



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΗΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ
ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ARDUINO ΚΑΙ ΤΠΕ**

ΣΤΡΑΤΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Κώτσης Κωνσταντίνος

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΗΣ ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ
ΣΤΟ ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ARDUINO ΚΑΙ ΤΠΕ**

ΣΤΡΑΤΗ ΧΡΥΣΟΥΛΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Επιβλέπων:
Κωνσταντίνος Κώτσης
Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε.
της Σχολής Επιστημών της Αγωγής
του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2022



**UNIVERSITY OF IOANNINA
SCHOOL OF EDUCATION
DEPARTMENT OF PRIMARY EDUCATION**

**TEACHING KINEMATICS
AT SECONDARY SCHOOL USING ARDUINO AND ICT**

STRATI CHRYSOULA

MASTER'S THESIS

Supervisor:
Professor Konstantinos Kotsis

IOANNINA 2022

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Ιωάννινα, 2022

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής
Κωνσταντίνος Κώτσος, Καθηγητής ΠΤΔΕ, Παν. Ιωαννίνων
2. Μέλος επιτροπής
Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής ΠΤΔΕ, Παν. Ιωαννίνων
3. Μέλος επιτροπής
Κωνσταντίνος Γαβριλάκης, Αν. Καθηγητής ΠΤΔΕ, Παν. Ιωαννίνων

© Στράτη Χρυσούλα, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Επίθετο, Όνομα

Στράτη Χρυσούλα

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε και ολοκληρώθηκε με επιτυχία με τη βοήθεια και συμβολή κάποιων ανθρώπων που νιώθω την ανάγκη να τους ευχαριστήσω. Πρώτα από όλους θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερος τον Καθηγητή του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων κ. Κωνσταντίνο Κώτση, επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, για την πολύτιμη συμβολή, τη συστηματική καθοδήγηση και την αμέριστη συμπαράσταση του καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Φυσικού τμήματος κ. Ευάγγελο Ευαγγέλου για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε στην ηλεκτρονική παρέμβαση του οχήματος που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα καθώς και για τον προγραμματισμό του Arduino.

Επιπρόσθετα θα ήθελα να ευχαριστήσω την διευθύντρια του Πρότυπου Γυμνασίου Ιωαννίνων κα. Βερόνικα Σταύρου και ιδιαίτερα την καθηγήτρια Φυσικής κα. Χριστίνα Παντούλα, χωρίς την συμβολή των οποίων θα ήταν αδύνατη η υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης.

Ακόμα, ευχαριστώ θερμά τους συμφοιτητές μου για το υπέροχο κλίμα και την άψογη συνεργασία κατά την διάρκεια των μαθημάτων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγο και τα παιδιά μου για την υπομονή τους καθώς και τους φίλους μου για την ψυχολογική στήριξη και συμπαράσταση όλο αυτό το διάστημα.

Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
Περιεχόμενα	9
Τίτλος	11
Περίληψη	11
Λέξεις Κλειδιά:	11
Abstract.....	12
Key Words:.....	12
1)Εισαγωγή	13
1.1 Νέες Τεχνολογίες και δυνατότητες που παρέχουν στην Εκπαίδευση	13
1.1α Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση	17
1.2 Στάσεις	22
Μέτρηση των στάσεων.....	26
1.3 Ο ρόλος των πειραμάτων στην εκπαίδευση	28
1.3α Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα αποτελέσματα διεξαγωγής πειραμάτων στην εκπαίδευση	32
1.4 Η υπολογιστική πλατφόρμα Arduino	34
1.5 Ο επιστημονικός ορισμός της έννοιας της ταχύτητας.....	40
1.5α Εναλλακτικές ιδέες γύρω από έννοιες της Κινηματικής	42
2 Μεθοδολογία.....	43
2.1 Σκοποί και στόχοι της έρευνας.....	43
2.2 Η δειγματοληψία της έρευνας	45
2.3 Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων.....	45
2.4 Περιγραφή δομής ερωτηματολογίου.....	45
2.5 Περιγραφή στατιστικής ανάλυσης	47
2.6 Τρόπος Διεξαγωγής της έρευνας.....	48
2.7 Πειραματική διάταξη και Πειραματική διαδικασία:	51
2.7α Πειραματική διάταξη.....	51
2.7β Πειραματική διαδικασία.....	54
2.8 Ανάλυση και Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων.....	57
3 Αποτελέσματα έρευνας	59
3.1 Παρουσίαση γραφημάτων με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου γνώσεων ..	59
3.2 Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας της μέσης διαφοράς ως προς τη βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο των γνώσεων περιεχομένου.....	78

3.2.1 Για την ομάδα ελέγχου: Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.	79
3.2.2 Για την πειραματική ομάδα: Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.	80
3.2.3 Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας.	82
3.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου Στάσεων	84
3.3.1 Ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική	84
3.3.2 Ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα	96
3.3.3 Δυσφορία-Δυσανασχέτηση ως προς τη Φυσική	102
Στατιστικοί Έλεγχοι	106
3.3.3.1 Συγκρίσεις πριν και μετά σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη φυσική, το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα και τη δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής για την ομάδα ελέγχου.	106
3.3.3.2 Συγκρίσεις πριν και μετά σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική, το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα και τη δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής για την πειραματική ομάδα.	108
3.3.3.3 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική.	110
3.3.3.4 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα	112
3.3.3.5 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με τη δυσφορία ως προς τη Φυσική.	113
4 Συμπεράσματα-Συζήτηση	115
5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	119
5.1 Ξένη Βιβλιογραφία	119
5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία	130
5.3 Δικτυογραφία	131
6 Παραρτήματα	131
6.1 Παράρτημα Α Ερωτηματολόγιο	131
6.2 Παράρτημα Β Κώδικας Arduino	136

Τίτλος

Διδασκαλία Εννοιών της Κινηματικής στο Γυμνάσιο με χρήση Arduino και ΤΠΕ.

Περίληψη

Στην σύγχρονη εποχή της ψηφιακής επανάστασης, οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) κυριαρχούν και επηρεάζουν κάθε τομέα της ανθρώπινης κοινωνίας και φυσικά και την εκπαίδευση. Όταν δε συνδυάζονται με τη χρήση εργαλείων και ολοκληρωμένων διατάξεων στον τομέα της εκπαίδευσης, μπορούν να αποφέρουν ουσιαστικές και σημαντικές αλλαγές στη μάθηση.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διερεύνηση της επίδρασης που έχει η εφαρμογή ενός διδακτικού σχεδίου στη Β τάξη του Γυμνασίου, το οποίο ενσωματώνει τη χρήση Νέων Τεχνολογιών και Arduino, στις γνώσεις περιεχομένου εννοιών της Κινηματικής, στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική και τα πειράματα και στη δυσφορία των μαθητών/τριών για τη Φυσική, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με τα αντίστοιχα των μαθητών/τριών που διδάχθηκαν σύμφωνα με το ίδιο μοντέλο διδασκαλίας αλλά χωρίς τη χρήση Arduino. Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 79 μαθητές/τριες του πρότυπου Γυμνασίου του νομού Ιωαννίνων οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε και ολοκληρώθηκε τον Φεβρουάριο του 2022 και οι μαθητές/τριες που έλαβαν μέρος σε αυτή διδάχθηκαν την έννοια της διανυσματικής ταχύτητας και τους παράγοντες από τους οποίους αυτή εξαρτάται καθώς και την έννοια της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης με βάση το εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζουν θετική επίδραση της χρήσης Arduino στην εννοιολογική κατανόηση και μάθηση των εξεταζόμενων εννοιών. Αντίστοιχα θετική επίδραση προκύπτει και στα αποτελέσματα της πειραματικής ομάδας για το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών ως προς τα πειράματα ενώ διαπιστώνεται ότι τόσο το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική όσο και η δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής δεν επηρεάζονται, με τους μαθητές/τριες να διατηρούν τα αρχικά υψηλά επίπεδα ενδιαφέροντος και χαμηλά επίπεδα δυσφορίας.

Λέξεις Κλειδιά: Arduino, Ταχύτητα, Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση, Γυμνάσιο

Abstract

In the present digital revolution era, the Information and Communication Technologies (ICT) dominate and influence every sector and aspect of human society including education. Moreover, when ICT is combined with modern tools and integrated devices in education, a meaningful and significant outcome is produced in every learning stage.

The aim of the present research is to investigate the effects of the implementation of a teaching project in the second grade of Secondary School, which incorporates the use of New Technologies and Arduino in: the knowledge of content of Kinematics, the interest of students in Physics and experiments, and their negative feelings for Physics. The results are compared to those of students who were taught according to the same teaching model but without the use of Arduino. The research sample consists of 79 students at the Model Secondary School of Ioannina who were divided into two groups, the control group, and the experimental group. The research was conducted and completed in February 2022 and the students who took part in it were introduced to the concepts of vector velocity and linear motion and the factors affecting them, based on the constructive learning model. The results of the present study show a positive effect on the use of Arduino both on the conceptual understanding and ease of learning of the concepts examined. Respectively, a positive effect is evident in the results of the experimental group for the interest of the students in experiments while it is found that both the interest of the students in Physics and the discomfort in Physics courses are not affected, with the students to maintain the initial high levels of interest and low levels of discomfort.

Key Words:

Arduino, Velocity, Linear Motion, Secondary School

1)Εισαγωγή

1.1 Νέες Τεχνολογίες και δυνατότητες που παρέχουν στην Εκπαίδευση

Οι Τεχνολογίες Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών οι οποίες μεταβάλλονται με γρήγορους ρυθμούς. Οι τεχνολογίες αυτές ενσωματώνουν τα λογισμικά, τα υλικά, τα υπολογιστικά συστήματα, τα συστήματα επικοινωνίας καθώς και τα μέσα ενημέρωσης. Οι ΤΠΕ μπορούν να οριστούν όπως αναφέρεται από τους Kaffash, H. R. et al. (2010), ως: «συνδυασμός τεχνολογιών υπολογιστών, βίντεο και τηλεπικοινωνιών, όπως παρατηρείται στη χρήση υπολογιστών και δικτύων πολυμέσων, καθώς και υπηρεσιών που βασίζονται σε αυτά (Van Damme, 2003) ». Σε αυτό τον ορισμό εσωκλείονται η διαδικασία λήψης, αποθήκευσης, επεξεργασίας και μετάδοσης πληροφοριών ψηφιακά. Όπως αναφέρεται και στο κείμενο του Malafantis K., 2012: « Ο όρος “Νέες Τεχνολογίες” μπορεί να οριστεί ως ο συνδυασμός ανθρώπινης φαντασίας, εφεύρεσης και ηλεκτρονικών εργαλείων που μετατρέπουν τις ιδέες σε πραγματικότητα. Ταυτόχρονα, οι Νέες Τεχνολογίες περιλαμβάνουν όλα τα ηλεκτρονικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα για να παρέχουν στους ανθρώπους ταχύτερη και καλύτερη ποιότητα εργασίας και να τους βοηθούν να δημιουργούν, να αποθηκεύουν και να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες, ενώ σήμερα αυτά τα εργαλεία είναι κυρίως υπολογιστές και τα περιφερειακά τους συστήματα (Νικολαΐδου & Γιακουμάτου, 2001)». Οι τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών αποτελούνται από πολλά και διαφορετικά τεχνολογικά εργαλεία καθώς και διάφορους πόρους των οποίων η χρήση αποσκοπεί στη δυνατότητα επικοινωνίας καθώς επίσης και στη δυνατότητα πρόσβασης στην πληροφορία, διάδοσης, διαχείρισης και αποθήκευσης αυτής (Blurton, 1999).

Η σημαντικότερη αύξηση της κοινωνικής χρήσης των ΤΠΕ και η ενασχόληση με αυτές μεγάλου κλάδου του ερευνητικού τομέα δεν θα μπορούσε να αφήσει αδιάφορο τον κόσμο της εκπαίδευσης. Οι ΤΠΕ προσφέρουν ποικίλα εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να αξιοποιηθούν και στην εκπαίδευση όπως για παράδειγμα:

- Εργαλεία τα οποία συλλέγουν, επεξεργάζονται και ερμηνεύουν δεδομένα
- Συστήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την καταγραφή δεδομένων
- Βάσεις δεδομένων και υπολογιστικά φύλλα
- Εργαλεία γραφικής παράστασης

- Περιβάλλοντα μοντελοποίησης
- Λογισμικό πολυμέσων για προσομοίωση διαδικασιών και διεξαγωγή «εικονικών πειραμάτων»
- Πληροφοριακά συστήματα
- Εργαλεία δημοσίευσης και παρουσίασης
- Ψηφιακή συσκευή εγγραφής
- Τεχνολογία προβολής υπολογιστή
- Μικροσκόπιο ελεγχόμενο από υπολογιστή (Osborne, 2003).

Επιπλέον οι Νέες Τεχνολογίες προσφέρουν τη δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλαπλών μέσων, παρέχουν διαδραστικότητα, ευελιξία στη χρήση τους καθώς επίσης και συνδεσιμότητα, τέσσερις διαστάσεις που καθιστούν τη χρήση τους ιδιαιτέρως ελκυστική και στην εκπαίδευση (Blurton, 1999). Έτσι οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν πια αναπτυχθεί με αποτέλεσμα να καθίσταται εφικτή η ενσωμάτωση πολλαπλών μέσων σε μία εκπαιδευτική εφαρμογή (όπως για παράδειγμα η δυνατότητα να ενσωματώνεται ήχος, εικόνα, βίντεο και γραφικά ταυτόχρονα) γεγονός που ενισχύει και εμπλουτίζει σημαντικά τις μαθησιακές εμπειρίες. Επίσης μέσω των Νέων Τεχνολογιών και της χρήσης τους καθίσταται εφικτή η δημιουργία ενός αλληλεπιδραστικού περιβάλλοντος μέσω του οποίου παρέχονται δυνατότητες ελέγχου και διαχείρισης των πληροφοριών από τους ίδιους τους μαθητές, επικοινωνίας με άλλα πρόσωπα, πρόσβασης σε πληροφορίες εκατοντάδων χιλιάδων διατιθέμενων αρχείων καθώς και σε τεράστιου αριθμού ιστοσελίδων που μπορούν να διαχειριστούν κατά την προσωπική τους βούληση. Επιπρόσθετα οι Νέες Τεχνολογίες παρέχουν ευελιξία στη χρήση και μπορούν να πραγματοποιηθούν διδασκαλίες χωρίς την υποχρεωτική συνύπαρξη του διδάσκοντα και των διδασκόμενων, γεγονός που εξυπηρέτησε και διευκόλυνε την συνέχιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και τα δύο τελευταία χρόνια όπου η πανδημία κατέστησε ανέφικτη την παρουσία των μαθητών/τριών όλων των βαθμίδων στα εκπαιδευτικά τους ιδρύματα. Τέλος οι ΤΠΕ προσφέρουν συνδεσιμότητα και με αυτό τον τρόπο πια το διαδίκτυο γίνεται κοινός τόπος επικοινωνίας με άλλα πρόσωπα (που μπορεί να βρίσκονται διασκορπισμένα σε όλο τον πλανήτη), πρόσβασης σε πληροφορίες εκατοντάδων χιλιάδων διατιθέμενων αρχείων καθώς και σε τεράστιου αριθμού ιστοσελίδων που μπορούν να διαχειριστούν και να χρησιμοποιηθούν από διδάσκοντες και διδασκόμενους.

Λόγω αυτών των δυνατοτήτων οι ΤΠΕ γίνονται ένα θεμελιώδες εργαλείο για νέους δασκάλους και μαθητές/τριες στην τάξη και οι ειδικοί ψάχνουν και προτείνουν νέους τρόπους για να ενσωματώσουν τις ψηφιακές ΤΠΕ στα προγράμματα σπουδών. Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών αυτών στην εκπαίδευση αποτελεί μία πρόκληση που διερευνάται τις τελευταίες δεκαετίες. Και το ιδιαίτερα αυξημένο ενδιαφέρον, όπως αναφέρεται στο κείμενο των Kaffash, H. R. et al., (2010), ενισχύεται από το γεγονός ότι «παρατηρείται συμφωνία από συγγραφείς ότι η χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) θα επιφέρει βελτίωση στην ποιότητα της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης (Paul, 2002; Papert, 1987; Voogt & Pelgrum, 2005; Watson, 2001; Well-Strand, 1991) ». Αντίστοιχα θετικά τοποθετείται για τη χρήση των ΤΠΕ και ο Μικρόπουλος, (2000) σύμφωνα με τον οποίο «τα εργαλεία που παρέχονται από τις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών αποτελούν ένα πλαίσιο για το σχεδιασμό κonstrουκτιβιστικών περιβαλλόντων μάθησης με κοινωνικό χαρακτήρα, δημιουργώντας κοινότητες μάθησης που περιλαμβάνουν τη συνεργασία των μαθητών/τριών και δίνοντας το ρόλο των διευκολυντών στους δασκάλους». Με τη βοήθεια των συνεχώς εξελισσόμενων Νέων Τεχνολογιών, το εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να μετατοπίσει την έμφαση της διδασκαλίας του με επίκεντρο τον δάσκαλο σε μαθητοκεντρικά και διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης (Jimoyiannis, A. & Komis, V., 2007).

