



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για το φως και μελέτη της συμβολής του στα
επιχειρήματα των μαθητών»**

Σιδέρη Ευαγγελία

A.M. 411/2015189

Επιβλέπων καθηγητής: Σκουμιός Μιχαήλ

Ρόδος, Ιούνιος 2019

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τελευταίο έτος των σπουδών μου στο Παιδαγωγικό Τμήμα Παιδαγωγικής Εκπαίδευσης της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιού Μιχαήλ. Από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλα τα άτομα που συνέβαλαν είτε άμεσα είτε έμμεσα στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Αρχικά, οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου και επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής μου εργασίας κ. Σκουμιό Μιχαήλ, που δέχτηκε και με εμπιστεύτηκε να εκπονήσω μαζί του την πτυχιακή μου εργασία. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την πολύτιμη καθοδήγησή του, καθώς και για την υψηλή επιστημονική γνώση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια των προπτυχιακών σπουδών μου, η οποία θα με συνοδεύει και στην υπόλοιπη ακαδημαϊκή και επαγγελματική μου πορεία.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές και όλες τις καθηγήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, για όλες τις γνώσεις που μου πρόσφεραν στα χρόνια των σπουδών μου, κάποιες από τις οποίες με βοήθησαν και στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους διευθυντές των σχολείων και στους εκπαιδευτικούς των τάξεων, που διαμοιράστηκε το ερωτηματολόγιο για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Ευχαριστώ επίσης πολύ τους μαθητές και τις μαθήτριες των τάξεων, που με ιδιαίτερη προθυμία δέχτηκαν να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια.

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

Περίληψη

Η συγκρότηση τεκμηριωμένων επιχειρημάτων αποτελεί βασικό στόχο της εκπαίδευσης των μαθητών και των μαθητριών στις Φυσικές Επιστήμες. Όμως, η έρευνα που μελετά την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών του δημοτικού σχολείου είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές. Ειδικότερα, η εργασία εστιάζεται στη διερεύνηση της δομής, του περιεχομένου και των γλωσσικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Επίσης, η εργασία σκοπεύει στην ανάπτυξη νέου εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Το δείγμα της έρευνας αποτελέσαν 183 απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε για τις ανάγκες της έρευνας. Αυτό περιλάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν στη διάδοση του φωτός και τις σκιές. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες. Η ανάλυση των απαντήσεων (επιχειρημάτων) των μαθητών και των μαθητριών πραγματοποιήθηκε με κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων που αξιολογούν σε επίπεδα τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι τα επιχειρήματα των περισσότερων μαθητών και μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές ήταν χαμηλής ποιότητας. Στην εργασία σχολιάζονται τα ευρήματα, ενώ προτείνεται και εκπαιδευτικό υλικό για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Στο τέλος παρουσιάζονται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Λέξεις κλειδιά: γραπτά επιχειρήματα, διάδοση φωτός, σκιές, μάθηση Φυσικών Επιστημών, δημοτικό σχολείο, εκπαιδευτικό υλικό.

Abstract

Establishing substantiated arguments is a key objective of educating students in Science. However, research that studies the quality of students' arguments is particularly limited. The purpose of this work is to study the quality of the written

arguments of pupils of Elementary School for the propagation of light and shadows. In particular, the work focuses on investigating the structure, content and linguistic elements of students' arguments. Also, the work aims at developing new educational material to improve the quality of students' arguments. The survey sample consisted of 183 responses of primary school pupils. For the collection of the data a written questionnaire was used for research purposes. This included questions about the spread of light and shadows. The questionnaire was completed by the pupils. The analysis of pupils' answers (arguments) was carried out with scales of graded criteria that assess the structure, content and language elements of students' arguments. The analysis of the data revealed that the arguments of most students for the propagation of light and shadows were of poor quality. In the paper, the findings are commented on, and educational material is proposed to improve the quality of students' arguments. Finally, proposals for further research are presented.

Keywords: written arguments, propagation of light, shadows, science learning, elementary school, educational material.

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 Οριοθέτηση του θέματος.....	6
1.2 Αναγκαιότητα της εργασίας.....	6
1.3 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα.....	7
1.4 Σημασία της εργασίας.....	8
1.5 Δομή της εργασίας.....	8
1.6 Ανακεφαλαίωση.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	10
2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2 Η εννοιολογική περιοχή τους φωτός.....	10
2.2 Εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	11
2.3. Επιχειρήματα μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	21
2.3.1. Συστατικά στοιχεία επιχειρημάτων μαθητών.....	21
2.4. Η ποιότητα των επιχειρημάτων μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες.....	23
2.5 Ανακεφαλαίωση.....	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	26
3.1 Εισαγωγή.....	26
3.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το φως.....	26
3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων που επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών σχετικά με το φως.....	32
3.4. Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων που σχετίζονται με τα επιχειρήματα των μαθητών και μαθητριών.....	39
3.5. Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας.....	40
3.6. Ανακεφαλαίωση.....	41
4.1. Εισαγωγή.....	42
4.2. Συμμετέχοντες.....	42
4.3. Ερευνητική διαδικασία.....	42
4.4. Το ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων.....	43
4.6. Συλλογή δεδομένων.....	46
4.7. Ανάλυση δεδομένων.....	46
4.8. Ανακεφαλαίωση.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	51
5.1 Εισαγωγή.....	51

5.2 Η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών που αφορούν τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιάων.....	51
5.2.1 Η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών	51
5.2.2 Το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών	53
5.2.3 Τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών	55
5.3 Ανακεφαλαίωση	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	57
6.1 Εισαγωγή	57
6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους.....	57
6.3 Περιορισμοί της έρευνας	58
6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	59
6.5 Ανακεφαλαίωση	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	60
7.1 Εισαγωγή	60
7.2 Σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού	60
7.3 Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού.....	61
7.4 Ανακεφαλαίωση	63
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	64
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	71
Ερωτηματολόγιο	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β	76
Το νέο εκπαιδευτικό υλικό.....	76
Θεωρία για επιχειρήματα	90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Οριοθέτηση του θέματος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για το φως και μελέτη της συμβολής του στα επιχειρήματα των μαθητών», εκπονήθηκε στο ευρύτερο πλαίσιο των ερευνών που εξετάζουν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με διάφορες έννοιες των φυσικών επιστημών. Ειδικότερα, η παρούσα αυτή εργασία μελετά την ποιότητα των επιχειρημάτων, που παράγουν οι μαθητές και οι μαθήτριες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές.

Παράλληλα προτείνεται εκπαιδευτικό υλικό, η δημιουργία του οποίου στηρίζεται στο μοντέλο 5E και την εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών .

1.2 Αναγκαιότητα της εργασίας

Τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί διεθνώς η σπουδαιότητα της ανάπτυξης επιστημονικών πρακτικών στις Φυσικές Επιστήμες και έχει τεθεί ως βασικός σκοπός της εκπαίδευσής των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. Ο όρος επιστημονικές πρακτικές αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο (National Research Council [NRC], 2012). Πιο συγκεκριμένα, επιδιώκεται οι μαθητές να είναι ικανοί να χρησιμοποιούν αποδεικτικά στοιχεία-τεκμήρια για να υποστηρίξουν ή να απορρίψουν ένα ισχυρισμό τους και να αναγνωρίζουν κενά ή αδυναμίες σε ένα ισχυρισμό δικό τους ή άλλων (NRC, 2012). Οι μαθητές σε μία τάξη είναι οι μελλοντικοί πολίτες μίας κοινωνίας, επομένως είναι απαραίτητο να έχουν την ικανότητα από να δομούν άρτια τα επιχειρήματά τους, από μικρή κιόλας ηλικία για να υπερασπίζονται τις απόψεις τους, ώστε να ανταπεξέρχονται με μεγαλύτερη άνεση στις υψηλές απαιτήσεις της κοινωνίας.

Το φως είναι το μοναδικό πράγμα που βλέπουμε πραγματικά (Hewitt, 2002:500), οπότε οι μαθητές έχουν δημιουργήσει ήδη πολλές αντιλήψεις για το φως, για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό προτού πάνε στο σχολείο και έρθουν σε επαφή με τη σχολική γνώση. Γενικότερα υπάρχουν πολλές έρευνες που έχουν μελετήσει τις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με τα οπτικά φαινόμενα, ενώ παράλληλα έχουν υπάρξει πολλές διδακτικές παρεμβάσεις με τη δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού που αποσκοπούν στην αλλαγή αυτών των αντιλήψεων και την υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου (Ramadas & Driver:1989· Osborne, Black & Meadows: 1990· Selley: 1996· Τέκος & Σολομωνίδου :2010). Παρ' όλα αυτά στη βιβλιογραφία απουσιάζουν έρευνες, που διερευνούν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το φως και επιπλέον απουσιάζουν έρευνες που να προτείνουν εκπαιδευτικό υλικό με στόχο τη βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

Προκύπτει λοιπόν, η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας που να εστιάζει στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για το φως και στην παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

1.3 Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές και η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων τους.

Πιο συγκεκριμένα τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- ❖ Ποιο είναι το επίπεδο της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές;
- ❖ Ποιο είναι το επίπεδο του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές;
- ❖ Ποιο είναι το επίπεδο των γλωσσικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές;

1.4 Σημασία της εργασίας

Η πρωτοτυπία λοιπόν της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετά τη ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών, ζήτημα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα αλλά προτείνει και εκπαιδευτικό υλικό για τη βελτίωσή τους.

Τα αποτελέσματα της έρευνας παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησής τους στο πεδίο της έρευνας και στο πεδίο της διδακτικής πράξης. Όσο αφορά το πεδίο της έρευνας προσφέρει ερευνητικά δεδομένα για το κατά πόσο τα επιχειρήματα των μαθητών και των μαθητριών είναι επαρκή σε επίπεδο δομής, περιεχομένου και γλωσσικών στοιχείων, ενώ όσο αφορά τη διδακτική πράξη θα παρέχει εκπαιδευτικό υλικό που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί από εκπαιδευτικούς.

1.5 Δομή της εργασίας

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από έξι κεφάλαια, ακολουθώντας μία συγκεκριμένη δομή.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται η οριοθέτηση του θέματος της εργασίας και τεκμηριώνεται η αναγκαιότητά της. Παράλληλα γίνεται αναφορά στον σκοπό και στους στόχους της έρευνας και παρουσιάζεται η δομή της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο είναι βασισμένη η παρούσα εργασία.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα που σχετίζονται με το φως, των ερευνών που χρησιμοποιούν διδακτικές παρεμβάσεις που σχετίζονται με το φως καθώς και ερευνών που αφορούν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας. Πιο αναλυτικά παρουσιάζεται το δείγμα της έρευνας, η ερευνητική διαδικασία, τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας που σχετίζονται με την εξέλιξη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών σχετικά με το φως.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα, ώστε να εξαχθούν και τα συμπεράσματα της έρευνας. Επίσης, σχολιάζεται η συμβολή των

αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας στη διδακτική πράξη, αλλά διατυπώνονται και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται η προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση και το εκπαιδευτικό της υλικό.

Τέλος, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές και το παράρτημα, της παρούσας εργασίας.

1.6 Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα πτυχιακή εργασία μελετά την ποιότητα στα επιχειρήματα των μαθητών και των μαθητριών και προτείνει μία διδακτική παρέμβαση με εκπαιδευτικό υλικό βασισμένη στην επικοινωνιακή προσέγγιση και πιο συγκεκριμένα στο μοντέλο 5E για τη διδασκαλία και τη βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να αξιοποιηθούν τόσο στο επίπεδο της έρευνας όσο και στο επίπεδο της εκπαιδευτικής πράξης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας το οποίο περιλαμβάνει τρεις υποενότητες:

- I. Η εννοιολογική περιοχή τους φωτός (Διάδοση του φωτός και σκιές) (βλ. ενότητα 2.2).
- II. Εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3).
- III. Δομή επιχειρημάτων μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (βλ. ενότητα 2.4).

2.2 Η εννοιολογική περιοχή τους φωτός

Σύμφωνα με την Guense (1993) για τον φυσικό το φως είναι μία οντότητα που διαδίδεται στον χώρο προερχόμενη από μία πηγή, που αλληλοεπιδρά με τα αντικείμενα που έρχεται σε επαφή στην πορεία του και ως αποτέλεσμα παράγει διάφορα αισθητά αποτελέσματα.

Το φως προέρχεται από την επιταχυνόμενη κίνηση ηλεκτρονίων και αποτελεί ηλεκτρομαγνητική ενέργεια (Hewitt, 2011· Lafferty, 1992), πρόκειται για ένα ηλεκτρομαγνητικό φαινόμενο και αποτελεί μόνο ένα πολύ μικρό τμήμα ενός μεγαλύτερου όλου που ονομάζεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Hewitt, 2011).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αλληλεπίδραση του φωτός με άλλα αντικείμενα μπορεί να προκαλέσει διάφορα φαινόμενα, για τα οποία οι μαθητές έχουν δημιουργήσει διάφορες αντιλήψεις, κάποια απ' αυτά αφορούν: τη διάδοση του φωτός, τα αντικείμενα με τα οποία αλληλοεπιδρά, τις σκιές, την ανάκλαση του φωτός, τη διάχυση του φωτός και την απορρόφησή του.

Από τα αρχαία χρόνια οι άνθρωποι γνωρίζουν ότι το φως διαδίδεται ευθύγραμμα (Burne, 1992: 10).

Ως γνωστόν το φως διαδίδεται ευθύγραμμα, οπότε μία σκιά χαρακτηρίζεται σύμφωνα με τον Hewitt (2011), «η σκοτεινή περιοχή που εμφανίζεται εκεί όπου εμποδίζονται να φτάσουν οι ακτίνες του φωτός, επειδή ανακόπτονται από κάποιο αντικείμενο». Η ολική σκιά, δηλαδή όταν δηλαδή δε φτάνει καθόλου φως σε κάποια περιοχή ονομάζεται σκίασμα, ενώ η μερική σκιά όταν μία σκιά εμφανίζεται εκεί που κάποιο τμήμα φωτός εμποδίζεται να φτάσει ενώ κάποιο άλλο τμήμα φτάνει ονομάζεται παρασκίασμα (Hewitt, 2011: 507, 515).

Διάφορα φυσικά φαινόμενα που δημιουργούνται εξαιτίας των σκιών είναι η έκλειψη Ηλίου, δηλαδή η παρεμβολή της Σελήνης ανάμεσα στον Ήλιο και τη Γη, που η πρώτη ανακόπτει τμήμα του ηλιακού φωτός που κατευθύνεται προς τη Γη και ρίχνει σκιά σε κάποιο τμήμα της Γης (Hewitt, 2011: 515). Επιπλέον, ο άνθρωπος έχει εκμεταλλευτεί τις σκιές σε πολλούς τομείς της ζωής του, ένα από τους πιο παλιούς είναι η κατασκευή ηλιακών ρολογιών. Ως γνωστόν ο Ήλιος αλλάζει θέση στον ουρανό με σταθερή ταχύτητα, συνεπώς αν υψώσουμε κατακόρυφα ένα ραβδί μπορούμε να καταλάβουμε τι ώρα είναι από τη θέση της σκιάς, πάνω σ' αυτήν την αρχή στηρίζονται τα ηλιακά ρολόγια (Burne, 1992: 10).

2.2 Εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση και στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (2010), αυτό που κάνει την εποικοδομητική προσέγγιση να ξεχωρίζει από τις άλλες διδακτικές προσεγγίσεις είναι ότι αξιοποιεί διδακτικά τις ιδέες των μαθητών. Βασική αρχή της εποικοδομητικής προσέγγισης είναι ότι η γνώση οικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα, δε μεταβιβάζεται αλλά ούτε γίνεται αποδεκτή παθητικά (Driver, 1989· Wheatley, 1991· Ανθούλας, 2014). Εξάλλου, όπως έλεγε και ο γνωστός Βραζιλιάνος παιδαγωγός Paulo Freire «Ο εκπαιδευτικός δεν θεωρεί τους εκπαιδευόμενους «άδεια δοχεία», που πρέπει να «γεμίσουν» με γνώση» (Θεριανός, 2013). Μέσα από την εποικοδομητική προσέγγιση η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες γίνεται μέσα από μία λογική και φυσική διαδικασία, η οποία συνδυάζεται όχι μόνο με την κατανόηση των φυσικών εννοιών αλλά και με την ανάπτυξη δεξιοτήτων σε επιστημονικές διαδικασίες και επιστημονικής νοοτροπίας από τους ίδιους τους μαθητές (Κόκκοτας, 2010). Από τη σχετική βιβλιογραφία

προκύπτουν οι ακόλουθες αρχές σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση της εποικοδομητικής προσέγγισης στις Φυσικές Επιστήμες (Phillips, 1997· Widolo, Duit & Muller, 2002· Σκουμιός, 2017):

- Οι μαθητές έχουν 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 θεωρείται ως διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών.

Οι Driver και Oldham (1986), πρότειναν ένα από τα πρώτα μοντέλα διδασκαλίας, που στηρίχθηκε στο πλαίσιο της εποικοδομητικής προσέγγισης για τη μάθηση και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τις εξής φάσεις: α) του **προσανατολισμού**, β) της **ανάδειξης** των αντιλήψεων των μαθητών, γ) της **αναδόμησης** των αντιλήψεων, δ) της **εφαρμογής** των νέων γνώσεων, ε) της **ανασκόπησης** των αντιλήψεων.

Πολλές διδακτικές παρεμβάσεις στις Φυσικές Επιστήμες στηρίζονται στο παραπάνω μοντέλο διδασκαλίας, παρ' όλα αυτά το μοντέλο που θα ακολουθηθεί στην παρούσα διδακτική παρέμβαση είναι το μαθησιακό μοντέλο 5E του Bybee (1997), το οποίο είναι ένας κύκλος μάθησης βασισμένος στην εποικοδομητική προσέγγιση (Morgan & Ansberry, 2013). Το μοντέλο 5E αποτελείται από μία συγκεκριμένη ακολουθία διδασκαλίας, η οποία τοποθετεί τους μαθητές στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας ενθαρρύνοντας τους να εξερευνήσουν, να κατασκευάσουν τα δικά τους μοντέλα για την κατανόηση επιστημονικών εννοιών και να τις συγκρίνουν με άλλες αντιλήψεις (Morgan & Ansberry, 2013). Το μοντέλο 5E αποτελείται από τις εξής φάσεις (Bybee , 2015· Bybee et al., 2006):

- I. Εμπλοκής (Engage),
- II. Εξερεύνησης (Explore),
- III. Εξήγησης (Explain),
- IV. Επεξεργασίας (Elaborate) και
- V. Αξιολόγησης (Evaluate) .

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η περιγραφή των φάσεων του μαθησιακού μοντέλου 5E του Bybee (1997).

Πίνακας 2.2.1 Περιγραφή των φάσεων του μαθησιακού μοντέλου 5E (Morgan & Ansberry, 2013)

Φάση	Περιγραφή Φάσης
Εμπλοκής (Engage)	<p>Σκοπός αυτού του εισαγωγικού σταδίου, είναι οι δραστηριότητες να κεντρίσουν την προσοχή των μαθητών. Στην παρούσα φάση αποκαλύπτεται το τι γνωρίζουν και πώς σκέφτονται οι μαθητές για να ξεκαθαρίσουν τυχόν παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές, δημιουργώντας καταστάσεις γνωστικής σύγκρουση.</p> <p>Οι δραστηριότητες εμπλοκής είναι συνήθως ερμηνεία φαινομένων, μια επίδειξη, ή κάποια άλλη δραστηριότητα που θα προκαλέσει την περιέργεια των μαθητών.</p>
Εξερεύνησης (Explore)	<p>Στο στάδιο εξερεύνησης, ο εκπαιδευτικός σχεδιάζει ομαδικές δραστηριότητες εξερεύνηση για τους μαθητές, ώστε να έχουν κοινές εμπειρίες που θα τους βοηθούν να κατασκευάσουν νέες ιδέες και να αναπτύξουν νέες δεξιότητες. Επιπλέον, οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν μοντέλα, να συλλέξουν δεδομένα, να κάνουν δοκιμές πρόβλεψης, ή να σχηματίσουν νέες προβλέψεις. Όλα αυτά έχουν ως σκοπό, οι μαθητές να αποκτήσουν πρακτικές εμπειρίες, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για την εισαγωγή τους σε έννοιες, διαδικασίες και δεξιότητες.</p>

Εξήγησης (Explain)	<p>Στο στάδιο της εξήγησης, οι μαθητές διατυπώνουν τις ιδέες τους με τα δικά τους λόγια και ακούσουν κριτική γι' αυτές από κάποιον άλλο μαθητή. Ο εκπαιδευτικός εισάγει τους μαθητές σε έννοιές τους, ξεκαθαρίζει τις σωστές αντιλήψεις τους και τους εισάγει στην επιστημονική ορολογία. Το σημαντικό σ' αυτήν τη φάση είναι ο εκπαιδευτικός να συνδέσει τις εξηγήσεις και τις εμπειρίες των μαθητών από τις φάσεις της εμπλοκής και της εξερεύνησης με τις δραστηριότητες του σ' αυτή τη φάση.</p>
Επεξεργασίας (Elaborate)	<p>Στο στάδιο της επεξεργασίας μερικοί μαθητές μπορεί να έχουν ακόμα παρανοήσεις ή να κατανοήσουν μία μόνο από τις έννοιες της που διερευνήθηκαν. Οι δραστηριότητες επεξεργασίας μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να διορθώσουν τις τυχόν παρανοήσεις που εξακολουθούν να υπάρχουν και να εντάξουν τις νέες έννοιες σε ένα ευρύτερο πλαίσιο. Επιπλέον αυτές οι δραστηριότητες βοηθούν τους μαθητές να εφαρμόζουν, να επεκτείνουν ή να επεξεργάζονται τις έννοιες και δεξιότητες, που αποκτούν σε μια νέα κατάσταση, ώστε να γίνει βαθύτερη κατανόησή τους.</p>
Αξιολόγησης (Evaluate)	<p>Στη φάση της αξιολόγησης, εκτιμάται η κατανόηση των εννοιών και η επάρκεια των μαθητών σε διάφορες δεξιότητες.</p>

	Στη φάση αυτήν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικίλοι τρόποι τυπικών και άτυπων μορφών αξιολόγησης. Η φάση αξιολόγησης παρέχει επίσης την ευκαιρία στους ίδιους τους μαθητές να ελέγξουν με τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει και όσα έχουν κατανοήσει.
--	---

Οι παραδοσιακοί ρόλοι του δασκάλου και του μαθητή αντιστρέφονται ουσιαστικά στο μοντέλο 5E, καθώς οι μαθητές αναλαμβάνουν μεγάλο μέρος της ευθύνης για τη μάθηση καθώς κατασκευάζουν τη γνώση μέσω της ανακάλυψης, ενώ στα παραδοσιακά μοντέλα ο δάσκαλος είναι υπεύθυνος για τη διάδοση πληροφοριών που πρέπει να μάθουν οι μαθητές (Morgan & Ansberry, 2013).

