμα 6.19 διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Δ στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και με επαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς τα αποδεικτικά στοιχεία ήταν ανεπαρκή και κατάλληλα ενώ ταυτόχρονα και δεν συμπεριέλαβε συλλογισμούς. Έπειτα, υπήρξε πολύ σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν επαρκείς και κατάλληλοι συλλογισμοί καθώς και επαρκείς και κατάλληλες αντικρούσεις. Στις τελευταίες δραστηριότητες ο μαθητής Δ βελτίωσε λίγο περισσότερο τα επιχειρήματα με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν.

Μαθητής Ε (Ομάδα 2)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Η περίοδος επιρεάζεται από την ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες δηλαδή όσες θέσεις καλύπτονται από αριθμούς στις στιβάδες τότε τόσοι θα είναι και οι αριθμοί της περιόδου.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς συλλογισμό και αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Σύμφωνα με τον πίνακα ο αριθμός των στιβάδων είναι ίδιος με αυτών της περιόδου.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, χωρίς αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 είναι ποιοτικά χειρότερο από το επιχείρημα 1 καθώς απουσιάζει το στοιχείο του συλλογισμού που υπήρχε στο επιχείρημα 1. Συνεπώς, ο μαθητής Ε δεν παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων του. Με βάση τον πίνακα το Να έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο. Ενώ το κάλιο έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Αφού οι στιβάδες είναι ίδιες με τον αριθμό της περιόδου αυτό δείχνει ότι η περίοδος εξαρτάται από τις στιβάδες. Αν κάποιος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια συμπίπτουν με την περίοδο αυτό θα ήταν λάθος.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και μερικώς κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει πολύ μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει και τα άλλα συστατικά του επιχειρήματος (αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση). Συνεπώς, ο μαθητής Ε παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της τελευταίας στιβάδας. Από τον πίνακα παρατηρώ ότι το Al έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και είναι στην IIIA ομάδα και το S έχει 6 και είναι στην VIA. Αφού τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας είναι ίδια με τον αριθμό της ομάδας αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με την ομάδα. Αν κάποιος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια συμπίπτουν με την ομάδα αυτό θα ήταν λάθος γιατί μόνο της εξωτερικής ταιριάζουν.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει μικρή βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 3 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής Ε παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητά του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της τελευταίας στιβάδας. Από τον πίνακα παρατηρώ ότι το Na έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και είναι στην IA ομάδα και το Mg έχει 2 και είναι στην IIA. Αφού τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας είναι ίδια με τον αριθμό της ομάδας αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με την ομάδα. Αν κάποιος έλεγε ότι τα ηλεκτρόνια συμπίπτουν με την ομάδα αυτό θα ήταν λάθος γιατί μόνο της εξωτερικής ταιριάζουν.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής Ε δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.20 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Ε κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



Σχήμα 6.20: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Ε

Από το σχήμα 6.20 διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Ε στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε ιδιαίτερα τα επιχειρήματά του καθώς αυτά περιλάμβαναν μόνο επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς. Έπειτα, υπήρξε πολύ σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν επαρκείς και κατάλληλοι συλλογισμοί καθώς και επαρκείς και μερικώς κατάλληλες αντικρούσεις. Στις τελευταίες δραστηριότητες ο μαθητής Ε βελτίωσε λίγο περισσότερο τα επιχειρήματα του με επαρκείς και κατάλληλες αντικρούσεις. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους

μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν.

Μαθητής ΣΤ (Ομάδα 2)

Ερώτηση 1 (Pre – test)

Επιχείρημα 1: «Την περίοδο την επηρεάζουν η ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες. Άμα είναι η περίοδος 2^η τότε το άθροισμα θα είναι (2,1=3). Το ίδιο ισχύει και για τα παρακάτω.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς συλλογισμό και αντίκρουση.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 2: «Σύμφωνα με τον πίνακα ο αριθμός των στιβάδων είναι ίδιος με αυτών της περιόδου.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, χωρίς αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς συλλογισμό και αντίκρουση. Το επιχείρημα 2 είναι ποιοτικά καλύτερο από το επιχείρημα 1 καθώς περιέχει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό. Συνεπώς, ο μαθητής ΣΤ παρουσίασε πολύ μικρή βελτίωση στην ικανότητα του να παράγει επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του pre-test στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 8 (Φύλλο Εργασίας 1)

Επιχείρημα 3: «Εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανομημένα τα ηλεκτρόνια του. Με βάση τον πίνακα το ${}_{11}\text{Na}$ έχει 3 στιβάδες και γι' αυτό βρίσκεται στην 3^η περίοδο. Παρομοίως το ${}_{19}\text{K}$ έχει 4 στιβάδες και γι' αυτό λέμε ότι βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Αφού οι στιβάδες συμπίπτουν με τον αριθμό της περιόδου αυτό σημαίνει ότι η περίοδος εξαρτάται από τις στιβάδες. Αν κάποιος συμμαθητής μου έγραφε άλλη απάντηση αυτή θα ήταν λανθασμένη γιατί μόνο αυτή που έγραψα εγώ είναι η σωστή.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία,

επαρκή και μερικώς κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και ακατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει και τα άλλα συστατικά του επιχειρήματος (αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση). Συνεπώς, ο μαθητής ΣΤ παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 στη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1.

Δραστηριότητα 5 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 4: «Η ομάδα ενός χημικού στοιχείου εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το Al έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και είναι στην IIIA ομάδα, το S έχει 6 ηλεκτρόνια και είναι στην VIA. Παρατηρούμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με τον αριθμό της ομάδας και αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος έλεγε ότι οι στιβάδες καθορίζουν την ομάδα αυτό θα ήταν λάθος γιατί καθορίζουν την περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 3 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας συλλογισμό και αντίκρουση. Συνεπώς, ο μαθητής ΣΤ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 8 του Φύλλου Εργασίας 1 στη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2.

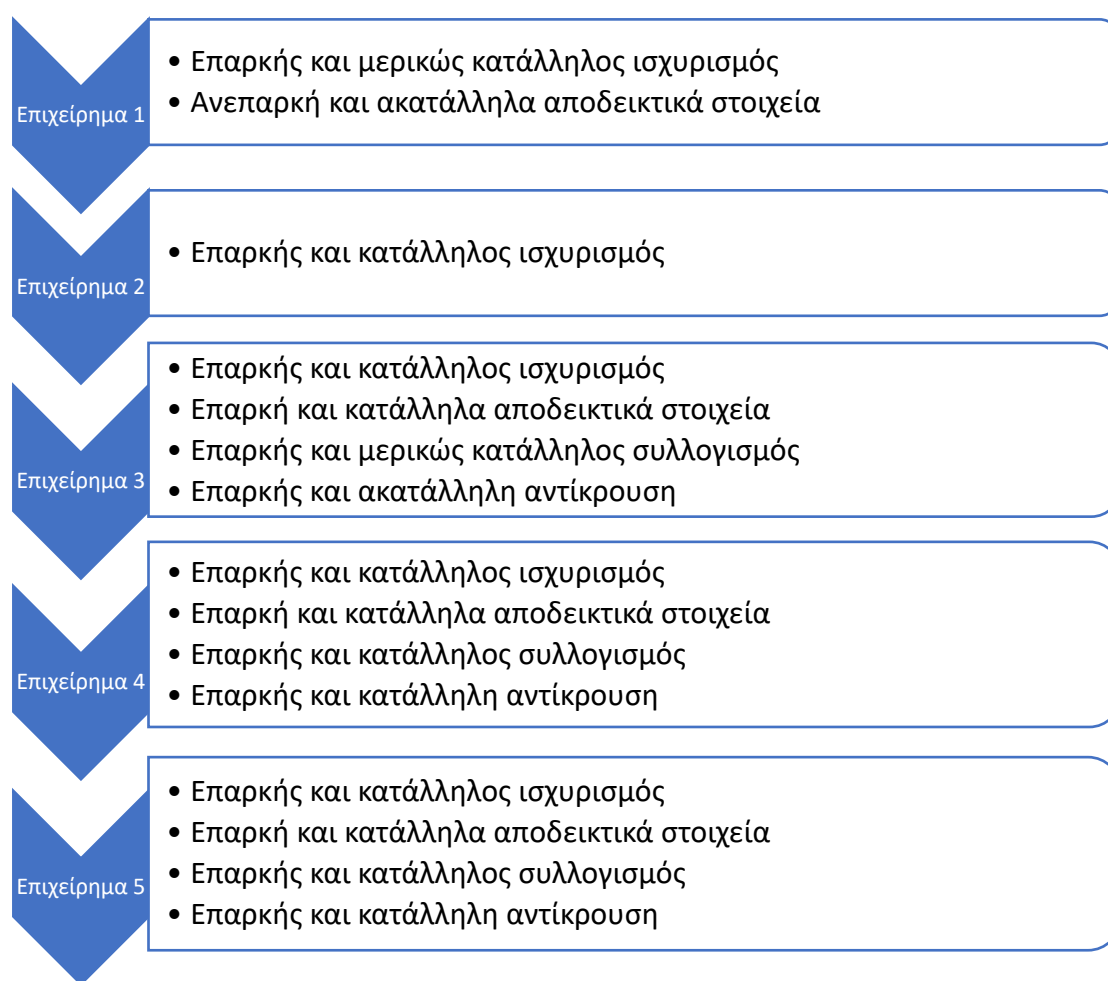
Δραστηριότητα 7 (Φύλλο Εργασίας 2)

Επιχείρημα 5: «Η ομάδα ενός χημικού στοιχείου εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της τελευταίας στιβάδας. Παρατηρώ ότι το Na έχει 1 ηλεκτρόνιο στην εξωτερική στιβάδα και είναι στην IA ομάδα και το Mg έχει 2 και είναι στην IIA. Παρατηρούμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων την εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με τον αριθμό της ομάδας και αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας καθορίζει την ομάδα. Αν κάποιος έλεγε ότι οι στιβάδες καθορίζουν την ομάδα αυτό θα ήταν λάθος γιατί καθορίζουν την περίοδο.»

Αξιολόγηση: Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία,

επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό με επαρκή και κατάλληλη αντίκρουση. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής ΣΤ δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 5 του Φύλλου Εργασίας 2 στη δραστηριότητα 7 του Φύλλου Εργασίας 2.

Στο Σχήμα 6.21 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή ΣΤ κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.



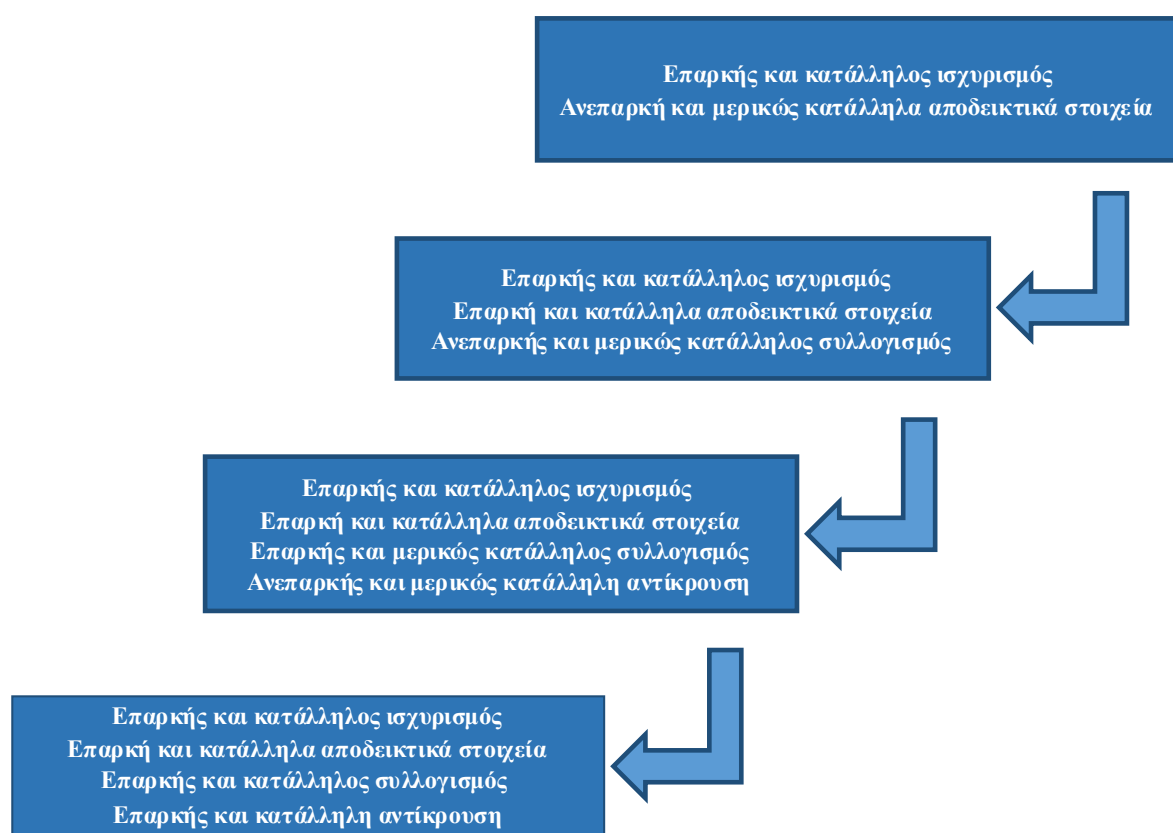
Σχήμα 6.21: Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή ΣΤ