Με την χρήση των ΤΠΕ στις τάξεις αυξάνονται και ενισχύονται τα κίνητρα των μαθητών, οι οποίοι δείχνουν περισσότερο ενδιαφέρον, μιας και καθίσταται εφικτή η ενεργός συμμετοχή και εμπλοκή τους στους διάφορους τομείς που μελετούν. Η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στις μαθησιακές διαδικασίες μετατοπίζει το κέντρο βάρους της εκπαίδευσης από τον δάσκαλο στον μαθητή που αποτελεί και το ζητούμενο, σύμφωνα με όλες τις παιδαγωγικές διδακτικές προσεγγίσεις που έχουν αναπτυχθεί. Επιπλέον η χρήση διαφορετικών και ποικίλων πόρων που παρέχονται μέσω των Νέων Τεχνολογιών (βίντεο, ιστότοποι, γραφικά κ.α.) μετατρέπει τα παραδοσιακά θέματα σε ελκυστικά αντικείμενα μελέτης. Έτσι η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για τα υπό μελέτη θέματα και κεντρίζει την προσοχή τους μιας και η χρήση της παρέχει διαφορετικές ευκαιρίες για πιο διασκεδαστική και ευχάριστη μάθηση συγκριτικά με την παραδοσιακή διδασκαλία. Όπως αναφέρθηκε η τεχνολογία δρα ενισχυτικά στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στην τάξη, η

οποία αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα για την αυξημένη διατήρηση της γνώσης (Flanagan, L. & Jacobsen, M., 2003) γεγονός το οποίο ενισχύεται όταν η μάθηση αφορά πράγματα που προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών. Η τεχνολογία μπορεί να λειτουργήσει ενισχυτικά και για την ατομική μάθηση μιας και μέσω αυτής παρέχονται ευκαιρίες για να γίνει η μάθηση πιο αποτελεσματική για όλους (κάθε μαθητευόμενος αποτελεί ξεχωριστή οντότητα με διαφορετικές ανάγκες και διαφορετικές ικανότητες). (Henderson D., 2020). Επιπρόσθετα καθίσταται εφικτή η ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών/τριών η οποία επιτυγχάνεται από την χρήση των διάφορων ψηφιακών εργαλείων που διατίθενται και τα οποία διευκολύνουν την ομαδική εργασία και ανταλλαγή απόψεων χωρίς να αποτελεί πλέον πρόβλημα ο τόπος και ο χρόνος. Η τεχνολογία μπορεί να ενθαρρύνει τη συνεργασία με μαθητές ίδιων ή και διαφορετικών τάξεων του σχολείου ή ακόμη και με άλλες τάξεις της ίδιας ή και διαφορετικών χωρών. Οι δυνατότητες που παρέχονται από τα εργαλεία των ΤΠΕ συμβάλλουν στην ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών/τριών και αυξάνουν σημαντικά τόσο την επικοινωνία μεταξύ τους όσο και την επικοινωνία μεταξύ των εκπαιδευτικών και των μαθητών/τριών (επίτευξη ουσιαστικής και παραγωγικής αλληλεπίδρασης). Η χρήση των ΤΠΕ προσφέρει την δυνατότητα αναζήτησης διαφόρων πηγών και σύγκρισης αυτών, αναπτύσσοντας με αυτό τον τρόπο την κριτική σκέψη και την οξυδέρκεια καθώς επίσης και την δυνατότητα δόμησης των πληροφοριών. Κατά συνέπεια ενισχύεται η ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων των μαθητών/τριών χάρη στη χρήση των Νέων Τεχνολογιών που αποτελούν το θεμέλιο δεξιοτήτων σκέψης και δημιουργικότητας ανώτερης τάξης (Tinio V. L., 2003). Η σύγχρονη μάθηση αφορά τη συνεργασία με άλλους, την επίλυση σύνθετων προβλημάτων, την κριτική σκέψη, την ανάπτυξη διαφορετικών μορφών επικοινωνίας και ηγετικών δεξιοτήτων και τη βελτίωση των κινήτρων και της παραγωγικότητας (Balanskat et al., 2006). Εξάλλου όπως επισημαίνεται από τους Kaffash, H. R. et al., (2010), «η κονστρουκτιβιστική εκπαιδευτική θεωρία δίνει έμφαση στην κριτική σκέψη, στην επίλυση προβλημάτων, στις “αυθεντικές” μαθησιακές εμπειρίες, στην κοινωνική διαπραγμάτευση της γνώσης και σε παιδαγωγικές μεθόδους συνεργασίας που αλλάζουν τον ρόλο του δασκάλου από πάροχο πληροφοριών σε διευκολυντή μάθησης, βοηθώντας τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά με πληροφορίες και υλικά για να κατασκευάσουν τις δικές τους αντιλήψεις. Δηλαδή, οι μαθητές μαθαίνουν

πώς να μαθαίνουν, όχι μόνο τι να μαθαίνουν (Forman & Pufall, 1988; Newman, Griffin, and Cole, 1989; Piaget, 1973; Resnick, 1989; Strauss, 1994)».

Σύμφωνα με τα λεγόμενα του κ. Μπαμπινιώτη: «χωρίς τις Νέες Τεχνολογίες, χωρίς την πληροφορική και τις ποικίλες εφαρμογές της στην “κοινωνία των πληροφοριών” όπου ζούμε, στην κοινωνία ιδίως του 21ου αιώνα, δεν μπορεί να νοηθεί ανάπτυξη της παιδείας» (Μπαμπινιώτης, 2000). «Οι ΤΠΕ διευκολύνουν σε μεγάλο βαθμό την απόκτηση και την απορρόφηση της γνώσης, προσφέροντας στις αναπτυσσόμενες χώρες άνευ προηγουμένου ευκαιρίες για την ενίσχυση των εκπαιδευτικών συστημάτων καθώς και πρόσβαση στη γνώση με τρόπους που δεν μπορούσαμε να φανταστούμε λίγο καιρό πριν» (World Bank, 1998).

Πιο ειδικά για τη διδασκαλία της Φυσικής οι Ellermeijer T. & Tran T.-B., (2019) ισχυρίζονται πως αποδεδειγμένα η τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει να είναι η εκπαίδευση της Φυσικής περισσότερο σχετική και συνδεδεμένη με την πραγματική ζωή καθώς και πιο αυθεντική, αποδίδοντας κατά συνέπεια προστιθέμενη αξία στην διδασκαλία.

1.1α Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση

Οι δυνατότητες που μπορούν να προσφέρουν οι Νέες Τεχνολογίες μέσω της χρήσης τους στην εκπαίδευση είναι αδιαμφισβήτητα πολλές, ποικίλες και σημαντικές. Ωστόσο η χρήση τους συνδέεται άμεσα με τη στάση και τη διάθεση των ήδη ενεργών εκπαιδευτικών όσο και των εν δυνάμει εκπαιδευτικών. Όσο σημαντικός είναι ο τεχνολογικός εξοπλισμός των σχολείων, άλλο τόσο σημαντική και απαραίτητη είναι και η θετική προσέγγιση των όσων έχουν να προσφέρουν οι Νέες Τεχνολογίες από τους εκπαιδευτικούς αλλά φυσικά και η κατάρτιση και εκπαίδευσή τους έτσι ώστε να είναι εφικτή τελικά η χρήση τους για να επιφέρει τα προσδοκώμενα αποτελέσματα στην εκπαίδευση.

Ξεκινώντας από τα τέλη τους δεκαετίας του 1980 και σύμφωνα με τους Newman, Griffin and Cole, (1989) λίγα εκπαιδευτικά ιδρύματα εκμεταλλεύονται και ενσωματώνουν τους δυνατότητες που προσφέρουν τα εργαλεία που αποκτήθηκαν από την πρόοδο της τεχνολογίας στα προγράμματα σπουδών τους. Από μελέτη που διεξήχθη από τους Tondeur J. et al., (2007) ερευνήθηκε η σχέση μεταξύ των

εθνικών προγραμμάτων σπουδών και της χρήσης των ΤΠΕ στην φλαμανδική πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στην έρευνα συμμετείχαν 570 διδάσκοντες από 53 δημοτικά σχολεία και τα αποτελέσματα υποδηλώνουν την ύπαρξη διαφοροποίησης μεταξύ του προτεινόμενου προγράμματος σπουδών για τη χρήση ΤΠΕ από την κυβέρνηση και του προγράμματος σπουδών που τελικά εφαρμόζεται στην πράξη. Σε άλλη έρευνα έγινε συγκριτική αξιολόγηση της πρόσβασης, της χρήσης και της στάσης των ΤΠΕ στα σχολεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και στην Κροατία, Ισλανδία, Νορβηγία και Τουρκία η οποία παρουσιάστηκε από τους Wastiau P. et al., (2013). Σε κάποια από τα αποτελέσματα της έρευνας αναφέρεται ότι οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είναι εξοικειωμένοι με τις ΤΠΕ στο σχολείο εδώ και μερικά χρόνια, αλλά εξακολουθούν να τις χρησιμοποιούν κυρίως για να προετοιμάσουν τη διδασκαλία τους και περιορισμένος αριθμός αυτών τις χρησιμοποιούν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων τους. Επίσης προκύπτει ότι σπάνια οι εκπαιδευτικοί υποχρεούνται να λάβουν μέρος σε κατάρτιση ΤΠΕ για διδασκαλία και μάθηση. Στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι: «Κατά μέσο όρο στις χώρες της Ε.Ε. που καλύπτονται από την έρευνα, μεταξύ 20-25% των μαθητών διδάσκονται από εκπαιδευτικούς με ψηφιακή αυτοπεποίθηση και υποστηρικτικούς» με την Ελλάδα να παρέχει αυτούς τους εκπαιδευτικούς σε ποσοστό μαθητών μικρότερο του 10% στις διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης.

Συνεχίζοντας την ανασκόπηση με μελέτη όπου εξετάστηκαν οι απόψεις των φοιτητών παιδαγωγικού τμήματος πανεπιστημίου της Σκωτίας για τη χρήση των ΤΠΕ στα σχολεία (Sime D. & Priestley M., 2005), οι αντιλήψεις που είχαν οι φοιτητές/τριες ήταν περίπλοκες και ποικίλες καθώς συσχέτισαν τη χρήση των ΤΠΕ με ουσιαστικές αλλαγές στη διδασκαλία και τη μάθηση, και ενώ αποδέχτηκαν τις ΤΠΕ ως εργαλείο εκσυγχρονισμού της διδασκαλίας, ωστόσο σημείωσαν και εντόπισαν παράγοντες που δυσκολεύουν αυτή τη διαδικασία. Επισημάναν δε το γεγονός ότι τόσο οι φοιτητές/τριες όσο και οι δάσκαλοι, συχνά νιώθουν ανεπαρκείς ως προς τις δεξιότητές τους στις ΤΠΕ με απόρροια αυτού να επηρεάζεται σημαντικά η τελική στάση τους απέναντι στη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους.

Σε εργασία που εξέτασε τη χρήση του Διαδικτύου στη διδασκαλία και την εκμάθηση της Αγγλικής γλώσσας σε πανεπιστήμια της βορειοδυτικής Κίνας και πραγματοποίησε ποσοτική έρευνα σε καθηγητές/τριες και φοιτητές/τριες προέκυψε ότι τόσο οι καθηγητές/τριες όσο και οι φοιτητές/τριες δεν είναι καλά

προετοιμασμένοι για τη χρήση του Διαδικτύου στη διδασκαλία και εκμάθηση τους Αγγλικής γλώσσας. Πιο συγκεκριμένα και όσον αφορά τη στάση των καθηγητών/τριών και των φοιτητών/τριών απέναντι στη χρήση του Διαδικτύου τα αποτελέσματα παρουσίασαν θετική στάση, με τους υπολογιστές και το Διαδίκτυο να διατίθενται στα πανεπιστήμια αλλά χωρίς ικανοποιητική προσβασιμότητα. Τα αποτελέσματα που αφορούσαν την πραγματική χρήση του Διαδικτύου στην εκμάθηση γλωσσών από τους διδάσκοντες και τους φοιτητές/τριες, τόσο μέσα τους αίθουσες διδασκαλίας όσο και έξω από αυτές, δεν ήταν ικανοποιητικά. Τέλος από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι ήταν πολύ περιορισμένος ο αριθμός των φοιτητών/τριών και διδασκόντων που πήραν μέρος στην έρευνα και διέθεταν σχετικές γνώσεις υπολογιστών (Zhang C., 2013).

Στα ίδια επίπεδα κυμάνθηκαν και τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε για τον έλεγχο του ρόλου που διαδραματίζουν παράγοντες όπως η στάση απέναντι στους υπολογιστές και το διαδίκτυο, η αυτοπεποίθηση και η γνώση στην υποστήριξη και κατά συνέπεια τη χρήση των ΤΠΕ από τους τελειόφοιτους φοιτητές/τριες της Τουρκίας (Tezci E., 2011). Αντίστοιχα και από αυτή τη μελέτη προέκυψε ότι η στάση των τελειόφοιτων φοιτητών/τριών απέναντι στις ΤΠΕ ήταν μέτρια θετική καθώς και ότι περιορίζονταν σε χρήση απλών και βασικών εφαρμογών των ΤΠΕ για εκπαιδευτικούς λόγους, και προέκυψαν δυσκολίες όσον αφορά την ενσωμάτωση τους στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης λόγω του χαμηλού επιπέδου γνώσης τους.

Σε άλλη μελέτη αναλύονται οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης των ΤΠΕ για την υποστήριξη της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης στην τάξη (Ghavifekr, S. & Rosdy, W.A.W., 2015). Από την ανάλυση των δεδομένων της συγκεκριμένης έρευνας επιβεβαιώθηκε η ιδιαίτερη αποτελεσματικότητα που επιφέρει η ενσωμάτωση των ΤΠΕ στη διδασκαλία τόσο για τους μαθητές/τριες όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Επιπλέον επιβεβαιώθηκε ότι για την εξασφάλιση των θετικών επιδράσεων των ΤΠΕ στην εκπαίδευση απαιτείται αφενός ο επαρκής και σωστός εξοπλισμός με τα απαραίτητα εργαλεία και τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις και αφετέρου η υλοποίηση των αναγκαίων προγραμμάτων κατάρτισης και επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών.

Αντίστοιχα μελέτη διερεύνησε την ικανότητα των εκπαιδευτικών στη χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών κατά τη συμμετοχή τους σε ένα

πρόγραμμα ανάπτυξης τεσσάρων σταδίων ΤΠΕ που διεξήχθη από ένα αυστραλιανό εκπαιδευτικό σύστημα σε 12 δημοτικά σχολεία (Schibeci R. et al., 2008). Αρχικά το συγκεκριμένο πρόγραμμα ανάπτυξης ΤΠΕ εστίασε στην εξοικείωση με τη χρήση των πόρων που παρέχουν οι ΤΠΕ όπου η γνώση των περισσότερων εκπαιδευτικών κυμάνθηκε από μηδενική έως ελάχιστη. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών παρουσίασε χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν στα δύο πρώτα στάδια του προγράμματος ενώ μειώθηκε ο αριθμός τους στο τρίτο στάδιο και ακόμα περισσότερο στο τέταρτο στάδιο. Επισημάνθηκε δε στην έρευνα αυτή το γεγονός ότι «είναι ζωτικής σημασίας να βοηθηθούν οι εκπαιδευτικοί στο ταξίδι τους την ένταξη τους ΤΠΕ» (Schibeci R. et al., 2008).

Σύμφωνα με την Player-Koro, (2012) και σχετικά με έρευνα η οποία εξετάζει τις στάσεις και πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, προκύπτει από τα αποτελέσματα ότι συγκεκριμένες θετικές στάσεις που σχετίζονται ειδικά με τις ΤΠΕ ως χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία και τη μάθηση καθώς και το ισχυρό αίσθημα αυτό-αποτελεσματικότητας στη χρήση των υπολογιστών ενισχύει τη χρήση των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς στην εκπαίδευση, σε αντίθεση με γενικές θετικές στάσεις για τις ΤΠΕ οι οποίες δεν φαίνεται να έχουν ουσιαστική συμβολή.

Εξετάζοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν τους εκπαιδευτικούς στην υιοθέτηση και ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και τη διδασκαλία οι Lawrence, J. E. & Tar, U. A., (2018) καταλήγουν ότι παίζουν θετικό ρόλο παράγοντες σε επίπεδο εκπαιδευτικού (όπως η ηλικία, το φύλο, η εκπαιδευτική εμπειρία, η γνώση των ΤΠΕ και η στάση απέναντι στις ΤΠΕ), τεχνολογικοί παράγοντες (συμβατότητα των ΤΠΕ, οφέλη από τη χρήση των ΤΠΕ, αντιληπτή χρησιμότητα των ΤΠΕ και αντιληπτή ευκολία χρήσης των ΤΠΕ στην πραγματοποίηση διδακτικών και μαθησιακών δραστηριοτήτων στην τάξη) και θεσμικοί παράγοντες (πρόσβαση στην απαιτούμενη υποδομή και τεχνολογικούς πόρους και στήριξη από την εκάστοτε διοίκηση των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων). Αντίστοιχα ως τροχοπέδη αναφέρουν την έλλειψη γνώσεων των ΤΠΕ από τους εκπαιδευτικούς, την έλλειψη χρόνου των εκπαιδευτικών για συμμετοχή σε προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης, την άρνησή τους να προσαρμόσουν τον παλιό τρόπο συμπεριφοράς, το γεγονός ότι είναι αρκετά πολύπλοκη η ενσωμάτωση των ΤΠΕ με άλλες διάφορες εσωτερικές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία, τον περιορισμό της υποδομής ΤΠΕ που λειτουργεί ανασταλτικά στην

πλήρη εκμετάλλευση των ΤΠΕ στη διδασκαλία, την ανεπαρκή προετοιμασία για τη χρήση της τεχνολογίας, την έλλειψη πρόσβασης σε τεχνολογικά εργαλεία, την έλλειψη τεχνολογικής υποστήριξης (π.χ. υπολογιστών, εργαστηρίων). Στο ίδιο πλαίσιο παλαιότερη μελέτη η οποία και πάλι εξετάζει τους παράγοντες που επιδρούν στην αφομοίωση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) από εκπαιδευτικούς εστιάζει στα ίδια σημεία και προτείνει να δοθεί έμφαση τους εκπαιδευτικούς, στα σχολεία και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής για την επιτυχή εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία και τη μάθηση (Mumtaz, 2000).