Στη συνέχεια ακολουθούν δύο πίνακες, που ο πρώτος παρουσιάζει το τι πρέπει να κάνει και τι δεν πρέπει να κάνει ένας εκπαιδευτικός, που εφαρμόζει το μοντέλο 5E και στον δεύτερο πίνακα παρουσιάζεται το τι πρέπει και τι πρέπει να κάνει ένας μαθητής αντίστοιχα, κατά τη διάρκεια εφαρμογής του συγκεκριμένου μοντέλου.

Πίνακας 2.2.2 Ενέργειες εκπαιδευτικών που αφορούν στη διδασκαλία με βάση το μαθησιακό μοντέλο 5E
Προσαρμογή από: Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices (Bybee 1997)

	Τι κάνει ο εκπαιδευτικός;	
	Συνεπείς δράσεις με το μοντέλο 5E	Μη συνεπείς δράσεις με το μοντέλο
Εμπλοκή (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Δημιουργεί ενδιαφέρον και περιέργεια ○ Θέτει ερωτήσεις ○ Αξιολογεί τις τρέχουσες γνώσεις, συμπεριλαμβανομένων 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εξηγεί έννοιες ○ Παρέχει ορισμούς και συμπεράσματα ○ Κάνει Διάλεξη

	και των παρανοήσεων των μαθητών	
Εξερεύνηση (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Παρέχει χρόνο στους μαθητές να συνεργαστούν ○ Παρατηρεί και ακούει τους μαθητές καθώς αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους ○ Ζητεί να διερευνηθούν ερωτήσεις για ανακατεύθυνση στις έρευνες των μαθητών όταν αυτό είναι απαραίτητο 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εξηγεί τον τρόπο αντιμετώπισης του προβλήματος ή παρέχει απαντήσεις ○ Ενημερώνει τους μαθητές ότι κάνουν λάθος ○ Δίνει πληροφορίες ή δεδομένα που λύνουν το πρόβλημα
Εξήγησης(Explain)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ζητά αποδείξεις και διευκρινίσεις από τον μαθητή ○ Χρησιμοποιεί τις προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών ως βάση για την εξήγηση των εννοιών ○ Ενθαρρύνει τους μαθητές να εξηγήσουν τις έννοιες και τους ορισμούς με τα δικά 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Δεν ζητάει τις εξηγήσεις των μαθητών ○ Αποδέχεται εξηγήσεις που δεν έχουν καμία δικαιολογία ○ Εισάγει άσχετες έννοιες ή δεξιότητες

	<p>τους λόγια και στη συνέχεια τις συνδέει με την επιστημονική γνώση</p>	
<p>Επεξεργασία (Elaborate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Αναμένει από τους μαθητές να εφαρμόσουν επιστημονικές έννοιες, δεξιότητες και λεξιλόγιο σε νέες καταστάσεις ○ Υπενθυμίζει στους μαθητές εναλλακτικές εξηγήσεις ○ Αναφέρει στους μαθητές σε εναλλακτικές εξηγήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Παρέχει καθορισμένες απαντήσεις ○ Οδηγεί τους μαθητές ε βήμα προς βήμα σε λύσεις για νέα προβλήματα ○ Κάνει Διάλεξη
<p>Αξιολόγησης (Evaluate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Παρακολουθεί και αξιολογεί τους μαθητές καθώς εφαρμόζουν νέες έννοιες και δεξιότητες ○ Επιτρέπει στους μαθητές να αξιολογήσουν τις δικές τους ικανότητες όσο αφορά τη μάθησή τους και τη συμμετοχή τους 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εξετάζει όρους και μεμονωμένα γεγονότα ○ Εισάγει νέες ιδέες ή ιδέες ○ Προωθεί τη συζήτηση ανοικτού τύπου

	<p>στην όλη ομαδική διαδικασία</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Κάνει ανοιχτές ερωτήσεις 	
--	---	--

Πίνακας 2.2.3 Ενέργειες μαθητών και μαθητριών που συμμετέχουν σε μία διδασκαλία με βάση το μαθησιακό μοντέλο 5E Προσαρμογή από: *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices (Bybee 1997)*

	Τι κάνει ο μαθητής/τρια;	
	Συνεπείς δράσεις με το μοντέλο 5E	Μη συνεπείς δράσεις με το μοντέλο
Εμπλοκή (Engage)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ρωτάει ερωτήσεις όπως: <i>"Γιατί το έκανε αυτό να συμβεί; Τι γνωρίζω ήδη γι' αυτό; Τι μπορώ να μάθω γι' αυτό; "</i> ○ Δείχνει ενδιαφέρον για το θέμα 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ζητά τη "σωστή" απάντηση ○ Προσφέρει τη "σωστή" απάντηση ○ Επιμένει σε απαντήσεις και εξηγήσεις
Εξερεύνηση (Explore)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Σκέφτεται δημιουργικά, αλλά μέσα στα όρια της δραστηριότητας ○ Δοκιμάζει προβλέψεις και υποθέσεις ○ Καταγράφει παρατηρήσεις και ιδέες 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Παθητικά αφήνει τους άλλους να κάνουν τη σκέψη και την εξερεύνηση ○ Συμμετέχει μηχανικά χωρίς να έχει κανένα στόχο στο μυαλό

		<ul style="list-style-type: none"> ○ Σταματάει με μία μόνο λύση
Εξήγησης(Explain)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εξηγεί πιθανές λύσεις σε άλλους ○ Ακούει κριτικά τις εξηγήσεις των άλλων μαθητών και του εκπαιδευτικού ○ Χρησιμοποιεί καταγεγραμμένες παρατηρήσεις για να δώσει εξηγήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Προτείνει εξηγήσεις που δεν έχουν καμία σχέση με προηγούμενες εμπειρίες ○ Φέρνει άσχετες εμπειρίες και παραδείγματα ○ Αποδέχεται εξηγήσεις χωρίς δικαιολογία
Επεξεργασία (Elaborate)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Εφαρμόζει νέες ετικέτες, ορισμούς, εξηγήσεις και δεξιότητες σε νέες αλλά παρόμοιες καταστάσεις ○ Χρησιμοποιεί προηγούμενες πληροφορίες για να θέτει ερωτήσεις, να προτείνει λύσεις, να λαμβάνει αποφάσεις, να σχεδιάζει πειράματα 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Συμμετέχει χωρίς να έχει στο μυαλό του κάποιο στόχο ○ Αγνοεί προηγούμενες πληροφορίες ή αποδεικτικά στοιχεία ○ Παραμελείται η καταγραφή δεδομένων

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Καταγράφει παρατηρήσεις και εξηγήσεις 	
Αξιολόγησης (Evaluate)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Επιδεικνύει ότι έχει κατανόηση της έννοιας ή της ικανότητας ○ Απαντά σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου με τη χρήση παρατηρήσεων, αποδεικτικών στοιχείων και προηγουμένως αποδεκτών εξηγήσεων ○ Αξιολογεί την πρόοδό του και τις γνώσεις του 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Καταλήγει σε συμπεράσματα, χωρίς τη χρήση αποδεικτικών στοιχείων ή προηγουμένως αποδεκτών εξηγήσεων ○ Προσφέρει μόνο το ναι ή το όχι ως απαντήσεις και αποθηκευμένους ορισμούς ή εξηγήσεις ○ Αποτυγχάνει να εκφράσει ικανοποιητικές εξηγήσεις με τα δικά του λόγια

Σαφέστατα όμως δεν γίνεται να θεωρούμε την εποικοδομητική προσέγγιση πανάκεια στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι μία δυναμική διαδικασία η οποία εξελίσσεται διαρκώς με το πέρασμα των χρόνων τόσο στην στοχοθεσία που ορίζει, τόσο και στις εκπαιδευτικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Εξάλλου και η εποικοδομητική προσέγγιση έχει κάποια μειονεκτήματα (Κόκκοτας, Βλάχος, Καρανίκας, 1993), όπως ο περισσότερος χρόνος που χρειάζεται σε σχέση με άλλες προσεγγίσεις για τη διδασκαλία του ίδιου

αντικειμένου, κάτι που οδηγεί στην ελάττωση της ύλης που θα διδαχθεί. Παρ' όλα αυτά γνωρίζοντας τα μειονεκτήματά της, γνωρίζουμε και τα πλεονεκτήματά της, οπότε θα εφαρμόσουμε το μαθησιακό μοντέλο 5E του Bybee (1997), στην παρούσα διδακτική παρέμβαση και παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού.

2.3. Επιχειρήματα μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

Σύμφωνα με το NRC (2012), οι μαθητές μέχρι το τέλος της φοίτησής τους θα πρέπει να είναι και εξοικειωμένοι με τις επιστημονικές πρακτικές. Ο όρος *«επιστημονικές πρακτικές αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο»* (NRC, 2012). Στον τομέα της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες υπάρχουν 8 επιστημονικές πρακτικές από τις οποίες η μία είναι η *εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία* (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013).

Ο όρος *επιχείρημα* ενός μαθητή χρησιμοποιείται προκειμένου να αναφερθούμε στην απάντηση που παρέχει ο μαθητής σε μια ερώτηση που του τίθεται και στην αιτιολόγηση που προτείνει προκειμένου να υποστηρίξει την απάντησή του (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014: 10). Οι μαθητές είναι απαραίτητο να εξοικειωθούν νωρίς στη διατύπωση συγκροτημένης επιχειρηματολογίας, διότι μία τέτοια ικανότητα θα τους είναι εξαιρετικά χρήσιμη ως μελλοντικοί πολίτες (OECD, 2006, 2013).

2.3.1. Συστατικά στοιχεία επιχειρημάτων μαθητών

Ο Βρετανός φιλόσοφος του 20ού αιώνα Stephen Toulmin διατύπωσε τα χαρακτηριστικά ενός επιχειρήματος σε έξι μέρη και αποτελεί σύμφωνα με την Εγγλέζου (2012) *«την πρώτη προσπάθεια σχηματικής απόδοσης της επιχειρηματολογίας»* αποτελώντας *«διαχρονικά, κύριο σημείο αναφοράς κάθε ερευνητικής προσπάθειας μοντελοποίησης του επιχειρήματος και του επιχειρηματολογικού είδους»*, σύμφωνα με το μοντέλο επιχειρημάτων του Toulmin (1958) ένα επιχείρημα αποτελείται από τα εξής έξι μέρη :

1. Δεδομένα (Data): Τα πραγματικά περιστατικά ή τα αποδεικτικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να υποστηρίξουν τον ισχυρισμό.
2. Ισχυρισμός (Claim): Η ισχυριζόμενη δήλωση.
3. Εγγυήσεις (Warrants): Οι γενικές, υποθετικές λογικές δηλώσεις που χρησιμεύουν ως γέφυρες μεταξύ του ισχυρισμού και των δεδομένων.
4. Πιστοποιήσεις (Qualifiers): Δηλώσεις που περιορίζουν την ισχύ του επιχειρήματος ή των δηλώσεων που προτείνουν τους όρους κάτω από τους οποίους το επιχείρημα είναι αληθές.
5. Αντικρούσεις (Rebuttals): Αντικρουόμενα επιχειρήματα ή δηλώσεις που δηλώνουν συνθήκες στις οποίες ο γενικός ισχυρισμός δεν είναι αληθής.
6. Υποστηρίξεις (Backing): Δηλώσεις που χρησιμεύουν για την υποστήριξη των εγγυήσεων

Παρ' όλο που το μοντέλο των επιχειρημάτων του Toulmin (1958) έχει εφαρμοστεί σε πολλές διαφορετικές βαθμίδες της εκπαίδευσης για την αξιολόγηση των επιχειρημάτων των μαθητών, παράλληλα έχει επισημανθεί ότι εμφανίζονται κάποιες δυσκολίες στη χρήση του για την ανάλυση του γραπτού ή προφορικού λόγου, τόσο για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας αλλά και τόσο για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (McNeill et al., 2006· Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014).

Ένα μοντέλο το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι αυτό των McNeill και Krajcik (2007):

- i. Ο ισχυρισμός, ο οποίος αποτελεί ένα συμπέρασμα που απαντά στο αρχικό ερώτημα
- ii. Τα αποδεικτικά στοιχεία, τα οποία αποτελούν τα επιστημονικά δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό του επιχειρήματος.
- iii. Ο συλλογισμός, δηλαδή η αιτιολόγηση που αποδεικνύει ότι τα μέχρι στιγμής επιστημονικά δεδομένα που συγκροτούν τα αποδεικτικά στοιχεία τους επιχειρήματος μπορούν να υποστηρίξουν και τον ισχυρισμό, του επιχειρήματος.

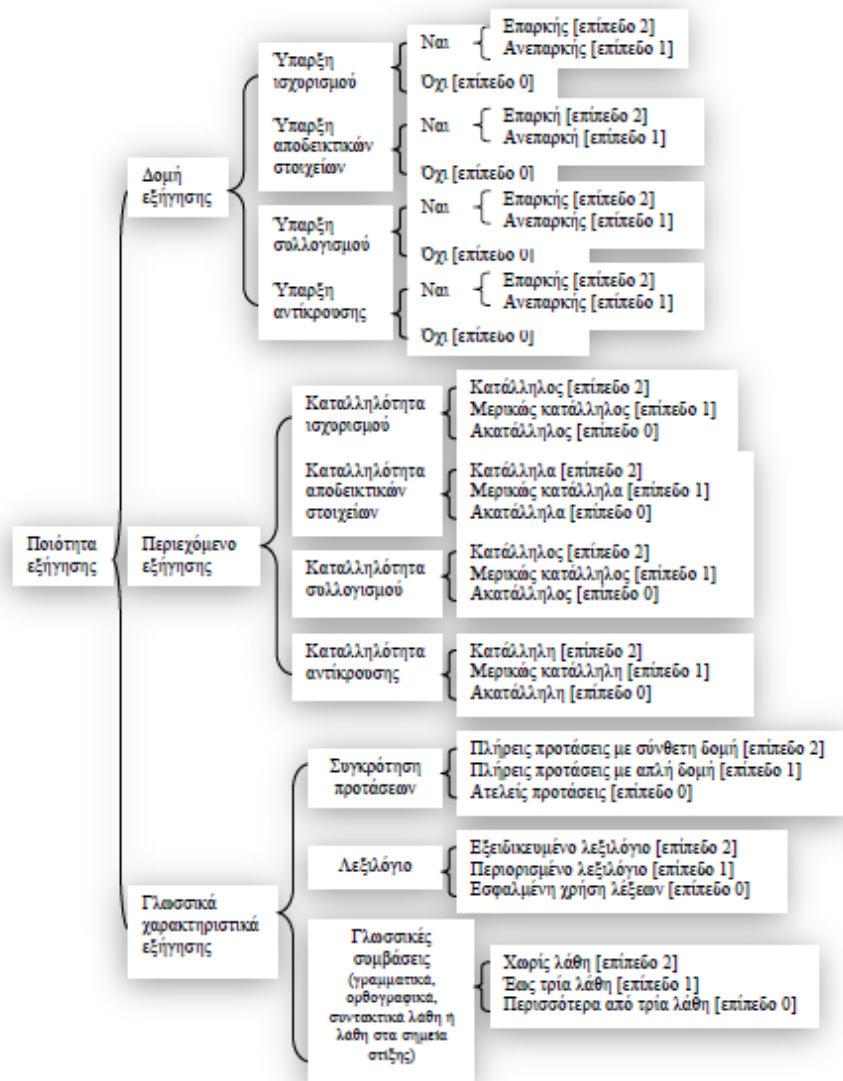
Σε αυτά τα τρία βασικά συστατικά στοιχεία στη συνέχεια προτάθηκε και η προσθήκη ενός ακόμα στοιχείου αυτού της αντίκρουσης, η οποία αιτιολογεί τον λόγο για τον οποίο ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος (McNeill & Krajcik, 2012).

2.4. Η ποιότητα των επιχειρημάτων μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες

Τα βασικά κριτήρια για την ποιότητα του επιχειρήματος λαμβάνοντας υπόψιν διάφορες μελέτες (McNeill et al., 2006· Sandoval & Millwood, 2005) των αποτελούν:

1. Η δομή του επιχειρήματος, δηλαδή η ύπαρξη και η επάρκεια των συστατικών στοιχείων του.
2. Το περιεχόμενο, το οποίο σχετίζεται με την καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων σε σχέση με την επιστημονική γνώση.

Οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014), έχουν προτείνει ένα εργαλείο αξιολόγησης της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών στο οποίο αξιολογούνται η δομή των επιχειρημάτων, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των εξηγήσεων των μαθητών. Στο εργαλείο των Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014), όσο αφορά τη δομή εξετάζεται η ύπαρξη και συνέχεια των συστατικών στοιχείων μιας εξήγησης (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση) ανεξάρτητα από το εννοιολογικό τους περιεχόμενο. Οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014) τονίζουν ότι ένα επιχείρημα που υποστηρίζει μία εξήγηση είναι επαρκές *«όταν περιλαμβάνει: (α) έναν ισχυρισμό που απαντά στην ερώτηση, (β) όλα τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον συγκεκριμένο ισχυρισμό, (γ) ένα συλλογισμό που εμπλέκει αρχές και συνδέει -μέσω των αρχών- τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και (δ) μια αντίκρουση με επαρκή αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό»*. Όσο αφορά το περιεχόμενο των επιχειρημάτων, η καταλληλότητά του αξιολογείται από την επιστημονική γνώση (ή σχολική γνώση στο επίπεδο τους σχολείου), ανεξάρτητα από την επάρκειά τους. Επομένως κατάλληλη σύμφωνα με τον Σκουμιό και τη Χατζηνικήτα (2014) χαρακτηρίζεται μία εξήγηση όταν *«περιλαμβάνει: (α) ένα κατάλληλο ισχυρισμό, (β) κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, (γ) συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό και (δ) αντίκρουση με κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμό.»* Τέλος όσο αφορά τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων, λαμβάνονται υπόψη η συγκρότηση των προτάσεων, το λεξιλόγιο, αλλά και η ορθότητα των γλωσσικών συμβάσεων όπως είναι οι γραμματικοί και συντακτικοί κανόνες και οι κανόνες στίξης.



Σχήμα 2.4.1: Το εργαλείο αξιολόγησης της ποιότητας των γραπτών εξηγήσεων των μαθητών και των μαθητριών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα: 2014)

2.5 Ανακεφαλαίωση

Τα τελευταία χρόνια έχουν επέλθει ραγδαίες εξελίξεις τόσο στην παιδαγωγική τόσο και στο κομμάτι της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Πλέον, οι εποικοδομητικές θεωρίες κυριαρχούν στην εκπαίδευση ενώ έχει αλλάξει το περιεχόμενο διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες, με τις επιστημονικές πρακτικές να διακατέχουν έναν εξέχοντα ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Μία από τις επιστημονικές πρακτικές, με τις οποίες καλό θα ήταν οι μαθητές και οι μαθήτριες να εμπλέκονται από μικρές ηλικίες είναι ανάπτυξη της πρακτικής της εμπλοκής των παιδιών σε επιχειρήματα που

εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία (NGSS Lead States, 2013; NRC, 2012). Οι μαθητές και οι μαθήτριες αναπτύσσουν γραπτά επιχειρήματα για πολλά φυσικά φαινόμενα, τα οποία για να είναι άρτια δομημένα θα πρέπει ο ισχυρισμός τους, δηλαδή το συμπέρασμά τους να συνδέεται κατάλληλα με αποδεικτικά στοιχεία, τα οποία είναι έγκυρα όταν υπάρχει από πίσω κάποιος συλλογισμός, ο οποίος στηρίζεται σε κάποια επιστημονική αρχή των Φυσικών Επιστημών, ενώ επιπρόσθετα σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να υπάρξει και το στοιχείο της αντίκρουσης, με την οποία αιτιολογείται γιατί είναι λανθασμένος κάποιος αντίθετος ισχυρισμός (McNeill & Krajcik, 2007, 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση της παρούσας εργασίας, η οποία αποτελείται από έρευνες των τελευταίων δεκαετιών, που είτε έχουν δημοσιευτεί σε διεθνή και εγχώρια επιστημονικά περιοδικά και σε πρακτικά συνεδρίων είτε είναι διδακτορικές διατριβές για τις Φυσικές Επιστήμες των τελευταίων 30 ετών. Το κεφάλαιο αποτελείται από πέντε ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα ερευνητικά δεδομένα για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το φως (βλ. ενότητα 3.2). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζονται οι έρευνες που σχετίζονται με διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί και επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών για το φως (βλ. ενότητα 3.3). Στη τρίτη ενότητα παρουσιάζονται οι έρευνες που σχετίζονται με διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί και σχετίζονται με τα επιχειρήματα των μαθητών και μαθητριών (βλ. ενότητα 3.4). Στην τέταρτη ενότητα σχολιάζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας (βλ. ενότητα 3.5).

