

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ – ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ  
ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΙΣ  
ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ  
ΝΑ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ  
ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΕΣ»**

**ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

**ΡΟΔΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2021**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ – ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ  
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ  
Α.Μ: 4132019002

«Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΠΟΥ  
ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΣΤΙΣ  
ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ  
ΝΑ ΠΑΡΑΓΟΥΝ ΚΑΙ ΝΑ ΑΞΙΟΛΟΓΟΥΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΑ  
ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΕΣ»

«THE CONTRIBUTION OF TEACHING MATERIAL  
SUPPORTED BY EDUCATIONAL SOFTWARE ON PRIMARY  
SCHOOL STUDENTS' ABILITIES TO PRODUCE AND  
EVALUATE ARGUMENTS FOR ELECTROMAGNETS»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΚΟΥΜΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΣΟΦΟΣ ΑΛΙΒΙΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΦΩΚΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΡΟΔΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2021

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

*Η συμβολή διδακτικού υλικού που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό στις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα για τους ηλεκτρομαγνήτες.*

\*

*The contribution of teaching material supported by educational software on primary school students' abilities to produce and evaluate arguments for electromagnets.*

**ΑΛΕΞΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ**

Επιβλέπων: Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 15 Ιουνίου 2021

1. Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



2. Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



3. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



ΡΟΔΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2021

*Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.*

*Αλεξόπουλος Κωνσταντίνος*

## Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία με τίτλο « Η συμβολή διδακτικού υλικού που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό στις ικανότητες των μαθητών δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα για τους ηλεκτρομαγνήτες» εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Επιστήμες της αγωγής – Εκπαίδευση με Χρήση Νέων Τεχνολογιών» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Με αφορμή την ολοκλήρωσή της, θα ήθελα να ευχαριστήσω κάποιους ανθρώπους που με τον τρόπο του ο καθένας συνέβαλε καθοριστικά προς αυτή την κατεύθυνση.

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της εργασίας μου Αναπληρωτή Καθηγητή Πανεπιστημίου Αιγαίου κ. Σκουμιό Μιχαήλ για την αμέριστη βοήθεια που μου πρόσφερε, τη συνεχή στήριξη και την εμπιστοσύνη του καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Χάρη στις πολύτιμες συμβουλές και παρατηρήσεις του ολοκληρώθηκε ομαλά η συγγραφή της εργασίας.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Σοφό Αλιβίζο και τον επίκουρο καθηγητή κ. Φωκίδη Εμμανουήλ, μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής για τις στοχευμένες παρατηρήσεις τους στην εργασία μου, καθώς και τους υπόλοιπους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν.

Ακόμα, ευχαριστώ τους διευθυντές των δημοτικών σχολείων Ματαράγκας Αιτωλοακαρνανίας και Πλακιά Ρεθύμνου για την παροχή γραφικής ύλης απαραίτητης για την διεκπεραίωση της έρευνας και των παρεμβάσεων όπως επίσης και τον αγαπητό φίλο και συνάδελφο Νικόλαο Λιάκο που πραγματοποίησε τις διδακτικές παρεμβάσεις στην ομάδα ελέγχου.

Τέλος, ευχαριστώ εκ βάθους καρδιάς τη σύζυγο μου Μαριάνθη για όλη τη στήριξη, τη βοήθεια, και την παρακίνηση που μου προσέφερε. Χωρίς την συμπαράστασή της, η συγγραφή της διπλωματικής μου δε θα μπορούσε να ολοκληρωθεί.

## Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	5
Κατάλογος πινάκων.....	9
Κατάλογος σχημάτων.....	10
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 Σημασία της εργασίας.....	16
1.4 Δομή της εργασίας.....	17
1.5 Ανακεφαλαίωση.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	19
2.1 Εισαγωγή.....	19
2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών.....	19
2.2.1 Συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών.....	19
2.2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών.....	21
2.3 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών.....	22
2.3.1 Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες.....	22
2.3.2 Η εννοιολογική αλλαγή.....	25
2.3.3 Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986).....	25
2.4 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών.....	28
2.5 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση νέων τεχνολογιών.....	30
2.6. Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	31
2.6.1 Τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος.....	31
2.6.2. Τα είδη των αποδεικτικών στοιχείων.....	33
2.6.3 Κριτήρια ποιότητας επιχειρημάτων.....	34
2.7 Ανακεφαλαίωση.....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	35
3.1 Εισαγωγή.....	35
3.2 Ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρομαγνητισμό ..	35
3.3 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα.....	38
3.4. Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας.....	49
3.5 Ανακεφαλαίωση.....	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	51
4.1 Εισαγωγή.....	51
4.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	51
4.3 Ερευνητική διαδικασία.....	52
4.4 Συμμετέχοντες.....	54
4.5 Το εκπαιδευτικό υλικό.....	54
4.5.1 Το εκπαιδευτικό υλικό για την πειραματική ομάδα.....	55
4.5.2 Το εκπαιδευτικό υλικό για την ομάδα ελέγχου.....	85
4.6. Συλλογή δεδομένων.....	85
4.6.1 Διαδικασία συλλογής δεδομένων.....	85
4.6.2 Συγκρότηση και παρουσίαση ερωτηματολογίου.....	87
4.7 Ανακεφαλαίωση.....	92
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	93
5.1 Εισαγωγή.....	93
5.2 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα.....	93
5.3 Αξιολόγηση των ικανοτήτων των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα.....	96
5.4 Διαδικασία ανάλυσης δεδομένων.....	97
5.5 Ανακεφαλαίωση.....	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	106
6.1 Εισαγωγή.....	106
6.2. Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών στη διάρκεια των διδασκαλιών.....	106
6.3. Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων.....	115
6.3.1 Επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	116
6.3.2 Επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	117
6.3.3 Επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	119
6.4 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων.....	121
6.4.1 Καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	121
6.4.2 Καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	123
6.4.3 Καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	125
6.5 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων.....	127

6.5.1 Πληρότητα και συνθετότητα της συγκρότησης των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	127
6.5.2 Χρήση λεξιλογίου στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.....	129
6.5.3. Τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις .....	131
6.6 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα.....	133
6.6.1 Η ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα.....	133
6.6.2 Η ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα .....	135
6.6.3 Η ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία .....	137
6.6.4. Η ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία .....	139
6.7 Ανακεφαλαίωση .....	142
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>143</b>
7.1 Εισαγωγή.....	143
7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους.....	145
7.2.1. Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 1 .....	145
7.2.2. Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 2 .....	150
7.2.3. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 3 .....	154
7.2.4. Γενικά Συμπεράσματα.....	154
7.3 Περιορισμοί της έρευνας.....	155
7.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	155
7.5 Ανακεφαλαίωση .....	156
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>157</b>
Ελληνική βιβλιογραφία.....	157
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	160
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>166</b>
Παράρτημα 1 - Ερωτηματολόγιο.....	166
Παράρτημα 2 – Φύλλα Εργασίας.....	179



## Κατάλογος πινάκων

**Πίνακας 4.1:** Οι φάσεις διδασκαλίας του μαθησιακού μοντέλου 5E και οι αντίστοιχες πρακτικές που εμπλέκονται

**Πίνακας 4.2:** Τα ερευνητικά ερωτήματα, οι διαστάσεις τους και τα αντίστοιχα εργαλεία συλλογής δεδομένων.

**Πίνακας 4.3:** Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου με τα αντίστοιχα ζητήματα που διερευνώνται

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

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

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

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

**Πίνακας 6.1:** Τα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.2:** Τα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.3:** Τα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.4:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.5:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.6:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.7:** Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.8:** Τα επίπεδα στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.9:** Τα επίπεδα στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.10:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.11:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.12:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

**Πίνακας 6.13:** Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

## Κατάλογος σχημάτων

**Σχήμα 1:** Τα σώματα γνώσης που εμπλέκονται στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών

**Σχήμα 2:** Το εποικοδομητικό μοντέλο των Driver & Oldham

**Σχήμα 3:** Το μοντέλο επιχειρημάτων του Toulmin (2003)

**Σχήμα 4:** Το μοντέλο επιχειρημάτων των McNeil & Krajcik (2012)

**Σχήμα 5:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α:

**Σχήμα 6:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β:

**Σχήμα 7:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ:

**Σχήμα 8:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ:

**Σχήμα 9:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ

**Σχήμα 10:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 11:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 12:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ

**Σχήμα 13:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 14:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 15:** Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ

**Σχήμα 16:** Η κατανομή των επιπέδων για τη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 17:** Η κατανομή των επιπέδων για την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 18:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 19:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 20:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Σχήμα 21:** Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

## Περίληψη

Ένας από τους βασικούς στόχους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να εμπλέκονται με συγκρότηση και αξιολόγηση επιστημονικών επιχειρημάτων. Παρόλα αυτά η έρευνα που μελετά τις επιδράσεις διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες είναι περιορισμένη. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Επιπλέον, επιδιώκεται η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα), αυτής της διδακτικής παρέμβασης με μια άλλη διδακτική παρέμβαση στους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό στους ηλεκτρομαγνήτες που βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» και την χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα», το οποίο εφαρμόστηκε σε 28 μαθητές της Στ΄ τάξης δημοτικού (πειραματική ομάδα). Σε άλλους 32 μαθητές της Στ΄ τάξης (ομάδα ελέγχου) εφαρμόστηκε η ίδια διδακτική παρέμβαση που βασίστηκε στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Επιπλέον, συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις. Δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο καθώς και οι απαντήσεις μαθητών της πειραματικής ομάδας στα φύλλα εργασίας κατά τη διδακτική παρέμβαση. Τα επιχειρήματα των μαθητών για τους ηλεκτρομαγνήτες αναλύθηκαν με χρήση κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων τριών επιπέδων ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά τους χαρακτηριστικά. Με κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολογήθηκε και η ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά

με τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών τους επιχειρημάτων σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Επίσης, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας ανέπτυξαν περισσότερο τις ικανότητές τους να εντοπίζουν, να αναγνωρίζουν και να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία, καθώς επίσης και να συγκρίνουν επιχειρήματα, σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

## Abstract

An essential goal in science teaching is the development of students' ability to produce and evaluate scientific arguments. However, research investigating the contribution of didactic interventions in students' ability to produce and evaluate arguments is limited. The purpose of this study is to investigate the contribution of didactic intervention for electromagnets, based on the constructivist learning approach using educational software and the scientific practice «engaging in argument from evidence» in primary 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 this didactic intervention against another didactic intervention for electromagnets which is based in the same learning approach using the same educational software without the use of the scientific practice «engaging in argument from evidence». Instructional material for electromagnets, based on the constructivist learning approach using the scientific practice «engaging in argument from evidence» and the educational software «Learn how to experiment», was developed and applied to 28 6<sup>th</sup> grade primary school students (experimental group). In 32 other 6<sup>th</sup> grade primary school students (control group) was applied teaching intervention which is based in the same learning approach using the same educational software without the use of the scientific practice «engaging in argument from evidence». Additionally, a questionnaire was developed and completed by students of the two groups before and after the interventions. This study's data was student's answers in questionnaire and also the answers of students of the experimental group to the worksheets during the didactic intervention. Students' arguments for electromagnets 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 scale of graded criteria. Data analysis revealed that students of experimental group showed better learning outcomes in terms of structure, content and linguistic characteristics of their written arguments compared to students of the control group. It was also found that students of experimental group developed more skills in locating, identifying and critiquing evidence, as well as comparing arguments on the basis of their evidence compared to students of the control group.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Οριοθέτηση του προβλήματος και αναγκαιότητα εργασίας

Η παρούσα εργασία, με τίτλο «Η συμβολή διδακτικού υλικού που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό στις ικανότητες των μαθητών του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα για τους ηλεκτρομαγνήτες», εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής – Εκπαίδευση με χρήση νέων τεχνολογιών» του Παιδαγωγικού Τμήματος 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 μιας διδακτικής παρέμβασης 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 των ΗΠΑ, μέσα από το γενικότερο πλαίσιο αναθεώρησης του προγράμματος σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες, προτάσσει ως βασικό στόχο την εμπλοκή των μαθητών με πρακτικές (NRC, 2012). Μέσω αυτής της προσέγγισης (μάθηση μέσω Πρακτικών), οι μαθητές ακολουθούν επιστημονικές διαδικασίες καθώς διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα, σχεδιάζουν και διεξάγουν έρευνα και ερμηνεύουν τα δεδομένα μέσα σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο υποστηρίζοντας τους ισχυρισμούς τους και αντικρούοντας τις απόψεις των συμμαθητών τους. Έχουν καθοριστεί οκτώ πρακτικές για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες και αυτές είναι (NRC, 2012): η υποβολή ερωτημάτων, η ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, η σχεδίαση και διεξαγωγή έρευνας, η ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, η χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, η συγκρότηση εξηγήσεων, η εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων και η απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Ένας από τους πιο ουσιαστικούς στόχους στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών είναι η εμπλοκή των μαθητών στην παραγωγή και αξιολόγηση επιχειρημάτων (NRC, 2012). Στόχος

είναι οι μαθητές να μπορούν να υποστηρίξουν τις εξηγήσεις που δίνουν ή να απορρίπτουν συλλογισμούς βασιζόμενοι σε αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, πρέπει να μάθουν να αξιολογούν τα επιστημονικά επιχειρήματα των άλλων προβάλλοντας αντεπιχειρήματα (NRC, 2012). Η εμπλοκή τους στην επιχειρηματολογία οδηγεί σε μια εκ βάθους κατανόηση του γνωστικού αντικείμενου, καλλιεργώντας επιπρόσθετα θετική στάση για τις Φυσικές Επιστήμες (McNeill & Krajcik, 2007).

Από τη βιβλιογραφία είναι φανερό ότι υπάρχει 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 άλλωστε δεν υιοθετούν παρεμβάσεις που θα οδηγούσαν στη ανάπτυξη και βελτίωση αυτής της ικανότητας (Driver et al., 2000). Όμως, διδακτικές παρεμβάσεις που στοχεύουν να διδάξουν στους μαθητές το ακριβές πλαίσιο του επιστημονικού επιχειρήματος έχουν ως αποτέλεσμα οι μαθητές να συγκροτούν ολοκληρωμένα επιχειρήματα στο τέλος της διδασκαλίας (McNeil & Krajcik, 2007).

Στην παρούσα εργασία, επιλέχθηκε η εννοιολογική περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού διότι οι εφαρμογές τους χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινή ζωή. Επίσης, η διδασκαλία του ηλεκτρομαγνητισμού εμπεριέχεται στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αναδεικνύοντας την ανάγκη για τη μελέτη τους. Ακόμα, έχει διαπιστωθεί ότι οι αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού διαφέρουν από τη σχολική γνώση (Κόκκοτας, 1998; Borges & Gilbert, 1999; Driver et al., 2000).

Στο παρελθόν, έχουν διερευνηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για τον ηλεκτρομαγνητισμό και έχει μελετηθεί η συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση των αντιλήψεων αυτών (Selman et al., 1982; Anderson, 1986; Barrow, 1987; Galili, 1995; Raduta, 2005; Smaill & Rowe, 2012). Στον τομέα των επιχειρημάτων των μαθητών, οι περισσότερες έρευνες ασχολήθηκαν με την διερεύνηση της ποιότητάς τους (Sandoval, 2003). Ελάχιστες είναι οι έρευνες που μελετούν τις δεξιότητες των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα (Knight et al., 2014) ενώ δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα για τις αντίστοιχες ικανότητες των μαθητών της πρωτοβάθμιας (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Ακόμα, είναι περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών σχετικά με την συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων που κάνουν χρήση της πρακτικής της εμπλοκής σε επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (Bell & Linn, 2000; Sandoval, 2003; McNeil, Lizzote,

Krajcik & Marx, 2006) και στις ικανότητές τους να κρίνουν επιχειρήματα (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Επίσης, απουσιάζουν εργασίες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τους ηλεκτρομαγνήτες στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Αναδεικνύεται, λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης ερευνών που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στους ηλεκτρομαγνήτες στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

## **1.2 Σκοπός της εργασίας**

Η εργασία αυτή εστιάζεται στη μελέτη της επίδρασης διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση νέων τεχνολογιών για τους ηλεκτρομαγνήτες στις ικανότητες των μαθητών της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα, καθώς και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα), αυτής της διδακτικής παρέμβασης με μια άλλη διδακτική παρέμβαση στους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία».

## **1.3 Σημασία της εργασίας**

Τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο στο πεδίο της έρευνας όσο και στο πεδίο της διδακτικής πράξης.

Η παρούσα εργασία επιδιώκει να καλύψει ένα ερευνητικό κενό. Συγκεκριμένα, εξετάζει τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων με χρήση της πρακτικής «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στους ηλεκτρομαγνήτες, ζητήματα για τα οποία δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.



Στον τομέα της διδακτικής πράξης, τα αποτελέσματα της εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς ώστε να βοηθήσουν τους μαθητές της Στ΄ τάξης να βελτιώσουν την ικανότητά τους να παράγουν επιχειρήματα αλλά και να αξιολογούν τα επιχειρήματα των συμμαθητών τους στους ηλεκτρομαγνήτες.

## 1.4 Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από επτά κεφάλαια:

Στο **πρώτο κεφάλαιο** γίνεται η οριοθέτηση του προβλήματος και αναφέρεται η αναγκαιότητα της παρούσας εργασίας, ο σκοπός καθώς και η σημασία της. Επίσης, παρουσιάζεται η δομή της.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** αναπτύσσεται το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο αναφέρονται τα συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών καθώς και τα γενικά χαρακτηριστικά τους. Επίσης, περιλαμβάνονται οι θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση, της μάθησης μέσω πρακτικών και της μάθησης με χρήση νέων τεχνολογιών. Τέλος, αναλύονται τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητάς τους.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρομαγνητισμό, καθώς και τις διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν γίνει με σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διάρκεια της έρευνας. Αρχικά παρουσιάζονται ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα, ακολουθεί η ερευνητική διαδικασία και στη συνέχεια οι συμμετέχοντες της έρευνας. Έπειτα, περιγράφεται το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου. Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής δεδομένων.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μέθοδος ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας. Πιο 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 **έκτο κεφάλαιο** καταγράφονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων σχετικά με τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών καθώς και της ικανότητάς τους να κρίνουν επιχειρήματα και παρουσιάζονται σε πίνακες ποσοστών και συχνοτήτων. Επίσης παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών της πειραματικής ομάδας.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** 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.

## **1.5 Ανακεφαλαίωση**

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στον ηλεκτρομαγνητισμό, βασισμένες στην εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση, κάνοντας χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Επιπλέον, διερευνάται κατά πόσο διαφέρουν τα αποτελέσματα της παρέμβασης αυτής σε σχέση με μια διδακτική παρέμβαση που δεν κάνει χρήση της πρακτικής «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Τα αποτελέσματα της εργασίας αναμένεται να δώσουν ερευνητικά δεδομένα σε ζητήματα που δεν έχουν ερευνηθεί στο παρελθόν αλλά και να αξιοποιηθούν διδακτικά από εκπαιδευτικούς.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

### **2.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό αναπτύσσεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Αρχικά παρουσιάζονται ζητήματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών (βλ. ενότητα 2.2) και ακολουθεί η παρουσίαση των θέσεων της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3). Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών (βλ. ενότητα 2.4) αλλά και με χρήση νέων τεχνολογιών (βλ. ενότητα 2.5). Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος καθώς και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητάς τους (βλ. ενότητα 2.6).

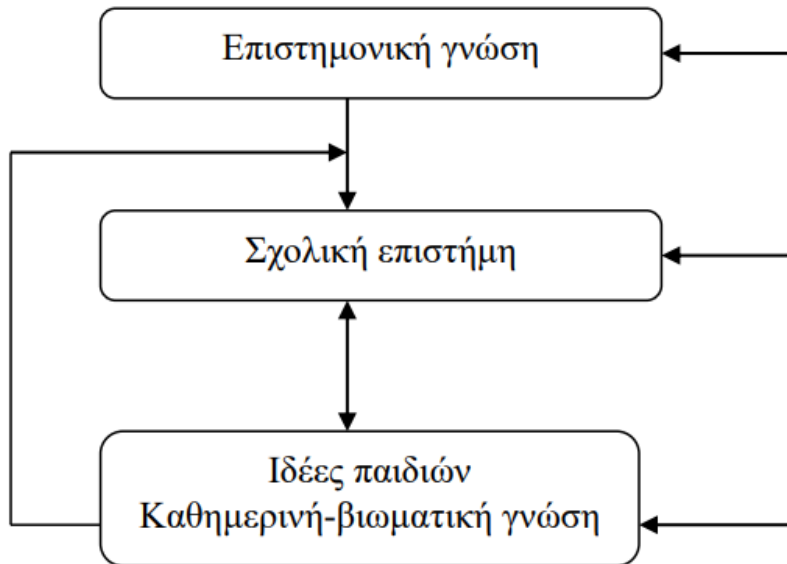
### **2.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.1) καθώς και τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων αυτών (βλ. υποενότητα 2.2.2).

#### **2.2.1 Συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών**

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών εμπλέκονται τρία διακριτά σώματα γνώσης, η επιστημονική, η σχολική και η καθημερινή – βιωματική γνώση, όπως αποτυπώνεται και στο παρακάτω σχήμα (Κουλαϊδής, 1994):

**Σχήμα 1:** Τα σώματα γνώσης που εμπλέκονται στη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών



Η επιστημονική γνώση είναι αυτή με την οποία ασχολείται η επιστημονική κοινότητα των Φυσικών Επιστημών κατά την προσπάθειά της να προωθήσει ή να αλλάξει την γνώση. (Κουλαϊδής, 2001). Η σχολική γνώση αποτελεί τη σχολική εκδοχή της φυσικό – επιστημονικής γνώσης και οι φορείς της είναι τα σχολικά εγχειρίδια και οι διδάσκοντες. Τη γνώση αυτή την διαχειρίζονται τόσο οι διδάσκοντες έχοντας ως βάση την επιστημονική γνώση όσο και οι μαθητές κατά τη διαδικασία της ερμηνείας της με άξονα αναφοράς την καθημερινή – βιοματική τους γνώση (Κουλαϊδής, 2001). Η πρακτικό – βιοματική γνώση είναι αποτέλεσμα της καθημερινής εμπειρίας τους, των βιωμάτων τους, της κοινωνικής συναναστροφής τους με άτομα του περίγυρού τους αλλά και των σύγχρονων μέσων ενημέρωσης (Driver et al., 1985). Στη βιβλιογραφία, η καθημερινή – βιοματική γνώση αναφέρεται ως «πρώτες ιδέες», «αναπαραστάσεις» και «αντιλήψεις» αν το βάρος δίνεται στην κοινωνική διάσταση της γνώσης, ως «προαντιλήψεις» ή «προϊδεάσεις» όταν το βάρος δίνεται στη χρονική στιγμή κατά την οποία μελετώνται οι αντιλήψεις αυτές και ως «εσφαλμένες αντιλήψεις» και «παρανοήσεις» όταν μελετώνται ως προς τον εσφαλμένο χαρακτήρα του περιεχομένου τους (Κόκκοτας, 1997; Κουλαϊδής, 2001).

Τα τελευταία εικοσιπέντε χρόνια, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών είχε ως αντικείμενο μελέτης την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών στις διδασκόμενες φυσικό -επιστημονικές γνώσεις (Driver et al. 1985, Driver et al. 1994, Pfundt & Duit 2004). Τα συμπεράσματα αυτά, που είναι κοινά στις περισσότερες έρευνες, συνοψίζονται ως εξής:

- Πριν έρθουν ακόμα στο σχολείο, οι μαθητές έχουν σχηματίσει ιδέες για τις βασικές αρχές των Φυσικών Επιστημών μέσω των αισθητηριακών τους εμπειριών. Οι αντιλήψεις αυτές κατά βάση διαφέρουν από τις απόψεις της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής εκδοχής τους (Driver et al. 1994; Pfundt & Duit, 2004).
- Κάποιες αντιλήψεις είναι πολύ διαδεδομένες στους μαθητές. Η έρευνα δείχνει ότι ακόμα σε περιοχές αρκετά απομακρυσμένες, οι μαθητές αναπτύσσουν παρόμοιες αντιλήψεις για ίδιες έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Driver et al. 1985).
- Οι αντιλήψεις των μαθητών είναι συνήθως τόσο ισχυρές, που αντιστέκονται σε οποιαδήποτε προσπάθεια αλλαγής τους. Οι μαθητές διατηρούν ανέπαφες τις αντιλήψεις αυτές ακόμα και μετά το πέρας της διδασκαλίας και γι' αυτό τα μαθησιακά αποτελέσματα έχουν πολύ μικρή διάρκεια (Driver et al. 1994).
- Πολλές φορές, οι μαθητές κρατούν τόσο την εξήγηση του δασκάλου μετά τη διδασκαλία όσο και τη δικές τους αντιλήψεις δημιουργώντας έτσι ένα σύστημα συγχωνευμένων αντιλήψεων. 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).
- Τέλος, 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 (Driver et al., 1985; Κόκκοτας, 1997)

### **2.2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών**

Οι έρευνες για τις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων σε έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών έχουν δείξει ότι οι αντιλήψεις αυτές έχουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά (Driver et al., 1985; Driver et al., 1994; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001):

- *Κυριάρχηση της σκέψης από αντιληπτικά δεδομένα:* Κατά την επίλυση ενός προβλήματος, οι μαθητές τείνουν να βασίζονται σε δεδομένα που γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεών τους (Driver et al. 1993; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001)
- *Περιορισμένη εστίαση:* Οι μαθητές επικεντρώνουν την προσοχή τους σε ορισμένες μόνο όψεις των καταστάσεων που μελετούν, τις πιο προφανείς, ενώ κάποιες άλλες τις αγνοούν (Κόκκοτας, 1997; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

- *Εξάρτηση αντιλήψεων από το πλαίσιο της χρήσης τους:* Αρκετά συχνά, οι μαθητές χρησιμοποιούν διαφορετικές ή και αντίθετες μεταξύ τους αντιλήψεις για να ερμηνεύσουν καταστάσεις που στην επιστημονική γνώση θεωρούνται ισοδύναμες. Οι αντιλήψεις αυτές επηρεάζονται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κατάστασης την οποία αντιμετωπίζουν (Κόκκοτας, 1997; Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- *Έννοιες που δεν διαχωρίζονται:* Οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες που με βάση την επιστημονική γνώση έχουν διαφορετική σημασία. Λόγω της σφαιρικότητας των αντιλήψεών τους, οι μαθητές μεταπηδούν αδιακρίτως από τη μια έννοια στην άλλη χωρίς να αντιλαμβάνονται τις διαφορές (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).
- *Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός:* Οι μαθητές περιγράφουν και ερμηνεύουν αλλαγές συστημάτων με τη βοήθεια γραμμικών αιτιακών αλυσίδων κάθε τμήμα των οποίων συνδέεται και με ένα διαφορετικό φαινόμενο, χωρίς να αντιλαμβάνονται την αλληλεπίδραση των σωμάτων (Driver et al. 1994).
- *Οι αντιλήψεις είναι ανθεκτικές στην αλλαγή:* Η μελέτη των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών αποδεικνύει τον ανθεκτικό χαρακτήρα τους. Η ανθεκτικότητα αυτή σχετίζεται και με την εννοιολογική αλλαγή, η οποία αποτελεί μια ιδιαίτερα χρονοβόρα διαδικασία σε σχέση με τις υπόλοιπες μαθησιακές διαδικασίες (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

## **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.), ο όρος της εννοιολογικής αλλαγής (βλ. υποενότητα 2.3.2.) και το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver & Oldham (βλ. υποενότητα 2.3.3.)

### **2.3.1. Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες**

Υπάρχουν τρεις βασικές προσεγγίσεις στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών: η παραδοσιακή, η ανακαλυπτική και η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση (Κόκκοτας, 1997).

Στην **παραδοσιακή** προσέγγιση, που στηρίζεται στις αρχές του συμπεριφορισμού, η γνώση μεταφέρεται από τον δάσκαλο στον μαθητή (Symington & Kirkwood, 1995). Στην διδακτική διαδικασία εμπλέκονται τρεις πυλώνες: ο δάσκαλος, το γνωστικό αντικείμενο και ο μαθητής.

Βασικός πυλώνας θεωρείται ο εκπαιδευτικός, ο οποίος κατέχει την επιστημονική γνώση και ορίζει τους στόχους και την πορεία της διδασκαλίας (Ματσαγγούρας, 1996). Μέσα από μονόλογο ή πειράματα επίδειξης μεταφέρει τη γνώση στον μαθητή, που αποτελεί έναν «άγραφο πίνακα» χωρίς πρότερες αντιλήψεις και ιδέες για τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών που διδάσκεται. Η μάθηση συντελείται μέσω της αποστήθισης και της ανάκλησης των γνώσεων (Bloom et al., 1956). Σκοπός της προσέγγισης αυτής είναι η βελτίωση της απομνημονευτικής ικανότητας του μαθητή και η αντικατάσταση τυχόν ιδεών τους με τις σωστές. Οι μαθητές μέσα από ατομική εργασία επιβραβεύονται για τις σωστές και διορθώνονται για τις αποκλίνουσες από το επιστημονικό πρότυπο απαντήσεις ώστε να μην αποτελέσουν εμπόδιο στην πορεία της διδασκαλίας (Κολιάδης, 1996).

Στην **ανακαλυπτική** προσέγγιση, που εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1960, η γνώση δεν μεταφέρεται αλλά ανακαλύπτεται από τον μαθητή με την κατάλληλη καθοδήγηση του εκπαιδευτικού (Sund et al., 1967; Thier, 1970). Το κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας μεταφέρεται από τον δάσκαλο στον μαθητή, ο οποίος ανακαλύπτει τη νέα γνώση μέσα από πειράματα, διερεύνηση και συζήτηση (Fleer, 2007). Ο μαθητής πλέον δεν αποστηθίζει όσες περισσότερες πληροφορίες μπορεί αλλά προσπαθεί να εξηγήσει όσα ανακάλυψε (Hodson, 1985). Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες με τον καθένα να αναλαμβάνει μια συγκεκριμένη εργασία. Τα λάθη των μαθητών θεωρούνται χρήσιμα καθώς βοηθούν τον εκπαιδευτικό να εντοπίσει τις αδυναμίες τους και να αναπροσαρμόσει το μάθημα (Andoniadou & Skoumios, 2013).

Στην **εποικοδομητική** προσέγγιση, η μάθηση ούτε μεταφέρεται ούτε ανακαλύπτεται αλλά κατασκευάζεται από τον μαθητή. Οι μαθητές, μέσω της αλληλεπίδρασης των πρότερων αντιλήψεων τους για τα φυσικά φαινόμενα και της σχολικής γνώσης, κατασκευάζουν μόνοι τους τη νέα γνώση (Driver, 1983; Osborne & Freyberg, 1985; Scott, 1987). Η κατασκευή της γνώσης είναι μια διαδικασία που απαιτεί την ενεργό συμμετοχή του υποκειμένου της μάθησης. Η γνώση είναι υποκειμενική και δεν μεταδίδεται από τον έχοντα στους μη έχοντες. Για τη μάθηση είναι απαραίτητη η εννοιολογική αλλαγή που πραγματοποιείται στους μαθητές μέσω της γνωστικής σύγκρουσης που υποβάλλονται (Driver et al., 2000). Ο δάσκαλος έχει τον ρόλο του συντονιστή και καθοδηγητή και ανάλογα με τις αντιλήψεις των μαθητών επιλέγει τα κατάλληλα μέσα που θα προκαλέσουν την εννοιολογική αλλαγή. Αυτό προϋποθέτει βέβαια ο δάσκαλος να έχει αποδεχθεί τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να τις χρησιμοποιήσει στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Κώτσης, 2002). Τα εργαλεία του εκπαιδευτικού σε

αυτή την προσέγγιση είναι το πείραμα, ο καταγισμός ιδεών, οι εννοιολογικοί χάρτες και τα εκπαιδευτικά λογισμικά (Andoniadou & Skoumios, 2013).

Από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι για τη μάθηση και τη διδασκαλία μέσω εποικοδομητικής προσέγγισης ισχύουν οι παρακάτω αρχές (Phillips & Shonkoff, 2000; Widolo, Duit & Muller, 2002):

- Οι μαθητές έχουν ήδη σχηματίσει αντιλήψεις πριν από τη διδασκαλία.
- Οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργητικά τη γνώση και η μάθηση είναι μια ενεργός διαδικασία οικοδόμησης νέας γνώσης που βασίζεται στην υπάρχουσα γνώση.
- Οι μαθησιακές εμπειρίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν γνωστικές συγκρούσεις στους μαθητές.
- Η μάθηση είναι μια διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών.

Ανάμεσα στις εκδοχές του εποικοδομητισμού συμπεριλαμβάνονται (Matthews, 1994): ο *γνωστικός (ατομικός) κονστρουκτιβισμός* και ο *κοινωνικός κονστρουκτιβισμός*. Ο πρώτος (γνωστικός) βασίζεται στις ιδέες του Piaget, ενώ ο δεύτερος (κοινωνικός) στον Vygotsky (Κορομπίλη & Τόγια, 2015).

Ο ατομικός κονστρουκτιβισμός επικεντρώνεται στο άτομο και αγνοεί τον τρόπο με τον οποίο η κατασκευή της γνώσης επηρεάζεται από την κοινωνική αλληλεπίδραση (Κόκκοτας, 2002). Θεωρείται ότι η γνώση κατασκευάζεται από το υποκείμενο καθώς αυτό αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση της γνώσης παίζει η εμπειρία του ατόμου, με τη βοήθεια της οποίας κάθε άτομο κατασκευάζει νοητά μοντέλα για την εξήγηση των φυσικών φαινομένων (Κορομπίλη & Τόγια, 2015).

Ο κοινωνικός κονστρουκτιβισμός για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αναγνωρίζει τη σημασία των κοινωνικο-πολιτιστικών παραγόντων στην κατασκευή της γνώσης και θεωρεί τη γνώση ως αποτέλεσμα κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Κορομπίλη & Τόγια, 2015). Η μάθηση θεωρείται μια δραστηριότητα κοινωνικής φύσης κατά την οποία οι μαθητές μέσω ανταλλαγής απόψεων μεταξύ τους κατασκευάζουν έννοιες υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού (Solomon, 1987).



### 2.3.2. Η εννοιολογική αλλαγή

Με τον όρο εννοιολογική αλλαγή, που είναι άμεσα συνυφασμένος με την εποικοδομητική προσέγγιση, θεωρείται η μετάβαση από την προϋπάρχουσα γνώση του μαθητή για έννοιες των Φυσικών Επιστημών στην σχολική εκδοχή της επιστημονικής γνώσης (Βοσνιάδου, 1994; Κόκκοτας, 2004).

Οι Rumelhart and Norman (1976) περιγράφουν την συνθήκη κατά με την οποία μπορεί να προκύψει η εννοιολογική αλλαγή. Σύμφωνα με αυτήν, για να επιτευχθεί σύνδεση των ιδεών των μαθητών με το επιστημονικό πρότυπο, χρειάζεται:

- η *επαύξηση* της προϋπάρχουσας γνώσης με νέες πληροφορίες και έννοιες που συνδέονται με τις νοητικές δομές του μαθητή και τις υφιστάμενες αντιλήψεις του.
- η *εναρμόνιση* των δομών που έχει σχηματίσει ο μαθητής με μικρές τροποποιήσεις, ώστε να γίνουν σύμφωνες με τα επιστημονικά πρότυπα, για παράδειγμα με τις κατάλληλες δραστηριότητες.
- η *αναδιοργάνωση* των δομών των μαθητών, πρώτα με την οργάνωση τους και έπειτα με την αντικατάστασή τους με νέες γνωστικές δομές που ταιριάζουν στο επιστημονικό πρότυπο.

Οι Posner et al. (1982) αναφέρουν τέσσερις συνθήκες που θα ενεργοποιήσουν την εννοιολογική αλλαγή:

- ❖ Οι υπάρχουσες ιδέες δεν θα πρέπει να καλύπτουν τον μαθητή. Υπάρχει η ανάγκη να δημιουργηθεί δυσαρέσκεια για τις υπάρχουσες ιδέες αφού δεν θα είναι ικανές να ερμηνεύσουν συγκεκριμένα φαινόμενα.
- ❖ Η νέα ιδέα πρέπει να είναι κατανοητή, δηλαδή, ο μαθητής να είναι σε θέση να κατανοήσει πως η εμπειρία του μπορεί να ερμηνευτεί από τη νέα ιδέα. Προς αυτή την κατεύθυνση βοηθάει η χρήση αναλογιών και μεταφορών.
- ❖ Η νέα ιδέα να είναι εύλογη, δηλαδή, να είναι σε θέση να λύσει προβλήματα που δεν μπορούσε η προηγούμενη γνώση. Θα πρέπει επίσης να έχει συνοχή με άλλες γνώσεις.
- ❖ Η νέα ιδέα να είναι γόνιμη και να ανοίγει τον δρόμο σε νέες έρευνες.

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

Ένα από τα αρχικά και πιο διαδεδομένα μοντέλα διδασκαλίας που στηρίζονται στην εποικοδομητική προσέγγιση είναι αυτό των Driver & Oldham (1986). Δομείται σε πέντε

φάσεις: προσανατολισμός, ανάδειξη των αντιλήψεων, αναδόμηση των αντιλήψεων, εφαρμογή των αντιλήψεων και ανασκόπηση των αλλαγών στις αντιλήψεις (βλ. εικ. 2.3.2.). Αναλυτικότερα:

### 1<sup>η</sup> φάση: **Προσανατολισμός**

Είναι η φάση της αφόρμησης που αποτελείται από δύο στάδια. Το στάδιο της πρόκλησης του ενδιαφέροντος και το στάδιο που αρχίζει η αναγνώριση των ιδεών. Το ξεκίνημα μπορεί να γίνει με την επίδειξη μιας εικόνας ή την αφήγηση σύντομων ιστοριών και άλλα. Οι μαθητές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με σκοπό να εντοπίσουν που πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους και τι είναι σημαντικό. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να καθοδηγεί και να ενθαρρύνει την έρευνα.

### 2<sup>η</sup> φάση: **Ανάδειξη των αντιλήψεων**

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές εξωτερικεύουν τις ιδέες τους. Υπάρχουν πολλοί τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η ανάδειξη των ιδεών. Αρχικά κάνοντας διάλογο με τους μαθητές ή απλώς παρακολουθώντας τις συζητήσεις τους. Επίσης μέσα από δραστηριότητες, φύλλα εργασίας και ερωματολογία. Άλλος ένας τρόπος ανάδειξης ιδεών είναι η συμμετοχή σε υποθετικά πειράματα ζητώντας από τους μαθητές να προβλέψουν τα αποτελέσματα ενός πειράματος. Οι μαθητές αρχικά εργάζονται ατομικά, στη συνέχεια όμως συγκροτούν ομάδες. Καταγράφουν τις απόψεις τους και ο εκπαιδευτικός τις συλλέγει και τις κατηγοριοποιεί. Με αυτή τη διαδικασία προκύπτουν τα μοντέλα ιδεών των μαθητών. Η ύπαρξη πολλών μοντέλων είναι ένα θέμα προς επίλυση με σκοπό να υιοθετηθεί ένα, το επιστημονικό. Η υιοθέτηση αυτή θα λάβει χώρα στην επόμενη φάση.

### 3<sup>η</sup> φάση: **Αναδόμηση των αντιλήψεων**

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές ελέγχουν τις ιδέες τους, επεκτείνοντας τις ή αναπτύσσοντας νέες που δεν είχαν πριν ή αντικαθιστώντας τις με άλλες. Βασικό βήμα αποτελεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων του πειράματος με τις αρχικές τους υποθέσεις. Εάν στην προηγούμενη φάση είχε ζητηθεί υποθετικό πείραμα, σε αυτή τη φάση ζητείται από τους μαθητές οι εκτέλεση του πειράματος. Οι μαθητές ελέγχουν τα αποτελέσματα και αν αυτά συμπίπτουν με τις προβλέψεις, τότε επιβεβαιώνεται η υπάρχουσα γνώση. Σε διαφορετική περίπτωση, οι μαθητές έρχονται σε

γνωστική σύγκρουση. Οι μαθητές εργάζονται ομαδικά και εκτελούν πειράματα. Έπειτα, προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα. Στόχος είναι να οδηγηθούν σε «αδιέξοδο» και να αναρωτηθούν γιατί οι ιδέες τους δεν μπορούν να εξηγήσουν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας. Έτσι, θα επέλθει η εννοιολογική αλλαγή και η υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου.

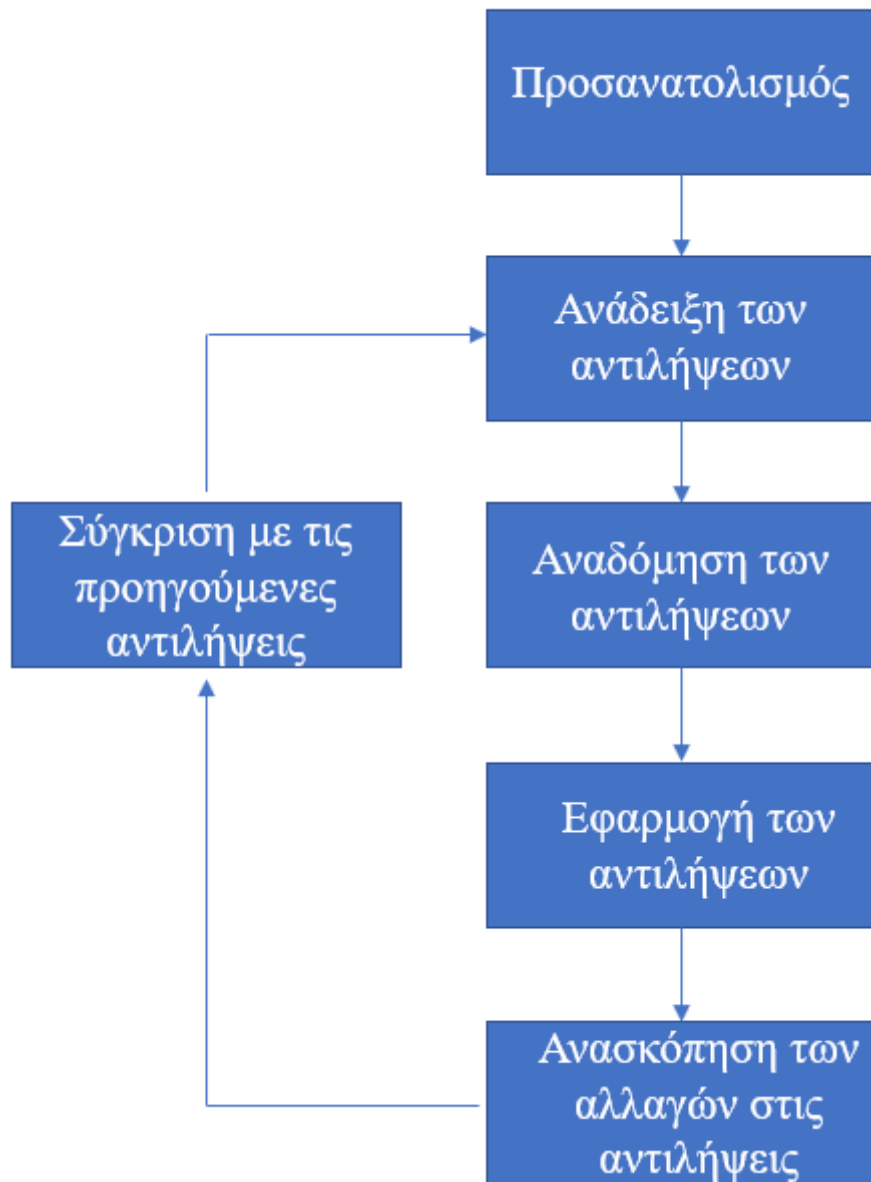
#### 4<sup>η</sup> φάση: **Εφαρμογή των αντιλήψεων**

Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές ελέγχουν αν οι γνώσεις που απέκτησαν είναι εφαρμόσιμες σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Η μάθηση έχει νόημα όταν βοηθά στην επίλυση προβλημάτων που μέχρι εκείνη τη στιγμή έμοιαζαν άλυτα. Έτσι, δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να βρουν τρόπο να τις εφαρμόσουν σε πραγματικά προβλήματα. Από τη στιγμή που οι νέες γνώσεις λύνουν προβλήματα και παρέχουν απαντήσεις, τότε είναι παραγωγικότερες από τις παλιές και υιοθετούνται.