Η ανάγκη και η χρησιμότητα των ΤΠΕ στις μέρες μας έγινε απόλυτα αντιληπτή επειδή τα σχολεία λόγω των περιοριστικών μέτρων που επιβλήθηκαν με την εμφάνιση της πανδημίας COVID-19 αναγκάστηκαν να πάψουν την δια ζώσης λειτουργία τους τόσο στην Ελλάδα όσο και σε όλες τις χώρες παγκοσμίως για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Η επαναλειτουργία τους πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά και αυτό χάρη στις δυνατότητες που προσφέρει η χρήση των ΤΠΕ. Αγγίζοντας αυτό το τόσο φλέγον θέμα μία μελέτη ανέλυσε πιθανούς παράγοντες που σχετίζονται με την ψηφιακή διδασκαλία και μάθηση στα σχολεία, τις ικανότητες των εκπαιδευτικών, τις τεχνολογικές παιδαγωγικές τους γνώσεις και τις ευκαιρίες μάθησης για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στην COVID-19 εποχή (König J. et al., 2020). Η μελέτη διεξήχθη στην Γερμανία και διαπιστώθηκε ότι αν και οι σύγχρονοι εκπαιδευτικοί ανήκουν στην γενιά της τεχνολογίας ωστόσο αυτό δεν συνεπάγεται αυτόματα την εξασφάλιση των απαιτούμενων ψηφιακών δυνατοτήτων και δεξιοτήτων τους και πιθανότατα αυτό να οφείλεται στο ότι ακόμα πολλά σχολεία δεν έχουν ανταποκριθεί στη διαδικασία ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό τους σύστημα. Τονίζει δε την ανάγκη προώθησης της ανάπτυξη της ικανότητας των εκπαιδευτικών στη διδασκαλία και τη μάθηση με χρήση των ΤΠΕ τόσο στο αρχικό στάδιο τους εκπαίδευσής τους (σε προπτυχιακό επίπεδο) όσο και μετά με τη συμμετοχή τους σε προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης. Αναφέρεται δε στη συγκεκριμένη μελέτη ότι «Η κατάσταση της πανδημίας του COVID-19 μόλις κατέστησε ορατές ποιες θα είναι οι συνέπειες εάν τα σχολεία αποτύχουν να ανταποκριθούν στη θεμελιώδη διαδικασία μετασχηματισμού των ΤΠΕ. Τα εργαλεία ΤΠΕ, ιδιαίτερα η ψηφιακή ικανότητα των εκπαιδευτικών και οι ευκαιρίες εκπαίδευσης εκπαιδευτικών για εκμάθηση ψηφιακών ικανοτήτων, είναι καθοριστικής σημασίας για προσαρμογή στη διαδικτυακή διδασκαλία κατά τη διάρκεια του κλεισίματος των σχολείων στην εποχή COVID-19» (König J. et al.,

2020). Τέλος το γεγονός ότι τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ΤΠΕ τα καθιστούν ισχυρά και σημαντικά εργαλεία στη μαθησιακή διαδικασία ενισχύεται σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη που διεξήχθη από τους Pantazis S., Stylos G., Kotsis T. K. & Georgopoulos K., (2021), στην οποία επιβεβαιώθηκε η θετική επίδραση της χρήσης τεχνολογίας τρισδιάστατης εκτύπωσης στην κατανόηση της έννοιας της τριβής από μαθητές δημοτικού.

Όσο πολλά υποσχόμενη και αποτελεσματική και αν είναι η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, από την παραπάνω βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι άλλο τόσο σημαντική και απαραίτητη είναι η θετική στάση προς αυτές από τους εκπαιδευτικούς.

Σύμφωνα με τα λεγόμενα του Dormido S., (2002) όπως αναφέρεται σε μελέτη των Volná M. et al., (2011) οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να έχουν ανοιχτή και δεκτική στάση απέναντι τους Νέες Τεχνολογίες καθώς και να είναι σε θέση να ενσωματώνουν με λογική και σύνεση την τεχνολογική ανάπτυξη στη διδασκαλία τους έτσι ώστε να μην κινδυνεύουν να διδάσκουν τους μαθητές/τριες του “σήμερα” πώς να επιλύσουν τα προβλήματα του “αύριο” με εργαλεία του “χθες”. Αντίστοιχα όπως επισημαίνεται και από τους Mikropoulos, T. A., & Bellou, I., (2013), αν και μπορούν τα χαρακτηριστικά των ΤΠΕ να υποστηρίξουν μοντέλα διδασκαλίας που εστιάζουν στους μαθητές/τριες και την ενεργό συμμετοχή τους, «η ουσιαστική συμβολή των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία έρχεται έμμεσα, μέσα από την παιδαγωγική τους αξιοποίηση» Mikropoulos, T. A., & Bellou, I., (2013).

1.2 Στάσεις

Ορισμοί και δομή των στάσεων

Η έννοια της στάσης ορίζεται από φιλοσόφους, ψυχολόγους, κοινωνιολόγους, εκπαιδευτικούς, ερευνητές κ.α. με μονοδιάστατο ή πολυδιάστατο τρόπο με τα εξής μοντέλα:

- ❖ Μονοδιάστατα μοντέλα με συναισθηματικές δομές:

Ως στάση ορίζεται το συναίσθημα ή τα συναισθήματα υπέρ ή εναντίον ενός ψυχολογικού αντικειμένου (Thurstone, 1931), το συναίσθημα που συνδέεται με

κάποιο νοητικό αντικείμενο (Greenwald, 1989) και ένα γενικό και διαρκές, θετικό ή αρνητικό συναίσθημα για κάποιο αντικείμενο ή θέμα (Petty & Cacioppo, 1981).

❖ Με γνωστικές δομές, όπου οι στάσεις αναγνωρίζονται ως γνωστικές δομές (Crano & Prislin, 2006; Kruglanski, 1989).

❖ Με αξιολογικές δομές, εδώ ως στάση ορίζεται η αξιολόγηση ενός άτομου για ένα αντικείμενο της σκέψης (Pratkanis & Greenwald, 1989) ή οτιδήποτε αφορά στην κατηγοριοποίηση ενός αντικειμένου σε κάποια διάσταση αξιολόγησης (Zanna & Fazio, 1982).

❖ Δισδιάστατα μοντέλα

Οι απόψεις του Allport, (1935) εκφράζουν τα δισδιάστατα μοντέλα σύμφωνα με τα οποία στάση είναι μια νοητική και νευρική κατάσταση ετοιμότητας, που οργανωμένη μέσω των εμπειριών, ασκεί κατευθυντήρια ή δυναμική επίδραση στις αποκρίσεις του ατόμου προς όλα τα αντικείμενα και τις καταστάσεις με τα οποία αυτή σχετίζεται δίνοντας έμφαση στις δύο διαστάσεις των στάσεων, στο γνωστικό και το αξιολογικό στοιχείο. Αντίστοιχα, σύμφωνα με τους Kind et al., (2007); Albarracin & Wyer, (2005), στάσεις είναι τα συναισθήματα ενός άτομου σχετικά με ένα αντικείμενο που βασίζονται στις πεποιθήσεις του για αυτό, ενώ σύμφωνα με τους Ajzen & Fishbein (2000); Zacharia, (2003) οι στάσεις είναι ένα σύνολο αξιολογήσεων, το οποίο αναπαριστά επιθυμητά ή μη επιθυμητά συναισθήματα προς ειδικά ή ψυχολογικά αντικείμενα. Σύμφωνα με τον Ernest, (1989) «Οι στάσεις περιλαμβάνουν όχι μόνο θετικές ή αρνητικές επιδράσεις, αλλά και την προτίμηση, την απόλαυση, το ενδιαφέρον και τα αντίθετά τους, την εμπιστοσύνη των εκπαιδευτικών κ.α.».

❖ Τρισδιάστατα μοντέλα

Το τρισδιάστατο μοντέλο των στάσεων (Three-Component Model) των Rosenberg & Hovland, (1960), αποτελεί τη σημαντικότερη προσέγγιση στο θέμα των στάσεων. Έτσι και σύμφωνα με αυτό το μοντέλο οι στάσεις, η αξιολόγηση δηλαδή των διαφορετικών αντικειμένων, ενδέχεται να σχετίζονται με τα συναισθήματα ή με τις πεποιθήσεις και να επηρεάζουν ή να επηρεάζονται από τη συμπεριφορά των ατόμων. Κάθε στάση αποτελείται από τρία δομικά στοιχεία: το συναισθηματικό στοιχείο, το γνωστικό και το συμπεριφορικό (Κοκκινάκη, 2005)

Όπως αναγράφεται και στο βιβλίο της Κοκκινάκη, (2005) κατά τους Eagly & Chaiken, (1993) το συναισθηματικό, το γνωστικό και το συμπεριφορικό στοιχείο θεωρούνται παράγοντες που καθορίζουν τις στάσεις ή συνέπειες που συνεπάγονται οι στάσεις.

Ο Cheung (2009), ορίζει εννοιολογικά τη στάση ως :

- μια λανθάνουσα (latent) μεταβλητή, η οποία εξηγεί τη σύνδεση ανάμεσα σε παρατηρήσιμα διεγερτικά γεγονότα και συμπεριφορές
- μια κατασκευή που περιλαμβάνει γνωστικές, συναισθηματικές και συμπεριφορικές πληροφορίες για το αντικείμενο της στάσης και μπορεί να αξιολογηθεί μέσω γνωστικών, συναισθηματικών και συμπεριφορικών αυτοαναφερόμενων ανταποκρίσεων
- μια αξιολογητική γνώμη που προκύπτει από όλες εκείνες τις διαδικασίες που διέπουν τα ερεθίσματα και τις ανταποκρίσεις.

Ειδικότερα για τις στάσεις προς τις Φ.Ε., ο Gardner, (1975a) όρισε τη στάση ως μια επίκτητη προδιάθεση που αξιολογεί με ορισμένους τρόπους αντικείμενα, ανθρώπους, δράσεις, καταστάσεις ή προτάσεις που εμπλέκονται στη μάθηση των επιστημών. Οι Koballa & Crawley, (1985) και Koballa & Glynn, (2007) υποστηρίζουν ότι οι στάσεις προς τις Φ.Ε. μπορούν να θεωρηθούν ως ένα επίκτητο, θετικό ή αρνητικό συναίσθημα για τις Φ.Ε., το οποίο λειτουργεί ως σύνοψη μιας ευρείας ποικιλίας πεποιθήσεων για τις Φ.Ε. που θεωρούν ιδιαίτερα σημαντικές, διότι μέσω αυτών καθίσταται εφικτή η πρόβλεψη των συμπεριφορών που έχουν σχέση με τις Φ.Ε. και τη μελέτη των επιστημών (Koballa & Crawley, 1985).

Σύμφωνα με τον Koballa, (1988) και άλλους ερευνητές τα χαρακτηριστικά των στάσεων είναι τρία: οι στάσεις μαθαίνονται (Koballa, 1988), οι στάσεις είναι ανυποχώρητες και σταθερές με την πάροδο του χρόνου (Hill et al., 1995; Koballa, 1988; Reid, 2006) και υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ των στάσεων και της συμπεριφοράς (Koballa, 1988; Shrigley, 1990). Οι Ajzen, 1988 και Zint, 2002 προσθέτουν ως τέταρτο χαρακτηριστικό πως η στάση αποτελεί μια λειτουργία των προσωπικών πεποιθήσεων (Στύλος, 2014).

Προηγούμενες έρευνες, κυρίως από το χώρο των Νέων Τεχνολογιών, αποδεικνύουν πως οι στάσεις επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως το

μορφωτικό επίπεδο (Hallam & Ireson, 2003), τα χρόνια διδασκαλίας (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2004; Chen & Chang, 2006; Fetler, 2001; Sadik, 2006) και τον τύπο του σχολείου (Hallam & Ireson, 2003). Οι στάσεις επιδρούν στις συμπεριφορές έχοντας άμεσο αντίκτυπο στην εκπαιδευτική πρακτική, εφόσον το σχολείο και τα αντικείμενα που διαπραγματεύεται αποτελούν ζωντανά και ερεθιστικά στοιχεία του περιβάλλοντος ενός παιδιού (Στύλος, 2014).

Οι Osborne, Simon and Collin, (2003) μέσα από βιβλιογραφική ανασκόπηση που εξετάζει τις στάσεις προς τις Φ.Ε. κατέληξαν ότι οι στάσεις δεν αποτελούν μια μοναδική ενιαία κατασκευή, αλλά αποτελούνται από μία πληθώρα “υποκατασκευών” όπως η αντίληψη του εκπαιδευτικού, το άγχος προς τις Φ.Ε., η αξία των Φ.Ε., η αυτοεκτίμηση στις Φ.Ε, το κίνητρο προς τις Φ.Ε., η απόλαυση των Φ.Ε., οι στάσεις των συνομηλίκων και φίλων για τις Φ.Ε., οι στάσεις των γονέων προς τις Φ.Ε., η φύση του περιβάλλοντος της τάξης, το επίτευγμα στις Φ.Ε., ο φόβος ή η αποτυχία στο μάθημα. Οι Simpson et al., (1994) και Koballa & Glynn, (2007) παρατήρησαν σημαντική σχέση ανάμεσα στις στάσεις και την πρόοδο των μαθητών/τριών, η οποία μάλιστα μπορεί να εξηγηθεί με βάση την αξία της εργασίας (task value: ένας παρωθητικός παράγοντας που αναφέρεται στο πόσο σημαντικό ή σχετικό θεωρεί κάτι ένας μαθητής) για το μαθησιακό περιβάλλον του μαθητή (Ricco et al., 2010). Αναμφισβήτητα οι στάσεις των μαθητών/τριών συνδέονται άμεσα με τις πρακτικές που εφαρμόζονται από τον διδάσκοντα γεγονός που ενισχύεται από έρευνες σε μαθητές/τριες της μέσης εκπαίδευσης οι οποίες συμπεραίνουν ότι οι μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις, η εργασία των μαθητών/τριών σε ομάδες και η ανάλυση δεδομένων έχουν θετικό αντίκτυπο στις στάσεις και την πρόοδο των μαθητών/τριών απέναντι στις Φ.Ε. (Baker & White, 2003; Odom et al., 2007). Επιπρόσθετα, οι στάσεις των μαθητών/τριών έχουν άμεση επίδραση τόσο στο μάθημα όσο και τον επαγγελματικό προσανατολισμό των μαθητών/τριών, ενώ την ίδια στιγμή παρέχουν έναν πολύ σημαντικό παρωθητικό παράγοντα (Hassan, 2008; Koballa & Glynn, 2007; Papanastasiou C. & Papanastasiou E., 2002).

Ορισμένοι ερευνητές αποδίδουν το χαμηλό ποσοστό των γυναικών που μελετούν, εργάζονται ή ενασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες στην αρνητική στάση τους προς αυτές (Barmby et al., 2008; Hong, 2010; Ministry of Education, 2006).

Επίσης αρκετές έρευνες καταλήγουν πως οι στάσεις που παρουσιάζουν οι μαθητές/τριες απέναντι στις Φ.Ε. αντί να βελτιωθούν χειροτερεύουν κατά τη μετάβαση των μαθητών/τριών από την πρωτοβάθμια στις επόμενες εκπαιδευτικές βαθμίδες. (Francis & Greer, 1999; Murphy et al., 2006; Murphy & Beggs, 2003).

Τέλος, κρίνεται σημαντικό να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην προώθηση στάσεων των μαθητών/τριών προς τις Φ.Ε. έγκαιρα μέσα στο σχολικό περιβάλλον, πρωταρχικά και κυρίως με παρεμβάσεις στο δημοτικό σχολείο, οι οποίες θα εμπεριέχουν καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις, ικανές να εμπνεύσουν και να εμφυσήσουν θετική στάση στα παιδιά (Hong et al., 2013).

Μέτρηση των στάσεων

Δεν είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε άμεσα τις στάσεις, δηλαδή τις νοητές αξιολογήσεις των ατόμων για τα διαφορετικά αντικείμενα, με αποτέλεσμα η μέτρηση τους να γίνεται με έμμεσους τρόπους (Στύλος, 2014). Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι μέτρησης βασίζονται σε «αυτό-αναφορά», με βάση κάποιες συγκεκριμένες κλίμακες όπως:

Η κλίμακα Likert η οποία αναπτύχθηκε από τον Rensis Likert, (1932) (γνωστή και ως "μέθοδος αθροιστικών αξιολογήσεων") αποτελείται από ένα σύνολο δηλώσεων (στοιχείων), που δημιουργείται για να διερευνηθεί μια πραγματική ή υποθετική κατάσταση, και η οποία ζητά από τους συμμετέχοντες να εκφράσουν το επίπεδο συμφωνίας τους (από διαφωνώ κάθιστα έως συμφωνώ απόλυτα) με τη δεδομένη δήλωση (στοιχείο) σε μετρική κλίμακα.

- Εάν η θέση της ουδετερότητας (ουδέτερη/δεν γνωρίζω) βρίσκεται ακριβώς ανάμεσα σε δύο άκρα διαφωνώ απόλυτα έως συμφωνώ απόλυτα έχουμε την συμμετρική κλίμακα Likert.
- Από την άλλη πλευρά η ασύμμετρη κλίμακα Likert προσφέρει λιγότερες επιλογές στη μία πλευρά της ουδετερότητας σε σύγκριση με την άλλη πλευρά.

Το διάστημα μεταξύ των άκρων θεωρείται ότι είναι συνεχές και το άθροισμα ή ο μέσος όρος των απαντήσεων αποτελεί το γενικό δείκτη της στάσης. Παρέχει πλούσιες πληροφορίες τόσο για τη γενική στάση των ατόμων όσο και για τις συγκεκριμένες θέσεις και πεποιθήσεις τους γύρω από ένα ζήτημα. Η διάγνωση των

συγκεκριμένων πεποιθήσεων λειτουργεί αποτελεσματικά σε πρώτο επίπεδο στην κατανόηση των στάσεων, αλλά και σε επόμενο στάδιο στην αλλαγή των στάσεων και κατά συνέπεια την μεταβολή και της συμπεριφοράς. (Joshi, A et. al, 2015)

Η κλίμακα Thurstone που αναπτύχθηκε από τους Thurstone and Chave (1929) είναι γνωστή και ως "μέθοδος ίσων διαστημάτων εμφάνισης". Αρχικά δημιουργείται με τη συλλογή μιας ποικιλίας δηλώσεων για ένα συγκεκριμένο ζήτημα (που σύμφωνα με την αντίληψη του ερευνητή αντιπροσωπεύουν όλο το φάσμα των στάσεων), οι οποίες στη συνέχεια επεξεργάζονται (π.χ. απορρίπτονται ή αλλάζουν διατύπωση οι δηλώσεις που αντιπροσωπεύουν προηγούμενες και όχι παρούσες στάσεις, είναι διπλές ή που περιέχουν συγκεχυμένες έννοιες καθώς και αυτές που μπορούν να εγκριθούν από άτομα με αντίθετη στάση). . Μετά την επεξεργασία των δηλώσεων, παρουσιάζονται σε μια ομάδα κριτών (που προέρχονται από τον υπό μελέτη πληθυσμό), οι οποίοι τις ταξινομούν σε διάφορες κατηγορίες για να αντιπροσωπεύουν μια κλίμακα που κυμαίνεται από εξαιρετικά ευνοϊκές, ουδέτερες, έως εξαιρετικά δυσμενείς εκφράσεις γνώμης για το ζήτημα που εξετάζεται. Η κατάταξη των δηλώσεων γίνεται με βάση το μέσο όρο των βαθμολογιών που λαμβάνει η κάθε δήλωση από όλους τους κριτές. Στη συνέχεια, οι προτάσεις που έχουν επιλεγεί από τους κριτές τοποθετούνται στο ερωτηματολόγιο με τυχαίο τρόπο και δίνονται στο δείγμα ενώ τα μέλη του δείγματος καλούνται να ελέγξουν τις δηλώσεις με τις οποίες συμφωνούν (Edwards, A. L. & Kenney, K. C., 1946).