3.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με το φως

Στο πεδίο των Φ.Ε. έχουν πραγματοποιηθεί πάρα πολλές έρευνες, οι οποίες μελετούν και επεξεργάζονται τις αντιλήψεις μαθητών και φοιτητών διαφορετικών ηλικιών για το φως και φαινόμενα που σχετίζονται με αυτό.

Οι La Rosa, Mayer, Patrizi και Vicentini-Missoni (1984) διεξήγαγαν μία έρευνα, στην οποία αρχικά διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις εκπαιδευτικών των φυσικών επιστημών για το φως, ενώ στη συνέχεια μέσω ερωτήσεων ανοιχτού τύπου ρωτήθηκαν και Ιταλοί μαθητές (16-17 ετών), οι οποίοι δεν είχαν διδαχθεί κάποια ενότητα για το φως. Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι μαθητές εξηγούν τα οπτικά μοντέλα γύρω τους με διάφορους τρόπους, οι οποίοι έχουν αρκετά κοινά ώστε να δημιουργηθούν τέσσερα διακριτά μοντέλα κάποια από τα οποία οι μαθητές ξεπερνούν με τη πάροδο του χρόνου. Επιπλέον οι ερευνητές προτείνουν και προτάσεις για την αντιμετώπιση αυτών των μοντέλων.

Οι Villani & Pacca (1987), μελέτησαν το πώς φοιτητές και φοιτήτριες, που έχουν ήδη ολοκληρώσει ένα μάθημα φυσικής στο πανεπιστήμιο χρησιμοποιούν τις αντιλήψεις τους για την επίλυση ποιοτικών προβλημάτων σχετικά με την ταχύτητα του φωτός. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω ατομικών συνεντεύξεων και κατέληξε στο ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αντιμετωπίζουν αρκετά προβλήματα στη διάδοση του φωτός, καθώς τη συνδέουν και με άλλες έννοιες. Παρ' όλα αυτά, οι ερευνητές θεωρούν ότι κάτι τέτοιο θα μπορούσε να ξεπεραστεί μέσα από τη χρήση απλών ποιοτικών προβλημάτων και «πειραμάτων σκέψης» του τύπου των «παράδοξων» στη φυσική.

Με αφορμή μία επίσκεψη στο μουσείο φυσικής Reuben H. Fleet Science Center, οι Feher & Rice (1988) πήραν συνεντεύξεις από 40 παιδιά ηλικίας 8 έως και 14 ετών. Το τμήμα της έκθεσης του μουσείου που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από μια οθόνη, μία πηγή φωτός σε σχήμα σταυρού και αδιαφανή αντικείμενα, τα οποία τοποθετήθηκαν μεταξύ της πηγής και της οθόνης. Το παράδοξο του πειράματος για τους μαθητές και της μαθήτριες ήταν το σχήμα τη σκιάς μίας χάντρας, που ήταν σε σχήμα σταυρού. Οπότε μαθητές και οι μαθήτριες κλήθηκαν να απαντήσουν σε 6 ερωτήσεις των ερευνητών, που σχετίζονταν με αυτό το πείραμα. Τα συμπεράσματα της έρευνας έδειξαν ότι από άποψη διδασκαλίας έννοιες όπως το φως και η σκιά, πρέπει να είναι κατανοητές ως κάτι το ξεχωριστό στη σκέψη των μαθητών και των μαθητριών, ώστε να φτάσουν πιο εύκολα στην επιστημονική γνώση και στην κατανόηση μιας σκιάς ως το αποτέλεσμα του μπλοκαρίσματος του φωτός. Επίσης παρατηρήθηκε πως οι μαθητές και οι μαθήτριες έδιναν πολλές διαφορετικές εξηγήσεις για πολλά φαινόμενα σε αντίθεση με τη λογική που ακολουθούν οι επιστήμονες να βρίσκουν μία εξήγηση για πολλά φαινόμενα. Επιπλέον, προέκυψε το συμπέρασμα ότι όσο πιο συχνά εκτίθεται ο μαθητής σε κάποιο φαινόμενο τόσο πιο εύκολα αλλάζει δομικό μοντέλο σκέψης.

Οι Palacios, Cazorla & Madrid (1989) πραγματοποίησαν έρευνα με δείγμα 44 δευτεροετείς φοιτητές και φοιτήτριες, που θα γίνονταν εκπαιδευτικοί Φυσικών Επιστημών. Σκοπός της παραπάνω έρευνας, που αποτελούνταν από τρεις φάσεις ήταν να προσδιορίσει και να περιγράψει τις τυχόν παρανοήσεις των φοιτητών και φοιτητριών σχετικά με τη γεωμετρική οπτική και να εξετάσει τη σχέση αυτών των παρανοήσεων με το προσωπικό προφίλ των ατόμων του δείγματος. Η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει ανεξαρτησία ανάμεσα στις κοινωνικές μεταβλητές και τις γνωστικές-ακαδημαϊκές μεταβλητές των ατόμων του δείγματος, με τις τελευταίες να μεταβάλλουν τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις του ατόμου. Επίσης συμπέραναν ότι θα πρέπει να

εφαρμόζονται δύο μοντέλα στη διδασκαλία, το Ausubelian και το Piagetian, σύμφωνα με τις γνώσεις των μαθητών.

Μία έρευνα διεξήχθη από τους Feher & Rice (1992) σε ένα μουσείο επιστημών στον χώρο των διαδραστικών εκθεμάτων. Τα παιδιά που επισκέφθηκαν το μουσείο συμμετείχαν σε καταστάσεις επίλυσης προβλημάτων που περιλάμβαναν προβλέψεις, εξηγήσεις και χειρισμούς εκθεμάτων της της έκθεσης. Μέσα από αυτή την έρευνα οι ερευνητές επιδίωξαν να μελετήσουν τις ιδέες των παιδιών για τα έγχρωμα αντικείμενα και τις έγχρωμες σκιές δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στους τρόπους με τους οποίους αυτές οι ιδέες είναι οργανωμένες σε νοητικά μοντέλα, δηλαδή τρόπους σκέψης που είναι συνεπείς και διάχυτοι με τα μοντέλα αυτά να καθορίζουν τις απαντήσεις των μαθητών. Οι μελετητές κατέληξαν στο ότι η αποσαφήνιση αυτών των μοντέλων παρέχει πολύτιμα εκπαιδευτικά εργαλεία, που χρησιμεύουν για την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση των λανθασμένων αντιλήψεων των μαθητών και των μαθητριών.

Η Fleer (1996) πραγματοποίησε μία έρευνα η οποία αποσκοπούσε σε δύο πράγματα, αρχικά να ανακαλύψει και να καταγράψει τις αντιλήψεις παιδιών τεσσάρων ετών σχετικά με το φως και το σκοτάδι και στη συνέχεια μέσω διδακτικού προγράμματος διάρκειας δύο εβδομάδων να ανιχνεύσει την εξέλιξη της σκέψης των παιδιών σχετικά με την επιστημονική αντίληψη τους για φωτός. Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 24 παιδιά (20 αγόρια και 4 κορίτσια), τεσσάρων ετών, που η πλειοψηφία μπορεί να ήταν αγόρια αλλά δεν επηρέασε τα αποτελέσματα της έρευνας. Συνήθως όταν πραγματοποιούνται έρευνες που απευθύνονται σε παιδιά νηπιαγωγείου ένας πολύ συχνός τρόπος περισυλλογής δεδομένων σύμφωνα με τους Segal & Cosgrove (1993) είναι η συνέντευξη. Έτσι, κατά τη διάρκεια και το τέλος της διδασκαλία της ενότητας για το φως και στη παρούσα έρευνα στα παιδιά τους πάρθηκε συνέντευξη μεμονωμένα με την όλη διαδικασία να βιντεοσκοπείται και να ηχογραφείται. Στη συνέχεια μελετήθηκε το πόσο η επίδραση της εκπαιδευτικού των παιδιών επηρέασε τις αντιλήψεις τους, ώστε η ερευνήτρια να μελετήσει γενικότερα όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν τις επιστημονικές ιδέες των μικρών παιδιών, αλλά και τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να αλλάξουν τις αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών τους, ώστε να είναι πιο κοντά στην επιστημονική γνώση. Σχετικά με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές παρ' όλο που μπορούσαν να δώσουν πολλά παραδείγματα πηγών τεχνητού φωτός, δυσκολεύτηκαν να θέσουν τον ήλιο ως παράδειγμα, ενώ όσο αφορά το σκοτάδι η

ύπαρξη του δεν θεωρήθηκε λόγω απουσίας τεχνητού φωτός και όχι λόγω απουσίας του ήλιου. Όσο αφορά την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός τα παιδιά είχαν πιο περίπλοκα μοντέλα αντιλήψεων. Η ερευνήτρια μέσα από την έρευνά της συμπέρανε ότι αυτό που έκανε την εκμάθηση της φυσικής επιτυχημένη για τα παιδιά του προγράμματος ήταν η υποστήριξη της εκπαιδευτικού και το γεγονός ότι οι έννοιες που εισάχθηκαν για το φως ήταν έννοιες που βοήθησαν τα παιδιά στη διεύρυνσή της κατανόησης του κόσμου γύρω τους. Επίσης, η παιδαγωγική μέθοδος που εφαρμόστηκε στην έρευνα σε συνδυασμό με το ερέθισμα που δόθηκε στα παιδιά (τους παρουσιάστηκε ένα σκοτεινό δωμάτιο, το οποίο έπρεπε να εξερευνήσουν) σίγουρα επηρέασε θετικά τη μάθηση των παιδιών. Συνεπώς, η ερευνήτρια συμπέρανε ότι όσο σε πιο μικρή ηλικία βρίσκονται οι μαθητές και οι μαθήτριες τόσο καλύτερο είναι για εκείνους και για εκείνες να εφαρμόζονται πιο διαδραστικές δραστηριότητες κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους.

Ο Selley, (1996a), πραγματοποίησε έρευνα για την ανάπτυξη των ιδεών για το φως και την όραση σε μία τάξη μαθητών στην Αγγλία, την οποία παρακολουθούσε για 3 χρόνια από την 4^η τάξη του δημοτικού (9 χρονών) μέχρι και την 6^η τάξη του δημοτικού (11 χρονών). Η έρευνα έγινε με ποικίλους τρόπους γιατί την πρώτη χρονιά ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να σχεδιάσουν σχέδια για το πως βλέπουν πράγματα γύρω τους και να συζητήσουν γι' αυτά με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριές τους. Στην δεύτερη χρονιά οι ίδιοι οι μαθητές και μαθήτριες, χωρίς κάποια προετοιμασία έδωσαν ένα τεστ, ώστε ο μελετητής να αναδείξει τις ιδέες τους σχετικά με το φως και την όραση, επίσης τα μισά άτομα τους δείγματα συμμετείχαν και σε συνεντεύξεις. Τέλος, την τρίτη χρονιά το ίδιο τεστ επαναλήφθηκε ξανά. Τα πορίσματα της έρευνας ήταν ότι κατά τη διάρκεια των δύο ετών, ο αριθμός των παιδιών που υιοθέτησαν κάποιο είδος μοντέλου κοντά στο επιστημονικό μοντέλο αυξήθηκε σημαντικά από 8/21 (έτος 4) σε 13/26 (έτος 5) και 21/23 (έτος 6). Επίσης βρέθηκε ότι τα παιδιά είναι αρκετά ικανά να επινοούν δικές τους ερμηνείες, οι οποίες μάλιστα είναι πολύ ενδιαφέρουσες καθώς συχνά μοιάζουν με αυτές των παλιότερων φιλοσόφων, ενώ ο αριθμός των παιδιών που είχαν ένα μοντέλο πιο κοντά στην επιστημονική γνώση ήταν μικρό. Όσον αφορά τις δυσκολίες που παρατήρησε στη διδασκαλία ο Selley, (1996a), διαπίστωσε ότι τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα όταν η νέα γνώση συνδέεται με τις εμπειρίες τους, ενώ είναι ευθύνη του κάθε εκπαιδευτικού να οδηγήσει τους

μαθητές και τις μαθήτριες του στο σωστό μοντέλο, ώστε να μην υιοθετήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες άλλα μοντέλα που μπορεί να τους φαίνονται σωστά

Οι Galili & Hazan (2000), πραγματοποίησαν έρευνα σε μαθητές και μαθήτριες Λυκείου και σε φοιτητές και φοιτήτριες παιδαγωγικού, για ερευνήσουν τη γνώση τους σχετικά με το φως μέσα από το πρίσμα διαφορετικών θεωριών μάθησης. Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες, που διακρίνονταν στο εάν έχουν διδαχθεί ή όχι την κατάλληλη ύλη της γεωμετρίας η οποία θα τους βοηθούσε στη μελέτη του φωτός. Η έρευνα βασίστηκε πάνω σε 13 ερωτήσεις που αφορούσαν την εννοιολογική κατανόηση του τρόπου με τον οποίο βλέπουμε, τις γενικές ιδιότητες του φωτός, τον σχηματισμό των σκιών, τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλαση και την αντίληψη τους χρώματος μετά την έγχρωμη ακτινοβολία και την ανάκλαση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως υπάρχουν 8 συγκεκριμένα μοντέλα (schemes) που σχετίζονται με την αντίληψη του δείγματος για φαινόμενα του φωτός.

Οι Pompea, Dokter, Walker & Sparks (2007) πραγματοποίησαν μία έρευνα με σκοπό να εξετάσουν το πώς μαθαίνει ένας άνθρωπος και από αρχάριος γίνεται προχωρημένος και το πώς η κατανόηση των οπτικών παρανοήσεων και οι προσεγγίσεις αντιμετώπισής τους μπορούν να αποτελέσουν οδηγό για τον σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού. Με αφορμή ένα πρόγραμμα το Hands-on Optics (HOO), το οποίο χρηματοδοτείται από το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών και έχει σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μικρών παιδιών σχετικά με το φως και τα φαινόμενά του. Συμπερασματικά μέσα από την παραπάνω μελέτη και την εξέταση 15 μύθων για το φως και τα φαινόμενά του, οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι οι αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες είναι πολύτιμες για τον εκπαιδευτικό και για την πραγματοποίηση εκπαιδευτικού σχεδιασμού. Επιπλέον, η κατανόηση των κοινών παρανοήσεων, που υπάρχουν στο πεδίο της οπτικής παρέχει στους μελετητές μια αξιολόγηση όχι μόνο της γνώσης αλλά και της βασικής δομής αυτής της γνώσης, ώστε να διευκολύνεται η κατασκευή της νέας γνώσης χωρίς τυχόν κενά. Έτσι κατανοώντας τη βασική γνώση των μαθητών θα μπορέσει να σχεδιαστεί και ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πρόγραμμα για τη μελέτη της οπτικής. Συνεπώς, οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η μετάβαση από τη παλιά γνώση στη νέα θα πρέπει να γίνεται μέσω γνωστικής σύγκρουσης και όχι απλώς να απορριφθεί η προηγούμενη γνώση από τον μαθητή, επειδή έμαθε μία καινούρια.

Σύμφωνα με τη έρευνα των Kaewkhong, Mazzolini, Emarat & Arayathanitkul (2010), η οποία διερευνούσε τις οπτικές παρερμηνείες σε μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 11 ετών βρέθηκε πως ακόμη και μετά τη διδασκαλία της κατάλληλης διδακτικής ενότητας για το φως, ότι τα παιδιά εξακολουθούσαν να έχουν σημαντικές παρανοήσεις σχετικά με την κατεύθυνση της διάδοσης του φωτός, σχετικά με το πώς διαθλάται το φως και με το πώς καθορίζεται η θέση μιας εικόνας, από έναν παρατηρητή. Επιπλέον, η μελέτη αποκάλυψε ότι τα παιδιά χρησιμοποίησαν διάφορα μοντέλα για να εξηγήσουν έννοιες, ενώ παρόλο που είχαν διδαχθεί να φτιάχνουν διάγραμμα ακτινών δυσκολεύονταν να το χρησιμοποιήσουν για να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους. Οι συμμετέχοντες και οι συμμετέχουσες της έρευνας διατύπωσαν 4 διαφορετικά μοντέλα για τα φαινόμενα του φωτός, γεγονός που μαρτυρά πως χρειάζεται μεγάλη προσοχή στη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με το πώς βλέπουμε τα αντικείμενα και το πώς οι εικόνες σχηματίζονται όταν το φως διαθλάται μέσω ενός επίπεδου μιας επιφάνειας.

Οι Fyttas, G. & Komis V. και Ravanis K. (2013), ερεύνησαν τις διανοητικές αναπαραστάσεις 213 μαθητών (102 αγόρια και 111 κορίτσια) ηλικίας 14-15 ετών από 10 διαφορετικές τάξεις για το φαινόμενο της διάθλασης, που είχαν ήδη διδαχθεί στο σχολείο. Τα εμπειρικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν μέσω μιας συνέντευξης, η οποία αποτελούνταν από 3 ερωτήσεις, οι οποίες αναφέρονταν σε αξιολόγηση υποθετικών καταστάσεων. Μέσα, από αυτήν έρευνα διαπιστώθηκε ότι πάνω από τα μισά άτομα τους δείγματος δεν μπορούν να κατανοήσουν το φαινόμενο της διάθλασης.

Ο Nygren, D. (2014). Πραγματοποίησε έρευνα με σκοπό τη μελέτη των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και οι μαθήτριες σε προβλήματα που σχετίζονται με το φως και σχετίζονται με την προβολή εικόνων και αντικειμένων. Το εργαλείο της έρευνας ήταν η συνέντευξη. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ότι μαθητές χρησιμοποιούν πολλούς διαφορετικούς τρόπους για να αιτιολογήσουν το ίδιο πρόβλημα, όπως και πολύ διαφορετικοί τρόποι λογικής για να αντιμετωπίσουν προβλήματα διαθλάσεως.

3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων που επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών σχετικά με το φως

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετές διδακτικές παρεμβάσεις που επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών σχετικά με το φως.

Οι Osborne, Black, Meadows & Smith, (1993), πραγματοποίησαν έρευνα σε μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 7-11 ετών, ώστε να διερευνήσουν τις αντιλήψεις τους για το φως και για φαινόμενα, που σχετίζονται με αυτό. Τα δεδομένα της έρευνας συλλέχθηκαν με τη μορφή γραπτών ερωτήσεων προς τους μαθητές αλλά και εικονικών αναπαραστάσεων που είχαν σχεδιάσει οι ίδιοι. Η έρευνα επικεντρώθηκε σε τέσσερις ιδέες των παιδιών για το φως: ιδέες για τις πηγές του φωτός, αναπαραστάσεις του φωτός, τη φύση της όρασης και στην εξάρτηση των απαντήσεων τους από το πλαίσιο γύρω τους. Ο συνολικός χαρακτήρας της παρέμβασης ήταν επιτυχής και σημειώθηκαν σημαντικές αλλαγές σε διάφορες πτυχές της κατανόησης των παιδιών.

Ο Settlage, (1995) μέσα σε διάστημα 8 εβδομάδων σε συνεργασία με μία γνωστή φήμη εκπαιδευτικό μελέτησε τη συμπεριφορά του φωτός χρησιμοποιώντας τα microcomputer-based labs (MBLs) στη Γ' τάξη του δημοτικού, ώστε να διερευνηθεί η καταλληλότητα τέτοιου είδους μέσων στη διδασκαλία στο δημοτικό. Ένα από τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης ήταν ότι τα παιδιά ανέπτυξαν τις δυνατότητές τους όσον αφορά τη δημιουργία γραφικών και την ερμηνεία γραμμικών διαγραμμάτων, τα οποία αποτέλεσαν χρήσιμα μέσα για την αναπαράσταση της έντασης του φωτός. Άλλο ένα εύρημα ήταν ότι τα MBL αποτέλεσαν ένα εργαλείο που υποστήριζε την επιστημονική έρευνα και από τα ίδια τα παιδιά. Παρ' όλα αυτά τα ευρήματα όμως ο συγγραφέας προειδοποιεί ότι η ίδια η τεχνολογία δεν πρέπει να θεωρείται ως πηγή γνώσης για τα παιδιά, ενώ τονίζει ότι οι υπολογιστές έχουν τη δυνατότητα να αναδιαμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί προσεγγίζουν την επιστημονική διδασκαλία (Settlage, 1995).

Ο Selley, (1996b), πραγματοποίησε και άλλη έρευνα γύρω από τη θεματική περιοχή του φωτός φως και όραση λαμβάνοντας υπόψη τα συμπεράσματα της προηγούμενης του έρευνας αλλά και άλλων ερευνών (Ramadas & Driver:1989· Osborne & Black & Meadows: 1990), ώστε να προτείνει μια δομή που να καθιστά πιο κατανοητή τη φαινομενογραφική ιεραρχία του φωτός και της όρασης. Μέσα από τη

έρευνα παρατηρήθηκε η συμπεριφορά των παιδιών όταν καλούνται να αλλάξουν ένα εννοιολογικό τους μοντέλο και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν. Συνοψίζοντας λοιπόν τα πορίσματα τις έρευνας σύμφωνα με τον Selley, (1996) είναι πιθανό ότι το πρώτο μοντέλο της όρασης των μικρών παιδιών (Επίπεδο 0) είναι καθαρά φαινομενολογικό, δηλαδή περιλαμβάνει μόνο την αναγνώριση των αναγκαίων συνθηκών για τη κατανόηση του φαινομένου. Στη συνέχεια σε ηλικία ίσως από 8 έως 10 ετών προχωρούν σε ένα μηχανιστικό μοντέλο: Emission ή Active Sight. Από 9 χρόνια ή ακόμα σε μεγαλύτερη ηλικία κάποια άτομα προχωρούν στο Μοντέλο A2, στο Επίπεδο 3, που έχει ορίσει ο ερευνητής, το οποίο αποτελεί μια ικανοποιητική και σταθερή θεωρία για την όραση.