Από το Σχήμα 6.21 διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής ΣΤ στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς αυτά περιλάμβαναν μόνο επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς. Έπειτα, υπήρξε πολύ σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε

αυτά προστέθηκαν επαρκείς και μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί καθώς και επαρκείς και ακατάλληλες αντικρούσεις. Στις τελευταίες δραστηριότητες ο μαθητής ΣΤ βελτίωσε λίγο περισσότερο τα επιχειρήματα του με επαρκείς και κατάλληλες αντικρούσεις. Στη βελτίωση της ποιότητας φαίνεται να συνεισέφερε σημαντικά η δραστηριότητα 8 του ΦΕ1 που ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχειρήμα που έγραψαν με τη βοήθεια ερωτήσεων και να το ξαναγράψουν αλλά και η δραστηριότητα 5 του ΦΕ2 που ζητούσε από τους μαθητές να γράψουν ένα επιχειρήμα με οδηγίες υποστήριξης ειδικού πλαισίου.

Αποτίμηση της εξέλιξης των επιχειρημάτων των μαθητών

Η μελέτη της εξέλιξης των επιχειρημάτων των μαθητών ανέδειξε ότι κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών βελτιώθηκε η ποιότητα των επιχειρημάτων των έξι μαθητών που μελετήθηκαν. Παρά τις διαφοροποιήσεις μια ενδεικτική «νοητική διαδρομή» των μαθητών αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων παρουσιάζεται στο Σχήμα 6.22.



Σχήμα 6.22: Ενδεικτική «νοητική διαδρομή» των μαθητών αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων

Στην εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων καθοριστικό ρόλο έπαιξε η ρητή διδασκαλία που αφορούσε τον ορισμό του επιχειρήματος στις Φυσικές Επιστήμες και την ανάλυση των συστατικών μερών του. Ο στόχος της διδασκαλίας ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές τον τρόπο που συνδέονται μεταξύ τους τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος. Για τον σκοπό αυτό, δόθηκε στους μαθητές και ένα παράδειγμα από την καθημερινή ζωή προκειμένου να αναγνωρίσουν τα βασικά του μέρη.

Επίσης σημαντικός ήταν και ο ρόλος της δραστηριότητας 8 του ΦΕ1 η οποία ζητούσε από τους μαθητές να αξιολογήσουν ένα επιχείρημα που έγραψαν σε προηγούμενη δραστηριότητα. Η αυτοαξιολόγηση αυτή έγινε με τη βοήθεια ερωτήσεων και στο τέλος της δραστηριότητας ζητήθηκε από τους μαθητές να επαναδιατυπώσουν το επιχείρημα τους.

Τέλος, καθοριστικής σημασίας ήταν και η δραστηριότητα 5 του ΦΕ2 η οποία ζητούσε από τους μαθητές, αφού κάνουν την κατανομή των ηλεκτρονίων των δύο αυτών χημικών στοιχείων, να συμπληρώσουν έναν πίνακα και να γράψουν ένα επιχείρημα όπως αυτό του παραδείγματος της καθημερινής ζωής (μοντελοποίηση επιχειρήματος). Στη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές έπρεπε να γράψουν ξεχωριστά το κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος, αφού τους δόθηκαν οδηγίες γενικής υποστήριξης (μαθητές διδακτικής παρέμβασης 1) ή οδηγίες υποστήριξης ειδικού πλαισίου (μαθητές διδακτικής παρέμβασης 2).

6.7 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Στην αρχή παρουσιάστηκε η συμβολή των δυο διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας 1 και της ομάδας 2. Στη συνέχεια μελετήθηκε η συμβολή των δύο διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών της ομάδας 1 και 2 να κρίνουν επιχειρήματα. Στο τέλος παρουσιάστηκε η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων έξι μαθητών των ομάδων 1 και 2 κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας. Στο πρώτο μέρος γίνεται η παρουσίαση και ο σχολιασμός των κυρίων ευρημάτων της έρευνας (βλ. ενότητα 7.2). Στο δεύτερο μέρος γίνεται αναφορά στους περιορισμούς της έρευνας (βλ. ενότητα 7.3) και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 7.4).

7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους

Στην ενότητα αυτή γίνεται η παρουσίαση και ο σχολιασμός των ευρημάτων της συγκεκριμένης έρευνας. Στην πρώτη υποενότητα σχολιάζονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιστημονικά επιχειρήματα (βλ. υποενότητα 7.2.1.). Στην δεύτερη υποενότητα σχολιάζονται οι διαφοροποιήσεις ανάμεσα στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο διδακτικών παρεμβάσεων (βλ. υποενότητα 7.2.2.). Τέλος στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται γενικά συμπεράσματα για την παρούσα έρευνα (βλ. υποενότητα 7.2.3.).

7.2.1. Η επίδραση των διδακτικών παρεμβάσεων που βασίστηκαν στη μάθηση μέσω πρακτικών στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα

Δομή των επιχειρημάτων

Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε μερικώς επαρκείς ισχυρισμούς και αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ανεπαρκείς συλλογισμούς ή δεν πρότειναν καθόλου συλλογισμούς. Αξιοσημείωτο είναι ότι κανένας δεν συμπεριέλαβε αντίκρουση στα επιχειρήματά του. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα αντίστοιχων ερευνών οι οποίες αναδεικνύουν τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην παραγωγή γραπτών επιχειρημάτων (McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2013). Έχει διαπιστωθεί ότι σπάνια παρέχονται στους μαθητές ευκαιρίες ώστε να εξασκηθούν με δραστηριότητες

προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας και σε αυτήν τη διαπίστωση μπορεί να αποδοθεί η ανεπαρκής δομή των επιχειρημάτων των μαθητών (Σκουμιός, 2017; Driver et al., 2000).

Μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις βελτιώθηκε σημαντικά η δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Ειδικότερα, σχεδόν όλοι οι μαθητές πρότειναν επαρκείς ισχυρισμούς. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών συμπεριέλαβε στα επιχειρήματα επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και σχεδόν οι μισοί μαθητές πρότειναν επαρκείς συλλογισμούς και αντικρούσεις. Συνεπώς, βελτιώθηκε σημαντικά η επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων, των συλλογισμών και των αντικρούσεων των μαθητών. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα αντίστοιχων ερευνών που δείχνουν βελτίωση της δομής των γραπτών επιχειρημάτων μετά από διδακτικές παρεμβάσεις που προσανατολίζονται στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (Yerrick, 2000; Ανθούλας & Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2018).

Η σημαντική βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε. Οι μαθητές διδάχθηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος και τον τρόπο με τον οποίο αυτά συνδέονται μεταξύ τους. Παράλληλα, με τη βοήθεια δραστηριοτήτων αυτοαξιολόγησης έκριναν και αναθεώρησαν τα επιχειρήματα τους. Οι έρευνες καταδεικνύουν ότι αυτού του τύπου οι δραστηριότητες συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (McNeil et al., 2006; McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιός, 2016; Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2018).

Περιεχόμενο των επιχειρημάτων

Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς και αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ακατάλληλους συλλογισμούς ή δεν πρότειναν καθόλου συλλογισμούς. Αξιοσημείωτο είναι ότι κανένας μαθητής δεν συμπεριέλαβε αντίκρουση στα επιχειρήματά του. Τα ευρήματα αυτά βρίσκονται σε συμφωνία με τα ευρήματα αντίστοιχων ερευνών οι οποίες καταδεικνύουν ότι το περιεχόμενο των γραπτών

επιχειρημάτων των μαθητών δεν είναι σύμφωνο με την επιστημονική γνώση (McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013).

Μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις βελτιώθηκε σημαντικά το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Ειδικότερα, σχεδόν όλοι οι μαθητές πρότειναν κατάλληλους ισχυρισμούς. Επίσης, το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών συμπεριέλαβε στα επιχειρήματα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και σχεδόν οι μισοί μαθητές πρότειναν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς και αντικρούσεις. Συνεπώς, βελτιώθηκε σημαντικά η καταλληλότητα των συστατικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα αντίστοιχων ερευνών που δείχνουν βελτίωση του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων μετά από διδακτικές παρεμβάσεις που προσανατολίζονται στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (Ανθούλας & Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2018).

Η βελτίωση του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε. Οι διδακτικές παρεμβάσεις δομήθηκαν με βάση την επικοινωνιακή προσέγγιση για τη μάθηση. Οι δραστηριότητες έδωσαν την ευκαιρία στους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις αρχικές τους αντιλήψεις, να τις επεξεργαστούν και να τις τροποποιήσουν ώστε να συμβαδίζουν με την σχολική γνώση. Οι έρευνες δείχνουν ότι τέτοιες δραστηριότητες οδηγούν στη βελτίωση του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (McNeil et al., 2006; Ανθούλας & Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2018).

Γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων

Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών ήταν μέτριου επιπέδου. Ειδικότερα, η πλειοψηφία των μαθητών παρήγαγε πλήρεις προτάσεις με απλή δομή κάνοντας χρήση περιορισμένου λεξιλογίου χωρίς να κάνουν λάθη στις γλωσσικές συμβάσεις. Αρκετά μικρότερο ήταν το ποσοστό των μαθητών που ανέπτυξαν ατελείς προτάσεις ενώ έκαναν εσφαλμένη χρήση λέξεων. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών που διαπιστώνουν

δυσκολίες των μαθητών στην ανάπτυξη του γραπτού λόγου αλλά και στη χρήση του επιστημονικής γλώσσας (Moje et al., 2004).

Μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις βελτιώθηκαν τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών αλλά όχι σημαντικά. Μεγαλύτερη βελτίωση παρατηρήθηκε στην χρήση λεξιλογίου όπου έγινε χρήση εξειδικευμένων λέξεων. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα αντίστοιχων ερευνών που δείχνουν βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων παρά το γεγονός ότι οι συγκεκριμένες διδακτικές παρεμβάσεις δεν περιείχαν δραστηριότητες που στόχευαν αποκλειστικά στη βελτίωση τους (Μαστρογιωργάκη & Σκουμιάς, 2018).

Αξιολόγηση αποδεικτικών στοιχείων επιχειρημάτων: εντοπισμός, αναγνώριση, κρίση αποδεικτικών στοιχείων και σύγκριση επιχειρημάτων

Όπως προέκυψε από τις απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο, πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις, οι περισσότεροι μαθητές δεν κατάφεραν να εντοπίζουν σωστά τα αποδεικτικά στοιχεία, ούτε να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα ανάλογων ερευνών οι οποίες αποδίδουν την αδυναμία εντοπισμού και κρίσης αποδεικτικών στοιχείων από τους μαθητές στο γεγονός ότι οι πλέον χρησιμοποιούμενες διδακτικές μέθοδοι των Φυσικών Επιστημών δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές για αξιολόγηση επιχειρημάτων (Σκουμιάς, 2016; Ταράλλη & Σκουμιάς, 2017). Παρόλα αυτά, οι περισσότεροι μαθητές μπόρεσαν να κρίνουν αν ένα δοθέν αποδεικτικό στοιχείο ήταν ασθενές ή ισχυρό.

Μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι μαθητές κατάφεραν να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία, να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα καθώς και να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της έρευνας του Σκουμιάς (2016) ο οποίος παρατήρησε βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία μετά από την εμπλοκή τους σε μια σειρά δραστηριοτήτων που τους βοηθούν να αναπτύξουν την ικανότητα αυτή.

Η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία θα μπορούσε να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Το υλικό αυτό προήγαγε την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες αξιολόγησης επιχειρημάτων αναπτύσσοντας έτσι την ικανότητά τους να κρίνουν επιχειρήματα. Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι η εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες που ενσωματώνουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας, οδηγεί στην βελτίωση της ικανότητάς τους να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (Σκουμιός, 2016).

Όσον αφορά την ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία πριν τις διδακτικές παρεμβάσεις, οι περισσότεροι μαθητές δεν μπόρεσαν να επιλέξουν σωστά ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα ποιο είναι το ισχυρότερο και να αιτιολογήσουν επαρκώς την επιλογή τους. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με αντίστοιχα άλλων ερευνών που αποκαλύπτουν ότι οι μαθητές δεν είναι σε θέση να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Αυτό έρχεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα ανάλογων ερευνών οι οποίες αποδίδουν την αδυναμία αυτή στο γεγονός ότι οι πλέον χρησιμοποιούμενες διδακτικές μέθοδοι των Φυσικών Επιστημών δεν παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές για αξιολόγηση επιχειρημάτων (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη & Σκουμιός, 2017).

Μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, παρατηρήθηκε βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία καθώς οι περισσότεροι μαθητές επέλεξαν σωστά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται και στα δύο επιχειρήματα ή κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα της έρευνας του Σκουμιού (2016).

Η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία θα μπορούσε να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Το υλικό αυτό προήγαγε την εμπλοκή τους με δραστηριότητες αξιολόγησης επιχειρημάτων αναπτύσσοντας έτσι την ικανότητά τους να κρίνουν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία. Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι η εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες που ενσωματώνουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας, οδηγεί στην βελτίωση της

ικανότητάς τους να συγκρίνουν επιχειρήματα με διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (Σκουμιάς, 2016).

7.2.2. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις

Από τη ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε πως η βελτίωση στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών, στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση 2 που βασίζεται στη μάθηση μέσω πρακτικών με «ειδική» υποστήριξη για τα επιχειρήματα, ήταν σημαντικά καλύτερη σε σύγκριση με την διδακτική παρέμβαση 1, που βασίζεται στη μάθηση μέσω πρακτικών με «γενική» υποστήριξη για τα επιχειρήματα. Ειδικότερα, οι μαθητές που ακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση 2 εμφάνισαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στην επάρκεια και στην καταλληλότητα των συλλογισμών και των αντικρούσεων των γραπτών τους επιχειρημάτων σε σύγκριση με αυτούς που ακολούθησαν την διδακτική παρέμβαση 1. Επίσης, σχετικά με την επάρκεια και την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων, μεγαλύτερη ήταν η βελτίωση που παρουσιάστηκε στα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών στο επίπεδο 2 στην παρέμβαση 2 συγκριτικά με την παρέμβαση 1. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών των δύο ομάδων ως προς την επάρκεια και την καταλληλότητα των ισχυρισμών στα επιχειρήματα τους. Αναφορικά με τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών τους επιχειρημάτων, δεν παρατηρήθηκε επίσης σημαντική διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα των δύο ομάδων.

Τέλος, η διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 2) επέφερε αντίστοιχα αποτελέσματα αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα συγκριτικά με τη διδασκαλία που βασίστηκε στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα (διδακτική παρέμβαση 1).

Τα ερευνητικά δεδομένα αποκαλύπτουν ότι οι διδακτικές παρεμβάσεις που είναι προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας οδηγούν στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν ποιοτικά γραπτά επιχειρήματα αλλά και

στην ανάπτυξη της ικανότητάς τους να κρίνουν επιχειρήματα (Yerrick, 2000; McNeil et al. 2006; Σκουμιός, 2016; Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη & Σκουμιός, 2018).

Επίσης, υπάρχουν και ερευνητικά δεδομένα που δείχνουν ότι οι διδακτικές παρεμβάσεις που βασίστηκαν στην πρακτική της επιχειρηματολογίας με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα μπορούν να οδηγήσουν στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (McNeil et al. 2006).

7.2.3. Γενικά συμπεράσματα

Από την παρούσα εργασία μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- α) Είναι εφικτή η βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών του Λυκείου να συγκροτούν και να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα μέσω διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» ή με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα.
- β) Η διδακτική παρέμβαση που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «υποστήριξη ειδικού πλαισίου» για τα επιστημονικά επιχειρήματα επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα (αναφορικά με τις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν επιστημονικά επιχειρήματα) σε σχέση με τη διδακτική παρέμβαση που βασίζεται στη διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών με «γενική υποστήριξη» για τα επιστημονικά επιχειρήματα.

7.3 Περιορισμοί της έρευνας

Το δείγμα της συγκεκριμένης έρευνας αποτέλεσαν 41 μαθητές της Α΄ τάξης του Γενικού Λυκείου Αρναίας του Νομού Χαλκιδικής, 19 συγκρότησαν την ομάδα 1 και 22 την ομάδα 2. Προήλθαν δηλαδή από το ίδιο σχολείο της ίδιας γεωγραφικής περιοχής. Ως περιορισμοί της έρευνας θα μπορούσαν να θεωρηθούν ο αριθμός του δείγματος, η περιοχή του σχολείου, το είδος του σχολείου και η ηλικιακή ομάδα των μαθητών. Ένας μεγαλύτερος αριθμός μαθητών αυτής της ηλικίας από διαφορετικά σχολεία (Γενικά Λύκεια – Επαγγελματικά Λύκεια) της περιοχής ή διαφορετικών

περιοχών θα μπορούσε να υποστηρίξει γενίκευση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας.

Επιπλέον, στις δύο ομάδες της έρευνας πραγματοποίησε τις δύο διδακτικές παρεμβάσεις ο ίδιος εκπαιδευτικός. Ένας άλλος περιορισμός της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι στο εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε για τις διδακτικές παρεμβάσεις δεν υπήρχαν δραστηριότητες που να στοχεύουν αποκλειστικά στη βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Τέλος, η χρήση του ερωτηματολογίου ως εργαλείου για τη συλλογή των δεδομένων αποτελεί έναν περιορισμό. Θα μπορούσε να γίνει χρήση συνέντευξης ή ενός συνδυασμού συνέντευξης και ερωτηματολογίου ώστε να δοθεί η δυνατότητα πληρέστερων απαντήσεων και από μαθητές οι οποίοι παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες έκφρασης στο γραπτό λόγο.

7.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Έχοντας αναλύσει και σχολιάσει τα αποτελέσματα και τους περιορισμούς της παρούσας έρευνας μπορούν να προκύψουν οι εξής προτάσεις για μελλοντική έρευνα:

- Διερεύνηση της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη μάθηση μέσω πρακτικών με «γενική» ή «ειδική» υποστήριξη για τα επιχειρήματα στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα σε άλλες εννοιολογικές περιοχές εκτός από τον περιοδικό πίνακα.
- Διερεύνηση της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη μάθηση μέσω πρακτικών με «γενική» ή «ειδική» υποστήριξη για τα επιχειρήματα και που επιπλέον περιλαμβάνουν δραστηριότητες που στοχεύουν στη βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στις ικανότητες τους να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.
- Διερεύνηση της συμβολής διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στη μάθηση μέσω πρακτικών με «γενική» ή «ειδική» υποστήριξη για τα

επιχειρήματα στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν όχι μόνο γραπτά επιχειρήματα αλλά και προφορικά επιχειρήματα.

7.5 Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο έγινε η παρουσίαση και ο σχολιασμός των ευρημάτων της παρούσας εργασίας με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα. Επιπλέον, επισημάνθηκαν οι περιορισμοί της έρευνας καθώς και οι προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Ανθούλας, Χ., & Σκουμιός, Μ. (2017). Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση και την υγροποίηση στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 10ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης»* (σσ. 245-253). ΕΝΕΦΕΤ και Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Ρέθυμνο.
- Βοσνιάδου, Β. (1994). Η εννοιολογική αλλαγή στην παιδική ηλικία: Παραδείγματα από το χώρο της αστρονομίας. Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου* (σσ. 233–261). Αθήνα: Gutenberg.
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα. *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*.
- Κουζέλης, Γ. (2005). *Ενάντια στα φαινόμενα. Για μια επιστημολογική προσέγγιση της διδακτικής των Κοινωνικών Επιστημών*. Αθήνα: Νήσος.
- Κολιάδης, Ε. (1996). Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη. Στο *Κοινωνικογνωστικές θεωρίες* (Τόμ. β'). Αθήνα.
- Κορομπίλη, Σ., & Τόγια, Α. (2015). *Θεωρίες Μάθησης*. Ανάκτηση από <http://hdl.handle.net/11419/2704>
- Κωνσταντίνου, Ν., & Ζαχαρία, Ζ. Χ. (2008). Η επίδραση πραγματικών και εικονικών περιβαλλόντων μάθησης στις αντιλήψεις παιδιών της Α' Δημοτικού για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής αναφορικά με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. *Ποιότητα στην Εκπαίδευση: Έρευνα και Διδασκαλία* (σσ. 294–316). Λευκωσία: Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- Κόκκοτας, Π. (1997). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κόκκοτας, Π. (1998). *Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών - Η Εποικοδομητική Προσέγγιση της Διδασκαλίας και της Μάθησης* (2η εκδ.). Αθήνα: Αυτοέκδοση.

- Μαστρογιωργάκη, Μ., & Σκουμιάς, Μ. (2018). Οι επιδράσεις μιας διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας για τον 2ο νόμο του Νεύτωνα στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών. Στο Χ. Σκουμπουρδή, & Μ. Σκουμιάς (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Εκπαιδευτικό υλικό Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών: διαφορετικές χρήσεις, διασταυρούμενες πορείες μάθησης»* (σσ. 511-520). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Ματσαγγούρας, Η. (1996). *Θεωρία της διδασκαλίας. Η προσωπική θεωρία ως πλαίσιο στοχαστικοκριτικής ανάλυσης*. Αθήνα: Συμμετρία.
- Ταράλλη, Ε., & Σκουμιάς, Μ. (2017). Οι δεξιότητες των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία σε γραπτά επιχειρήματα. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης»* (σσ. 177-185). ΕΝΕΦΕΤ και Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Ρέθυμνο.
- Σκουμιάς, Μ. (2016). Συμβολή μιας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων στις δεξιότητες των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία γραπτών επιχειρημάτων. Στο Θ. Πιερράτος, Π. Κουμαράς, & Χ. Πολάτογλου (Επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου - “Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες”* (σσ. 157-166). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., Τμήμα Φυσικής του Α.Π.Θ., Πανελλήνια Ένωση Υπευθύνων Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών ΠΑΝΕ.Κ.Φ.Ε.).
- Σκουμιάς, Μ. (2017). Βελτιώνοντας τις δεξιότητες των μαθητών του Δημοτικού Σχολείου να κρίνουν τις αιτιολογήσεις γραπτών επιχειρημάτων. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη, & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 10ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης»* (σσ. 492-499). ΕΝΕΦΕΤ και Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Ρέθυμνο.

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Θ. Πιερράτος, Σ. Αρτέμη, Χ. Πολάτογλου, & Π. Κουμαράς (Επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου: «Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;»* (σσ. 323-330). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9-19.
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α, σελ. 153-188). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Ψύλλος, Δ. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. *Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου*. Α, σσ. 30-41. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Ψύλλος, Δ., & Μπισδικιάν, Γ. (2004). "Τεχνολογίες Πληροφόρησης στο διερευνητικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών". Στο Ι. Βλαχάβας, Δ. Β., Ε. Γ., Π. Γ., Σ. Μ., & Ψ. Δ. (Επιμ.), *Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Ελληνική Εκπαίδευση: Απολογισμός και Προοπτικές*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Ξενογλώσση βιβλιογραφία

- Antoniadou, P., & Skoumios, G. M. (2013). Primary teachers' conceptions about science teaching and learning. *The International Journal of Science in Society*, 4(1), 69-82.
- Bierenstiel, M., & Snow, K. (2019). Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1367-1376.
- Bloom, B., Englehart, M. D., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. David McKay Company Inc.
- Bravo-Torija, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an initial learning progression for the use of evidence in decision-making contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619-638.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας* (4th ed.). Αθήνα: Έκφραση
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed). London ; New York: Routledge.
- Creswell, J. W. (2011). Controversies in mixed methods research. *The Sage handbook of qualitative research*, 4(1), 269-284.
- De Jong, T., & van Joolingen, W. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of educational Research*, 68, 179 – 201.
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-490.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.

- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science—research into children’s ideas*. London: Routledge.
- Fleer, M. (2007). Concept formation: A cultural-historical perspective. Στο F. M. (Επιμ.), *Young children: Thinking about the scientific world* (σσ. 11-13). Watson ACT: Early Childhood Australia.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J., & Almoraima Gil, M. (2016). Understanding the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification in Spanish Students Aged 16–18 Years. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(5), 885–906.
- Franco-Mariscal, A., Oliva-Martínez, J., Blanco-López, Á., & España-Ramos, E. (2016). A Game-Based Approach To Learning the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification. *Journal of Chemical Education*, 93(7), 1173–1190.
- Grooms, J., Sampson, V., & Golden, B. (2014). Comparing the effectiveness of verification and inquiry laboratories in supporting undergraduate science students in constructing arguments around socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 36(9), 1412–1433.
- Heng, L. L., Surif, J., & Seng, C. H. (2015). Malaysian students’ scientific argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*, 37(3), 505–528.
- Knight, A. M., Alves, C. B., Cannady, M. A., McNeill, K. L., & Pearson, P. D. (2014, April). Assessing middle school students’ abilities to critique scientific evidence. Paper presented at the annual meeting of NARST, Pittsburg, PA.
- McNeill, K. L. (2011). Elementary students’ views of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793–823.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2007). Middle school students’ use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M. Lovett, & P. S (Ed.), *Thinking with Data: The proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2006). *Supporting students’ construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds*. Paper presented at the annual meeting of the American educational research association, San Francisco.

- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., & Krajcik, J. (2005). *Identifying teacher practices that support students' explanation in science*. Paper presented at the Annual meeting of the American educational research association, Montreal, Canada.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences, 15*(2), 153–191.
- McNeill, K., & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York: Pearson Allyn & Bacon.
- Moje, E. B., Peek-Brown, D., Sutherland, L. M., Marx, R. W., Blumenfeld, P., & Krajcik, J. (2004). Explaining explanations: Developing scientific literacy in middle-school project- based science reforms. In D. Strickland & D. E. Alvermann (Eds.), *Bridging the gap: improving literacy learning for preadolescent and adolescent learners in grades (pp 4–12)*. New York: Carnegie Corporation
- Mokiwa, H. (2017). Reflections on Teaching Periodic Table Concepts: A Case Study of Selected Schools in South Africa. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education, 13*(6), 1563-1573.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Washington, D.C.: The National Academy Press.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), σσ. 211-227.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socio-scientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(5), 513-536.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Science, 12*(1), 5-51.
- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2006). Research-based teaching about science at the upper-primary school level. *International Journal of Learning, 13*(5).
- Sund, R., Trowbridge, L., Tillery, B., & Olson, K. (1967). *Elementary science teaching activities: A discovery laboratory approach*. Columbus, Ohio: C. E. Merrill Books.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge university press.

- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807–838.
- Zacharia, C. Z., & Constantinou, P. C. (2008). Comparing the influence of physical and virtual manipulatives in the context of the Physics by Inquiry curriculum: The case of undergraduate students' conceptual understanding of heat and temperature. *American Journal of Physics*, 76(4), 425 – 430.
- Zeidler, D. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483-496.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα 1 – Ερωτηματολόγιο

Αγαπητέ/η μαθητή/τρια

Το ερωτηματολόγιο που ακολουθεί περιλαμβάνει κάποια υποθετικά σενάρια που σχετίζονται με τη θέση των χημικών στοιχείων στον περιοδικό πίνακα. Αφού τα διαβάσεις προσεκτικά, ανέπτυξε τα δικά σου επιχειρήματα προκειμένου να υποστηρίξεις την άποψη σου στα ερωτήματα που δίνονται.

Τα στοιχεία που χρειάζεσαι για να αναπτύξεις τα επιχειρήματα σου υπάρχουν στα υποθετικά σενάρια και το μόνο που χρειάζεται είναι να τα χρησιμοποιήσεις κατάλληλα για να αιτιολογήσεις την άποψη σου και να διατυπώσεις ένα ολοκληρωμένο συλλογισμό. Τα επιχειρήματα σου θα πρέπει να είναι αρκετά ισχυρά ώστε να μπορούν να πείσουν τους άλλους.

Η διαδικασία αυτή δεν σχετίζεται με την αξιολόγηση σου για το μάθημα της Χημείας καθώς αποτελεί μέρος της διδασκαλίας που θα γίνει στα επόμενα μαθήματα.

Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι να σχεδιαστεί μια διδασκαλία η οποία να βελτιώσει την ικανότητα σου να αναπτύσσεις ποιοτικά επιστημονικά επιχειρήματα.

Για αυτό το λόγο απάντησε προσεκτικά καθώς η βοήθεια σου είναι σημαντική.

Σε ευχαριστώ πολύ για τη συνεργασία.

Μέρος Α

Γενικές πληροφορίες

Όνομα:.....

Ηλικία: 15 – 16

17 – 18

18 <

Τμήμα: Α1

Α2

Έτη φοίτησης σε ελληνικό σχολείο:

Ερώτηση 1

Στην Γ΄ Γυμνασίου ο Νίκος και οι συμμαθητές του έμαθαν ότι όλα τα γνωστά χημικά στοιχεία κατατάσσονται σε έναν πίνακα που ονομάζεται περιοδικός πίνακας. Επίσης έμαθαν ότι ο πίνακας αυτός αποτελείται από 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται ομάδες και από 7 οριζόντιες σειρές που ονομάζονται περίοδοι. Τώρα πια φοιτούν στην Α Λυκείου και στα προηγούμενα μαθήματα μάθανε ότι τα ηλεκτρόνια των χημικών στοιχείων κατανέμονται σε κυκλικές τροχιές που ονομάζονται στιβάδες. Επιπλέον, μάθανε πως να κάνουν κατανομή των ηλεκτρονίων σε στιβάδες.

Ο Νίκος παρατηρώντας τον περιοδικό πίνακα που υπάρχει στο εργαστήριο φυσικών επιστημών του σχολείου, θέλει να μάθει με ποιο κριτήριο τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Διάβασε ότι η θέση ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων και τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας. Επίσης, μετά από αναζήτηση στο διαδίκτυο βρήκε τον παρακάτω Πίνακα:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
${}_3\text{Li}$	3	2	1			2 ^η	IA
${}_{11}\text{Na}$	11	2	8	1		3 ^η	IA
${}_{19}\text{K}$	19	2	8	8	1	4 ^η	IA

Ο Νίκος και οι συμμαθητές του χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές του έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή:

«Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;»

Όταν γράφεις την απάντησή σου μην ξεχάσεις:

- να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και
- να πείσεις το Νίκο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι σωστή και ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

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

Ερώτηση 2

Ο Νίκος συνεχίζει να έχει απορίες σχετικά με το πως τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Βρήκε λοιπόν ακόμη έναν Πίνακα:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
${}_7\text{N}$	7	2	5			2 ^η	VA
${}_8\text{O}$	8	2	6			2 ^η	VIA
${}_9\text{F}$	9	2	7			2 ^η	VIIA

Στην ομάδα του Νίκου υπάρχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με το τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο. Ο Νίκος και οι συμμαθητές του χρειάζονται και πάλι τη βοήθειά σου.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πληροφορίες να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή:

«Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;»

Όταν γράφεις την απάντησή σου μην ξεχάσεις:

- α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και
- β) να πείσεις το Νίκο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι σωστή και ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

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

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

Ερώτηση 3

Ο καθηγητής της τάξης αφού προσδιόρισε τον αριθμό των ηλεκτρονίων (μέσω του ατομικού αριθμού Z) δύο ατόμων, έκανε την κατανομή τους σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Ο Νίκος χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να διατυπώσει την άποψή του.

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
${}_4\text{Be}$	4	2	2			2 ^η	IIA
${}_{12}\text{Mg}$	12	2	8	2		3 ^η	IIA
${}_{20}\text{Ca}$	20	2	8	8	2	4 ^η	IIA

Η άποψη του Νίκου είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο Be έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην 2^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο (πρόταση 2). Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο (πρόταση 3)».

Ερώτηση 3.1: Ποια πρόταση πιστεύεις ότι παρέχει στον Νίκο στοιχεία που υποστηρίζουν την άποψή του;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3.2: Ο Νίκος σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο κάτω.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 4 και η περίοδος του είναι μεγαλύτερη.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 4 και η περίοδος του είναι η 4^η.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 1 και η περίοδος του είναι η 3^η.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και οι στιβάδες του είναι περισσότερες.

Ερώτηση 3.3: Ο Νίκος λέει ότι «ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη του Νίκου.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη του Νίκου.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Νίκου.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη του Νίκου.

Ερώτηση 3.4: Η Αντωνία είναι συμμαθήτρια του Νίκου. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Νίκου

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Be έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην 2^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Αντωνίας

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Ο κύριος Κώστας (ο καθηγητής της Χημείας) είπε στο μάθημα ότι όσο περισσότερες στιβάδες έχει ένα στοιχείο τόσο πιο μεγάλη είναι η περίοδος στην οποία βρίσκεται. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Νίκος ή η Αντωνία;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Πρόβλημα 4

Ο καθηγητής της τάξης αφού προσδιόρισε τον αριθμό των ηλεκτρονίων (μέσω του ατομικού αριθμού Z) δύο ατόμων, έκανε την κατανομή τους σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Ο Παναγιώτης χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να διατυπώσει την άποψή του.

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{15}\text{P}$	15	2	8	5		3 ^η	VA
$_{16}\text{S}$	16	2	8	6		3 ^η	VIA
$_{17}\text{Cl}$	17	2	8	7		3 ^η	VIIA

Η άποψη του Παναγιώτη είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζουν τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο P έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο S έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα (πρόταση 2). Συνεπώς, τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα (πρόταση 3)».

Ερώτηση 4.1: Ποια πρόταση πιστεύεις ότι παρέχει στον Παναγιώτη στοιχεία που υποστηρίζουν την άποψή του;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 4.2: Ο Παναγιώτης σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο δίπλα.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι η VIIA.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 2 και η ομάδα του είναι η IIIA.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση 4.3: Ο Παναγιώτης λέει ότι «τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο S έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην IIIA ομάδα του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη του Παναγιώτη.

- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη του Παναγιώτη.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Παναγιώτη.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη του Παναγιώτη.

Ερώτηση 4.4: Η Μαρία είναι συμμαθήτρια του Παναγιώτη. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Παναγιώτη

«Την επηρεάζουν τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας. Το χημικό στοιχείο P έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο S έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Μαρίας

«Την επηρεάζουν τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας. Ο Henry Moseley σημαντικός αγγλικός επιστήμονας που κατόρθωσε να αποκαταστήσει μια κανονικότητα μεταξύ του μήκους κύματος των ακτίνων X που παράγονται από τα χημικά στοιχεία και τον ατομικό αριθμό και με βάση αυτό μπόρεσε να αναδιατάξει τα στοιχεία στον περιοδικό πίνακα, είχε αναφέρει ότι ο αριθμός της ομάδας σχετίζεται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Άρα τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Παναγιώτης ή η Μαρία;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Παράρτημα 2 – Φύλλα Εργασίας ομάδας 1

Φύλλο Εργασίας 1 (ομάδα 1)

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη:

Τμήμα:

Σχολείο:

Ημερομηνία:

Το φύλλο εργασίας με το οποίο θα ασχοληθείς περιλαμβάνει ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες οι οποίες κατανέμονται σε πέντε φάσεις.

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1α

Στο βιβλίο Φυσικής της Γ΄ Γυμνασίου υπάρχει η παρακάτω εικόνα που απεικονίζει ένα ρολόι με εκκρεμές.



Περιγράψτε το φαινόμενο που παρατηρείτε αναφέροντας πως αντιλαμβάνεστε τον όρο «περιοδικότητα» σε σχέση με το φαινόμενο αυτό.