#### 5<sup>η</sup> 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. Συνειδητοποιούν τη γνωστική πορεία της αλλαγής που αποτελεί μέσο αυτοελέγχου και ονομάζεται μεταγνώση. Ο δάσκαλος ενθαρρύνει τη συζήτηση μεταξύ των μαθητών σχετικά με τις παλιές και τωρινές ιδέες τους και τους βοηθά να εκτιμήσουν την αξία των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν.

**Σχήμα 2:** Το επικοινωνιακό μοντέλο των Driver & Oldham



## **2.4 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών μέσω επιστημονικών πρακτικών**

Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α., βασικοί στόχοι στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να εμπλέκονται στην επιστημονική έρευνα και να επιχειρηματολογούν σε επιστημονικό πλαίσιο (NRC, 2012). Προκειμένου να καταστεί εφικτή η επίτευξη των παραπάνω στόχων, είναι απαραίτητο να δοθεί έμφαση στους επιστημονικές πρακτικές. Με τον όρο αυτό εννοούνται οι πρακτικές που εφαρμόζουν οι επιστήμονες προκειμένου να ελέγξουν θεωρίες και να κατασκευάσουν μοντέλα για τα φυσικά φαινόμενα. Με την εμπλοκή τους στις επιστημονικές πρακτικές, οι μαθητές

μπορούν να αντιληφθούν πώς προκύπτει η επιστημονική γνώση παίρνοντας έτσι κίνητρο να συνεχίσουν να ερευνούν (NRC, 2012). Τους, έχει υποστηριχθεί ότι η αναθεώρηση των αντιλήψεων των μαθητών επέρχεται μέσω της χρήσης από τους μαθητές των επιστημονικών πρακτικών (NRC, 2012).

Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α. ορίζει τις εξής οκτώ επιστημονικές πρακτικές (NRC, 2012):

1. *Υποβολή ερωτημάτων*: Οι μαθητές θέτουν ερωτήματα για διάφορα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών και προσπαθούν να απαντήσουν διεξάγοντας έρευνα.
2. *Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων*: Προκειμένου να δοθούν εξηγήσεις σε διάφορα φαινόμενα, οι μαθητές κατασκευάζουν και χρησιμοποιούν μοντέλα ελέγχοντας υποθέσεις.
3. *Σχεδίαση και διεξαγωγή διερευνήσεων*: Οι μαθητές στο εργαστήριο εργάζονται όπως οι επιστήμονες σχεδιάζοντας και εκτελώντας μια διερεύνηση με σκοπό να βρουν απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα.
4. *Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων*: Τα δεδομένα της επιστημονικής έρευνας αναλύονται και ερμηνεύονται από τους μαθητές προκειμένου να προκύψουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους.
5. *Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης*: Οι μαθητές χρησιμοποιούν μαθηματικές έννοιες και δεξιότητες κατά την επεξεργασία των δεδομένων για να απαντήσουν σε επιστημονικά ερωτήματα.
6. *Συγκρότηση εξηγήσεων*: Οι μαθητές προβαίνουν σε συγκρότηση εξηγήσεων που αναφέρονται στο πώς ή γιατί συμβαίνει ένα φαινόμενο.
7. *Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων*: Προκειμένου να αναδειχθεί η καλύτερη δυνατή εξήγηση για τα υπό μελέτη φαινόμενα, κάθε μαθητής υπερασπίζεται την δική του εξήγηση χρησιμοποιώντας επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία.
8. *Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών*: Οι μαθητές αναζητούν πληροφορίες σε κείμενα, συζητούν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας απόψεις και ιδέες και αξιολογούν πληροφορίες που αντλούν από πηγές.

## 2.5 Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση νέων τεχνολογιών

Οι μαθητές προκειμένου να κατακτήσουν διάφορες έννοιες των Φυσικών Επιστημών με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν αργότερα να επιλύουν προβλήματα της καθημερινής ζωής, πρέπει να έχουν ενεργή συμμετοχή στην διαδικασία απόκτησης της γνώσης. Για το σκοπό αυτό πρέπει να εμπλέκονται σε διαδικασίες μάθησης όπως παρατήρηση, καταγραφή μετρήσεων, σχεδίαση και εκτέλεση πειράματος στο χώρο του εργαστηρίου και εξαγωγή συμπερασμάτων (Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008). Το πείραμα παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην οικοδόμηση της γνώσης. Ο μαθητής μέσα από τη χρήση των υλικών και των οργάνων του εργαστηρίου πειραματίζεται, ερμηνεύει δεδομένα, ανακαλύπτει σχέσεις, εκτελεί μετρήσεις και οδηγείται στην εξαγωγή συμπερασμάτων (Κόκκοτας, 2002).

Ωστόσο, πολλές 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 (Ψύλλος, 2007). Προκειμένου να αρθεί αυτό το εμπόδιο αλλά και οι γενικότεροι διδακτικοί και τεχνικοί περιορισμοί του εργαστηριακού πειράματος, ολοένα και περισσότερο έδαφος κερδίζει η 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 – όργανα, μετρήσεις, πειράματα - στην οθόνη του υπολογιστή (Ψύλλος & Μπισδικιάν, 2004).

Τέτοια εικονικά εργαστήρια είναι και οι προσομοιώσεις, οι οποίες είναι προγράμματα ηλεκτρονικού υπολογιστή που περιέχουν μοντέλα ενός φυσικού ή τεχνικού συστήματος (de Jong & van Joolingen, 1998). Σχεδιάστηκαν ώστε να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία ενός φυσικού φαινομένου με τους μαθητές να μελετούν πώς αυτό εξελίσσεται σε βραδύτερο, ταχύτερο ή πραγματικό χρόνο. Οι μαθητές, έχοντας τη δυνατότητα ελέγχου των μεταβλητών της πειραματικής διάταξης, μπορούν εύκολα να διατυπώνουν υποθέσεις, να τις διερευνούν και εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα. Οι προσομοιώσεις δίνουν τη δυνατότητα μελέτης φαινομένων που δεν μπορούν να μελετηθούν στα φυσικά εργαστήρια εξαιτίας του πολύ σύντομου ή υπερβολικά αργού χρονικού πλαισίου που απαιτείται για να εξελιχθούν. Τέλος,

παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας με ελκυστικό και κατανοητό τρόπο μέσα από γραφήματα και πίνακες (Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008).

Από τα ανωτέρω γίνεται αντιληπτό ότι οι προσομοιώσεις και γενικότερα οι νέες τεχνολογίες αποτελούν ένα δυνατό εργαλείο στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Δίνουν στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα μιας αποτελεσματικής διδασκαλίας μέσα στη σχολική αίθουσα με εντυπωσιακά αποτελέσματα σε όλους τους μαθητές (Hsu & Thomas, 2002). Επιπροσθέτως, η χρήση νέων τεχνολογιών στο μάθημα της Φυσικής διατηρεί αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών, ενισχύει το ομαδοσυνεργατικό πνεύμα διευκολύνοντας την ανταλλαγή απόψεων και βοηθάει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων παρατήρησης, μέτρησης και καταγραφής (Cox et al., 2004).

Πρέπει βεβαίως να αναφερθεί ότι η χρήση ή όχι προσομοιώσεων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι ένα θέμα για το οποίο δεν υπάρχει απόλυτη συμφωνία. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες που καταδεικνύουν τα σημαντικά οφέλη της χρήσης προσομοιώσεων στα μαθησιακά αποτελέσματα έναντι των φυσικών πειραμάτων (Ronen & Eliahu, 1999; Golberg & Otero, 2001; Zacharia & Anderson, 2003; Παναγιωτακόπουλος κ.α. 2004; Jaakkola & Nurmi, 2004; Keller, 2004; Zacharia, 2007; Tarekegn, 2009), έρευνες που αναφέρουν ότι τα φυσικά πειράματα υπερτερούν των εικονικών στα μαθησιακά αποτελέσματα (Steinberg, 2003; Marshall & Young, 2006; Srinivasan et al., 2006) και έρευνες στις οποίες φυσικά και εικονικά πειράματα έχουν τα ίδια αποτελέσματα (Choi & Gennaro, 1987; Arshadi, 1992; Baxter, 1995; Wilson, 2001; Keller et al., 2005; Κωνσταντίνου & Ζαχαρία, 2008; Baser & Durmus, 2010; Ολυμπίου & Ζαχαρία, 2011).

## **2.6. Τα επιχειρήματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (βλ. υποενότητα 2.6.1), τα είδη των αποδεικτικών στοιχείων (βλ. υποενότητα 2.6.2.), καθώς και τα κριτήρια ποιότητας των επιχειρημάτων (βλ. υποενότητα 2.6.2)

### **2.6.1 Τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος**

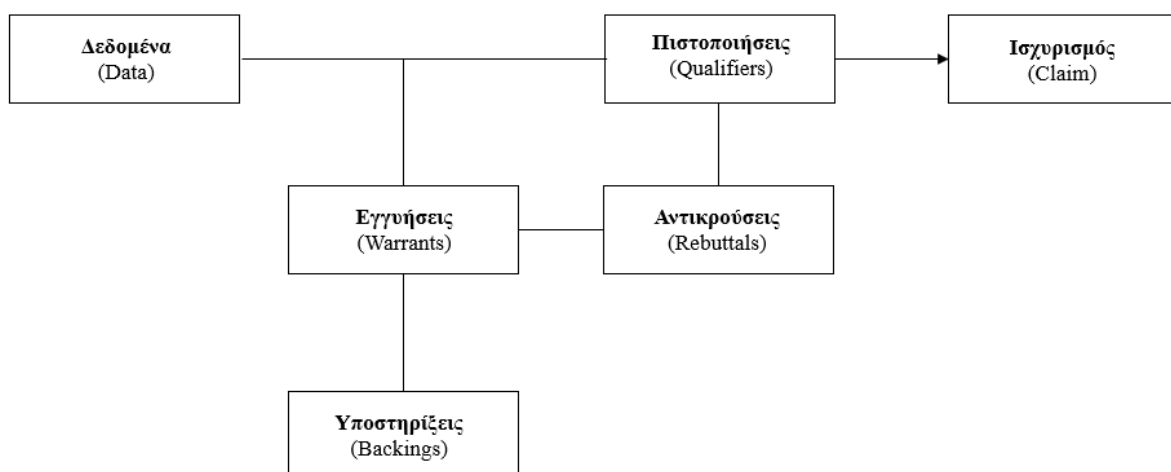
Η συγκρότηση επιχειρημάτων από τους μαθητές οφείλει να είναι πρωταρχικός στόχος στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Driver, Newton, & Osborne, 2000; NRC, 2012). Η

βελτίωση της ικανότητας αυτής μπορεί να επέλθει μέσα από εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας με χρήση αποδεικτικών στοιχείων. Έτσι, οι μαθητές θα είναι σε θέση να συγκροτούν επιχειρήματα τα οποία περιέχουν δεδομένα που στηρίζουν τους ισχυρισμούς τους, να αναγνωρίζουν ελαττώματα τόσο στα δικά τους επιχειρήματα όσο και στον συμμαθητή τους και, τέλος, να αναγνωρίζουν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (NRC, 2012).

Ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα επιχειρηματολογίας είναι αυτό του Toulmin (2003). Σύμφωνα με τον Toulmin, ένα επιχείρημα αποτελείται από τα εξής συστατικά στοιχεία (βλ. εικ. 2.6.1):

- **Ισχυρισμός (claim):** Η απάντηση σε μια ερώτηση.
- **Δεδομένα (data):** Τα στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
- **Εγγυήσεις (warrants):** Οι αποδείξεις ότι τα δεδομένα υποστηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Υποστηρίξεις (backings):** Δεδομένα που στηρίζουν τις εγγυήσεις.
- **Πιστοποιήσεις (qualifiers):** Στοιχεία που καταδεικνύουν την ισχύ των στοιχείων των εγγυήσεων.
- **Αντικρούσεις (rebuttals):** Στοιχεία που ακυρώνουν τα δεδομένα και τις εγγυήσεις τους.

**Σχήμα 3:** Το μοντέλο επιχειρημάτων του Toulmin (2003)



Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των επιχειρημάτων μαθητών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ωστόσο θεωρήθηκε δύσκολο στην εφαρμογή του από τους μαθητές

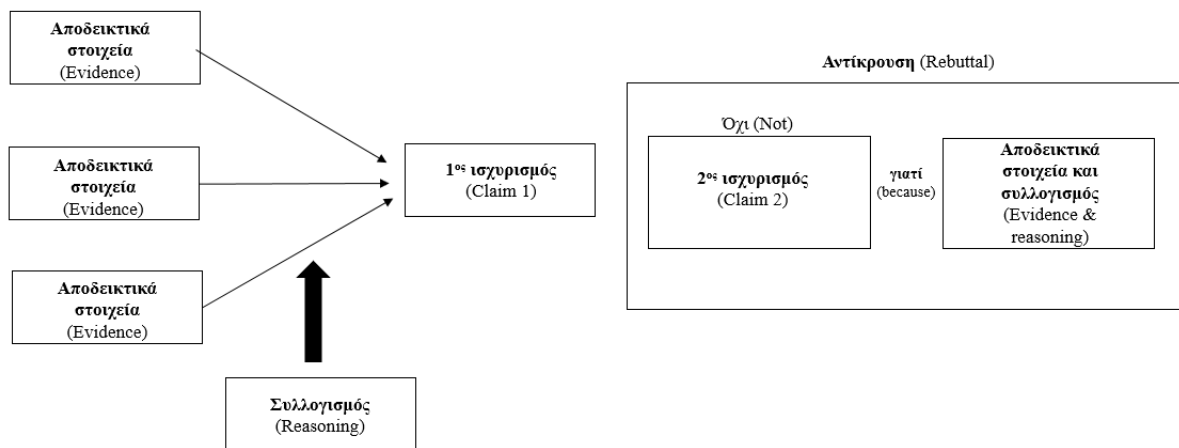


πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (McNeill et al., 2006). Για τον λόγο αυτό, απλουστεύτηκε διατηρώντας τρία βασικά στοιχεία (McNeill et al., 2012):

- τον **ισχυρισμό** (claim) που αποτελεί απάντηση στο αρχικό ερώτημα,
- τα **αποδεικτικά στοιχεία** (evidence) που είναι τα επιστημονικά δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και προκύπτουν από παρατηρήσεις ή έρευνα και, τέλος,
- τον **συλλογισμό** (reasoning) που δικαιολογεί γιατί τα επιστημονικά δεδομένα λειτουργούν ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Στον συλλογισμό τους οι μαθητές οφείλουν να συμπεριλάβουν μια 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 άλλος ισχυρισμός δεν είναι σωστός (McNeill & Krajcik, 2012).

**Σχήμα 4:** Το μοντέλο επιχειρημάτων των McNeil & Krajcik (2012)



### 2.6.2. Τα είδη των αποδεικτικών στοιχείων

Για την υποστήριξη ενός ισχυρισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα είδη αιτιολογήσεων που περιλαμβάνουν εμπειρικά δεδομένα (McNeil & Krajcik, 2012), επιστημονικές θεωρίες και νόμους (Osborne et. al, 2004 στο Skoumios, 2018), πρότερη εμπειρία και επίκληση στην αυθεντία (Sandoval & Can, 2012 στο Skoumios, 2018). Οι μαθητές χρησιμοποιούν αιτιολογήσεις που δεν είναι πάντα αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα. Κατά τους Sandoval και Cam (2001), η επιστημονική κοινότητα αποδέχεται κυρίως τα

εμπειρικά δεδομένα. Ένα επιχείρημα μπορεί να υποστηριχθεί καλύτερα όταν νόμοι, θεωρίες και πρότερες εμπειρίες συνδυάζονται με τα εμπειρικά δεδομένα (Skoumios, 2018).

### **2.6.3 Κριτήρια ποιότητας επιχειρημάτων**

Η αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών γίνεται μέσω του ελέγχου της δομής και του περιεχομένου τους (McNeill et al., 2006). Σχετικά με τη δομή, ελέγχεται η επάρκεια των συστατικών στοιχείων (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση). Σχετικά με το περιεχόμενο, ελέγχεται η καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων με βάση την επιστημονική γνώση ή τη σχολική της εκδοχή (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Η αξιολόγηση της ποιότητας της δομής και του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών γίνεται με την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων των McNeil & 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 Σκουμιός 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 της ποιότητας των επιχειρημάτων αυτών, 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 σημείων στίξης, τα ορθογραφικά και συντακτικά λάθη.

## **2.7 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά παρουσιάστηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών και στη συνέχεια οι θέσεις της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση. Έπειτα, έγινε αναφορά στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών τόσο μέσω πρακτικών όσο και με χρήση νέων τεχνολογιών. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος, τα είδη των αποδεικτικών στοιχείων, καθώς και τα κριτήρια αξιολόγησης της ποιότητας των επιχειρημάτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**

### **3.1 Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που έχουν άμεση σχέση με το θέμα που πραγματεύεται η παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα γίνεται αναφορά στις έρευνες που διερευνούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τους ηλεκτρομαγνήτες (βλ. ενότητα 3.2) και ακολουθεί η ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα (βλ. ενότητα 3.3). Στην τελευταία ενότητα συζητούνται τα ευρήματα των ερευνών αυτών και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.4).

### **3.2 Ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρομαγνητισμό**

Οι μαθητές δεν μπορούν να αναγνωρίσουν τη μαγνητική επίδραση ενός ρευματοφόρου αγωγού (Barrow, 1987). Επίσης, θεωρούν το καλώδιο ως αιτία για την εμφάνιση μαγνητικών φαινομένων ενώ άλλοι μαθητές αναφέρονται στον ηλεκτρισμό για εξηγήσουν την εμφάνιση του ηλεκτρομαγνητισμού (Driver et al., 1998). Σύμφωνα με τον Anderson (1986), οι μαθητές θεωρούν πως για να δημιουργηθεί ένας ηλεκτρομαγνήτης, το πηνίο δεν πρέπει να είναι μονωμένο.

Ο Galili (1995) μελέτησε τις αντιλήψεις 116 μαθητών Λυκείου και υποψήφιων καθηγητών τεχνολογικών κλάδων σχετικά με τις διαφορετικές πτυχές της έννοιας «πεδίο» στον ηλεκτρομαγνητισμό. Το δείγμα ήταν χωρισμένο σε 4 ομάδες ως εξής: 14 μαθητές ενός δημόσιου σχολείου, 55 μαθητές ενός ιδιωτικού σχολείου, 19 μαθητές του ίδιου ιδιωτικού με κλίση στις Φυσικές Επιστήμες και 28 υποψήφιοι καθηγητές τεχνολογικών κλάδων στο τέταρτο έτος της φοίτησής τους. Στις ομάδες δόθηκε ερωτηματολόγιο με 5 δραστηριότητες. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στον τομέα των μαγνητικών πεδίων εξαιτίας των διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων που ακολουθούνται στη μηχανική. Έτσι, οι μαθητές παρερμηνεύουν τις αλληλεπιδράσεις διάφορων δυνάμεων μέσα στο

ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Περίπου το 70 με 80% των συμμετεχόντων συνδέει την επιτάχυνση μόνο με την αλλαγή της ταχύτητας και όχι με την αλλαγή της κατεύθυνσης. Άλλη μια εξίσου συνηθισμένη παρανόηση είναι η ταύτιση της τροχιάς φορτισμένων σωματιδίων με τις μαγνητικές γραμμές.

Ο **Raduta** (2005) στην εργασία του συγκέντρωσε κάποιες παρανοήσεις μαθητών στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού, όπως αυτές αναφέρθηκαν σε προηγούμενες έρευνες. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη φύση και την δημιουργία επαγόμενου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου (Peters, 1984) όπως επίσης δυσκολεύονται και στο να καθορίσουν τη διεύθυνσή του (Bagno, 1997). Ακόμα, οι μαθητές αδυνατούν να αντιληφθούν τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαγνητικού πεδίου και φορτισμένων σωματιδίων ενώ άλλοι πιστεύουν ότι οι πόλοι του μαγνήτη είναι ηλεκτρικά φορτισμένοι (Maloney, 1985). Οι μαθητές δεν είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τις σημαντικές ιδέες του ηλεκτρομαγνητισμού και θεωρούν ότι ο νόμος του Ohm είναι μια από αυτές (Bango & Eylon, 1997). Επιπροσθέτως, πολλοί μαθητές θεωρούν ότι το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι στατικό και ασκεί δυνάμεις σε φορτισμένα σωματίδια και πώς αν ένα νέο φορτισμένο σωματίδιο εισέλθει σε αυτό, δεν πραγματοποιείται καμία αλλαγή (Bagno et al., 1997). Τέλος, πολλές παρανοήσεις στον τομέα του ηλεκτρομαγνητισμού γίνονται εξαιτίας της προσπάθειας των μαθητών να εφαρμόσουν τους νόμους της μηχανικής στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων (Galili, 2005).

Οι **Smaill, Rowe, Godfrey και Paton** (2012), καθηγητές του πανεπιστημίου του Auckland, χορήγησαν ένα σύντομο τεστ στους πρωτοετείς φοιτητές με σκοπό να προσδιορίσουν το επίπεδο της εννοιολογικής κατανόησής τους στον ηλεκτρισμό και τον ηλεκτρομαγνητισμό. Κατά τον δεύτερο χρόνο της φοίτησής τους, οι φοιτητές κλήθηκαν να απαντήσουν στο ίδιο τεστ προκειμένου να διαπιστωθεί ποιες αντιλήψεις παρέμειναν ίδιες και ποιες άλλαξαν κατά τις διδασκαλίες. Η ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στα τεστ έδειξε τις παρακάτω αντιλήψεις σχετικά με τον ηλεκτρομαγνητισμό:

- Η αδυναμία εφαρμογής του 3<sup>ου</sup> νόμου του Νεύτωνα στη Μηχανική φαίνεται να εμφανίζεται και στον ηλεκτρομαγνητισμό.
- Ένα φορτίο σε ένα μαγνητικό πεδίο δέχεται πάντα δύναμη ακόμα και αν είναι στατικό.
- Η δύναμη που ασκείται σε ένα φορτίο μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο έχει πάντα τη διεύθυνση του πεδίου.

- Η τροχιά ενός κινούμενου φορτίου μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο είναι παραβολική.
- Οι φοιτητές εξισώνουν ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία.
- Η κατεύθυνση της έντασης ενός πεδίου είναι ίδια με την κατεύθυνση ηλεκτρικής ή μαγνητικής δύναμης.
- Η επαγόμενη τάση συσχετίζεται με τη μαγνητική ροή και όχι με την αλλαγή ροής.

Οι **Suma, Sadia, Pujani και Rapi** (2019) μελέτησαν τις προϋπάρχουσες γνώσεις 328 μαθητών Λυκείου στον ηλεκτρομαγνητισμό. Στους μαθητές δόθηκε ερωτηματολόγιο με 18 ερωτήσεις που κάλυψαν υπο-θέματα του ηλεκτρομαγνητισμού όπως η μαγνητική επίδραση του ρεύματος, οι μαγνητικές ιδιότητες ρευματοφόρων αγωγών, η δύναμη που προκαλείται από κινούμενα φορτία, η μαγνητική ροή και το επαγωγικό ρεύμα. Οι απαντήσεις των μαθητών χωρίστηκαν σε τέσσερις κατηγορίες: επιστημονικό πλαίσιο, παρανοήσεις, έλλειψη επιστημονικού πλαισίου και λάθη. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε πως μόλις το 14,58% των απαντήσεων ανήκαν στην κατηγορία του επιστημονικού πλαισίου. Το 27,86% των απαντήσεων ήταν παρανοήσεις, το 39,99% παρουσίασαν ελλείψεις στο επιστημονικό πλαίσιο και το 17,53% των απαντήσεων είχαν λάθη. Από τις απαντήσεις των μαθητών φανερώθηκαν οι εξής αντιλήψεις για τον ηλεκτρομαγνητισμό:

- Η κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου ρευματοφόρου αγωγού είναι ίδια με την κατεύθυνση του ρεύματος.
- Οι μαθητές εξισώσουν τα μαγνητικά πεδία ρευματοφόρων αγωγών με τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούνται από ηλεκτρικά φορτία.
- Οι μαθητές εξισώσουν τα μαγνητικά πεδία ρευματοφόρων αγωγών με τα ηλεκτρικά πεδία που δημιουργούνται από θετικά φορτία.
- Όσο πιο μακριά βρίσκεται ένα σημείο από ρευματοφόρο αγωγό, τόσο μεγαλύτερο είναι το μαγνητικό πεδίο γιατί η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι ανάλογη της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και της απόστασης του σημείου αυτό από τον αγωγό.
- Η διεύθυνση της δύναμης, σε ρευματοφόρο αγωγό που είναι τοποθετημένος κάθετα σε ομοιογενές μαγνητικό πεδίο, είναι παράλληλη με τη διεύθυνση του ρεύματος.
- Δύο καλώδια με ρεύμα ίδιας διεύθυνσης απωθούνται ενώ δύο καλώδια με ρεύμα αντίθετης διεύθυνσης έλκονται.
- Θετικό φορτίο σε ηρεμία μέσα σε μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Lorentz.
- Θετικό φορτίο που απελευθερώνεται με μαγνητικό πεδίο, θα μετακινηθεί προς την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου με συνεχή επιτάχυνση.

- Θετικό φορτίο σε μαγνητικό πεδίο θα κινηθεί αντίθετα με την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου.
- Οι μαθητές ορίζουν τη μαγνητική ροή ως το αριθμό της ηλεκτρικής δύναμης ανά μονάδα έκτασης.
- Εάν ένας ραβδόμορφος μαγνήτης κινείται κοντά σε πηνίο, δεν παράγει ρεύμα όσο δεν εισέρχεται μέσα στο πηνίο.
- Η διεύθυνση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει ένα πηνίο είναι αντίθετη από τη διεύθυνση του πεδίου του βόρειου πόλου του μαγνήτη.
- Εάν ένας ραβδόμορφος μαγνήτης κινείται κοντά σε πηνίο κλειστού κυκλώματος, τότε δεν παράγεται επαγόμενο ρεύμα γιατί το κύκλωμα δεν είναι συνδεδεμένο σε ηλεκτρική πηγή.
- Ένα θετικό φορτίο κινείται ευθύγραμμα μέσα σε ομοιογενές μαγνητικό πεδίο επειδή δέχεται συνεχή επιτάχυνση.
- Ένα ακίνητο θετικό φορτίο που αφήνεται ελεύθερο σε ένα μαγνητικό πεδίου του οποίου η διεύθυνση είναι προς τα πάνω, θα κινηθεί ευθύγραμμα προς τα δεξιά με επιβράδυνση.
- Εάν ένα πηνίο δέχεται πολλές μαγνητικές δυνάμεις, οι μαγνητικές ροές είναι αντιστρόφως ανάλογες με τον αριθμό των μαγνητικών πεδίων.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι οι έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με τις αντιλήψεις στους ηλεκτρομαγνήτες, αφορούν κυρίως μαθητές Γυμνασίων, Λυκείων και φοιτητές πανεπιστημίων. Δεν εντοπίζονται έρευνες για τις αντιλήψεις μαθητών δημοτικού στους ηλεκτρομαγνήτες.

### **3.3 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να κρίνουν επιχειρήματα**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται οι δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές στην συγκρότηση επιχειρημάτων καθώς και οι διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν στόχο τη βελτίωση της πρακτικής της επιχειρηματολογίας από τους μαθητές.

Η συγκρότηση επιχειρημάτων από τους μαθητές οφείλει να είναι πρωταρχικός στόχος στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Driver, Newton & Osborne, 2000; NRC, 2012). Οι έρευνες, όμως, δείχνουν ότι η πρακτική της επιχειρηματολογίας είναι μια υπόθεση ιδιαίτερα δύσκολη για τους μαθητές (Zeidler, 1997; Driver et al., 2000; Sandoval, 2003; Sadler, 2004; McNeill & Krajcik, 2007, 2012; Heng, Surif & Seng, 2015; Khishfe, Alshaya, BouJaoude, Mansour & Alrudiyan, 2017;). Οι McNeill και Krajcik (2012) διακρίνουν τρεις κατηγορίες δυσκολιών:

*A) Οι μαθητές χρησιμοποιούν συνήθως ακατάλληλα και ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη των ισχυρισμών τους:* Οι McNeill και Krajcik (2012) υποστηρίζουν πως οι μαθητές στηρίζονται συνήθως στις αντιλήψεις τους όταν χρησιμοποιούν δεδομένα που προκύπτουν από δική τους έρευνα ή από άλλες πηγές. Όταν χρειάζεται να υπερασπιστούν τους ισχυρισμούς τους, μέσα στους οποίους ενυπάρχουν οι αντιλήψεις τους, επιλέγουν για αποδεικτικά στοιχεία εκείνα τα δεδομένα που είναι συμβατά με αυτές (Zeidler, 1997), ενώ απορρίπτουν τα δεδομένα που δεν συμβαδίζουν με τις αντιλήψεις τους ισχυριζόμενοι ότι δεν ανήκουν στο πλαίσιο που μελετούν (Chinn & Brewer, 2001). Επιπροσθέτως, οι μαθητές αδυνατούν να αναγνωρίσουν τα δεδομένα που μπορούν να αποτελέσουν αποδεικτικά στοιχεία (Sandoval, 2003; Sadler, 2004; Σκουμιός, 2016). Δυσκολεύονται, ακόμα, να επιλέξουν τα κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία όταν πρόκειται να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους, (Sandoval, 2003; McNeill & Krajcik, 2007, 2012; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013;). Τις περισσότερες φορές δεν αναφέρονται καθόλου σε αποδεικτικά στοιχεία ή όταν το κάνουν, αυτά που επιλέγουν είναι ανεπαρκή για τους ισχυρισμούς τους (McNeill & Krajcik, 2012; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013). Οι μαθητές οφείλουν να κατανοήσουν ότι οι προσωπικές τους αντιλήψεις δεν είναι πάντα κατάλληλες να υποστηρίξουν έναν ισχυρισμό όπως επίσης και να είναι σε θέση να ξεχωρίσουν τα δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αποδεικτικά στοιχεία (McNeill & Krajcik, 2012).

*B) Οι μαθητές συνήθως αδυνατούν να αιτιολογήσουν έναν ισχυρισμό και να διατυπώσουν έναν συλλογισμό:* Το συστατικό στοιχείο που δυσκολεύει περισσότερο τους μαθητές κατά την συγκρότηση ενός επιχειρήματος είναι αυτό του συλλογισμού, διότι αδυνατούν να εντάξουν την κατάλληλη επιστημονική αρχή που, σε συνδυασμό με τα αποδεικτικά στοιχεία, θα υποστηρίξει τον ισχυρισμό (McNeill & Krajcik, 2012). Οι μαθητές, τις περισσότερες φορές, προτείνουν ανεπαρκείς και ακατάλληλους συλλογισμούς (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013) ή επικαλούνται αποδεικτικά στοιχεία που δεν σχετίζονται με τους ισχυρισμούς τους (Zeidler, 1997). Η ικανότητα των μαθητών να αναπτύξουν συλλογισμούς που περιλαμβάνουν επιστημονική αρχή εξαρτάται από τον βαθμό κατανόησης του εννοιολογικού πλαισίου όπως επίσης και από

τη γνώση των επιστημονικών πρακτικών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013; McNeill & Krajcik, 2007). Η ελλιπής κατανόηση του πλαισίου δυσχεραίνει την ικανότητα ανάπτυξης συλλογισμών (Lizotte et al., 2003; Sadler, 2004). Η γνώση του εννοιολογικού περιεχομένου οδηγεί στην ανάπτυξη επαρκών και κατάλληλων αποδεικτικών στοιχείων στους συλλογισμούς των μαθητών (McNeill & Krajcik, 2012). Οι μαθητές που κατανοούν πλήρως το εννοιολογικό πλαίσιο συγκροτούν ισχυρότερα επιχειρήματα και δεν χρησιμοποιούν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (McNeill & Krajcik, 2007).

Γ) *Οι μαθητές συναντούν δυσκολίες στο να εξετάζουν εναλλακτικά επιχειρήματα και να προβάλλουν αντικρούσεις (rebuttals).* Οι McNeill & Krajcik (2012) αναδεικνύουν μια ακόμα δυσκολία των μαθητών όσον αφορά στην πρακτική της επιχειρηματολογίας και αυτή είναι η αξιολόγηση ενός εναλλακτικού επιχειρήματος ή μιας αντίκρουσης. Δυσκολεύονται, δηλαδή, να αιτιολογήσουν γιατί ένα άλλο επιχείρημα είναι ακατάλληλο. Συνήθως οι μαθητές θεωρούν ισχυρό ένα επιχείρημα όταν αυτό συμβαδίζει με τις προσωπικές τους αντιλήψεις ή ακατάλληλο όταν αυτό αντιβαίνει στις πεποιθήσεις τους (Zeidler, 1997). Σύμφωνα με τον Σκουμιό (2017), η αδυναμία των μαθητών να αιτιολογήσουν επιχειρήματα έγκειται στην έλλειψη εξάσκησης, καθώς ο συνήθης τρόπος διδακτικής των Φυσικών Επιστημών δεν ευνοεί την ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας. Η εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που προσανατολίζονται στην πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα αυτή.

Παρόλο που υπάρχουν πολλές έρευνες που αναδεικνύουν τη σημασία της εμπλοκής των μαθητών στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (Bell & Linn, 2000; Driver et al., 2000; Sandoval, 2003; McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006), οι συνήθεις διδακτικές πρακτικές των Φυσικών Επιστημών δίνουν ελάχιστες ευκαιρίες στους μαθητές για ανάπτυξη της πρακτικής αυτής (Driver et al., 2000). Σύμφωνα με τους McNeill και Krajcik (2012) είναι εφικτή η σταδιακή βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν ποιοτικά επιχειρήματα μέσα από την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες που εστιάζουν στην πρακτική της επιχειρηματολογίας και με την παροχή κατάλληλου υποστηρικτικού υλικού. Επομένως, είναι αναγκαία η δημιουργία ενός πλαισίου για την υποστήριξη τόσο των μαθητών όσο και των διδασκόντων για την ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας (Σκουμιός, 2016). Προς αυτή την κατεύθυνση προσανατολίζονται οι παρακάτω έρευνες:



Ο **Yerrick** (2000) μελέτησε την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στην πρακτική της επιχειρηματολογίας με δραστηριότητες ανοικτής έρευνας σε περιθωριοποιημένους μαθητές Λυκείου. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν βιντεοσκοπημένες διδασκαλίες στις Φυσικές Επιστήμες καθώς και συνεντεύξεις των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις που διήρκησαν 20 εβδομάδες. Από τους 9 μαθητές που ξεκίνησαν αρχικά, μόνο 5 ολοκλήρωσαν τη διαδικασία. Η ανάλυση των επιχειρημάτων βασίστηκε στο μοντέλο του Toulmin. Πριν τις διδασκαλίες, οι μαθητές συγκροτούσαν επιχειρήματα με ακατάλληλους ισχυρισμούς χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία που δεν ήταν συνδεδεμένα με τις εγγυήσεις. Μετά τις διδασκαλίες, οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά την ποιότητα των επιχειρημάτων τους.

Η έρευνα των **Zohar και Nemet** (2002) μελέτησε τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης στην παραγωγή επιχειρημάτων, στην εννοιολογική περιοχή της Γενετικής. Η έρευνα εστίασε τόσο στην εννοιολογική κατανόηση όσο και στην βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων. Το δείγμα αποτέλεσαν 186 μαθητές από δύο Γυμνάσια του Ισραήλ που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την πειραματική με 99 μαθητές και την ομάδα ελέγχου με 87. Όλοι οι μαθητές, αρχικά, διδάχθηκαν θεμελιώδεις έννοιες της Γενετικής ενώ στην πειραματική ομάδα διδάχθηκαν επιπλέον αρχές ανάπτυξης ορθών επιχειρημάτων. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και φύλλα εργασίας που συμπληρώθηκαν πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις καθώς και ηχογραφημένες συζητήσεις. Οι μαθητές κλήθηκαν να συγκροτήσουν επιχειρήματα, εναλλακτικά επιχειρήματα με σκοπό την αντιπαράθεση και αντικρούσεις. Η αξιολόγηση των επιχειρημάτων, των εναλλακτικών επιχειρημάτων και των αντικρούσεων, που έγινε με μια σειρά κριτηρίων, αφορούσε την ύπαρξη συμπεράσματος με τουλάχιστον μια ή καθόλου αιτιολόγηση. Πριν τη παρέμβαση, μόλις το 16,2% των μαθητών φαίνεται να είχαν επαρκή γνώση του εννοιολογικού πλαισίου με βάση τα επιχειρήματα που συγκρότησαν, ενώ το 90% συγκρότησε απλά επιχειρήματα. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας πέτυχαν υψηλότερες αποδόσεις στο μετά-τεστ σε σχέση με την ομάδα ελέγχου σημειώνοντας μεγαλύτερη βελτίωση τόσο στην κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου όσο και στην ποιότητα των επιχειρημάτων που συγκρότησαν. Επιπροσθέτως, οι μαθητές αυτοί μπόρεσαν να αναπτύξουν επιχειρήματα και εκτός σχολείου. Οι ερευνητές υποστηρίζουν πως διδακτικές παρεμβάσεις που στηρίζονται στην πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορούν βοηθήσουν τους μαθητές τόσο στην κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου όσο και στην συγκρότηση επιχειρημάτων υψηλότερης ποιότητας.

Ο **Sandoval** (2003) μελέτησε την επίδραση των επιστημολογικών ιδεών στην εννοιολογική κατανόηση από την πλευρά των μαθητών, όπως αυτή εκδηλώνεται στα γραπτά τους επιχειρήματα. Το δείγμα αποτέλεσαν 22 ομάδες των τριών μαθητών Γυμνασίου που παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα σπουδών τεσσάρων εβδομάδων στη Βιολογία. Οι μαθητές υποστηρίχθηκαν με σχετικό εκπαιδευτικό υλικό προσανατολισμένο στην πρακτική της έρευνας και της επιχειρηματολογίας κάνοντας χρήση του λογισμικού Explanation Constructor. Για τη συγκρότηση των επιχειρημάτων ακολουθήθηκε το μοντέλο Toulmin. Ο ερευνητής εστίασε στην ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία για την υποστήριξη ή αντίκρουση ενός ισχυρισμού καθώς και στη συνάφεια αυτών των αποδεικτικών στοιχείων με τους ισχυρισμούς. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ηχογραφημένο υλικό από το πρόγραμμα και δεδομένα από το λογισμικό σχετικά με τα επιχειρήματα των μαθητών. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές αναζητούσαν εύλογες αιτιώδεις σχέσεις των δεδομένων που παρατηρούσαν στην ανάπτυξη επιχειρημάτων. Οι μαθητές συχνά δεν περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματά τους για να στηρίξουν τους ισχυρισμούς τους, είτε γιατί δυσκολεύονταν στην ερμηνεία των δεδομένων είτε γιατί δεν αντιλαμβάνονταν τη σημασία της ύπαρξης αποδεικτικών στοιχείων στην ανάπτυξη ενός επιχειρήματος. Τέλος, σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές χρησιμοποίησαν δικές τους επιστημολογικές αντιλήψεις για να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους.

Στην έρευνα των **McNeil, Lizotte και Krajcik** (2005) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα τεσσάρων διαφορετικών διδακτικών στρατηγικών για την ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας. Για τις ανάγκες της έρευνας, 13 διδάσκοντες και 1197 μαθητές Γυμνασίου συμμετείχαν σε προγράμματα Χημείας προσαρμοσμένα στην πρακτικής της παραγωγής επιχειρημάτων, τα οποία προσεγγίστηκαν με 4 διαφορετικές στρατηγικές. Στην 1<sup>η</sup> στρατηγική (defining scientific explanations) οι διδάσκοντες εξήγησαν με σαφήνεια την πρακτική της επιχειρηματολογίας, αναλύοντας το επιστημονικό επιχειρήμα στα συστατικά του στοιχεία. Στην 2<sup>η</sup> (rationale of scientific explanation) οι διδάσκοντες εξήγησαν τη σημασία της αιτιολόγησης ενός επιχειρήματος δίνοντας βάση στην ανάγκη αξιοποίησης των αποδεικτικών στοιχείων και του συλλογισμού για την επάρκεια ενός επιχειρήματος. Στην 3<sup>η</sup> (modeling scientific explanation) οι διδάσκοντες έδωσαν στους μαθητές το μοντέλο για τον τρόπο σύνδεσης του ισχυρισμού, των αποδεικτικών στοιχείων και του συλλογισμού και τους εξήγησαν πώς να παράγουν επιστημονικά τεκμηριωμένα επιχειρήματα σε συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο. Τέλος, στην 4<sup>η</sup> (connecting scientific explanation to everyday explanation) οι διδάσκοντες εξήγησαν στους μαθητές τις ομοιότητες και τις διαφορές ενός επιστημονικού επιχειρήματος με ένα αντίστοιχο της καθημερινής ζωής. Το πλαίσιο για την

παραγωγή επιχειρημάτων περιλάμβανε τρία βασικά συστατικά στοιχεία (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) ενώ για την αξιολόγησή τους χρησιμοποιήθηκε ένας κατάλογος κριτηρίων σχετικά με την επάρκεια των συστατικών στοιχείων και την αντιστοίχισή τους με την επιστημονική γνώση. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν βιντεοσκοπημένο υλικό από τις διδακτικές παρεμβάσεις καθώς και τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών στα προ-τεστ και μετά-τεστ. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι υπάρχει βελτίωση στην εξέλιξη των επιχειρημάτων όταν οι διδάσκοντες εξηγούν το μοντέλο ανάπτυξης του επιστημονικού επιχειρήματος τονίζοντας την αναγκαιότητα αιτιολόγησης του ισχυρισμού. Η στρατηγική που εστιάζει αποκλειστικά στην σύνδεση καθημερινού και επιστημονικού επιχειρήματος φάνηκε να μην είναι τόσο αποτελεσματική. Η αποτελεσματικότητα της 1<sup>ης</sup> στρατηγικής εξαρτάται από το αν συνδυάζεται με την εφαρμογή της 2<sup>ης</sup> στρατηγικής. Είναι αποτελεσματικότερο όταν οι διδάσκοντες εξηγούν πέρα από τον ορισμό, τη διαδικασία αιτιολόγησης ενός επιστημονικού επιχειρήματος.