Η κλίμακα Guttman αναπτύχθηκε από τον Guttman, (1944) και είναι γνωστή και ως «αθροιστική» κλίμακα. Περιλαμβάνει στοιχεία, με τα οποία κάποιος μπορεί να συμφωνήσει ή να διαφωνήσει. Τα διαφορετικά στοιχεία του ερωτηματολογίου δεν έχουν την ίδια εγγενή δυσκολία και η ανταπόκριση ενός ερωτηθέντα εξαρτάται από την ικανότητά του και τη δυσκολία του αντικειμένου, το τελευταίο από τα οποία αναφέρεται ως η συνδυαστική δομή. Η καθιέρωση μιας ιεραρχίας με μια κλίμακα Guttman βοηθά στη νομιμοποίηση της χρήσης μιας αθροιστικής βαθμολογίας επειδή επιβεβαιώνεται η σειρά κατάταξης των στοιχείων της κλίμακας. Η συμφωνία με μία πρόταση υποδηλώνει και συμφωνία με όλες τις προηγούμενες προτάσεις, ενώ η διαφωνία με μία πρόταση υποδηλώνει και διαφωνία με όλες τις επόμενες προτάσεις. Η κλίμακα Guttman χρησιμοποιείται πολύ λιγότερο συχνά

από την κλίμακα Likert, επειδή οι κλίμακες Guttman είναι συγκριτικά πιο δύσκολο να κατασκευαστούν από τις κλίμακες Likert (Gothwal, V. K. et al., 2009).

Οι κλίμακες Σημασιολογικής Διαφοροποίησης (Semantic Differential) αναπτύχθηκαν από τους Osgood et al. (1957) και μέσω αυτών τα άτομα εκφράζουν άμεσα τη στάση τους σε μια σειρά από αξιολογικές διαστάσεις, ενώ βασίζονται στο ότι τα άτομα σκέπτονται διαμετρικά αντίθετα. Οι κλίμακες αυτές χρησιμοποιούν διπολικά επίθετα σε σχέση με έννοιες (5-βάθμια ή 7-βάθμια κλίμακα) και έχουν αξιολογικό χαρακτήρα. Οι ερωτώμενοι επιλέγουν κατά μήκος οριζόντιας γραμμής τη δική τους επιλογή, η οποία βρίσκεται ανάμεσα στα δύο αντίθετα επίθετα. Όπως αναφέρεται σε κείμενο του Στύλος, (2014) ορισμένες φορές χρησιμοποιούνται και εναλλακτικές μέθοδοι μέτρησης, οι οποίες βασίζονται σε ψυχοφυσιολογικές μετρήσεις, (π.χ. η μέθοδος **bogus pipeline**) όπου οι συμμετέχοντες απαντούν σε κλίμακες αυτό-αναφοράς έχοντας όμως την εντύπωση ότι η στάση τους υπολογίζεται και προσδιορίζεται αντικειμενικά μέσω μιας συσκευής. Παρόλο που οι μέθοδοι αυτές παρουσιάζουν μεγαλύτερη δυσκολία στην εφαρμογή τους, έχουν κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των μεθόδων αυτό-αναφοράς, με το σημαντικότερο το ότι επηρεάζονται λιγότερο από παράγοντες κοινωνικής επιθυμητότητας (Κοκκινάκη, 2005)».

1.3 Ο ρόλος των πειραμάτων στην εκπαίδευση

Η διεξαγωγή πειραμάτων στις τάξεις και η άμεση επαφή των μαθητών με τα διάφορα φυσικά φαινόμενα και την ερμηνεία τους διαδραματίζει κεντρικό και ουσιαστικό ρόλο στη διδασκαλία και την εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών. Σύμφωνα με τους Nguyen V. B. et al., (2019) στη διδασκαλία των Φ.Ε. το πείραμα αποτελεί απαραίτητο μέσο, γεγονός που επιβεβαιώνεται τόσο στα σχολικά βιβλία όσο και σε οποιαδήποτε βιβλιογραφία που ασχολείται με τη διδακτική των Φ.Ε., μιας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ποικιλοτρόπως και να προσφέρει υψηλή αξία στη μάθηση. Επιπλέον στο εργαστήριο έχει δοθεί βασικός ρόλος στην διδασκαλία των Φ.Ε. και οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών έχουν επισημάνει τα πλούσια οφέλη που μπορούν να αποδοθούν στη μάθηση από τη χρήση των εργαστηρίων και του πειράματος (Hofstein & Lunetta, 2004).

Το ενδιαφέρον των παιδαγωγικών διδακτικών προσεγγίσεων έχει στραφεί στην εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών με τρόπο που περιλαμβάνει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών καθώς και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στον επιστημονικό εγγραμματισμό των μαθητών. Παραδείγματα τέτοιων διδακτικών προσεγγίσεων μάθησης αποτελούν η Διερευνητική Διδασκαλία (Inquiry-Based Learning (IBL)), το Εποικοδομητικό μοντέλο Διδασκαλίας, η Ανακαλυπτική Μάθηση. «Ένα άτομο χαρακτηρίζεται ως επιστημονικά εγγράμματο όταν κατέχει γνώση σημαντικού επιστημονικού αντικειμένου, όταν έχει την ικανότητα να εφαρμόσει αυτή τη γνώση σε καθημερινές καταστάσεις και όταν είναι σε θέση να κατανοήσει και να αξιολογήσει τα χαρακτηριστικά των Φ.Ε. και των αλληλεπιδράσεών τους με την κοινωνία και την προσωπική ζωή» (Bodzin & Beerer, 2003). Όπως αναφέρεται και από τους Bodzin & Beerer, (2003) «Οι Φυσικές Επιστήμες και η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας διαδραματίζουν τόσο σημαντικό ρόλο στις σύγχρονες κοινωνίες, που η ικανότητα των πολιτών να κατανοούν και να χρησιμοποιούν τις Φ.Ε. μπορεί να σημάνει τη διαφορά μεταξύ ευημερίας και παρακμής, μεταξύ ασφάλειας και ευπάθειας (National Research Council [NRC], 1996)». Σύμφωνα με τα Εθνικά Πρότυπα Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών (NRC, 1996), η ανάπτυξη μαθητών με επιστημονική παιδεία ενσωματώνει την παροχή στους μαθητές ενός προγράμματος σπουδών Φ.Ε. που διδάσκει την επιστήμη ως σώμα εξακριβωμένης και τεκμηριωμένης γνώσης και ως τρόπο μάθησης του φυσικού κόσμου χρησιμοποιώντας στοιχεία από την παρατήρηση και τον πειραματισμό. Κατά συνέπεια ο πειραματισμός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της διδασκαλίας σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Τα πειράματα εξυπηρετούν πολλούς και διαφορετικούς στόχους κατά την διάρκεια της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Μία από τις δυσκολίες των μαθημάτων των Φ.Ε. είναι ότι περιλαμβάνουν πολλές αφηρημένες και δυσνόητες έννοιες, τις οποίες ο μαθητής/τρια δυσκολεύεται να κατανοήσει και κατά συνέπεια να εμπεδώσει. Η δυνατότητα αντιμετώπισης αυτής της δυσκολίας δίνεται με ιδιαίτερη επιτυχία μέσω του πειράματος. Έτσι κατά την διάρκεια διεξαγωγής ενός καλά σχεδιασμένου πειράματος ο μαθητής/τρια με την ενεργό εμπλοκή του/ης είναι σε θέση να αποσαφηνίσει έννοιες, να αφομοιώσει και να κατανοήσει φαινόμενα μέσα από προσωπικές διεργασίες και ενέργειες και τέλος να αποδεχτεί, μέσω πρακτικής άσκησης και ενεργούς εμπλοκής, τις αρχές που διέπουν τα φαινόμενα που

διερευνώνται. Επιπρόσθετα η δυσκολία κατανόησης των εννοιών των Φ.Ε. από τους μαθητές/τριες, οδηγεί πολλές φορές σε έλλειψη ενδιαφέροντος για κατανόηση καθώς και δημιουργία αρνητικών στάσεων ως προς αυτές. Τα πειράματα αποτελούν ένα παράγοντα πρόκλησης του ενδιαφέροντος προς τα μαθήματα των Φ.Ε. μιας και έχουν θετικό αντίκτυπο και στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος καθώς και στην επιτυχή και αποτελεσματική μάθηση των μαθητών/τριών (Hofstein, A., & Lunetta, V. N. 2004). Σύμφωνα με τους Volná M. et al., (2011) ένας τρόπος παρακίνησης των μαθητών/τριών στις Φ.Ε. είναι τα πειράματα τα οποία καταλαμβάνουν κεντρική θέση στην εκπαίδευση καθώς και αποτελούν το μοναδικό τρόπο ανάπτυξης δεξιοτήτων χειρισμού, έναν ακόμα τρόπο βελτίωσης της επικοινωνίας και συνεργασίας των μαθητών/τριών, στοιχεία σημαντικά και αναγκαία για την ομαλή και λειτουργική προσαρμογή και ενσωμάτωση στην κοινωνία.

Μέσω της ενεργούς συμμετοχής στην εκτέλεση πειραμάτων στα εργαστήρια των σχολικών τάξεων οι μαθητές/τριες ωφελούνται πέρα από το γνωστικό επίπεδο και σε ό,τι αφορά την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, την επιστημονική προσέγγιση ενός θέματος καθώς και τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων (Tatli & Ayas, 2010). Δίνεται η δυνατότητα μέσω του πειραματισμού για προβληματισμό και αναζήτηση. Υπάρχουν σημεία όπου πρέπει να ληφθούν αποφάσεις και να αξιολογηθούν συνθήκες και καταστάσεις. Όλα αυτά οδηγούν στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης και την όξυνση του πνεύματος που αποτελεί τελικά και έναν από τους κύριους στόχους στην ανάπτυξη επιστημονικά εγγράμματων μαθητών. Επιπλέον οι μαθητές με την συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία μυσούνται στην γενικότερη σκέψη και προσεγγίζουν τις διαδικασίες των επιστημονικών ερευνητών. Με αυτό τον τρόπο όπως ακριβώς και οι ερευνητές θέτουν προβληματισμούς, κάνουν υποθέσεις για την επίλυσή τους, χρησιμοποιούν δεδομένα από το πείραμα τα οποία και αναλύουν, εξάγουν συμπεράσματα από την χρήση των δεδομένων και τελικά καταλήγουν στη συγκρότηση θεωριών.

Με σωστή χρήση, τα εργαστήρια και τα πειράματα είναι ιδιαίτερα σημαντικά στις μέρες μας όπου η Διερευνητική Διδασκαλία προτείνεται και υποστηρίζεται για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Φ.Ε. «Η διερεύνηση είναι μια πολύπλευρη δραστηριότητα που περιλαμβάνει την πραγματοποίηση παρατηρήσεων θέτοντας ερωτήσεις, εξετάζοντας βιβλία και άλλες πηγές πληροφοριών για να δούμε τι είναι

ήδη γνωστό, την σχεδίαση έρευνας, την επανεξέταση όσων είναι ήδη γνωστά υπό το φως των πειραματικών στοιχείων χρησιμοποιώντας εργαλεία συλλογής, ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων, προτείνοντας απαντήσεις, εξηγήσεις και προβλέψεις και κοινοποιώντας τα αποτελέσματα. Η διερεύνηση απαιτεί αναγνώριση υποθέσεων, χρήση κριτικής και λογικής σκέψης και εξέταση εναλλακτικών εξηγήσεων» (NRC, 1996, p. 23). Και ο πειραματισμός ενισχύει σημαντικά τη μάθηση και τη διδασκαλία των Φ.Ε. διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο.

Τα πειράματα αποτελούν σημαντικό κομμάτι της διδασκαλίας των Φ.Ε. συμβάλλοντας ουσιαστικά στην εκμάθηση των Φ.Ε. (απόκτηση και ανάπτυξη εννοιολογικής και θεωρητικής γνώσης), στην γνώση για τις Φ.Ε. (ανάπτυξη κατανόησης των χαρακτηριστικών της επιστημονικής έρευνας), στο να “κάνω” επιστήμη (συμμετοχή και ανάπτυξη τεχνογνωσίας στην επιστημονική έρευνα και στην επίλυση προβλημάτων) και τέλος στην αντιμετώπιση κοινωνικών και επιστημονικών θεμάτων (ανάπτυξη κρίσιμων δεξιοτήτων για την αντιμετώπιση κοινωνικών, οικονομικών, περιβαλλοντικών και άλλων προβλημάτων). Hodson, (2014).

Συνοψίζοντας και συγκεντρώνοντας τα πιο σημαντικά κίνητρα για την ενσωμάτωση των πειραμάτων στη διδασκαλία των Φ.Ε. αναφέρονται τα εξής:

- ✓ Βελτίωση της γνώσης του θέματος
- ✓ Ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού
- ✓ Κατανόηση της πολυπλοκότητας και της ασάφειας της εμπειρικής εργασίας
- ✓ Ανάπτυξη πρακτικών δεξιοτήτων
- ✓ Κατανόηση της φύσης της επιστήμης
- ✓ Καλλιέργεια ενδιαφέροντος για την επιστήμη και ενδιαφέρον για την εκμάθηση της επιστήμης
- ✓ Ανάπτυξη ικανοτήτων ομαδικής εργασίας (Singer et al., 2006).

Πολλοί επιστήμονες ερευνητικά έχουν επισημάνει τη σημασία της ενεργούς συμμετοχής για θετικότερα μαθησιακά αποτελέσματα καθώς και θετικότερη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στις Φ.Ε. Πολύ εύστοχα επισημαίνεται από τον Κομπούκιο «Πες μου και θα ξεχάσω. Δείξε μου και μπορεί να θυμηθώ. Κάνε με να συμμετάσχω και θα καταλάβω». Όπως επίσης και η τοποθέτηση: «Τα ανθρώπινα

όντα θυμούνται το δέκα τοις εκατό από όλα αυτά που ακούν, το 30 τοις εκατό από όλα όσα ακούν και διαβάζουν, το 50 τοις εκατό από όλα όσα βλέπουν αλλά το 90 τοις εκατό από όλα όσα πράττουν» (Gittins, 1988).

1.3α Βιβλιογραφική ανασκόπηση για τα αποτελέσματα διεξαγωγής πειραμάτων στην εκπαίδευση

Τα πειράματα μπορούν να πραγματοποιηθούν σε πραγματικό εργαστήριο, με χρήση Νέων Τεχνολογιών ή χωρίς, μπορούν να είναι πειράματα εικονικής πραγματικότητας, πειράματα προσομοιώσεων, μεικτά πειράματα. Κάθε ένας από τους τρόπους χρήσης τους έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας των επιστημόνων. Στα πλαίσια αυτών των ερευνών παρουσιάζεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Υπήρξαν μελέτες που συνέκριναν τα αποτελέσματα των επιδράσεων των εικονικών πειραμάτων έναντι των πραγματικών πειραμάτων στους μαθητές/τριες. Σε μελέτη η οποία ερεύνησε την αξία του συνδυασμού πραγματικού και εικονικού πειράματος στην εννοιολογική κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από προπτυχιακούς φοιτητές/τριες προέκυψε αποτελεσματικότερη εννοιολογική κατανόηση για την ομάδα που χρησιμοποίησε συνδυασμό των πειραμάτων έναντι της ομάδας που χρησιμοποίησε μόνο πραγματικά πειράματα σε εργαστήρια (Zacharia, 2007). Από άλλη μελέτη, η διεξαγωγή της οποίας πραγματοποιήθηκε σε δύο μεγάλα πανεπιστήμια της Αμερικής (Πανεπιστήμιο Auburn και Πανεπιστήμιο Penn State), προέκυψε ότι τα αποτελέσματα μεταξύ των ομάδων των φοιτητών/τριών που χρησιμοποίησαν εικονικά πειράματα κατά την διεξαγωγή της έρευνας για έννοιες της Φυσικής και των φοιτητών/τριών που χρησιμοποίησαν πραγματικά πειράματα στα εργαστήρια ήταν ισοδύναμα (Darrah et al., 2014). Αντίστοιχα και σύμφωνα με τους Evangelou & Kotsis, (2019) σε μελέτη σύγκρισης αποτελεσματικότητας για την εννοιολογική κατανόηση της δύναμης της Τριβής από μαθητές/τριες του δημοτικού προέκυψε ότι τόσο τα πραγματικά όσο και τα εικονικά πειράματα είναι εξίσου αποτελεσματικά. Σε άλλη μελέτη σύγκρισης εικονικού πειράματος με προσομοίωση εκκρεμούς και πραγματικού πειράματος σε μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης προέκυψαν ισοδύναμα αποτελέσματα για την κατανόηση απλών εννοιών, ισοδύναμα αποτελέσματα ως προς την απόλαυση που παρείχαν στους μαθητές/τριες, καλύτερα αποτελέσματα του εικονικού

πειραματισμού στην κατανόηση δύσκολων εννοιών και καλύτερα αποτελέσματα στον σχεδιασμό και τη βελτίωση του πειράματος στην ομάδα των μαθητών/τριών που συμμετείχαν στα πραγματικά πειράματα (Husnaini & Chen, 2019).

Επίσης σύμφωνα με τους Strzys et al., (2018) σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε με διεξαγωγή πειραμάτων για τη θερμική αγωγιμότητα των μετάλλων σε φοιτητές/τριες του πανεπιστημίου και τη χρήση πειραμάτων πολλαπλών αναπαραστάσεων (multiple representation MR), τα αποτελέσματα υπέδειξαν βελτίωση στην κατανόηση των εννοιών από τους φοιτητές/τριες.

Σε άλλη μελέτη συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα των αποδόσεων σε εξετάσεις των φοιτητών/τριών καθώς και των στάσεων και αντιλήψεών τους για την πειραματική Φυσική μεταξύ δύο ομάδων όπου η μία (ομάδα ελέγχου) παρακολούθησε εργαστήρια τα οποία έδιναν έμφαση στην ενίσχυση των γνώσεων περιεχομένου της Φυσικής και η άλλη (πειραματική ομάδα) συμμετείχε σε εργαστηριακές δραστηριότητες οι οποίες επικεντρώνονταν στις πειραματικές δεξιότητες. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικές βελτιώσεις των φοιτητών/τριών της πειραματικής ομάδας στην εμπλοκή τους σε πρακτικές πειραματισμού καθώς και στις στάσεις τους για την πειραματική Φυσική και υπέδειξαν καθώς και ενίσχυσαν τη χρήση των πειραματικών εργαστηρίων στη διδασκαλία της Φυσικής (Smith et al., 2020).