Οι Χαραλαμποπούλου, Κοσμοπούλου, Ραβάνης, & Παπαμιχαήλ (1997) προσπάθησαν να ανακαλύψουν και να περιγράψουν τις αντιλήψεις νηπίων για τον σχηματισμό των σκιών, έτσι πραγματοποίησαν δύο διδακτικές παρεμβάσεις με κύριο σκοπό την κατανόηση του σχηματισμού της σκιάς. Η μία διδακτική παρέμβαση στηρίζονταν σε παραδοσιακές μεθόδους και η άλλη σε πιο εναλλακτικές μεθόδους, με τους ερευνητές να θέτουν ως προβλεπόμενο αποτέλεσμα ότι η εναλλακτική διδασκαλία θα έχει πιο θετικά αποτελέσματα στους μαθητές και στις μαθήτριες, ώστε να αντιμετωπίσουν τυχόν γνωστικά εμπόδια, απ' ότι η παραδοσιακή. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 40 παιδιά από έξι δημόσια νηπιαγωγεία της Πάτρας. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην ερευνητική διαδικασία δεν είχαν παρακολουθήσει κάποια οργανωμένη διδακτική δραστηριότητα σχετική με το φαινόμενο του σχηματισμού των σκιών, οπότε στη συνέχεια χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, των 20 ατόμων αποτελώντας μία ομάδα ελέγχου και μία πειραματική ομάδα. Όσον αφορά τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας, οι μελετητές κατέληξαν σε συμπεράσματα τα οποία σχετίζονταν με τις διαφορές ανάμεσα στις παραδοσιακές και της εναλλακτικές διδακτικές στρατηγικές για τις Φ.Ε. Αρχικά, στις παραδοσιακές στρατηγικές ο εκπαιδευτικός τίθεται ως το επίκεντρο της διδασκαλίας, οπότε τα παιδιά προσπαθούν να ακολουθήσουν τους συλλογισμούς του εκπαιδευτικού, ενώ στις εναλλακτικές στρατηγικές, η εκπαιδευτική διαδικασία έχει ως επίκεντρο τα γνωστικά εμπόδια του μαθητή και της μαθήτριας, οπότε ο εκπαιδευτικός από την πλευρά του τους βοηθάει, ώστε να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, μέσω και της αλληλεπίδρασης με τα άλλα παιδιά της τάξης. Επιπλέον, κάτι ακόμα καλό που προσφέρουν οι εναλλακτικές

διδασκτικές στα παιδιά του νηπιαγωγείου είναι ότι τα οδηγεί σε μοντέλα προ-ανάγνωσης των Φ.Ε.

Οι Καλπία και Μίχας (2002), πραγματοποίησαν έρευνα μέσω ερωτηματολογίων και διδασκτικών παρεμβάσεων σε δευτεροετείς φοιτητές και φοιτήτριες παιδαγωγικού τμήματος για να μελετηθούν τα στάδια κατά τη διαδικασία κατάκτησης της επιστημονικής γνώσης, καθώς και τα εμπόδια με τα οποία έρχεται αντιμέτωπος ένας εκπαιδευτικός όταν παρουσιάζει μία νέα έννοια στους μαθητές και στις μαθήτριές του. Οι φοιτητές και οι φοιτήτριες πριν από τη διδασκαλία κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο ώστε να διερευνηθεί το τι ήδη γνώριζαν, μετά έγινε η διδασκτική παρέμβαση και στο τέλος δόθηκε πάλι το αρχικό ερωτηματολόγιο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι από τα σχέδια τους για τη διάχυση του φωτός ότι γενικότερα οι φοιτητές και οι φοιτήτριες θεωρούν από τη μικρή τους ηλικία ότι το φως στη διάχυση κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης πολλοί φοιτητές και πολλές φοιτήτριες γνώριζαν ότι το φως κινείται ευθύγραμμα, γεγονός το οποίο οφείλεται στο γεγονός ότι από μικρή ηλικία έχουν αυτήν τη σωστή αντίληψη, ώστε να δικαιολογούν πολλά φαινόμενα από την καθημερινότητά τους. Η αντίληψη, όμως αυτήν δημιουργεί προβλήματα στους φοιτητές όταν το φως καλείται να αλλάξει πορεία, επίσης μερίδιο ευθύνης σ' αυτό έχουν και οι διδάσκοντες καθώς διατυπώνουν γενικούς κανόνες, ώστε να μπορούν οι μαθητές και οι μαθήτριες να τους εφαρμόζουν σ' όλες τις περιπτώσεις. Επίσης στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε ότι οι φοιτητές και οι φοιτήτριες δε δίνουν σαφείς εξηγήσεις παρ' ότι δίνουν σωστές απαντήσεις. Μετά την παρέμβαση της διδασκαλίας παρατηρήθηκε ότι το δείγμα δυσκολεύονταν να σχεδιάσει τη πορεία του φωτός όταν αυτή διαπερνούσε κάποιο μέσο. Μέσα απ' όλη την παραπάνω έρευνα διατυπώθηκαν και κάποια εμπόδια που εμποδίζουν την κατανόηση της έννοιας της διάθλασης. Αρχικά ο σχεδιασμός των καθέτων είναι ένα ζήτημα που δυσκόλεψε μέρος του δείγματος, καθώς μέσα από τα σχέδια τους φάνηκε πως δεν έχουν κατανοήσει την έννοια της καθέτου από γεωμετρική άποψη. Επιπλέον μέσα από την έρευνα φάνηκε ότι τα περισσότερα άτομα του δείγματος θεωρούσαν ως κάθετο μια ευθεία γραμμή με διεύθυνση από πάνω προς τα κάτω ή μια οριζόντια γραμμή. Επιπλέον πιστεύαν ότι ένα σχήμα με επίπεδες επιφάνειες μπορεί να "σπάει την ακτίνα προς τα έξω", όπως πολύ εκφραστικά ειπώθηκε, ενώ ένα άλλο με καμπύλες επιφάνειες "σπάει την ακτίνα προς τα μέσα", διαπιστώσεις που οφείλονται προφανώς λόγω περιορισμένης εστίασης όταν εξετάζουν ένα φαινόμενο. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι σε θέματα διδασκτικής ότι

ο διδάσκοντας πρέπει να λαμβάνει υπόψη του όλους τους παράγοντες που πιθανόν να οδηγούν τους μαθητές και τις μαθήτριες του σε παρανοήσεις και να τους προλάβει πριν ακόμη γεννηθούν. Όσο αφορά την περίπτωση της διάθλασης η οποία μελετήθηκε σε μεγάλο βαθμό οι μελετητές θεωρούν ότι οι διδασκόμενοι/ες πρέπει να σχεδιάζουν και να περιγράφουν με λόγια αυτά που παρατηρούν. Βέβαια ο παράγοντας της σχεδίασης μπορεί να είναι δύσκολος για τους διδασκόμενους και τις διδασκόμενες διότι ως μαθητές/τριες δεν έχουν συνηθίσει σε τέτοιου είδους εκφράσεις. Όμως οι ερευνητές μέσα από τη διδακτική τους παρέμβαση διατύπωσαν ότι η εισαγωγή του κυματικού μοντέλου πριν από τη διδασκαλία της γεωμετρικής οπτικής αλλά και η σύνδεση των ακτινών με μμέτωπα κύματος μπόρεσε να βοηθήσει τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να κατανοήσουν καλύτερα τα φαινόμενα της διάθλασης.

Οι Andersson, Bach, Hagman, Olander, & Wallin (2003) αναφέρονται σ' ένα ερευνητικό πρόγραμμα το οποίο έχει ως σκοπό την επίλυση προβλημάτων στο σχολικό περιβάλλον, τα οποία σχετίζονται με το ευρύ πρόβλημα της έλλειψης επιστημονικής κατανόησης μεταξύ της πλειοψηφίας των μαθητών/τριων, κάτι το οποίο μαρτυράται από πολλές αξιολογήσεις αλλά και άλλες έρευνες. Έτσι, το πρόγραμμα αποσκοπεί ότι μέσω της συνεργασίας εκπαιδευτικών και μαθητών/τριων θα σχεδιαστεί το κατάλληλο σχέδιο διδασκαλίας, του οποίου τα αποτελέσματα της εφαρμογής του θα αξιολογηθούν μέσα στην τάξη. Στο άρθρο υπογραμμίζεται ότι η διατύπωση και η δοκιμή συγκεκριμένων θεωριών εποικοδομητισμού για το περιεχόμενο της διδασκαλίας μπορεί να είναι ένας νέος τρόπος ανάπτυξης και ενίσχυσης της επιστημονικής γνώσης μέσα στην τάξη. Οι μαθητές και οι μαθήτριες, καθ' όλη τη διάρκεια του προγράμματος έλυσαν πολλές δραστηριότητες οι οποίες σχετίζονταν με διάφορα φαινόμενα του φωτός. Οι ερευνητές κατέληξαν στο ότι κατά τη διάρκεια της κάθε διδασκαλίας πρέπει να δίνεται μεγάλη έμφαση στις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές και οι μαθήτριες στην τάξη.

Οι Δηλαβέρη, Σταμούλης, & Μαυρογιαννάκης, (2003). πρότειναν μία διδακτική παρέμβαση για τους μαθητές της Στ' Δημοτικού, η οποία σχετίζονταν με τη διάθλαση του φωτός στηρίχθηκε στην ομαδοσυνεργατική μέθοδο διδασκαλίας και τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών. Οπότε οι μαθητές με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών έρχονται να επιβεβαιώσουν τα όσα παρατήρησαν και να χτίσουν πιο εύκολα τη νέα γνώση, σύμφωνα με τους σχεδιαστές του υλικού.

Οι Καλπία, & Μίχας, (2009) πραγματοποίησαν διδακτική παρέμβαση με σκοπό «να διερευνηθούν οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών για τη θέση του φανταστικού ειδώλου ως προς τα επίπεδα κάτοπτρα και από φαινόμενα διάθλασης και πως αυτές οι αντιλήψεις εξελίχθηκαν κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας διδασκαλιών εποικοδομητικού τύπου» (Κάλπια & Μίχας, 2009: 352). Το δείγμα για την παρούσα έρευνα αποτελέσαν 19 παιδιά της Ε' Τάξης του Δημοτικού, από τα οποία τα 11 ήταν κορίτσια και τα 8 αγόρια. Οι μαθητές/τριες που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είχαν διδαχθεί τον νόμο της ανάκλασης αλλά ούτε και τον νόμο της διάθλασης, παρ' όλα αυτά είχαν ήδη διδαχθεί για την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός και τη δημιουργία σκιών. Το είδος της διδακτικής πρακτικής που εφαρμόστηκε ήταν αυτήν του εποικοδομητισμού, ενώ προτού πραγματοποιηθεί η διδακτική παρέμβαση δόθηκαν στους μαθητές τεστ για να φανούν οι αρχικές τους ιδέες αλλά και τεστ μετέπειτα, ώστε να φανεί ποιες ιδέες τους άλλαξαν και ποιες αντιστάθηκαν στη μεταβολή τους. Τα ευρήματα τα οποία προέκυψαν μέσα από την όλη διαδικασία ήταν ότι μετά από τη διδακτική παρέμβαση 12 από τους 19 διδασκόμενους άλλαξαν τις αρχικές τους αντιλήψεις αλλά μόνο 6 στράφηκαν προς το επιστημονικό μοντέλο, ενώ σχεδόν όλα τα άτομα του δείγματος χρησιμοποιούσαν διάγραμμα για να διατυπώσουν την απάντησή τους, χωρίς βέβαια πάντα να δίνεται το σωστό αποτέλεσμα. Όσον αφορά τη θέση του ειδώλου πολλά παιδιά πριν τη διδακτική παρέμβαση υποστήριζαν ότι το είδωλο και το αντικείμενο βρίσκονταν στην ίδια θέση, όμως μετά το πέρας της διδασκαλίας άλλαξαν την αρχική τους αντίληψη και στράφηκαν βαθμιαία προς το επιστημονικό μοντέλο, ενώ τα αποτελέσματα των μετατεστ έδειξαν ότι ξεκίνησαν να μετακινούνται προς την άποψη ότι το αντικείμενο και το είδωλο βρίσκονται σε διαφορετικές θέσεις. Επιπλέον από τις απαντήσεις των παιδιών φάνηκε πως κάποια παιδιά δυσκολεύονταν να βρουν τη θέση του ειδώλου μετά από ανάκλαση του φωτός, ενώ κάποια άλλα παιδιά δυσκολεύονταν ακόμα να βρουν και τη θέση του ειδώλου μετά από διάθλαση του φωτός. Έτσι οι ερευνητές προτείνουν ότι στην περίπτωση της ανάκλασης είναι καλύτερο να βρίσκεται πρώτα το είδωλο ενός σημείου και όχι να πραγματοποιείται πρώτα ο σχηματισμός των προσπίπτουσών ακτινών με τις ανακλώμενες τους για όλα τα σημεία και άρα να σχεδιάζονται μετά οι προεκτάσεις τους για να βρεθεί η θέση του ειδώλου. Επιπλέον τονίζουν ότι θα βοηθούσε τους διδασκόμενους αν χρησιμοποιούσαν διαφορετικά χρώματα για το κάθε σημείο ή διαφορετικά χρώματα για τις προσπίπτουσες και τις ανακλώμενες ακτίνες, ώστε να διακρίνονται πιο εύκολα.

Οι Τέκος & Σολομωνίδου (2010), πραγματοποίησαν μία διδακτική παρέμβαση, που πραγματοποιήθηκε με βάση τις αρχικές ιδέες σε 140 μαθητές/τριες συνολικά στην Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη του δημοτικού σχολείου, στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού για τα φαινόμενα της κατοπτρικής ανάκλασης του φωτός, της διάχυσης καθώς και για την όραση, μέσω ενός τεχνολογικά πλούσιου μαθησιακού περιβάλλοντος. Η έρευνα ήταν χωρισμένη σε δύο μέρη, στην ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών/τριών με τη μορφή ερωτηματολογίου, όπου αναδείχθηκαν οι εξής αντιλήψεις από τα παιδιά:

Ανάκλαση του φωτός έχουμε όταν: α) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μια λεία επιφάνεια και επιστρέφει στην πηγή ανεξάρτητα από την γωνία πρόσπτωσης της, β) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια και παραμένει εκεί ή τη διαπερνά.

Διάχυση του φωτός έχουμε όταν: α) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μια ανώμαλη επιφάνεια και παραμένει εκεί, β) η δέσμη φωτός που εκπέμπεται από μια φωτεινή πηγή προσπίπτει πάνω σε μια ανώμαλη επιφάνεια και τη διαπερνά, γ) η δέσμη φωτός απλά φωτίζει ένα αντικείμενο.

Όσον αφορά τη λειτουργία της όρασης, διαπιστώθηκε ότι ένας πολύ μικρός αριθμός παιδιών υιοθετούσε το αποδεκτό επιστημονικό μοντέλο λειτουργίας της όρασης πριν τη διδασκαλία. Πολλά παιδιά χρησιμοποίησαν εναλλακτικά μοντέλα εκπομπής φωτός από το μάτι όταν αναφέρονταν στα ετερόφωτα και στα αυτόφωτα αντικείμενα.

Συμπερασματικά παρουσιάστηκαν οι παρακάτω κατηγορίες:

Οι μαθητές/τριες τείνουν να πιστεύουν ότι:

1. το φως ταυτίζεται με την πηγή ή το αποτέλεσμα που προκαλεί, καθώς φαίνεται ότι αδυνατούν να αντιληφθούν το φως ως οντότητα που διαδίδεται στο χώρο,
2. η κατοπτρική ανάκλαση και η διάχυση του φωτός είναι φαινόμενα ανεξάρτητα από το είδος της επιφάνειας πάνω στην οποία προσπίπτει μια δέσμη φωτός,
3. κατά τη διάρκεια της ανάκλασης του φωτός η φωτεινή δέσμη επιστρέφει στην πηγή της ανεξάρτητα από τη γωνία πρόσπτωσης της ή μένει στο σημείο πρόσπτωσης (άποψη που φανερώνει αδυναμία κατανόησης

του γεωμετρικού μοντέλου),

4. η διάχυση του φωτός δεν συμβαίνει στον αέρα, αλλά η φωτεινότητα της γήινης ατμόσφαιρας οφείλεται στην ύπαρξη στη γη της θάλασσας, του όζοντος, των δορυφόρων, ... αλλά όχι στη διάχυση του φωτός στα μόρια του αέρα, στη σκόνη, κλπ.
5. το μάτι παίζει ενεργητικό ρόλο, δηλαδή εκπέμπει ακτίνες «emission model» για να εξηγήσουν τη λειτουργία της όρασης.

Η καινοτομία στην παρούσα διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε ήταν ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη της εφαρμογής, «ΑΝΑΚΛΑΣΗ-ΔΙΑΧΥΣΗ», η οποία αποτελείται από δεκαπέντε σελίδες (οθόνες), όπου προσομοιώνονται αυθεντικές καταστάσεις καθημερινής ζωής, και κατόπιν γίνεται μοντελοποίηση των καταστάσεων αυτών με βάση τα επιστημονικά μοντέλα της ανάκλασης της διάχυσης και της λειτουργίας της όρασης, με την ενσωμάτωση κατάλληλων δραστηριοτήτων. Επίσης μέσα στην συγκεκριμένη εφαρμογή υπήρχε και διδακτική αξιοποίηση του λάθους.

Βασικό συμπέρασμα της παραπάνω έρευνας ήταν ότι τα παιδιά του δείγματος βελτίωσαν τις απόψεις τους σε σχέση με την άλλη ομάδα (τα παιδιά της οποίας έκαναν μάθημα με παραδοσιακές τεχνικές), που όχι μόνο βελτιώθηκαν ελάχιστα κάποιες από τις αντιλήψεις τους αλλά αντιθέτως ενισχύθηκαν κιόλας κάποιες από αυτές. Φαίνεται συνεπώς ότι σε ένα μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου, το οποίο υποστηρίζεται τεχνολογικά από προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων και διαδικασιών, ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες του δημοτικού μπορούν να οικοδομήσουν τη νέα γνώση, αντιμετωπίζοντας αποτελεσματικά τις εναλλακτικές τους ιδέες.

Οι Ravanis, Christidou & Hatzinikita, (2013), πραγματοποίησαν μία διδακτική παρέμβαση, ώστε να διερευνήσουν την επίδραση μιας κοινωνικογνωστικής στρατηγικής διδασκαλίας στην κατανόηση του φωτός από τη πλευρά των μικρών παιδιών ως οντότητας, η οποία μεταδίδεται ανεξάρτητα από την πηγή φωτός και τον τελικό δέκτη. Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 170 άτομα, 85 αγόρια και 85 κορίτσια ηλικίας 5,5-6,5 ετών. Τα παιδιά αυτά παρακολουθούσαν μαθήματα δημοτικών παιδικών σταθμών και είχαν παρόμοια κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά και χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες 85 παιδιών το καθένα, σχηματίζοντας έτσι δύο ομάδες την κοινωνικογνωστική ομάδα και την εμπειρική ομάδα αντίστοιχα. Η μελέτη διεξήχθη σε τρεις φάσεις: προ-δοκιμή, διδακτική παρέμβαση και μετα-τεστ. Σύμφωνα με τα ερευνητικά ευρήματα, τα παιδιά της κοινωνικογνωστικής ομάδας ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν το φως ως αυτόνομη οντότητα πιο σταθερά από αυτά της εμπειρικής

ομάδας. Τα αποτελέσματα της έρευνας επιπλέον υποδηλώνουν τη σημαντική συμβολή των διδακτικών δραστηριοτήτων που περιλαμβάνουν αλληλεπιδράσεις οι οποίες διαρθρώθηκαν γύρω από τα υπάρχοντα εμπόδια που υπήρχαν στη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών. Επίσης μέσα στα από την έρευνα τονίστηκε ο σημαντικός ρόλος των εκπαιδευτικών όχι μόνο στην οργάνωση του περιβάλλοντος της εργασίας αλλά και στο ότι οργανώνουν τον συλλογισμό της σκέψης των μαθητών/τριων παρεμβαίνοντας στο σημείο, που απαιτείται η αντιμετώπιση των εμποδίων. Επομένως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ενός εκπαιδευτικού προσχολικής ηλικίας και μιας μικρής ομάδας παιδιών φαίνεται να προσδίδουν αξιοσημείωτα μαθησιακά αποτελέσματα. Τέλος οι μελετητές τονίζουν ότι θα μπορούσε από το νηπιαγωγείο να σχεδιαστούν δραστηριότητες κατάλληλες για την προετοιμασία των παιδιών για κατανόηση της επιστήμης σε μεταγενέστερο στάδιο, αντί απλώς να προτείνονται οργανωμένες δραστηριότητες με στόχο την παρουσίαση ενός απλουστευμένου επιστημονικού περιεχομένου.

3.4. Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων που σχετίζονται με τα επιχειρήματα των μαθητών και μαθητριών

Γενικότερα, δεν υπάρχουν πολλές έρευνες οι οποίες ασχολούνται με τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών στις Φ.Ε.