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 1β

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την βιβλιοθήκη ενός σχολείου.



Με ποιο κριτήριο πιστεύετε ότι είναι ταξινομημένα τα βιβλία στη βιβλιοθήκη του σχολείου σας;

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 1γ

Η παρακάτω εικόνα υπάρχει στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών του σχολείου σας.

Περιοδικός Πίνακας Χημικών Στοιχείων

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Πρόκειται για τον περιοδικό πίνακα που όπως μάθατε στην Γ΄ Γυμνασίου περιέχει όλα τα γνωστά χημικά στοιχεία.

Με ποιο κριτήριο πιστεύετε ότι είναι ταξινομημένα τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα;

.....

.....

.....

.....

.....

Πως αντιλαμβάνεστε τον όρο «Περιοδικότητα» στον Περιοδικό Πίνακα;

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες στη δραστηριότητα 1γ.

Υπάρχουν ομοιότητες στις απαντήσεις σας;

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

Αν ναι, ποιες είναι αυτές;

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

Υπάρχουν διαφορές στις απαντήσεις σας;

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

Αν ναι, ποιες είναι αυτές;

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

Παρουσίασε στους συμμαθητές σου την απάντησή σου όσο πιο αναλυτικά μπορείς και προσπάθησε να τους πείσεις ότι η δική σου είναι η πιο σωστή.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου, εξακολουθείς να έχεις την ίδια γνώμη; Γιατί;

.....

.....
.....
.....
Ποια ερωτήματα έχεις να ερευνήσεις;

Ερώτημα 1

.....
.....
Ερώτημα 2

.....
.....
Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 3

Ο Κωνσταντίνος θέλει να μάθει με ποιο κριτήριο τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Στην Γ΄ Γυμνασίου έχει μάθει ότι ο περιοδικός πίνακας αποτελείται από 7 οριζόντιες σειρές που ονομάζονται περίοδοι και από 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται ομάδες. Πιστεύει ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του. Αντίθετα ο συμμαθητής του ο Παύλος θεωρεί ότι ο αριθμός των στιβάδων δεν παίζει ρόλο στον καθορισμό της περιόδου.

Επειδή διαφωνούν σκέφτηκαν να πραγματοποιήσουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....
.....
Ποια είναι η δική σου άποψη;

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....
.....

Δραστηριότητα 4

Σε αυτή την δραστηριότητα θα εργαστείς ομαδικά στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado».

Ανοίξτε την εφαρμογή phet.colorado.edu. Πρόκειται για μία προσομοίωση που βρίσκεται στην κατηγορία «Χημεία» και ονομάζεται «Κατασκεύασε ένα άτομο». Σε αυτή την προσομοίωση θα ασχοληθείτε με την «κατασκευή» ατόμων, αφού συζητήσετε τις έννοιες ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, με τα οποία έχετε ασχοληθεί σε προηγούμενη τάξη.

Δημιουργήστε τα παρακάτω άτομα έτσι ώστε να μην εμφανίζουν φορτίο και να είναι σταθερά. Όταν δονούνται τα άτομα θα πρέπει να προστίθενται νετρόνια στον πυρήνα.

Προσοχή: Φροντίστε να επιλέξετε και τα 3 κουτάκια στην **Εμφάνιση (Στοιχείο, Ατομο/Ιόν, Σταθερό/Ασταθές)**

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός νετρονίων	Σύμβολο χημικού στοιχείου	Αριθμός στιβάδων	Σειρά του Π.Π στην οποία βρίσκεται (Περίοδος)
1					
3					

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 5

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απάντησε στην παρακάτω ερώτηση:

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

Προκειμένου να δώσουμε μια σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση σε μια ερώτηση που μας έχει τεθεί πρέπει να διατυπώσουμε ένα επιχείρημα. Ένα επιχείρημα πρέπει να αποτελείται από τα εξής συστατικά μέρη:

- **Ισχυρισμός:** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση.
- **Αποδεικτικά στοιχεία:** είναι τα δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Συλλογισμός:** συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και εκφράζει το λόγο για τον οποίο τα αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα) υποστηρίζουν τον ισχυρισμό παραπέμποντας σε κατάλληλες επιστημονικές αρχές.
- **Αντίκρουση:** αιτιολογεί γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Παράδειγμα επιχειρήματος από την καθημερινότητα

Ερώτημα: Ποιο κινητό τηλέφωνο είναι καλύτερο, το Α ή το Β;

Κινητό τηλέφωνο Α	Κινητό τηλέφωνο Β
Κάμερα ✓ Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12 MP Wide: f/1.6 aperture Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps	✓ Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12MP Wide: f/1.6 aperture Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps
Μνήμη Ενσωματωμένη μνήμη 64 GB	Ενσωματωμένη μνήμη 128 GB

Ισχυρισμός: Καλύτερο κινητό είναι το Β.

Για να μπορέσουμε να υποστηρίξουμε τον ισχυρισμό που γράψαμε θα πρέπει να παραθέσουμε τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Για παράδειγμα θα ψάξουμε να βρούμε ποιο κινητό έχει μεγαλύτερη μνήμη. Υποθέτουμε ότι το κινητό Α έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό Β έχει 128GB.

Αποδεικτικά στοιχεία: Το κινητό Α έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό Β έχει 128GB. Το κινητό Β έχει μεγαλύτερη μνήμη σε σύγκριση με το κινητό Α.

Για να γίνει πληρέστερη η διατύπωση του επιχειρήματος θα πρέπει να αναφέρουμε μια πρόταση που να είναι αποδεκτή και να εκφράζει το λόγο για τον οποίο τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό μας. Αυτή η διατύπωση αποτελεί τον συλλογισμό.

Συλλογισμός: Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό Β έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό Α, το κινητό Β είναι καλύτερο.

Για να ολοκληρωθεί η διατύπωση του επιχειρήματος θα πρέπει να αιτιολογήσουμε γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός θα ήταν λανθασμένος.

Αντίκρουση: Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα.

Ολόκληρο λοιπόν το επιχείρημα είναι το εξής:

Καλύτερο κινητό είναι το Β. Το κινητό Α έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό Β έχει 128GB. Το κινητό Β έχει μεγαλύτερη μνήμη σε σύγκριση με το κινητό Α. Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό Β έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό Α, το κινητό Β είναι καλύτερο. Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα (π.χ. φωτογραφίες, βίντεο, ...).

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 6

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{11}\text{Na}$							IA
$_{19}\text{K}$							IA

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχειρήμα.

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Ισχυρισμός (ποια είναι η απάντησή σου στην ερώτηση;):

.....

.....

.....

.....

Αποδεικτικά στοιχεία (ποια είναι τα στοιχεία από τον πίνακα που υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

.....

.....

.....

.....

Συλλογισμός (μπορείς να συνδέσεις τα στοιχεία που έγραψες με την απάντησή σου και να αιτιολογήσεις γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

.....
.....
.....
.....
Αντίκρουση (μπορείς να αιτιολογήσεις γιατί κάθε άλλη απάντηση θα είναι λανθασμένη;):

.....
.....
.....
.....
Δραστηριότητα 7

Ο καθηγητής της τάξης έκανε την κατανομή τους σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Ο Αχιλλέας χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω Πίνακα για να διατυπώσει την άποψή του.

Στοιχείο	Αριθμός e ⁻	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες					Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	O	Περίοδος	Ομάδα
¹² Mg	12	2	8	2			3 ^η	IIA
²⁰ Ca	20	2	8	8	2		4 ^η	IIA
³⁸ Sr	38	2	8	18	8	2	5 ^η	IIA

Η άποψη του Αχιλλέα είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται 4^η περίοδο (πρόταση 2). Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο (πρόταση 3)».

Ερώτηση 1: Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 2: Ποια πρόταση περιέχει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη του Αχιλλέα;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3: Ποια πρόταση αποτελεί το συλλογισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 4: Ο Αχιλλέας σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο κάτω.

- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι μεγαλύτερη.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι η 5^η.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 1 και η περίοδος του είναι η 3^η.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και οι στιβάδες του είναι περισσότερες.

Ερώτηση 5: Ο Αχιλλέας λέει ότι «ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο Sr έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην 5^η περίοδο του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη του Αχιλλέα.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη του Αχιλλέα.

Ερώτηση 6: Η Κατερίνα είναι συμμαθήτρια του Αχιλλέα. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Αχιλλέα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Κατερίνα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Ο κύριος Νίκος (ο καθηγητής της Χημείας) είπε στο μάθημα ότι όσο περισσότερες στιβάδες έχει ένα στοιχείο τόσο πιο μεγάλη είναι η περίοδος στην οποία βρίσκεται. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Αχιλλέας ή η Κατερίνα; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερώτηση 7: Η Αντιγόνη είναι μια άλλη συμμαθήτριά του Αχιλλέα. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Αχιλλέα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Αντιγόνης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Επειδή όταν το χημικό στοιχείο που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται σε διαφορετική περίοδο από αυτό που έχει 3 στιβάδες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο

αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Αχιλλέας ή η Αντιγόνη;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα του Αχιλλέα με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει ισχυρισμός ή είναι λάθος.	Υπάρχει σωστός ισχυρισμός αλλά είναι ελλιπής.	Υπάρχει σωστός και ολοκληρωμένος ισχυρισμός.
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ή είναι ακατάλληλα.	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά δεν είναι επαρκή.	Υπάρχουν κατάλληλα και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.
Συλλογισμός	Δεν υπάρχει συλλογισμός ή ο συλλογισμός δεν συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία όχι όμως κατάλληλα.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.

Ο ισχυρισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 8

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 6 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Έγραψες ισχυρισμό;

Ναι Όχι

2. Ο ισχυρισμός που έγραψες είναι μια πλήρης πρόταση;

Ναι Όχι

3. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

4. Είναι σχετικά τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

5. Έγραψες όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

6. Προέρχονται όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που έγραψες από τον πίνακα;

Ναι Όχι

7. Έγραψες έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

8. Έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

Ναι Όχι

9. Έχεις αιτιολογήσει γιατί τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι Όχι

10. Έγραψες αντίκρουση;

Ναι Όχι

11. Έγραψες ότι κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;

Ναι Όχι

12. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν γιατί κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;

Ναι Όχι

13. Έκανες κάποιο λάθος;

Ναι Όχι

14. Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

.....

.....

.....

.....

15. Γράψε ξανά το επιχειρήμά σου για την 6^η δραστηριότητα:

Ισχυρισμός:

.....

.....

.....

.....

Αποδεικτικά στοιχεία:

.....

.....

.....

.....

Συλλογισμός:

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

Αντίκρουση:

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

16. Στην Δραστηριότητα 1γ είχες αναφέρει πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» στον περιοδικό πίνακα. Συνεχίζεις να έχεις την ίδια άποψη;

Ναι Όχι

17. Αν όχι, πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» τώρα;

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

Φύλλο Εργασίας 2 (Ομάδα 1)

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη:

Τμήμα:

Σχολείο:

Ημερομηνία:

Το φύλλο εργασίας με το οποίο θα ασχοληθείς περιλαμβάνει ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες οι οποίες κατανέμονται σε πέντε φάσεις.

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Στο προηγούμενο μάθημα ο Βασίλης έμαθε ότι ο αριθμός των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια ενός χημικού στοιχείου καθορίζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται το χημικό στοιχείο αυτό στον περιοδικό πίνακα. Παρατηρώντας όμως ξανά τον περιοδικό πίνακα που υπάρχει στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών του σχολείου του θέλει να μάθει από τι εξαρτάται η ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο.