Πιο συγκεκριμένα, σε μελέτες που έχουν διεξαχθεί με πειράματα που χρησιμοποιούν Arduino, το 2012 υλοποιήθηκε έρευνα σε μαθητές/τριες κατά την οποία χρησιμοποιήθηκαν εφαρμογές Scratch-Arduino και οι μαθητές τοποθετήθηκαν με ιδιαίτερο ενθουσιασμό υπέρ της χρήσης των εφαρμογών αυτών και του Arduino και μετά το πέρας της διαδικασίας της έρευνας (Gupta et al., 2012). Σε άλλη μελέτη προτείνονται για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των μαθητών/τριών στα εργαστήρια προσιτές πλατφόρμες ανοιχτού κώδικα (και του Arduino) για χρήση σε διαδραστικά προγράμματα διαφόρων ηλικιακών ομάδων (Herger & Bodarky, 2015). Σύμφωνα με τους Medin & Petric, (2015) το Arduino όταν συνδυαστεί με τη χρήση αισθητήρων προσφέρει δυνατότητες που υπόσχονται πολλά, αποτελεί πηγή έμπνευσης για τους μαθητές/τριες, συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από τους μαθητές/τριες καθώς και την αλλαγή της στάσης των μαθητών/τριών προς την ανεξάρτητη και παραγωγική

μάθηση. Άλλη μελέτη τοποθετείται πως η χρήση του Arduino σε συνδυασμό με τα παραδοσιακά εργαστήρια επίδειξης καθώς και τη χρήση των βιβλίων βελτιώνει και ενισχύει την εμπειρία των μαθητών/τριών (Huag, 2015). Σε μελέτη η οποία εφάρμοσε ένα σύνολο πειραμάτων με τη χρήση Arduino στις ενότητες των Κυμάτων, της Θερμοδυναμικής και της Οπτικής της Φυσικής, επιβεβαίωσε την αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών (Petry et al., 2016). Επιπλέον σύμφωνα με τους Yu & Hsu, (2017) τα ηλεκτρονικά Arduino μπορούν να αντικαταστήσουν εξίσου αποτελεσματικά ακριβό εξοπλισμό εργαστηρίων για την υλοποίηση πειραμάτων Κινηματικής. Από μελέτη που ερευνούσε την επίδραση στη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στην τεχνολογία και τις ΤΠΕ με χρήση Arduino σε εργαστήριο Φυσικής διαπιστώθηκε βελτιωμένη στάση των μαθητών/τριών μετά, αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών για τις ΤΠΕ λόγω περιέργειας καθώς και πρόθεσή τους για χρήση τεχνολογικών πρακτικών σε πιθανή μελλοντική τους διδασκαλία (Kirikkaya & Başaran, 2018).

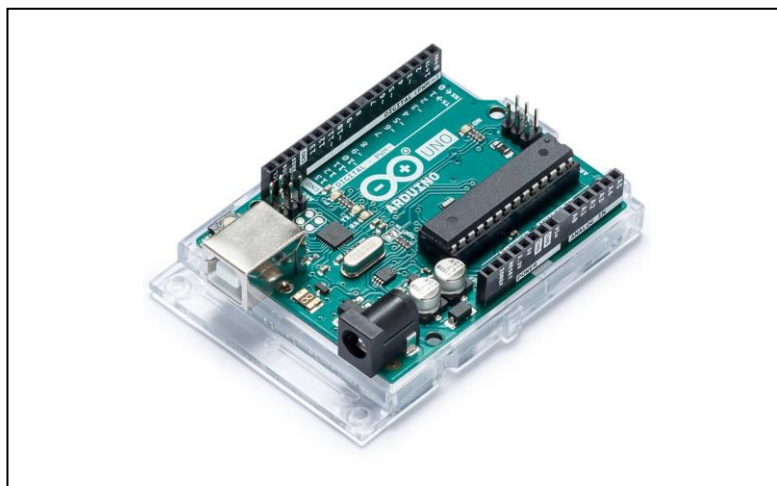
1.4 Η υπολογιστική πλατφόρμα Arduino

Η υπολογιστική πλατφόρμα Arduino είναι μια «ανοικτού κώδικα» πλατφόρμα «προτυποποίησης» ηλεκτρονικών βασισμένη σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό (software, hardware) που προορίζεται τόσο για άτομα που έχουν μικρή εμπειρία στον προγραμματισμό και στους μικροελεγκτές όσο και για πολύ πιο έμπειρους. Σαν ιδέα η ανάπτυξη της πλατφόρμας ξεκίνησε το 2005 στο Ινστιτούτο Ivrea της Ιταλίας, ώστε οι φοιτητές του Ινστιτούτου να αναπτύσσουν ολοκληρωμένα συστήματα οικονομικά και αποδοτικά αξιοποιώντας τις δυνατότητες και τις ευκαιρίες που μπορεί να προσφέρει το ελεύθερο λογισμικό (Organtini, 2018). Τα πλεονεκτήματα της σχεδίασης με Arduino που αποτελούν και τον κύριο λόγο που επιλέχθηκε για εφαρμογές σε σχολεία είναι σε γενικές γραμμές τα ακόλουθα (Νούσης, 2019):

- **Οικονομική λύση:** Η πλατφόρμα Arduino αποτελεί εξαιρετικά οικονομική λύση. Επιπλέον, είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή και μπορεί ο οποιοσδήποτε να την αναπτύξει από μόνος του.
- **Φορητότητα:** Σε σχέση με τις υπάρχουσες πλατφόρμες στο εμπόριο, η πλατφόρμα Arduino μπορεί να προγραμματιστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα(Λ/Σ). Έτσι ένα έργο (project) ανεπτυγμένο σε ένα Λ/Σ μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα.

- **Επεκτασιμότητα:** Το υλικό και το λογισμικό στις πλατφόρμας Arduino είναι ανοιχτά και ελεύθερα για όλους. Καθημερινά, χιλιάδες υποστηρικτές του ελεύθερου λογισμικού αναπτύσσουν διάφορες βιβλιοθήκες για την υποστήριξη στις πλατφόρμας. Παράλληλα, τόσο η αρχιτεκτονική όσο και το υλικό στις πλατφόρμας εξελίσσονται συνεχώς.

Όσον αφορά στο υλικό (hardware) πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmega στις Atmel και του οποίου όλα τα σχέδια, καθώς και το software που χρειάζεται για την λειτουργία του, διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα (<https://www.arduino.cc/>). Διαφορετικές εκδόσεις των μικροελεγκτών Atmega οδηγούν σε διαφορετικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες των αντίστοιχων κατασκευών. Αφού κατασκευαστεί, μπορεί να συμπεριφερθεί σαν μικροσκοπικός υπολογιστής, αφού ο χρήστης μπορεί να συνδέσει επάνω του πολλαπλές μονάδες εισόδου/εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από στις μονάδες εισόδου, να τα επεξεργάζεται και να στέλνει κατάλληλες εντολές στις μονάδες εξόδου.



Εικόνα 1. Η πλατφόρμα του Arduino UNO που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία

Διάφορες εκδόσεις υλικού (hardware) του Arduino

Καθώς η σχετική πλακέτα και η εταιρεία που την υποστηρίζει μετρούν αρκετά χρόνια ζωής υπάρχουν στην αγορά διαφορετικές εκδόσεις της βασικής μονάδας που καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε η

πιο απλή έκδοσή του που αναφέρεται σαν Arduino Uno (Εικόνα 1). Το «Uno» σημαίνει «ένα» στα ιταλικά και επιλέχθηκε για να σηματοδοτήσει την κυκλοφορία του λογισμικού Arduino (IDE) 1.0. Η πλακέτα Uno και η έκδοση 1.0 του λογισμικού Arduino (IDE) ήταν οι πρώτες εκδόσεις του Arduino, που τώρα έχουν εξελιχθεί σε νεότερες εκδόσεις (για την πλήρη σειρά αλλά και χαρακτηριστικά των διαφόρων πλακετών μπορεί να κανείς να ανατρέξει στην ιστοσελίδα της εταιρείας: <https://www.arduino.cc/>).

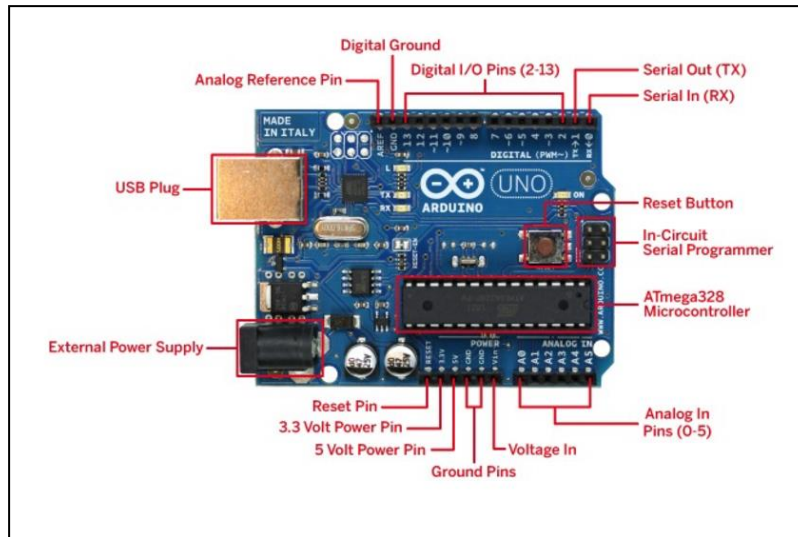
Το Arduino Uno είναι μια πλακέτα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega 328P (ένας 8-bit RISC μικροελεγκτής). Διαθέτει 14 ψηφιακές ακίδες εισόδου/εξόδου (από τις οποίες οι 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδοι PWM), 6 αναλογικές εισόδους, κεραμικό ρολόι παλμών που χρονίζει τον ελεγκτή στα 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας και κουμπί επανατοποθέτησης (reset). Η πλακέτα περιέχει όλα όσα χρειάζονται για την υποστήριξη του μικροελεγκτή και την επικοινωνία του με άλλες ψηφιακές συσκευές καθώς και διάφορους αισθητήρες. Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε και μια νεότερη έκδοση του Arduino UNO, που χαρακτηρίζεται σαν Arduino Uno Rev3 SMD εξαιτίας των συγκεκριμένων ολοκληρωμένων που χρησιμοποιούνται στην πλακέτα.

Βασικά χαρακτηριστικά του υλικού του Arduino Uno Rev3.

Είσοδοι – Έξοδοι

Το Arduino διαθέτει σειριακό interface (Εικόνα 2). Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται. Επιπλέον, στην πάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από 0 ως 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές είσοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5V και καθένα μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ως ψηφιακή έξοδος, ένα από αυτά τα pin μπορεί να τεθεί από το πρόγραμμα σε κατάσταση HIGH ή LOW, οπότε το Arduino «γνωρίζει» αν πρέπει να διοχετεύσει ή όχι ρεύμα στο συγκεκριμένο pin. Αν πάλι ρυθμιστεί ένα από αυτά τα pin ως ψηφιακή είσοδος μέσα από το πρόγραμμα, μπορεί με την κατάλληλη εντολή

να «διαβαστεί» η κατάσταση του (HIGH ή LOW) ανάλογα με το αν η εξωτερική συσκευή που έχει συνδεθεί σε αυτό το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin (με αυτόν τον τρόπο λόγω χάρη μπορεί να «διαβαστεί» η κατάσταση ενός διακόπτη).



Εικόνα 2. Διάγραμμα ακροδεκτών και διατάξεων του Arduino UNO.

Μερικά από αυτά τα 14 pin, εκτός από ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι έχουν και δεύτερη λειτουργία (<https://www.arduino.cc/>).

Συγκεκριμένα:

- Τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής όταν το πρόγραμμα ενεργοποιεί την σειριακή θύρα. Έτσι, όταν για παράδειγμα το πρόγραμμα στέλνει δεδομένα στην σειριακή, αυτά προωθούνται και στην θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial_Over_USB αλλά και στο pin 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή (π.χ. ένα δεύτερο Arduino στο δικό του pin 1). Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμα ενεργοποιηθεί το σειριακό interface, χάνονται 2 ψηφιακές εισοδοι/έξοδοι.
- Τα pin 2 και 3 λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, μπορούν να ρυθμιστούν μέσα από το πρόγραμμα ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει «άμεσα» και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.

- Τα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation). Έτσι για παράδειγμα μπορεί να συνδεθεί ένα LED σε κάποιο από αυτά τα pin και να ελεγχθεί πλήρως η φωτεινότητά του με ανάλυση 8bit (256 καταστάσεις από 0:σβηστό ως 255:πλήρως αναμμένο) αντί να υπάρχει απλά η δυνατότητα αναμμένο-σβηστό που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Η συχνότητα του PWM στα περισσότερα pin είναι 490Hz. Στον Arduino Uno στα pin 5 και 6 η συχνότητα του PWM είναι 980Hz.

Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN, υπάρχει μια ακόμη σειρά από 6 pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Το καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας χρήση του μετατροπέα Αναλογικού σήματος σε Ψηφιακό (ADC - Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Μια από τις εισόδους (A0) χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την καταγραφή του σήματος. Τροφοδοτώντας την είσοδο με κατάλληλο κύκλωμα που μετατρέπει το ρεύμα που διαρρέει μια φωτοδίοδο σε τάση, η είσοδος διαβάζει από 0V (καθόλου φως) ως την μέγιστη τάση αναφοράς $V_{ref}=5V$ (πολύ έντονο φως). Προγραμματιστικά, μπορεί να «διαβάσει» κανείς την τιμή του pin ως έναν ακέραιο αριθμό ανάλυσης 10 bit, από 0 (όταν η τάση στο pin είναι 0V) μέχρι 1023 (όταν η τάση στο pin είναι 5V).

Τροφοδοσία

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας κατάλληλης υποδοχής, η οποία βρίσκεται σε μία άκρη της πλακέτας. Η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V αλλά δε χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο αυτής της ερευνητικής εργασίας.

Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER. Η λειτουργία του καθενός έχει ως εξής:

- Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
- Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματα με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία

αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial_ over_USB και έτσι η μέγιστη ένταση ρεύματος που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50mA.

- Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει τα εξαρτήματα με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την εξωτερική τροφοδοσία.
- Το τέταρτο και το πέμπτο pin, με την ένδειξη GND, είναι φυσικά γειώσεις.
- Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ειδική υποδοχή του φιν των 2.1mm.

Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino (Εικόνα 2) υπάρχει ένας διακόπτης `micro_switch` και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον προφανής. Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει (Transmit) ή λαμβάνει (Receive) δεδομένα μέσω USB. Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L που είναι συνδεδεμένο με το ψηφιακό pin 13 και αποτελεί εύκολη συσκευή εξόδου κατά τα πρώτα στάδια εκμάθησης του προγραμματισμού της πλακέτας.

Arduino IDE (Integrated Design Environment) και σύνδεση με τον υπολογιστή

Οτιδήποτε χρειαστεί για την διαχείριση του Arduino από τον υπολογιστή παρέχεται από το Arduino IDE, η τελευταία έκδοση του οποίου μπορεί να αντληθεί από το επίσημο site (<https://www.arduino.cc/>) για τρία δημοφιλή λειτουργικά συστήματα. Το Arduino IDE είναι βασισμένο στη γλώσσα Java και συγκεκριμένα Παρέχει (Παλιούρας, 2017):

- ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση,
- αρκετά έτοιμα παραδείγματα,

- μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για εύκολο χειρισμό, μέσα από τον κώδικα, των εξαρτημάτων που συνδέονται με το Arduino,
- τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch,
- ένα *serial monitor* που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά την όποια επιλογή στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο καθώς εκεί για παράδειγμα εμφανίζονται τα αποτελέσματα του πειράματος και
- την επιλογή να μεταφέρει (upload) το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Για τα δύο τελευταία χαρακτηριστικά βέβαια, το Arduino πρέπει να έχει συνδεθεί σε μια από τις θύρες USB του υπολογιστή και, λόγω του ελεγκτή Serial_over_USB, αναγνωρίζεται από το λειτουργικό σύστημα (MS-Windows στην παρούσα εργασία) ως εικονική σειριακή θύρα. Για την σύνδεση παρέχεται κατάλληλο καλώδιο USB.

1.5 Ο επιστημονικός ορισμός της έννοιας της ταχύτητας

Τα πάντα γύρω μας βρίσκονται σε μία διαρκή κίνηση, ακόμα και τα διάφορα αντικείμενα τα οποία μας φαίνονται ακίνητα. Από πολύ παλιά οι άνθρωποι (φιλόσοφοι της εποχής) έδειξαν ενδιαφέρον και ασχολήθηκαν με τη διερεύνηση της κίνησης των σωμάτων. Η συνηθέστερη περιγραφή της κίνησης από τους ανθρώπους γίνονταν και εξακολουθεί να γίνεται με τη χρήση των εκφράσεων “πόσο γρήγορα” ή “πόσο αργά” κινείται ένα σώμα. Όταν εξετάζουμε την κίνηση των σωμάτων γενικά, την εξετάζουμε σε σχέση με κάποιο άλλο σώμα ή σε σχέση με την επιφάνεια της Γης. Ένα βασικό φυσικό μέγεθος που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της κίνησης είναι η ταχύτητα η οποία αποτελεί το μέτρο του πόσο γρήγορα ή πόσο αργά κινείται το σώμα που εξετάζεται κάθε φορά. Και ενώ στην καθημερινότητα όταν κάποιος αναφέρει τον όρο ταχύτητα εννοεί το μέτρο αυτής (π.χ. 10Km/h, 40m/s), στη Φυσική η ταχύτητα διαχωρίζεται στη μέση ταχύτητα και στη διανυσματική ταχύτητα. (Halliday et al., 2009; Hewitt, 2014; Young, 1994).