Παρ' όλα αυτά έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες έρευνες όπως αυτή της Μαστρογιωργάκη (2018), η οποία μελέτησε τις επιδράσεις μιας διδακτικής-μαθησιακής ακολουθίας φυσικών επιστήμων για τον 2ο Νόμο του Newton, που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό στα επιχειρήματα των μαθητών και μαθητριών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση μέσα από εποικοδομητικού τύπου διδασκαλία και ερωτηματολόγια, με την έρευνα να δείχνει ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση βελτιώθηκαν όχι μόνο τα επιχειρήματα των μαθητών ως προς το περιεχόμενο τους αλλά και το λεξιλόγιο.

Άλλη μία διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε σχετική με τα επιχειρήματα είναι αυτή της Πάλλη (2017), η οποία σχετίζονταν με την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών. Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν μαθητές και μαθήτριες της τελευταίας τάξης της υποχρεωτικής εκπαίδευσης μέσα, οι οποίοι πήραν μέρος σε μία εποικοδομητικού τύπου

διδασκαλία και κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο με πέντε ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως όντως τα επιχειρήματα των μαθητών και των μαθητριών βελτιώθηκαν ως προς τη δομή, στο κομμάτι του περιεχομένου και των γλωσσικών χαρακτηριστικών

3.5. Συζήτηση – Πρωτοτυπία εργασίας

Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών, που μελετούν τις αντιλήψεις των μαθητών/τριων και των φοιτητών/τριων για το φως και τις διδακτικές παρεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί και επεξεργάζονται είτε τις αντιλήψεις τους είτε κάποια επιστημονική πρακτική, προκύπτουν πολλές διαπιστώσεις. Αρχικά, πολλοί μαθητές και φοιτητές και πολλές μαθήτριες και φοιτήτριες, παρότι έχουν διδαχτεί ενότητες σχετικές με το φως και τα διάφορα οπτικά φαινόμενα ειδικότερα εξακολουθούν να έχουν αντιλήψεις οι οποίες μοιάζουν μεταξύ τους και διαφέρουν από την επιστημονική γνώση (La Rosa, Mayer, Patrizi & Vicentini-Missoni: 1984). Επιπλέον προέκυψε ότι ακόμα και μετά της παραδοσιακού τύπου διδακτικές παρεμβάσεις, οι μαθητές και οι μαθήτριες εξακολουθούν να ενεργοποιούν αντιλήψεις διαφορετικές της επιστημονικής γνώσης. Όμως, παρατηρείται ότι οι εποικοδομητικές προσεγγίσεις διδασκαλίας και αυτές με τη χρήση νέων τεχνολογιών συμβάλλουν στην τροποποίηση των αντιλήψεων των μαθητών, σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι οι παραδοσιακές προσεγγίσεις. Επομένως, προκύπτει το συμπέρασμα ότι έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές και πολλές ερευνήτριες οι αντιλήψεις μαθητών/τριων και φοιτητών/τριων για το φως και φαινόμενα του όπως αυτό της σκιάς, της ανάκλασης και τη διάθλαση του φωτός (Villani & Pacca: 1987· Galili & Hazan: 2000· Fytas, Komis & Ravanis: 2013).

Παρ' όλο που έχουν μελετηθεί αρκετά οι αντιλήψεις των μαθητών και ο τρόπος σκέψης τους πάνω σε φαινόμενα οπτικής (La Rosa, Mayer, Patrizi & Vicentini-Missoni: 1984· Χαραλαμποπούλου, Κοσμοπούλου, Ραβάνης, & Παπαμιχαήλ: 1997· Καλπία & Μίχας: 2009), απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών σε θέματα οπτικής.

Γενικότερα, διαπιστώνεται ότι υπάρχει μία πληθώρα ερευνών όσο αφορά τις αντιλήψεις για τα οπτικά φαινόμενα ενώ είναι περιορισμένη η έρευνα που αφορά

διδασκτικές παρεμβάσεις, σχετικές με αυτά τα φαινόμενα. Όσο αφορά το φως δεν υπάρχουν μελέτες για τη διερεύνηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για το φως, καθώς επίσης και για τη συμβολή διδασκτικών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών, ενώ όσες έρευνες αφορούν τα επιχειρήματα των μαθητών και μαθητριών σε άλλους τομείς των Φ.Ε. επικεντρώνονται σε μαθητές και μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Συνεπώς, η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι διερευνά την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών του δημοτικού σχολείου για το φως και τις σκιές, ενώ παράλληλα προτείνει και την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων τους, ζητήματα για τα οποία δε υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

3.6. Ανακεφαλαίωση

Στο κεφάλαιο αυτό διαπιστώθηκε ότι έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες για την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών και των μαθητριών για τον φως, ενώ υπάρχουν συγκριτικά λιγότερες έρευνες που προχωρούν σε διδασκτικές παρεμβάσεις, ώστε να τις τροποποιήσουν. Επιπλέον ελάχιστες είναι οι έρευνες που επικεντρώνονται στη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών. Στον τομέα του φωτός δεν έχουν διερευνηθεί τα επιχειρήματα των μαθητών και των μαθητριών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας. Το κεφάλαιο αποτελείται από εννιά ενότητες. Αρχικά παρουσιάζονται οι συμμετέχοντες (βλ. ενότητα 4.2.) και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι φάσεις τη ερευνητικής διαδικασίας που ακολουθήθηκε (βλ. ενότητα 4.3.). Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζονται τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (βλ. ενότητα 4.4.) Στις δύο τελευταίες ενότητες παρουσιάζεται η μέθοδος συλλογής των δεδομένων (βλ. ενότητα 4.5.) και η ανάλυση των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα (βλ. ενότητα 4.6.), ενώ στο τέλος υπάρχει και η ανακεφαλαίωση όλων των παραπάνω (βλ. ενότητα 4.7.).

4.2. Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 61 μαθητές (30 αγόρια και 31 κορίτσια) τριών τμημάτων της Ε' Δημοτικού δύο διαφορετικών σχολείων στο νησί της Ρόδου.

4.3. Ερευνητική διαδικασία

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2018-2019 σε τρία στάδια:

- (α) Στο πρώτο στάδιο συγκροτήθηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο που εξετάζει την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων που αναπτύσσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες στην εννοιολογική περιοχή του φωτός και πιο συγκεκριμένα στη διάδοση του φωτός και τις σκιές. Τα ερωτηματολόγια προτού μοιραστούν στα παιδιά δόθηκαν πρώτα στον επιβλέποντα καθηγητή και σε συναδέλφους του για να ελεγχθεί η εσωτερική του εγκυρότητα και να διορθωθούν τυχόν ελλείψεις και ασάφειες αλλά και σε μία μικρή ομάδα τριών μαθητών (πιλοτική έρευνα) για να διορθωθούν επιπλέον ζητήματα, που ενδεχομένως να μην ήταν κατανοητά για τους μαθητές και τις μαθήτριες του δείγματος.
- (β) Στο δεύτερο στάδιο (κύρια έρευνα), διαμοιράστηκε σε μαθητές και μαθήτριες τριών τμημάτων της Ε' Δημοτικού το ερωτηματολόγιο, που δημιουργήθηκε για

την παρούσα έρευνα. Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν σε όλα τα παιδιά των τμημάτων και κατόπιν μιας σύντομης συζήτησης μαζί τους έγινε λήψη σχολίων και παρατηρήσεων. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες να προτείνουν απαντήσεις με αιτιολόγηση σχετικά με τη διάδοση του φωτός και τους παράγοντες δημιουργίας των σκιών. Στο τρίτο στάδιο, αναλύθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών ως προς τη δομή και το εννοιολογικό τους περιεχόμενο.

- (γ) Στο τρίτο στάδιο σχεδιάστηκαν οι δραστηριότητες, οι οποίες συγκροτούν το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό.

Για την έρευνα ζητήθηκε άδεια από τους διευθυντές των σχολείων, οι οποίοι ενημερώθηκαν για τους στόχους και το περιεχόμενο της έρευνας και έδωσαν την συγκατάθεσή τους. Επίσης, ενημερώθηκαν και οι γονείς των μαθητών και μαθητριών για την παρούσα έρευνα και συναίνεσαν.

4.4. Το ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων

Ως εργαλείο συλλογής δεδομένων για τη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών στην ενότητα του φωτός και πιο συγκεκριμένα στη διάδοσή του φωτός και στις σκιές, χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο είναι ένα ευρέως διαδεδομένο ερευνητικό εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών και χρησιμοποιείται ευρέως στις έρευνες καθώς δίνεται η δυνατότητα να ερωτηθούν πολλά άτομα ταυτόχρονα για ένα θέμα (Cohen & Manion, 1997· Cohen, Manion & Morrison, 2000).

Οι ερωτήσεις του παρόντος εργαλείου ήταν ανοιχτού τύπου ώστε οι μαθητές και μαθήτριες να μπορούν να απαντήσουν ελεύθερα στα ερωτήματα, διατυπώνοντας και δικαιολογώντας την άποψη τους χωρίς κάποιον περιορισμό. Σχετικά με τη διατύπωση των ερωτήσεων αποφεύχθηκαν πολύπλοκες και υψηλού επιπέδου ερωτήσεις, ώστε να μη δυσκολέψουν τους μαθητές και τις μαθήτριες, Συνεπώς, επιλέχθηκαν ανοιχτού τύπου ερωτήσεις προκειμένου να αιτιολογήσουν όσο το δυνατόν αναλυτικότερα τις απαντήσεις τους.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει αρχικά ένα χαρακτήρα τον Ήλιο, ο οποίος κάνει μία μικρή εισαγωγή στους μαθητές και τις μαθήτριες σχετικά με τον σκοπό του

ερωτηματολογίου, ενώ υπάρχουν κάποιες δημογραφικές ερωτήσεις σχετικά με το φύλο και με το αν έχουν διδαχθεί τις δύο θεματικές ενότητες του φωτός, που μελετά η παρούσα εργασία (διάδοση φωτός και τους παράγοντες δημιουργίας των σκιών).

Στη συνέχεια, το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 3 ερωτήσεις (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α), για τη διάδοση του φωτός και τους παράγοντες δημιουργίας των σκιών, ενώ στοχεύουν στη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών.

Η ερώτηση 1 σχετίζεται με τη διάδοση του φωτός, ενώ η ερώτηση 2 και 3 σχετίζονται με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σκιά. Οι μαθητές και οι μαθήτριες κάθε φορά καλούνται να απαντήσουν σε έναν προβληματισμό και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους όσο καλύτερα μπορούν. Το πείραμα και το ζητούμενο της κάθε ερώτησης διατυπώθηκε με σαφήνεια παρέχοντας στους μαθητές και στις μαθήτριες τα απαραίτητα αποδεικτικά στοιχεία ώστε να συγκροτήσουν σωστά τις απαντήσεις τους.

Ο χρόνος που δόθηκε στα παιδιά για να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο, ήταν περίπου 40 λεπτά.

Πίνακας 4.4.1 Παρουσίαση ζητημάτων Φ.Ε. και αντιστοίχισή τους με τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

Ζητήματα	Ερωτήσεις
Ευθύγραμμη διάδοση του φωτός	1
Εξάρτηση ύψους της σκιάς από την απόσταση του αντικειμένου από την φωτεινή πηγή	2
Εξάρτηση του ύψους της σκιάς από το μέγεθος του αντικειμένου	3

Όλες οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου ακολουθούν μία συγκεκριμένη δομή. Αρχικά παρουσιάζεται κάποιο παιδί το οποίο εκτελεί κάποιο πείραμα, ενώ παράλληλα παρέχονται σε μορφή κειμένου ή πίνακα κάποια ευρήματα του πειράματος. Επιπρόσθετα, σε ορισμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου (2 & 3) υπάρχουν και κάποια επιπλέον δεδομένα τα οποία δε σχετίζονται με την απάντηση που πρόκειται να δώσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες, αλλά υπάρχουν για να μελετηθεί και το κατά πόσο είναι ικανοί και ικανές να διαχωρίζουν σε θέμα περιεχομένου επαρκή αποδεικτικά

στοιχεία από άλλα μη επαρκή. Μετά την καταγραφή των πειραματικών δεδομένων δίνεται με έντονη γραμματοσειρά η ερώτηση που καλούνται να απαντήσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες. Τέλος ζητείται από τα παιδιά να απαντήσουν όσο πιο αναλυτικά γίνεται στην ερώτηση προσπαθώντας παράλληλα να πείσουν μία υποτιθέμενη ομάδα συμμαθητών και συμμαθητριών ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λάθος. Συνεπώς, με αυτόν τον τρόπο να εισάγεται και το στοιχείο της αντίκρουσης στο επιχείρημά τους.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου περιγράφονται παρακάτω:

Ερώτηση 1

Στους μαθητές και στις μαθήτριες μέσω τεσσάρων εικόνων παρουσιάζεται μία ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε. Ένα μαθητής προσπάθησε να δει τη φλόγα ενός κεριού μέσα από ένα καλαμάκι σε ευθεία και από ένα λυγισμένο καλαμάκι και επίσης προσπάθησε να δει τη φλόγα ενός κεριού ανάμεσα σε από τις οπές τριών χαρτονιών, που τη μία φορά ήταν στην σειρά και τη άλλη όχι. Τόσο τα δεδομένα αλλά και όσο τα αποτελέσματα του πειράματος παρέχονται στους μαθητές και στις μαθήτριες και καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση για το αν το φως διαδίδεται ευθύγραμμο ή καμπυλόγραμμα, όσο πιο αναλυτικά μπορούν πείθοντας παράλληλα τους συμμαθητές τους πως οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λάθος.

Ερώτηση 2

Στους μαθητές και στις μαθήτριες περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία που ακολούθησαν δύο παιδιά, που το ένα παιδί να στέκεται μπροστά από μία σημειακή φωτεινή πηγή και το άλλο μετά την σκιά του στον τοίχο καθώς το πρώτο παιδί μετακινείται. Έτσι στο τέλος τους πειράματος δίνεται πίνακας με τα ερευνητικά αποτελέσματα της έρευνας των δύο παιδιών και οι μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματος μας καλούνται να απαντήσουν όσο πιο αναλυτικά μπορούν στο ερώτημα «*Τι επηρεάζει το ύψος της σκιάς όταν το ύψος του αντικειμένου μένει σταθερό;*», πείθοντας παράλληλα τους συμμαθητές τους πως οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λάθος.

Ερώτηση 3

Στους μαθητές και στις μαθήτριες περιγράφεται η επόμενη ερευνητική διαδικασία που ακολούθησαν τα δύο παιδιά της προηγούμενης ερώτησης έχοντας στη διάθεσή τους αυτή τη φορά διάφορα αντικείμενα διαφορετικού μεγέθους να φωτίζονται με ένα κεριό

και η σκιά τους να αποτυπώνεται στον τοίχο. Εφόσον τα παιδιά του πειράματος καταγράφουν πάλι τις μετρήσεις των σκιών των αντικειμένων, ο μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματος καλούνται να απαντήσουν όσο πιο αναλυτικά γίνεται στο ερώτημα *«Τι επηρεάζει το ύψος της σκιάς όταν η απόσταση του αντικειμένου από τη φωτεινή πηγή παραμένει σταθερή;»*, πείθοντας παράλληλα τους συμμαθητές τους πως οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λάθος. Που το ένα παιδί να στέκεται μπροστά από μία σημειακή φωτεινή πηγή και το άλλο μετά την σκιά του στον τοίχο καθώς το πρώτο παιδί μετακινείται. Έτσι στο τέλος του πειράματος δίνεται πίνακας με τα ερευνητικά αποτελέσματα της έρευνας των δύο παιδιών και οι μαθητές και οι μαθήτριες του δείγματος μας καλούνται να απαντήσουν στο ερώτημα *«Τι επηρεάζει το ύψος της σκιάς όταν το ύψος του αντικειμένου μένει σταθερό;»*.

4.6. Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων της έρευνας διήρκησε 2 ημέρες (06/05/19-07/05/19) και έγινε αποκλειστικά με τη χρήση του ερωτηματολογίου δίνοντας ως χρόνο συμπλήρωσης του μία περίπου μία διδακτική ώρα.

Οι μαθητές οι μαθήτριες του κάθε τμήματος καλούνταν να απαντήσουν ατομικά στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου λαμβάνοντας υπόψιν τα ερευνητικά αποτελέσματα που παρέχονταν σε κάθε ερώτηση. Τα παιδιά καλούνταν να απαντήσουν στις ερωτήσεις όσο πιο αναλυτικά γίνονταν και προσπαθώντας παράλληλα με την απάντησή τους να πείσουν ότι οποιαδήποτε άλλη απάντηση αντίθετη με τον ισχυρισμό τους είναι λάθος. Σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του ερωτηματολογίου ο εκπαιδευτικός του κάθε τμήματος ήταν παρόν, όπως επίσης και η ερευνήτρια για την επίλυση τυχών αποριών των μαθητών και των μαθητριών σχετικά με τη δομή του ερωτηματολογίου

Οι απαντήσεις των μαθητών και των μαθητριών στο ερωτηματολόγιο αποτέλεσαν τη μονάδα ανάλυσης της παρούσας έρευνας.

4.7. Ανάλυση δεδομένων

Όστε να πραγματοποιηθεί η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν προσεκτικά οι 183 απαντήσεις των 30 μαθητών και των 31 μαθητριών στο ερωτηματολόγιο. Πιο συγκεκριμένα, η αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών της Ε' τάξης του δημοτικού για τη

διάδοση του φωτός και τις σκιές επικεντρώθηκε στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών ως προς:

- 1) τη δομή,
- 2) το περιεχόμενο και
- 3) τα γλωσσικά χαρακτηριστικά

Η αξιολόγηση της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών πραγματοποιήθηκε με το εργαλείο που προτάθηκε από τους Σκουμιό και Χατζηνικήτα (2014), με τη βοήθεια αυτού του εργαλείου αξιολογούνται η δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

Σύμφωνα με τους Σκουμιό και Χατζηνικήτα (2014), η κλίμακα αυτή αξιολογεί συνολικά τη δομή και το εννοιολογικό περιεχόμενο των επιχειρημάτων, συνεπώς τα επιχειρήματα που λαμβάνουν υψηλή βαθμολογία στην κλίμακα των McNeill και Krajcik (2007), χαρακτηρίζονται από καταλληλότητα ως προς το περιεχόμενό τους και την επάρκεια ως προς τη δομή τους.

Παρ' όλα αυτά οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2014), μέσα από έρευνα για την αξιολόγηση των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και βασιζόμενοι στην κλίμακα των McNeill και Krajcik (2007), πρότειναν μια τροποποιημένη εκδοχή της, μέσα από απομόνωση των συστατικών στοιχείων ενός επιχειρήματος, σε αυτά που σχετίζονται με τη δομή και το περιεχόμενο, έτσι μέσα από αυτή τη διάκριση διαμορφώθηκαν πλέον δύο κλίμακες διαβαθμισμένων κριτηρίων. Σύμφωνα με τον Σκουμιό και τη Χατζηνικήτα (2014), η πρώτη κλίμακα που διαμορφώθηκε εστιάζει στην αξιολόγηση αποκλειστικά της δομής ενός επιχειρήματος βασιζόμενη στην ύπαρξη των συστατικών της στοιχείων (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμός), ενώ η δεύτερη κλίμακα που διαμορφώθηκε επικεντρώνεται αποκλειστικά στην αξιολόγηση του εννοιολογικού περιεχομένου ενός επιχειρήματος εξετάζοντας τη σύγκλισή των συστατικών του στοιχείων με τη σχολική φυσικο-επιστημονική γνώση.

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται το εργαλείο (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014) με το οποίο αξιολογήθηκε η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών, που συμμετείχαν στην έρευνα.

Για την αξιολόγηση της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών προτάθηκαν τα επίπεδα που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.7.1 Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) της δομής των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών (Σκουμός & Χατζηνικήτα, 2014)

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδα		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό	Προτείνει ανεπαρκή ισχυρισμό	Προτείνει έναν επαρκή ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει ανεπαρκή αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει επαρκή αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό	Προτείνει ανεπαρκή συλλογισμό	Προτείνει έναν επαρκή συλλογισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση	Προτείνει ανεπαρκή αντίκρουση	Προτείνει μία επαρκή αντίκρουση

Για την αξιολόγηση του εννοιολογικού περιεχομένου του επιχειρήματος εξετάζεται η καταλληλότητα των συστατικών στοιχείων του επιχειρήματος (δηλαδή η συνάφειά τους με τη σχολική επιστημονική γνώση) ανεξάρτητα από την επάρκειά τους. Τα επίπεδα που προτάθηκαν φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4.7.2 Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) του περιεχομένου των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών (Σκουμιάς & Χατζηνικήτα, 2014)

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδα		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Ισχυρισμός	Δεν προτείνει ισχυρισμό ή ο ισχυρισμός δεν είναι κατάλληλος	Προτείνει έναν μερικώς κατάλληλο ισχυρισμό	Προτείνει έναν κατάλληλο ισχυρισμό
Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν προτείνει αποδεικτικά στοιχεία ή τα αποδεικτικά στοιχεία δεν είναι κατάλληλα	Προτείνει μερικώς κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Προτείνει κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
Συλλογισμός	Δεν προτείνει συλλογισμό ή ο συλλογισμός δεν είναι κατάλληλος	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές ή συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό	Προτείνει συλλογισμό που εμπλέκει κατάλληλες αρχές και συνδέει κατάλληλα τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό
Αντίκρουση	Δεν προτείνει αντίκρουση ή η αντίκρουση δεν είναι κατάλληλη	Προτείνει μερικώς κατάλληλη αντίκρουση	Προτείνει κατάλληλη αντίκρουση

Για την αξιολόγηση των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων προτάθηκαν τα επίπεδα που φαίνονται στον πίνακα 4.7.3.