Περιοδικός Πίνακας Χημικών Στοιχείων

1 New Original

1 H Υδρογόνο 1.00784

2 He Ήλιο 4.002602

3 Li Λίθιο 6.941

4 Be Βηρύλλιο 9.012182

5 B Βόριο 10.811

6 C Άνθρακας 12.0107

7 N Άζωτο 14.0064

8 O Οξυγόνο 15.9994

9 F Φθόριο 18.9984032

10 Ne Νέον 20.1797

11 Na Νάτριο 22.989770

12 Mg Μαγνήσιο 24.3050

13 Al Άργίλιο 26.981538

14 Si Ψευδάργυρος 28.0855

15 P Φωσφόρος 30.973762

16 S Θείο 32.06

17 Cl Χλώριο 35.453

18 Ar Άργον 39.948

19 K Πότασιο 39.0983

20 Ca Καλσίιο 40.078

21 Sc Σκάνδιο 44.955910

22 Ti Τίτανο 47.887

23 V Βανάδιο 50.9415

24 Cr Κρómιο 51.9961

25 Mn Μάγγανιο 54.938049

26 Fe Σίδηρος 55.8457

27 Co Κοβάλτιο 58.933200

28 Ni Νικέλιο 58.6934

29 Cu Χαλκός 63.546

30 Zn Ψευδάργυρος 65.409

31 Ga Γαλλίο 69.723

32 Ge Γερμάνιο 72.64

33 As Αρσενικό 74.92160

34 Se Σελήνιο 78.96

35 Br Βρώμιο 79.904

36 Kr Κρυπτό 83.798

37 Rb Ρουβίδιο 85.4678

38 Sr Στρώντιο 87.62

39 Y Ίτριο 88.90584

40 Zr Ζιρκόνιο 91.224

41 Nb Νίβιο 92.90638

42 Mo Μολυβδένιο 95.94

43 Tc Τεχνήτιο (98)

44 Ru Ρούθηνιο 101.07

45 Rh Ρόδιο 102.90550

46 Pd Παλλάδιο 106.42

47 Ag Άργεντος 107.8682

48 Cd Κάδμιο 112.411

49 In Ίνδιο 114.818

50 Sn Σνίκο 118.710

51 Sb Σμολόβιο 121.760

52 Te Τηλλούριο 127.60

53 I Ιώδιο 126.90447

54 Xe Ξενονάιο 131.29

55 Cs Κίσιιο 132.90545

56 Ba Βαρίο 137.327

57 to 71 Lanthanides

57 La Λανθάνιο 138.9055

58 Ce Σερίιο 140.116

59 Pr Προμηθέριο 140.90766

60 Nd Νεοβόριο 144.24

61 Pm Προμιθίο (145)

62 Sm Σμολόβιο 150.36

63 Eu Ευροπώσιο 151.964

64 Gd Γαδολίνιο 157.25

65 Tb Τέρβιο 158.92534

66 Dy Δυσπρόσιο 162.500

67 Ho Ηολμίο 164.93032

68 Er Έρβιο 167.259

69 Tm Τυμολόβιο 168.93421

70 Yb Υψέρβιο 173.04

71 Lu Λουθόβιο 174.967

72 Hf Ηφνίο 178.49

73 Ta Ταντάλο 180.9479

74 W Βολφράμιο 183.84

75 Re Ρένιο 186.207

76 Os Οσμίο 190.23

77 Ir Ιρίδιο 192.222

78 Pt Πλατίνιο 195.078

79 Au Χρυσός 196.96657

80 Hg Υψέρβιο 200.59

81 Tl Τηλλούριο 204.38

82 Pb Πυρίτιο 207.2

83 Bi Βισμούθιο 208.98040

84 Po Πολόνιο (209)

85 At Αστάτο (210)

86 Rn Ραδόνιο (222)

87 Fr Φρανσίιο (223)

88 Ra Ραδίο (226)

89 to 103 Actinides

89 Ac Ακτινίο (227)

90 Th Θόριο 232.0381

91 Pa Πρωακτινίο 231.03588

92 U Ουράνιο 238.02891

93 Np Προακτινίο (237)

94 Pu Πλουτώνιο (244)

95 Am Αμεργίο (243)

96 Cm Κουρίο (247)

97 Bk Βερμίκλιο (247)

98 Cf Καλιφόρνιο (251)

99 Es Αϊσινόβιο (252)

100 Fm Φέρμιο (257)

101 Md Μεντβέβιο (258)

102 No Νορμάνκιο (259)

103 Lr Λόρεντσιο (262)

104 Rf Ρομφένιο (261)

105 Db Ντομβόριο (262)

106 Sg Σιγκαμάριο (266)

107 Bh Βόριο (264)

108 Hs Ηάσιο (265)

109 Mt Μάϊτνιουμ (268)

110 Ds Ντάσιο (271)

111 Rg Ρογγένιο (272)

112 Uub Ουμπιουμ (285)

113 Uut Ουτιουμ (284)

114 Uuq Ουκουμ (289)

115 Uup Ουπυριουμ (288)

116 Uuh Ουχουμ (282)

117 Uus Ουσουμ (289)

118 Uuo Ουοουμ (284)

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

Πιστεύει ότι η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της τελευταίας στιβάδας του. Αντίθετα ο συμμαθητής του ο Δημήτρης θεωρεί ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δεν παίζει ρόλο στον καθορισμό της ομάδας.

Επειδή διαφωνούν σκέφτηκαν να πραγματοποιήσουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....

.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

.....

.....

.....

.....

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....

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

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 2

Σε αυτή την δραστηριότητα θα εργαστείτε ομαδικά στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado».

Ανοίξτε την εφαρμογή phet.colorado.edu. Πρόκειται για μία προσομοίωση που βρίσκεται στην κατηγορία «Χημεία» και ονομάζεται «**Κατασκεύασε ένα άτομο**». Σε αυτή την προσομοίωση θα ασχοληθείτε με την «κατασκευή» ατόμων, αφού συζητήσετε τις έννοιες ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, με τα οποία έχετε ασχοληθεί σε προηγούμενη τάξη.

Δημιουργήστε τα παρακάτω άτομα έτσι ώστε να μην εμφανίζουν φορτίο και να είναι σταθερά. Όταν δονούνται τα άτομα θα πρέπει να προστίθενται νετρόνια στον πυρήνα.

Προσοχή: Φροντίστε να επιλέξετε και τα 3 κουτάκια στην **Εμφάνιση (Στοιχείο, Ατομο/Ιόν,Σταθερό/Ασταθές)**

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός νετρονίων	Σύμβολο χημικού στοιχείου	Αριθμός ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας	Στήλη του Π.Π στην οποία βρίσκεται (Ομάδα)
3					
4					

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απάντησε στην παρακάτω ερώτηση:

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

Γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 4

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{11}\text{Na}$						3 ^η	
$_{12}\text{Mg}$						3 ^η	

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχειρήμα.

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

Ισχυρισμός (ποια είναι η απάντησή σου στην ερώτηση;):

.....

.....

.....
Αποδεικτικά στοιχεία (ποια είναι τα στοιχεία από τον πίνακα που υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

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

Συλλογισμός (μπορείς να συνδέσεις τα στοιχεία που έγραψες με την απάντησή σου και να αιτιολογήσεις γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

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

Αντίκρουση (μπορείς να αιτιολογήσεις γιατί κάθε άλλη απάντηση θα είναι λανθασμένη;):

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

Δραστηριότητα 5

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
^{13}Al						3 ^η	
^{16}S						3 ^η	

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχείρημα.

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

Ισχυρισμός (ποια είναι η απάντησή σου στην ερώτηση;):

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

Αποδεικτικά στοιχεία (ποια είναι τα στοιχεία από τον πίνακα που υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

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

Συλλογισμός (μπορείς να συνδέσεις τα στοιχεία που έγραψες με την απάντησή σου και να αιτιολογήσεις γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή σου;):

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

Αντίκρουση (μπορείς να αιτιολογήσεις γιατί κάθε άλλη απάντηση θα είναι λανθασμένη;):

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

Δραστηριότητα 6

Ο καθηγητής της τάξης έκανε την κατανομή τριών χημικών στοιχείων σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Η Χρυσάνθη χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να διατυπώσει την άποψή της.

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες					Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	O	Περίοδος	Ομάδα
${}^7\text{N}$	7	2	5				2 ^η	VA
${}^8\text{O}$	8	2	6				2 ^η	VIA
${}^9\text{F}$	9	2	7				2 ^η	VIIA

Η άποψη της Χρυσάνθης είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα (πρόταση 2). Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα (πρόταση 3)».

Ερώτηση 1: Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό της Χρυσάνθης;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 2: Ποια πρόταση περιέχει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη της Χρυσάνθης;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3: Ποια πρόταση αποτελεί το συλλογισμό της Χρυσάνθης;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 4: Η Χρυσάνθη σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο δίπλα.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι η VIIA.
- Οι ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 2 και η ομάδα του είναι η IIIA.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση 5: Η Χρυσάνθη λέει ότι «τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο O έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην ΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη της Χρυσάνθης.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη της Χρυσάνθης.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη της Χρυσάνθης.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη της Χρυσάνθης.

Ερώτηση 6: Ο Ιωάννης είναι συμμαθητής της Χρυσάνθης. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη της Χρυσάνθης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα».

Η άποψη του Ιωάννη

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Ο Henry Moseley σημαντικός αγγλικός επιστήμονας που κατόρθωσε να αποκαταστήσει μια κανονικότητα μεταξύ του μήκους κύματος των ακτίνων X που παράγονται από τα χημικά στοιχεία και τον ατομικό αριθμό και με βάση αυτό μπόρεσε να αναδιατάξει τα στοιχεία στον περιοδικό πίνακα, είχε αναφέρει ότι ο αριθμός της ομάδας σχετίζεται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Άρα τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν τη θέση ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, η Χρυσάνθη ή ο Ιωάννης;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....
.....

.....
.....
.....
.....
Ερώτηση 7: Ο Θοδωρής είναι ένας άλλος συμμαθητής της Χρυσάνθης. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη της Χρυσάνθης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Η άποψη του Θοδωρή

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται σε διαφορετική ομάδα από αυτό που έχει 5 ηλεκτρόνια μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δείχνει την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, η Χρυσάνθη ή ο Θοδωρής;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

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

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα της Χρυσάνθης με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει ισχυρισμός ή είναι λάθος.	Υπάρχει σωστός ισχυρισμός αλλά είναι ελλιπής.	Υπάρχει σωστός και ολοκληρωμένος ισχυρισμός.
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ή είναι ακατάλληλα.	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά δεν είναι επαρκή.	Υπάρχουν κατάλληλα και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.
Συλλογισμός	Δεν υπάρχει συλλογισμός ή ο συλλογισμός δεν συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία όχι όμως κατάλληλα.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.

Ο ισχυρισμός της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 7

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 4 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Έγραψες ισχυρισμό;

Ναι Όχι

2. Ο ισχυρισμός που έγραψες είναι μια πλήρης πρόταση;

Ναι Όχι

3. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;
- Ναι Όχι
4. Είναι σχετικά τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;
- Ναι Όχι
5. Έγραψες όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;
- Ναι Όχι
6. Προέρχονται όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που έγραψες από τον πίνακα;
- Ναι Όχι
7. Έγραψες έναν συλλογισμό που να συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό σου;
- Ναι Όχι
8. Έχεις συνδέσει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;
- Ναι Όχι
9. Έχεις αιτιολογήσει γιατί τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό σου;
- Ναι Όχι
10. Έγραψες αντίκρουση;
- Ναι Όχι
11. Έγραψες ότι κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;
- Ναι Όχι
12. Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν γιατί κάθε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη;
- Ναι Όχι
13. Έκανες κάποιο λάθος;
- Ναι Όχι
14. Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

.....
.....

.....
15. Γράψε ξανά το επιχείρημά σου για την 4^η δραστηριότητα:

Ισχυρισμός:

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

Αποδεικτικά στοιχεία:

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

Συλλογισμός:

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

Αντίκρουση:

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

16. Στην Δραστηριότητα 1γ του ΦΕ1 είχες αναφέρει πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» στον περιοδικό πίνακα. Συνεχίζεις να έχεις την ίδια άποψη;

Ναι Όχι

17. Αν όχι, πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» τώρα;

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

Παράρτημα 3 – Φύλλα Εργασίας ομάδας 2

Φύλλο Εργασίας 1 (ομάδα 2)

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη:

Τμήμα:

Σχολείο:

Ημερομηνία:

Το φύλλο εργασίας με το οποίο θα ασχοληθείς περιλαμβάνει ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες οι οποίες κατανέμονται σε πέντε φάσεις.

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1α

Στο βιβλίο Φυσικής της Γ΄ Γυμνασίου υπάρχει η παρακάτω εικόνα που απεικονίζει ένα ρολόι με εκκρεμές.



Περιγράψτε το φαινόμενο που παρατηρείτε αναφέροντας πως αντιλαμβάνεστε τον όρο «περιοδικότητα» σε σχέση με το φαινόμενο αυτό.

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 1β

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την βιβλιοθήκη ενός σχολείου.