Η μέση ταχύτητα είναι αυτή που συνήθως χρησιμοποιείται στην καθημερινότητα και βοηθά στο να υπολογιστεί για παράδειγμα ο χρόνος που χρειάζεται ένα αυτοκίνητο να πάει από μία πόλη σε μια άλλη όταν η απόσταση των δύο πόλεων

είναι γνωστή ή ο χρόνος που απαιτείται για να μετακινηθεί ένας πεζός από ένα μέρος της πόλης σε κάποιο άλλο όταν γνωρίζουμε την μεταξύ τους απόσταση. Ο ορισμός της μέσης ταχύτητας διατυπώνεται ως εξής: “Ως μέση ταχύτητα ορίζεται το πηλίκο της συνολικής απόστασης που διανύει ένα κινητό σε κάποιο χρονικό διάστημα προς το χρονικό αυτό διάστημα”. Η μαθηματική έκφραση αυτού του ορισμού είναι:

$$\text{Μέση ταχύτητα} = \frac{\text{ολική απόσταση που διανύθηκε}}{\text{χρονικό διάστημα}} = \frac{S}{\Delta t}$$

Είναι μονόμετρο και παράγωγο μέγεθος και για να οριστεί πλήρως αρκεί να γνωρίζουμε το μέτρο της. Μονάδες μέτρησης αυτής αποτελεί οποιοσδήποτε συνδυασμός μονάδων μέτρησης της απόστασης και του χρόνου όπως αυτό προκύπτει από τη μαθηματική έκφραση και δεν μας παρέχει πληροφορίες για τις μεταβολές στο μέτρο της ταχύτητας που υπήρξαν στη διάρκεια της κίνησης (Halliday et al., 2009; Hewitt, 2015; Young, 1994).

Η διανυσματική ταχύτητα πέρα από το μέτρο της ταχύτητας που έχει ένα κινητό, εξετάζει και την κατεύθυνση αυτού (δηλαδή την ευθεία γραμμή πάνω στην οποία κινείται καθώς και τη φορά της κίνησης). Είναι διανυσματικό και παράγωγο μέγεθος και για τον πλήρη ορισμό της απαιτείται τόσο το μέτρο της διανυσματικής ταχύτητας όσο και η κατεύθυνσή της. Μεταβάλλεται όταν αλλάξει το μέτρο της, όταν αλλάξει η κατεύθυνσή της ή όταν αλλάξει τόσο το μέτρο όσο και η κατεύθυνση. Αντίστοιχα, όπως και για τη μέση ταχύτητα, μονάδες μέτρησης αυτής αποτελεί οποιοσδήποτε συνδυασμός μονάδων μέτρησης της μετατόπισης και του χρόνου. Η διατύπωση του ορισμού της διανυσματικής ταχύτητας είναι: “Ως διανυσματική ταχύτητα ορίζεται το πηλίκο της μετατόπισης ενός σώματος σε κάποιο χρονικό διάστημα προς το χρονικό αυτό διάστημα” και η μαθηματική της εξίσωση αποδίδεται ως:

$$\text{Διανυσματική ταχύτητα} = \frac{\text{μετατόπιση}}{\text{χρονικό διάστημα}} = \frac{\Delta \chi}{\Delta t}$$

Όταν το μέτρο και η κατεύθυνση της ταχύτητας παραμένουν σταθερά (το σώμα κινείται σε ευθεία γραμμή και με την ίδια φορά) τότε λέμε ότι το σώμα εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση και διανύει ίσες μετατοπίσεις σε ίσα χρονικά διαστήματα (Hewitt, 2014). Στην περίπτωση που ένα σώμα εκτελεί ευθύγραμμη

ομαλή κίνηση τα μέτρα της διανυσματικής και της μέσης ταχύτητας ταυτίζονται όπως επίσης και η συνολική μετατόπιση με τη συνολική απόσταση.

1.5α Εναλλακτικές ιδέες γύρω από έννοιες της Κινηματικής

Είναι συχνό το φαινόμενο να συναντώνται εναλλακτικές ιδέες μαθητών/τριών σε βασικές έννοιες της Μηχανικής (και όχι μόνο) με τις οποίες έρχονται σε επαφή από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους και έχουν ήδη διαμορφώσει μία εικόνα και άποψη. Αρκετοί από αυτούς τους μαθητές ασπάζονται και υιοθετούν αυτές τις ιδέες μιας και μέσα από την πολυετή καθημερινότητα τις έχουν χρησιμοποιήσει για την εξήγηση και ερμηνεία διαφόρων φυσικών φαινομένων και μετά από επιβεβαίωση έχουν πια εδραιωθεί και κρυσταλλωθεί έντονα στο μυαλό τους (Κώτσης, 2014). Είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών έτσι ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν παραγωγικές και αποτελεσματικές στρατηγικές μάθησης οι οποίες θα καταφέρουν να τις ανατρέψουν, αφού η μέχρι τώρα πορεία έχει αποδείξει ότι η παραδοσιακή διδασκαλία συνήθως είναι ανεπαρκής καθώς και ότι χρειάζεται χρόνος και “γνωσιακή ενίσχυση” των ίδιων των εκπαιδευτικών (ιδιαίτερα αυτών που ανήκουν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση) (Στύλος, Κώτσης & Εμβαλωτής, 2014).

Πιο συγκεκριμένα για τις έννοιες που αφορούν την Κινηματική ο Ceuppens S., 2019 παρουσιάζει συγκεντρωτικά ως πιθανές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/τριών στις έννοιες της θέσης-μετατόπισης, μέσης ταχύτητας και διανυσματικής ταχύτητας τις εξής:

Θέση-Μετατόπιση

Η μετατόπιση ισούται με την απόσταση

Μέση ταχύτητα

Η μέση ταχύτητα ισούται με τον αριθμητικό μέσο όρο των επιμέρους ταχυτήτων π.χ.

$$u(\text{μέση}) = \frac{u(1) + u(2)}{2}$$

Διανυσματική ταχύτητα

Η ταχύτητα ισούται με τη θέση: $u = x$

Η ταχύτητα ισούται με την θέση προ τον χρόνο: $u = x / t$

Η ταχύτητα ισούται με τη Διαφορά Χρόνου προς τη Διαφορά Θέσης: $u = \Delta t / \Delta x$

Η ταχύτητα εξαρτάται μόνο από τη μετατόπιση Δx

Η ταχύτητα εξαρτάται μόνο από το χρονικό διάστημα της κίνησης Δt

Σώματα στην ίδια θέση έχουν πάντα ίση ταχύτητα (Ceuppens S., 2019).

Όπως αναφέρεται και από τους Trowbridge & McDermott, (1980), πολλοί μαθητές/τριες ακόμα και υψηλών βαθμίδων εκπαίδευσης δυσκολεύονται να κατανοήσουν το πηλίκο των μεγεθών απόστασης και χρονικού διαστήματος στην εξίσωση της ταχύτητα και ενώ γνωρίζουν την εξάρτηση δυσκολεύονται στην πλήρη κατανόηση του τρόπου εξάρτησης (σχέση αναλογίας και αντιστρόφου αναλογίας). Τα φυσικά μεγέθη που εκφράζονται από τα πηλικά «λόγους» άλλων φυσικών μεγεθών, ένα από αυτά είναι και η ταχύτητα, προκαλούν δυσκολίες στους μαθητές/τριες.

2 Μεθοδολογία

2.1 Σκοποί και στόχοι της έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα αποσκοπεί στη διερεύνηση της επίδρασης ενός σχεδίου εργασίας στην Β τάξη του Γυμνασίου που εξετάζει τις έννοιες της ταχύτητας και της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης. Στην έρευνα αυτή αξιοποιούνται οι Νέες Τεχνολογίες, και πιο συγκεκριμένα η χρήση μικροελεγκτή Arduino σε πειραματική δραστηριότητα, και μελετάται η επίδρασή του στις γνώσεις περιεχομένου, στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική, στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πειράματα και στη δυσφορία-δυσανασχέτηση των μαθητών/τριών για τη Φυσική και τη διδασκαλία της. Επιπλέον στοχεύει στη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μαθητών/τριών που διδάχθηκαν σύμφωνα με το συγκεκριμένο σχέδιο εργασίας έννοιες της Κινηματικής και των αποτελεσμάτων των μαθητών/τριών που διδάχτηκαν σύμφωνα με την ίδια εποικοδομητική προσέγγιση η οποία βασίζεται στο μοντέλο διδασκαλίας 5E αξιοποιώντας σχετική προσομοίωση.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξετάζει η έρευνα είναι τα εξής:

- Πώς επιδρά ο πειραματισμός με συνδυαστική χρήση Νέων Τεχνολογιών και Arduino στις γνώσεις περιεχομένου των μαθητών/τριών σχετικά με την έννοια της ταχύτητας και της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης;
- Πώς επιδρά ο πειραματισμός με συνδυαστική χρήση Νέων Τεχνολογιών και Arduino στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική;
- Πώς επιδρά ο πειραματισμός με συνδυαστική χρήση Νέων Τεχνολογιών και Arduino στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πειράματα;
- Πώς επιδρά ο πειραματισμός με συνδυαστική χρήση Νέων Τεχνολογιών και Arduino στη δυσφορία-δυσανασχέτηση των μαθητών/τριών για τη Φυσική;
- Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) στις γνώσεις περιεχομένου των μαθητών/τριών;
- Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική;
- Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματική και ελέγχου) στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πειράματα;
- Υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματική και ελέγχου) στη δυσφορία-δυσανασχέτηση των μαθητών/τριών για τη Φυσική;

Οι μηδενικές υποθέσεις των ερωτημάτων της έρευνας διατυπώνονται ως εξής:

- Οι επιδόσεις στις ερωτήσεις των γνώσεων περιεχομένου των μαθητών/τριών της ομάδας ελέγχου δεν διαφέρουν από τις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας.
- Τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις που εξετάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική της ομάδας ελέγχου δεν διαφέρουν από τα αντίστοιχα της πειραματικής ομάδας.
- Τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις που εξετάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα πειράματα της ομάδας ελέγχου δεν διαφέρουν από τα αντίστοιχα της πειραματικής ομάδας.
- Τα αποτελέσματα στις ερωτήσεις που εξετάζουν την ύπαρξη δυσφορίας-δυσανασχέτησης των μαθητών/τριών για τη Φυσική της ομάδας ελέγχου δεν διαφέρουν από τα αντίστοιχα της πειραματικής ομάδας.

2.2 Η δειγματοληψία της έρευνας

Στην συγκεκριμένη ερευνητική διαδικασία η μέθοδος της δειγματοληψίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν η μέθοδος της βολικής δειγματοληψίας και επιλέχθηκε με βάση την πρόσβαση του ερευνητή στο δείγμα. Ο τελικός αριθμός του πλήθους του δείγματος ήταν 79 άτομα εκ των οποίων τα 39 συμμετείχαν στην πειραματική ομάδα και τα 40 στην ομάδα ελέγχου. Από τα αρχικά 88 άτομα αποφασίστηκε να εξαιρεθούν από τον έλεγχο τα ερωτηματολόγια των μαθητών/τριών που απουσίασαν στη συμπλήρωσή τους πριν ή μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τα άτομα που συμμετείχαν στη έρευνα φοιτούν στο πρότυπο Γυμνάσιο Ιωαννίνων. Η επιλογή του δείγματος από τον πληθυσμό είχε ως στόχο την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, με το τελικό μέγεθος να διαμορφώνεται σύμφωνα με τους περιορισμούς της έρευνας και ειδικότερα την πρόσβαση σε σχολικές μονάδες και τους περιορισμούς που υπήρχαν λόγω της πανδημίας.

2.3 Το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν ως εργαλείο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο. Πιο συγκεκριμένα για την διερεύνηση των στάσεων των μαθητών χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο κλίμακας Likert πέντε σημείων, όπου 1= Διαφωνώ απόλυτα και 5= Συμφωνώ απόλυτα. Το ερωτηματολόγιο που εξέτασε τις γνώσεις περιεχομένου απαρτίστηκε από ερωτήματα πολλαπλής επιλογής. Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους μαθητές/τριες σε έντυπη μορφή και παρατίθενται στο παράρτημα Α στο τέλος της εργασίας.

2.4 Περιγραφή δομής ερωτηματολογίου

Αρχικά πραγματοποιήθηκε παραγοντική ανάλυση στις δηλώσεις κλίμακας Likert καθώς και ανάλυση αξιοπιστίας. Από την παραγοντική ανάλυση προέκυψαν τρεις παράγοντες οι οποίοι ονομάστηκαν «ενδιαφέρον προς τη Φυσική», «ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα» και «δυσφορία-δυσανασχέτηση ως προς τη Φυσική». Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αξιοπιστίας Cronbach Alpha και των ποσοστών διακύμανσης παρουσιάζονται στον πίνακα 2.1

Πίνακας 2.1

	Πλήθος Δηλώσεων	Δείκτης Cronbach Alpha	Ποσοστό Διακύμανσης
Ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική	9	0.899	29.22
Ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα	4	0.740	16.39
Δυσφορία- Δυσανασχέτηση ως προς τη Φυσική	3	0.713	15.53
Σύνολο Δηλώσεων	16	0.900	61.14

Το τελικό ερωτηματολόγιο που δόθηκε εξέτασε τέσσερις θεματικές ενότητες, οι τρεις εκ των οποίων διαμορφώθηκαν μετά τη διερευνητική παραγοντική ανάλυση. Η πρώτη θεματική ενότητα δημιουργήθηκε από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που εξέτασαν το γνωστικό επίπεδο των μαθητών/τριών ως προς τις έννοιες της διανυσματικής ταχύτητας και της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης. Για την επιλογή τους χρησιμοποιήθηκαν συγγράμματα Φυσικής και αξιοποιήθηκε η προσωπική εμπειρία του ερευνητή (Halliday et al., 2009; Hewitt, 2015; Young, 1994).

Η δεύτερη θεματική ενότητα δημιουργήθηκε από τον πρώτο παράγοντα που προέκυψε μετά την παραγοντική ανάλυση και περιείχε 9 δηλώσεις κλίμακας Likert (διαβαθμισμένες ως: 1= Διαφωνώ απόλυτα, 2= Διαφωνώ, 3= Δεν ξέρω, 4= Συμφωνώ, 5= Συμφωνώ απόλυτα) (Çetinkaya & Taş, 2015). Οι δηλώσεις αυτές εξέτασαν το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών ως προς τη Φυσική.

Αντίστοιχα και η τρίτη θεματική ενότητα δημιουργήθηκε από 4 δηλώσεις κλίμακας Likert (διαβαθμισμένες ως: 1= Διαφωνώ απόλυτα, 2= Διαφωνώ, 3= Δεν ξέρω, 4= Συμφωνώ, 5= Συμφωνώ απόλυτα) (Çetinkaya & Taş, 2015). Προέκυψε από τον

δεύτερο παράγοντα της παραγοντικής ανάλυσης και εξέτασε το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών ως προς τα πειράματα.

Τέλος η τέταρτη θεματική ενότητα απαρτίστηκε από 3 δηλώσεις κλίμακας Likert (διαβαθμισμένες ως: 1= Διαφωνώ απόλυτα, 2= Διαφωνώ, 3= Δεν ξέρω, 4= Συμφωνώ, 5= Συμφωνώ απόλυτα) (Çetinkaya & Taş, 2015). Προέκυψε από τον τρίτο παράγοντα της παραγοντικής ανάλυσης και εξέτασε τη δυσφορία-δυσανασχέτηση των μαθητών/τριών ως προς τη Φυσική.

Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους μαθητές/τριες ατομικά τόσο πριν τη διδακτική παρέμβαση (pre-test) (έτσι ώστε να καταστεί γνωστό το επίπεδο των γνώσεων τους πριν την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης) όσο και μετά (post-test) έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων και να ερευνηθεί η επίδραση (θετική, αρνητική ή ουδέτερη) της πειραματικής προσέγγισης με χρήση Arduino στην διδασκαλία εννοιών κινηματικής στη Φυσική.

2.5 Περιγραφή στατιστικής ανάλυσης

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό εργαλείο IBM SPSS statistics (28^η έκδοση), η πρόσβαση στο οποίο είναι εφικτή για όλους τους μεταπτυχιακούς φοιτητές του πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Δημιουργήθηκαν οκτώ νέες μεταβλητές (αφορούσαν τα σκορ στις ερωτήσεις γνώσεων πριν και μετά, στο ενδιαφέρον στη Φυσική πριν και μετά, στο ενδιαφέρον στα πειράματα πριν και μετά και στη δυσφορία ως προς τη φυσική πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση). Στις μεταβλητές του ερωτηματολογίου που εξέτασε τις γνώσεις των μαθητών/τριών ορίστηκε ως “0” η τιμή για τις λανθασμένες απαντήσεις και ως “1” η τιμή για τις σωστές απαντήσεις. Στις δηλώσεις κλίμακας Likert πέντε σημείων έγινε επανακωδικοποίηση των μεταβλητών με αντιστροφή των τιμών τους (σε όσες δηλώσεις η διατύπωση το επέβαλε). Με αυτό τον τρόπο τα αποτελέσματα ερμηνεύτηκαν ως εξής:

- i. Υψηλό σκορ βαθμολογίας συνεπάγεται υψηλό ενδιαφέρον για τη Φυσική, υψηλό ενδιαφέρον για το πείραμα και μικρή δυσφορία-δυσανασχέτηση για τη Φυσική.
- ii. Χαμηλό σκορ βαθμολογίας συνεπάγεται μικρό ενδιαφέρον για τη Φυσική, μικρό ενδιαφέρον για το πείραμα και μεγάλη δυσφορία-δυσανασχέτηση για τη Φυσική.

2.6 Τρόπος Διεξαγωγής της έρευνας

Η διεξαγωγή της έρευνας πραγματοποιήθηκε τον Φεβρουάριο του 2022. Το δείγμα της έρευνας απαρτίστηκε από μαθητές/τριες της Β τάξης του Γυμνασίου οι οποίοι/ες μοιράστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα. Η ομάδα ελέγχου εργάστηκε στις τάξεις του σχολείου χρησιμοποιώντας μία προσομοίωση η οποία παρουσιάστηκε από υπολογιστή με χρήση βιντεοπροβολέα. Η πειραματική ομάδα εργάστηκε στο εργαστήριο Φυσικής του σχολείου, το οποίο διέθετε κατάλληλους πάγκους και υπολογιστή καθώς και βιντεοπροβολέα για την υλοποίηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας που απαιτούσε η έρευνα, και πραγματοποίησε πείραμα με χρήση του συστήματος Arduino Uno. (Ο προγραμματισμός του Arduino Uno πραγματοποιήθηκε από τον ερευνητή και οι μαθητές/τριες δεν ενεπλάκησαν στη διαδικασία.)