Πίνακας 4.7.3. Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων αξιολόγησης (σε επίπεδα) των γλωσσικών στοιχείων των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2014)

Συστατικά στοιχεία	Επίπεδα		
	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1	Επίπεδο 2
Συγκρότηση προτάσεων	Ατελείς προτάσεις	Πλήρεις προτάσεις με απλή δομή	Πλήρεις προτάσεις με σύνθετη δομή
Λεξιλόγιο	Εσφαλμένη χρήση λέξεων	Περιορισμένο λεξιλόγιο	Εξειδικευμένο λεξιλόγιο
Γλωσσικές συμβάσεις (γραμματικά, ορθογραφικά, συντακτικά λάθη ή λάθη στα σημεία στίξης)	Περισσότερα από τρία λάθη	Έως τρία λάθη	Χωρίς λάθη

4.8. Ανακεφαλαίωση

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάστηκε η μεθοδολογία της έρευνας που πραγματοποιήθηκε. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν, το δείγμα της έρευνας, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, και ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της έρευνας της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών σε ερωτήσεις που σχετίζονται με την διάδοση του φωτός και τις σκιές (βλ. ενότητα 5.2) .

5.2 Η ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών που αφορούν τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιών

Οι απαντήσεις των μαθητών και των μαθητριών που αφορούσαν την ποιότητα των επιχειρημάτων τους σχετικά με τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιών μελετήθηκαν ως προς τη δομή, το περιεχόμενο και τα γλωσσικά χαρακτηριστικά τους. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται σε τρεις υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μελέτη της δομής των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών που σχετίζονται με τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιών (βλ. υποενότητα 5.2.1). Στη δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μελέτη των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών που σχετίζονται με τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιών (βλ. υποενότητα 5.2.2). Στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη μελέτη των γλωσσικών χαρακτηριστικών των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών που σχετίζονται με τα φαινόμενα της διάδοσης του φωτός και των σκιών (βλ. υποενότητα 5.2.3).

5.2.1 Η δομή των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών

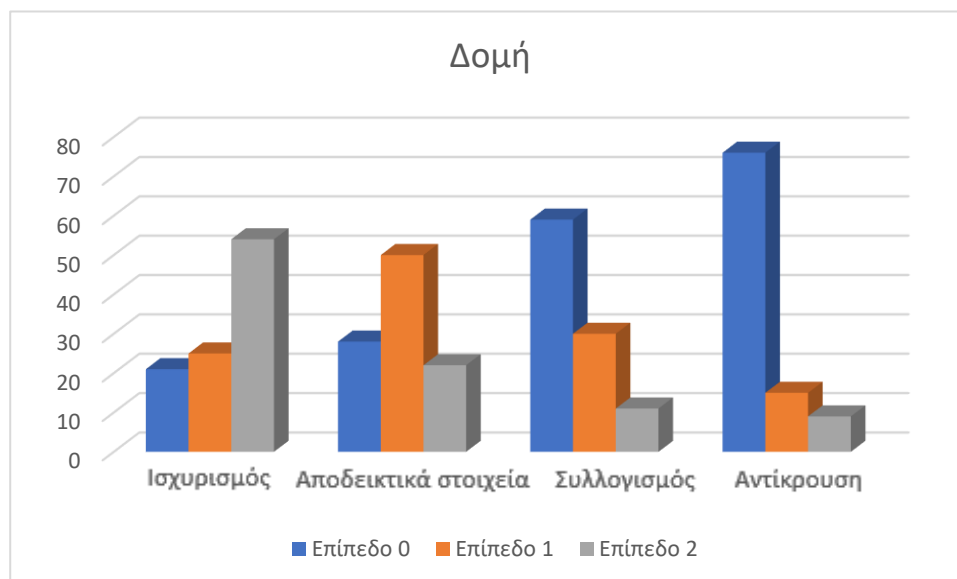
Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για τη δομή των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

Πίνακας 5.2.1.1 Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών: συχνότητες και ποσοστά

	Δομή							
	Ισχυρισμός		Αποδεικτικά στοιχεία		Συλλογισμός		Αντίκρουση	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Επίπεδο 0	39	21	51	28	108	59	139	76
Επίπεδο 1	46	25	92	50	54	30	27	15
Επίπεδο 2	98	54	40	22	21	11	17	9

Επιπλέον στο Σχήμα 5.2.1.1 παρουσιάζονται μέσα από ραβδόγραμμα τα αποτελέσματα του πίνακα.

Σχήμα 5.2.1.1 Τα επίπεδα επάρκειας των συστατικών στοιχείων των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών: ραβδόγραμμα



Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι τουλάχιστον οι μισές απαντήσεις του δείγματος είχαν κάποιο επαρκή ισχυρισμό επιπέδου 2 (54%). Παρ' όλα αυτά υπήρχε και ένα μικρό ποσοστό απαντήσεων που πρότεινε κάποιον μη επαρκή ισχυρισμό επιπέδου 1 (25%) αλλά και επιπέδου 0 (21%). Όσο αφορά τα αποδεικτικά στοιχεία παρατηρείται ότι τα μισά είναι επιπέδου 1, δηλαδή οι μαθητές και οι μαθήτριες γράφουν επιχειρήματα τα οποία όμως δεν είναι επαρκή για να υποστηρίξουν τον συλλογισμό τους. Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι τα αποδεικτικά στοιχεία τα οποία είναι επιπέδου 0 και επιπέδου 2 είναι πολύ κοντά αριθμητικά με τα επιπέδου 0 να υπερισχύουν για λίγες απαντήσεις (6 απαντήσεις). Σε παρόμοιες διαβαθμίσεις κυμαίνεται ο συλλογισμός και η αντίκρουση, καθώς και τα δύο αυτά συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων που μελετήθηκαν είναι επιπέδου 0 σε πολύ μεγάλο ποσοστό του δείγματος (59% & 76% αντίστοιχα), ενώ τα υπόλοιπα επίπεδα (1 & 2) είναι σε πολύ χαμηλά ποσοστά κάτω του μισού πλήθους των απαντήσεων.

5.2.2 Το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών

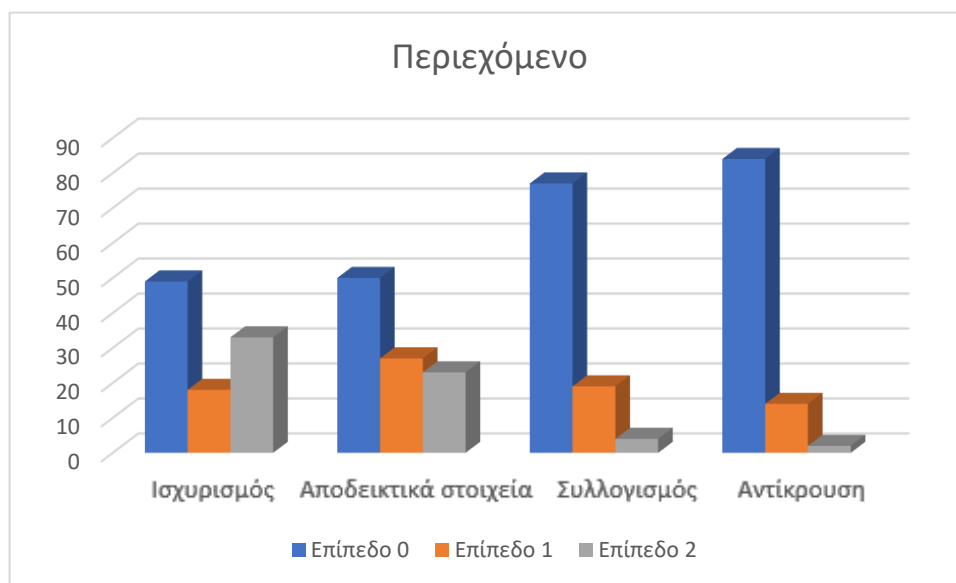
Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για το περιεχόμενο των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

Πίνακας 5.2.2.1 Τα επίπεδα καταλληλότητας της ποιότητας του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών: συχνότητες και ποσοστά

	Περιεχόμενο							
	Ισχυρισμός		Αποδεικτικά στοιχεία		Συλλογισμός		Αντίκρουση	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Επίπεδο 0	89	49	91	50	140	77	153	84
Επίπεδο 1	33	18	50	27	34	19	26	14
Επίπεδο 2	61	33	42	23	9	4	4	2

Επιπλέον στο 5.2.2.1 παρουσιάζονται μέσα από ραβδόγραμμα τα αποτελέσματα του πίνακα.

Σχήμα 5.2.2.1 Τα επίπεδα καταλληλότητας της ποιότητας του περιεχομένου των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών: ραβδόγραμμα



Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα παρατηρούμε ότι σε θέμα περιεχομένου υπάρχουν ποικίλα αποτελέσματα επιπέδων στους ισχυρισμούς των επιχειρημάτων που μελετήθηκαν. Αρχικά βλέπουμε ότι οι περισσότεροι ισχυρισμοί σε θέμα περιεχομένου είναι επιπέδου 0 (49%), με τους επιπέδου 2 (33 %) να ακολουθούν με μικρή διαφορά και τους επιπέδου 1 (18%) να καταλαμβάνουν το μικρότερο ποσοστό των απαντήσεων. Μέσα από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι οι μισές απαντήσεις δεν είχαν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία, ώστε να υποστηριχθεί ο ισχυρισμός του επιχειρήματος, οπότε κατατάχθηκαν σε επίπεδο 0, με το επίπεδο 1 (27%) να ακολουθεί με αρκετές απαντήσεις διαφορά, όπως και οι απαντήσεις επιπέδου 2 (23%). Όσο αφορά τον συλλογισμό και την αντίκρουση κυμαίνονται πάλι σε παρόμοια επίπεδα με το επίπεδο 0 να επικρατεί και στα δύο συστατικά στοιχεία (77% & 84% αντίστοιχα), ενώ στη συνέχεια το επίπεδο 1 και το επίπεδο 0 είναι χαμηλά και στα δύο αυτά συστατικά στοιχεία, με το επίπεδο 0 στην αντίκρουση να είναι σχεδόν ανύπαρκτο (2%).

5.2.3 Τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών

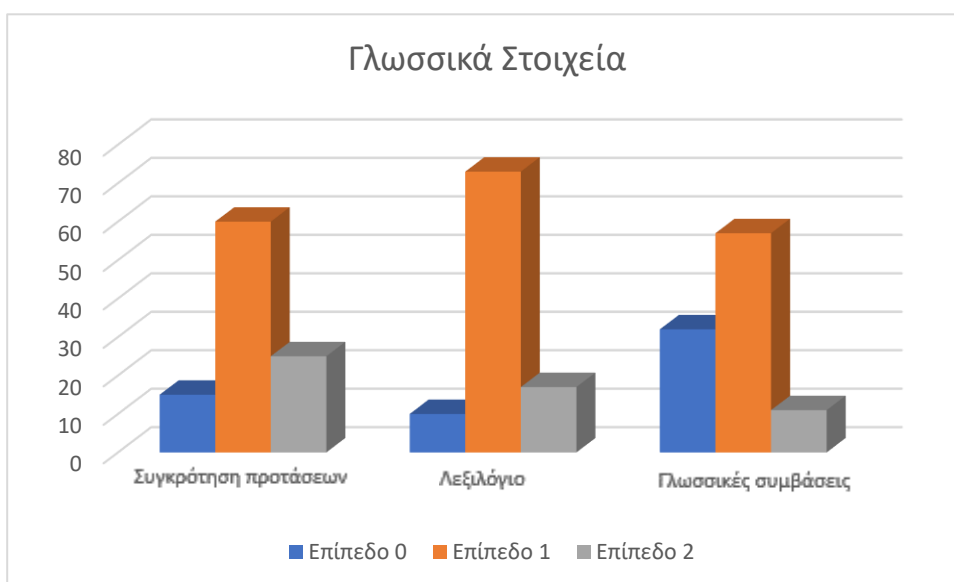
Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας για τα γλωσσικά χαρακτηριστικά των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών.

Πίνακας 5.2.3.1 Τα επίπεδα της ποιότητας των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών: συχνότητες και ποσοστά

Γλωσσικά Στοιχεία						
	Συγκρότηση προτάσεων		Λεξιλόγιο		Γλωσσικές συμβάσεις	
	f	%	f	%	f	%
Επίπεδο 0	28	15	19	10	59	32
Επίπεδο 1	110	60	133	73	104	57
Επίπεδο 2	45	25	31	17	20	11

Επιπλέον στο Σχήμα 5.2.3.1 παρουσιάζονται μέσα από ραβδόγραμμα τα αποτελέσματα του πίνακα.

Σχήμα 5.2.3.1 Τα επίπεδα της ποιότητας των γλωσσικών χαρακτηριστικών των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών: ραβδόγραμμα



Παρατηρώντας τα παραπάνω δεδομένα για τη ποιότητα των γλωσσικών στοιχείων των επιχειρημάτων βλέπουμε πως τα αποτελέσματα ποικίλουν. Αρχικά όσον αφορά τη συγκρότηση προτάσεων παρατηρούμε πως οι περισσότεροι μαθητές και πως οι περισσότερες μαθήτριες συγκροτούν προτάσεις με απλή δομή, επομένως το επιχείρημα τους κατατάσσεται σε επίπεδο 1 (60%). Παρ' όλα αυτά υπάρχουν και σύνθετες προτάσεις από τους μαθητές και τις μαθήτριες επιπέδου 2 (25%), ενώ υπάρχει και ένα μικρό ποσοστό παιδιών που συγκροτεί ημιτελείς προτάσεις επιπέδου 0 (15%). Επίσης η πλειοψηφία των μαθητών και των μαθητριών χρησιμοποιούσε απλό λεξιλόγιο επιπέδου 1 (73%), ενώ ένα πάρα πολύ μικρό ποσοστό ήταν επιπέδου 2 (17%) και ένα ακόμα πιο μικρό ποσοστό επιπέδου 0 (10%). Τέλος όσο αφορά τις γλωσσικές συμβάσεις αρκετοί μαθητές και αρκετές μαθήτριες είναι επιπέδου 1 (57%), όμως είναι μαθητές και μαθήτριες, που το επιχείρημά τους δεν υπακούει πολλές από τις γλωσσικές συμβάσεις, κατατάσσοντας το επιχείρημα τους στο επίπεδο 0 (32%), με ένα μικρό ποσοστό απαντήσεων να τηρεί όλες τις γλωσσικές συμβάσεις και να είναι επιπέδου 2 (11%).

5.3 Ανακεφαλαίωση

Στην παρούσα ενότητα πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων που αφορούσαν την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου για τη διάδοση του φωτός και τους παράγοντες που επηρεάζουν τις σκιές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της ποιότητας των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές και η δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων.

Στο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Ειδικότερα στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 6.2). Στην επόμενη ενότητα γίνεται αναφορά στους περιορισμούς της έρευνας (βλ. ενότητα 6.3) και τέλος στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 6.4).

6.2 Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα κυριότερα ευρήματα της έρευνας αυτής που μελετά την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές. Προέκυψε ότι η ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για το φως και τις σκιές είναι χαμηλή. Ειδικότερα, οι περισσότεροι μαθητές και οι περισσότερες μαθήτριες πρότειναν επιχειρήματα επαρκή ως προς τον ισχυρισμό αλλά ανεπαρκή ως προς τα αποδεικτικά στοιχεία, τον συλλογισμό και την αντίκρουση. Επίσης, οι περισσότεροι μαθητές πρότειναν επιχειρήματα ακατάλληλα ως προς τον ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία, τον συλλογισμό και την αντίκρουση.

Σύμφωνα με τους McNeill & Krajcik (2012), τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος είναι ο ισχυρισμός, τα αποδεικτικά στοιχεία, ο συλλογισμός και η αντίκρουση. Όσον αφορά τα συστατικά στοιχεία των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών τα περισσότερα περιλαμβάνουν επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς, παρ' όλα αυτά αποτελούνται από μη επαρκή και ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία αλλά και ανεπαρκείς και ακατάλληλους συλλογισμούς με ανεπαρκείς και ακατάλληλες αντικρούσεις. Στη παρούσα έρευνα μελετήθηκαν και τα

γλωσσικά στοιχεία του επιχειρήματος (Συγκρότηση προτάσεων, λεξιλόγιο και γλωσσικές συμβάσεις), τα οποία ήταν μέσου επιπέδου.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνα με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών που αφορούν σε μαθητές και μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι έρευνες αυτές αναφέρουν ότι στα επιχειρήματα των μαθητών και των μαθητριών κυριαρχούν οι ισχυρισμοί με περιορισμένη αιτιολόγηση (Jiménez-Aleixandre, Rodríguez & Duschl, 2000) και ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες προτείνουν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία (McNeill, & Krajcik, 2008). Επιπλέον σπάνια προβάλλουν συλλογισμούς και αντικρούσεις προκειμένου να τεκμηριώσουν τους ισχυρισμούς τους (Bell & Linn, 2000· McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006· Songer, Kelcey, & Gotwals, 2009).

Επίσης, η χαμηλή ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών μπορεί να αποδοθεί στην έλλειψη κατανόησης του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών και στη μη γνώση της δομής ενός επιχειρήματος. Καθώς, όπως και άλλες έρευνες τονίζουν, στη διάρκεια της μαθησιακής πορείας των μαθητών και των μαθητριών στις Φυσικές Επιστήμες, σπάνια τους παρέχονται ευκαιρίες να αξιολογούν επιχειρήματα και σπάνια υποστηρίζονται στην προσπάθειά τους να συγκροτούν επιχειρήματα (Newton, Driver, & Osborne 1999).

6.3 Περιορισμοί της έρευνας

Ένας βασικός περιορισμός της έρευνας είναι το μικρό δείγμα μαθητών και μαθητριών 61 μαθητές και μαθήτριες από 2 διαφορετικά σχολεία. Αν το δείγμα ήταν περισσότερα παιδιά και από διαφορετικά μέρη της χώρας, εκτός του γεωγραφικού πλάτους της Ρόδου θα οδηγούμασταν σε πιο γενικευμένα συμπεράσματα για την ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για φαινόμενα του φωτός.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μόνο με τη χρήση ερωτηματολογίου γεγονός που αποτελεί έναν επιπρόσθετο περιορισμό

6.4 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Μετά τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα από την παρούσα έρευνα προκύπτουν κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα:

Παραγωγή και αξιολόγηση νέου εκπαιδευτικού υλικού για τη βελτίωση των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών αναφορικά με τη διάδοση του φωτός και τις σκιές.

Μελέτη των προφορικών επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές και σύγκρισή τους με την ποιότητα των γραπτών επιχειρημάτων τους.

6.5 Ανακεφαλαίωση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας που αφορούσαν τη μελέτη της ποιότητας των επιχειρημάτων των μαθητών και των μαθητριών της Ε' τάξης του δημοτικού για το φως. Τέλος, καταγράφηκαν κάποιοι περιορισμοί που υπήρξαν, ενώ και προτάθηκαν ιδέες για μελλοντικές έρευνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

7.1 Εισαγωγή

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε ως πρόταση για μία μελλοντική διδακτική παρέμβαση.

Ειδικότερα στην πρώτη ενότητα παρουσιάζεται η σχεδίαση του εκπαιδευτικού υλικού (βλ. ενότητα 7.2). Στην επόμενη γίνεται η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού (βλ. ενότητα 7.3) .

7.2 Σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό σχεδιάστηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Σκοπός του παρόντος εκπαιδευτικού υλικού είναι η τροποποίηση των αντιλήψεων των μαθητών και μαθητριών για τα φαινόμενα του φωτός (διάδοση φωτός και παράγοντες που επηρεάζουν τη δημιουργία σκιών) και η βελτίωση της ποιότητας των επιχειρημάτων τους. Το εκπαιδευτικό υλικό δόθηκε σε εκπαιδευτικούς και ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για να ελεγχθεί ως προς την πληρότητα και την σαφήνεια του, ώστε να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά σε κάποια διδακτική παρέμβαση. Έτσι, μετά τις παρατηρήσεις έγιναν οι απαιτούμενες διορθώσεις και έτσι πήρε την τελική του μορφή.

Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας για τους μαθητές και της μαθήτριες της τάξης της Ε΄ Δημοτικού, βασίστηκε στην εποικοδομητική για τη μάθηση των Φ.Ε. με χρήση επιστημονικών πρακτικών (NRC, 2012). Το εννοιολογικό πλαίσιο των δραστηριοτήτων που σχεδιάστηκαν στηρίχθηκε σε δύο θεματικές ενότητες του τετραδίου εργασιών της Ε΄ Δημοτικού «ΦΕ1: Διάδοση του Φωτός» και «ΦΕ3: Φως και Σκιές».

Οι δραστηριότητες του μαθησιακού υλικού στηρίχθηκαν στο μαθησιακό μοντέλο των 5E (Bybee et al., 2006) που περιλαμβάνει τις φάσεις: Ενεργοποίηση (Engagement), Εξερεύνηση (Exploration), Εξήγηση (Explanation), Εφαρμογή (Elaboration) και Αξιολόγηση (Evaluation). Σε κάθε φύλλο εργασίας (υποενότητες) εφαρμόζονται και οι πέντε φάσεις διδασκαλίας.

7.3 Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται αναλυτικά οι φάσεις του εκπαιδευτικού υλικού. Οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού παρατίθενται στο Παράρτημα.