Με ποιο κριτήριο πιστεύετε ότι είναι ταξινομημένα τα βιβλία στη βιβλιοθήκη του σχολείου σας;

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 1γ

Η παρακάτω εικόνα υπάρχει στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών του σχολείου σας.

Περιοδικός Πίνακας Χημικών Στοιχείων

Ατομικές μάζες σε παρενθέσεις είναι αυτές του πιο σταθερού ή κοινού ισότοπου.

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

Πρόκειται για τον περιοδικό πίνακα που όπως μάθατε στην Γ΄ Γυμνασίου περιέχει όλα τα γνωστά χημικά στοιχεία.

Με ποιο κριτήριο πιστεύετε ότι είναι ταξινομημένα τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα;

.....

.....

.....

.....

.....

Πως αντιλαμβάνεστε τον όρο «Περιοδικότητα» στον Περιοδικό Πίνακα;

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 2

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες στη δραστηριότητα 1γ.

Υπάρχουν ομοιότητες στις απαντήσεις σας;

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

Αν ναι, ποιες είναι αυτές;

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

Υπάρχουν διαφορές στις απαντήσεις σας;

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

Αν ναι, ποιες είναι αυτές;

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

Παρουσίασε στους συμμαθητές σου την απάντησή σου όσο πιο αναλυτικά μπορείς και προσπάθησε να τους πείσεις ότι η δική σου είναι η πιο σωστή.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου, εξακολουθείς να έχεις την ίδια γνώμη; Γιατί;

.....

.....
.....
.....
Ποια ερωτήματα έχεις να ερευνήσεις;

Ερώτημα 1

.....
.....
Ερώτημα 2

.....
.....
Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 3

Ο Κωνσταντίνος θέλει να μάθει με ποιο κριτήριο τοποθετούνται τα χημικά στοιχεία στον περιοδικό πίνακα. Στην Γ΄ Γυμνασίου έχει μάθει ότι ο περιοδικός πίνακας αποτελείται από 7 οριζόντιες σειρές που ονομάζονται περίοδοι και από 18 κατακόρυφες στήλες που ονομάζονται ομάδες. Πιστεύει ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του. Αντίθετα ο συμμαθητής του ο Παύλος θεωρεί ότι ο αριθμός των στιβάδων δεν παίζει ρόλο στον καθορισμό της περιόδου.

Επειδή διαφωνούν σκέφτηκαν να πραγματοποιήσουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....
.....
Ποια είναι η δική σου άποψη;

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....
.....

Δραστηριότητα 4

Σε αυτή την δραστηριότητα θα εργαστείς ομαδικά στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado».

Ανοίξτε την εφαρμογή phet.colorado.edu. Πρόκειται για μία προσομοίωση που βρίσκεται στην κατηγορία «Χημεία» και ονομάζεται «Κατασκεύασε ένα άτομο». Σε αυτή την προσομοίωση θα ασχοληθείτε με την «κατασκευή» ατόμων, αφού συζητήσετε τις έννοιες ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, με τα οποία έχετε ασχοληθεί σε προηγούμενη τάξη.

Δημιουργήστε τα παρακάτω άτομα έτσι ώστε να μην εμφανίζουν φορτίο και να είναι σταθερά. Όταν δονούνται τα άτομα θα πρέπει να προστίθενται νετρόνια στον πυρήνα.

Προσοχή: Φροντίστε να επιλέξετε και τα 3 κουτάκια στην **Εμφάνιση (Στοιχείο, Ατομο/Ιόν, Σταθερό/Ασταθές)**

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός νετρονίων	Σύμβολο χημικού στοιχείου	Αριθμός στιβάδων	Σειρά του Π.Π στην οποία βρίσκεται (Περίοδος)
1					
3					

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 5

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απάντησε στην παρακάτω ερώτηση:

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

Προκειμένου να δώσουμε μια σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση σε μια ερώτηση που μας έχει τεθεί πρέπει να διατυπώσουμε ένα επιχειρήμα. Ένα επιχειρήμα πρέπει να αποτελείται από τα εξής συστατικά μέρη:

- **Ισχυρισμός:** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση.
- **Αποδεικτικά στοιχεία:** είναι τα δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Συλλογισμός:** συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και εκφράζει το λόγο για τον οποίο τα αποδεικτικά στοιχεία (δεδομένα) υποστηρίζουν τον ισχυρισμό παραπέμποντας σε κατάλληλες επιστημονικές αρχές.
- **Αντίκρουση:** αιτιολογεί γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

Παράδειγμα επιχειρήματος από την καθημερινότητα

Ερώτημα: Ποιο κινητό τηλέφωνο είναι καλύτερο, το Α ή το Β;

Κάμερα	Κινητό τηλέφωνο Α	Κινητό τηλέφωνο Β
Φλας ✓	Φλας ✓	
Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture	Πληροφορίες εμπρόσθιας κάμερας f/2.2 aperture	
Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12 MP Wide: f/1.6 aperture	Πληροφορία κύριας κάμερας 12MP Ultra Wide: f/2.4 aperture and 120° field of view 12MP Wide: f/1.6 aperture	
Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps	Πληροφορίες βίντεο 4K video recording at 24 fps, 30 fps, or 60 fps	
Μνήμη		
Ενσωματωμένη μνήμη 64 GB	Ενσωματωμένη μνήμη 128 GB	

Ισχυρισμός: Καλύτερο κινητό είναι το Β.

Για να μπορέσουμε να υποστηρίξουμε τον ισχυρισμό που γράψαμε θα πρέπει να παραθέσουμε τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Για παράδειγμα θα ψάξουμε να βρούμε ποιο κινητό έχει μεγαλύτερη μνήμη. Υποθέτουμε ότι το κινητό Α έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό Β έχει 128GB.

Αποδεικτικά στοιχεία: Το κινητό Α έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό Β έχει 128GB. Το κινητό Β έχει μεγαλύτερη μνήμη σε σύγκριση με το κινητό Α.

Για να γίνει πληρέστερη η διατύπωση του επιχειρήματος θα πρέπει να αναφέρουμε μια πρόταση που να είναι αποδεκτή και να εκφράζει το λόγο για τον οποίο τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό μας. Αυτή η διατύπωση αποτελεί τον συλλογισμό.

Συλλογισμός: Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό B έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό A, το κινητό B είναι καλύτερο.

Για να ολοκληρωθεί η διατύπωση του επιχειρήματος θα πρέπει να αιτιολογήσουμε γιατί ένας διαφορετικός ισχυρισμός θα ήταν λανθασμένος.

Αντίκρουση: Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα.

Ολόκληρο λοιπόν το επιχείρημα είναι το εξής:

Καλύτερο κινητό είναι το B. Το κινητό A έχει μνήμη 64GB ενώ το κινητό B έχει 128GB. Το κινητό B έχει μεγαλύτερη μνήμη σε σύγκριση με το κινητό A. Για να θεωρείται ένα κινητό καλύτερο θα πρέπει να έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη. Επειδή το κινητό B έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη από το κινητό A, το κινητό B είναι καλύτερο. Κάποιοι θα μπορούσαν να σκεφτούν ότι η αποθηκευτική μνήμη δεν καθορίζει το ποιο κινητό είναι καλύτερο. Όμως αυτό που έχει μεγαλύτερη αποθηκευτική μνήμη μπορεί να αποθηκεύσει περισσότερα δεδομένα (π.χ. φωτογραφίες, βίντεο, ...).

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 6

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{11}\text{Na}$							IA
$_{19}\text{K}$							IA

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχειρήμα.

Η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια του;

(Γράψε αν η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται ή όχι από τον αριθμό των στιβάδων του. Ανέφερε τον αριθμό των στιβάδων των συγκεκριμένων στοιχείων του παραπάνω πίνακα και την περίοδο στην οποία βρίσκονται. Να θυμηθείς ότι ο αριθμός των στιβάδων συμπίπτει με τον αριθμό της περιόδου. Να γράψεις γιατί αν ένας συμμαθητής σου έγραφε άλλη απάντηση αυτή θα ήταν λανθασμένη)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 7

Ο καθηγητής της τάξης έκανε την κατανομή τους σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Ο Αχιλλέας χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω Πίνακα για να διατυπώσει την άποψή του.

Στοιχείο	Αριθμός e ⁻	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες					Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	O	Περίοδος	Ομάδα
¹² Mg	12	2	8	2			3 ^η	IIA
²⁰ Ca	20	2	8	8	2		4 ^η	IIA
³⁸ Sr	38	2	8	18	8	2	5 ^η	IIA

Η άποψη του Αχιλλέα είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται 4^η περίοδο (πρόταση 2). Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός

των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο (πρόταση 3)».

Ερώτηση 1: Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 2: Ποια πρόταση περιέχει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη του Αχιλλέα;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3: Ποια πρόταση αποτελεί το συλλογισμό του Αχιλλέα;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 4: Ο Αχιλλέας σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο κάτω.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι μεγαλύτερη.

- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 5 και η περίοδος του είναι η 5^η.
- Οι στιβάδες ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 1 και η περίοδος του είναι η 3^η.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και οι στιβάδες του είναι περισσότερες.

Ερώτηση 5: Ο Αχιλλέας λέει ότι «ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο Sr έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην 5^η περίοδο του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη του Αχιλλέα.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Αχιλλέα.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη του Αχιλλέα.

Ερώτηση 6: Η Κατερίνα είναι συμμαθήτρια του Αχιλλέα. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Αχιλλέα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Κατερίνα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Ο κύριος Νίκος (ο καθηγητής της Χημείας) είπε στο μάθημα ότι όσο περισσότερες στιβάδες έχει ένα στοιχείο τόσο πιο μεγάλη

είναι η περίοδος στην οποία βρίσκεται. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Αχιλλέας ή η Κατερίνα; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερώτηση 7: Η Αντιγόνη είναι μια άλλη συμμαθήτριά του Αχιλλέα. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη του Αχιλλέα

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Από αυτό το παράδειγμα φαίνεται ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα και είναι πολύ πετυχημένο».

Η άποψη της Αντιγόνης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων. Το χημικό στοιχείο Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ το χημικό στοιχείο Ca έχει 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο. Επειδή όταν το χημικό στοιχείο που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται σε διαφορετική περίοδο από αυτό που έχει 3 στιβάδες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Αχιλλέας ή η Αντιγόνη;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα του Αχιλλέα με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. ο αριθμός των στιβάδων.	Έγραψε ότι την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των στιβάδων.
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι το Mg έχει 2 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα και βρίσκεται στην 2 ^η περίοδο.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. το Mg έχει 3 στιβάδες.	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. το Mg έχει 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3 ^η περίοδο.
Συλλογισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι αφού το Mg έχει 2	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό

	<p>ηλεκτρόνια στην εξωτερική στιβάδα βρίσκεται στην 2^η περίοδο.</p>	<p>στοιχείο που έχει 3 στιβάδες βρίσκεται σε διαφορετική περίοδο από αυτό που έχει 4 στιβάδες μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα</p>	<p>στοιχείο που έχει 3 στιβάδες στην 3^η περίοδο και αυτό που έχει 4 στιβάδες βρίσκεται στην 4^η περίοδο μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των στιβάδων δείχνει την περίοδο στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα</p>
--	--	---	--

Ο ισχυρισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός του Αχιλλέα είναι επιπέδου.....

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 8

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 6 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι καταναμημένα τα ηλεκτρόνια του;

Ναι Όχι

2. Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι στο χημικό στοιχείο $_{11}\text{Na}$ τα ηλεκτρόνια είναι καταναμημένα σε 3 στιβάδες και βρίσκεται στην 3^η περίοδο ενώ στο χημικό στοιχείο $_{19}\text{K}$ τα ηλεκτρόνια είναι καταναμημένα σε 4 στιβάδες και βρίσκεται στην 4^η περίοδο του περιοδικού πίνακα;

Ναι Όχι

3. Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι καταναμημένα τα ηλεκτρόνια του επειδή όταν ένα χημικό στοιχείο έχει τα καταναμημένα τα ηλεκτρόνια του σε περισσότερες στιβάδες βρίσκεται σε μεγαλύτερη περίοδο και μάλιστα ο αριθμός των στιβάδων συμπίπτει με τον αριθμό την περιόδου, άρα ο αριθμός των στιβάδων επηρεάζει την περίοδο του περιοδικού πίνακα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο;

Ναι Όχι

4. Έγραψες γιατί η απάντηση: «η περίοδος ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων στην εξωτερική στιβάδα» θα είναι λανθασμένη;

Ναι Όχι

5. Γράψε ξανά το επιχειρήμά σου για την 6^η δραστηριότητα:

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

6. Στην Δραστηριότητα 1γ είχες αναφέρει πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» στον περιοδικό πίνακα. Συνεχίζεις να έχεις την ίδια άποψη;

Ναι Όχι

7. Αν όχι, πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» τώρα;

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

Φύλλο Εργασίας 2 (ομάδα 2)

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέση ενός χημικού στοιχείου στον Περιοδικό Πίνακα

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη:

Τμήμα:

Σχολείο:

Ημερομηνία:

Το φύλλο εργασίας με το οποίο θα ασχοληθείς περιλαμβάνει ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες οι οποίες κατανέμονται σε πέντε φάσεις.