Οι **McNeil, Lizotte, Krajcik και Marx** (2006) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα του μοντέλου επιχειρημάτων που οι ίδιοι πρότειναν. Κατά την έρευνά τους, εφάρμοσαν σε 331 μαθητές της Α΄ Γυμνασίου διδακτικές παρεμβάσεις προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας, διάρκειας 8 εβδομάδων στη Χημεία. Η πρώτη διδακτική παρέμβαση προέβλεπε την παροχή υποστηρικτικού υλικού σε όλα τα στάδια διδασκαλίας ενώ η δεύτερη προέβλεπε σταδιακά μειούμενη παροχή βοήθειας στην ανάπτυξη επιχειρημάτων. Οι διδακτικές αυτές παρεμβάσεις σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να ενισχύσουν την ικανότητα των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα με βάση το μοντέλο των ερευνητών, σύμφωνα με το οποίο το επίχειρημα αποτελείται από τον ισχυρισμό (claim), τα αποδεικτικά στοιχεία (evidence) και τον συλλογισμό (reasoning). Οι μαθητές αρχικά διδάχθηκαν την μεθοδολογία ανάπτυξης επιχειρημάτων. Για την αξιολόγησή τους ελέγχθηκε η ακρίβεια του επιστημονικού περιεχομένου, η συνάφεια και επάρκεια των συστατικών στοιχείων. Τα δεδομένα προέκυψαν από φύλλα αξιολόγησης πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις και από φύλλα ερευνών. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι στη δεύτερη περίπτωση, με τη σταδιακά μειούμενη παροχή βοήθειας, οι μαθητές συγκρότησαν ισχυρότερα επιχειρήματα στο μετά-τεστ, ειδικά όσον αφορά στους συλλογισμούς σε σχέση με τα επιχειρήματα των μαθητών της πρώτης περίπτωσης. Από την άλλη, οι μαθητές με τη σταθερή βοήθεια έδωσαν ισχυρές εξηγήσεις μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών παρεμβάσεων. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το υποστηρικτικό υλικό έχει διαφορετικές επιπτώσεις στα διαφορετικά συστατικά του επιχειρήματος και σε διαφορετικές γνωστικές περιοχές. Η γνώση του εννοιολογικού περιεχομένου δεν φαίνεται να επηρέασε την

ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών των δύο ομάδων. Οι ερευνητές διαπιστώνουν πως ο συνδυασμός γνώσης του περιεχομένου και πρακτικών παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κι' άλλοι παράγοντες που πρέπει να συνυπολογιστούν όπως το γνωστικό περιεχόμενο, η συμβολή του δασκάλου και η ηλικία των μαθητών.

Στην έρευνα τους οι **McNeil και Krajcik** (2006) επικεντρώνονται στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα μέσω ενός προγράμματος σπουδών με το κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό. Πιο συγκεκριμένα, σύγκριναν την αποτελεσματικότητα δύο προγραμμάτων προσανατολισμένων στην πρακτική της επιχειρηματολογίας. Το ένα ήταν προσδιορισμένο σε συγκεκριμένο εννοιολογικό περιεχόμενο, ενώ το άλλο σε πιο αφηρημένο πλαίσιο, χωρίς συγκεκριμένη εννοιολογική περιοχή. Το δείγμα αποτέλεσαν 328 μαθητές γυμνασίου που παρακολούθησαν πρόγραμμα Χημείας διάρκειας 8 εβδομάδων. Οι μισοί μαθητές εργάστηκαν στο ένα πρόγραμμα και οι άλλοι μισό στο άλλο. Ως εργαλεία συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών στα προ-τεστ και μετά-τεστ. Οι ερευνητές αξιολόγησαν τη δομή και το περιεχόμενο των επιχειρημάτων ως προς την επάρκεια και την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών καθώς και της κατανόησης του εννοιολογικού περιεχομένου. Το πρόγραμμα που ήταν προσδιορισμένο σε συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο κρίθηκε αποτελεσματικότερο από εκείνο χωρίς συγκεκριμένη εννοιολογική περιοχή ως προς την ανάπτυξη των γραπτών επιχειρημάτων και της κατανόησης του εννοιολογικού πλαισίου.

Σε άλλη έρευνα, αυτή των **Clark και Sampson** (2007) διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίστηκε σε υποστηρικτικό υλικό με σκοπό την ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας μέσω ενός προσαρμοσμένου συστήματος για online συζητήσεις. Το σύστημα αυτό παρείχε στον μαθητές ευκαιρίες για ανάπτυξη επιχειρηματολογίας με συμμετοχή σε διαδικασίες ανάδειξης, διαμοιρασμού και αντιπαράθεσης επιχειρημάτων. Για τη συγκρότηση και αξιολόγηση των επιχειρημάτων χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο των Erduran, Osborne & Simon (2004) σύμφωνα με το οποίο αξιολογήθηκε η ύπαρξη των συστατικών στοιχείων που τεκμηριώνουν τον ισχυρισμό (δεδομένα, εγγυήσεις και υποστηρίξεις εγγυήσεων) καθώς και η ικανότητα αιτιολόγησης και υποστήριξης ισχυρισμών και ανάπτυξης αντικρούσεων. Το δείγμα αποτέλεσαν 84 μαθητές που συμμετείχαν στον πρόγραμμα διάρκειας ενός εξαμήνου. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι το 68% των επιχειρημάτων που αναπτύχθηκαν μέσα από αντιπαράθεση περιείχαν έναν ισχυρισμό και

τουλάχιστον μια τεκμηριωμένη αντίκρουση. Οι ερευνητές ισχυρίζονται πως τα αποτελέσματα αποτελούν ενδείξεις πως η διδακτική παρέμβαση που στηρίχθηκε στο σύστημα online συζητήσεων ήταν αποτελεσματική. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας σε προσεκτικά δομημένες παρεμβάσεις μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη της πρακτικής της επιχειρηματολογίας.

Η **McNeil** (2011) ερευνήσε τις αντιλήψεις 23 μαθητών την 5<sup>η</sup> δημοτικού σχετικά με τις πρακτικές της έρευνας και συγκεκριμένα με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Μελετήθηκε, επίσης, η εξέλιξη της ικανότητας των μαθητών να εμπλέκονται στην επιχειρηματολογία κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν συνεντεύξεις μαθητών, βιντεοσκοπημένες διδακτικές παρεμβάσεις και γραπτά επιχειρήματα. Οι μαθητές, που δεν είχαν πρότερη εμπειρία με την πρακτική της επιχειρηματολογίας, υποστηρίχθηκαν με στρατηγικές ανάπτυξης επιχειρημάτων σε όλη τη διάρκεια του έτους βασισμένες στο μοντέλο επιχειρηματολογίας των McNeil et al. (2006) και αξιολογήθηκαν για την επάρκεια και καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων τους. Η έρευνα έδειξε σημαντική βελτίωση στην κατανόηση της πρακτικής της επιχειρηματολογίας ενώ η επάρκεια και καταλληλότητα των επιχειρημάτων διαφοροποιόταν ανάλογα με το θέμα που μελετούσαν. Τέλος, επισημαίνεται πως με την κατάλληλη υποστήριξη η ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα μπορεί να βελτιωθεί.

Οι **Sampson & Walker** (2012) μελέτησαν την εξέλιξη των γραπτών επιχειρημάτων 18 προπτυχιακών φοιτητών εφαρμόζοντας ένα νέο διδακτικό μοντέλο, την πραγματοποίηση έρευνας μέσω της πρακτικής της επιχειρηματολογίας (argument – driven inquiry, ADI). Στο μοντέλο αυτό, ο διδάσκων εισάγει το θέμα της έρευνας καθώς τα ερευνητικά ερωτήματα. Έπειτα οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες οργανώνουν την ερευνητική διαδικασία και συντάσσουν επιχειρήματα που απαντούν στα ερευνητικά επιχειρήματα. Οι ομάδες συζητούν για τα επιχειρήματα που παράχθηκαν με σκοπό να επιλέξουν εκείνο που απαντά πιο έγκυρα στο ερευνητικό ερώτημα. Στους φοιτητές δόθηκε υποστηρικτικό υλικό για τον τρόπο ανάπτυξης των επιχειρημάτων καθώς και τα κριτήρια ελέγχου της ποιότητάς τους. Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια εργαστηριακού κύκλου Γενικής Χημείας σε κολλέγιο των Η.Π.Α. και διήρκησε 15 εβδομάδες. Σε κάθε εργαστηριακή δραστηριότητα, οι φοιτητές συνέτασσαν αναφορές για την ερευνητική διαδικασία τις οποίες αξιολογούσαν άλλοι φοιτητές με σκοπό να αναθεωρηθούν στη συνέχεια. Οι γραπτές αυτές αναφορές χρησιμοποιήθηκαν ώστε να μελετηθεί η εξέλιξη των δεξιοτήτων τους στον επιστημονικό λόγο και οι αναθεωρήσεις των αναφορών χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση της συμμετοχής τους στη διαδικασία αξιολόγησης από συμφοιτητές. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι συμμετέχοντες

σημείωσαν σημαντική βελτίωση στην ικανότητα τους να παράγουν επιστημονικό λόγο αλλά και στο να αξιολογούν τις γραπτές αναφορές των συμφοιτητών τους, δυσκολεύτηκαν όμως σε ορισμένες πτυχές του επιστημονικού λόγου. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι διδακτικές παρεμβάσεις που εμπλέκουν τους φοιτητές σε δραστηριότητες παραγωγής γραπτού επιστημονικού λόγου σε συγκεκριμένο εννοιολογικό πλαίσιο, μπορούν να βελτιώσουν αυτή τη δεξιότητα.

Η πειραματική έρευνα των **Grooms, Sampson & Golden** (2014) μελέτησε την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων που παρήγαγαν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια ενός εξαμήνου στα πλαίσια κοινωνικό-επιστημονικών θεμάτων. Το δείγμα αποτέλεσαν δύο ομάδες φοιτητών Χημείας εκ των οποίων η μια (N = 73) δέχτηκε πειραματική διδασκαλία εστιασμένη στην πρακτική της επιχειρηματολογίας, ενώ η άλλη (N = 79) δέχτηκε παραδοσιακή διδασκαλία. Στην πειραματική ομάδα εφαρμόστηκε το μοντέλο *argument – driven inquiry* κατά το οποίο οι φοιτητές επιχειρηματολογούν για τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Τα επιχειρήματα αξιολογήθηκαν με βάση την επάρκεια και καταλληλότητα των συστατικών τους στοιχείων, δηλαδή του ισχυρισμού, των αποδεικτικών στοιχείων, της αιτιολόγησης και της αντίκρουσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι φοιτητές που δέχτηκαν την πειραματική διδασκαλία συγκρότησαν ισχυρότερα επιχειρήματα σε σχέση με τους φοιτητές που δέχτηκαν την πειραματική διδασκαλία. Επίσης ήταν σε θέση να αιτιολογούν καλύτερα τους ισχυρισμούς τους.

Η οιονεί πειραματική έρευνα των **Chen, Wang, Lu, Lin και Hong** (2016) μελέτησε την επίδραση ενός τροποποιημένου μοντέλου διδασκαλίας μέσω της πρακτικής της επιχειρηματολογίας (ADI) στην ικανότητα μαθητών Τετάρτης δημοτικού να επιχειρηματολογούν στις Φυσικές Επιστήμες. Για τις ανάγκες της έρευνας συγκροτήθηκαν δύο ομάδες, η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου που αποτελούνταν από 36 μαθητές η κάθε μια. Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο, το οποίο οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν πριν και μετά τη διδασκαλία που κράτησε 12 εβδομάδες. Επιπροσθέτως, μελετήθηκε η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών με το χαμηλότερο και τεσσάρων με υψηλότερο σκορ στο *pre-test*. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας συγκρότησαν ποιοτικότερα επιχειρήματα όσον αφορά τον ισχυρισμό και τον συλλογισμό. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα αποτελέσματα αποτελούν ισχυρές ενδείξεις ότι το μοντέλο έρευνας μέσω της πρακτικής της

επιχειρηματολογίας, τροποποιημένο για μαθητές δημοτικού, μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα τους να επιχειρηματολογούν στις Φυσικές Επιστήμες.

Ο **Σκουμιός** (2016) μελέτησε τη συμβολή μιας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων στην εννοιολογική περιοχή της εξάτμισης και της συμπύκνωσης υγρών στην ικανότητα των μαθητών της Ε΄ τάξης να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία γραπτών επιχειρημάτων. Το δείγμα αποτέλεσαν 64 μαθητές τριών δημοτικών σχολείων της Ρόδου στους οποίους δόθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο τόσο πριν όσο και μετά τις πειραματικές δραστηριότητες. Η ανάπτυξη των επιχειρημάτων βασίστηκε στο μοντέλο των McNeil et al. (2006) ενώ η αξιολόγηση των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών στηρίχθηκε στο μοντέλο αξιολόγησης των Knight et al. (2014). Εξετάστηκε με αυτόν τον τρόπο η ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων και η αξιοποίησή τους στην αιτιολόγηση των ισχυρισμών των μαθητών. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι οι περισσότεροι μαθητές, μετά το πέρας των πειραματικών δραστηριοτήτων, ήταν σε θέση να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος αλλά και να αξιολογούν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία.

Η έρευνα του **Σκουμιού** (2017) είχε στόχο την διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής ακολουθίας στην εννοιολογική περιοχή της θερμοκρασίας και της θερμότητας στην ικανότητα μαθητών της Στ τάξης να κρίνουν τις αιτιολογήσεις των γραπτών επιχειρημάτων. Το δείγμα αποτέλεσαν 58 μαθητές στους οποίους δόθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο πριν και μετά τις διδακτικές ακολουθίες. Ο σχεδιασμός των ακολουθιών αυτών βασίστηκε στην διδακτική επεξεργασία των εμποδίων των μαθητών πάνω στο γνωστικό αντικείμενο με χρήση επιστημονικών πρακτικών. Η ανάπτυξη των επιχειρημάτων βασίστηκε στο μοντέλο των McNeil et al. (2006) ενώ η αξιολόγηση των αιτιολογήσεων στο μοντέλο αξιολόγησης των Knight et al. (2014). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι περισσότεροι μαθητές, μετά τη διδακτική παρέμβαση, ήταν σε θέση να εντοπίσουν την αιτιολόγηση και να τη διαχωρίσουν από τον ισχυρισμό. Επίσης, η πλειοψηφία των μαθητών μπόρεσε να αναγνωρίσει το είδος της αιτιολογίας που υπήρχε σε ένα επίχειρημα αλλά και να μπορεί να συγκρίνει ορθά δύο επιχειρήματα. Ο ερευνητής υποστηρίζει πως κατάλληλα σχεδιασμένες διδακτικές παρεμβάσεις καθιστούν εφικτή την ανάπτυξη των δεξιοτήτων που αφορούν στην αιτιολόγηση των επιχειρημάτων.

Οι **Ανθούλας και Σκουμιός** (2017) μελέτησαν τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης στην εννοιολογική περιοχή της εξάτμισης και υγροποίησης στη δομή των επιχειρημάτων μαθητών

Γυμνασίου. Το δείγμα αποτέλεσαν 19 μαθητές της Β Γυμνασίου. Για τη συλλογή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις. Ο σχεδιασμός των παρεμβάσεων στηρίχθηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και του μοντέλου 5E των Bybee et al. (2006). Τα επιχειρήματα των μαθητών στηρίχθηκαν στο μοντέλο των McNeil et al. (2006) και για την αξιολόγηση της δομής τους χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο των Σκουμιού και Χατζηνικήτα (2014) το οποίο ελέγχει την ύπαρξη και επάρκεια των συστατικών τους στοιχείων. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική βελτίωση στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις γεγονός που, σύμφωνα με τον ερευνητή, αποδίδεται στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού.

Οι **Ταράλλη και Σκουμιός** (2017) ερεύνησαν τις δεξιότητες μαθητών Στ τάξης να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία που περιλαμβάνονται σε επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες. Το δείγμα αποτέλεσαν 276 μαθητές δεκατεσσάρων δημοτικών σχολείων της Ρόδου. Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο το οποίο διερευνούσε την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα, την ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα και, τέλος, την ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η πλειοψηφία των μαθητών δεν ήταν σε θέση να εντοπίσει ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος. Οι περισσότεροι μαθητές, επίσης, δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι απαραίτητο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα και ακόμα δεν ήταν δυνατό να επιλέξουν σωστά, ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα, ποιο είναι ισχυρότερο. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι χαμηλές επιδόσεις των μαθητών στην έρευνα 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 – μαθησιακής ακολουθίας στον 2<sup>ο</sup> Νόμο του Νεύτωνα στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών της Α΄ Λυκείου. Το δείγμα αποτέλεσαν 39 μαθητές και ως εργαλείο συλλογής δεδομένων επιλέχθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο. Το εκπαιδευτικό υλικό που αναπτύχθηκε στηρίχθηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση με χρήση πρακτικών αξιοποιώντας το εκπαιδευτικό λογισμικό Interactive Physics. Για την αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το πλαίσιο των Σκουμιού και



Χατζηνικήτα (2014) το οποίο ελέγχει την ύπαρξη και επάρκεια των συστατικών τους στοιχείων. Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών βελτιώθηκε σημαντικά μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, βελτίωση που αποδίδεται σύμφωνα με τους ερευνητές στις δραστηριότητες της διδακτικής ακολουθίας.

Από τις παραπάνω έρευνες γίνεται φανερό πως εκπαιδευτικό υλικό που εμπλέκει τους μαθητές στην πρακτική της επιχειρηματολογίας, προσανατολισμένο σε σαφές εννοιολογικό πλαίσιο, κάνοντας χρήση των νέων τεχνολογιών μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ικανότητα των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες.

### **3.4. Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας**

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε πως έχουν διερευνηθεί οι αντιλήψεις των μαθητών για τους ηλεκτρομαγνήτες (Galili, 1995; Raduta, 2005; Smaill et al., 2012, Suma et al. 2019). Η έρευνα όμως περιορίζεται σε μαθητές δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Απουσιάζουν έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις για τους ηλεκτρομαγνήτες που να εστιάζουν σε μαθητές δημοτικού.

Τα τελευταία είκοσι χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με την πρακτική της επιχειρηματολογίας. Στις έρευνες αυτές έχουν αναδειχθεί οι δυσκολίες των μαθητών να συγκροτούν γραπτά επιχειρήματα (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013, McNeil & Krajcik, 2012) και για τον λόγο αυτό εστιάζουν στην ποιότητά των επιχειρημάτων των μαθητών (Sandoval, 2003). Οι περισσότερες έρευνες αφορούν μαθητές δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας ενώ ελάχιστες είναι αυτές που εστιάζουν σε μαθητές δημοτικού. Επίσης, είναι περιορισμένη η έρευνα που αφορά στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Επιπρόσθετα, απουσιάζουν έρευνες που να εστιάζουν τόσο στην παραγωγή όσο και στην αξιολόγηση επιχειρημάτων από μαθητές δημοτικού στην εννοιολογική περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού.

Αναδύεται, λοιπόν, η ανάγκη πραγματοποίησης έρευνας που να μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης, βασισμένης στο εποικοδομητικό μοντέλο για τη μάθηση, κάνοντας χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής «εμπλοκή σε επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στην ικανότητα των μαθητών δημοτικού να παράγουν και να

αξιολογούν επιχειρήματα στους ηλεκτρομαγνήτες και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα), αυτής της διδακτικής παρέμβασης με μια άλλη διδακτική παρέμβαση στους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία».

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση, με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού στη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου καθώς και στην ικανότητά τους να κρίνουν επιχειρήματα στην εννοιολογική περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

### **3.5 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά, αναφέρθηκαν οι έρευνες που διερεύνησαν αντιλήψεις των μαθητών για τον ηλεκτρομαγνητισμό. Στη συνέχεια, παρουσιάστηκαν οι δυσκολίες των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα καθώς και έρευνες που μελέτησαν 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 παρουσιάζεται η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε στην παρούσα εργασία και αποτελείται από τέσσερις ενότητες. Αρχικά παρουσιάζονται ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. ενότητα 4.2), ακολουθεί η ερευνητική διαδικασία (βλ. ενότητα 4.3) και στη συνέχεια οι συμμετέχοντες της έρευνας (βλ. ενότητα 4.4). Έπειτα, περιγράφεται το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε τόσο στην πειραματική ομάδα όσο και στην ομάδα ελέγχου (βλ. ενότητα 4.5). Στην τελευταία ενότητα παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής δεδομένων (βλ. ενότητα 4.6).

### **4.2. Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα**

Η εργασία αυτή εστιάζεται στη μελέτη της επίδρασης διδακτικών παρεμβάσεων για τους ηλεκτρομαγνήτες στις ικανότητες των μαθητών της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης στον ηλεκτρομαγνητισμό που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα, καθώς και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα), αυτής της διδακτικής παρέμβασης με μια άλλη διδακτική παρέμβαση στον ηλεκτρομαγνητισμό που βασίζεται στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία».

Πιο συγκεκριμένα, ως ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας αυτής τίθενται τα ακόλουθα:

- I. Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» και με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών της ΣΤ΄ του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;
- II. Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;
- III. Υπάρχει διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων που παράγουν οι μαθητές και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα) ανάμεσα στις δύο παραπάνω διδακτικές παρεμβάσεις;

### **4.3 Ερευνητική διαδικασία**

Το είδος της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η μεικτή έρευνα, δηλαδή ένας συνδυασμός ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας. Αναφορικά με την ποσοτική διάσταση υιοθετήθηκε η οιονεί πειραματική έρευνα διομαδικού σχεδιασμού με προ-πειραματικό και μετά-πειραματικό έλεγχο (Creswell, 2011). Οι συμμετέχοντες στην έρευνα δεν εντάσσονται τυχαία σε ομάδες αλλά είναι ήδη μέλη μιας ακέραιας ομάδας (στην προκειμένη περίπτωση αποτελούν τμήματα έκτης τάξης δημοτικών σχολείων) για να αποφευχθεί με αυτόν τον τρόπο διάσπαση της μάθησης. Παίρνοντας ως δεδομένο ότι η έρευνα θα λάμβανε χώρα σε δημοτικό σχολείο, η χρήση διαφορετικού είδους έρευνας θα δημιουργούσε προβλήματα στην εύρυθμη λειτουργία του (Creswell, 2011). Ωστόσο, επειδή το δείγμα των μαθητών ήταν μικρό, χρησιμοποιήθηκε και η ποιοτική έρευνα. Ειδικότερα, μελετήθηκαν τα επιχειρήματα τεσσάρων μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της ποιότητάς τους.

Για τις ανάγκες της έρευνας μελετήθηκαν τέσσερα τμήματα έκτης τάξης. Η μια ομάδα (πειραματική ομάδα) δέχτηκε πειραματική μεταχείριση ενώ η άλλη (ομάδα ελέγχου) όχι. Στις

ομάδες αυτές εφαρμόστηκε ο ίδιος προ – πειραματικός και μετα – πειραματικός έλεγχος. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα εξής στάδια:

➤ 1<sup>ο</sup> στάδιο:

Δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο που στο πρώτο του μέρος εξετάζει την ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα απαντώντας στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη». Στο δεύτερο μέρος εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τα δομικά στοιχεία του επιχειρήματος καθώς και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα στον τομέα του ηλεκτρομαγνητισμού. Έπειτα, συγκροτήθηκαν τα φύλλα εργασίας, που εφαρμόστηκαν στις δύο ομάδες με τη διαφορά ότι στην ομάδα ελέγχου αφαιρέθηκαν όλες οι δραστηριότητες παραγωγής και αξιολόγησης επιχειρημάτων.

➤ 2<sup>ο</sup> στάδιο:

Το αρχικό ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μια ομάδα τριών μαθητών που το διάβασε προσεκτικά και εντόπισε σημεία που ήταν δυσνόητα. Οι μαθητές αυτοί συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο. Τα φύλλα εργασίας εφαρμόστηκαν, επίσης, σε τρεις μαθητές οι οποίοι έκαναν αντίστοιχες υποδείξεις. Επίσης, τόσο το ερωτηματολόγιο όσο και τα φύλλα εργασίας δόθηκαν σε έναν ερευνητή της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών προκειμένου να εντοπιστούν και διορθωθούν ασάφειες και παραλείψεις που θα επιδρούσαν αρνητικά στα αποτελέσματα της έρευνας. Αφού λήφθηκαν υπόψιν όλες οι παρατηρήσεις, ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1) και φύλλα εργασίας (βλ. Παράρτημα 2) έλαβαν την τελική τους μορφή.

➤ 3<sup>ο</sup> στάδιο:

Στο τρίτο στάδιο της έρευνας έγινε η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Στην πειραματική ομάδα δόθηκε προς συμπλήρωση το ερωτηματολόγιο (pre-test) και στη συνέχεια τα φύλλα εργασίας, που συμπληρώθηκαν με την καθοδήγηση του ερευνητή. Στο τέλος δόθηκε ξανά το ερωτηματολόγιο ως μετα-πειραματικός έλεγχος (post-test). Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για την ομάδα ελέγχου, την καθοδήγηση της οποίας ανέλαβε ο εκπαιδευτικός του τμήματος. Πριν την εφαρμογή των φύλλων εργασίας οι μαθητές και των δύο ομάδων διδάχθηκαν τα μαθήματα ΦΕ1: *Ο μαγνήτης* και ΦΕ2: *Ο μαγνήτης προσανατολίζεται* του τετραδίου εργασιών από τα Φυσικά Στ Δημοτικού ενώ καμία διδακτική παρέμβαση δεν έγινε χωρίτερα για τον ηλεκτρομαγνητισμό.

➤ 4<sup>ο</sup> στάδιο:

Στο τελικό στάδιο πραγματοποιήθηκε η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων της έρευνας. Τα δεδομένα της έρευνας ήταν οι απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, καθώς επίσης και τα επιχειρήματα που παρήγαγαν τρεις μαθητές σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών.

#### **4.4 Συμμετέχοντες**

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 60 μαθητές έκτης τάξης (28 αγόρια και 32 κορίτσια) δύο διαφορετικών δημοτικών σχολείων. Την πειραματική ομάδα αποτέλεσαν οι 28 μαθητές (16 αγόρια και 12 κορίτσια) των Στ' τάξεων του Δημοτικού Σχολείου Ματαράγκας Αιτωλοακαρνανίας ενώ την ομάδα ελέγχου οι 32 μαθητές (12 αγόρια και 20 κορίτσια) των Στ' τάξεων του Δημοτικού Σχολείου Πλακιά Ρεθύμνου. Στην έρευνα συμμετείχαν όλοι οι μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της.

Ο μέσος όρος ηλικίας των μαθητών του δείγματος είναι τα 11 έτη και η σχολική επίδοσή τους στο μάθημα της Φυσικής χαρακτηρίζεται από πολύ καλή ως άριστη καθώς κυμαίνεται μεταξύ 8 και 10. Στην πειραματική ομάδα, όλοι οι μαθητές έχουν την ελληνική υπηκοότητα, ενώ στην ομάδα ελέγχου 7 από τους 32 μαθητές είναι αλβανικής καταγωγής. Λαμβάνοντας υπόψιν την οικονομική κατάσταση των γονέων, οι μαθητές κατατάσσονται σε μεσαίο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

#### **4.5 Το εκπαιδευτικό υλικό**

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει δύο υποενότητες. Στην πρώτη (βλ. υποενότητα 4.4.1) παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα, ενώ η δεύτερη (βλ. υποενότητα 4.4.2) αναφέρεται στο εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε στην ομάδα ελέγχου.

Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού για την πειραματική ομάδα βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση (Driver & Oldham, 1986) με χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται στα αποδεικτικά στοιχεία» (NRC, 2012). Δομήθηκε με βάση στο μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee et. Al, 2006) και αναπτύχθηκε

σε δύο φύλλα εργασίας που χρησιμοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες και ειδικότερα το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας. Για τις διδακτικές παρεμβάσεις στην ομάδα ελέγχου χρησιμοποιήθηκε το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό, από το οποίο αφαιρέθηκαν όλες οι δραστηριότητες εμπλοκής των μαθητών σε επιχειρηματολογία.

#### 4.5.1 Το εκπαιδευτικό υλικό για την πειραματική ομάδα

Το εκπαιδευτικό υλικό για την πειραματική ομάδα (βλ. Παράρτημα 2) συγκροτήθηκε με βάση την εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση (Driver & Oldham, 1986) με χρήση πρακτικών για τις Φυσικές Επιστήμες (NRC, 2012). Στηρίχθηκε στο μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee et. al, 2006) που περιλαμβάνει πέντε φάσεις, την ενεργοποίηση, την εξερεύνηση, την εξήγηση, την εφαρμογή και την αξιολόγηση.

Στην πειραματική ομάδα πραγματοποιήθηκαν δύο διδακτικές παρεμβάσεις από τον ερευνητή με χρήση των αντίστοιχων φύλλων εργασίας. Η πρώτη αφορά στην «επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος στους μαγνήτες – Ηλεκτρομαγνήτες» (Φύλλο Εργασίας 1) και η δεύτερη στους «Παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη» (Φύλλο Εργασίας 2). Τα φύλλα εργασίας αξιοποίησαν τις νέες τεχνολογίες για την εκτέλεση των πειραμάτων και ειδικότερα το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα». Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι φάσεις διδασκαλίας και οι πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν στα φύλλα εργασίας:

**Πίνακας 4.1:** Οι φάσεις διδασκαλίας του μαθησιακού μοντέλου 5E και οι αντίστοιχες πρακτικές που εμπλέκονται

Φάσεις διδασκαλίας	Επιστημονικές πρακτικές
Ενεργοποίηση	Υποβολή ερωτημάτων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
Εξερεύνηση	Υποβολή ερωτημάτων. Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.

	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
Εξήγηση	Συγκρότηση εξηγήσεων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων.
Εφαρμογή	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Υποβολή ερωτημάτων. Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων.
Αξιολόγηση	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία με χρήση αποδεικτικών στοιχείων.

Για την εφαρμογή των φύλλων εργασίας στην πειραματική ομάδα χρησιμοποιήθηκε η αίθουσα των μαθητών. Εξαιτίας τεχνικού προβλήματος, δεν κατέστη δυνατή η χρήση των υπολογιστών του εργαστηρίου πληροφορικής του σχολείου. Για το σκοπό αυτό, αφού οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων, δόθηκε ένας φορητός υπολογιστής προκειμένου να διεξαχθούν τα πειράματα με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Στις ομάδες μαθητών, επίσης, δόθηκαν τα απαραίτητα υλικά για την εκτέλεση των πειραμάτων του πρώτου φύλλου εργασίας. Για την εφαρμογή των δύο φύλλων εργασίας στην πειραματική ομάδα απαιτήθηκαν συνολικά 15 διδακτικές ώρες, 5 ώρες για το πρώτο και 10 ώρες για το δεύτερο φύλλο εργασίας. Πριν και μετά την εφαρμογή τους, δόθηκε προς συμπλήρωση από τους μαθητές το ίδιο ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1).



## Φύλλο Εργασίας 1: «Επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος στους μαγνήτες – Ηλεκτρομαγνήτες»

### ➤ Ενεργοποίηση:

#### Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>

Δόθηκε στους μαθητές η εικόνα ενός ηλεκτρικού κυκλώματος που αποτελείται από μια μπαταρία και έναν διακόπτη, το καλώδιο του οποίου διέρχεται σχεδόν παράλληλα από μια μαγνητική βελόνα. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν τι πιστεύουν ότι θα συμβεί στη μαγνητική βελόνα εάν κλείσουμε το κύκλωμα και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις μαγνητικές ιδιότητες των ρευματοφόρων αγωγών. Πρόκειται για ατομική δραστηριότητα (βλ. Δρ. 1 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>

Οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες που αποτελούνταν από τέσσερα άτομα, σύγκριναν τις απαντήσεις που έδωσαν στην προηγούμενη δραστηριότητα ώστε να εντοπίσουν ομοιότητες και διαφορές. Σκοπός της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να συνειδητοποιήσουν τις μεταξύ τους διαφορές. Στη συνέχεια, με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, οι μαθητές διατύπωσαν το ερευνητικό ερώτημα. Το ερώτημα αυτό αφορά στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και στην υποβολή ερωτημάτων (βλ. Δρ. 2 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

### ➤ Εξερεύνηση:

#### Δραστηριότητα 3<sup>η</sup>

Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις της δραστηριότητας σχετικά με την έρευνα που έχουν να διεξάγουν. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία σχεδίασης έρευνας. Απαντώντας στις ερωτήσεις της δραστηριότητας, οι μαθητές αιτιολογούν την άποψή τους για την έρευνα που θα πραγματοποιήσουν. (βλ. Δρ. 3 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>

Σε αυτή τη δραστηριότητα, οι μαθητές κατέγραψαν τα υλικά που χρειάστηκαν για την έρευνα καθώς και τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν. Έπειτα, κλήθηκαν να ζωγραφίσουν σε ένα πλαίσιο την πειραματική διάταξη. Σκοπός της συγκεκριμένης δραστηριότητας είναι η εμπλοκή των μαθητών με την πρακτική της πραγματοποίησης έρευνας καθώς και της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων. (βλ. Δρ. 4 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### ➤ Εξήγηση:

#### Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>

Οι μαθητές σε αυτή τη δραστηριότητα κατέγραψαν τις διαπιστώσεις τους καθώς και αν αυτές ήταν αναμενόμενες. Έπειτα από παρότρυνση του ερευνητή, έγραψαν τις εξηγήσεις τους για τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Οι εμπλεκόμενες πρακτικές σε αυτή τη δραστηριότητα είναι η ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων καθώς και η συγκρότηση εξηγήσεων. (βλ. Δρ. 5 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### Δραστηριότητα 6<sup>η</sup>

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές συνέκριναν την εξήγηση που έδωσαν στην προηγούμενη δραστηριότητα με ένα κείμενο που δίνει την επιστημονική εξήγηση για το υπο διερεύνηση ερώτημα. Στόχος της δραστηριότητας είναι οι μαθητές να διακρίνουν τις ομοιότητες και τις διαφορές του δικού τους κειμένου με το αντίστοιχο επιστημονικό και να εξοικειωθούν με τη συγκρότηση εξηγήσεων. (βλ. Δρ. 6 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### ➤ Εφαρμογή:

#### Δραστηριότητα 7<sup>η</sup>

Οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις νέες γνώσεις σε καινούριες καταστάσεις γι' αυτό στην 7<sup>η</sup> δραστηριότητα τους ζητήθηκε να κατασκευάσουν έναν ηλεκτρομαγνήτη και να απαντήσουν δικαιολογώντας την άποψη τους για το τι θα συμβεί εάν τον πλησιάσουν σε μερικές μεταλλικές πινέζες. (βλ. Δρ. 7 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

#### Δραστηριότητα 8<sup>η</sup>

Ομοίως με την 2<sup>η</sup> δραστηριότητα, οι μαθητές συζήτησαν μεταξύ τους για τις απαντήσεις που έδωσαν και αναζήτησαν ομοιότητες και διαφορές. Με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι

μαθητές προσπάθησαν να πείσουν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας τους για την ορθότητα της δικής τους απάντησης. Στο τέλος, κατέληξαν στο νέο ερευνητικό ερώτημα. Το ερώτημα αυτό αφορά στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και στην υποβολή ερωτημάτων (βλ. Δρ. 8 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

Δραστηριότητες 9<sup>η</sup>, 10<sup>η</sup> και 11<sup>η</sup>

Οι μαθητές σχεδίασαν και πραγματοποίησαν την νέα έρευνά τους σχετικά με την ικανότητα του ηλεκτρομαγνήτη να έλκει μεταλλικές πινέζες. Κατέγραψαν τα υλικά που χρειάστηκαν και σχεδίασαν στο πλαίσιο την πειραματική διάταξη. Έπειτα, συμπλήρωσαν στο φύλλο εργασίας τις διαπιστώσεις τους και έγραψαν την εξήγησή τους για τα αποτελέσματα της έρευνας. Στόχος των δραστηριοτήτων αποτέλεσε η εμπλοκή των μαθητών στις πρακτικές της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας, ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων, ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων, απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών καθώς και συγκρότησης εξηγήσεων (βλ. Δρ. 9,10 και 11 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

➤ Αξιολόγηση:

Δραστηριότητα 12<sup>η</sup>

Στην τελευταία δραστηριότητα του 1<sup>ου</sup> φύλλου εργασίας, οι μαθητές απάντησαν ξανά στην ερώτηση της 1<sup>ης</sup> δραστηριότητας σχετικά με το αν θα κινηθεί ή όχι η μαγνητική βελόνα εάν κλείσουμε τον διακόπτη του κυκλώματος. Έπειτα συνέκριναν την αρχική τους απάντηση με την νέα προκειμένου να ελεγχθεί κατά πόσο αναθεωρήθηκαν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών. Τέλος, οι μαθητές ανέφεραν τι ήταν αυτό που τους δυσκόλεψε περισσότερο στο να κατανοήσουν ότι οι αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα έχουν μαγνητικές ιδιότητες. (βλ. Δρ. 12 του ΦΕ1 στο Παράρτημα 2).

## Φύλλο Εργασίας 2: «Παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

#### ➤ Ενεργοποίηση:

##### Δραστηριότητα 1.1

Δόθηκε η εικόνα ενός ηλεκτρομαγνήτη και ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν δικαιολογώντας την άποψή τους για το πώς θα μπορούσαν να αυξήσουν τη δύναμη έλξης του. Σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι η ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη. Οι μαθητές εργάστηκαν σε αυτή τη δραστηριότητα ατομικά. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.1 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

##### Δραστηριότητα 1.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές κάθε ομάδα συζήτησαν μεταξύ τους για τις απαντήσεις που έδωσαν προκειμένου να διαπιστωθεί αν υπάρχουν ομοιότητες και διαφορές στις απαντήσεις τους. Με αυτόν τον τρόπο εμπλέκονται στην πρακτική της απόκτησης, αξιολόγησης και ανταλλαγής πληροφοριών. Έπειτα, με την καθοδήγηση του ερευνητή, οι μαθητές διατύπωσαν τα ερευνητικά ερωτήματα που προέκυψαν από τους τρεις παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη. Ασκούνται με αυτόν τον τρόπο στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.2 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

##### Δραστηριότητα 1.3

Οι μαθητές διάβασαν το κείμενο της δραστηριότητας, η οποία πλέον εξειδικεύεται σε έναν παράγοντα που επηρεάζει την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, τον αριθμό μπαταριών. Με την καθοδήγηση του ερευνητή, οι μαθητές κατέγραψαν το ερώτημα που έχουν να ερευνήσουν σε αυτή τη δραστηριότητα δικαιολογώντας την άποψή τους. Έτσι, ενεπλάκησαν στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.3 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

#### ➤ Εξερεύνηση:

##### Δραστηριότητα 1.4

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές, εργαζόμενοι ομαδικά, σχεδίασαν την έρευνα που έχουν να διεξάγουν καταγράφοντας αρχικά τη διαδικασία που ακολούθησαν και έπειτα ζωγράρισαν την πειραματική διάταξη της έρευνας στο πλαίσιο της δραστηριότητας. Με τη βοήθεια του λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» εκτέλεσαν ψηφιακά το πείραμα. Τέλος, συμπλήρωσαν τον πίνακα με τα ευρήματα του πειράματός τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.4 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Ενδεικτικά παρατίθεται απόσπασμα από το Φύλλο Εργασίας 2 (βλ. Παράρτημα 2):

### **Δραστηριότητα 3<sup>η</sup>**

Η Ελένη θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με μία μπαταρία. Όμως, η Δήμητρα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει μια μπαταρία. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....

.....

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

<b>Τι θα αλλάξουμε;</b>	<b>Τι θα κρατήσουμε σταθερό;</b>	<b>Τι θα μετρήσουμε;</b>

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

## Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 2 3 4 5

**5**



Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του πυρήνα	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	Σίδηρος	7
2	5	Σίδηρος	11
3	5	Σίδηρος	14

Πινέζες που έλκονται

**14**

Διαγραφή αποτελεσμάτων
  Εξαγωγή πίνακα
  Κάνε το πείραμα

Αρχική σελίδα
  Προηγούμενη σελίδα
  Επόμενη σελίδα

➤ Εξήγηση:

Δραστηριότητα 1.5

Οι μαθητές, αφού ανέλυσαν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας, προχώρησαν στις διαπιστώσεις της έρευνας απαντώντας στην ερώτηση «Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;» Η απάντηση των μαθητών αποτέλεσε την πρώτη προσπάθεια συγκρότησης ενός επιχειρήματος.

Στη συνέχεια δόθηκε στους μαθητές ο ορισμός του επιχειρήματος στις Φυσικές Επιστήμες και αναλύθηκαν τα συστατικά μέρη του, ο ισχυρισμός, τα αποδεικτικά στοιχεία και ο συλλογισμός όπως φαίνεται παρακάτω:

Για να δώσουμε σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση σε μια ερώτηση πρέπει να διατυπώσουμε ένα **επιχείρημα**. Τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος είναι:

- **Ο ισχυρισμός:** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση.
- **Τα αποδεικτικά στοιχεία:** είναι τα επιστημονικά δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Ο συλλογισμός:** φανερώνει τον λόγο που τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό με χρήση επιστημονικών αρχών.

Στόχος του ερευνητή 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. Πιο συγκεκριμένα, για την ερώτηση «*Ποια ποδοσφαιρική ομάδα είναι καλύτερη, η Α ομάδα ή η Β ομάδα;*» διατυπώθηκε ο ισχυρισμός ότι «*Η καλύτερη ομάδα είναι η ομάδα Α*». Όμως, όπως εξηγείται στο κείμενο, δεν αρκεί η απλή αναφορά του ισχυρισμού. Πρέπει να συνοδεύεται με αποδεικτικά στοιχεία που τον στηρίζουν. Γι' αυτό, ερευνούμε πόσα πρωταθλήματα έχει κατακτήσει κάθε ομάδα και βρίσκουμε ότι «*Η ομάδα Α έχει κατακτήσει 20 πρωταθλήματα ενώ η ομάδα Β, 16*». Αυτά είναι τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό. Έτσι καταλήξουμε στον συλλογισμό, οποίος είναι ο οποίος είναι μια ευρύτερα αποδεκτή πρόταση που συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία: «*Για να θεωρείται μια ομάδα η καλύτερη πρέπει να έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα. Επειδή η ομάδα Α έχει κατακτήσει περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με την ομάδα Β, άρα καλύτερα ομάδα είναι η Α*». Έτσι, καταλήγουμε στο ολοκληρωμένο επιχείρημα: «*Καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α. Η ομάδα Α έχει κατακτήσει 20 πρωταθλήματα και η Β ομάδα 16 πρωταθλήματα. Δηλαδή, η ομάδα Α έχει κατακτήσει περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με την ομάδα Β. Για να θεωρείται μια ομάδα η καλύτερη πρέπει να έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα. Επειδή η Α ομάδα έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με τη Β ομάδα άρα καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α*» (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.5 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

- Εφαρμογή:

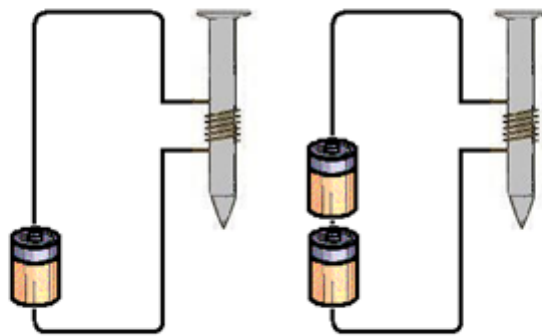
#### Δραστηριότητα 1.6

Δόθηκε στους μαθητές μια εικόνα με δύο ηλεκτρομαγνήτες. Ο πρώτος ηλεκτρομαγνήτης έχει μια μπαταρία ενώ ο δεύτερος δύο μπαταρίες. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να γράψουν

ένα επιχείρημα όπως αυτό του παραδείγματος της καθημερινής ζωής για την ερώτηση «Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;». Στη δραστηριότητα διατίθεται ξεχωριστός χώρος για κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

### Δραστηριότητα 6<sup>η</sup>

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες. Γράψε με τον ίδιο τρόπο όπως στο παραπάνω παράδειγμα ένα επιχείρημα για την παρακάτω ερώτηση.



**Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;**

**Ισχυρισμός:**

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

**Αποδεικτικά στοιχεία:**

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

**Συλλογισμός:**

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



Ας αξιολογήσουμε μαζί το επιχείρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό:

- Ναι
- Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη:

- Ναι
- Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου:

- Ναι
- Όχι

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής σε επιχειρηματολογία που εδράζει σε αποδεικτικά στοιχεία. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.6 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

### Δραστηριότητα 1.8

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 7 ερωτήσεις.

Δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα που συντάξε ένας μαθητής ενός άλλου σχολείου στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;». Το κείμενο συνοδεύεται από έναν πίνακα δεδομένων που αντιστοιχίζει τον αριθμό των μπαταριών διαφόρων ηλεκτρομαγνητών με τη δύναμη έλξης τους, στον οποίο στηρίχθηκε ο μαθητής για να επιχειρηματολογήσει. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό (ερωτήσεις 1,2 και 3).

## Δραστηριότητα 8<sup>η</sup>

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες χρησιμοποιώντας κάθε φορά διαφορετικό αριθμό μπαταριών έχοντας τον ίδιο αριθμό σπειρών και το ίδιο υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

### Τι επηρεάζει την δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

Ο Βασίλης χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή του.

Ηλεκτρομαγνήτης	Αριθμός μπαταριών	Δύναμη έλξης ηλεκτρομαγνήτη
A	5	πολύ μεγάλη
B	4	Μεγάλη
Γ	3	Μέτρια
Δ	2	Μικρή
E	1	πολύ μικρή

Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 1). Στον ηλεκτρομαγνήτη A, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή (πρόταση 2). Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών (πρόταση 3)».*

Στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποια από τις τέσσερις προτάσεις της ερώτησης 4 παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη του μαθητή. Σκοπός της ερώτησης είναι βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που περιέχονται στην πρόταση της ερώτησης 5 (Ο αριθμός μπαταριών ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 2 και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη) ως αδύναμα ή ισχυρά. Η δραστηριότητα αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.

Στη συνέχεια, στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχειρήμα ενός δεύτερου παιδιού στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», 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 ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Το κείμενο της Δήμητρας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Ένας μεγάλος επιστήμονας είπε ότι αν συνδέσουμε έναν ηλεκτρομαγνήτη με μεγάλο αριθμό μπαταριών τότε η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη ήταν μεγάλη. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό μπαταριών».*

Τέλος, στην 7<sup>η</sup> ερώτηση, δόθηκε στους μαθητές το κείμενο ενός τρίτου παιδιού που περιέχει το επιχειρήμα του στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Συγκρίνοντας το πρώτο με το τρίτο επιχειρήμα διαπιστώνουμε ότι 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. Η δραστηριότητα αυτή έχει σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος καθώς και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.8 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

**Ερώτηση 7:** Η Γιάννα είναι επίσης συμμαθήτρια του Βασίλη. Ο δάσκαλος της τάξης τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Το κείμενο της Γιάννας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή. Επειδή όταν μικραίνει ο αριθμός των μπαταριών τότε μικραίνει και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, άρα η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Βασίλης ή η Γιάννα και γιατί;

➤ Αξιολόγηση:

Δραστηριότητα 1.7

Σε αυτή τη δραστηριότητα επιχειρήθηκε η αξιολόγηση του επιχειρήματος που συνέταξαν οι μαθητές στην 6<sup>η</sup> δραστηριότητα. Με την καθοδήγηση του ερευνητή, οι μαθητές αξιολόγησαν το επιχειρήμα τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του, τσεκάροντας αντίστοιχα τα κουτάκια ναι ή όχι. Ταυτόχρονα αξιολογείται και η ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται επακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά. Τέλος, οι μαθητές κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και γράφουν εκ νέου το επιχειρήμα εφαρμόζοντας τις γνώσεις που αποκόμισαν από την 5<sup>η</sup> δραστηριότητα. Η δραστηριότητα αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα. (βλ. Πρόβλημα 1 Δρ. 1.7 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

Έγγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό των πινεζών που έλκει και επειδή όταν αυξάνεται ο αριθμός των μπαταριών αυξάνεται και ο αριθμός των πινεζών που μπορεί να έλξει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.

- Ναι
- Όχι

Έκανες κάποιο λάθος;

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

Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

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

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2

### ➤ Ενεργοποίηση:

#### Δραστηριότητα 2.1

Στο κείμενο της δραστηριότητας, δύο παιδιά διαφωνούν για το αν ο αριθμός των σπειρών που δημιουργεί το καλώδιο γύρω από το καρφί του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζει την δύναμη έλξης του. Οι μαθητές, αφού μελέτησαν το κείμενο, διατύπωσαν με την καθοδήγηση του ερευνητή το ερευνητικό ερώτημα και αιτιολόγησαν την άποψή τους. Σκοπός της δραστηριότητας είναι η εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων. (βλ. Πρόβλημα 2 Δρ. 2.1 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2)

➤ Εξερεύνηση:

Δραστηριότητα 2.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές, εργαζόμενοι ομαδικά, σχεδίασαν την έρευνα που έχουν να διεξάγουν καταγράφοντας αρχικά τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν και έπειτα ζωγράρισαν πειραματική διάταξη της έρευνας στο πλαίσιο της δραστηριότητας. Με τη βοήθεια του λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» εκτέλεσαν ψηφιακά το πείραμα. Τέλος, συμπλήρωσαν τον πίνακα με τα ευρήματα του πειράματός τους. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων.

Ενδεικτικά, παρατίθεται απόσπασμα από το Φύλλο Εργασίας 2 (βλ. Παράρτημα 2)

**Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>**

Η Ευαγγελία θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν τυλίξει περισσότερες φορές το καλώδιο γύρω από το σιδερένιο καρφί, δημιουργώντας έτσι περισσότερες σπείρες, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με λιγότερες σπείρες. Όμως, η Μαργαρίτα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές σπείρες γύρω από το καλώδιο θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει λιγότερες σπείρες. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

## Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 2 3 4 5

**5**




Πινέζες που έλκονται


26

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του πυρήνα	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	Σίδηρος	7
1	10	Σίδηρος	14
1	20	Σίδηρος	26





Διαγραφή αποτελεσμάτων



Εξαγωγή πίνακα



Κάνε το πείραμα



Αρχική σελίδα



Προηγούμενη σελίδα



Επόμενη σελίδα

➤ Εξήγηση:

### Δραστηριότητα 2.3

Οι μαθητές, αφού ανέλυσαν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας, προχώρησαν στις διαπιστώσεις της έρευνας απαντώντας στην ερώτηση «Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από το σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;» Σκοπός της δραστηριότητας είναι να εμπλέξει τους μαθητές στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας

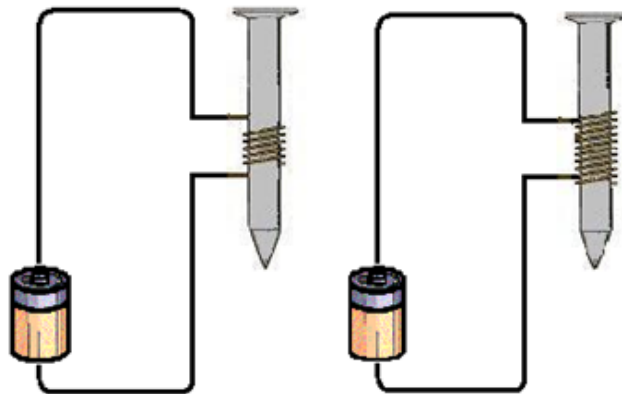
δεδομένων καθώς και της συγκρότησης εξηγήσεων (βλ. Πρόβλημα 2 Δρ. 2.3 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2)

➤ Εφαρμογή:

Δραστηριότητα 2.4

Δόθηκε στους μαθητές μια εικόνα με δύο ηλεκτρομαγνήτες. Το καλώδιο του πρώτου ηλεκτρομαγνήτη έχει δημιουργήσει πέντε σπείρες γύρω από το σιδερένιο καρφί ενώ το καλώδιο του δεύτερου ηλεκτρομαγνήτη, δέκα. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να γράψουν ένα επιχειρήμα απαντώντας στην ερώτηση «Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από το σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;». Στη δραστηριότητα διατίθεται ξεχωριστός χώρος για κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες:



**Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

**Ισχυρισμός:**

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

**Αποδεικτικά στοιχεία:**

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



### Συλλογισμός:

.....

.....

.....

.....

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής σε επιχειρηματολογία που εδράζει σε αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Πρόβλημα 2 Δρ. 2.4 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2)

### Δραστηριότητα 2.6

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 7 ερωτήσεις.

Δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επίχειρημα που συντάξε μια μαθήτρια ενός άλλου σχολείου στην προσπάθειά της να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;». Το κείμενο συνοδεύεται από έναν πίνακα δεδομένων που αντιστοιχίζει τον αριθμό των σπειρών που δημιουργεί το καλώδιο διαφόρων ηλεκτρομαγνητών γύρω από το σιδερένιο καρφί με τη δύναμη έλξης τους, στον οποίο στηρίχθηκε η μαθήτρια για να επιχειρηματολογήσει. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο της μαθήτριας τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό (ερωτήσεις 1,2 και 3). Στόχος της ερώτησης είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος.

[T]

Ηλεκτρομαγνήτης	Αριθμός σπειρών γύρω από το καρφί	Αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης
A	25	32
B	20	26
Γ	15	20
Δ	10	14
E	5	7

Το κείμενο της Χρύσας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος (πρόταση 1). Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32 (πρόταση 2). Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 1:** Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό της Χρύσας;

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

Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν ποια από τις τέσσερις προτάσεις της ερώτησης 4 παρέχει σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν την άποψη της μαθήτριας. Σκοπό της ερώτησης είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν ποιο αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Επιπλέον, οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που περιέχονται στην πρόταση της ερώτησης 5 ως αδύναμα ή ισχυρά. Η δραστηριότητα αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία ως ισχυρά ή ασθενή. Στη συνέχεια, στην ερώτηση 6, δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχειρήμα μιας δεύτερης μαθήτριας στην προσπάθειά της να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», 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 ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους.

Το κείμενο της Χρύσας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Το κείμενο της Σοφίας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Αυτό το γνωρίζω γιατί σε ένα πείραμα που κάναμε στη τάξη είδαμε ένα ηλεκτρομαγνήτη που είχε πολλές σπείρες και τραβούσε πάρα πολλές πινέζες. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Ποια μαθήτρια υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της, η Χρύσα ή η Σοφία και γιατί;

Τέλος, στην 7<sup>η</sup> ερώτηση, δόθηκε στους μαθητές το κείμενο μιας τρίτης μαθήτριας που περιέχει το επιχειρήμα της στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Συγκρίνοντας το πρώτο με το τρίτο επιχειρήμα διαπιστώνουμε ότι 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. Η δραστηριότητα αυτή έχει σκοπό τη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος καθώς και να αξιολογούν δοσμένα επιχειρήματα (βλ. Πρόβλημα 2 Δρ. 2.6 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

#### ➤ Αξιολόγηση:

#### Δραστηριότητα 2.5

Σε αυτή τη δραστηριότητα επιχειρήθηκε η αξιολόγηση του επιχειρήματος που συνέταξαν οι μαθητές στην 4<sup>η</sup> δραστηριότητα. Οι μαθητές αξιολογούν το επιχειρήμα τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του, τσεκάροντας αντίστοιχα τα κουτάκια ναι ή όχι. Ταυτόχρονα

αξιολογήθηκε και η ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται επακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά, όπως φαίνεται στην εικόνα:

#### **Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>**

Αξιολόγησε το επίχειρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό;

Ναι

Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

Ναι

Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι

Όχι

Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι ο ηλεκτρομαγνήτης με πέντε σπείρες έλκει 7 πινέζες ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με δέκα σπείρες έλκει 14 πινέζες;

Ναι

Όχι

Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

Ναι

Όχι

Τέλος, οι μαθητές καταγράφουν τυχόν λάθη που έκαναν και γράφουν εκ νέου το επιχείρημα. Η δραστηριότητα αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα (βλ. Πρόβλημα 2 Δρ. 2.5 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3

#### ➤ Ενεργοποίηση:

#### Δραστηριότητα 3.1

Οι μαθητές διάβασαν το κείμενο της δραστηριότητας, στο οποίο δύο παιδιά διαφωνούν για το αν το υλικό του καρφιού του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζει την δύναμη έλξης του. Έπειτα, με την καθοδήγηση του ερευνητή, οι μαθητές διατύπωσαν το ερευνητικό ερώτημα και αιτιολογούν την άποψή τους. Σκοπός της δραστηριότητας είναι η εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της υποβολής ερωτημάτων (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.1 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

#### ➤ Εξερεύνηση:

#### Δραστηριότητα 3.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές, εργαζόμενοι ομαδικά, σχεδίασαν την έρευνα που έχουν να διεξάγουν καταγράφοντας αρχικά τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν και έπειτα ζωγράρισαν την πειραματική διάταξη της έρευνας στο πλαίσιο της δραστηριότητας. Με τη βοήθεια του λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» εκτέλεσαν ψηφιακά το πείραμα. Τέλος, συμπληρώνουν τον πίνακα με τα ευρήματα του πειράματός τους.

Ο Αντώνης θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν αντικαταστήσει το σιδερένιο καρφί με ένα άλλο καρφί από διαφορετικό υλικό, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με σιδερένιο καρφί. Όμως, ο Διονύσης θεωρεί ότι ο ηλεκτρομαγνήτης είναι το ίδιο ισχυρός ανεξαρτήτως από το υλικό καρφιού. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

## Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 2 3 4 5

**5**

Πινέζες που έλκονται

4

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του πυρήνα	Αριθμός πινέζων που έλκονται
1	5	Σίδηρος	7
1	5	Ατσάλι	4
1	5	Χαλκός	0

Διαγραφή αποτελεσμάτων

Εξαγωγή πίνακα

Κάνε το πείραμα

Αρχική σελίδα

Προηγούμενη σελίδα

Επόμενη σελίδα

Η δραστηριότητα αποσκοπεί στην εμπλοκή των μαθητών στην πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης έρευνας καθώς και στην πρακτική της ανάπτυξης και χρήσης μοντέλων. (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.2 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

➤ Εξήγηση:

Δραστηριότητα 3.3

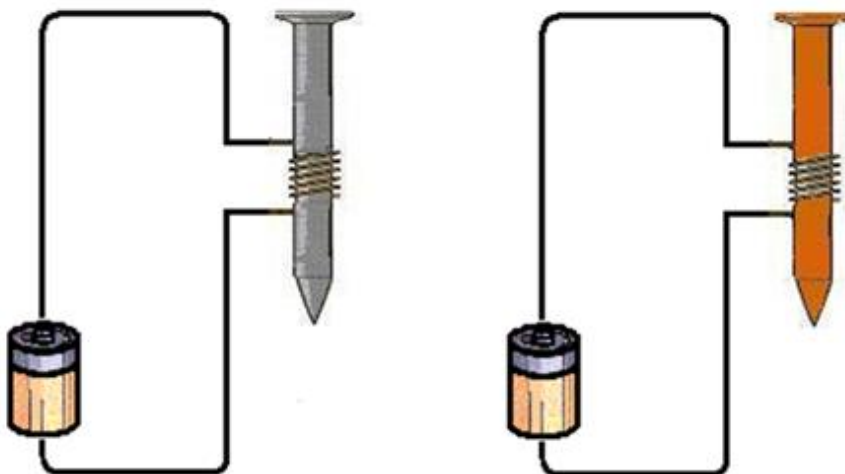
Οι μαθητές, αφού ανέλυσαν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας, προχώρησαν στις διαπιστώσεις της έρευνας απαντώντας στην ερώτηση «Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;» Σκοπός της δραστηριότητας είναι να εμπλέξει τους μαθητές στην πρακτική της ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων καθώς και της συγκρότησης εξηγήσεων (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.3 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

➤ Εφαρμογή:

Δραστηριότητα 3.4

Δόθηκε στους μαθητές μια εικόνα με δύο ηλεκτρομαγνήτες. Στον πρώτο ηλεκτρομαγνήτη το καρφί είναι από σίδηρο ενώ στον δεύτερο από χαλκό. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να γράψουν ένα επιχειρήμα απαντώντας στην ερώτηση «Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;». Στη δραστηριότητα διατίθεται ξεχωριστός χώρος για κάθε συστατικό μέρος του επιχειρήματος.

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες. Στον πρώτο ηλεκτρομαγνήτη το καρφί είναι από σίδηρο ενώ στο δεύτερο από χαλκό.



**Το υλικό του καρφίου επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

**Ισχυρισμός:**

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

**Αποδεικτικά στοιχεία:**

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

**Συλλογισμός:**

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

Σκοπός της δραστηριότητας είναι η ενασχόληση των μαθητών με την πρακτική της εμπλοκής σε επιχειρηματολογία που εδράζει σε αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.4 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

### Δραστηριότητα 3.6

Η δραστηριότητα αυτή αποτελείται από 8 ερωτήσεις.

Δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επίχειρημα που συνέταξε ένας μαθητής ενός άλλου σχολείου στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;». Το κείμενο συνοδεύεται από έναν πίνακα δεδομένων που συνδέει τον αριθμό πινεζών που έλκουν διάφοροι ηλεκτρομαγνήτες σε σχέση με το υλικό του καρφίου τους, στον οποίο στηρίχθηκε ο μαθητής για να επιχειρηματολογήσει. Έπειτα, ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο του μαθητή τα βασικά συστατικά του



επιχειρήματος, δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό (ερωτήσεις 1,2 και 3).

Στη συνέχεια, στην ερώτηση 4, οι μαθητές κλήθηκαν να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του παραπάνω μαθητή, αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Για το σκοπό αυτό δίνεται στους μαθητές ένας πίνακας που αναφέρει αναλυτικά τι πρέπει να περιέχει το κάθε συστατικό μέρος για να ενταχθεί στο αντίστοιχο επίπεδο. Έτσι, καταγράφουν την απάντησή τους ξεχωριστά για κάθε μέρος όπως φαίνεται στην εικόνα:

**Ερώτηση 4:** Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα του Πέτρου με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδα		
	0	1	2
<b>Ισχυρισμός</b>	Δεν υπάρχει ισχυρισμός ή είναι λάθος.	Υπάρχει ισχυρισμός αλλά δεν είναι ολοκληρωμένος.	Υπάρχει σωστός και ολοκληρωμένος ισχυρισμός.
<b>Αποδεικτικά στοιχεία</b>	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ή είναι λάθος.	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά δεν είναι ολοκληρωμένα.	Υπάρχουν σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.
<b>Συλλογισμός</b>	Δεν υπάρχει συλλογισμός ή ο συλλογισμός δεν συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον συλλογισμό αλλά όχι με επαρκή τρόπο.	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον συλλογισμό με επαρκή τρόπο.

Ο ισχυρισμός του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Έπειτα, δόθηκε στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός δεύτερου μαθητή στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων. Ζητήθηκε από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο του μαθητή τα βασικά συστατικά του επιχειρήματος,

δηλαδή τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό (ερωτήσεις 5, 6 και 7). Τέλος, στην ερώτηση 8, οι μαθητές καλούνται να αξιολογήσουν τα συστατικά μέρη του επιχειρήματος του δεύτερου μαθητή αναγνωρίζοντας το επίπεδο (0, 1 ή 2) στο οποίο βρίσκονται. Οι μαθητές στηρίζονται στον πίνακα που δόθηκε στην 4<sup>η</sup> ερώτηση προκειμένου να καταγράψουν τις απαντήσεις τους ξεχωριστά για κάθε συστατικό στοιχείο.

Σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος και να τα αξιολογούν (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.6 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

➤ Αξιολόγηση:

**Δραστηριότητα 3.5**

Σε αυτή τη δραστηριότητα επιχειρήθηκε η αξιολόγηση του επιχειρήματος που συνέταξαν οι μαθητές στην 4<sup>η</sup> δραστηριότητα. Οι μαθητές αξιολόγησαν το επιχείρημά τους με βάση το αν υπάρχουν τα συστατικά μέρη του, τσεκάροντας αντίστοιχα τα κουτάκια ναι ή όχι. Ταυτόχρονα αξιολογήθηκε και η ποιότητα του κάθε μέρους του επιχειρήματος καθώς στη δραστηριότητα αναφέρεται επακριβώς τι θα έπρεπε να αναγράφεται σε κάθε ένα από αυτά.

**Δραστηριότητα 3.5**

Αξιολόγησε το επιχείρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό:

Ναι

Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη:

Ναι

Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι ο ηλεκτρομαγνήτης με καρφί από σίδηρο έλκει 7 πινέζες ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με καρφί από χαλκό δεν έλκει καμία πινέζα;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με το υλικό του καρφιού και επειδή όταν χρησιμοποιώ καρφί από διαφορετικό υλικό αλλάζει ο αριθμός των πινεζών που μπορεί να έλξει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

- Ναι
- Όχι

Έκανες κάποιο λάθος;

.....  
.....

Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

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

Τέλος, οι μαθητές κατέγραψαν τυχόν λάθη που έκαναν και γράφουν εκ νέου το επιχείρημα. Η δραστηριότητα αυτή αποσκοπεί στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.5 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

### Δραστηριότητα 3.7

Η τελευταία δραστηριότητα του 2<sup>ου</sup> φύλλου εργασίας παρουσίασε στους μαθητές την εικόνα ενός ηλεκτρομαγνήτη που αποτελείται από μια μπαταρία, καλώδιο και σιδερένιο καρφί. Ζητείται από τους μαθητές να ανατρέξουν στην 1<sup>η</sup> δραστηριότητα του προβλήματος 1 και να ξαναγράψουν την απάντηση που είχαν δώσει αρχικά στην ερώτηση «Πώς θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;». Στη συνέχεια, οι μαθητές δικαιολόγησαν την απάντηση που είχαν δώσει και την αξιολόγησαν με βάση τις νέες γνώσεις που έχουν αποκτήσει τώρα μετά την ολοκλήρωση των φύλλων εργασίας. Έπειτα, πρότειναν μια νέα απάντηση και την δικαιολογούν. Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να συγκρίνουν τις αιτιολογήσεις τους, να βρουν ομοιότητες και διαφορές και να αναφέρουν ποια απάντηση θεωρούν πιο τεκμηριωμένη και γιατί.

Στη δραστηριότητα 1 του προβλήματος 1 και συγκεκριμένα στην παρακάτω ερώτηση ποια απάντηση είχες προτείνει τότε;

**Πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;**

.....

.....

.....

.....

.....

Πως είχες δικαιολογήσει τότε την απάντησή σου;

.....

.....

.....

.....

Σκοπός αυτής της δραστηριότητας είναι να ελεγχθεί κατά πόσο αναθεωρήθηκαν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών (βλ. Πρόβλημα 3 Δρ. 3.7 του ΦΕ2 στο Παράρτημα 2).

#### **4.5.2 Το εκπαιδευτικό υλικό για την ομάδα ελέγχου**

Για την πραγματοποίηση των διδακτικών παρεμβάσεων στην ομάδα ελέγχου χρησιμοποιήθηκε το εργαστήρι πληροφορικής του σχολείου. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή για την διεξαγωγή των πειραμάτων με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών καθώς και τα υλικά για τα πειράματα του πρώτου φύλλου εργασίας. Την διδακτική παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου ανέλαβε ο εκπαιδευτικός του τμήματος.

Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού για την ομάδα ελέγχου (βλ. Παράρτημα 2) βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση (Driver & Oldham, 1986) χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζουν σε αποδεικτικά στοιχεία», που ήταν η ειδοποιός διαφορά σε σχέση με το εκπαιδευτικό υλικό της πειραματικής ομάδας. Δομήθηκε με βάση στο μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee et. al, 2006) και αναπτύχθηκε σε δύο φύλλα εργασίας που χρησιμοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες για την πραγματοποίηση της πειραματικής διαδικασίας και συγκεκριμένα το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα». Για την εφαρμογή των φύλλων εργασίας στην ομάδα ελέγχου απαιτήθηκαν συνολικά 10 διδακτικές ώρες, 5 ώρες για το πρώτο φύλλο εργασίας και 5 ώρες για το δεύτερο.

### **4.6. Συλλογή δεδομένων**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η διαδικασία συλλογής δεδομένων (υποενότητα 4.5.1) και το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε (υποενότητα 4.5.2).

#### **4.6.1 Διαδικασία συλλογής δεδομένων**

Ως μέσο συλλογής δεδομένων σε αυτή την έρευνα χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα 1). Συμπληρώθηκε από τους μαθητές τόσο της πειραματικής ομάδας όσο και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την εφαρμογή των φύλλων εργασίας. Το ερωτηματολόγιο διερευνά την συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

Σύμφωνα με τους Cohen & Manion (1997), το ερωτηματολόγιο είναι ένα ιδιαίτερα διαδεδομένο ερευνητικό εργαλείο το οποίο περιέχει μια σειρά προσχεδιασμένων ερωτήσεων

στις οποίες τα υποκείμενα της έρευνας απαντούν γραπτώς. Συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα όπως η μεγάλη αξιοπιστία του λόγω της ανώνυμης συμπλήρωσής του, το χαμηλό του κόστος και το μεγάλο εύρος παρατηρήσεων που μπορεί να εξετάσει σε συνδυασμό με τον σύντομο χρόνο συλλογής των δεδομένων. Τέλος, ενέχει λιγότερες πηγές σφάλματος. Επίσης, δεδομένα της παρούσας έρευνας, πέραν των γραπτών απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια, αποτέλεσαν και όλα τα επιχειρήματα που παρήγαγαν τρεις συγκεκριμένοι μαθητές σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών, προκειμένου να διερευνηθεί η εξέλιξη της ποιότητάς τους.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ερευνητικά ερωτήματα και τα αντίστοιχα εργαλεία συλλογής δεδομένων:

**Πίνακας 4.2:** Τα ερευνητικά ερωτήματα, οι διαστάσεις τους και τα αντίστοιχα εργαλεία συλλογής δεδομένων.

Ερευνητικά ερωτήματα	Διαστάσεις	Εργαλεία συλλογής δεδομένων
<u>Ερευνητικό ερώτημα 1:</u> Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» και με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των μαθητών της ΣΤ΄ του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 3) Φύλλα εργασίας
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 4 - 11)
<u>Ερευνητικό ερώτημα 2:</u> Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» στις ικανότητες των	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 3) Φύλλα εργασίας
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 4 - 11)

μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;		
Ερευνητικό ερώτημα 3: Υπάρχει διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων που παράγουν οι μαθητές και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα) ανάμεσα στις δύο παραπάνω διδακτικές παρεμβάσεις;	Παραγωγή επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 1 - 3) Φύλλα Εργασίας
	Αξιολόγηση επιχειρημάτων	Ερωτηματολόγιο (ερωτήσεις 4 - 11)

#### 4.6.2 Συγκρότηση και παρουσίαση ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο συγκροτήθηκε από τον ερευνητή με σκοπό να διαπιστωθεί η συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες. Η αρχική του μορφή εξετάστηκε από μια μικρή ομάδα μαθητών και εκπαιδευτικών για λόγους διασφάλισης της εσωτερικής του εγκυρότητας. Αφού λήφθηκαν υπόψη οι παρατηρήσεις της ομάδας, το ερωτηματολόγιο έλαβε την τελική του μορφή (βλ. Παράρτημα 1).

Στην εισαγωγική σελίδα του ερωτηματολογίου, ο ερευνητής ενημερώνει τους μαθητές για τον σκοπό της έρευνας. Γνωστοποιεί ότι το παρόν ερωτηματολόγιο δεν αποτελεί κάποιου είδους διαγώνισμα και καλεί τους μαθητές που λαμβάνουν μέρος στην έρευνα να το συμπληρώσουν με ιδιαίτερη προσοχή και χωρίς άγχος. Στη μέση της σελίδας διατίθεται χώρος στον οποίο οι μαθητές καταγράφουν το όνομά τους, την τάξη και το σχολείο τους.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος (πρόβλημα 1, 2 και 3), εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα στον τομέα των ηλεκτρομαγνητών. Το δεύτερο μέρος, (πρόβλημα 4 και 5) εξετάζεται η ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος, η ικανότητά τους να αναγνωρίζουν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επίχειρημα, η ικανότητά τους να αξιολογούν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι ισχυρό ή ασθενές, καθώς και η ικανότητά τους να αξιολογούν

επιχειρήματα που έχουν ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφέρουν στα αποδεικτικά στοιχεία. Το ερωτηματολόγιο περιέχει συνολικά 11 ερωτήσεις.

Στον παρακάτω πίνακα αντιστοιχίζεται ο αριθμός κάθε ερώτησης με το ζήτημα που διερευνάται:

**Πίνακας 4.3:** Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου με τα αντίστοιχα ζητήματα που διερευνώνται

<b>Αριθμός ερώτησης</b>	<b>Ζητήματα που διερευνώνται</b>
1	Ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.
2	Ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.
3	Ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν το υλικό του πυρήνα επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.
4	Ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επιχείρημα.
5	Ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό.
6	Ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.
7	Ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.



8	Ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επιχειρήμα.
9	Ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό.
10	Ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή.
11	Ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.

Στη συνέχεια, περιγράφονται αναλυτικά οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονται στο ερωτηματολόγιο:

**Ερώτηση 1:** Δίνεται στους μαθητές η εικόνα ενός ηλεκτρομαγνήτη και ένα κείμενο στο οποίο τέσσερις συμμαθητές συζητούν για το πώς θα μπορούσαν να κάνουν τον ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Ένας από τους συμμαθητές προτείνει να συνδέσουν μια ίδια μπαταρία ακόμα όμως οι υπόλοιποι συμμαθητές διαφωνούν. Γι' αυτό πραγματοποιούν μια έρευνα στο διαδίκτυο, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται με μορφή πίνακα. Οι μαθητές, αφού λάβουν υπόψη τον πίνακα δεδομένων καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;» αιτιολογώντας όσο καλύτερα γίνεται την απάντησή τους. Σκοπός αυτής ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (βλ. Ερ.1 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 2:** Δίνεται στους μαθητές η εικόνα ενός ηλεκτρομαγνήτη που διαθέτει περισσότερες σπείρες σε σχέση με τον ηλεκτρομαγνήτη του Προβλήματος 1 και ένα κείμενο στο οποίο οι τέσσερις συμμαθητές συζητούν για το πώς θα μπορούσαν να κάνουν τον ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Ένας από τους συμμαθητές προτείνει να τυλίξουν περισσότερες φορές το καλώδιο γύρω από σιδερένιο καρφί, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο περισσότερες σπείρες, όμως οι υπόλοιποι συμμαθητές διαφωνούν. Γι' αυτό πραγματοποιούν μια ακόμα έρευνα, τα

αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται με μορφή πίνακα. Οι μαθητές, αφού λάβουν υπόψη τον πίνακα δεδομένων καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;» αιτιολογώντας όσο καλύτερα γίνεται την απάντησή τους. Σκοπός αυτής ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (βλ. Ερ.2 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 3:** Δίνεται στους μαθητές η εικόνα δύο ηλεκτρομαγνητών. Στον πρώτο ηλεκτρομαγνήτη το καρφί είναι σιδερένιο ενώ στον δεύτερο χάλκινο. Στο κείμενο του προβλήματος, οι τέσσερις συμμαθητές συζητούν για το πώς θα μπορούσαν να κάνουν έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Ένας από τους συμμαθητές προτείνει να δοκιμάσουν διαφορετικό υλικό καρφιού, όμως οι υπόλοιποι συμμαθητές διαφωνούν. Γι' αυτό πραγματοποιούν μια τρίτη έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται με μορφή πίνακα. Οι μαθητές, αφού λάβουν υπόψη τον πίνακα δεδομένων καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;» αιτιολογώντας όσο καλύτερα γίνεται την απάντησή τους. Σκοπός αυτής ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα σχετικά με το αν το υλικό του πυρήνα επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (βλ. Ερ.3 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 4:** Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επίχειρημα που συντάξε ένας μαθητής ενός άλλου σχολείου στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;». Το κείμενο συνοδεύεται από έναν πίνακα δεδομένων που αντιστοιχίζει την τάση διάφορων μπαταριών που συνδέονται σε έναν ηλεκτρομαγνήτη με τη δύναμη έλξης του, στον οποίο στηρίχθηκε ο μαθητής για να επιχειρηματολογήσει. Έπειτα, ζητείται από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο του μαθητή τα αποδεικτικά στοιχεία. Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επίχειρημα (βλ. Ερ.4 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 5:** Δίνονται τέσσερις προτάσεις που περιέχουν αποδεικτικά στοιχεία και οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν ποια από τις τέσσερις υποστηρίζει καλύτερα το επίχειρημα που τους δόθηκε. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό (βλ. Ερ.5 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 6:** Δίνεται μια πρόταση που περιέχει ένα στοιχείο σχετικό με το επιχείρημα που συνέταξε ο μαθητής της ερώτησης 4 και οι μαθητές καλούνται 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 αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή (βλ. Ερ.6 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 7:** Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα ενός δεύτερου παιδιού στην προσπάθειά του να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων με το πρώτο επιχείρημα. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελετήσουν οι μαθητές, καλούνται να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους. Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Ερ.7 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 8:** Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα που συνέταξε μια μαθήτρια ενός άλλου σχολείου στην προσπάθειά της να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;». Το κείμενο συνοδεύεται από έναν πίνακα δεδομένων που αντιστοιχίζει τον αριθμό των σπειρών που δημιουργεί το καλώδιο γύρω από το καρφί σε έναν ηλεκτρομαγνήτη με τη δύναμη έλξης του, στον οποίο στηρίχθηκε η μαθήτρια για να επιχειρηματολογήσει. Έπειτα, ζητείται από τους μαθητές να εντοπίσουν στο κείμενο της μαθήτριας τα αποδεικτικά στοιχεία. Σκοπός της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε ένα επιχείρημα (βλ. Ερ.8 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 9:** Δίνονται τέσσερις προτάσεις που περιέχουν αποδεικτικά στοιχεία και οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν ποια από τις τέσσερις υποστηρίζει καλύτερα το επιχείρημα που τους δόθηκε. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αναγνωρίζουν αν ένα αποδεικτικό στοιχείο είναι κατάλληλο για να υποστηρίξει ένα ισχυρισμό (βλ. Ερ.9 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 10:** Δίνεται μια πρόταση που περιέχει ένα στοιχείο σχετικό με το επιχείρημα που συντάξε ο μαθητής της ερώτησης 4 και οι μαθητές καλούνται 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 αποδεικτικά στοιχεία αν είναι ισχυρά ή ασθενή (βλ. Ερ.10 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

**Ερώτηση 11:** Δίνεται στους μαθητές ένα κείμενο που περιέχει το επιχείρημα μιας δεύτερης μαθήτριας στην προσπάθειά της να απαντήσει στην ερώτηση «Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;», η οποία έχει στηριχθεί στον ίδιο πίνακα δεδομένων με το πρώτο επιχείρημα. Τα δύο επιχειρήματα έχουν τον ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό, διαφέρουν όμως ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία. Αφού τα μελετήσουν οι μαθητές, καλούνται να επιλέξουν ποιο παιδί από τα δύο υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, αιτιολογώντας την απάντησή τους. Σκοπός αυτής της ερώτησης είναι η διερεύνηση της ικανότητας των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (βλ. Ερ.11 από Ερωτηματολόγιο στο Παράρτημα 1).

#### **4.7 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό αρχικά παρουσιάστηκαν ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας και στη συνέχεια η μεθοδολογική διαδικασία που ακολουθήθηκε για την υλοποίησή της. Έπειτα, έγινε αναφορά στο δείγμα της έρευνας και αναλύθηκε το εκπαιδευτικό υλικό που εφαρμόστηκε στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου. Τέλος, έγινε αναφορά στη διαδικασία συλλογής δεδομένων και παρουσιάστηκε αναλυτικά το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

### **5.1 Εισαγωγή**

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στην ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας. 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**

Ως δεδομένα της παρούσας έρευνας θεωρούνται οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε ως προ – πειραματικός και μετά – πειραματικός έλεγχος (βλ. Παράρτημα 1). Στο πρώτο του μέρος, το ερωτηματολόγιο εξέτασε την ικανότητα των μαθητών να παράγουν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες και συγκεκριμένα στους ηλεκτρομαγνήτες.

Για την αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών, οι McNeil και Krajcik (2007) πρότειναν μια κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που περιλαμβάνει τρία συστατικά στοιχεία για το επιχείρημα, τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία και τον συλλογισμό. Σε αυτή την εκδοχή, η δομή και το περιεχόμενο ενός επιχειρήματος αξιολογούνται συνολικά. Από αυτό το εργαλείο απουσιάζει το στοιχείο της αντίκρουσης. Οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014) τροποποίησαν την παραπάνω εκδοχή προτείνοντας μια νέα κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων, η οποία 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 εξηγήσεων των μαθητών.

Για την παρούσα έρευνα κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί η κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Σκουμιός & Χατζηνικήτα (2014) για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα. Λόγω της ηλικίας των μαθητών δεν εξετάστηκε το στοιχείο της αντίκρουσης καθώς αποτελεί πεδίο έρευνας για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Το εργαλείο αυτό αξιολογεί τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τα τρία συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) ως εξής:

Όσον αφορά στη **δομή** (βλ. πίνακα 5.1), ένα επιχείρημα θεωρείται επαρκές όταν περιλαμβάνει όλα τα συστατικά στοιχεία ανεξαρτήτως εννοιολογικού περιεχομένου (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014). Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να περιέχει:

- Ισχυρισμό
- Αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό
- Συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τα κριτήρια αξιολόγησης ενός επιχειρήματος σχετικά με τη δομή του:

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

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

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

Όσον αφορά στο **περιεχόμενο**, ένα επιχειρήμα μελετάται ως προς την καταλληλότητά 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 περιέχει (Σκουμιάς και Χατζηνικήτα, 2014):

- Κατάλληλο ισχυρισμό
- Κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
- Συλλογισμό που συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τα κριτήρια αξιολόγησης των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς το περιεχόμενό τους:

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

<b>Συστατικά στοιχεία επιχειρήματος</b>	<b>Επίπεδο 0</b>	<b>Επίπεδο 1</b>	<b>Επίπεδο 2</b>
<b>Ισχυρισμός</b>	Δεν υπάρχει κατάλληλος ισχυρισμός	Υπάρχει μερικώς κατάλληλος ισχυρισμός	Υπάρχει κατάλληλος ισχυρισμός
<b>Αποδεικτικά Στοιχεία</b>	Δεν υπάρχουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
<b>Συλλογισμός</b>	Δεν υπάρχει κατάλληλος συλλογισμός	Υπάρχει μερικώς κατάλληλος συλλογισμός	Υπάρχει κατάλληλος συλλογισμός

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

Τέλος, όσον αφορά στα **γλωσσικά χαρακτηριστικά** των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. πίνακα 5.3), μελετάται (Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014):

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

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τα κριτήρια αξιολόγησης των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους:

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

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

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου εξέτασε τις ικανότητες των μαθητών (**α**) να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία που περιέχονται σε ένα επιχειρήμα, (**β**) να αναγνωρίζουν 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 χωρίστηκαν σε δύο γενικές κατηγορίες, στις «κατάλληλες» (σωστές) και «μη κατάλληλες» (λανθασμένες) απαντήσεις (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου αξιολογήθηκαν με βάση την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Knight et al. (2014) όπως παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα:



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

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

Τα επιχειρήματα που παρήγαγαν οι μαθητές στο πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου (ερωτήσεις 1,2 και 3) τόσο στον προ – πειραματικό όσο και στον μετά – πειραματικό έλεγχο μελετήθηκαν και αξιολογήθηκαν με βάση την κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων που πρότειναν οι Σκουμιός & Χατζηνικήτα (2004) (βλ. Πίνακες 5.1, 5.2, και 5.3) σχετικά με τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους ως προς τα τρία συστατικά τους στοιχεία (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός). Στη συνέχεια, 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. Για τη μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων μεταξύ των επιπέδων επάρκειας, της καταλληλότητας και των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, χρησιμοποιήθηκε το test McNemar.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου, αφού μελετήθηκαν, ταξινομήθηκαν στις 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 4 και 8), την αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να

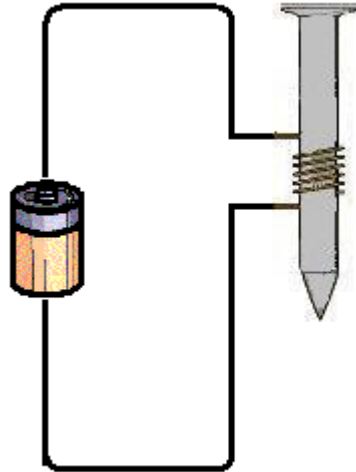
περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα (ερωτήσεις 5 και 9) και την κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων (ερωτήσεις 6 και 10) (Ταράλλη & Σκουμιός, 2017). Για την μελέτη της ύπαρξης διαφοροποιήσεων μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις, χρησιμοποιήθηκε το test McNemar.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές στις ερωτήσεις που αφορούσαν στην αξιολόγηση δύο επιχειρημάτων με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (ερωτήσεις 7 και 11) μελετήθηκαν προσεκτικά 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 αφορούν στη 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.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται παραδείγματα γραπτών επιχειρημάτων μαθητών τόσο του προ – πειραματικού όσο και του μετά – πειραματικού ελέγχου και ο τρόπος που αυτά αναλύθηκαν:

#### **ΕΡΩΤΗΣΗ 1 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ:**

Ο Θάνος και τρεις συμμαθητές του επισκέφθηκαν το εργαστήρι Φυσικής του σχολείου τους. Πάνω σε ένα θρανίο της αίθουσας βρήκαν έναν ηλεκτρομαγνήτη που είχε κατασκευάσει το άλλο τμήμα της έκτης τάξης, ο οποίος αποτελούνταν από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί.