Τόσο οι μαθητές/τριες της ομάδας ελέγχου όσο και οι μαθητές/τριες της πειραματικής ομάδας είχαν γνώση των εννοιών της μέσης ταχύτητας, της μετατόπισης, του διαστήματος και του χρόνου ενώ νέα εισαγωγή αποτέλεσε η έννοια της διανυσματικής ταχύτητας καθώς και της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης, χωρίς ωστόσο να γίνει γραφική προσέγγιση των εννοιών της ταχύτητας και της μετατόπισης στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση μιας και δεν αποτελούσε τμήμα της διδακτέας ύλης στη Β Γυμνασίου την χρονική περίοδο υλοποίησης της διδακτικής παρέμβασης. Οι μαθητές/τριες της ομάδας ελέγχου διδάχτηκαν τις εξεταζόμενες έννοιες από την καθηγήτρια Φυσικής του Γυμνασίου ενώ οι μαθητές/τριες της πειραματικής ομάδας από την ερευνήτρια της παρούσας μελέτης. Για το λόγο αυτό και για την εξασφάλιση της χρήσης του ίδιου μοντέλου διδασκαλίας από τους διδάσκοντες καθώς και της ίδιας εκπαιδευτικής διαδικασίας (ίδια ερεθίσματα πρόκλησης ενδιαφέροντος, ερωτήσεις κ.α.), πριν τη διδακτική παρέμβαση, πραγματοποιήθηκε συνάντηση μεταξύ των μελών που συμμετείχαν στη διδασκαλία για την μεταξύ τους συνεννόηση.

Τόσο η ομάδα ελέγχου όσο και η πειραματική ομάδα διδάχθηκαν την έννοια της διανυσματικής ταχύτητας και τα φυσικά μεγέθη από τα οποία εξαρτάται καθώς και την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με βάση την εποικοδομητική προσέγγιση, η οποία βασίζεται στο εκπαιδευτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Το εκπαιδευτικό αυτό

μοντέλο εμπλέκει τους μαθητές/τριες σε μια καθοδηγούμενη έρευνα η οποία εστιάζει στην ανάδειξη και πιθανή αναθεώρηση (όποτε αυτό είναι απαραίτητο) των αρχικών τους αντιλήψεων.

Αποτελείται από τις ακόλουθες πέντε φάσεις

(α) Ενεργοποίηση-Εμπλοκή με τις νέες έννοιες (πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών):

Ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων και διατύπωση ερωτημάτων για έρευνα με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.

(β) Διερεύνηση-Εξερεύνηση: σχεδιασμός και πραγματοποίηση έρευνας από τους μαθητές/τριες με στόχο την απάντηση των ερωτημάτων που είχαν θέσει. Συμμετοχή σε παρατηρήσεις, χρήση επιστημονικών εργαλείων και υλικών, συλλογή και καταγραφή δεδομένων.

(γ) Ερμηνεία-Εξήγηση: επεξεργασία των δεδομένων, περιγραφή των παρατηρήσεων, αναζήτηση μοτίβων των δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, διατύπωση των αντίστοιχων νόμων των φυσικών φαινομένων.

(δ) Εφαρμογή-Επεξεργασία: συνδέσεις των εννοιών με την πραγματική ζωή, εφαρμογή της γνώσης που αποκτήθηκε σε νέα προβλήματα, κυρίως από την καθημερινότητα.

(ε) Αξιολόγηση: Αναστοχασμός των μαθητών/τριών πάνω στη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθήθηκε και σύγκριση των αρχικών τους απαντήσεων στα φύλλα εργασίας με τις τρέχουσες απαντήσεις τους.

Πιο συγκεκριμένα στην ομάδα ελέγχου, κατά την πρώτη φάση (εμπλοκής-ενεργοποίησης) της διαδικασίας της εποικοδομητικής προσέγγισης, τέθηκαν οι παρακάτω προβληματισμοί.

- Τι σημαίνει η έννοια «ταχύτητα»;
- Είναι ένα θεμελιώδες μέγεθος όπως το μήκος, ο χρόνος ή το βάρος;
- Μήπως είναι παράγωγος;
- Δόθηκε το παράδειγμα των δρομέων των 100m που τρέχουν την απόσταση σε περίπου 10 δευτερόλεπτα. Τέθηκε ο προβληματισμός « πόση είναι η ταχύτητα των δρομέων; »
- Είναι ίδια η ταχύτητα ενός κινητού που κινείται σε ευθεία γραμμή από ένα άλλο που διαγράφει κύκλους;
- Πώς θα ήταν εφικτή η μέτρηση της ταχύτητας διαφόρων κινητών (ενός αυτοκινήτου, ενός πυραύλου ή μιας χελώνας) που κινούνται σε ευθεία γραμμή;

Στη διάρκεια της διαδικασίας της δεύτερης φάσης της διερεύνησης-εξερεύνησης οι μαθητές/τριες της ομάδας ελέγχου χωρίστηκαν σε μικρές ομάδες των τεσσάρων ατόμων και χρησιμοποίησαν προσομοίωση περιβάλλοντος HTML5 (Seilias) από όπου και πήραν μετρήσεις θέσεων, προσδιόρισαν τις αντίστοιχες μετατοπίσεις και καθόρισαν τα απαιτούμενα χρονικά διαστήματα. Όλες οι μετρήσεις καταγράφηκαν σε πίνακες σύμφωνα με τις οδηγίες φύλλου εργασίας που δόθηκε από τον διδάσκοντα. Στη συνέχεια ζητήθηκε ο προσδιορισμός του πηλίκου της μετατόπισης ($\Delta x = x_2 - x_1$, όπου x_1, x_2 τυχαίες θέσεις του κινητού κατά την πορεία του) προς το χρονικό διάστημα ($\Delta t = t_2 - t_1$, όπου t_1, t_2 οι χρονικές στιγμές που το κινητό περνούσε από τις θέσεις x_1 και x_2 αντίστοιχα) και η καταγραφή του σε κατάλληλο πίνακα. Κατά την εξέλιξη της τρίτης φάσης της εποικοδομητικής προσέγγισης (ερμηνεία-εξήγηση) ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν και να παρουσιάσουν τις παρατηρήσεις τους από τα καταγεγραμμένα στους πίνακες δεδομένα και μέσα από διερευνητικές ερωτήσεις του διδάσκοντα να παρατηρήσουν διάφορα σημαντικά στοιχεία όπως ότι:

- το πηλίκο της μετατόπισης προς το αντίστοιχο χρονικό διάστημα είναι σταθερό και ανεξάρτητο της επιλογής των στιγμιαίων θέσεων x_1 και x_2 ,
- το κινητό κινείται σε ευθεία γραμμή διατηρώντας σταθερή κατεύθυνση

Στη συνέχεια και με την χρήση των παρατηρήσεων πραγματοποιήθηκε εισαγωγή των νέων εννοιών, δηλαδή η μαθηματική έκφραση της διανυσματικής ταχύτητας και παράγοντες εξάρτησης αυτής καθώς και εισαγωγή της έννοιας της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης.

Στην τέταρτη φάση της διδασκαλίας (εφαρμογή-επεξεργασία) συζητήθηκαν παραδείγματα της καθημερινής ζωής. Ενδεικτικά αναφέρονται τα εξής:

- Το παράδειγμα αυτοκινήτου που τρέχει με 50Km/h μέσα σε κατοικημένη περιοχή και σε πόσα m/sec αντιστοιχεί η ταχύτητα αυτή.
- Προλαβαίνει κάποιος να διασχίσει ένα δρόμο 10 μέτρων όταν βλέπει το συγκεκριμένο αυτοκίνητο στα 50 μέτρα και να πλησιάζει;
- Είναι εφικτό ένα αυτοκίνητο να εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση κινούμενο μέσα στην πόλη;
- Αν όχι σε ποιους λόγους μπορεί να οφείλεται;
- Ποιες οι διαφορές της μέσης και της στιγμιαίας ταχύτητας;
- Συζητήθηκε σε γενικές γραμμές η μέθοδος με την οποία η αστυνομία μετράει την ταχύτητα του αυτοκινήτου.

Τέλος στην φάση της αξιολόγησης της διδασκαλίας βασισμένης στην εποικοδομητική προσέγγιση δόθηκε το ερωτηματολόγιο που εξέτασε τις γνώσεις περιεχομένου της παρούσας έρευνας.

Αντίστοιχα και για την πειραματική ομάδα χρησιμοποιήθηκε η εποικοδομητική προσέγγιση, η οποία βασίζεται στο εκπαιδευτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006). Ακολουθήθηκαν τα ίδια βήματα με την ομάδα ελέγχου για την πρώτη, την τρίτη, την τέταρτη και την πέμπτη φάση του εκπαιδευτικού μοντέλου 5E. Ωστόσο κατά την διαδικασία της δεύτερης φάσης οι μαθητές/τριες, αφού χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των τεσσάρων και δύο των πέντε ατόμων κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν πείραμα με τη χρήση του Arduino Uno. Η διαδικασία του πειράματος έγινε στην ειδικά διαμορφωμένη αίθουσα πειραμάτων Φυσικών Επιστημών (εργαστήριο) του Σχολείου. Έτσι τα παιδιά ήταν απόλυτα εξοικειωμένα με το χώρο και το διαχωρισμό τους σε ομάδες. Επίσης η συνολική διάρκεια του πειράματος δεν ξεπέρασε το χρονικό όριο της μίας διδακτικής ώρας.

2.7 Πειραματική διάταξη και Πειραματική διαδικασία:

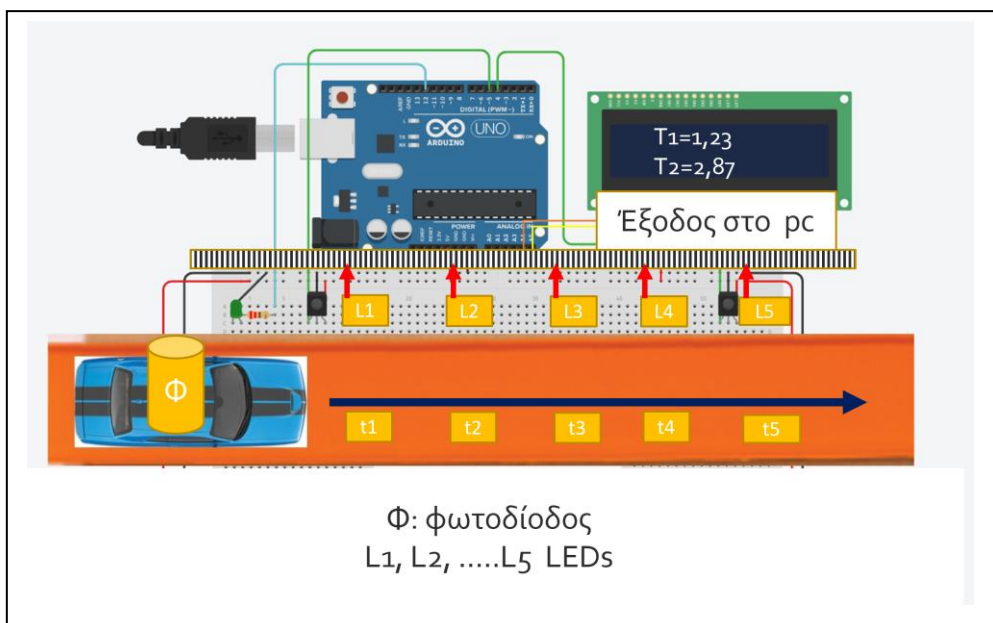
2.7α Πειραματική διάταξη

Το δομικό διάγραμμα της πειραματικής διάταξης που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα της παρούσας εργασίας φαίνεται στην Εικόνα 3. Ένα ηλεκτρικό όχημα-παιχνίδι κινούνταν σε ευθύγραμμη τροχιά πάνω σε επίπεδη επιφάνεια. Κατά μήκος της τροχιάς κίνησης υπήρχε μια μετρητική ταινία μήκους 120cm (που αποτέλεσε ένα ικανοποιητικό μέγιστο μήκος διαδρομής). Η μεζούρα είχε ελάχιστη υποδιαίρεση το 1mm. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να τοποθετήσουν σε τυχαία σημεία της διαδρομής πέντε (5) ιδιοκατασκευές που τους δόθηκαν από την υπεύθυνη του πειράματος. Οι κατασκευές αυτές περιείχαν μία δίοδο LED και τα απαραίτητα καλώδια σύνδεσης για την τροφοδοσία της με συνεχή τάση περίπου 2.5Volts (Εικόνα 6). Αφού κάθε ομάδα τοποθέτησε τις LED στα σημεία που επέλεξε, σημείωσε και τις αντίστοιχες θέσεις ($x_1 - x_5$) από τη μετρητική ταινία. Η πραγματική διάταξη δίνεται ολοκληρωμένη στην Εικόνα 7.

Σαν όχημα για τα πειράματα επιλέχθηκαν δύο ηλεκτρικά αυτοκινούμενα (με μπαταρία) οχήματα του εμπορίου (Εικόνα 4α,β). Το ένα ήταν ένα αυτοκίνητο-

ρομπότ (thymio) και το άλλο ένα τυχαίο παιδικό αυτοκινητάκι-παιχνίδι στο οποίο έγιναν οι απαραίτητες παρεμβάσεις ώστε η ταχύτητά του να γίνει αρκετά μικρή (περίπου 3-8cm/sec) και η συνολική διαδρομή να κρατά μερικά δευτερόλεπτα. Έτσι οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να βλέπουν τόσο το όχημα να κινείται όσο και την οθόνη του υπολογιστή στην οποία αναγράφονταν οι χρονικές στιγμές που το όχημα περνούσε μπροστά από μία δίοδο LED.

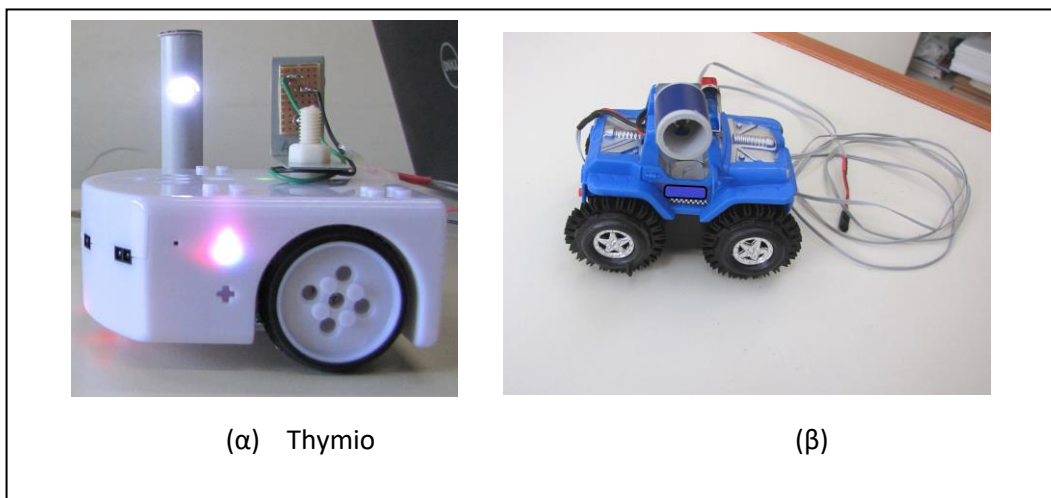
Ο έλεγχος όλης της πειραματικής διάταξης πραγματοποιήθηκε από ένα μικροελεγκτή Arduino UNO (R3 ή SMD). Η πλακέτα του Arduino συνδέθηκε με μια θύρα USB ενός προσωπικού υπολογιστή η οποία παρείχε τροφοδοσία 5V στα LED και δέχονταν σε μία αναλογική είσοδο το σήμα από τη φωτοδίοδο.



Εικόνα 3. Δομικό διάγραμμα της πειραματικής διάταξης

Στην εικόνα 4(α, β), φαίνεται ότι κάθε όχημα φέρει επάνω του μια φωτοδίοδο τοποθετημένη σε κατάλληλη βάση που σχεδιάστηκε για τις ανάγκες της παρούσας

εργασίας και συνδέεται με την ενισχυτική μονάδα που βρίσκεται σε ξεχωριστή πλακέτα συνδεδεμένη με τη βάση της μονάδας Arduino UNO.



Εικόνα 4. Η φωτοδιόδος προσαρμοσμένη πάνω στο ρομπότ Thymio και το αυτοκινητάκι.

Λεπτομέρεια της μονάδας Arduino UNO φαίνονται στην Εικόνα 5 . Σα φωτοδιόδος χρησιμοποιήθηκε μια φτηνή διάταξη Πυριτίου (μοντέλο BPW34).



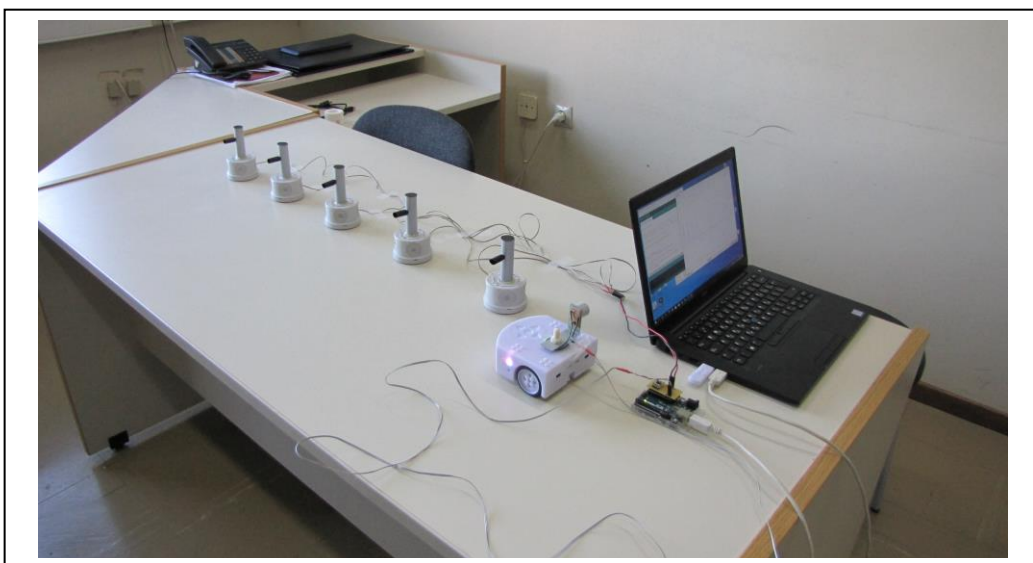
Εικόνα 5. Η βάση του Arduino UNO με την πρόσθετη πλακέτα για την ενίσχυση του σήματος της φωτοδιόδου.