Πίνακας 7.3.1 Οι φάσεις διδασκαλίας με τις αντίστοιχες επιστημονικές πρακτικές που εμπλέκουν

Φάσεις διδασκαλίας	Επιστημονικές Πρακτικές
Ενεργοποίηση	Υποβολή ερωτημάτων. Συγκρότηση εξηγήσεων. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.
Εξερεύνηση	Υποβολή ερωτημάτων. Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.
Εξήγηση	Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Συγκρότηση εξηγήσεων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία.
Εφαρμογή	Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία.
Αξιολόγηση	Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Φάση I: Ενεργοποίηση μαθητών

Στη φάση αυτή επιδιώκεται η πρόκληση ενδιαφέροντος των μαθητών, η ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων, η συνειδητοποίηση των διαφοριών μεταξύ τους. Οπότε ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες σε ατομικό επίπεδο αρχικά να καταγράψουν τις προβλέψεις και τα αντίστοιχα επιχειρήματά τους προκειμένου να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους για ένα πρόβλημα που τους τίθεται με σκοπό την ανάδειξη των

εναλλακτικών αντιλήψεών τους. Στη συνέχεια συζητούν τις απόψεις τους με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριες της ομάδας τους, συγκρίνοντας τις ομοιότητες και τις διαφορές που έχουν, προσπαθώντας να πείσουν τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριες τους για την ορθότητα της δικής τους απάντησης και ανακοινώνουν στην ολομέλεια της τάξης τους τις απόψεις τους. Στο τέλος της φάσης αυτής οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να επιλέξουν τα ερωτήματα που θα θέσουν προς διερεύνηση.

Φάση II: Εξερεύνηση

Στη συνέχεια οι μαθητές και οι μαθήτριες καλούνται να σχεδιάζουν και πραγματοποιήσουν μία έρευνα με σκοπό να απαντήσουν στα ερωτήματα που έθεσαν προς διερεύνηση. Ο ρόλος του διδάσκοντα είναι καθοδηγητικός διαμεσολαβητικός, προσφέροντας στους μαθητές και στις μαθήτριες τις απαραίτητες ευκαιρίες και τον απαιτούμενο χρόνο προκειμένου να διερευνήσουν το υπό μελέτη φαινόμενο στηριζόμενοι στην προηγούμενη γνώση τους. Για τον λόγο αυτό το φύλλο εργασίας που δίνεται στους μαθητές και στις μαθήτριες περιλαμβάνει ερωτήσεις και πίνακα μεταβλητών, που μπορούν βοηθήσουν τα παιδιά στον σχεδιασμό και στη διεξαγωγή της έρευνας. Στη συνέχεια παρατίθεται το γενικό φύλλο εργασίας για τη σχεδίαση και την πραγματοποίηση της έρευνας (βλ. Παράρτημα).

Φάση III: Εξήγηση

Στη συνέχεια οι ομάδες συγκρίνουν τα αποτελέσματα στα οποία είχαν καταλήξει σε σχέση με τις αρχικές τους απόψεις, ώστε να προκληθεί γνωστική σύγκρουση και κατά συνέπεια αλλαγή των αρχικών τους αντιλήψεων. Στη συνέχεια καλούνται να λύσουν ένα νέο πρόβλημα με τη διδάσκουσα να αξιοποιεί ποικίλες τεχνικές και στρατηγικές που θα βοηθήσουν τους μαθητές και τις μαθήτριες της τάξης να συγκροτήσουν τεκμηριωμένους συλλογισμούς χρησιμοποιώντας τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμό, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμό και αντίκρουση), τα οποία παρουσιάζονται στους μαθητές και στις μαθήτριες καθώς είναι καινούργιες έννοιες για εκείνους και εκείνους, ώστε να ερμηνεύσουν το φαινόμενο που μελετούν. Μόλις ολοκληρωθεί το συγκεκριμένο στάδιο καλούνται να γράψουν ξανά ένα τεκμηριωμένο πλέον επιχειρήμα για την έρευνα που είχαν σχεδιάσει προηγουμένως μόνοι τους.

Φάση IV: Εφαρμογή

Στη φάση αυτή οι μαθητές κάθε ομάδας καλούνται να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν σε νέα προβλήματα ώστε να υπάρξει ανατροφοδότηση και να ελεγχθεί από τη διδάσκουσα αν οι μαθητές και οι μαθήτριες αξιοποιούν τη νέα γνώση που απέκτησαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Στη συνέχεια ακολουθεί και πάλι συζήτηση μεταξύ των μελών των ομάδων, ώστε να αντιπαραθέσουν και να υποστηρίξουν τις απόψεις τους εφαρμόζοντας τη νέα γνώση.

Φάση V: Αξιολόγηση

Η τελευταία φάση αποσκοπεί στον αναστοχασμό των μαθητών και μαθητριών συγκρίνοντας τις αρχικές με τις τρέχουσες απαντήσεις τους, με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να διαπιστώσει την πρόοδο τους. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στα αρχικά ερωτήματα, συγκρίνοντας τις αρχικές απόψεις με αυτές που απέκτησαν μετά τη διδασκαλία, εντοπίζοντας τις διαφορές και τον τρόπο με τον οποίο αποκτήθηκε η νέα γνώση.

7.4 Ανακεφαλαίωση

Μόλις παρουσιάστηκε ο τρόπος σχεδίασης του νέου εκπαιδευτικού υλικού, ενώ έγινε και η παρουσίασή του. Αναλυτικότερα οι δραστηριότητες του νέου εκπαιδευτικού υλικό βρίσκεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β,

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

Andersson, B., Bach, F., Hagman, M., Olander, C. & Wallin, A. (2003). Discussing a Rationale for the Design of Teaching Sequences: Geometrical Optics as an Example. Paper presented at Meeting of the European Science Education Research Association: *Improving Science Teaching Through Research*, Noordwijkerhout.

Bell, P., & Linn, M. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the Web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22, 797–817.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Scotter, P., Bowell, J.C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The bscs 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado: Spring.

Bybee, R.W. (2015). *The BSCS 5E Instructional Model: Creating Teachable Moments*. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association - NSTA Press Book.

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1967). *Experimental and quasi-experimental designs for research* (2nd ed). Boston: Houghton Mifflin Company.

Cohen, L., & Manion, L. (1997). *Research methods in education*. London: Routledge.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison K. (2000). *Research Methods in Education*. NY: RoutledgeFalmer.

Driver, R. & Oldham, V. (1986). "A constructivist approach to curriculum development in science," *Studies in Science Education*, 18, 105-122.

Driver, R. (1989). Changing Conceptions. Στο P. ADEY (ed.). *Adolescent Development and School Science*, The Falmer Press.

Feher, E. & Rice, K. (1988). Shadows and Anti-Images: Children's Conceptions of Light and Vision. II. *Science Education*. 72(5), 637-649.

Feher, E. & Rice, K. (1992). Children's Conceptions of Color. *Journal of Research Science Teaching*, 29(5), 505-520.

Fleer, M. (1996). Early learning about light: mapping preschool children's thinking about light before, during and after involvement in a two week teaching program. *International Journal of Science Education*, 18(7), 819-836. doi: 10.1080/0950069960180707

Fyrtas, G. & Komis V. & Ravanis K. (2013). Ninth grade students' mental representations of the refraction of light: didactic implications. *Revista Mexicana de Física*, 59, 133–139. knowledge in

Galili, I. & Bendall, S. & Goldberg, F. (1993). The Effects of Prior Knowledge on understanding Image formation. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 271-301.

Galili, I. & Hazan, A. (2000). Learners' optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of Science Education*, 22(1), 57-88. doi: 10.1080/095006900290000

Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84, 757–792.

Jung, W. (1982). Conceptual Frameworks in Optics. Proceedings of an International Workshop, held in 1981. Selbstverlag Pdagogische Hochschule, Ludwigsburg.

Kaewkhong, K., Mazzolini, A., Emarat, N., & Arayathanitkul, K. (2010). Thai high-school students' misconceptions about and models of light refraction through a planar surface. *Physics Education*, 45(1), 97-107.

La Rosa, C. & Mayer, M. & Patrizi, P. & Vicentini-Missoni, M. (1984). Commonsense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. *International Journal of Science Education*, 6(4), 387-397. doi: 10.1080/0140528840060409

McNeill, K. L., Lizotte, D. J, Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations. In Lovett, M & Shah, P (Eds.), *Thinking with data* (pp. 233-265). New York, NY: Taylor & Francis Group, LLC.

McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Assessing middle school students' content knowledge and reasoning through written scientific explanations. In Coffey, J., Douglas, R., & Stearns, C. (Eds.), *Assessing science learning: Perspectives from research and practice* (pp. 101-116). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

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.

Morgan, E. & Ansberry, K. (2013). BSCS 5E Instructional Model. *Even More Picture-Perfect Science Lessons: Using Children's Books to Guide Inquiry* (pp. 29-34). Arlington, Virginia: National Science Teachers Association - NSTA Press Book.

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education*. Washington, DC: The National Academies Press.

Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.

NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.

NRC (Eds.). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. <https://doi.org/10.17226/13165>

Nygren, D. (2014). *Student Reasoning About Refraction And Image Object Positioning*. (Case study, Uppsala Universitet)

OECD (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.

OECD (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Ανακτήθηκε 2019, 19 Φεβρουαρίου από: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>.

Osborne, J. F., Black, P. J., Smith, M. & Meadows, J. M. (1990). *Primary SPACE Report: Light*. Liverpool: Liverpool University Press

Osborne, J. F. & Black, P. & Meadows, J. & Smith, M. (1993). Young children's (7-11) ideas about light and their development'. *International Journal of Science Education*, 15(1), 83-93. doi: 10.1080/0950069930150107

Palacios, F. Javier Perales. & Cazorla, Francisco Nieves & Madrid, Agustin Cervantes. (1989). Misconceptions on geometric optics and their association with relevant educational variables. *International Journal of Science Education*, 11(3), 273-286. doi: 10.1080/0950069890110304

Phillips, R. (1997). *The developer's handbook to interactive multimedia*. London: Kogan Page.

Pompea, S. & Dokter, E. & Walker, C. & Sparks, R. (2007). *Using Misconceptions Research in the Design of Optics Instructional Materials and Teacher Professional Development Programs* (Tucson Arizona: University of Arizona).

Ramadas, J. and Driver, R. (1989). *Aspects of Secondary Students' Ideas About Light*. Children's Learning in Science Project. (Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education).

Ravanis, K. & Christidou, V. & Hatzinikita, V. (2013). Enhancing Conceptual Change in Preschool Children's Representations of Light: A Sociocognitive Approach. *Research in Science Education*, 43, 2257–2276. doi: 10.1007/s11165-013-9356-z

Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23–55.

Segal, G. and Cosgrove, M. (1993) The sun is sleeping now: early learning about light and shadows. *Research In Science Education*, 23, 276-285.

Selley, N. J. (1996a). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(6), 713-723. doi: 10.1080/0950069960180605

Selley, N. J. (1996b). Towards a phenomenography of light and vision. *International Journal of Science Education*, 18(7), 837-846. doi: 10.1080/0950069960180708

Settlage, J. JR. (1995). Children's Conceptions of Light in the Context of a Technology-Based Curriculum. *Science Education*, 79(5), 535-553.

Songer NB, Kelcey B, Gotwals AW. (2009). How and when does complex reasoning occur? Empirically driven development of a learning progression focused on complex reasoning in biodiversity. *Journal of Research in Science Teaching*. 46, 610–631.

Stepans, J. (1996). *Targeting Students' Science Misconceptions: Physical Science Activities Using the Conceptual Change Model* (2nd edition). Riverview, Florida: Idea Factory.

Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Villani, A. & Pacca, J. L. A. (1987). Students' spontaneous ideas about the speed of light. *International Journal of Science Education*, 9(1), 55-66. doi: 10.1080/0950069870090107

Wheatley, G. (1991). Constructivist Perspectives in Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.

Widolo, A., Duit, R. & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior, Paper presented at the Annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching, New Orleans.

Ελληνόγλωσση

Driver, R. & Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Αθήνα: Ένωση Ελλήνων Φυσικών Τροχαία.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις Έννοιες των Φυσικών Επιστημών: Μία Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Αθήνα: Τυποθήτω

Hewitt, P. (2011). *Οι έννοιες της φυσικής*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Laffety, P. (1992). *Ο Κόσμος του Σήμερα: Ενέργεια και Φως*. Αθήνα: Εκδόσεις Γιάννη Ρίζου.

Ανθούλας, Χ. (2016). *Η Συμβολή μιας Διδακτικής Παρέμβασης για την Εξάτμιση και την Υγροποίηση στην Ποιότητα των Εξηγήσεων των Μαθητών του Γυμνασίου*. (Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Δηλαβέρι, Β., Σταμούλης, Ε. & Μαυρογιαννάκης, Μ. (2003). Σχέδιο Μαθήματος για την Στ' Τάξη – Φυσικές Επιστήμες Τεύχος 1^ο: Φύλλο εργασίας 7: «Ανάλυση του Φωτός». *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών- Έρευνα και Πράξη*, 4, 77-86.

Εγγλέζου, Φ. (2012). Η μοντελοποίηση της δομής των επιχειρηματολογικών κειμένων ως 'εργαλείο' διδασκαλίας της επιχειρηματολογικής γραφής. Πρακτικά 6^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου του Ελληνικού Ινστιτούτου Εφαρμοσμένης Παιδαγωγικής και Εκπαίδευσης (ΕΛΛ.Ι.Ε.Π.ΕΚ.), Αθήνα

Θεριανός, Κ. (2013). Κριτική Παιδαγωγική: τι είναι και τι δεν είναι.

Ανακτήθηκε 28 Δεκεμβρίου 2018 από: http://criticeduc.blogspot.gr/2013/02/blog-post_4154.html

Καλπία, Μ. & Μίχας, Π. (2002). Οι ιδέες και οι δυσκολίες των φοιτητών σε θέματα διάθλασης του φωτός. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου με τίτλο: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών & Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Ρέθυμνο

Καλπία, Μ. & Μίχας, Π. (2009). Εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της θέσης του φανταστικού ειδώλου σε μαθητές Ε' Δημοτικού. *Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών*. Φλώρινα: Γράφημα, 351-359

Κόκκοτας, Π., Βλάχος, Γ. & Καρανίκας, Γ., (1993). Η Εποικοδομητική Προσέγγιση στη Διδασκαλία και στη Μάθηση των Μαθηματικών και Φυσικών στο Δημοτικό Σχολείο. 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο ΕΜΕ, Καλαμάτα, 17-19.

Κόκκοτας, Π. (2010). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Μέρος II), Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Μάμιδα, Σ. (2017). *Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης στις αντιλήψεις των μαθητών του δημοτικού σχολείου για την εξάτμιση και στις πρακτικές τους που αφορούν στη σχεδίαση έρευνας*. (Μεταπτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο)

Μαστρογιωργάκη, Μ. (2018). *Οι Επιδράσεις μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας Φυσικών Επιστημών που υποστηρίζεται από Εκπαιδευτικό Λογισμικό στα Επιχειρήματα των Μαθητών*. (Μεταπτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου)

Πάλλη, Ι. (2017). *Η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης για τον ήχο στην ποιότητα των επιχειρημάτων των μαθητών*. (Μεταπτυχιακή Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο)

Σκουμιός, 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;»* (σ. 323-330). Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης και Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη

Σκουμιός, Μ. (2017). *Εφαρμοσμένη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Πρακτικές Ασκήσεις Β΄ Φάσης) Σημειώσεις*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 4, 9-19.

Τέκος, Γ. & Σολομωνίδου, Χ. (2010). Ανάπτυξη Ψηφιακού και Έντυπου Εκπαιδευτικού Υλικού για την Εποικοδομητική Διδασκαλία των Εννοιών Ανάκλαση Φωτός και Όραση με Βάση τις Ιδέες των Παιδιών. *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας*.

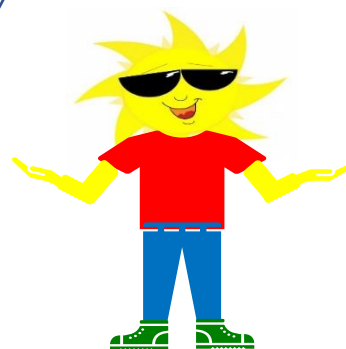
Χαραλαμποπούλου, Χ., Κοσμοπούλου, Δ., Ραβάνης, Κ. & Παπαμιχαήλ, Γ. (1997). Ο σχηματισμός των σκιών: μια διδακτική παρέμβαση αποσταθεροποίησης βιωματικών νοητικών παραστάσεων παιδιών προσχολικής ηλικίας. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 26, 225-246.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Ερωτηματολόγιο

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Καλημέρα και να έχεις μία όμορφη μέρα! Το όνομά μου είναι Ήλιος και ίσως να με έχεις προσέξει εκεί ψηλά στον ουρανό, φορώντας πάντα γυαλιά ηλίου για να προστατέψεις τα μάτια σου από τη λάμψη μου, φυσικά! Ως γνωστόν εκπέμπω το πιο γρήγορο πράγμα στον κόσμο, οπότε θα προσπαθήσω να σου πω γρήγορα όσα θέλω να σου πω!



Το ερωτηματολόγιο που έχεις στα χέρια σου δεν έχει σκοπό να σε αξιολογήσει, αλλά είναι μέρος μιας έρευνας στην οποία μελετάται το πως γράφεις τα επιχειρήματά σου για τη διάδοση του φωτός και τις σκιές.

Διάβασε την κάθε ερώτηση προσεκτικά και απάντησε με γνώμονα τις γνώσεις σου αιτιολογώντας τις απαντήσεις σου.

Σε παρακαλώ να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις γιατί έτσι τα αποτελέσματα της έρευνας θα είναι ακόμα πιο έγκυρα!

Άργησα να τα πω; Δεν νομίζω! Σε ευχαριστώ για τον πολύτιμο χρόνο σου και την προσπάθειά σου να βοηθήσεις στην έρευνα!

Στοιχεία για εσένα:

Φύλο: Αγόρι Κορίτσι

Έχεις διδαχθεί στο δημοτικό την ενότητα του φωτός; Ναι Όχι

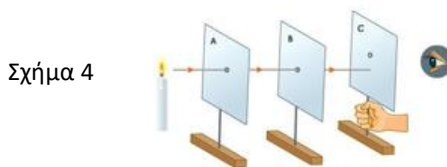
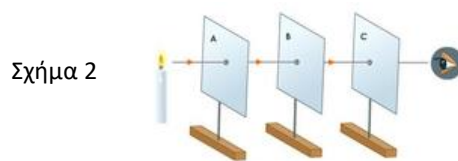
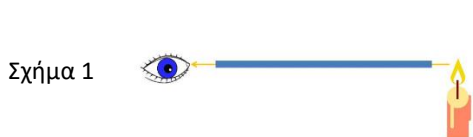
Έχεις διδαχθεί στο δημοτικό την ενότητα για τη διάδοση του φωτός; Ναι Όχι

Έχεις διδαχθεί στο δημοτικό την ενότητα για το φως και τις σκιές; Ναι Όχι

Ερωτήσεις

Ερώτηση 1

Ο Νίκος μελετά τη διάδοση του φωτός. Πήρε κεριά, λεπτούς σωλήνες και τετράγωνα χαρτόνια που είχαν μια οπή στο κέντρο τους. Στα τέσσερα παρακάτω σχήματα φαίνονται τα πειράματα που έκανε. Στο Σχήμα 1 ο σωλήνας είναι ευθύγραμμος, ενώ στο Σχήμα 3 ο σωλήνας είναι καμπυλόγραμμος. Στο Σχήμα 2 τα σημεία Α, Β και C, βρίσκονται στην ίδια ευθεία γραμμή, ενώ στο Σχήμα 4 τα σημεία Α, Β και C δεν είναι στην ίδια ευθεία γραμμή.



Με βάση τα πειράματα που έκανε βρήκε ότι με το μάτι του μπορεί να βλέπει τη φλόγα του κεριού μόνο στα πειράματα που απεικονίζονται στα Σχήματα 1 και 2, ενώ δεν μπορούσε να την βλέπει στα πειράματα που απεικονίζονται στα Σχήματα 3 και 4.

Ο Νίκος και οι συμμαθητές του χρειάζονται τη βοήθειά σου. Οι συμμαθητές του έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τον τρόπο διάδοσης του φωτός. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε ο Νίκος για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτηση του:

Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα ή καμπυλόγραμμα;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις: (α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και (β) να πείσεις τον Νίκο και τους συμμαθητές του ότι η δική σου απάντηση είναι ορθή και οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ερώτηση 3

Η Ελένη και ο Γιάννης αποφάσισαν να συνεχίσουν τα πειράματα με τις σκιές για να δουν και αν άλλοι παράγοντες επηρεάζουν το ύψος μιας σκιάς. Έτσι όταν πλέον νύχτωσε πήραν ένα κερί και το τοποθέτησαν πάνω σε ένα γραφείο. Η Ελένη πρότεινε να πάρουν διάφορα αντικείμενα για να τα τοποθετήσουν ανάμεσα στο κερί και στον τοίχο του δωματίου. Μάλιστα, βρήκε μία μπαμπούσκα, η οποία περιείχε πολλές μικρότερες φιγούρες μέσα της, οι οποίες ήταν ότι ακριβώς χρειάζονταν για το πείραμα.