Φάση 1: Ενεργοποίηση

Δραστηριότητα 1

Στο προηγούμενο μάθημα ο Βασίλης έμαθε ότι ο αριθμός των στιβάδων στις οποίες είναι κατανεμημένα τα ηλεκτρόνια ενός χημικού στοιχείου καθορίζει την περίοδο στην οποία βρίσκεται το χημικό στοιχείο αυτό στον περιοδικό πίνακα. Παρατηρώντας όμως ξανά τον περιοδικό πίνακα που υπάρχει στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών του σχολείου του θέλει να μάθει από τι εξαρτάται η ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο.

Περιοδικός Πίνακας Χημικών Στοιχείων

Atomic masses in parentheses are those of the most stable or common isotope.

Note: The subgroup numbers 1-18 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

Πιστεύει ότι η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της τελευταίας στιβάδας του. Αντίθετα ο συμμαθητής του ο Δημήτρης θεωρεί ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δεν παίζει ρόλο στον καθορισμό της ομάδας.

Επειδή διαφωνούν σκέφτηκαν να πραγματοποιήσουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....

.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

.....

.....

.....

.....

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....

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

Φάση 2: Εξερεύνηση

Δραστηριότητα 2

Σε αυτή την δραστηριότητα θα εργαστείς ομαδικά στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το λογισμικό «Phet Colorado».

Ανοίξτε την εφαρμογή phet.colorado.edu. Πρόκειται για μία προσομοίωση που βρίσκεται στην κατηγορία «Χημεία» και ονομάζεται «Κατασκεύασε ένα άτομο». Σε αυτή την προσομοίωση θα ασχοληθείτε με την «κατασκευή» ατόμων, αφού συζητήσετε τις έννοιες ατομικός αριθμός, μαζικός αριθμός, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια, με τα οποία έχετε ασχοληθεί σε προηγούμενη τάξη.

Δημιουργήστε τα παρακάτω άτομα έτσι ώστε να μην εμφανίζουν φορτίο και να είναι σταθερά. Όταν δονούνται τα άτομα θα πρέπει να προστίθενται νετρόνια στον πυρήνα.

Προσοχή: Φροντίστε να επιλέξετε και τα 3 κουτάκια στην Εμφάνιση (Στοιχείο, Ατομο/Ιόν,Σταθερό/Ασταθές)

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός πρωτονίων	Αριθμός ηλεκτρονίων	Αριθμός νετρονίων	Σύμβολο χημικού στοιχείου	Αριθμός ηλεκτρονίων εξωτερικής στιβάδας	Στήλη του Π.Π. στην οποία βρίσκεται (Ομάδα)
3					
4					

Φάση 3: Επεξήγηση

Δραστηριότητα 3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απάντησε στην παρακάτω ερώτηση:

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

Γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

Φάση 4: Επέκταση

Δραστηριότητα 4

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{11}\text{Na}$						3 ^η	
$_{12}\text{Mg}$						3 ^η	

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχείρημα.

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

(Γράψε αν η ομάδα ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται ή όχι από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας του. Ανέφερε τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας των συγκεκριμένων στοιχείων του παραπάνω πίνακα και την ομάδα στην οποία βρίσκονται. Να θυμηθείς ότι ο αριθμός των

ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με τον αριθμό της ομάδας. Να γράψεις γιατί αν ένας συμμαθητής σου έγραφε άλλη απάντηση αυτή θα ήταν λανθασμένη)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 5

Δίνεται ο παρακάτω πίνακας:

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες				Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	Περίοδος	Ομάδα
$_{13}\text{Al}$						3 ^η	
$_{16}\text{S}$						3 ^η	

Αφού συμπληρώσεις τον παραπάνω πίνακα απάντησε στην παρακάτω ερώτηση δίνοντας ένα επιχείρημα.

Η ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας;

(Γράψε αν η ομάδα ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται ή όχι από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας του. Ανέφερε τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας των συγκεκριμένων στοιχείων του παραπάνω πίνακα και την ομάδα στην οποία βρίσκονται. Να θυμηθείς ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας συμπίπτει με τον αριθμό της ομάδας. Να γράψεις γιατί αν ένας συμμαθητής σου έγραφε άλλη απάντηση αυτή θα ήταν λανθασμένη)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Δραστηριότητα 6

Ο καθηγητής της τάξης έκανε την κατανομή τριών χημικών στοιχείων σε στιβάδες σύμφωνα με τις αρχές δόμησης. Κατόπιν ζήτησε από τους μαθητές να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την ομάδα στην οποία βρίσκεται στον περιοδικό πίνακα ένα χημικό στοιχείο;

Η Χρυσάνθη χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να διατυπώσει την άποψή της.

Στοιχείο	Αριθμός e^-	Ηλεκτρονιακή δομή σε στιβάδες					Περιοδικός Πίνακας	
		K	L	M	N	O	Περίοδος	Ομάδα
${}^7\text{N}$	7	2	5				2 ^η	VA
${}^8\text{O}$	8	2	6				2 ^η	VIA
${}^9\text{F}$	9	2	7				2 ^η	VIIA

Η άποψη της Χρυσάνθης είναι η παρακάτω:

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. (πρόταση 1). Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα (πρόταση 2). Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα (πρόταση 3)».

Ερώτηση 1: Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό της Χρυσάνθης;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 2: Ποια πρόταση περιέχει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψη της Χρυσάνθης;

- Μόνο η πρόταση 1
- Μόνο η πρόταση 2
- Οι προτάσεις 1 και 2
- Καμία πρόταση

Ερώτηση 3: Ποια πρόταση αποτελεί το συλλογισμό της Χρυσάνθης;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2
- Η πρόταση 3

Ερώτηση 4: Η Χρυσάνθη σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η θέση ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι πιο δίπλα.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.
- Τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 7 και η ομάδα του είναι η VIIA.
- Οι ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι 2 και η ομάδα του είναι η IIIA.
- Τα ηλεκτρόνια ενός άλλου χημικού στοιχείου είναι περισσότερα και η ομάδα του είναι μεγαλύτερη.

Ερώτηση 5: Η Χρυσάνθη λέει ότι «τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα». Θέλοντας να κάνει την άποψη του πιο ισχυρή, προσθέτει το ακόλουθο στοιχείο:

«το χημικό στοιχείο O έχει 2 στιβάδες και βρίσκεται στην ΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα»

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, γιατί είναι άσχετο με την άποψη της Χρυσάνθης.
- αδύναμο, γιατί βρίσκεται σε αντίθεση με την άποψη της Χρυσάνθης.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη της Χρυσάνθης.
- ισχυρό, γιατί υποστηρίζει την άποψη της Χρυσάνθης.

Ερώτηση 6: Ο Ιωάννης είναι συμμαθητής της Χρυσάνθης. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη της Χρυσάνθης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα».

Η άποψη του Ιωάννη

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Ο Henry Moseley σημαντικός αγγλικός επιστήμονας που κατόρθωσε να αποκαταστήσει μια κανονικότητα μεταξύ του μήκους κύματος των ακτίνων X που παράγονται από τα χημικά στοιχεία και τον ατομικό αριθμό και με βάση αυτό μπόρεσε να αναδιατάξει τα στοιχεία στον περιοδικό πίνακα, είχε αναφέρει ότι ο αριθμός της ομάδας σχετίζεται με τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Άρα τα ηλεκτρόνια της τελευταίας στιβάδας δείχνουν τη θέση ενός στοιχείου στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, η Χρυσάνθη ή ο Ιωάννης;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

.....
.....

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

Ερώτηση 7: Ο Θοδωρής είναι ένας άλλος συμμαθητής της Χρυσάνθης. Ο καθηγητής της χημείας τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά που υποστηρίζουν τις απόψεις τους.

Η άποψη της Χρυσάνθης

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Συνεπώς τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας δείχνουν την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Η άποψη του Θοδωρή

«Την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας. Το χημικό στοιχείο N έχει 5 ηλεκτρόνια στην τελευταία στιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα ενώ το χημικό στοιχείο O έχει 6 ηλεκτρόνια και βρίσκεται στην VIA ομάδα. Επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται σε διαφορετική ομάδα από αυτό που έχει 5 ηλεκτρόνια μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δείχνει την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα».

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, η Χρυσάνθη ή ο Θοδωρής;

Αιτιολογείστε την απάντησή σας.

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

Ερώτηση 8: Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα της Χρυσάνθης με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδο		
	0	1	2
Ισχυρισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των στοιβάδων	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στοιβάδας	Έγραψε ότι την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο την επηρεάζει ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στοιβάδας
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι το N έχει 5 στιβάδες και βρίσκεται στην VA ομάδα.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. το N έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. το N έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα και βρίσκεται στην VA ομάδα.
Συλλογισμός	Δεν έγραψε απάντηση ή έγραψε ότι αφού το N έχει 5 στιβάδες βρίσκεται στην VA ομάδα.	Έγραψε μια απάντηση που δεν είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται σε διαφορετική ομάδα από αυτό που έχει 5 ηλεκτρόνια μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας	Έγραψε μια απάντηση που είναι πλήρης π.χ. επειδή το χημικό στοιχείο που έχει 6 ηλεκτρόνια βρίσκεται στην VIA ομάδα και αυτό που έχει 5 ηλεκτρόνια βρίσκεται στην VA ομάδα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι ο αριθμός των

		δείχνει την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα	ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας δείχνει την ομάδα στην οποία βρίσκεται ένα στοιχείο στον περιοδικό πίνακα
--	--	---	---

Ο ισχυρισμός της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός της Χρυσάνθης είναι επιπέδου.....

Φάση 5: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 7

Στην δραστηριότητα αυτή θα αξιολογήσουμε το επιχείρημα που έγραψες στην δραστηριότητα 4 με τη βοήθεια κάποιων ερωτήσεων. Κύκλωσε τη σωστή απάντηση.

1. Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι η ομάδα ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας του;

Ναι Όχι

2. Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι στο χημικό στοιχείο ${}_{11}\text{Na}$ τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας είναι 1 και βρίσκεται στην ΙΑ ομάδα ενώ στο χημικό στοιχείο ${}_{12}\text{Mg}$ τα ηλεκτρόνια της εξωτερικής στιβάδας είναι 2 και βρίσκεται στην ΙΙΑ ομάδα του περιοδικού πίνακα;

Ναι Όχι

3. Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η ομάδα ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας επειδή όταν ένα χημικό στοιχείο έχει περισσότερα ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στιβάδα βρίσκεται σε μεγαλύτερη ομάδα και μάλιστα ο αριθμός των ηλεκτρονίων αυτών συμπίπτει με τον αριθμό την ομάδας, άρα ο αριθμός των ηλεκτρονίων της εξωτερικής στιβάδας επηρεάζει την ομάδα του περιοδικού πίνακα στην οποία βρίσκεται ένα χημικό στοιχείο;

Ναι Όχι

4. Έγραψες γιατί η απάντηση: «η ομάδα ενός χημικού στοιχείου στον περιοδικό πίνακα εξαρτάται από τον αριθμό των στιβάδων στις οποίες είναι καταναμημένα τα ηλεκτρόνια του» θα είναι λανθασμένη;

Ναι Όχι

5. Γράψε ξανά το επιχειρήμά σου για την 4^η δραστηριότητα:

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

6. Στην Δραστηριότητα 1γ του ΦΕ1 είχες αναφέρει πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» στον περιοδικό πίνακα. Συνεχίζεις να έχεις την ίδια άποψη;

Ναι Όχι

7. Αν όχι, πως αντιλαμβάνεσαι τον όρο «περιοδικότητα» τώρα;

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