Αφού τα παιδιά έλεγξαν ότι ο ηλεκτρομαγνήτης μπορούσε να έλξει μεταλλικές πινέζες, ο Θάνος αναρωτήθηκε πώς θα μπορούσε να κάνει τον ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό, ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες. Τότε σκέφτηκε πως αν πρόσθετε μια ακριβώς ίδια μπαταρία ακόμα, ίσως ο ηλεκτρομαγνήτης γινόταν πιο ισχυρός. Όμως, οι φίλοι του διαφώνησαν, λέγοντας πως δεν θα άλλαζε ο αριθμός των πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης. Έτσι, έκαναν μια αναζήτηση στο διαδίκτυο και εντόπισαν τον ακόλουθο πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Απόσταση μπαταρίας από το καρφί (σε εκατοστά)	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	2	Σίδηρος	7
2	5	6	Σίδηρος	11
3	5	4	Σίδηρος	14

Ο Θάνος και οι συμμαθητές του διαφωνούν και χρειάζονται τη βοήθειά σου για το αν ο αριθμός των μπαταριών που έχει ο ηλεκτρομαγνήτης επηρεάζει τη δύναμη έλξης του. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Θάνος ώστε να απαντήσεις στην παρακάτω ερώτηση:

**Ερώτηση 1: Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

Όταν γράψεις την απάντησή σου προς τον Θάνο, μην ξεχάσεις:

α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς και

β) να πείσεις τον Θάνο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι πιο σωστή από οποιαδήποτε άλλη:

**1<sup>ο</sup> Επιχείρημα:** μαθητής πειραματικής ομάδας, pre – test

*«Άμα χρησιμοποιήσουμε περισσότερες μπαταρίες θεωρώ ότι θα έλκει περισσότερες πινέζες. Γιατί δίνουν περισσότερη ενέργεια λόγο ότι η μπαταρία δεν έχει τόση ενέργεια όσο να τραβήξει περισσότερες πινέζες γι' αυτό θέλουμε περισσότερες μπαταρίες ώστε να δίνουν περισσότερη ενέργεια ώστε το καρφί να έλκει περισσότερες πινέζες».*

**Αξιολόγηση επιχειρήματος 1:**

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (*Άμα χρησιμοποιήσουμε περισσότερες μπαταρίες θεωρώ ότι θα έλκει περισσότερες πινέζες*) και αποδεικτικά στοιχεία (*Γιατί δίνουν περισσότερη ενέργεια λόγο ότι η μπαταρία δεν έχει τόση ενέργεια όσο να τραβήξει περισσότερες πινέζες γι' αυτό θέλουμε περισσότερες μπαταρίες ώστε να δίνουν περισσότερη ενέργεια ώστε το καρφί να έλκει περισσότερες πινέζες*). Πιο συγκεκριμένα:

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

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1)
- Περιλαμβάνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

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

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

**2<sup>ο</sup> Επιχείρημα:** ίδιος μαθητής πειραματικής ομάδας, post – test

*«Πιστεύω ότι ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Γιατί 1 μπαταρία 7 πινέζες έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης και 3 μπαταρίες 14 πινέζες έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης. Άρα ο αριθμός μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη».*

## **Αξιολόγηση επιχειρήματος 2:**

### Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (*Πιστεύω ότι ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη*), αποδεικτικά στοιχεία (*Γιατί 1 μπαταρία 7 πινέζες έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης και 3 μπαταρίες 14 πινέζες έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης*) και συλλογισμό (*Άρα ο αριθμός μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη*). Πιο συγκεκριμένα:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει συλλογισμό που κρίνεται ανεπαρκής (επίπεδο 1)

### Ως προς το περιεχόμενο:

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

### Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2)
- Χρησιμοποιεί εξιδεικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2)
- Δεν εντοπίζονται λάθη (επίπεδο 2)

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

## **3<sup>ο</sup> Επιχείρημα:** μαθητής ομάδας ελέγχου, pre – test

*«Τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη πιστεύω ότι την επηρεάζει η απόσταση της μπαταρίας από το καρφί, γιατί όσο πιο κοντά είναι το καρφί στη μπαταρία τόσο πιο γρήγορα θα προχωράνε τα ηλεκτρόνια. Η μπαταρίες βοηθάνε μόνο στο πόση ώρα θα δουλεύει ο μαγνήτης».*

## **Αξιολόγηση επιχειρήματος 3:**

### Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (*Τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη πιστεύω ότι την επηρεάζει η απόσταση της μπαταρίας από το καρφί*) και αποδεικτικά στοιχεία (*γιατί όσο πιο κοντά είναι το καρφί στη μπαταρία τόσο πιο γρήγορα θα προχωράνε τα ηλεκτρόνια. Η μπαταρίες*

βοηθάμε μόνο στο πόση ώρα θα δουλεύει ο μαγνήτης). Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Πιο συγκεκριμένα:

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

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει ακατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 0)
- Περιλαμβάνει ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2)
- Χρησιμοποιεί εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2)
- Εντοπίζεται 1 λάθος (επίπεδο 1)

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

**4<sup>ο</sup> Επιχείρημα:** ίδιος μαθητής ομάδας ελέγχου, post – test

*«Τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη την επηρεάζει σύμφωνα με το πινακάκι, ο αριθμός των μπαταριών. Γιατί κάθε φορά που ανεβαίνει ο αριθμός των μπαταριών έλκονται και περισσότερες πινέζες».*

**Αξιολόγηση επιχειρήματος 4:**

Ως προς τη δομή:

Το επιχείρημα αυτό περιλαμβάνει ισχυρισμό (*Τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη την επηρεάζει σύμφωνα με το πινακάκι, ο αριθμός των μπαταριών*) και αποδεικτικά στοιχεία (*Γιατί κάθε φορά που ανεβαίνει ο αριθμός των μπαταριών έλκονται και περισσότερες πινέζες*). Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό. Πιο αναλυτικά:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό που κρίνεται επαρκής (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία που κρίνονται ανεπαρκή (επίπεδο 1)
- Δεν περιλαμβάνει κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0)

Ως προς το περιεχόμενο:

- Περιλαμβάνει ισχυρισμό ο οποίος κρίνεται κατάλληλος (επίπεδο 2)
- Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία που κρίνονται κατάλληλα (επίπεδο 2)
- Δεν περιλαμβάνει συλλογισμό (επίπεδο 0)

Ως προς τα γλωσσικά χαρακτηριστικά:

- Περιλαμβάνει πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2)
- Χρησιμοποιεί απλό λεξιλόγιο (επίπεδο 1)
- Εντοπίζονται 2 λάθη (επίπεδο 1)

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

#### **ΕΡΩΤΗΣΗ 7 ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ**

Η Παρασκευή είναι συμμαθήτρια του Θάνου. Ο δάσκαλος της τάξης τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο του Θάνου:

*«Την επηρεάζει η τάση της μπαταρίας και μάλιστα όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, η τάση της μπαταρίας είναι 9V και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ η τάση της μπαταρίας είναι 3V και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από την τάση της μπαταρίας».*

Το κείμενο της Παρασκευής:

*«Την επηρεάζει η τάση της μπαταρίας και μάλιστα όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Ένας μεγάλος επιστήμονας είπε ότι αν συνδέσουμε έναν ηλεκτρομαγνήτη με μια μπαταρία με μεγάλη τάση τότε η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη ήταν μεγάλη. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από την τάση της μπαταρίας».*

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Θάνος ή η Παρασκευή και γιατί;

**1<sup>η</sup> απάντηση:** μαθητής πειραματικής ομάδας, pre – test

*«Η Παρασκευή γιατί συμβουλευτήκε τον επιστήμονα και ο επιστήμονας κάνει πειράματα ενώ ο Θάνος κοίταζε τον πίνακα».*

**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.

**2<sup>η</sup> απάντηση:** ίδιος μαθητής πειραματικής ομάδας, post – test

*«Πιστεύω πως ο Θάνος υποστηρίζει καλύτερα 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 επιχειρήμα. Συνεπώς η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 2.

**3<sup>η</sup> απάντηση:** μαθητής ομάδας ελέγχου, pre – test

*«Ο Θάνος υποστηρίζει την άποψή του γιατί ο ηλεκτρομαγνήτης με 9 βολτ είναι πιο δυνατός».*

**Αξιολόγηση απάντησης 3:**

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει ορθά, η αιτιολόγηση που χρησιμοποιεί όμως είναι λανθασμένη. Συνεπώς, η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 1.

**4<sup>η</sup> απάντηση:** ίδιος μαθητής ομάδας ελέγχου, post – test

*«Ο Θάνος υποστηρίζει καλύτερα τη γνώμη του».*

**Αξιολόγηση απάντησης 4:**

Ο μαθητής κατά την προσπάθειά του να συγκρίνει τα δύο επιχειρήματα της ερώτησης επιλέγει ορθά, χωρίς όμως να αιτιολογήσει. Συνεπώς η απάντησή του ανήκει στο επίπεδο 1.



## 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**

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και αποτελείται από πέντε μέρη: Στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών της πειραματικής ομάδας, κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών στον ηλεκτρομαγνητισμό (βλ. ενότητα 6.2). Στο δεύτερο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.3). Στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.4). Στο τέταρτο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. ενότητα 6.5). Τέλος, στο πέμπτο μέρος παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της συμβολής των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα (βλ. ενότητα 6.6)

### **6.2. Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών στη διάρκεια των διδασκαλιών**

Αναφορικά με την ποιοτική διάσταση της παρούσας έρευνας, μελετήθηκε η εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τριών μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια της διδακτικής διαδικασίας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η εξέλιξη των επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών.

#### **Μαθητής Α**

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 1 του προ-τεστ είχε γράψει το ακόλουθο επιχείρημα: *«Πιστεύω πως η μπαταρία επηρεάζει πιο πολύ τη δύναμη έλξης ενώ η σπίρες όχι. Ούτε η απόσταση μπαταρίας από το καρφί επηρεάζει την έλξη. Το υλικό του καρφιού δεν επηρεάζει την έλξη»* (επιχείρημα 1). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή

και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό χωρίς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και κατάλληλο συλλογισμό.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.5 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: *«Ναι γιατί δίνει πιο πολύ ηλεκτρισμό στο καρφί για να έλξη τα καρφιά»* (επιχείρημα 2). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 2 παρουσιάζει μικρή βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 1 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε σε αυτό ένα συστατικό στοιχείο παραπάνω, τα αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Α παρουσίασε μικρή βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του προ-τεστ στη δραστηριότητα 1.5.

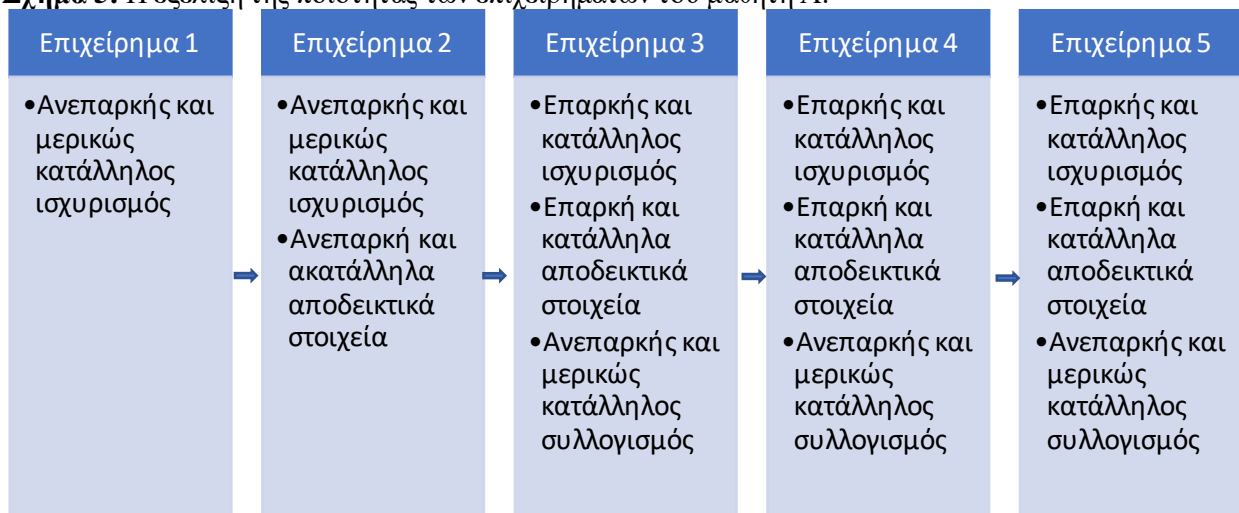
Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.7 του ΦΕ 2 ανέφερε: *«Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη γιατί αν βάλω 1 μπαταρία έλκη 7 πινέζες, αν βάλω 2 μπαταρίες έλκη 11 πινέζες, αν βάλω 3 μπαταρίες έλκη 14 πινέζες. Άρα ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 3). 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. 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 ένα συστατικό στοιχείο επιπλέον, τον συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Α παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.5 στη δραστηριότητα 1.7.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 2.3 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: *«Ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, γιατί με 5 σπείρες έλκη 7 πινέζες, με 10 σπείρες έλκη 14 πινέζες και με 15 σπείρες έλκη 26 πινέζες. Άρα ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 4). 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. Το επιχείρημα 4 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 3 και ποιοτικά κρίνεται πανομοιότυπο. Συνεπώς, ο μαθητής Α δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.7 στη δραστηριότητα 2.3.

Τέλος, ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 3.4 του ΦΕ 2, ανέφερε: *Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, γιατί με σιδερένιο καρφί ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει 7 πινέζες, με χάλκινο καρφί έλκει 0 πινέζες και με ασάλινο καρφί έλκει 4 πινέζες. Άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 5). 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. Το επιχείρημα 5 δεν παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 4 καθώς κρίνεται ποιοτικά ίδιο. Συνεπώς, ο μαθητής Α δεν παρουσίασε περαιτέρω βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 2.3 στη δραστηριότητα 3.4.

Στο Σχήμα 5 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών:

**Σχήμα 5:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Α:



Διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Α στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριλάμβανε ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό. Στη συνέχεια, βελτίωσε τα επιχειρήματά του με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Έπειτα, υπήρξε περαιτέρω βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί που ωστόσο ήταν ανεπαρκείς. Συνεπώς, ο συλλογισμός αποτέλεσε για τον μαθητή Α το στοιχείο των επιχειρημάτων που είχε περιθώρια βελτίωσης.

## Μαθητής Β

Ο μαθητής Β στην ερώτηση 1 του προ-τεστ είχε γράψει το ακόλουθο επιχείρημα: «*Η μπαταρία γιατί ανάλογα πόσες μπαταρίες έχει τόσο πιο πολλές πινέζες έλκοντε πάνω στο καρφί*» (επιχείρημα 1). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.5 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: «*Ναι επηρεάζει γιατί με μία μπαταρία έλκει 7 πινέζες, με δύο μπαταρίες 11 και με τρις μπαταρίες 14 πινέζες*» (επιχείρημα 2). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 2 παρουσιάζει βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 1 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε σε αυτό υψηλότερης ποιότητας αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Β παρουσίασε μικρή βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του προ-τεστ στη δραστηριότητα 1.5.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.7 του ΦΕ 2 ανέφερε: «*Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης. Με μία μπαταρία ο ηλεκτρομαγνήτης έλκη 7 πινέζες, με δύο μπαταρίες έλκη 11 πινέζες και με τρις μπαταρίες 14 πινέζες. Άρα ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης*» (επιχείρημα 3). 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. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει ένα συστατικό στοιχείο επιπλέον, τον συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Β παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.5 στη δραστηριότητα 1.7.

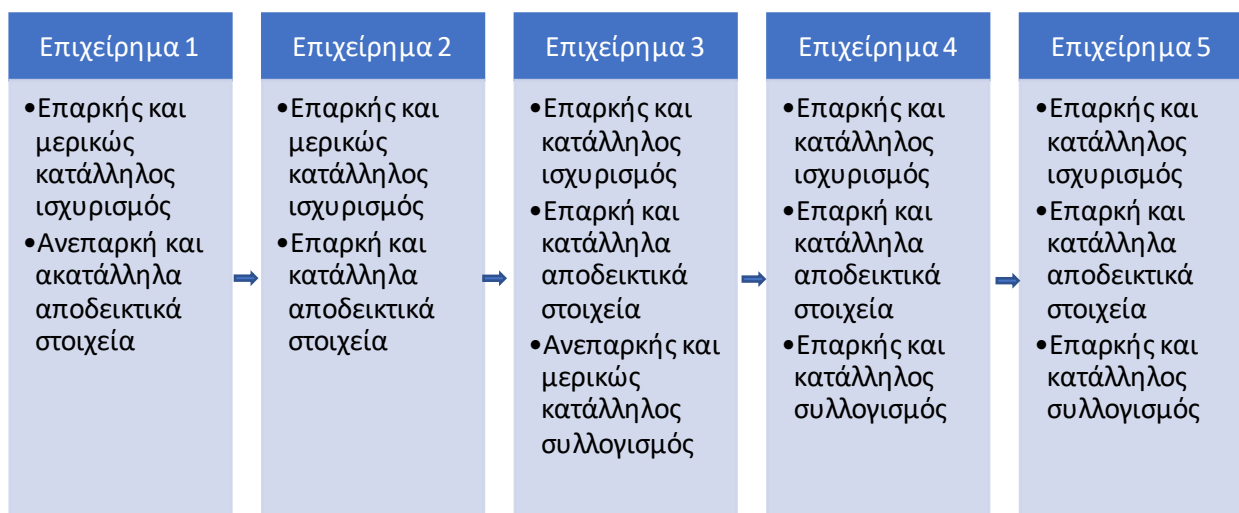
Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 2.3 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: «*Ο αριθμός των σπειρών του καλοδίου επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με 5 σπείρες έλκη 7 πινέζες, με 10 σπείρες έλκη 14 πινέζες και με 20 σπείρες έλκη 26 πινέζες. Η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέετε με τον αριθμό πινεζών που έλκη. Με πολλές σπείρες έλκοντε πολλές πινέζες, άρα ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη*» (επιχείρημα 4). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και επαρκή και

κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 3 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε υψηλότερης ποιότητας συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Β παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.7 στη δραστηριότητα 2.3.

Τέλος, ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 3.4 του ΦΕ 2, ανέφερε: *Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με σιδερένιο καρφί έλκη 7 πινέζες, με ασάλινο καρφί έλκη 4 πινέζες και με χάλκινο καρφί έλκει 0 πινέζες. Η δύναμη έλξης συνδέεται με τον αριθμό πινεζών που έλκη. Με διαφορετικό υλικό ο μαγνήτης έλκη διαφορετικό αριθμό πινεζών. Άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 5). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό. 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 2.3 στη δραστηριότητα 3.4.

Στο Σχήμα 6 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών:

**Σχήμα 6:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Β:



Διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Β στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριέλαβε επαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, βελτίωσε τα επιχειρήματά του με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Έπειτα, υπήρξε περαιτέρω βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και

με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί που ωστόσο ήταν ανεπαρκείς. Στις τελευταίες δραστηριότητες, ο μαθητής Β βελτίωσε και την ποιότητα των συλλογισμών συμπεριλαμβάνοντας επαρκείς και κατάλληλους συλλογισμούς.

### **Μαθητής Γ**

Ο μαθητής Γ στην ερώτηση 1 του προ-τεστ είχε γράψει το ακόλουθο επιχείρημα: *«Την επηρεάζει ο αριθμός μπαταριών γιατί με μια μπαταρία έλκει 7 πινέζες ενώ με 2 μπαταρίες έλκει 11 πινέζες»* (επιχείρημα 1). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.5 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: *«Ναι γιατί με μία μπαταρία η δύναμη έλξης του μαγνήτη είναι μικρή ενώ με τρεις η δύναμη έλξης είναι πιο δυνατή σύμφωνα με το πείραμα»* (επιχείρημα 2). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 2 παρουσιάζει «οπισθοδρόμηση» σε σύγκριση με το επιχείρημα 1 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε σε αυτό κατώτερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Γ δεν παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του προ-τεστ στη δραστηριότητα 1.5.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.7 του ΦΕ 2 ανέφερε: *«Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη γιατί μία μπαταρία ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει 7 πινέζες, με δύο μπαταρίες έλκει 11 πινέζες και με τρεις έλκει 14 πινέζες. Άρα ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του μαγνήτη»* (επιχείρημα 3). 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. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει μεγάλη βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει ένα συστατικό στοιχείο επιπλέον, τον συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Γ παρουσίασε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.5 στη δραστηριότητα 1.7.

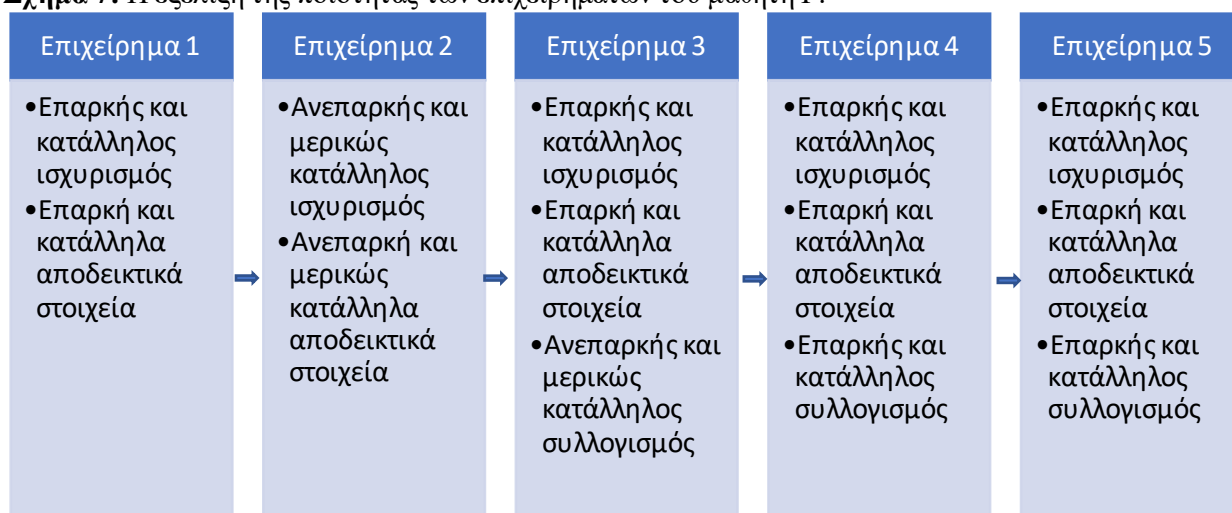
Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 2.3 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: *Ο αριθμός των σπирών του καλοδίου επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με πέντε σπίρες έλκει 7 πινέζες, με 10 σπίρες έλκει 14 πινέζες ενό με 20 σπίρες έλκη 26 πινέζες. Η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό πινεζών που έλκη. Με πολλές σπίρες έλκονται πολλές πινέζες. Άρα ο αριθμός των σπирών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 4). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 3 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε υψηλότερης ποιότητας συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Γ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.7 στη δραστηριότητα 2.3.

Τέλος, ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 3.4 του ΦΕ 2, ανέφερε: *Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με σιδερένιο καρφί έλκει 7 πινέζες, με ασάλινο καρφί έλκει 4 πινέζες ενό με χάλκινο καρφί έλκει 0 πινέζες. Η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό πινεζών που έλκει. Με διαφορετικό υλικό ο μαγνήτης έλκει διαφορετικό αριθμό πινεζών. Άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 5). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και επαρκή και κατάλληλο συλλογισμό. 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 2.3 στη δραστηριότητα 3.4.

Στο Σχήμα 7 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών:



**Σχήμα 7:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Γ:



Διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Γ στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριέλαβε επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Στη συνέχεια, δεν βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς συμπεριέλαβε σε αυτά ανεπαρκείς και μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Έπειτα, υπήρξε σημαντική βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί που ωστόσο ήταν ανεπαρκείς. Στις τελευταίες δραστηριότητες, ο μαθητής Γ βελτίωσε και την ποιότητα των συλλογισμών συμπεριλαμβάνοντας επαρκείς και κατάλληλους συλλογισμούς.

### Μαθητής Δ

Ο μαθητής Δ στην ερώτηση 1 του προ-τεστ είχε γράψει το ακόλουθο επιχείρημα: «*Ο αριθμός μπαταριών επηρεάζει τις πινέζες*» (επιχείρημα 1). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό χωρίς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και κατάλληλο συλλογισμό.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.5 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: «*Ναι γιατί δίνει πιο πολύ ηλεκτρισμό στο καρφί για να έλξει περισσότερες πινέζες*» (επιχείρημα 2). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό, με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, χωρίς κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 2 παρουσιάζει μικρή βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 1 καθώς ο μαθητής

συμπεριέλαβε ένα επιπλέον συστατικό στοιχείο, τα αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Δ παρουσίασε μικρή βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από την ερώτηση 1 του προ-τεστ στη δραστηριότητα 1.5.

Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 1.7 του ΦΕ 2 ανέφερε: *«Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με μία μπαταρία ο ηλεκτρομαγνήτης έλκει 7 πινέζες, με 2 μπαταρίες έλκει 11 πινέζες και με 3 μπαταρίες έλκει 14 πινέζες.* (επιχείρημα 3). Αναφορικά με την ποιότητά του, αυτό το επιχείρημα περιλαμβάνει επαρκή και κατάλληλο ισχυρισμό, με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία χωρίς κατάλληλο συλλογισμό. Το επιχείρημα 3 παρουσιάζει σημαντική βελτίωση σε σύγκριση με το επιχείρημα 2 αφού ο μαθητής έχει συμπεριλάβει υψηλότερης ποιότητας ισχυρισμό και αποδεικτικά στοιχεία. Συνεπώς, ο μαθητής Δ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητα του να συγκροτεί επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.5 στη δραστηριότητα 1.7.

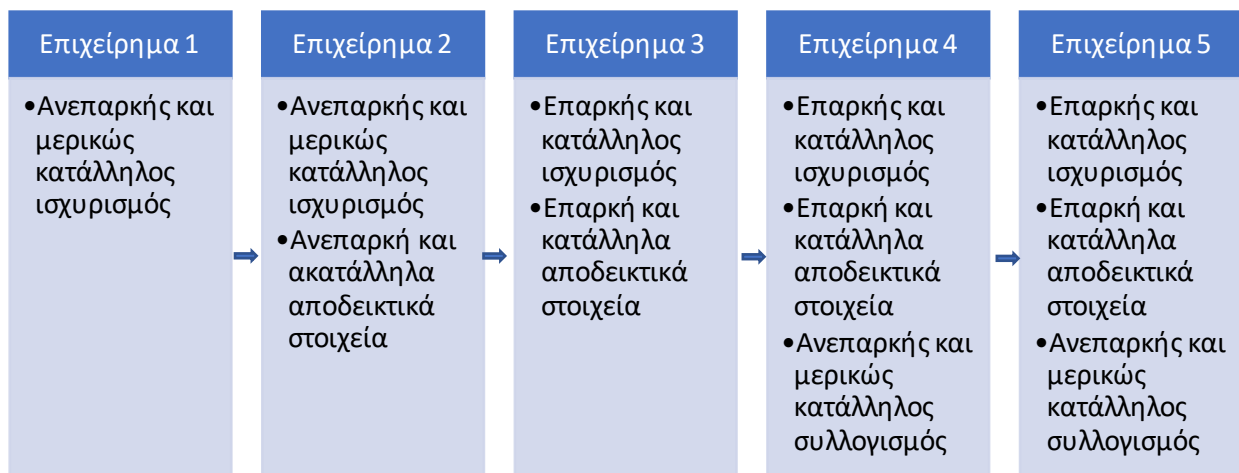
Ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 2.3 του ΦΕ 2, παρήγαγε το επιχείρημα: *Ο αριθμός των σπειρών των καλωδίων επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με πέντε σπείρες έλκει 7 πινέζες, με 10 σπείρες έλκει 14 πινέζες ενώ με 20 σπείρες έλκει 26 πινέζες. Άρα ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη»* (επιχείρημα 4). 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. Το επιχείρημα 4 παρουσιάζει βελτίωση σε σχέση με το επιχείρημα 3 καθώς ο μαθητής συμπεριέλαβε ένα συστατικό στοιχείο επιπλέον, τον συλλογισμό. Συνεπώς, ο μαθητής Δ παρουσίασε βελτίωση στην ικανότητά του να παράγει επιχειρήματα από τη δραστηριότητα 1.7 στη δραστηριότητα 2.3.

Τέλος, ο ίδιος μαθητής στη δραστηριότητα 3.4 του ΦΕ 2, ανέφερε: *Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Με σιδερένιο καρφί έλκει 7 πινέζες ενώ με χάλκινο καρφί έλκει 0 πινέζες και με ασάλινο καρφί έλκει 4 πινέζες. Με διαφορετικό υλικό ο μαγνήτης έλκει διαφορετικό αριθμό πινεζών άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει την έλξη»* (επιχείρημα 5). 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. 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 2.3 στη δραστηριότητα 3.4.

Στο Σχήμα 8 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών:

**Σχήμα 8:** Η εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων του μαθητή Δ:



Διαπιστώνεται ότι ο Μαθητής Δ στο αρχικό του επιχείρημα συμπεριέλαβε ανεπαρκή και μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό. Στη συνέχεια, βελτίωσε τα επιχειρήματά του καθώς συμπεριέλαβε σε αυτά ανεπαρκείς και μερικώς κατάλληλους ισχυρισμούς με ανεπαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Έπειτα, υπήρξε βελτίωση των επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς καθώς και με επαρκή και κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Ακόμα, ο μαθητής βελτίωσε περαιτέρω τα επιχειρήματά του καθώς σε αυτά προστέθηκαν μερικώς κατάλληλοι συλλογισμοί που ωστόσο ήταν ανεπαρκείς. Συνεπώς, ο συλλογισμός αποτέλεσε για τον μαθητή Δ το στοιχείο των επιχειρημάτων που είχε περιθώρια βελτίωσης.

### 6.3. Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την επάρκεια των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις στον ηλεκτρομαγνητισμό. Αποτελείται από τρεις υποενότητες και συγκεκριμένα την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την επάρκεια των ισχυρισμών (βλ. υποενότητα 6.3.1), την υποενότητα που

παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων (βλ. υποενότητα 6.3.2) και την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.3.3) πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

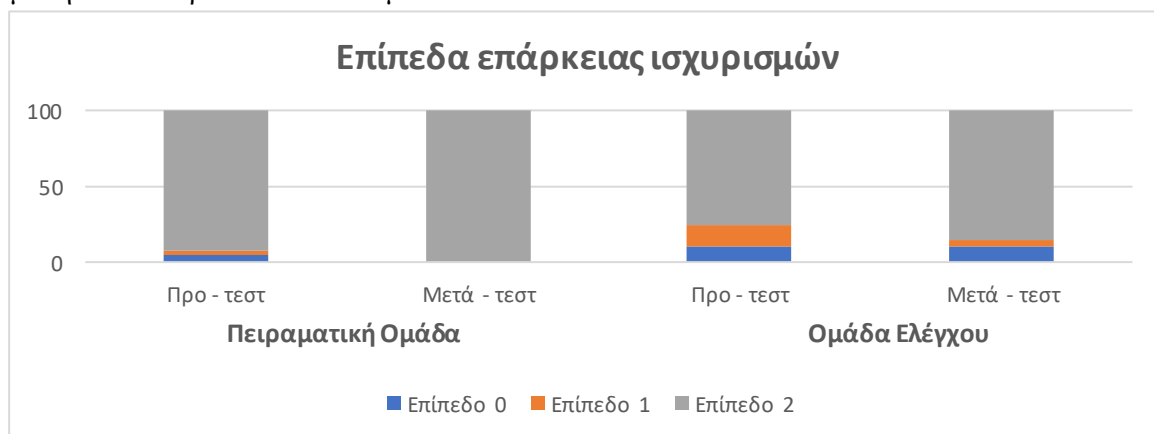
### 6.3.1 Επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις

Στον Πίνακα 6.1 και το Σχήμα 9 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.1:** Τα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	4	4,8	0	0	10	10,4	10	10,4
<b>Επίπεδο 1</b>	2	2,4	0	0	14	14,6	4	4,2
<b>Επίπεδο 2</b>	78	92,8	84	100	72	75	82	85,4

**Σχήμα 9:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ



#### Πειραματική ομάδα

Σχετικά με την πειραματική ομάδα προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (92,8%) περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς

(επίπεδο 2). Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των επιχειρημάτων (2,4%) που περιλάμβαναν ανεπαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1). Εξίσου μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,8%) που δεν περιλάμβαναν ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση, όλα τα επιχειρήματα των μαθητών (100%) περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412<0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (72%) περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2). Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των επιχειρημάτων (14,6%) που περιλάμβαναν ανεπαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1), ενώ εξίσου μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (10,6%) που δεν περιλάμβαναν ισχυρισμούς (επίπεδο 0). Μετά την διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων (85,4%) που περιλάμβαναν επαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 2) αυξήθηκε, ενώ αυτό των επιχειρημάτων (4,2%) που περιλάμβαναν ανεπαρκείς ισχυρισμούς (επίπεδο 1) μειώθηκε. Σταθερό παρέμεινε το ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών (10,4%) που δεν περιλάμβαναν ισχυρισμό (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των ισχυρισμών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=8,100$   $p=0,004<0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των ισχυρισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

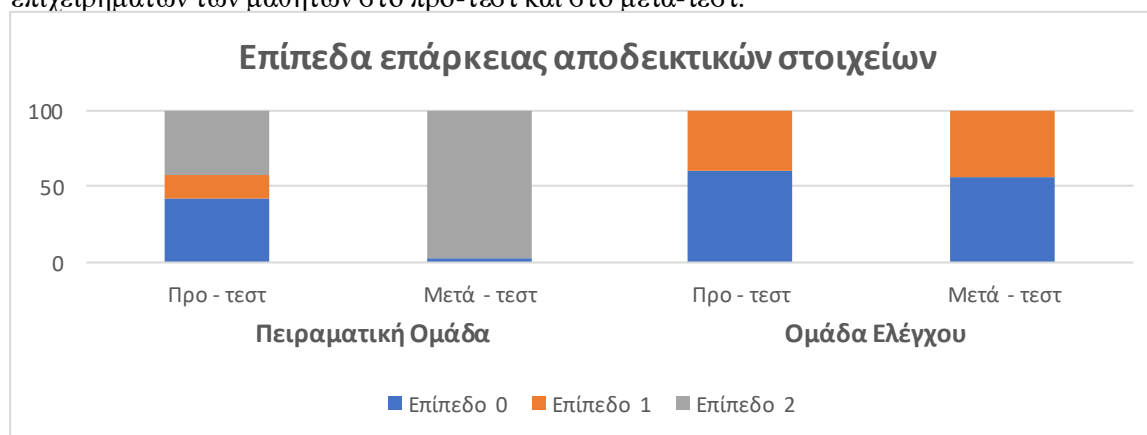
### **6.3.2 Επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.2 και το Σχήμα 10 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.2:** Τα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	36	42,9	2	2,4	58	60,4	54	56,2
<b>Επίπεδο 1</b>	12	14,2	0	0	38	39,6	42	43,8
<b>Επίπεδο 2</b>	36	42,9	82	97,6	0	0	0	0

**Σχήμα 10:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Σχετικά με την πειραματική ομάδα προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, σε αρκετά επιχειρήματα (42,9%) δεν περιλαμβάνονται αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) ενώ σε μικρότερο ποσοστό υπήρξαν επιχειρήματα (14,2%) που περιλάμβαναν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Αρκετά ήταν, όμως, και τα επιχειρήματα των μαθητών (42,9%) που περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (97,6%) περιλάμβαναν επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2), ενώ συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (2,4%) που δεν περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=44,022$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (60,4%) δεν υπήρξαν αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0), ενώ συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (39,6%) που περιλάμβαναν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων (56,2%) που δεν περιλάμβαναν αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) μειώθηκε, και αυξήθηκε αυτό (43,8%) των επιχειρημάτων που περιλάμβαναν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδο 0 και επίπεδο 1) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=2,250$   $p=0,1336>0,05$ . Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

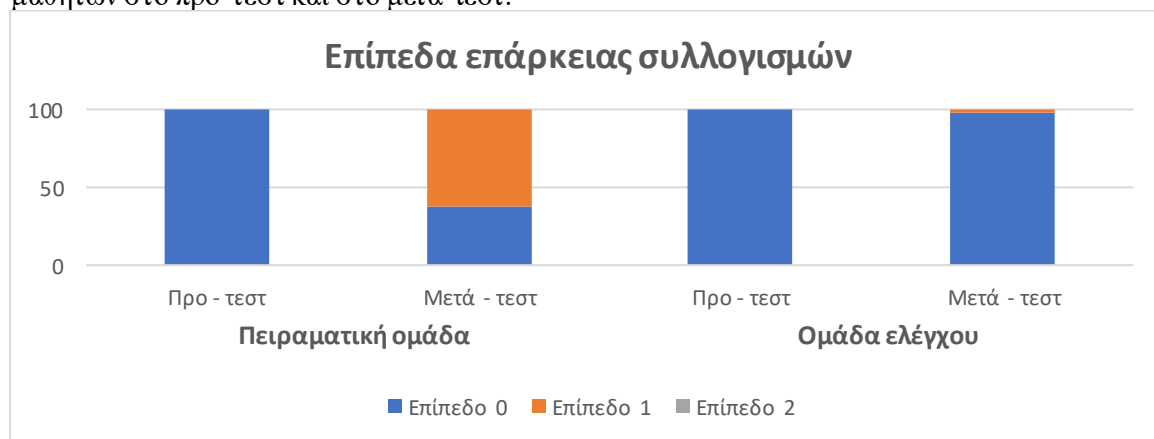
#### **6.3.3 Επάρκεια των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.3 και το Σχήμα 11 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.3:** Τα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	84	100	32	38,1	96	100	94	97,9
<b>Επίπεδο 1</b>	0	0	52	61,9	0	0	2	2,1
<b>Επίπεδο 2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**Σχήμα 11:** Η κατανομή των επιπέδων επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Σχετικά με την πειραματική ομάδα προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, σε κανένα επιχείρημα (100%) δεν υπάρχει συλλογισμός (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (61,9%) περιλάμβανε μη επαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1), ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (38,1%) που δεν περιλάμβαναν συλλογισμό (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδο 0 και επίπεδο 1) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=50,019$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.



### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στα επιχειρήματα των μαθητών (100%) δεν υπήρξε συλλογισμός (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, υπήρξε ένα μικρό ποσοστό επιχειρημάτων (2,1%) που περιλάμβαναν ανεπαρκείς συλλογισμούς (επίπεδο 1) ενώ στο μεγαλύτερο ποσοστό (97,9%) τα επιχειρήματα δεν περιλάμβαναν συλλογισμούς (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα επάρκειας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδο 0 και επίπεδο 1) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=0,500$   $p=0,4795>0,05$ . Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της επάρκειας των συλλογισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

## **6.4 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις στον ηλεκτρομαγνητισμό. Αποτελείται από τρεις υποενότητες και συγκεκριμένα την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την καταλληλότητα των ισχυρισμών (βλ. υποενότητα 6.4.1), την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων (βλ. υποενότητα 6.4.2) και την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.4.3) πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

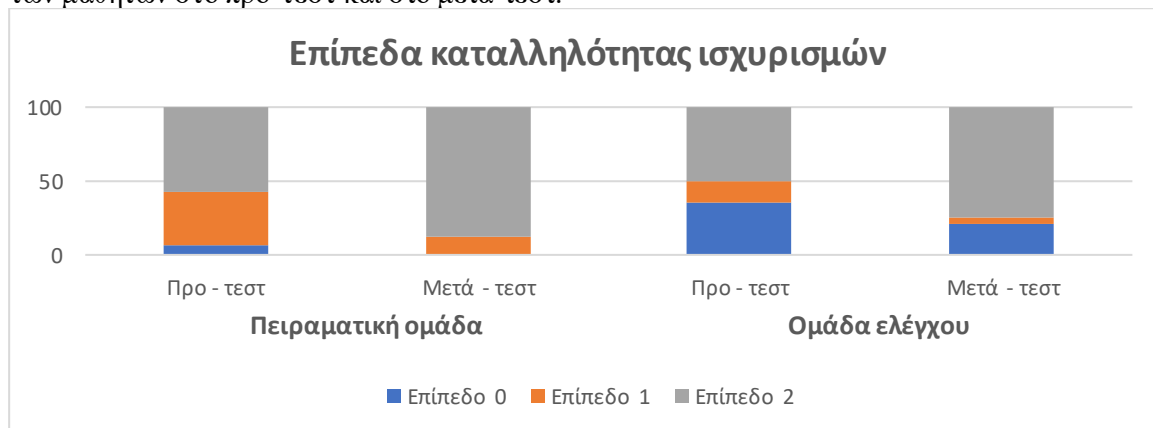
### **6.4.1 Καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.4 και το Σχήμα 12 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.4:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	6	7,2	0	0	34	35,4	20	20,8
<b>Επίπεδο 1</b>	30	35,7	10	11,9	14	14,6	4	4,2
<b>Επίπεδο 2</b>	48	57,1	74	88,1	48	50	72	75

**Σχήμα 12:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



#### Πειραματική ομάδα

Σχετικά με την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα (57,1%) περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 2). Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των επιχειρημάτων (35,7%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1) ενώ ακόμα μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (7,2%) που δεν περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (76%) περιλάμβανε κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 2), ενώ τα υπόλοιπα επιχειρήματα (11,9%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη

διδασκτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=24,038$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προέκυψε ότι πριν τη διδασκτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (50%) περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 2). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (35,4%) που δεν περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 0) όπως και το ποσοστό των επιχειρημάτων (14,6%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1). Μετά τη διδασκτική παρέμβαση, τα  $\frac{3}{4}$  των επιχειρημάτων (75%) περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 2). Μικρότερο είναι το ποσοστό των επιχειρημάτων (20,8%) που δεν περιλάμβαναν κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 0) όπως και το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,2%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των ισχυρισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδασκτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=22,042$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των ισχυρισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

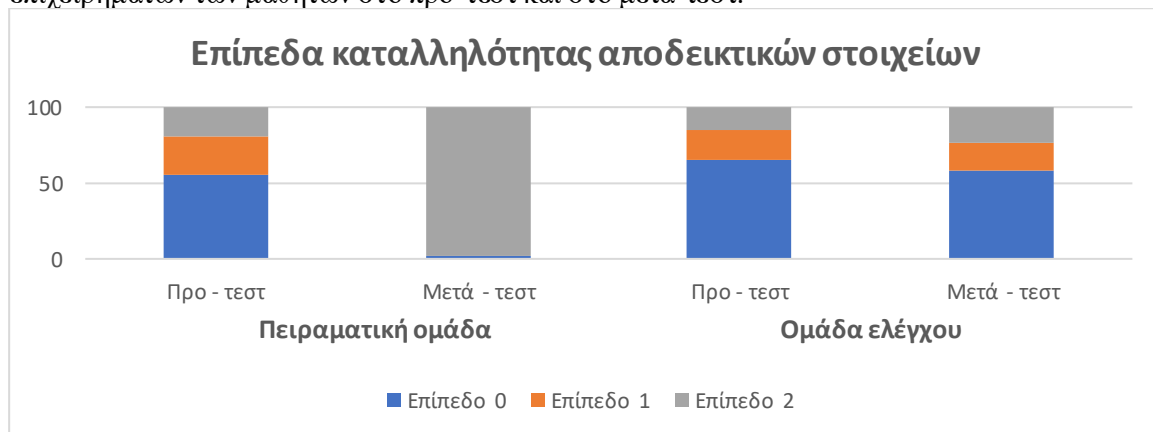
#### **6.4.2 Καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδασκτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.5 και το Σχήμα 13 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.5:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	46	54,8	2	2,4	62	64,6	56	58,3
<b>Επίπεδο 1</b>	22	26,2	0	0	20	20,8	18	18,8
<b>Επίπεδο 2</b>	16	19	82	97,6	14	14,6	22	22,9

**Σχήμα 13:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



#### Πειραματική ομάδα

Σχετικά με την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (54,8%) δεν υπήρχαν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0), ενώ σε μικρότερο ποσοστό υπήρχαν επιχειρήματα (26,2%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (19%) που περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών (97,6%) περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2) ενώ ελάχιστα ήταν τα επιχειρήματα (2,4%) που δεν περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν

και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=64,015$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (64,6%) δεν περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0) ενώ σε μικρότερο ποσοστό υπήρχαν επιχειρήματα (20,8%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1). Μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (14,6%) που περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (58,3%) δεν περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 0). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (18,8%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 1) ενώ εξίσου μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (22,9%) που περιλάμβαναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (επίπεδο 2).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=6,125$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των αποδεικτικών στοιχείων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

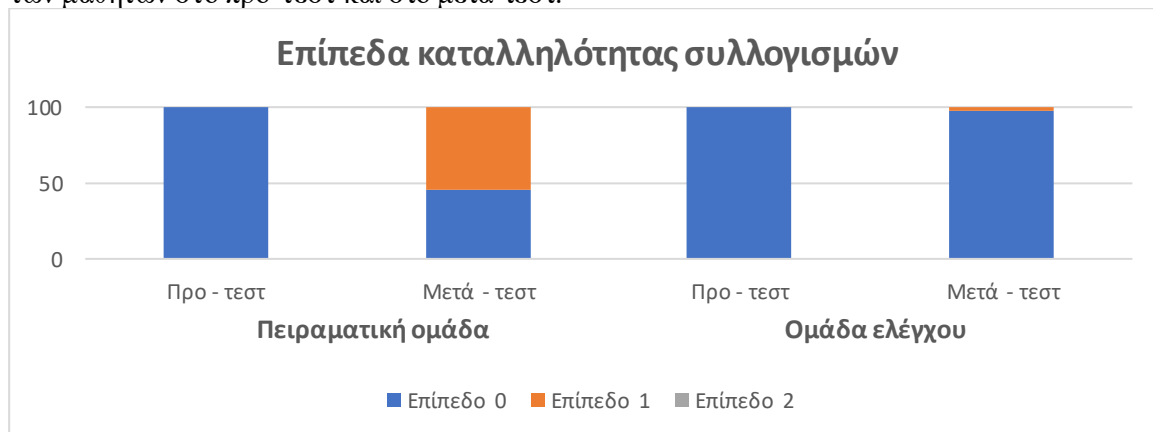
#### **6.4.3 Καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.6 και το Σχήμα 14 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην καταλληλότητα των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.6:** Τα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	F	%
<b>Επίπεδο 0</b>	84	100	38	45,2	96	100	94	97,9
<b>Επίπεδο 1</b>	0	0	46	54,8	0	0	2	2,1
<b>Επίπεδο 2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0

**Σχήμα 14:** Η κατανομή των επιπέδων καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



#### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση κανένα επιχείρημα (100%) δεν περιλάμβανε κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα επιχειρήματα (54,8%) περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 1) ενώ τα υπόλοιπα (45,2%) δεν περιλάμβαναν κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδο 0 και επίπεδο 1) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=44,022$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### Ομάδα ελέγχου

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, κανένα επιχειρήμα των μαθητών (100%) δεν περιλάμβανε κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (97,9%) δεν περιλάμβαναν κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 0) ενώ συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (2,1%) που περιλάμβαναν μερικώς κατάλληλο συλλογισμό (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα καταλληλότητας των συλλογισμών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδο 0 και επίπεδο 1) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=0,500$   $p=0,4795>0,05$ . Επομένως, δεν διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση της καταλληλότητας των συλλογισμών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

## **6.5 Συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις στον ηλεκτρομαγνητισμό. Αποτελείται από τρεις υποενότητες και συγκεκριμένα την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την πληρότητα και συνθετότητα της συγκρότησης των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (βλ. υποενότητα 6.5.1), την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την χρήση λεξιλογίου (βλ. υποενότητα 6.5.2) και την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων που αναφέρονται σε ορθογραφικά και συντακτικά λάθη καθώς και στα σημεία στίξης (βλ. υποενότητα 6.5.3) πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

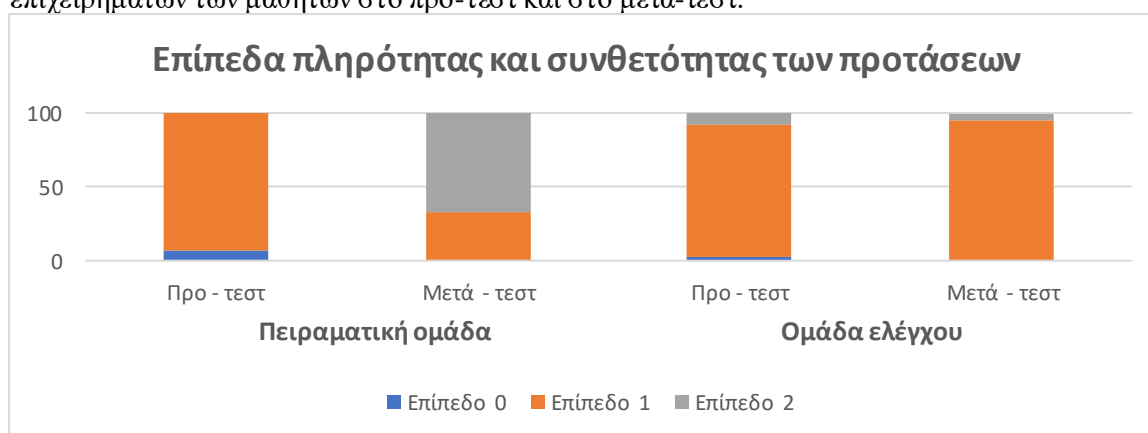
### **6.5.1 Πληρότητα και συνθετότητα της συγκρότησης των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον πίνακα 6.7 και το Σχήμα 15 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.7:** Τα επίπεδα πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	6	7,1	0	0	2	2,1	0	0
<b>Επίπεδο 1</b>	78	92,9	28	33,3	86	89,6	92	95,8
<b>Επίπεδο 2</b>	0	0	56	66,7	8	8,3	4	4,2

**Σχήμα 15:** Η κατανομή των επιπέδων πληρότητας και συνθετότητας των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές στα επιχειρήματά τους (92,9%) συγκροτούν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1). Ένα μικρότερο ποσοστό επιχειρημάτων (7,1%) περιλάμβανε ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0), ενώ δεν υπήρξαν επιχειρήματα με πλήρεις προτάσεις σύνθετης δομής (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (66,7%) περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2), ενώ συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (33,3%) που περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1). Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά



τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=54,018$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη συγκρότηση προτάσεων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων των μαθητών (89,6%) περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (2,1%) που περιλάμβαναν ατελείς προτάσεις (επίπεδο 0) ενώ εξίσου μικρό ήταν και το ποσοστό των επιχειρημάτων (8,3%) που περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (95,8%) εξακολουθούσαν να περιλαμβάνουν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή (επίπεδο 1), ενώ μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,2%) που περιλάμβαναν πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή (επίπεδο 2).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην πληρότητα και συνθετότητα των προτάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=2,250$   $p=0,1336>0,05$ . Επομένως, δεν διαπιστώνεται βελτίωση στη συγκρότηση των προτάσεων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

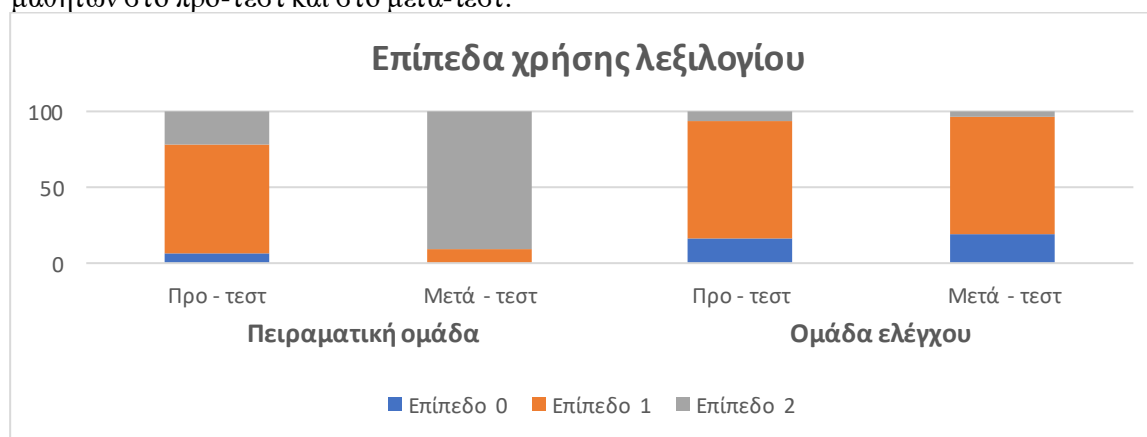
#### **6.5.2 Χρήση λεξιλογίου στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις**

Στον Πίνακα 6.8 και το Σχήμα 16 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.8:** Τα επίπεδα στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	6	7,1	0	0	16	16,7	18	18,8
<b>Επίπεδο 1</b>	60	71,5	8	9,5	74	77	74	77
<b>Επίπεδο 2</b>	18	21,4	76	90,5	6	6,3	4	4,2

**Σχήμα 16:** Η κατανομή των επιπέδων για τη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές στα επιχειρήματά τους (71,5%) χρησιμοποίησαν περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1). Μικρότερο είναι το ποσοστό των επιχειρημάτων (21,4%) στα οποία χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2), ενώ εξίσου μικρό είναι και το ποσοστό των επιχειρημάτων (7,1%) στα οποία έγινε εσφαλμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα περισσότερα επιχειρήματα (90,5%) χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2), ενώ στα υπόλοιπα (9,5%) περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη χρήση λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=56,017$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στη χρήση λεξιλογίου των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

### Ομάδα ελέγχου

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στο μεγαλύτερο ποσοστό των επιχειρημάτων (77%) χρησιμοποιήθηκε περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1). Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των επιχειρημάτων (6,3%) στα οποία έγινε χρήση εξειδικευμένου λεξιλογίου (επίπεδο 2), όπως επίσης και το ποσοστό των επιχειρημάτων (16,7%) στα οποία οι μαθητές έκαναν εσφαλμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων στα οποία χρησιμοποιήθηκε περιορισμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 1) παρέμεινε αμετάβλητο (77%). Το ποσοστό των επιχειρημάτων (4,2%) στα οποία χρησιμοποιήθηκε εξειδικευμένο λεξιλόγιο (επίπεδο 2) μειώθηκε, ενώ αντίθετα αυξήθηκε το ποσοστό των επιχειρημάτων (18,8%) στα οποία οι μαθητές έκαναν εσφαλμένη χρήση λέξεων (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην χρήση του λεξιλογίου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=0,500$   $p=0,4795 > 0,05$ . Επομένως, δεν διαπιστώνεται βελτίωση στη χρήση λεξιλογίου των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

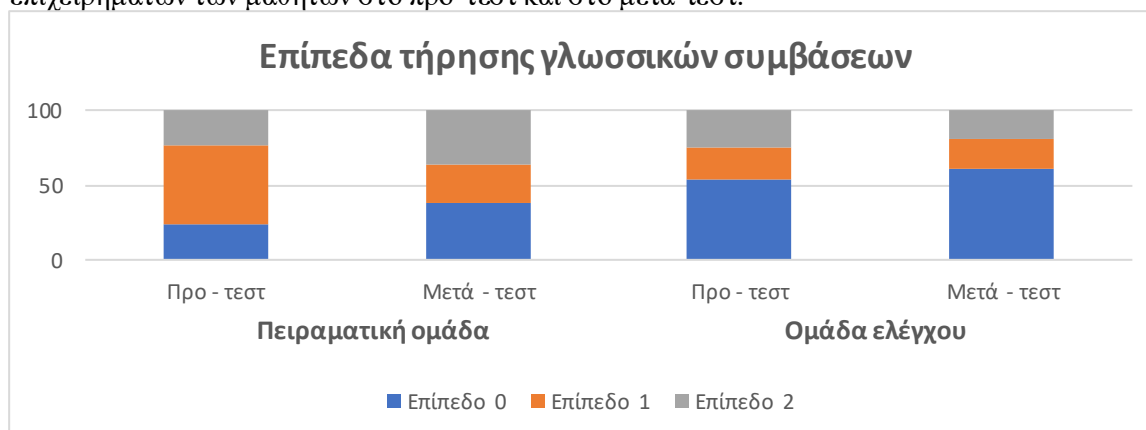
### 6.5.3. Τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων στα γραπτά επιχειρήματα των μαθητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις

Στον Πίνακα 6.9 και το Σχήμα 17 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων που αναφέρονται στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.9:** Τα επίπεδα στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 0</b>	20	23,8	32	38,1	52	54,2	58	60,4
<b>Επίπεδο 1</b>	44	52,4	22	26,2	20	20,8	20	20,8
<b>Επίπεδο 2</b>	20	23,8	30	35,7	24	25	18	18,8

**Σχήμα 17:** Η κατανομή των επιπέδων για την τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στα περισσότερα επιχειρήματα (52,4%) υπήρχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1), ενώ στο ίδιο ποσοστό (23,8%) υπήρχαν επιχειρήματα με περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0) ή καθόλου λάθη (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων (38,1%) με περισσότερα από τρία λάθη (επίπεδο 0) αυξήθηκε, όπως και το ποσοστό αυτών (35,7%) χωρίς λάθη (επίπεδο 2), ενώ μειώθηκε το ποσοστό των επιχειρημάτων (26,2%) στα οποία υπήρχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=8,100$   $p=0,0044<0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην τήρηση των γλωσσικών των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

### Ομάδα ελέγχου

Σχετικά με την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, στα περισσότερα επιχειρήματα των μαθητών (54,2%) υπήρχαν πάνω από τρία λάθη (επίπεδο 0). Συγκριτικά μικρότερο ήταν το ποσοστό των επιχειρημάτων (20,8%) στα οποία υπήρχαν έως τρία λάθη (επίπεδο 1). Στο ¼ των επιχειρημάτων (25%) δεν υπήρχαν καθόλου λάθη (επίπεδο 2). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των επιχειρημάτων (60,4%) με περισσότερα από τρία λάθη

(επίπεδο 0) αυξήθηκε, το ποσοστό των επιχειρημάτων (20,8%) με έως τρία λάθη (επίπεδο 1) παρέμεινε αμετάβλητο, ενώ μειώθηκε το ποσοστό αυτών (18,8%) χωρίς λάθη (επίπεδο 2). Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην τήρηση γλωσσικών συμβάσεων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδο 2) και στα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412<0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική «οπισθοδρόμηση» στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων των μαθητών από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

## **6.6 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 κρίνουν επιχειρήματα. Αποτελείται από τρεις υποενότητες και συγκεκριμένα την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (βλ. υποενότητα 6.6.1), την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται σε ένα επιχείρημα (βλ. υποενότητα 6.6.2), την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (βλ. υποενότητα 6.6.3) και, τέλος, την υποενότητα που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για την ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα που διαθέτουν ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (βλ. υποενότητα 6.6.4) πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις.

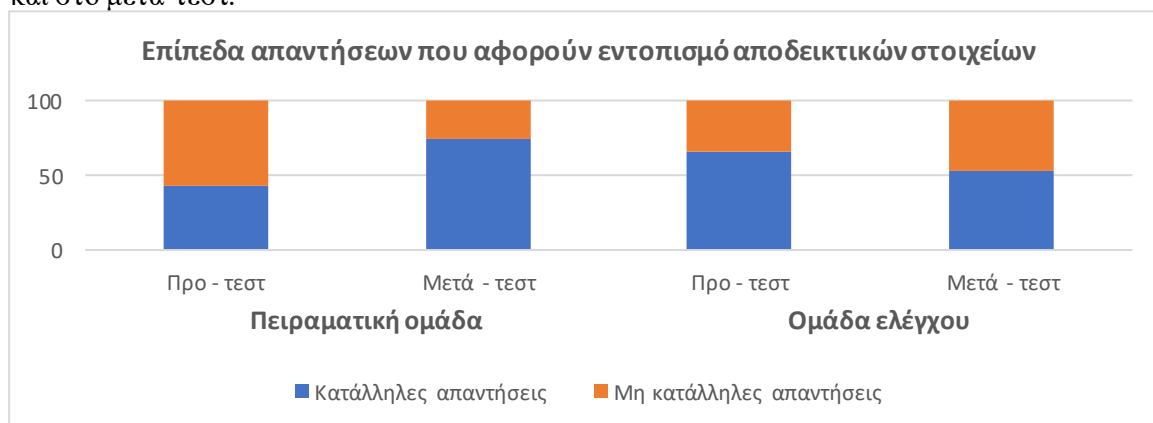
### **6.6.1 Η ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία σε επιχειρήματα**

Στον πίνακα 6.10 και το Σχήμα 18 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.10:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Κατηγορίες Απαντήσεων	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Κατάλληλες	24	42,9	42	75	42	65,6	34	53,1
Μη κατάλληλες	32	57,1	14	25	22	34,4	30	46,9

**Σχήμα 18:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές δεν εντόπισαν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν (57,1%), ενώ οι υπόλοιποι εντόπισαν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία (42,9%). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το  $\frac{3}{4}$  των μαθητών μπόρεσαν να εντοπίσουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν (75%) ενώ το  $\frac{1}{4}$  αυτών δεν μπόρεσε να τα εντοπίσει (25%).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων και στο είδος του τεστ (προ-τεστ, μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=16,056$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

### Ομάδα ελέγχου

Για την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές κατάφεραν να εντοπίσουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα (65,6%) ενώ συγκριτικά είναι μικρότερο το ποσοστό των μαθητών που δεν μπόρεσε να εντοπίσει τα αποδεικτικά στοιχεία (34,4%). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των μαθητών που εντόπισε τα αποδεικτικά στοιχεία μειώθηκε (53,1%) ενώ αυξήθηκε το ποσοστό των μαθητών που δεν μπόρεσαν να εντοπίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα (46,9%).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που αφορούν στον εντοπισμό των αποδεικτικών στοιχείων και στο είδος του τεστ (προ-τεστ και μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=6,125$   $p=0,0113 < 0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική «οπισθοδρόμηση» στην ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

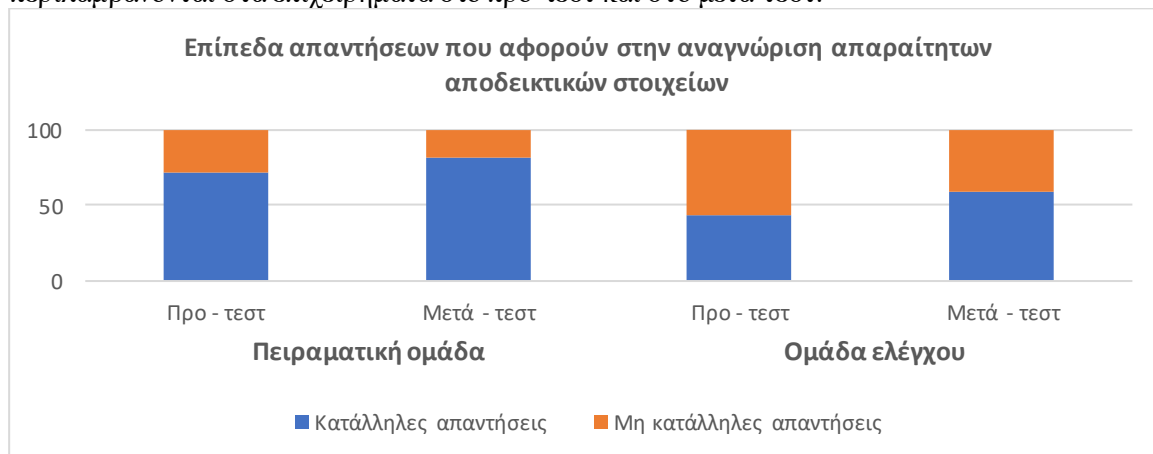
#### 6.6.2 Η ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα

Στον Πίνακα 6.11 και το Σχήμα 19 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα, στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.11:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Κατηγορίες Απαντήσεων	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Κατάλληλες	40	71,4	46	82,1	28	43,8	38	59,4
Μη κατάλληλες	16	28,6	10	17,9	36	56,2	26	40,6

**Σχήμα 19:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (71,4%) μπόρεσαν να αναγνωρίσουν, ανάμεσα σε διάφορα δεδομένα, τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν ενώ μόλις το 28,6% των μαθητών δεν αναγνώρισαν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των μαθητών (82,1%) που μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν αυξήθηκε, ενώ αντίστοιχο ποσοστό μαθητών (17,9%) 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 απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων και το είδος του τεστ (προ-τεστ και μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412 < 0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

### Ομάδα ελέγχου



Για την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότερες μαθητές (56,2%) δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν, ανάμεσα σε διάφορα δεδομένα, τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν ενώ το 43,8% των μαθητών μπόρεσαν να τα αναγνωρίσουν. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότερες μαθητές (59,4%) ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν, ενώ ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (40,6%) που δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα που τους δόθηκαν.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αναγνώριση των αποδεικτικών στοιχείων και στο είδος του τεστ (προ-τεστ και μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=8,100$   $p=0,0044 < 0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

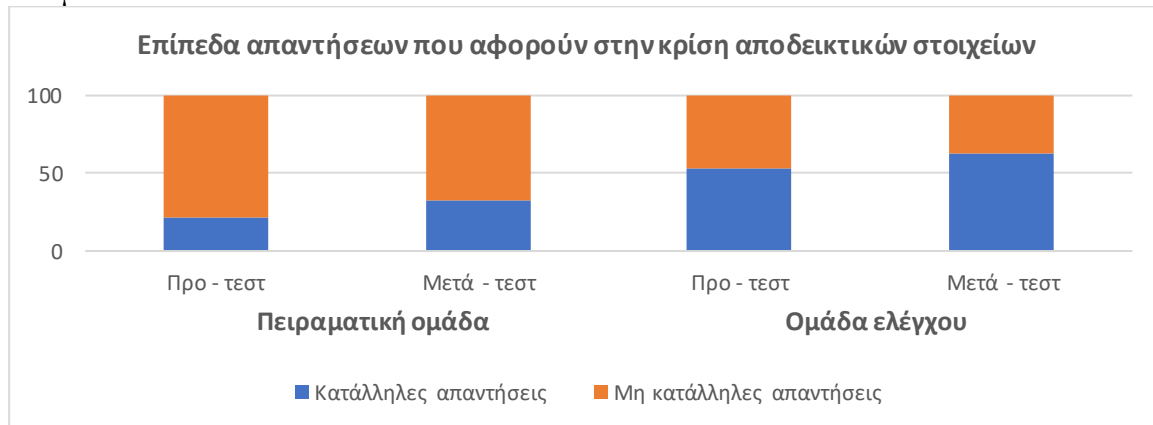
### 6.6.3 Η ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία

Στον πίνακα 6.12 και το Σχήμα 20 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην ικανότητά τους να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία, στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.12:** Οι κατηγορίες των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Κατηγορίες Απαντήσεων	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Κατάλληλες</b>	12	21,4	18	32,1	34	53,1	40	62,5
<b>Μη κατάλληλες</b>	44	78,6	38	67,9	30	46,9	24	37,5

**Σχήμα 20:** Η κατανομή των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### Πειραματική ομάδα

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (78,6%) δεν μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (21,4%) που μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των μαθητών (32,1%) που μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό, αυξήθηκε ενώ αυτό των μαθητών (67,9%) που δεν μπόρεσαν, μειώθηκε.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων και το είδος του τεστ (προ-τεστ και μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412 < 0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

### Ομάδα ελέγχου

Για την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (53,1%) μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό. Ήταν συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (46,9%) που δεν μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, το ποσοστό των μαθητών

(62,5%) που μπόρεσαν να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό ώστε να υποστηρίξει έναν ισχυρισμό, αυξήθηκε ενώ αυτό των μαθητών (37,5%) που δεν μπόρεσαν, μειώθηκε.

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις κατηγορίες απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην κρίση των αποδεικτικών στοιχείων και το είδος του τεστ (προ-τεστ και μετά-τεστ),  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412 < 0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν τα αποδεικτικά στοιχεία των επιχειρημάτων από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

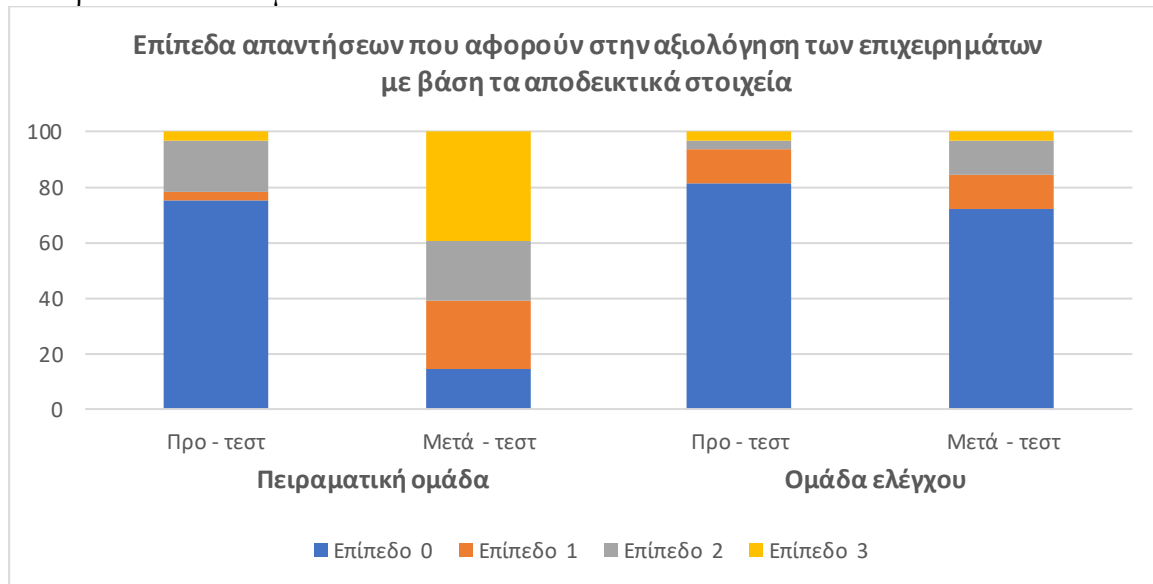
#### 6.6.4. Η ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία

Στον Πίνακα 6.13 και το Σχήμα 21 παρουσιάζονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των επιπέδων των απαντήσεων που αναφέρονται στην ικανότητα των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία, στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.

**Πίνακας 6.13:** Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην ικανότητα τους να αξιολογούν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ: συχνότητες και ποσοστά

Επίπεδα	Πειραματική ομάδα				Ομάδα ελέγχου			
	Προ-τεστ		Μετά-τεστ		Προ-τεστ		Μετά-τεστ	
	f	%	f	%	f	%	f	%
<b>Επίπεδο 3</b>	2	3,5	22	39,3	2	3,1	2	3,1
<b>Επίπεδο 2</b>	10	18	12	21,4	2	3,1	8	12,5
<b>Επίπεδο 1</b>	2	3,5	14	25	8	12,5	8	12,5
<b>Επίπεδο 0</b>	42	75	8	14,3	52	81,3	46	71,9

**Σχήμα 21:** Η κατανομή των επιπέδων των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία στο προ-τεστ και στο μετά-τεστ.



### *Πειραματική ομάδα*

Για την πειραματική ομάδα προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, τα  $\frac{3}{4}$  των μαθητών (75%) δεν επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0). Είναι κατά πολύ μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (3,5%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς να αιτιολογήσουν ή επέλεξαν ορθά αναφέροντας ότι το ένα επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρότερα επιχειρήματα (επίπεδο 1). Εξίσου μικρό είναι και το ποσοστό των μαθητών (18%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα (επίπεδο 2). Τέλος, πολύ μικρό είναι και το ποσοστό των μαθητών (3,5%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται και στα δύο επιχειρήματα (επίπεδο 3). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (39,3%) επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται και στα δύο επιχειρήματα (επίπεδο 3). Αυξημένο εμφανίζεται ποσοστό των μαθητών (21,4%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα (επίπεδο 2) όπως επίσης και το ποσοστό των μαθητών (25%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς να αιτιολογήσουν ή επέλεξαν ορθά αναφέροντας ότι το ένα επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρότερα επιχειρήματα (επίπεδο 1). Τέλος, κατά πολύ μειωμένο εμφανίζεται το ποσοστό των μαθητών (14,3%) που δεν επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας (επίπεδα 0, 1 και επίπεδα 2, 3) και στα ερωτηματολόγια που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=20,045$   $p<0,001$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία από το προ-τεστ στο μετά-τεστ.

#### *Ομάδα ελέγχου*

Για την ομάδα ελέγχου προκύπτει ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (81,3%) δεν επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0). Είναι κατά πολύ μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (12,5%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς να αιτιολογήσουν ή επέλεξαν ορθά αναφέροντας ότι το ένα επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρότερα επιχειρήματα (επίπεδο 1). Είναι συγκριτικά μικρότερο το ποσοστό των μαθητών (3,1%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα (επίπεδο 2). Τέλος, εξίσου μικρό είναι και το ποσοστό των μαθητών (3,1%) που επέλεξε ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται και στα δύο επιχειρήματα (επίπεδο 3). Μετά τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι μαθητές (71,9%) εξακολουθούν να μην επιλέγουν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα (επίπεδο 0). Αμετάβλητο παρέμεινε το ποσοστό των μαθητών (25%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα χωρίς να αιτιολογήσουν ή επέλεξαν ορθά αναφέροντας ότι το ένα επιχείρημα περιλαμβάνει ισχυρότερα επιχειρήματα (επίπεδο 1). Επίσης αμετάβλητο παρέμεινε το ποσοστό των μαθητών (3,1%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται και στα δύο επιχειρήματα (επίπεδο 3). Τέλος, αυξημένο εμφανίζεται το ποσοστό των μαθητών (12,5%) που επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα (επίπεδο 2).

Διαπιστώνεται με το test McNemar ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου (επίπεδα 0, 1 και επίπεδα 2, 3) και στα ερωτηματολόγια που αφορούν στην αξιολόγηση των επιχειρημάτων, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση,  $\chi^2(1)=4,167$   $p=0,0412<0,05$ . Επομένως, διαπιστώνεται σημαντική

βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία από το προ – τεστ στο μετά – τεστ.

Ανάμεσα στις δύο ομάδες, η μεγαλύτερη βελτίωση παρατηρείται στην πειραματική ομάδα καθώς η τιμή  $\chi^2$  είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη της ομάδας ελέγχου.

## **6.7 Ανακεφαλαίωση**

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Αρχικά, έγινε αναφορά στην εξέλιξη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών στον ηλεκτρομαγνητισμό. Έπειτα, παρουσιάστηκε η συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου. Τέλος, μελετήθηκε η συμβολή των διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν επιχειρήματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των Η.Π.Α., ένας από τους πιο βασικούς στόχους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών οφείλει να είναι η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να εμπλέκονται με συγκρότηση και αξιολόγηση επιστημονικών επιχειρημάτων (NRC, 2012). Για να καταστεί εφικτή η βελτίωση της ικανότητας αυτής, οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν με δραστηριότητες που προσανατολίζονται στην πρακτική της εμπλοκής με επιχειρήματα που στηρίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία (McNeil & Krajcik, 2012).

Την τελευταία εικοσαετία έχουν γίνει πολλές έρευνες που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ωστόσο, δεν έχει διερευνηθεί η συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στην ικανότητα των μαθητών δημοτικού να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στους ηλεκτρομαγνήτες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης για τους ηλεκτρομαγνήτες, που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία», στις ικανότητες των μαθητών της Στ' τάξης του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα, καθώς και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα), αυτής της διδακτικής παρέμβασης με μια άλλη διδακτική παρέμβαση στους ηλεκτρομαγνήτες που βασίζεται στην ίδια μαθησιακή προσέγγιση με το ίδιο εκπαιδευτικό λογισμικό χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία».

Ειδικότερα, τέθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- IV. Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης, που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» και με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία», στις ικανότητες των μαθητών της ΣΤ΄ του δημοτικού σχολείου να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;
- V. Ποια είναι η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία», στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα;
- VI. Υπάρχει διαφοροποίηση στα μαθησιακά αποτελέσματα (αναφορικά με την ποιότητα των επιχειρημάτων που παράγουν οι μαθητές και τις ικανότητες τους να αξιολογούν επιχειρήματα) ανάμεσα στις δύο παραπάνω διδακτικές παρεμβάσεις;

Το είδος της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η μεικτή έρευνα, δηλαδή ένας συνδυασμός ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας. Την ποιοτική διάσταση αποτέλεσε η μελέτη της εξέλιξης της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων τεσσάρων μαθητών της πειραματικής ομάδας κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων. Αναφορικά με την ποσοτική διάσταση, υιοθετήθηκε η οιονεί πειραματική έρευνα διομαδικού σχεδιασμού με προ-πειραματικό και μετά-πειραματικό έλεγχο. Το δείγμα αποτέλεσαν 60 μαθητές Στ΄ τάξης δημοτικού σχολείου εκ των οποίων οι 28 ανήκαν στην πειραματική ομάδα και 32 στην ομάδα ελέγχου. Για την πειραματική ομάδα αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό στην εννοιολογική περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού, με βάση το μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) κάνοντας χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» και της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Για την ομάδα ελέγχου αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό στην ίδια εννοιολογική περιοχή με βάση το μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) κάνοντας χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» χωρίς την πρακτική που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις. Επίσης, μέσο συλλογής δεδομένων απετέλεσαν τα φύλλα εργασίας τεσσάρων μαθητών σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης.



Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της εργασίας. Ειδικότερα, σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 7.2) και αναφέρονται οι περιορισμοί της (βλ. ενότητα 7.3). Τέλος, διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 7.4).

## **7.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας ομαδοποιημένα σε τρεις υποενότητες κατ' αντιστοιχία με τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας. Στην πρώτη υποενότητα σχολιάζονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα (βλ. υποενότητα 7.2.1.). Στη δεύτερη υποενότητα σχολιάζονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της συμβολής της διδακτικής παρέμβασης χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα (βλ. υποενότητα 7.3.1.). Τέλος, στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται οι διαφοροποιήσεις ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις (βλ. υποενότητα 7.2.1.).

### **7.2.1. Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 1**

#### *Δομή των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με τη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) και στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις πρώτες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας), η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε επαρκείς ισχυρισμούς. Όμως, οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία ή δεν πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία. Αξιοσημείωτο είναι ότι κανένας δεν συμπεριέλαβε συλλογισμό στα επιχειρήματά του. Συνεπώς, η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα ερευνών που καταδεικνύουν τις δυσκολίες των μαθητών στη συγκρότηση ποιοτικών επιχειρημάτων (McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2013). Ειδικότερα, οι μαθητές συνήθως προτείνουν ανεπαρκή

αποδεικτικά στοιχεία ενώ σπάνια προτείνουν συλλογισμούς (McNeill & Krajcik, 2012; Σκουμιάς και Χατζηνηκήτα, 2013). Ο Σκουμιάς (2016) αποδίδει τη ανεπάρκεια της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών στην έλλειψη εξάσκησής τους με δραστηριότητες που είναι προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας, μια και οι διδακτικές στρατηγικές που συνήθως εφαρμόζονται δεν δίνουν ευκαιρίες προς αυτή την κατεύθυνση. Επίσης, το χαμηλό επίπεδο της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών μπορεί να αποδοθεί και στο ότι κατά τη διδακτική διαδικασία οι μαθητές δεν διδάσκονται ρητά τη δομή ενός επιχειρήματος (Σκουμιάς, 2017).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση αλλά και κατά τη διάρκειά της (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο και από τις απαντήσεις τους στις τελευταίες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας) βελτιώθηκε σημαντικά η δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας. Πιο συγκεκριμένα, το σύνολο των μαθητών πρότεινε επαρκείς ισχυρισμούς. Επίσης, σχεδόν όλοι οι μαθητές συμπεριέλαβαν στα επιχειρήματα επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και σχεδόν οι μισοί μαθητές πρότειναν και ανεπαρκείς συλλογισμούς. Συνεπώς, βελτιώθηκε σημαντικά η επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των μαθητών. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα ερευνών που φανερώνουν βελτίωση της δομής των γραπτών επιχειρημάτων μετά από διδακτικές παρεμβάσεις που προσανατολίζονται στην πρακτική της επιχειρηματολογίας (ενδεικτικά: Yerrick, 2000; Clark & Sampson, 2007, Ανθούλας και Σκουμιάς, 2017, Μαστρογιωργάκη και Σκουμιάς, 2018).

Η σημαντική βελτίωση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών θα μπορούσε να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε. Μέσα από αυτό οι μαθητές διδάχθηκαν τα συστατικά στοιχεία του επιχειρήματος και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους. Ταυτόχρονα, ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες αυτοαξιολόγησης καθώς αναθεώρησαν τα επιχειρήματα που συγκρότησαν νωρίτερα. Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες συμβάλουν στη βελτίωση της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (ενδεικτικά: McNeil et al., 2006; McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιάς, 2016; Μαστρογιωργάκη και Σκουμιάς, 2018).

#### *Περιεχόμενο των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο

ερωτηματολόγιο) και στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις πρώτες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας) η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε κατάλληλους ισχυρισμούς. Αντιθέτως, τα αποδεικτικά τους στοιχεία ήταν ακατάλληλα ή οι μαθητές δεν πρότειναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, οι μαθητές δεν πρότειναν κατάλληλους συλλογισμούς. Συνεπώς, το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με έρευνες που υποστηρίζουν ότι το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών δεν συμβαδίζει με την επιστημονική γνώση (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013; McNeil & Krajcik, 2012). Άλλη μια αιτία που δικαιολογεί ότι το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών κρίνεται ακατάλληλο έγκειται στο γεγονός ότι οι μαθητές έχουν ήδη διαμορφωμένες αντιλήψεις για τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών οι οποίες είναι συνήθως διαφορετικές από τη σχολική γνώση (Driver et al., 1993; Χατζηνικήτα και Χριστίδου, 2001).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) αλλά και κατά τη διάρκεια της (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις τελευταίες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας), το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας βελτιώθηκε. Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε κατάλληλους ισχυρισμούς με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία. Επίσης, οι μισοί μαθητές πρότειναν μερικώς κατάλληλους συλλογισμούς. Συνεπώς, βελτιώθηκε σημαντικά η καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με ευρήματα ερευνών που καταδεικνύουν ότι το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών μπορεί να βελτιωθεί εάν εμπλακούν σε διδακτικές παρεμβάσεις προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας που ενσωματώνουν νέες τεχνολογίες (ενδεικτικά: Ανθούλας και Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωρκάκη και Σκουμιός, 2018).

Η βελτίωση του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών μπορεί να αποδοθεί και αυτή τη φορά στο εκπαιδευτικό υλικό. Η διδακτική παρέμβαση βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση, η οποία δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να εκδηλώσουν τις αρχικές τους αντιλήψεις, να τις ελέγξουν με τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας ώστε τις βελτιώσουν ή να τις αλλάξουν για να συμβαδίζουν με την επιστημονική γνώση. Έρευνες δείχνουν ότι τέτοιες δραστηριότητες μπορούν βοηθήσουν τους μαθητές να αλλάξουν τις αντιλήψεις τους και συνεπώς να βελτιώσουν το περιεχόμενο των

γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών (ενδεικτικά: McNeil et al., 2006; Clark & Sampson, 2007; Ανθούλας και Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη και Σκουμιός, 2018).

### *Γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της πειραματικής ομάδας, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) και στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις πρώτες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας) οι μαθητές συγκρότησαν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή κάνοντας χρήση περιορισμένου λεξιλογίου ενώ δεν τήρησαν πλήρως τις γλωσσικές συμβάσεις. Αρκετοί μαθητές 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 τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) αλλά και κατά τη διάρκειά της (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις τελευταίες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας), οι μαθητές της πειραματικής ομάδας σημείωσαν βελτίωση στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών τους επιχειρημάτων. Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των μαθητών συγκρότησε πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή κάνοντας χρήση εξειδικευμένου λεξιλογίου. Βελτίωση υπήρξε επίσης και στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων. Τα αποτελέσματα συνάδουν με αυτά της έρευνας των Μαστρογιωργάκη και Σκουμιού (2018) που παρατήρησαν βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών μετά την εμπλοκή τους με εκπαιδευτικό υλικό προσανατολισμένο στην πρακτική της επιχειρηματολογίας.

Παρά το γεγονός ότι συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση δεν περιείχε δραστηριότητες που στόχευαν αποκλειστικά στη βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών, ωστόσο η παρέμβαση βοήθησε καταλυτικά προς αυτή την κατεύθυνση. Η ενασχόληση των μαθητών με δραστηριότητες ανάπτυξης γραπτού επιστημονικού λόγου βοήθησαν τους μαθητές να βελτιώσουν την ποιότητα του γραπτού τους λόγου ώστε να συνάδει με τον επιστημονικό (Sampson & Walker, 2012). Επίσης, η βελτίωση αυτή είναι αποτέλεσμα της γενικότερης βελτίωσης της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) και στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις πρώτες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας), οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας δεν ήταν σε θέση να εντοπίζουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία, ούτε να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Αυτό συνάδει με αποτελέσματα ερευνών οι οποίες αποδίδουν την αδυναμία εντοπισμού και κρίσης αποδεικτικών στοιχείων από τη μεριά των μαθητών στο γεγονός ότι οι διδακτικές στρατηγικές που συχνά ακολουθούνται στις Φυσικές Επιστήμες δεν δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές για αξιολόγηση επιχειρημάτων (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη και Σκουμιός, 2017). Παρόλα αυτά, οι περισσότεροι μαθητές μπόρεσαν να αναγνωρίσουν αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) αλλά και κατά τη διάρκειά της (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στις τελευταίες δραστηριότητες των φύλλων εργασίας), παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας ήταν σε θέση να εντοπίζουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία, καθώς και να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές ή ισχυρό. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα της έρευνας του Σκουμιού (2016) που παρατήρησε βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία έπειτα από εμπλοκή τους σε μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων.

Η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία θα μπορούσε να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Μέσα από αυτό οι μαθητές ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες αξιολόγησης επιχειρημάτων και ανέπτυξαν την ικανότητά τους να κρίνουν επιχειρήματα. Έρευνες επιβεβαιώνουν ότι η εμπλοκή των μαθητών με δραστηριότητες που ενσωματώνουν την πρακτική της επιχειρηματολογίας, βελτιώνει την ικανότητά τους να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία (Σκουμιός, 2016).

Αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως

προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), οι περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας δεν ήταν σε θέση να επιλέξουν ορθά ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα που είναι το ισχυρότερο και να αιτιολογούν επαρκώς αυτή την επιλογή. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών που διαπιστώνουν ότι οι μαθητές δεν είναι σε θέση να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη και Σκουμιός, 2017). Τα ευρήματα αυτά μπορούν να αποδοθούν στο γεγονός ότι οι διδακτικές στρατηγικές που συχνά ακολουθούνται στις Φυσικές Επιστήμες δεν δίνουν ευκαιρίες στους μαθητές για αξιολόγηση επιχειρημάτων (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη και Σκουμιός, 2017).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, η ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία βελτιώθηκε καθώς οι περισσότεροι εξ' αυτών επέλεξαν ορθά 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 συνάδουν με τις διαπιστώσεις 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. Μέσα από αυτό, οι μαθητές ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες αξιολόγησης επιχειρημάτων και ανέπτυξαν 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, βελτιώνει την ικανότητά τους να συγκρίνουν επιχειρήματα με διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία (Σκουμιός, 2016).

### **7.2.2. Η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στις ικανότητες των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 2**

#### *Δομή των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με τη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε επαρκείς ισχυρισμούς. Όμως, οι περισσότεροι μαθητές δεν

πρότειναν αποδεικτικά στοιχεία ή όσοι πρότειναν κρίθηκαν ανεπαρκή. Αξιοσημείωτο είναι ότι κανένας δεν συμπεριέλαβε συλλογισμό στα επιχειρήματά του. Συνεπώς, η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα ερευνών που καταδεικνύουν τις δυσκολίες των μαθητών στη συγκρότηση ποιοτικών επιχειρημάτων (McNeil & Krajcik, 2012; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013). Ειδικότερα, οι μαθητές συνήθως προτείνουν ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία ενώ σπάνια προτείνουν συλλογισμούς (McNeill & Krajcik, 2012; Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2013).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) δεν υπήρξε βελτίωση στη δομή των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα, το σύνολο των μαθητών πρότεινε επαρκείς ισχυρισμούς, όμως δεν συμπεριέλαβαν στα επιχειρήματα επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και σχεδόν κανένας από τους μαθητές δεν πρότεινε επαρκείς συλλογισμούς. Συνεπώς, δεν βελτιώθηκε η επάρκεια των αποδεικτικών στοιχείων και των συλλογισμών των μαθητών.

#### *Περιεχόμενο των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) οι μισοί μαθητές πρότειναν κατάλληλους ισχυρισμούς. Αντιθέτως, τα αποδεικτικά τους στοιχεία ήταν ακατάλληλα ή δεν πρότειναν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία ενώ απουσίαζαν εντελώς και οι κατάλληλοι συλλογισμοί. Συνεπώς, το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών ήταν χαμηλού επιπέδου. Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με έρευνες που υποστηρίζουν ότι το περιεχόμενο των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών δεν συμβαδίζει με την επιστημονική γνώση (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2013; McNeil & Krajcik, 2012).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), η πλειοψηφία των μαθητών πρότεινε κατάλληλους ισχυρισμούς ενώ μικρή βελτίωση παρατηρήθηκε στην καταλληλότητα των αποδεικτικών στοιχείων των επιχειρημάτων. Δεν υπήρξε βελτίωση στην καταλληλότητα των συλλογισμών καθώς οι μαθητές δεν πρότειναν κατάλληλους συλλογισμούς. Συνεπώς, βελτιώθηκε η καταλληλότητα των ισχυρισμών και των αποδεικτικών στοιχείων.

Η βελτίωση του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου μπορεί να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και το μοντέλο 5E πάνω στα οποία στηρίχθηκε η δομή του, έδινε ευκαιρίες στους μαθητές να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους, να έρθουν σε επαφή με τις πρακτικές της έρευνας διατυπώνοντας ερευνητικά ερωτήματα, να αναλύσουν δεδομένα, να εξάγουν συμπεράσματα και, τέλος, να εφαρμόσουν τη νέα γνώση σε καινούριες καταστάσεις. Η εμπλοκή τους σε τέτοιου είδους δραστηριότητες βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση του εννοιολογικού πλαισίου που οδήγησε με τη σειρά της στη βελτίωση του περιεχομένου των γραπτών τους επιχειρημάτων (Bransford et al. 2000; Bybee et al., 2006).

#### *Γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων*

Αναφορικά με τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών της ομάδας ελέγχου, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο) οι μαθητές συγκρότησαν πλήρεις προτάσεις με απλή δομή κάνοντας χρήση περιορισμένου λεξιλογίου ενώ δεν τήρησαν τις γλωσσικές συμβάσεις. Αρκετοί μαθητές ανέπτυξαν ατελείς προτάσεις ενώ έκαναν συνολικά πάνω από τρία λάθη στις προτάσεις τους. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών που διαπιστώνουν δυσκολίες των μαθητών στην ανάπτυξη του γραπτού λόγου αλλά και στη χρήση της επιστημονικής γλώσσας (Moje et al., 2004).

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), οι μαθητές της ομάδας ελέγχου δεν σημείωσαν βελτίωση στα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών τους επιχειρημάτων. Πιο συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των μαθητών συγκρότησε πλήρεις προτάσεις με απλή δομή κάνοντας χρήση περιορισμένου λεξιλογίου. Παρατηρήθηκε επίσης σημαντική «οπισθοδρόμηση» στην τήρηση των γλωσσικών συμβάσεων.

#### *Εντοπισμός, αναγνώριση, κρίση αποδεικτικών στοιχείων και σύγκριση επιχειρημάτων*

Αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία, πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου κατάφεραν να εντοπίσουν ορθά τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα, καθώς και να κρίνουν αν το αποδεικτικό στοιχείο που τους δόθηκε ήταν ασθενές



ή ισχυρό. Αντιθέτως, οι περισσότεροι μαθητές δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τα αποδεικτικά στοιχεία που είναι αναγκαίο να περιλαμβάνονται στα επιχειρήματα. Παρατηρήθηκε, όμως, «οπισθοδρόμηση» στην ικανότητά τους να εντοπίζουν τα αποδεικτικά στοιχεία στα επιχειρήματα. Συνεπώς, δεν παρατηρήθηκε βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία.

Αναφορικά με την ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία πριν τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), οι περισσότεροι μαθητές της ομάδας ελέγχου δεν ήταν σε θέση να επιλέξουν ορθά ανάμεσα σε δύο επιχειρήματα ποιο είναι το ισχυρότερο και να αιτιολογούν επαρκώς αυτή την επιλογή. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα αντίστοιχα άλλων ερευνών (Σκουμιός, 2016; Ταράλλη και Σκουμιός, 2017) που διαπιστώνουν ότι οι μαθητές δεν είναι σε θέση να συγκρίνουν δύο επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά τους στοιχεία.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση (όπως προέκυψε από τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο), η ικανότητα των μαθητών να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία σημείωσε μικρή βελτίωση καθώς οι περισσότεροι εξ' αυτών επέλεξαν ορθά το ισχυρότερο επιχείρημα κρίνοντας την ποιότητα των αποδεικτικών στοιχείων που περιλαμβάνονται μόνο στο ένα επιχείρημα.

Η βελτίωση της ικανότητας των μαθητών της ομάδας ελέγχου να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία μπορεί να αποδοθεί στο εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Το μοντέλο 5E πάνω στο οποίο στηρίχθηκε η δομή του εκπαιδευτικού υλικού έδωσε ευκαιρίες στους μαθητές να εμπλακούν με τις επιστημονικές πρακτικές και ιδιαίτερα να επιχειρηματολογήσουν υπέρ της δικής τους εξήγησης για τα ευρήματα της πειραματικής διαδικασίας γεγονός που οδήγησε στη βελτίωση της ικανότητάς τους να αξιολογούν επιχειρήματα με βάση τα αποδεικτικά στοιχεία.

### **7.2.3. Διαφοροποιήσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα ανάμεσα στις δύο διδακτικές παρεμβάσεις – Απάντηση στο ερευνητικό ερώτημα 3**

Με βάση αυτά που αναφέρονται στις δύο προηγούμενες ενότητες προέκυψε πως η βελτίωση στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση με χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων ήταν σημαντικά καλύτερη σε σχέση με εκείνη στους οποίους εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές που ακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση με χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων εμφάνισαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στην επάρκεια, την καταλληλότητα και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των γραπτών τους επιχειρημάτων καθώς επίσης και στην ικανότητά τους να εντοπίζουν, να αναγνωρίζουν και να κρίνουν αποδεικτικά στοιχεία και να συγκρίνουν επιχειρήματα με ίδιο ισχυρισμό και συλλογισμό αλλά διαφορετικά αποδεικτικά στοιχεία.

Ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι διδακτικές παρεμβάσεις προσανατολισμένες στην πρακτική της επιχειρηματολογίας μπορούν να οδηγήσουν στη βελτίωση της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών αλλά και στην ανάπτυξη της ικανότητάς τους να αξιολογούν επιχειρήματα (Yerrick, 2000; McNeil et al. 2006; Σκουμιός, 2016; Σκουμιός, 2017; Μαστρογιωργάκη και Σκουμιός, 2018).

### **7.2.4. Γενικά Συμπεράσματα**

Από την εργασία αυτή διαπιστώθηκε ότι είναι εφικτή βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου να συγκροτούν και να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα, μέσω της εφαρμογής μιας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» και με τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία». Αντίθετα, προέκυψε ότι μια διδακτική παρέμβαση που βασίζεται στην ίδια προσέγγιση για τη μάθηση με αξιοποίηση του ίδιου εκπαιδευτικού λογισμικού αλλά χωρίς τη χρήση της πρακτικής που αφορά στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» δεν επιφέρει σημαντική βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου να συγκροτούν και να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα. Συνεπώς, καταδείχθηκε ότι είναι αναγκαία η χρήση της πρακτικής που αφορά

στην «εμπλοκή με επιχειρήματα που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία» για την ανάπτυξη των ικανοτήτων των μαθητών του δημοτικού σχολείου να συγκροτούν και να αξιολογούν γραπτά επιστημονικά επιχειρήματα.

### **7.3 Περιορισμοί της έρευνας**

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 60 μαθητές Στ΄ τάξης από τους οποίους οι 28 αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα και οι 32 την ομάδα ελέγχου. Προήλθαν από δύο δημοτικά σχολεία, ένα στην περιοχή του Αγρινίου και ένα στην περιοχή του Ρεθύμνου. Συνεπώς, ως περιορισμοί της έρευνας θα μπορούσαν να θεωρηθούν ο αριθμός του δείγματος, οι περιοχές των σχολείων και η ηλικιακή ομάδα των μαθητών. Ένας μεγαλύτερος αριθμός μαθητών αυτής της ηλικίας από διάφορες περιοχές θα μπορούσε να στηρίξει γενίκευση των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Ένας άλλος περιορισμός της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι στο εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε για τη διδακτική παρέμβαση με χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων δεν προβλέφθηκε η ύπαρξη δραστηριοτήτων που να στοχεύουν αποκλειστικά στη βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών.

Τέλος, κατά τη πραγματοποίηση της παρέμβασης παρουσιάστηκαν τεχνικά προβλήματα τα οποία αφορούσαν στην αδυναμία ορισμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών του εργαστηρίου να «τρέξουν» το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα» λόγω ασυμβατότητας με το λειτουργικό τους σύστημα.

### **7.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα και τους περιορισμούς της έρευνας προκύπτουν οι εξής προτάσεις για μελλοντική έρευνα:

1. Διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που κάνει χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν

και να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα στους ηλεκτρομαγνήτες σε ένα μεγαλύτερο δείγμα μαθητικού πληθυσμού που θα επέτρεπε τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

2. Διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που κάνει χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν γραπτά επιχειρήματα σε διαφορετικές εννοιολογικές περιοχές που διδάσκονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, πέραν αυτής των ηλεκτρομαγνητών.
3. Διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που περιλαμβάνει δραστηριότητες που στοχεύουν στη βελτίωση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών δημοτικού σχολείου και στην ικανότητα τους να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα.
4. Διερεύνηση της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που κάνει χρήση της πρακτικής που αφορά στη συγκρότηση επιχειρημάτων στην ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν προφορικά και όχι μόνο γραπτά επιχειρήματα.

## 7.5 Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Προέκυψε ότι η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση που προτάθηκε ενδεχομένως να συνέβαλε στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών της Στ' τάξης να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στους ηλεκτρομαγνήτες. Ακόμα, αναδείχθηκαν οι περιορισμοί της έρευνας που οδηγούν σε περαιτέρω διερεύνηση ζητημάτων σχετικών με τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

# 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 Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: «Γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ φυσικών επιστημών, κοινωνίας και εκπαιδευτικής πράξης» (σελ. 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 (σελ. 233–261). Αθήνα: Gutenberg.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-Δομώντας τις Εννοιες των Φυσικών Επιστημών*. (Π. Κόκκοτας, Επιμ) (2<sup>η</sup> εκδ.). Αθήνα: Τυπωθύτω Γιώργος Δαρδάνος
- 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* (2<sup>η</sup> εκδ.). Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική Φυσικών Επιστημών II*. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών
- Κόκκοτας, Π. (2004). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος II. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. (5<sup>η</sup> έκδ.). Αθήνα: Συγγραφέας.
- Κολιάδης, Ε. (1996). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη. Κοινωνικογνωστικές θεωρίες*. Τόμος β'. Αθήνα
- Κορομπίλη, Σ., & Τόγια, Α. (2015). *Θεωρίες Μάθησης*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από: <http://hdl.handle.net/11419/2704>

- Κουλαϊδής, Β. (1994). Επιστημολογία και κατασκευή Αναλυτικών Προγραμμάτων: Η επιλογή περιεχομένου για την διδασκαλία των ΦΕ. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, (75), 22–29
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών* (τόμος Α, σελ. 25-50), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Κώτσης Κ.Θ. & Βέμης Κ., (2002). Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, η εννοιολογική αλλαγή και η διάρκεια γνώσης από την διδασκαλία στο Δημοτικό για φαινόμενα που στηρίζονται στον τρίτο νόμο του Νεύτωνα. Στο Αθ. Μαργετουσάκη & Π.Γ. Μιχαηλίδης (επ.) Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση» (σελ. 257-262), Ρέθυμνο.
- 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» (σελ. 511-520). Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Ματσαγγούρας, Η., (1996). Θεωρία της διδασκαλίας. Η προσωπική θεωρία ως πλαίσιο στοχαστικοκριτικής ανάλυσης. Αθήνα: Συμμετρία.
- Σκουμιάς, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2013). Η ποιότητα των εξηγήσεων των μαθητών του δημοτικού στις Φυσικές Επιστήμες. Στο: Πιερράτος, Θ., Αρτέμη, Σ., Πολάτογλου, Χ. & Κουμαράς, Π. (επιμ.), *Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου: «Ποια Φυσική έχει νόημα να διδάσκονται τα παιδιά μας σήμερα;»* (σελ. 323-330). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη.
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9–19.
- Σκουμιάς, Μ. (2016). Συμβολή μιας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων στις δεξιότητες των μαθητών να αξιολογούν τα αποδεικτικά στοιχεία γραπτών επιχειρημάτων. Στο Πιερράτος, Θ., Κουμαράς, Π. και Πολάτογλου, Χ. (επιμ.). Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου - “Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες” (σελ. 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» (σελ. 492-499). ΕΝΕΦΕΤ και Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Ρέθυμνο.

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» (σελ. 177-185). ΕΝΕΦΕΤ και Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εργαστήριο Διδακτικής Θετικών Επιστημών, Ρέθυμνο.

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), Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

Ψύλλος, Δ., Μπισδικιάν, Γ. (2004). "Τεχνολογίες Πληροφόρησης στο διερευνητικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών" στο Βλαχάβας, Ι., Δαγδιλέλης Β., Ευαγγελίδης Γ., Παπαδόπουλος Γ., Σατρατζέμη Μ., Ψύλλος Δ. (επιμ.), Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Ελληνική Εκπαίδευση: Απολογισμός και Προοπτικές. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.

## Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Andersson, B. (1986). The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8(2), 155–171.
- 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.
- Barrow, L. H. (1987, July). Magnet concepts and elementary students' misconceptions. In *Proceedings of the Second International Seminar on misconceptions and educational strategies in Science and Mathematics* (Vol. 3, pp. 17-22). Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Bloom B.J., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. David McKay Company Inc.
- Borges, T., & Gilbert, J. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95–117.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds). (2000). *How people learn: brain, mind, experience, and school* (Expanded ed). Washington, D.C: National Academy Press.
- 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.
- Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu, Y.-Y., Lin, H., & Hong, Z.-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170–191.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109–138.
- Clark, D. B. & Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29 (3), 253–277.
- Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας* (4th ed.). Αθήνα: Έκφραση



- Cox, M., Webb, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beauchamp, T., & Rhodes, V. (2004). An investigation of the research evidence relating to ICT pedagogy
- De Jong, T., & van Joolingen, W.R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68, 179 – 201.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Ed.). (1985). *Children's Ideas in Science*. Milton Keynes, Philadelphia: Open University Press
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science—research into children's ideas*. London: Routledge
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84 (3), 287–312.
- Edelson, D. C. (2001). Learning-for-use: A framework for integrating content and process learning in the design of inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 355–385.
- Fleer, M. (2007). Concept formation: A cultural-historical perspective. In M. Fleer (Ed.), *Young children: Thinking about the scientific world*. Watson ACT: Early Childhood Australia, 11-13.
- Galili, I. (1995). Mechanics background influences students' conceptions in electromagnetism. *International Journal of Science Education*, 17(3), 371–387.
- 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.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education* 12: 25-57

- Hsu, Y. S., & Thomas, R. A. (2002). The impacts of a web-aided instructional simulation on science learning. *International Journal of Science Education*, 24(9), 955-979.
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N., & Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299–334.
- 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.
- Linn, M. C. (1997). Learning and instruction in science education: Taking advantage of technology. In D. Tobin & B. J. Fraser (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 265–294). The Netherlands: Kluwer
- Lizotte, D. J., Harris, C. J., McNeill, K. L., Marx, R. W., & Krajcik, J. (2003). Usable assessments aligned with curriculum materials: Measuring explanation as a scientific way of learning. Paper presented at the Annual meeting of the American educational research association, Chicago, IL.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Psychology Press.
- 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., & Krajcik, J. (2006, April). 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., & 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. doi.org/10.1207/s15327809jls1502\_1
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In M, Lovett & S. P (Eds.), *Thinking with Data: The proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc

- 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. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: 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
- National Research Council. (2005). *How Students Learn: Science in the Classroom*. Washington, D.C.: The National Academies Press. Doi: <https://doi.org/10.17226/11102>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Washington, D.C.: The National Academy Press.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2004) Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education. Kiel: IPN
- Phillips, D. A., & Shonkoff, J. P. (2000b). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies 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), 211–227.
- Raduta, C. (2005). General students' misconceptions related to Electricity and Magnetism, *arXiv preprint physics/0503132*.
- 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.
- Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443–1485.

- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Science*, 12(1), 5-51.
- Sandoval, W., & Cam, A. (2011). Elementary Children's Judgments of the Epistemic Status of Sources of Justification. *Science Education* 95 (3): 383–408.
- Selman, R. L., Krupa, M. P., Stone, C. R., & Jaquette, D. S. (1982). Concrete operational thought and the emergence of the concept of unseen force in children's theories of electromagnetism and gravity. *Science Education*, 66(2), 181-194.
- Skoumios, M. (2018). Primary and Middle School Students' Abilities to Critique Evidence When Reading Scientific Arguments. *The International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 25, 1-12.
- Smaill, C. R., Rowe, G. B., Godfrey, E., & Paton, R. O. (2012). An investigation into the understanding and skills of first-year electrical engineering students. *Education, IEEE Transactions on*, 55(1), 29-35.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science.
- Suma, K., Sadia, I. W., Pujani, N. M., & Rapi, N. K. (2019, October). Investigating students' preconception of some electromagnet topics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1317, No. 1, p. 012203). IOP Publishing
- Sund, R., Trowbridge, L., Tillery, B., & Olson, K. (1967). *Elementary science teaching activities: A discovery laboratory approach*. Columbus, Ohio: C. E. Merrill Books
- Symington, D., & Kirkwood, V. (1995). Science in the Primary School Classroom. In B. Hand & V. Prain (Eds.), *Teaching and learning in science: the constructivist classroom*. Sydney: Harcourt Brace, 193-210.
- Thier, H. (1970). *Teaching elementary school science: A laboratory approach*. Lexington, Mass.: Heath714
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge university press.
- Widolo, A., Duit, R., & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior. Presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, New Orleans

- 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. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*, 81(4), 483–496.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35–62.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Παράρτημα 1 - Ερωτηματολόγιο

Αγαπητοί μαθητές,

Το παρόν ερωτηματολόγιο συντάχθηκε με σκοπό την πραγματοποίηση έρευνας σχετικά με την ικανότητα των μαθητών να παράγουν και να αξιολογούν επιχειρήματα στις Φυσικές Επιστήμες. Δεν αποτελεί κάποιο τεστ και δεν θα βαθμολογηθεί. Συμπληρώστε το προσεκτικά και χωρίς άγχος!

Σας ευχαριστώ!

### Ατομικά στοιχεία

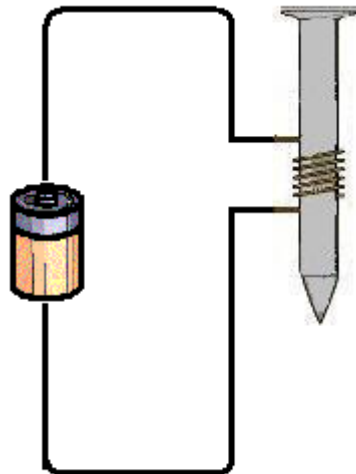
Όνομα:.....

Τάξη: .....

Σχολείο: .....

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

Ο Θάνος και τρεις συμμαθητές του επισκέφθηκαν το εργαστήριο Φυσικής του σχολείου τους. Πάνω σε ένα θρανίο της αίθουσας βρήκαν έναν ηλεκτρομαγνήτη που είχε κατασκευάσει το άλλο τμήμα της έκτης τάξης, ο οποίος αποτελούνταν από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί.



Αφού τα παιδιά έλεγξαν ότι ο ηλεκτρομαγνήτης μπορούσε να έλξει μεταλλικές πινέζες, ο Θάνος αναρωτήθηκε πώς θα μπορούσε να κάνει τον ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό, ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες. Τότε σκέφτηκε πως αν πρόσθετε μια ακριβώς ίδια μπαταρία ακόμα, ίσως ο ηλεκτρομαγνήτης γινόταν πιο ισχυρός. Όμως, οι φίλοι του διαφώνησαν, λέγοντας πως δεν θα άλλαζε ο αριθμός των πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης. Έτσι, έκαναν μια αναζήτηση στο διαδίκτυο και εντόπισαν τον ακόλουθο πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Απόσταση μπαταρίας από το καρφί (σε εκατοστά)	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	2	Σίδηρος	7
2	5	6	Σίδηρος	11
3	5	4	Σίδηρος	14

Ο Θάνος και οι συμμαθητές του διαφωνούν και χρειάζονται τη βοήθειά σου για το αν ο αριθμός των μπαταριών που έχει ο ηλεκτρομαγνήτης επηρεάζει τη δύναμη έλξης του. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Θάνος ώστε να απαντήσεις στην παρακάτω ερώτηση:

**Ερώτηση 1: Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

Όταν γράψεις την απάντησή σου προς τον Θάνο, μην ξεχάσεις:

α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς και

β) να πείσεις τον Θάνο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι πιο σωστή από οποιαδήποτε άλλη:

.....

.....

.....

.....

.....

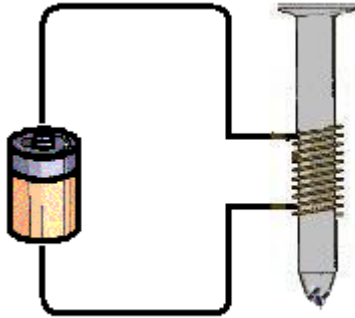
.....

.....



## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2

Ο Θάνος καθώς πειραματιζόταν με τον ηλεκτρομαγνήτη που βρήκε με τους συμμαθητές του σκέφτηκε να τυλίξει το καλώδιο που περίσσευε περισσότερες φορές γύρω από το σιδερένιο καρφί δημιουργώντας έτσι περισσότερες σπείρες. Αμέσως αναρωτήθηκε αν αυτό θα έκανε τον ηλεκτρομαγνήτη να έλκει πιο πολλές πινέζες. Οι συμμαθητές του όμως διαφώνησαν, θεωρώντας ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη θα παρέμενε η ίδια.



Έτσι, έκαναν εκ νέου αναζήτηση στο διαδίκτυο με τα παρακάτω αποτελέσματα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Απόσταση μπαταρίας από το καρφί (σε εκατοστά)	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	2	Σίδηρος	7
1	10	6	Σίδηρος	14
1	20	4	Σίδηρος	26

Ο Θάνος και οι συμμαθητές του διαφωνούν και χρειάζονται τη βοήθειά σου για το αν ο αριθμός των σπειρών που έχει ο ηλεκτρομαγνήτης επηρεάζει τη δύναμη έλξης του. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Θάνος ώστε να απαντήσεις στην παρακάτω ερώτηση:

### Ερώτηση 2: Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

Όταν γράψεις την απάντησή σου προς τον Θάνο, μην ξεχάσεις:

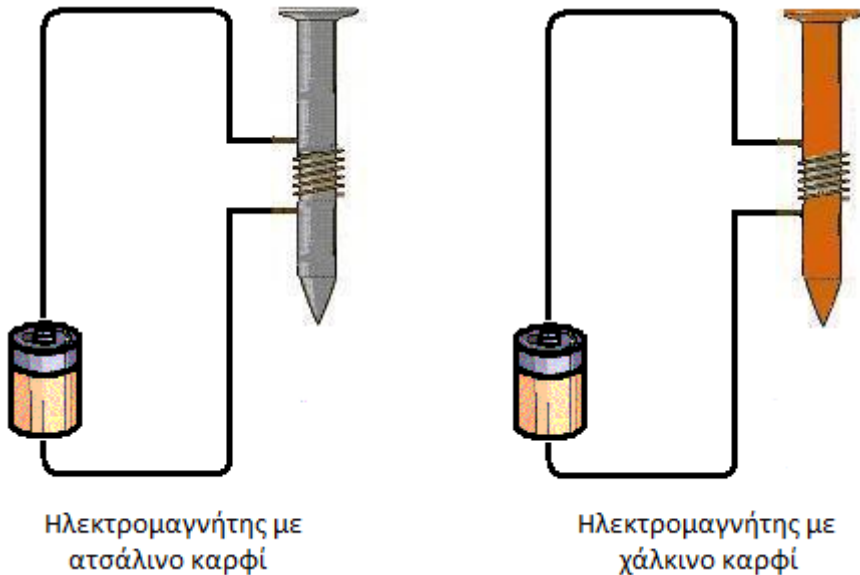
α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς και

β) να πείσεις τον Θάνο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι πιο σωστή από οποιαδήποτε άλλη:

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

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3

Τα παιδιά, καθώς περιεργάζονταν τον ηλεκτρομαγνήτη, διαπίστωσαν ότι το σιδερένιο καρφί είχε βγει από τη θέση του. Τότε, ο συμμαθητής του Θάνου, ο Γιώργος, σκέφτηκε πως αν έβαζαν στη θέση του ένα άλλο καρφί, από άλλο υλικό, ίσως ο ηλεκτρομαγνήτης μπορούσε να έλξει περισσότερες πινέζες.



Ο Θάνος όμως διαφώνησε, λέγοντας πως όλα τα καρφιά είναι μεταλλικά επομένως η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη θα παρέμενε ίδια. Αναζητώντας πληροφορίες για να λύσουν την απορία τους βρήκαν τον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Απόσταση μπαταρίας από το καρφί (σε εκατοστά)	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται
1	5	6	Ατσάλι	4
1	5	2	Σίδηρος	7
1	5	4	Χαλκός	0

Ο Θάνος και οι συμμαθητές του διαφωνούν και χρειάζονται τη βοήθειά σου για το αν το υλικό του καρφιού του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζει τη δύναμη έλξης του. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Θάνος ώστε να απαντήσεις στην παρακάτω ερώτηση:

**Ερώτηση 3: Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

Όταν γράψεις την απάντησή σου προς τον Θάνο, μην ξεχάσεις:

α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς και

β) να πείσεις τον Θάνο τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι πιο σωστή από οποιαδήποτε άλλη:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4:

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες χρησιμοποιώντας κάθε φορά διαφορετικά είδη μπαταρίας (διαφορετικών τάσεων) έχοντας τον ίδιο αριθμό σπειρών και το ίδιο υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει την δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

Ο Θάνος χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή του.

Ηλεκτρομαγνήτης	Τάση μπαταρίας (σε Volt)	Δύναμη έλξης ηλεκτρομαγνήτη
A	9	πολύ μεγάλη
B	6	μεγάλη
Γ	4,5	μέτρια
Δ	3	μικρή
E	1,5	πολύ μικρή

Το κείμενο του Θάνου:

*«Την επηρεάζει η τάση της μπαταρίας και μάλιστα όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 1). Στον ηλεκτρομαγνήτη A, η τάση της μπαταρίας είναι 9V και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ η τάση της μπαταρίας είναι 3V και η δύναμη έλξης του μικρή (πρόταση 2). Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από την τάση της μπαταρίας (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 4:** Ποια πρόταση πιστεύεις ότι παρέχει στον Θάνο στοιχεία που υποστηρίζουν την άποψή του;

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

**Ερώτηση 5:** Ο Θάνος σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή του. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του;

- Η δύναμη έλξης ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι πολύ μεγάλη.
- Η τάση της μπαταρίας ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 4,5V και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη.
- Η τάση της μπαταρίας ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 6V και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη.
- Η τάση της μπαταρίας ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι η μεγαλύτερη από την τάση της μπαταρίας όλων των άλλων ηλεκτρομαγνητών, ίση με 9V.

**Ερώτηση 6:** Ο Θάνος λέει ότι όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Έπειτα, θέλει να προσθέσει το ακόλουθο στοιχείο για να ισχυροποιήσει την άποψή του:

*«Η τάση της μπαταρίας ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 2V και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη».*

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, διότι είναι άσχετο με την άποψη του Θάνου.
- αδύναμο, διότι υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη του Θάνου.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Θάνου.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει την άποψη του Θάνου.

**Ερώτηση 7:** Η Παρασκευή είναι συμμαθήτρια του Θάνου. Ο δάσκαλος της τάξης τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο του Θάνου:

*«Την επηρεάζει η τάση της μπαταρίας και μάλιστα όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, η τάση της μπαταρίας είναι 9V και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ η τάση της μπαταρίας είναι 3V και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από την τάση της μπαταρίας».*

Το κείμενο της Παρασκευής:

*«Την επηρεάζει η τάση της μπαταρίας και μάλιστα όταν η τάση της μπαταρίας είναι μεγάλη, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Ένας μεγάλος επιστήμονας είπε ότι αν συνδέσουμε έναν ηλεκτρομαγνήτη με μια μπαταρία με μεγάλη τάση τότε η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη ήταν μεγάλη. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από την τάση της μπαταρίας».*

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Θάνος ή η Παρασκευή και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 5

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες δημιουργώντας κάθε φορά με το καλώδιο διαφορετικό αριθμό σπειρών γύρω από το σιδερένιο καρφί, έχοντας την ίδια μπαταρία και το ίδιο υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

Η Ανθή χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή της.

Ηλεκτρομαγνήτης	Αριθμός σπειρών γύρω από το καρφί	Δύναμη έλξης ηλεκτρομαγνήτη
A	25	πολύ μεγάλη
B	20	μεγάλη
Γ	15	μέτρια
Δ	10	μικρή
E	5	πολύ μικρή

Το κείμενο της Ανθής:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι μεγαλύτερη (πρόταση 1). Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι πολύ μικρή ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη (πρόταση 2). Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έχει μεγαλύτερη δύναμη έλξης γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 8:** Ποια πρόταση πιστεύεις ότι παρέχει στην Ανθή στοιχεία που υποστηρίζουν την άποψή της;

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



**Ερώτηση 9:** Η Ανθή σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή της. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της;

- Η δύναμη έλξης ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι πολύ μεγάλη.
- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 20 σπείρες και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη.
- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη.
- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 10 σπείρες και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη.

**Ερώτηση 10:** Η Ανθή λέει ότι στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, η δύναμη έλξης είναι μεγαλύτερη. Έπειτα, θέλει να προσθέσει το ακόλουθο στοιχείο για να ισχυροποιήσει την άποψή της:

*«Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 30 σπείρες και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη».*

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, διότι είναι άσχετο με την άποψη της Ανθής.
- αδύναμο, διότι υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη της Ανθής.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη της Ανθής.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει την άποψη της Ανθής.

**Ερώτηση 11:** Η Έφη είναι συμμαθήτρια της Ανθής. Ο δάσκαλος της τάξης ζήτησε από τις συμμαθήτριες να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο της Ανθής:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι μεγαλύτερη. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι πολύ μικρή ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έχει μεγαλύτερη δύναμη έλξης για αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Το κείμενο της Έφης:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, η δύναμη έλξης του είναι μεγαλύτερη. Αυτό το γνωρίζω γιατί σε ένα πείραμα που κάναμε*

στη τάξη είδαμε ένα ηλεκτρομαγνήτη που είχε πολλές σπείρες και τραβούσε πάρα πολλές καρφίτσες. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έχει μεγαλύτερη δύναμη έλξης για αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».

Ποια μαθήτριά υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της, η Ανθή ή η Έφη και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## Παράρτημα 2 – Φύλλα Εργασίας

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

#### Επίδραση ηλεκτρικού ρεύματος σε μαγνήτες - Ηλεκτρομαγνήτες

##### Ατομικά στοιχεία

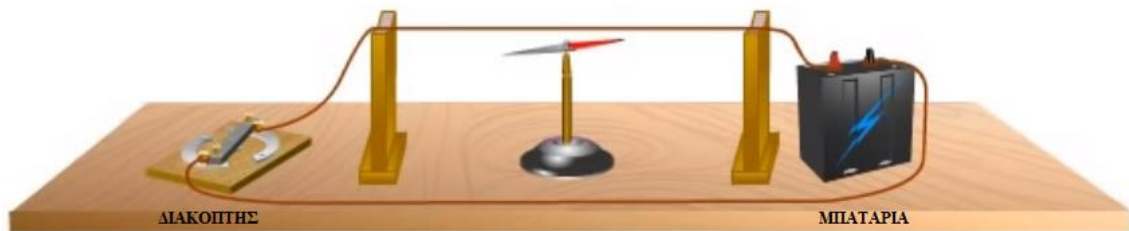
Όνομα:.....

Τάξη: .....

Σχολείο: .....

##### Δραστηριότητα 1η

Στην παρακάτω εικόνα βλέπεις ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, το καλώδιο του οποίου περνάει σχεδόν παράλληλα από μια μαγνητική βελόνα:



Τι πιστεύεις ότι θα συμβεί στην μαγνητική βελόνα αν κλείσω τον διακόπτη του κυκλώματος ώστε το καλώδιο να διαρρέεται από ρεύμα; Επίλεξε την πρόταση που θεωρείς σωστή:

- Η μαγνητική βελόνα θα κινηθεί.
- Η μαγνητική βελόνα δεν θα κινηθεί.

Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου:

.....

.....

.....

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

### **Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>**

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες.

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;

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

Ποιο ερώτημα έχετε να ερευνήσετε;

.....  
.....

### **Δραστηριότητα 3<sup>η</sup>**

*Σχεδίαση έρευνας*

Τι πρόκειται να ερευνήσετε;

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

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

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

## **Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>**

*Πραγματοποίηση έρευνας*

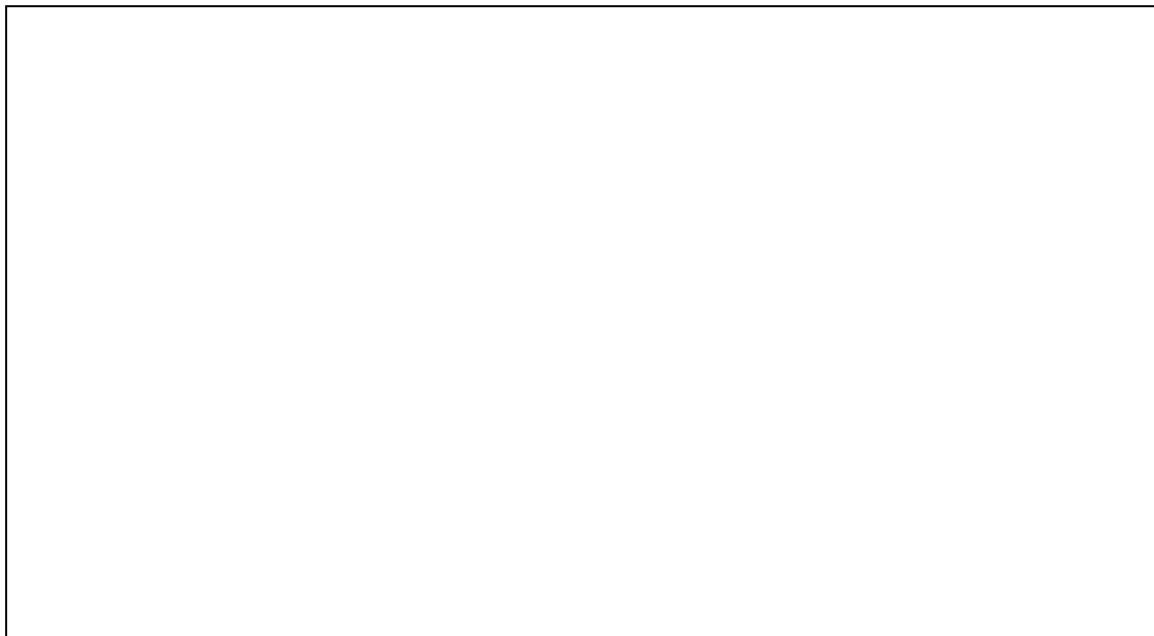
Τι θα χρειαστείτε;

.....  
.....

Τι θα κάνετε;

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

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη.



## **Δραστηριότητα 5<sup>η</sup>**

*Διαπιστώσεις έρευνας*

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

.....  
.....



Σύγκρινε την εξήγηση που έδωσες στην δραστηριότητα 5 με την εξήγηση του Oersted. Ποιες ομοιότητες και ποιες διαφορές διακρίνεις;

.....

.....

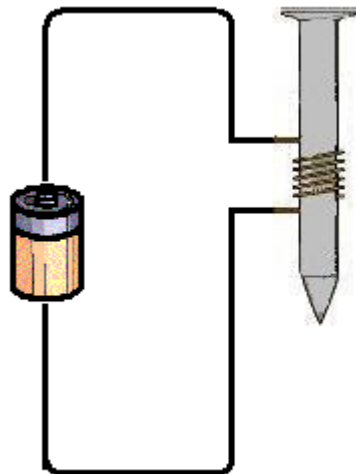
.....

.....

.....

### Δραστηριότητα 7<sup>η</sup>

Τύλιξε γύρω από ένα σιδερένιο καρφί ένα καλώδιο ώστε να δημιουργήσει σπείρες και σύνδεσε το με μια μπαταρία όπως βλέπεις στην παρακάτω φωτογραφία:



Έπειτα πλησίασε το καρφί σε μερικές μεταλλικές πινέζες.

Τι πιστεύεις ότι θα συμβεί; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## Δραστηριότητα 8<sup>η</sup>

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες.

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;

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

Ποιο ερώτημα έχετε να ερευνήσετε;

.....  
.....

## **Δραστηριότητα 9<sup>η</sup>**

### *Σχεδίαση 2<sup>ης</sup> έρευνας*

Τι πρόκειται να ερευνήσετε;

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

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

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

## **Δραστηριότητα 10<sup>η</sup>**

### *Πραγματοποίηση 2<sup>ης</sup> έρευνας*

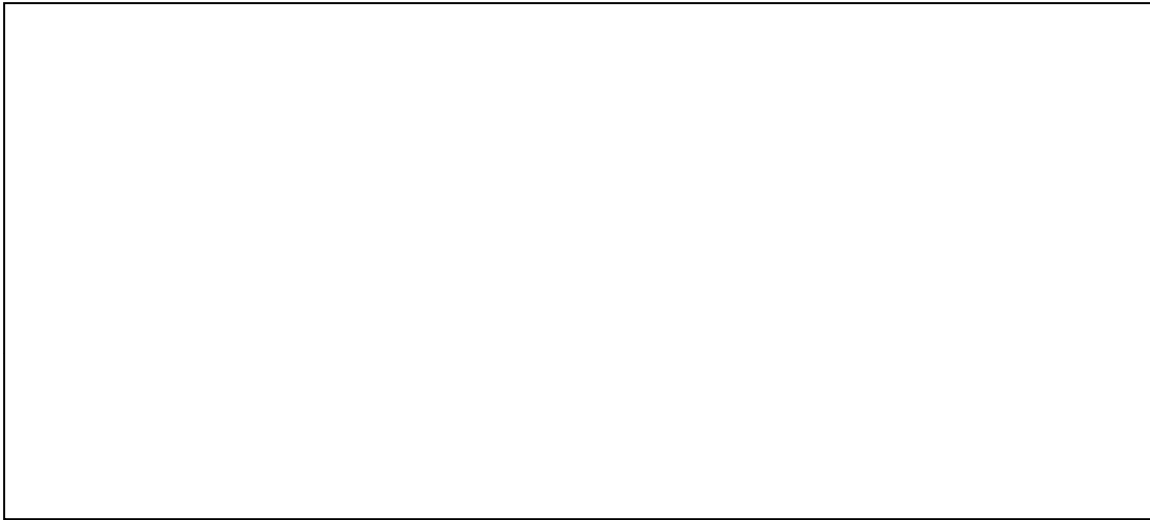
Τι θα χρειαστείτε;

.....  
.....

Τι θα κάνετε;

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

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:



*Διαπιστώσεις 2<sup>ης</sup> έρευνας*

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

.....

.....

.....

.....

Ήταν αυτό που περιμένατε;

.....

.....

.....

.....

Γράψε μια εξήγηση γι' αυτό που ερευνήσατε:

.....

.....

.....

.....

### **Δραστηριότητα 12<sup>η</sup>**

Απάντησε ξανά στην ερώτηση της 1<sup>ης</sup> δραστηριότητας:

Τι πιστεύεις ότι θα συμβεί στην μαγνητική βελόνα αν κλείσω τον διακόπτη του κυκλώματος ώστε το καλώδιο να διαρρέεται από ρεύμα;

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

Σύγκρινε την απάντηση που έδωσες στην αρχή με την απάντηση που έδωσες τώρα.

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

Τι σε δυσκόλεψε περισσότερο;

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

Τι ήταν αυτό που σε εμπόδιζε να καταλάβεις ότι όταν ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα αποκτά μαγνητικές ιδιότητες;

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

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2 (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ)

Παράγοντες που επηρεάζουν την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη

### Ατομικά στοιχεία

Όνομα:.....