Οι σκιές των φιγούρων στον τοίχο φαίνονταν ως εξής:



Στον παρακάτω πίνακα κατέγραψαν τα εξής αποτελέσματα:

Απόσταση της φιγούρας από τη φωτεινή πηγή	Ύψος της φιγούρας	Ύψος της σκιάς της φιγούρας	Υλικό φιγούρας
1,00μ.	21 εκ.	63 εκ.	Ξύλο
1,00μ.	18εκ.	54εκ.	Ξύλο
1,00μ.	15εκ.	45 εκ.	Ξύλο
1,00μ.	12εκ.	36 εκ.	Ξύλο
1,00μ.	9εκ.	27εκ.	Ξύλο
1,00μ.	6εκ.	18 εκ.	Ξύλο
1,00μ.	3εκ.	9 εκ.	Ξύλο

Η Ελένη και ο Γιάννης χρειάζονται ξανά τη βοήθειά σου. Χρησιμοποίησε τις πληροφορίες που βρήκε η Ελένη για να γράψεις και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην παρακάτω ερώτησή της:

Τι επηρεάζει το ύψος της σκιάς όταν η απόσταση του αντικειμένου από τη φωτεινή πηγή παραμένει σταθερή;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις: (α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και (β) να πείσεις τα δύο παιδιά ότι η δική σου απάντηση είναι ορθή και οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

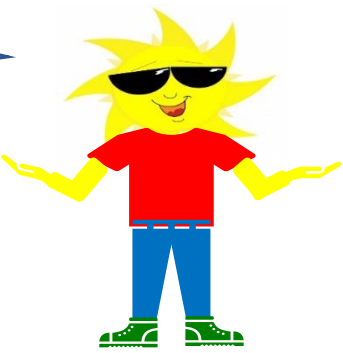
.....

.....

.....

.....

Σ' ευχαριστώ
πολύ!



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Το νέο εκπαιδευτικό υλικό

Δραστηριότητα 1 (Ανάδειξη αντιλήψεων και διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος)

Ο Κώστας, η Μαρία και η Βασιλική μελετούν τις σκιές και το φως, οπότε μέσα σε ένα δωμάτιο με κλειστά φώτα και κουρτίνες αποφάσισαν να πραγματοποιήσουν ένα πείραμα. Τα τρία παιδιά είχαν μαζί τους έναν φακό και έναν κύβο. Η Μαρία κρατούσε την μπάλα, ο Κώστας τον φακό και η Βασιλική κατέγραφε τα όσα παρατηρούσε. Όταν ο Κώστας φώτιζε τον κύβο κατά μέτωπο η σκιά του αποτυπώνονταν στον τοίχο ως ένα τετράγωνο. Όταν ο Κώστας προχώρησε για να φωτίσει τον κύβο από διαφορετικές πλευρές (δεξιά και διαγώνια του κύβου) στην ίδια απόσταση, τα παιδιά παρατήρησαν πως η σκιά του κύβου διαφοροποιούνταν κάθε φορά, από δεξιά έμοιαζε με ορθογώνιο και από διαγώνια με ρόμβο.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω δεδομένα:

Πώς μπορείς να εξηγήσεις το γεγονός ότι η σκιά στον τοίχο άλλαζε κάθε φορά, ενώ στην πραγματικότητα η φωτεινή πηγή και τα αντικείμενα δεν ήταν διαφορετικά;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις: (α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και (β) να πείσεις τα παιδιά ότι η δική σου απάντηση είναι ορθή και οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Τώρα θα χρειαστεί να συνεργαστείς με τα παιδιά της ομάδας σου. Θα συζητήσετε τις απόψεις σας παρουσιάζοντας ο καθένας και η καθεμιά τη δική του αιτιολόγηση.

Υπάρχουν ομοιότητες στην απάντησή σου με τις υπόλοιπες; Αν ναι ποιες είναι αυτές οι ομοιότητες;

.....

.....

.....

.....

.....

Υπάρχουν διαφορές στην απάντησή σου με τις υπόλοιπες; Αν ναι ποιες είναι αυτές οι διαφορές;

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

Από τις αιτιολογήσεις που άκουσες από τα μέλη της ομάδας σου υπάρχει κάτι που θα σε έκανε να αλλάξεις την άποψη σου;

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

Η δική σου αιτιολόγηση πιστεύεις ότι μπορεί να πείσει τα μέλη της ομάδας σου να αλλάξουν τη δική τους άποψη;

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

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΟΜΑΔΑΣ

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές στην ομάδα σου ποια άποψη αποφασίσατε να υποστηρίξετε; Γράψτε την αιτιολόγησή σας παρακάτω με ωραίο τρόπο για να την ανακοινώσει κάποιο μέλος της ομάδας σας στην υπόλοιπη τάξη.
Ως ομάδα αποφασίσαμε ότι :

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

Οι αιτιολογήσεις σας θα συζητηθούν προκειμένου να προκύψει το ερώτημα που θα διερευνήσετε στην έρευνα που θα κάνετε στη συνέχεια.

Ερευνητικό ερώτημα

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

Δραστηριότητα 2 (Σχεδίαση Έρευνας)

Στη δραστηριότητα αυτή θα εργασθείτε ομαδικά. Βασισμένοι στο ερευνητικό ερώτημα που θέσατε αν κάποιος σας ζητήσει να οργανώσετε μία έρευνα, πώς θα το κάνατε με τη βοήθεια του παρακάτω φύλλου εργασίας;

Σχεδίαση έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνησετε;

.....

Τι πιστεύετε εσείς γι' αυτό;

.....

Γιατί το πιστεύετε εσείς αυτό;

.....

Ποιες μεταβλητές εμπλέκονται σε αυτό που θα ερευνησετε;

.....

ΤΙ ΘΑ ΑΛΛΑΞΕΤΕ;

**ΤΙ ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΕΤΕ
ΙΔΙΟ;**

ΤΙ ΘΑ ΜΕΤΡΗΣΕΤΕ;

ΤΙ ΘΑ ΑΛΛΑΞΕΤΕ;	ΤΙ ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΕΤΕ ΙΔΙΟ;	ΤΙ ΘΑ ΜΕΤΡΗΣΕΤΕ;

Δραστηριότητα 3 (Πραγματοποίηση έρευνας και συμπεράσματα)

Σε εσένα και την ομάδα σου δίνεται ένα κουτί, μέσα σ' αυτό βρίσκονται κάποια υλικά, τα υλικά είναι τα εξής:

- ✓ Φακός.
- ✓ Κερί που ανάβει μόνο του.
- ✓ Καλαμάκι.
- ✓ Ξύλινες πλάκες με οπές σε διαφορετικά σημεία.
- ✓ Στόχος.
- ✓ Μέτρο.
- ✓ Χάρακας.
- ✓ Γεωμετρικά στερεά: σφαίρα, κύβος, πυραμίδα.

Στην παρούσα δραστηριότητα θα εργαστείτε ομαδικά και θα σχεδιάσετε τη δική σας έρευνα με τη βοήθεια του παρακάτω φύλλου εργασίας και χρησιμοποιώντας τα υλικά του κουτιού.

Σχεδίαση έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνήσετε;

.....

Τι πιστεύετε εσείς γι' αυτό;

.....

Γιατί το πιστεύετε εσείς αυτό;

.....

Ποιες μεταβλητές εμπλέκονται σε αυτό που θα ερευνήσετε;

.....

ΤΙ ΘΑ ΑΛΛΑΞΕΤΕ;

**ΤΙ ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΕΤΕ
ΙΔΙΟ;**

ΤΙ ΘΑ ΜΕΤΡΗΣΕΤΕ;

ΤΙ ΘΑ ΑΛΛΑΞΕΤΕ;	ΤΙ ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΕΤΕ ΙΔΙΟ;	ΤΙ ΘΑ ΜΕΤΡΗΣΕΤΕ;

Πραγματοποίηση έρευνας

Τι βρήκατε; Γράψτε το συμπέρασμα σας.

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

Πώς καταλήξατε σε αυτό;

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

Τελικά συνέβη αυτό που πιστεύατε όταν σχεδιάζατε την έρευνα;

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

Δραστηριότητα 4 (Παράδειγμα ανάπτυξης επιχειρήματος)

Τα παιδιά της Ε' Τάξης ενός σχολείου έβγαλαν βίντεο το μεγάλο δέντρο στο προαύλιο τους από την αυγή μέχρι τη δύση του ηλίου, ενώ παράλληλα έκαναν και κάποιες μετρήσεις της σκιάς του δέντρου. Μόλις έβαλαν το βίντεο στον υπολογιστή για να το παρατηρήσουν παρατήρησαν πως το μόνο που άλλαζε στο ήσυχο τοπίο είναι η σκιά του δέντρου κατά τη διάρκεια της μέρας. Έτσι κατέγραψαν κάποια από τα δεδομένα της κάμερας στο παρακάτω πίνακα.

Ωρα	Ύψος δέντρου	Μέγεθος σκιάς δέντρου	Τοποθεσία Σκιάς
07:00	5 μέτρα	Η σκιά του δέντρου αχνοφαίνεται και δεν μπορεί να μετρηθεί με ευκολία είναι περίπου 6 μέτρα.	Δυτικά του δέντρου
10:00	5 μέτρα	10 μέτρα	Νοτιοδυτικά του δέντρου
13:00	5 μέτρα	15 μέτρα	Νότια του δέντρου
16:00	5 μέτρα	10 μέτρα	Νοτιοανατολικά του δέντρου
19:00	5 μέτρα	Η σκιά του δέντρου αχνοφαίνεται και δεν μπορεί να μετρηθεί με ευκολία είναι περίπου 6 μέτρα.	Ανατολικά του δέντρου

Μετά από τις μετρήσεις δημιουργήθηκε ένα ερώτημα στους μαθητές και στις μαθήτριες «**Τι επηρεάζει το ύψος και τη διαφάνεια της σκιάς του δέντρου;**»
Μία ομάδα μαθητών και μαθητριών έδωσε την εξής απάντηση:

Η απόσταση του Ήλιου από τη γη επηρεάζει το ύψος και τη διαφάνεια της σκιάς του δέντρου (**πρόταση 1**). Όταν η απόσταση του Ήλιου είναι μακριά από τη Γη στις 07:00 και στις 19:00, η σκιά του δέντρου είναι περίπου 6 μέτρα, που είναι το μικρότερο ύψος που έχει καταγραφεί στον πίνακα και η σκιά αγχοφαίνεται. Όταν η απόσταση του Ήλιου και της Γης είναι πολύ μικρή στη 13:00 το μεσημέρι η σκιά του δέντρου είναι 15 μέτρα, που είναι και η μεγαλύτερη τιμή στον πίνακα, ενώ με το πέρασμα της μέρας όσο η απόσταση του Ήλιου και της Γης μεγαλώνει η σκιά του δέντρου μικραίνει στα 10 μέτρα και μετά (**πρόταση 2**). Επειδή το φως διαδίδεται ευθύγραμμα κάθε φορά κάνει τη πιο σύντομη διαδρομή, οπότε είναι λογικό η σκιά του δέντρου να είναι πιο μεγάλη στη 13:00 το μεσημέρι, που η απόσταση του Ήλιου από τη γη είναι πιο μικρή (**πρόταση 3**). Δεν γίνεται να είναι κάτι άλλο αυτό που επηρεάζει τη σκιά του δέντρου, διότι το μόνο που αλλάζει κάθε φορά στο πείραμα είναι η απόσταση ανάμεσα από τον Ήλιο και τη Γη (**πρόταση 4**).

Σε ποια πρόταση η ομάδα απαντά στο ερώτημα;

.....
Η πρόταση αυτή αποτελεί τον **ισχυρισμό** του.

Σε ποια πρόταση η ομάδα χρησιμοποιεί δεδομένα από τον πίνακα για να υποστηρίξει την απάντησή της;

.....
Η πρόταση αυτή είναι τα **αποδεικτικά στοιχεία** που υποστηρίζουν την απάντησή του.

Σε ποιες προτάσεις η ομάδα αιτιολογεί την απάντησή της συνδέοντας τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό χρησιμοποιώντας μια βασική ιδέα της Φυσικής;

.....
Οι προτάσεις αυτές αποτελούν το **συλλογισμό** του. Ο συλλογισμός συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό του στηριζόμενος σε μία βασική ιδέα της Φυσικής (το φως διαδίδεται εύγραμμα και ακολουθεί πάντα τη συντομότερη διαδρομή).

Σε ποια πρόταση η ομάδα υποστηρίζει ότι οποιοσδήποτε άλλος ισχυρισμός είναι λανθασμένος;

.....
Η πρόταση αυτή αποτελεί μία **αντίκρουση στην οποία** αιτιολογούμε γιατί ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος

Τα τρία αυτά συστατικά **ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός και αντίκρουση** αποτελούν ένα **επιχείρημα**.

Αυτό που διαπιστώσατε στην ομάδα σου ήταν αυτό που περιμένατε;

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

Τι δυσκολίες συναντήσατε σε αυτή την έρευνα;

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

Τι θα βελτιώνατε την επόμενη φορά που θα κάνατε μία παρόμοια έρευνα;

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

Δραστηριότητα 6η (Εφαρμογή σε νέες καταστάσεις, αξιοποιώντας δεδομένα που δίνονται μέσω εικόνας)

Η εκπαιδευτικός μίας τάξης είχε επισκεφτεί το καλοκαίρι διάφορα μουσεία σκιών ανά τον κόσμο. Οπότε θεώρησε ωραία ιδέα να βγάλει κάποιες φωτογραφίες από μερικά εκθέματα και να τις δείξει στους μαθητές και στις μαθήτριες στην τάξη της, την Ε' Δημοτικού.



Η εκπαιδευτικός τόνισε ότι το κοινό στοιχείο όλων των παραπάνω αντικειμένων είναι ότι παρόλο που βλέπουμε συγκεκριμένα αντικείμενα με το μάτι μας παρατηρούμε ότι η σκιά τους, που αποτυπώνεται στον τοίχο είναι διαφορετική. Το γεγονός αυτό έκανε μεγάλη εντύπωση στα παιδιά της τάξης, τα οποία θεώρησαν ότι οι φωτογραφίες είναι επεξεργασμένες. Λαμβάνοντας υπόψη τις γνώσεις σου για τις σκιές και τη διάδοση του φωτός προσπάθησε πείσεις τους μαθητές και τις μαθήτριες της τάξης, μέσα από τα στοιχεία που σου δίνουν οι φωτογραφίες, ότι οι φωτογραφίες είναι αληθινές και πως κάνουν λάθος για τη γνησιότητα τους.

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις: (α) να την αιτιολογήσεις όσο πιο αναλυτικά μπορείς και (β) να πείσεις τα παιδιά ότι η δική σου απάντηση είναι ορθή και οποιαδήποτε άλλη απάντηση είναι λανθασμένη.

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

Συζήτησε την απάντησή σου με τα μέλη της ομάδας σου.

Δραστηριότητα 7η (αξιολόγηση)

(α) Θυμήσου την αρχική σου απάντηση για το «Πώς εξηγείς το γεγονός ότι η σκιά στον τοίχο άλλαζε κάθε φορά, ενώ στην πραγματικότητα η φωτεινή πηγή και τα αντικείμενα δεν ήταν διαφορετικά;».

Αρχική απάντηση

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

Αιτιολόγηση

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

(β) Πώς διαμορφώνεις τώρα την απάντησή σου; Γράψε το επιχειρήμά σου για να την υποστηρίξεις.

Ισχυρισμός

.....
.....

Αποδεικτικά στοιχεία

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

Συλλογισμός

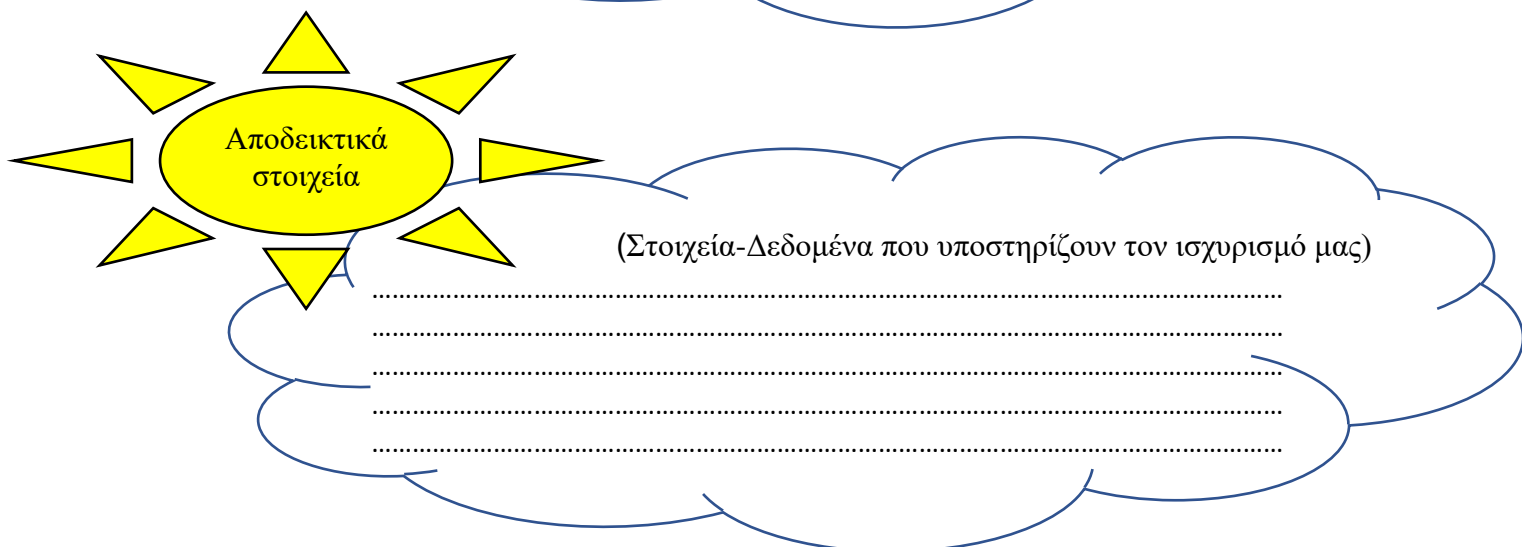
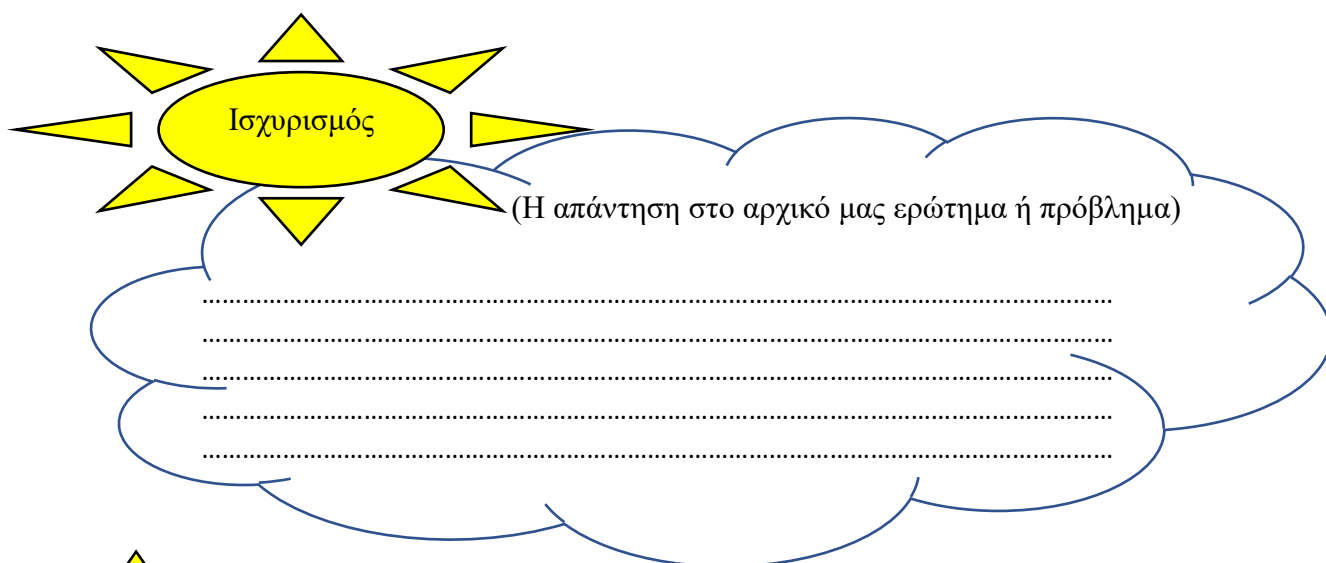
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

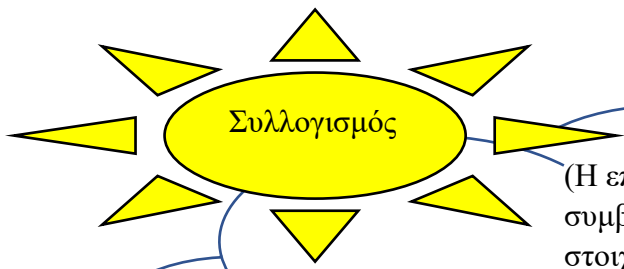
Θεωρία για επιχειρήματα

Επιχειρήματα

Συστατικά ενός επιχειρήματος

Όλοι μπορούμε να πούμε σε κάποιον ότι το φως κινείται ευθύγραμμα ή ότι η δημιουργία μιας σκιάς οφείλεται στο γεγονός ότι το φως δε διαπερνά κάποια αντικείμενα με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια σκιά. Όμως αυτό δεν είναι πάντα αρκετό για να πείσουμε κάποιον για την αριότητα της σκέψης μας. Πολλές φορές για να πείσουμε κάποιον για την άποψή μας πρέπει να την παρουσιάσουμε με κατάλληλο τρόπο μέσα από επιχειρήματα. Ένα επιχείρημα για να είναι άρτιο θα πρέπει να αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία, τα οποία είναι τα εξής παρακάτω:





(Η επιστημονική αρχή που εξηγεί το φαινόμενο που συμβαίνει με την οποία συνδέουμε τα αποδεικτικά στοιχεία με τον συλλογισμό μας)

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



(Η αιτιολόγηση για την οποία ένας εναλλακτικός ισχυρισμός είναι λανθασμένος)

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