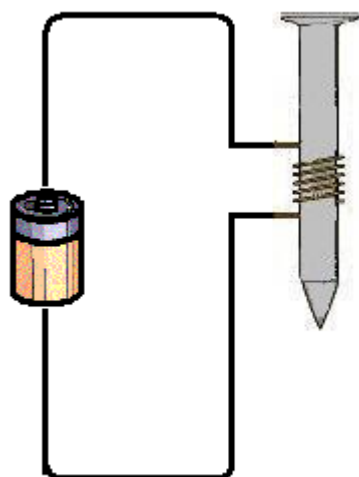
Τάξη: .....

Σχολείο: .....

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

#### Δραστηριότητα 1.1

Στην παρακάτω εικόνα βλέπεις έναν ηλεκτρομαγνήτη που αποτελείται από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί:



Πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;

Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου:

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

**Δραστηριότητα 1.2**

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες.

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 τώρα να ερευνήσεις;

Ερώτημα 1:

.....  
.....

Ερώτημα 2:

.....  
.....

Ερώτημα 3:

.....  
.....

### **Δραστηριότητα 1.3**

Η Ελένη θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με μία μπαταρία. Όμως, η Δήμητρα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει μια μπαταρία. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....

.....

.....

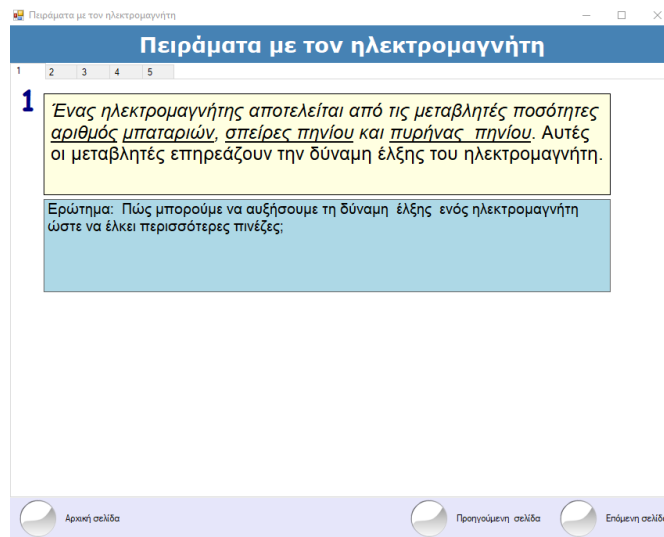
.....

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

### Δραστηριότητα 1.4

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».



Τι κάνουμε;

.....

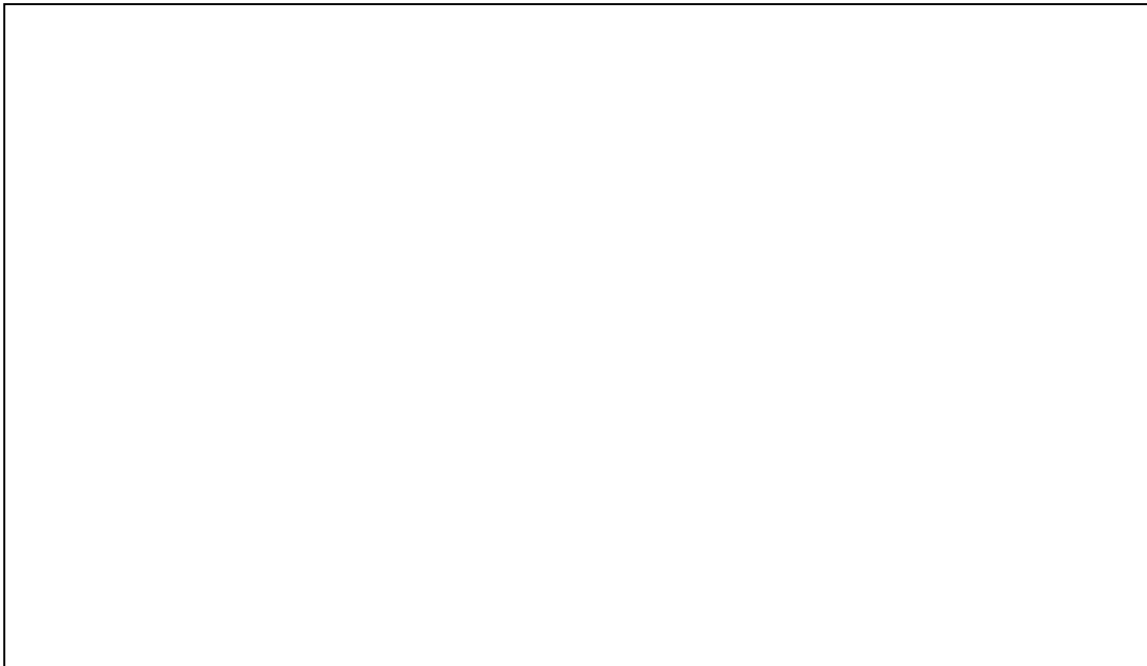
.....

.....

.....



Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:



Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται

### Δραστηριότητα 1.5

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;  
Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

.....

.....

.....

.....

Για να δώσουμε σωστή και ολοκληρωμένη απάντηση σε μια ερώτηση πρέπει να διατυπώσουμε ένα **επιχείρημα**. Τα συστατικά μέρη ενός επιχειρήματος είναι:

- **Ο ισχυρισμός:** είναι ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση.
- **Τα αποδεικτικά στοιχεία:** είναι τα επιστημονικά δεδομένα που στηρίζουν τον ισχυρισμό.
- **Ο συλλογισμός:** φανερώνει τον λόγο που τα αποδεικτικά στοιχεία υποστηρίζουν τον ισχυρισμό με χρήση επιστημονικών αρχών.

### Παράδειγμα επιχειρήματος από την καθημερινή ζωή:

**Ερώτηση:** Ποια ποδοσφαιρική ομάδα είναι η καλύτερη η Α ομάδα ή η Β ομάδα;

**Ισχυρισμός:** Καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α.

Δεν αρκεί όμως να γράψουμε ένα ισχυρισμό. Θα χρειαστεί να υποστηρίξουμε τον ισχυρισμό μας με αποδεικτικά στοιχεία. Για παράδειγμα θα ψάξουμε να βρούμε πόσα πρωταθλήματα έχει κατακτήσει κάθε ομάδα. Ας υποθέσουμε ότι η Α ομάδα έχει κατακτήσει 20 πρωταθλήματα και η Β ομάδα 16 πρωταθλήματα.

**Αποδεικτικά Στοιχεία:** Η Α ομάδα έχει κατακτήσει 20 πρωταθλήματα και η Β ομάδα 16 πρωταθλήματα. Δηλαδή, η ομάδα Α έχει κατακτήσει περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με την ομάδα Β.

Όμως, δεν αρκεί να γράψουμε αποδεικτικά στοιχεία. Θα χρειαστεί να επικαλεστούμε μια ευρύτερα αποδεκτή πρόταση και με βάση αυτή να συνδέσουμε τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό. Με αυτό τον τρόπο θα διαμορφώσουμε ένα συλλογισμό.

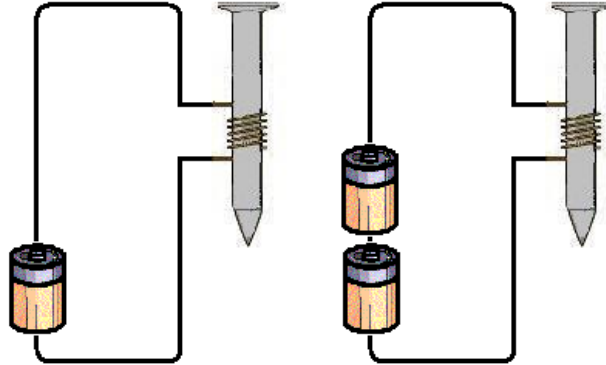
**Συλλογισμός:** Για να θεωρείται μια ομάδα η καλύτερη πρέπει να έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα. Επειδή η Α ομάδα έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με τη Β ομάδα άρα καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α.

Το **επιχείρημα** λοιπόν είναι το παρακάτω:

Καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α. Η ομάδα Α έχει κατακτήσει 20 πρωταθλήματα και η Β ομάδα 16 πρωταθλήματα. Δηλαδή, η ομάδα Α έχει κατακτήσει περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με την ομάδα Β. Για να θεωρείται μια ομάδα η καλύτερη πρέπει να έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα. Επειδή η Α ομάδα έχει κατακτήσει τα περισσότερα πρωταθλήματα σε σχέση με τη Β ομάδα άρα καλύτερη ποδοσφαιρική ομάδα είναι η Α.

### Δραστηριότητα 1.6

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες. Γράψε με τον ίδιο τρόπο όπως στο παραπάνω παράδειγμα ένα επιχείρημα για την παρακάτω ερώτηση.



**Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;**

**Ισχυρισμός:**

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

**Αποδεικτικά στοιχεία:**

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

**Συλλογισμός:**

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

### Δραστηριότητα 1.7

Ας αξιολογήσουμε μαζί το επιχείρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι ο ηλεκτρομαγνήτης με μια μπαταρία έλκει 7 πινέζες ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με δύο μπαταρίες έλκει 11 πινέζες;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό των πινεζών που έλκει και επειδή όταν αυξάνεται ο αριθμός των μπαταριών αυξάνεται και ο αριθμός των πινεζών που μπορεί να έλξει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.

- Ναι
- Όχι

Έκανες κάποιο λάθος;

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

Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

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

Ξαναγράψε το επιχείρημά σου για την 6<sup>η</sup> δραστηριότητα:

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

### **Δραστηριότητα 1.8**

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες χρησιμοποιώντας κάθε φορά διαφορετικό αριθμό μπαταριών έχοντας τον ίδιο αριθμό σπειρών και το ίδιο υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

**Τι επηρεάζει την δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

Ο Βασίλης χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή του.

Ηλεκτρομαγνήτης	Αριθμός μπαταριών	Δύναμη έλξης ηλεκτρομαγνήτη
A	5	πολύ μεγάλη
B	4	Μεγάλη
Γ	3	Μέτρια
Δ	2	Μικρή
E	1	πολύ μικρή

Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 1). Στον ηλεκτρομαγνήτη A, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή (πρόταση 2). Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 1:** Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Βασίλη;

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

**Ερώτηση 2:** Ποια πρόταση περιλαμβάνει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψή του;

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

**Ερώτηση 3:** Ποια πρόταση στο επιχειρήμα του Βασίλη είναι ο συλλογισμός;

- Η πρόταση 1
- Η πρόταση 2

- Η πρόταση 3

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

- Η δύναμη έλξης ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι πολύ μεγάλη.
- Ο αριθμός μπαταριών ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 3 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη.
- Ο αριθμός των μπαταριών ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 4 και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη.
- Ο αριθμός των μπαταριών ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι ο μεγαλύτερος από τον αριθμό των μπαταριών όλων των άλλων ηλεκτρομαγνητών, ίσος με 5.

**Ερώτηση 5:** Ο Βασίλης λέει ότι όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Έπειτα, θέλει να προσθέσει το ακόλουθο στοιχείο για να ισχυροποιήσει την άποψή του:

*«Ο αριθμός των μπαταριών ενός άλλου ηλεκτρομαγνήτη είναι 2 και η δύναμη έλξης του είναι μεγάλη».*

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, διότι είναι άσχετο με την άποψη του Βασίλη.
- αδύναμο, διότι υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη του Βασίλη.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη του Βασίλη.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει την άποψη του Βασίλη.

**Ερώτηση 6:** Η Δήμητρα είναι συμμαθήτρια του Βασίλη. Ο δάσκαλος της τάξης τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά τους.



Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Το κείμενο της Δήμητρας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Ένας μεγάλος επιστήμονας είπε ότι αν συνδέσουμε έναν ηλεκτρομαγνήτη με μεγάλο αριθμό μπαταριών τότε η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη ήταν μεγάλη. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό μπαταριών».*

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Βασίλης ή η Δήμητρα και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Ερώτηση 7:** Η Γιάννα είναι επίσης συμμαθήτρια του Βασίλη. Ο δάσκαλος της τάξης τους ζήτησε να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο του Βασίλη:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή. Αυτό είναι ένα καλό παράδειγμα που αποδεικνύει ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Το κείμενο της Γιάννας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών και μάλιστα όταν ο αριθμός των μπαταριών είναι μεγάλος, είναι μεγάλη και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. . Στον ηλεκτρομαγνήτη Α, ο αριθμός των μπαταριών είναι 5 και η δύναμη έλξης του είναι πολύ μεγάλη ενώ στον ηλεκτρομαγνήτη Δ ο αριθμός των μπαταριών είναι 2 και η δύναμη έλξης του μικρή. Επειδή όταν μικραίνει ο αριθμός των μπαταριών τότε μικραίνει και η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, άρα η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των μπαταριών».*

Ποιος μαθητής υποστηρίζει καλύτερα την άποψή του, ο Βασίλης ή η Γιάννα και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2

### Δραστηριότητα 2.1

Η Ευαγγελία θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν τυλίξει περισσότερες φορές το καλώδιο γύρω από το σιδερένιο καρφί, δημιουργώντας έτσι περισσότερες σπείρες, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με λιγότερες σπείρες. Όμως, η Μαργαρίτα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές σπείρες γύρω από το καλώδιο θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει λιγότερες σπείρες. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

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

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

## Δραστηριότητα 2.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 2 3 4 5

**1** Ένας ηλεκτρομαγνήτης αποτελείται από τις μεταβλητές ποσότητες αριθμός μπαταριών, σπείρες πηνίου και πυρήνας πηνίου. Αυτές οι μεταβλητές επηρεάζουν την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.

Ερώτημα: Πώς μπορούμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;

Αρχική σελίδα Προηγούμενη σελίδα Επόμενη σελίδα

Τι κάνουμε;

.....

.....

.....

.....

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:



Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται

### Δραστηριότητα 2.3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

.....

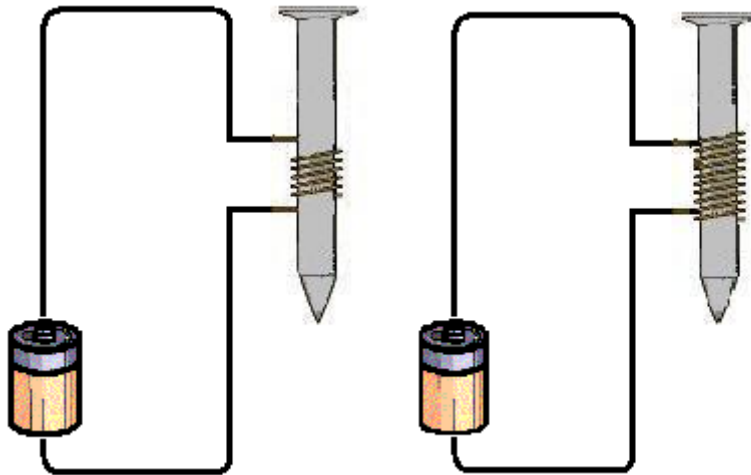
.....

.....

.....

## Δραστηριότητα 2.4

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες:



Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

Ισχυρισμός:

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

Αποδεικτικά στοιχεία:

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

Συλλογισμός:

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

## Δραστηριότητα 2.5

Αξιολόγησε το επιχείρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι ο ηλεκτρομαγνήτης με πέντε σπείρες έλκει 7 πινέζες ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με δέκα σπείρες έλκει 14 πινέζες;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό των πινεζών που έλκει και επειδή όταν αυξάνεται ο αριθμός των σπειρών αυξάνεται και ο αριθμός των πινεζών που μπορεί να έλξει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

- Ναι
- Όχι

Έκανες κάποιο λάθος;

.....  
.....

Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

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

Ξαναγράψε το επιχειρήμά σου για την 4<sup>η</sup> δραστηριότητα:

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

### Δραστηριότητα 2.6

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες δημιουργώντας κάθε φορά με το καλώδιο διαφορετικό αριθμό σπειρών γύρω από το σιδερένιο καρφί, έχοντας την ίδια μπαταρία και το ίδιο υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

**Τι επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;**

Η Χρύσα χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή της.

Ηλεκτρομαγνήτης	Αριθμός σπειρών γύρω από το καρφί	Αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης
A	25	32
B	20	26
Γ	15	20
Δ	10	14
E	5	7



Το κείμενο της Χρύσας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος (πρόταση 1). Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32 (πρόταση 2). Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 1:** Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό της Χρύσας;

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

**Ερώτηση 2:** Ποια πρόταση περιλαμβάνει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψή της;

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

**Ερώτηση 3:** Ποια πρόταση στο επιχειρήμα της Χρύσας είναι ο συλλογισμός;

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

**Ερώτηση 4:** Η Χρύσα σκέφτεται να προσθέσει επιπλέον στοιχεία για να υποστηρίξει περισσότερο την άποψή της. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της;

- Ο αριθμός πινεζών που έλκει ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος.
- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 20 σπείρες και ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 26.

- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες και ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 26.
- Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 10 σπείρες και ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 26.

**Ερώτηση 5:** Η Χρύσα λέει ότι στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι ο μεγαλύτερος. Έπειτα, θέλει να προσθέσει το ακόλουθο στοιχείο για να ισχυροποιήσει την άποψή της:

*«Ένας άλλος ηλεκτρομαγνήτης έχει 30 σπείρες και ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 38».*

Αυτό το στοιχείο είναι:

- αδύναμο, διότι είναι άσχετο με την άποψη της Χρύσας.
- αδύναμο, διότι υποστηρίζει το αντίθετο από την άποψη της Χρύσας.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει μια άποψη διαφορετική από την άποψη της Χρύσας.
- ισχυρό, διότι υποστηρίζει την άποψη της Χρύσας.

**Ερώτηση 6:** Η Σοφία είναι συμμαθήτρια της Χρύσας. Ο δάσκαλος της τάξης ζήτησε από τις συμμαθήτριες να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο της Χρύσας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Το κείμενο της Σοφίας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Αυτό το γνωρίζω γιατί σε ένα πείραμα που κάναμε στη τάξη είδαμε ένα ηλεκτρομαγνήτη που είχε πολλές σπείρες και τραβούσε πάρα πολλές πινέζες. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Ποια μαθήτρια υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της, η Χρύσα ή η Σοφία και γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Ερώτηση 7:** Η Τζένη είναι επίσης συμμαθήτρια του Χρύσας. Ο δάσκαλος της τάξης ζήτησε από τις συμμαθήτριες να συγκρίνουν τα κείμενά τους.

Το κείμενο της Χρύσας:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32. Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει περισσότερες σπείρες έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών, γι' αυτό ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη».*

Το κείμενο της Τζένης:

*«Την επηρεάζει ο αριθμός των σπειρών και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με τις περισσότερες σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος. Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 5 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει 25 σπείρες, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 32. Η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με τον αριθμό των πινεζών που έλκει και επειδή όταν μικραίνει ο αριθμός των σπειρών τότε μικραίνει και ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη επηρεάζεται από τον αριθμό των σπειρών του».*

Ποια μαθήτρια υποστηρίζει καλύτερα την άποψή της, η Χρύσα ή η Τζένη και γιατί;

.....

.....

.....

.....

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3

#### Δραστηριότητα 3.1

Ο Αντώνης θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν αντικαταστήσει το σιδερένιο καρφί με ένα άλλο καρφί από διαφορετικό υλικό, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με σιδερένιο καρφί. Όμως, ο Διονύσης θεωρεί ότι ο ηλεκτρομαγνήτης είναι το ίδιο ισχυρός ανεξαρτήτως από το υλικό καρφιού. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

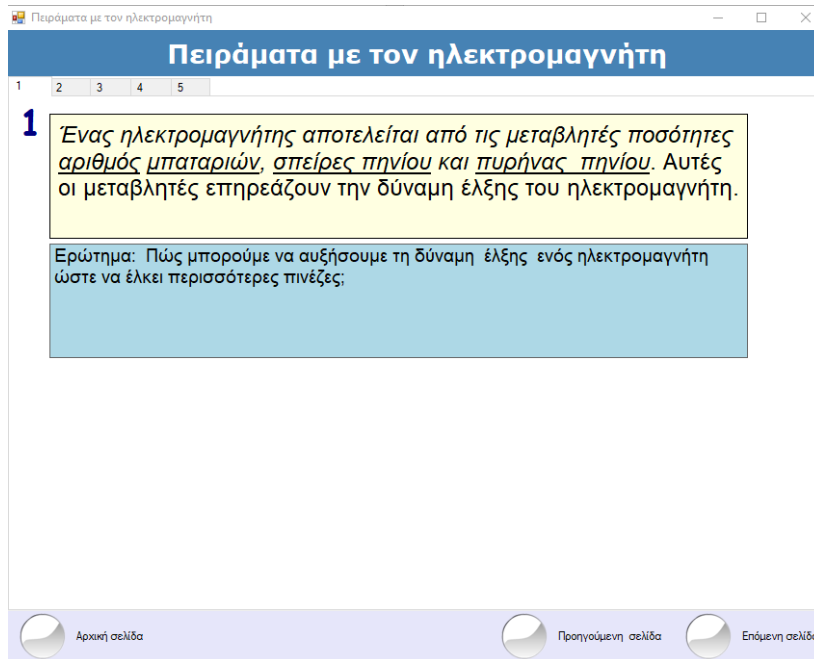
.....  
.....  
.....  
.....

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

<b>Τι θα αλλάξουμε;</b>	<b>Τι θα κρατήσουμε σταθερό;</b>	<b>Τι θα μετρήσουμε;</b>

### Δραστηριότητα 3.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».



Τι κάνουμε;

.....

.....

.....

.....

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:

Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται

### Δραστηριότητα 3.3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

.....

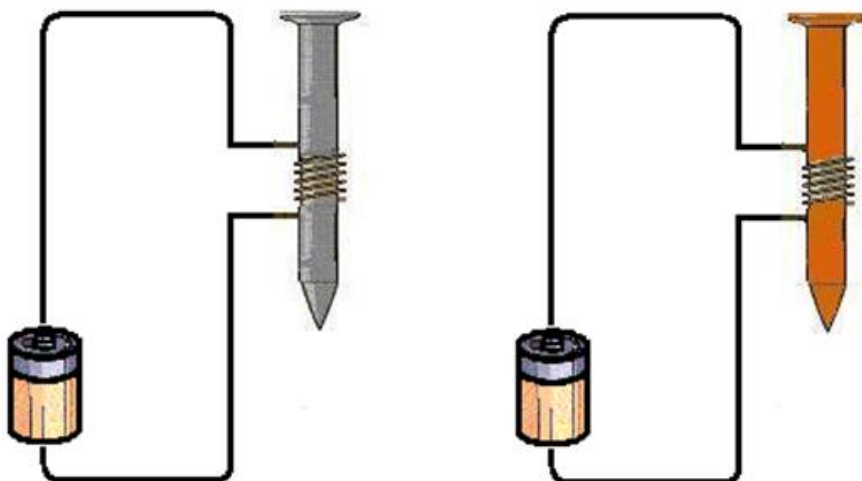
.....

.....

.....

### Δραστηριότητα 3.4

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε δυο ηλεκτρομαγνήτες. Στον πρώτο ηλεκτρομαγνήτη το καρφί είναι από σίδηρο ενώ στο δεύτερο από χαλκό.



**Το υλικό του καρφίου επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

**Ισχυρισμός:**

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

**Αποδεικτικά στοιχεία:**

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

**Συλλογισμός:**

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

**Δραστηριότητα 3.5**

Αξιολόγησε το επιχείρημα που έγραψες στην προηγούμενη δραστηριότητα τσεκάροντας το αντίστοιχο κουτάκι:

Έγραψες ισχυρισμό;

- Ναι
- Όχι

Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι το υλικό του καρφίου επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;

- Ναι
- Όχι

Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;

Ναι

Όχι

Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι ο ηλεκτρομαγνήτης με καρφί από σίδηρο έλκει 7 πινέζες ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με καρφί από χαλκό δεν έλκει καμία πινέζα;

Ναι

Όχι

Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;

Ναι

Όχι

Ανέφερες στον συλλογισμό σου ότι η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη συνδέεται με το υλικό του καρφιού και επειδή όταν χρησιμοποιώ καρφί από διαφορετικό υλικό αλλάζει ο αριθμός των πινεζών που μπορεί να έλξει ο ηλεκτρομαγνήτης, άρα το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

Ναι

Όχι

Έκανες κάποιο λάθος;

.....  
.....

Αν ναι, που νομίζεις ότι έκανες;

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



Ξαναγράψε το επιχειρήμά σου για την 4<sup>η</sup> δραστηριότητα:

.....

.....

.....

.....

### Δραστηριότητα 3.6

Ο δάσκαλος της τάξης κατασκεύασε πέντε ηλεκτρομαγνήτες χρησιμοποιώντας κάθε φορά ίδιο αριθμό μπαταριών έχοντας τον ίδιο αριθμό σπειρών και διαφορετικό υλικό καρφιού. Έπειτα, ζήτησε από τους μαθητές του να απαντήσουν στην παρακάτω ερώτηση και να την αιτιολογήσουν:

**Τι επηρεάζει την δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη;**

Ο Πέτρος χρησιμοποίησε τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα για να καταγράψει την άποψή του.

Ηλεκτρομαγνήτης	Υλικό καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης
A	σίδηρος	22
B	νικέλιο	18
Γ	αλουμίνιο	14
Δ	άργυρος	11
E	χρυσός	7

Το κείμενο του Πέτρου:

*«Την επηρεάζει το υλικό του καρφιού και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με σιδερένιο καρφί, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος (πρόταση 1). Όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει χρυσό καρφί, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 7 ενώ όταν ο ηλεκτρομαγνήτης έχει σιδερένιο καρφί, ο αριθμός πινεζών που έλκει είναι 22 (πρόταση 2). Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει σιδερένιο καρφί έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών σε σχέση με ηλεκτρομαγνήτες που έχουν καρφί από διαφορετικά υλικά, γι' αυτό το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 1:** Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Πέτρου;

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

**Ερώτηση 2:** Ποια πρόταση περιλαμβάνει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψή του;

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

**Ερώτηση 3:** Ποια πρόταση στο επιχειρήμα του Πέτρου είναι ο συλλογισμός;

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

**Ερώτηση 4:** Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχειρήμα του Πέτρου με βάση τον παρακάτω πίνακα:

Συστατικά	Επίπεδα		
	0	1	2
<b>Ισχυρισμός</b>	Δεν υπάρχει ισχυρισμός ή είναι λάθος.	Υπάρχει ισχυρισμός αλλά δεν είναι ολοκληρωμένος.	Υπάρχει σωστός και ολοκληρωμένος ισχυρισμός.
<b>Αποδεικτικά στοιχεία</b>	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία ή είναι λάθος.	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αλλά δεν είναι ολοκληρωμένα.	Υπάρχουν σωστά και επαρκή αποδεικτικά στοιχεία.
<b>Συλλογισμός</b>	Δεν υπάρχει συλλογισμός ή ο συλλογισμός δεν συνδέει	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχει συλλογισμός που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία

	τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό.	με τον συλλογισμό αλλά όχι με επαρκή τρόπο.	με τον συλλογισμό με επαρκή τρόπο.
--	---	---	------------------------------------

Ο ισχυρισμός του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Ο συλλογισμός του Πέτρου είναι επιπέδου.....

Ο Τάσος, συμμαθητής του Πέτρου, βασίστηκε στον ίδιο πίνακα για να καταγράψει το δικό του επιχείρημα:

Το κείμενο του Τάσου:

*«Την επηρεάζει το υλικό του καρφιού και μάλιστα στον ηλεκτρομαγνήτη με σιδερένιο καρφί, ο αριθμός πινεζών που έλκει ο ηλεκτρομαγνήτης είναι μεγάλος (πρόταση 1). Αυτό το γνωρίζω γιατί σε ένα πείραμα που κάναμε στη τάξη είδαμε ένα ηλεκτρομαγνήτη που είχε καρφί από άργυρο και τραβούσε πάρα πολλές πινέζες (πρόταση 2). Επειδή ο ηλεκτρομαγνήτης που έχει σιδερένιο καρφί έλκει μεγάλο αριθμό πινεζών σε σχέση με ηλεκτρομαγνήτες που έχουν καρφί από διαφορετικά υλικά, γι' αυτό το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη του ηλεκτρομαγνήτη (πρόταση 3)».*

**Ερώτηση 5:** Ποια πρόταση αποτελεί τον ισχυρισμό του Τάσου;

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

**Ερώτηση 6:** Ποια πρόταση περιλαμβάνει δεδομένα που υποστηρίζουν την άποψή του;

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

**Ερώτηση 7:** Ποια πρόταση στο επιχείρημα του Τάσου είναι ο συλλογισμός;

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

**Ερώτηση 8:** Προσπάθησε να αξιολογήσεις το επιχείρημα του Τάσου με τον ίδιο τρόπο που αξιολόγησες και το επιχείρημα του Πέτρου:

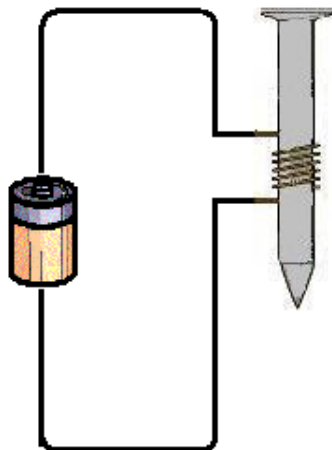
Ο ισχυρισμός του Τάσου είναι επιπέδου.....

Τα αποδεικτικά στοιχεία του Τάσου είναι επιπέδου.....

Ο Συλλογισμός του Τάσου είναι επιπέδου.....

**Δραστηριότητα 3.7**

Στην παρακάτω εικόνα βλέπεις έναν ηλεκτρομαγνήτη που αποτελείται από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί:



Στη δραστηριότητα 1 του προβλήματος 1 και συγκεκριμένα στην παρακάτω ερώτηση ποια απάντηση είχες προτείνει τότε;

**Πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;**

.....

.....

.....

.....  
.....

Πως είχες δικαιολογήσει τότε την απάντησή σου;

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

Πως κρίνεις την αιτιολόγηση της απάντησης που είχες προτείνει;

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

Ποια απάντηση μπορείς να προτείνεις τώρα;

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

Πως μπορείς να δικαιολογήσει τώρα την απάντησή σου;

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

Σύγκρινε τις δύο παραπάνω αιτιολογήσεις. Ποιες ομοιότητες και ποιες διαφορές έχουν;

.....

.....

.....

.....

.....

Ποια αιτιολόγηση είναι πιο τεκμηριωμένη; Γιατί;

.....

.....

.....

.....

.....

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2 (ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ)

Παράγοντες που επηρεάζουν την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη

### Ατομικά στοιχεία

Όνομα:.....

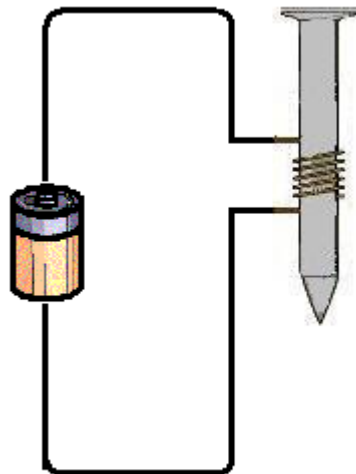
Τάξη: .....

Σχολείο: .....

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1

#### Δραστηριότητα 1.1

Στην παρακάτω εικόνα βλέπεις έναν ηλεκτρομαγνήτη που αποτελείται από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί:



Πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;

Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου:

.....  
.....

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

**Δραστηριότητα 1.2**

Συζήτησε με τους συμμαθητές της ομάδας σου την απάντηση που έδωσες.

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 τώρα να ερευνήσεις;

Ερώτημα 1:

.....

.....

Ερώτημα 2:

.....

.....

Ερώτημα 3:

.....

.....

### **Δραστηριότητα 1.3**

Η Ελένη θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με μία μπαταρία. Όμως, η Δήμητρα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές μπαταρίες θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει μια μπαταρία. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....

.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

.....

.....

.....

.....

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

.....

.....

.....

.....

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

### Δραστηριότητα 1.4

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 Ένας ηλεκτρομαγνήτης αποτελείται από τις μεταβλητές ποσότητες αριθμός μπαταριών, σπείρες πηνίου και πυρήνας πηνίου. Αυτές οι μεταβλητές επηρεάζουν την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.

Ερώτημα: Πώς μπορούμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;

Αρχική σελίδα Προηγούμενη σελίδα Επόμενη σελίδα

Τι κάνουμε;

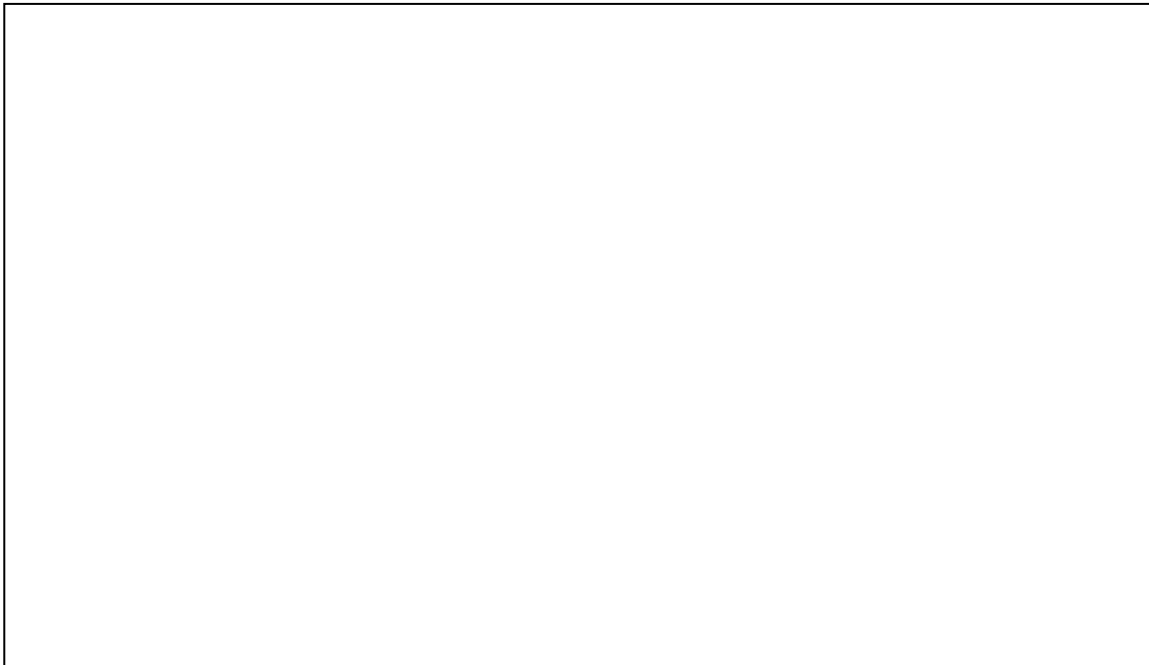
.....

.....

.....

.....

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:



Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

<b>Αριθμός μπαταριών</b>	<b>Σπείρες πηνίου</b>	<b>Υλικό του καρφιού</b>	<b>Αριθμός πινεζών που έλκονται</b>

### **Δραστηριότητα 1.5**

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Ο αριθμός των μπαταριών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;  
Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

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

## ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2

### Δραστηριότητα 2.1

Η Ευαγγελία θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν τυλίξει περισσότερες φορές το καλώδιο γύρω από το σιδερένιο καρφί, δημιουργώντας έτσι περισσότερες σπείρες, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με λιγότερες σπείρες. Όμως, η Μαργαρίτα θεωρεί ότι ένας ηλεκτρομαγνήτης με πολλές σπείρες γύρω από το καλώδιο θα είναι το ίδιο ισχυρός με ένα ηλεκτρομαγνήτη που έχει λιγότερες σπείρες. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

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

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα για την έρευνα που έχουν να κάνουν:

Τι θα αλλάξουμε;	Τι θα κρατήσουμε σταθερό;	Τι θα μετρήσουμε;

## Δραστηριότητα 2.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».

Πειράματα με τον ηλεκτρομαγνήτη

1 2 3 4 5

**1** Ένας ηλεκτρομαγνήτης αποτελείται από τις μεταβλητές ποσότητες αριθμός μπαταριών, σπείρες πηνίου και πυρήνας πηνίου. Αυτές οι μεταβλητές επηρεάζουν την δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη.

Ερώτημα: Πώς μπορούμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;

Αρχική σελίδα Προηγούμενη σελίδα Επόμενη σελίδα

Τι κάνουμε;

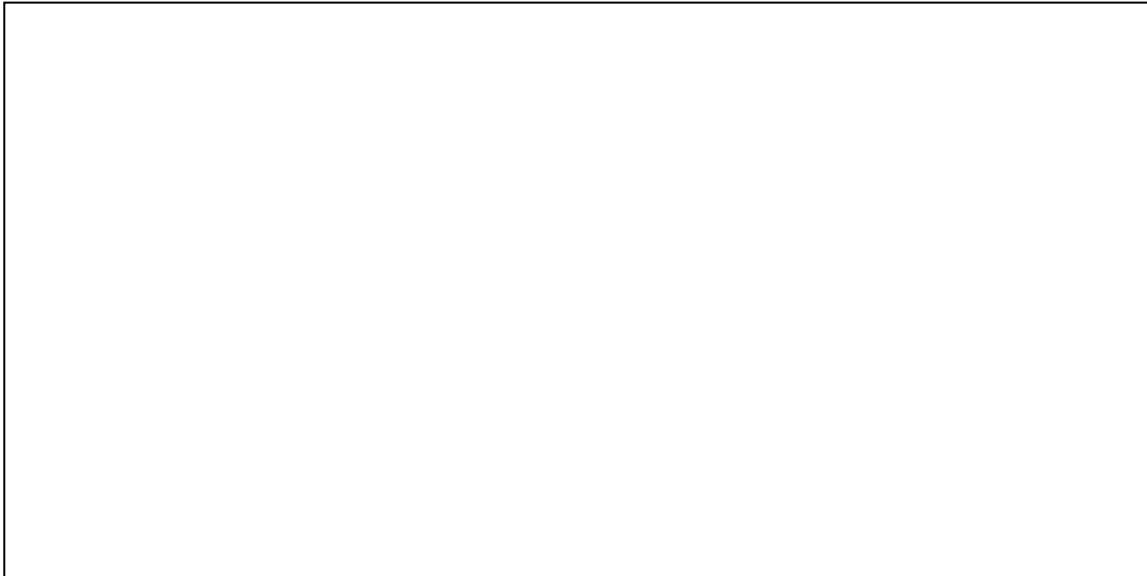
.....

.....

.....

.....

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:



Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται

### Δραστηριότητα 2.3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Ο αριθμός των σπειρών του καλωδίου γύρω από σιδερένιο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

.....

.....

.....

.....

### ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3

#### Δραστηριότητα 3.1

Ο Αντώνης θέλει να μάθει πως μπορεί να κάνει έναν ηλεκτρομαγνήτη πιο ισχυρό. Θεωρεί ότι αν αντικαταστήσει το σιδερένιο καρφί με ένα άλλο καρφί από διαφορετικό υλικό, ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλξει περισσότερες πινέζες σε σχέση με έναν ηλεκτρομαγνήτη με σιδερένιο καρφί. Όμως, ο Διονύσης θεωρεί ότι ο ηλεκτρομαγνήτης είναι το ίδιο ισχυρός ανεξαρτήτως από το υλικό καρφιού. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να διερευνήσουν;

.....  
.....

Ποια είναι η δική σου άποψη;

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

Γιατί το πιστεύεις αυτό;

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

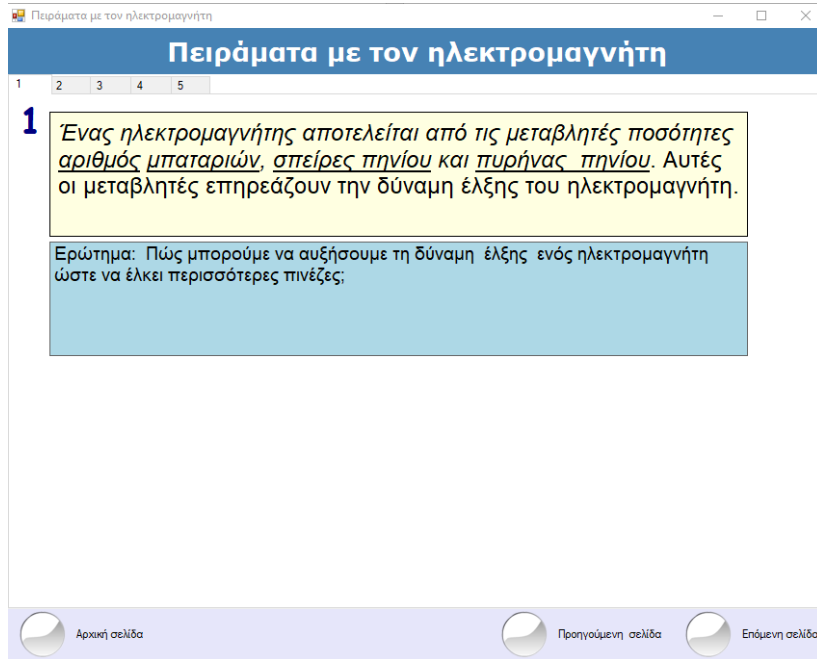
Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

<b>Τι θα αλλάξουμε;</b>	<b>Τι θα κρατήσουμε σταθερό;</b>	<b>Τι θα μετρήσουμε;</b>



### Δραστηριότητα 3.2

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα εργαστείς με τους συμμαθητές της ομάδας σου στον υπολογιστή, με το λογισμικό «Μαθαίνω να κάνω πειράματα».



Τι κάνουμε;

.....

.....

.....

.....

Στο παρακάτω πλαίσιο προσπάθησε να ζωγραφίσεις την πειραματική διάταξη:

Τι βρήκαμε; Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα:

Αριθμός μπαταριών	Σπείρες πηνίου	Υλικό του καρφιού	Αριθμός πινεζών που έλκονται

### Δραστηριότητα 3.3

Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε; Απαντήστε στην παρακάτω ερώτηση:

**Το υλικό του καρφιού επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.**

.....

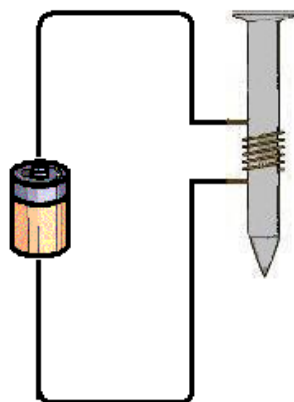
.....

.....

.....

### Δραστηριότητα 3.4

Στην παρακάτω εικόνα βλέπεις έναν ηλεκτρομαγνήτη που αποτελείται από μια μπαταρία, καλώδιο και ένα σιδερένιο καρφί:



Στη δραστηριότητα 1 του προβλήματος 1 και συγκεκριμένα στην παρακάτω ερώτηση ποια απάντηση είχες προτείνει τότε;

**Πως θα μπορούσαμε να αυξήσουμε τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη ώστε να έλκει περισσότερες πινέζες;**

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

Ποια απάντηση μπορείς να προτείνεις τώρα;

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

Σύγκρινε τις δύο παραπάνω απαντήσεις. Ποιες ομοιότητες και ποιες διαφορές έχουν;

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