Εικόνα 6. Μία από τις ιδιοκατασκευές που περιέχουν ένα LED το οποίο οι μαθητές τοποθετούν σε τυχαίο σημείο της διαδρομής του κινητού.

2.7β Πειραματική διαδικασία

Στη μία πλευρά της οριζόντιας τροχιάς είχαν τοποθετηθεί από τους μαθητές 5 λαμπτήρες LED (Εικόνα 7) σε αποστάσεις x_1, \dots, x_5 που είχαν μετρηθεί από τους ίδιους πριν την έναρξη της κίνησης. Για λόγους κατανόησης των εννοιών της μετατόπισης από την αρχική θέση x_0 και του διαστήματος κίνησης θεωρείται ότι η αρχή μέτρησης των διαστημάτων ($x_0=0\text{cm}$) βρίσκεται πριν από το πρώτο LED.



Εικόνα 7. Συνολική εικόνα της πειραματικής διάταξης.

Στη συνέχεια τέθηκε σε κίνηση το κινητό. Με κατάλληλο προγραμματισμό, το ρομποτάκι Thymio κινείται με σταθερή και σχετικά μικρή ταχύτητα (περίπου 1-5cm/sec). Ο προγραμματισμός του ρομπότ δεν αποτελεί τμήμα της παρούσας εργασίας (σχετικές οδηγίες δίνονται στην ιστοσελίδα του κατασκευαστή <https://www.thymio.org/>). Αντίστοιχα το αυτοκινητάκι (Εικόνα 4β) τίθεται σε κίνηση με το πάτημα κατάλληλου διακόπτη. Για τις ανάγκες του πειράματος τα αυτοκινητάκια είχαν υποστεί απαραίτητες μετατροπές στο ηλεκτρικό τους κύκλωμα ώστε να αναπτύσσουν (περίπου) σταθερή ταχύτητα στην περιοχή 3-8 cm/sec αντί της εργοστασιακής ρύθμισης που αποδίδει μεγαλύτερες ταχύτητες.

Κάθε φορά που ο φωτοανιχνευτής πάνω στο όχημα περνούσε μπροστά από ένα LED, καταγράφονταν ο χρόνος (t_1, t_2, \dots, t_5) και, στο τέλος της διαδρομής, αποθηκεύονταν κατάλληλα στον υπολογιστή που συνδέονταν με τον Arduino.

Έτσι με το τέλος της κίνησης του οχήματος οι πειραματιστές είχαν στη διάθεσή τους ένα πίνακα με τις πειραματικές τιμές της μετατόπισης (Δx) και του χρόνου t παράδειγμα του οποίου παρουσιάζεται στις δύο πρώτες στήλες του πίνακα 2:

Πίνακας 2.2 Πειραματικές τιμές Διαστήματος (Δx), χρόνου (t) και υπολογισμός ταχυτήτων από τις μετρήσεις αυτές.

X (cm)	t (sec)	Δx (cm)	Δt (sec)	Ταχύτητα V(cm/sec)	Δx_1 (cm)	Δt_1 (sec)	Ταχύτητα V₁ (cm/sec)
5	2,80	0	0	0,00	0	0	0,00
25	6,85	20	4,05	4,94			
46	11,00	21	4,15	5,06	41	8,2	5,00
64	14,61	18	3,61	4,99			
85	18,79	21	4,18	5,02	39	7,79	5,01

- **Υπολογισμός ταχύτητας με υπολογισμό του λόγου $v = \Delta x / \Delta t$.**

Από τις τιμές του πίνακα 2 οι μαθητές κλήθηκαν να κατανοήσουν την έννοια του στιγμιαίου χρόνου (t) και του χρονικού διαστήματος (Δt). Οι τιμές της θέσης (x σε cm) από κάποιο σημείο που ορίζεται σαν αρχή των αποστάσεων ($x_0 = 0 \text{ cm}$) δίνονται στην πρώτη στήλη του πίνακα. Με την έναρξη της κίνησης του οχήματος ξεκινά

και η μέτρηση του χρόνου από το Arduino. Οι απόλυτες χρονικές στιγμές (χρόνος, t) δίνονται στη δεύτερη στήλη του πίνακα 2.

Επίσης, ζητήθηκε από τους μαθητές να κατανοήσουν ότι, για να ελέγξουν αν η κίνηση είναι ομαλή, πρέπει αρχικά να υπολογίσουν από τις τιμές του Πίνακα 2 τα χρονικά διαστήματα (Δt), που χρειάστηκε το κινητό για να διανύσει τις αντίστοιχες μετατοπίσεις (Δx) από ένα LED έως το επόμενο. Με τις τιμές αυτές συμπληρώθηκαν οι δύο επόμενες στήλες του Πίνακα 2 και ακολούθησε ο υπολογισμός των πηλίκων $\Delta x/\Delta t$. Η πρώτη σημαντική έννοια που προέκυψε από τον Πίνακα 2 ήταν ο ορισμός της **ταχύτητας** (ίση με το πηλίκο $v = \Delta x/\Delta t$). Η δεύτερη εξίσου σημαντική παρατήρηση αφορούσε στην έννοια της κίνησης με **ευθύγραμμη ομαλή κίνηση**, που ορίζεται ως η κίνηση εκείνη κατά την οποία διαγράφονται «ίσες μετατοπίσεις σε ίσους χρόνους».

Πιο συγκεκριμένα κάθε ομάδα πέρασε από τον πάγκο εργασίας και αφού τοποθέτησε τις διόδους φωτοεκπομπής (LED) στις θέσεις που επιθυμούσε μέτρησε και κατέγραψε την τιμή κάθε θέσης σε πίνακα. Στη συνέχεια, και αφού έτρεξαν το πείραμα, οι μαθητές/τριες κατέγραψαν τις τιμές των χρονικών στιγμών που το αυτοκινητάκι περνούσε μπροστά από κάθε μία δίοδο φωτοεκπομπής. Οι χρονικές στιγμές καταγράφηκαν από το Arduino Uno στην οθόνη του υπολογιστή και στη συνέχεια δόθηκαν στους μαθητές/τριες από τον ερευνητή. Μετά τη διεκπεραίωση της πειραματικής διαδικασίας κάθε ομάδα συνεργατικά προσδιόρισε τη μεταβολή της θέσης (Δx) για διάφορα ζεύγη τιμών που μετρήθηκαν (πέντε διαφορετικά ζεύγη), το χρονικό διάστημα που αντιστοιχούσε στα ζεύγη τιμών θέσης (Δx) που επιλέχθηκαν (Δt) και τέλος το πηλίκο $\Delta x/\Delta t$ των πέντε αυτών ζευγαριών. Όλες οι τιμές καταγράφηκαν στον ίδιο πίνακα σε φύλλο οδηγιών που μοιράστηκε σε κάθε ομάδα.

2.8 Ανάλυση και Στατιστική Επεξεργασία Δεδομένων

Αρχικά πραγματοποιήθηκε περιγραφικός στατιστικός έλεγχος για κάθε μία μεταβλητή που εξετάστηκε από τα ερωτηματολόγια ξεχωριστά. Από τον έλεγχο αυτό προσδιορίστηκαν συγκεκριμένοι στατιστικοί δείκτες (π.χ. μέσος όρος, μέγιστες και ελάχιστες τιμές, τυπική απόκλιση, συχνότητες επί τοις εκατό κ.α.) οι οποίοι στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία γραφημάτων καθώς και πινάκων.

Στη συνέχεια εκτελέστηκαν οι απαιτούμενοι στατιστικοί έλεγχοι για να εξεταστεί η ύπαρξη ή μη στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ των βαθμολογιών των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση καθώς και μεταξύ των αποτελεσμάτων κάθε ομάδας ξεχωριστά.

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος για το αν τα δείγματα ακολουθούν κανονική κατανομή με χρήση του one sample Kolmogorov-Smirnov test και διαπιστώθηκε ότι τα δείγματα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Για το λόγο αυτό οι στατιστικοί έλεγχοι που επιλέχθηκαν ήταν οι εξής:

Mann-Whitney U test

Αποτελεί τον μη παραμετρικό έλεγχο του αντίστοιχου ελέγχου Independent Samples t-test (Κριτήριο t για Ανεξάρτητα Δείγματα) και χρησιμοποιείται:

- Όταν το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.
- Όταν ο αριθμός του δείγματος είναι πολύ μικρός.
- Όταν έχουμε μία εξαρτημένη – ποσοτική μεταβλητή (στην προκειμένη περίπτωση μέση βαθμολογία) και μία ανεξάρτητη – ποιοτική μεταβλητή η οποία χωρίζει το δείγμα μας σε δύο ομάδες (0 = Ομάδα ελέγχου, 1 = Πειραματική ομάδα).
- Για να ελεγχθεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ δύο ανεξάρτητων δειγμάτων - μεταβλητών (Παπαϊωάννου, Ζουρμπάνος & Μίνος, 2016).

Wilcoxon Signed-rank test

Αποτελεί τον μη παραμετρικό έλεγχο του αντίστοιχου Paired Samples t-test (Κριτήριο t για Εξαρτημένα Δείγματα) και επιλέγεται η χρήση του

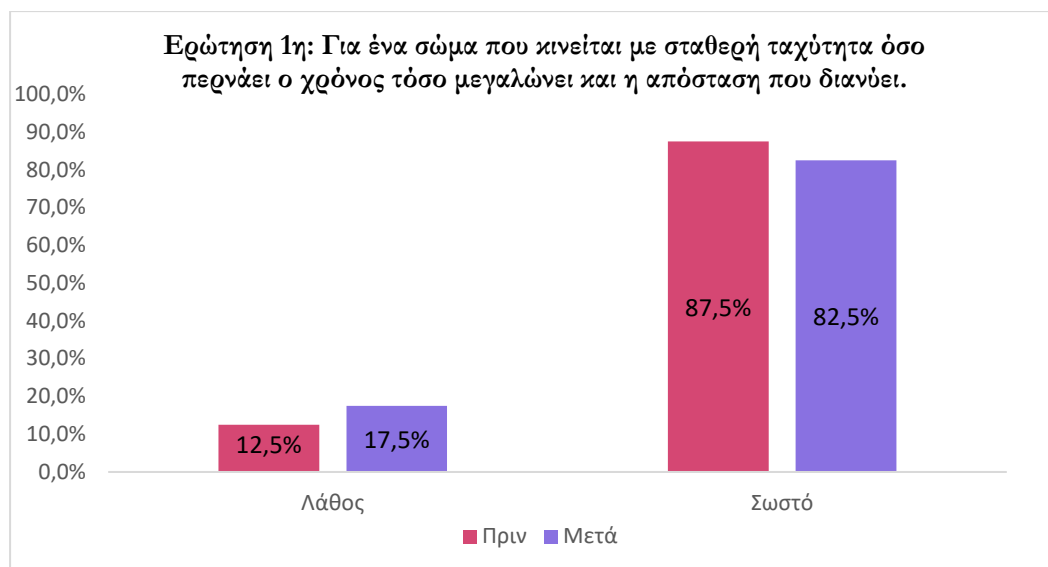
- Όταν το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.
- Όταν ο αριθμός του δείγματος είναι πολύ μικρός.
- Όταν έχουμε μία εξαρτημένη - ποσοτική μεταβλητή που έχει μόνο δύο βαθμίδες - μετρήσεις (π.χ. Αρχική - Τελική μέτρηση) και θέλουμε να ελέγξουμε αν υπάρχουν διαφορές στη διάμεσο της εξαρτημένης μεταβλητής μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post).

Απαραίτητη προϋπόθεση τα ίδια άτομα που συμμετέχουν στην αρχική μέτρηση να συμμετέχουν και στην τελική μέτρηση (Παπαϊωάννου, Ζουρμπάνος & Μίνος, 2016).

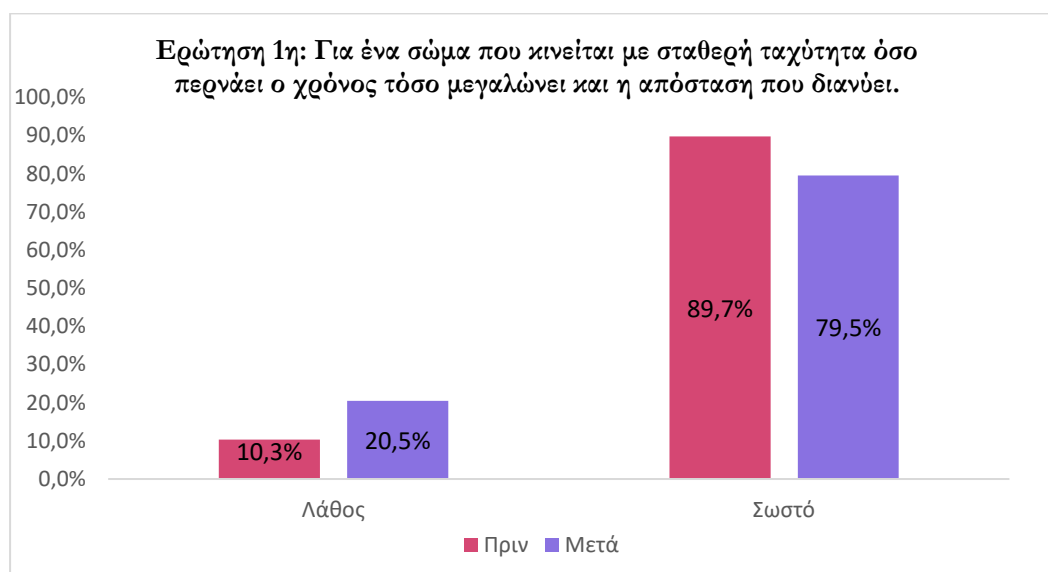
Η προϋπόθεση της μη κανονικής κατανομής των μεταβλητών με παρόμοιο τρόπο ελέγχεται με τη χρήση του Levene's test. Ωστόσο επειδή οι ομάδες έχουν επιλεγεί τυχαία και είναι ανεξάρτητες μπορεί να γίνει χρήση του μη παραμετρικού ελέγχου Mann-Whitney U ακόμη και στην περίπτωση που δεν ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις κανονικής κατανομής καθώς και μη κανονικής κατανομής με παρόμοιο τρόπο (Δαφέρμος 2005, Κατσίλλης 2006, Κατσής, Σιδερίδης & Εμβλωτής 2010).

3 Αποτελέσματα έρευνας

3.1 Παρουσίαση γραφημάτων με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου γνώσεων



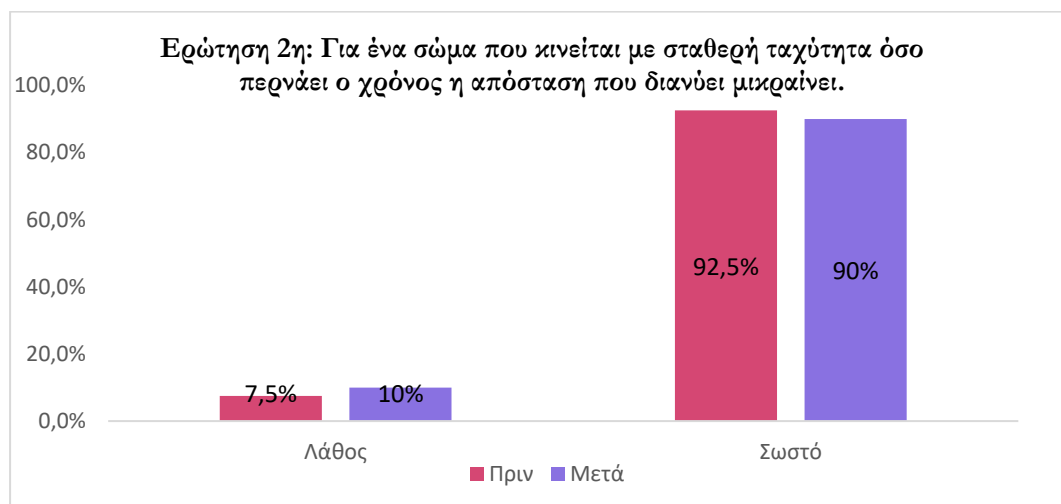
Γράφημα 1: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 1.



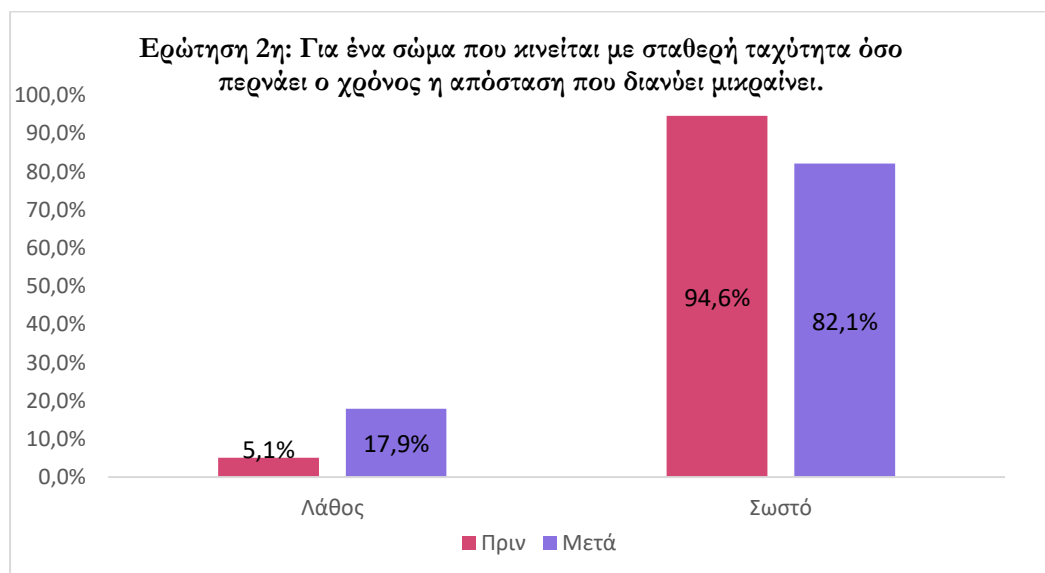
Γράφημα 2: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 1.

Οι δύο ομάδες (πειραματική-ελέγχου) δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των απαντήσεων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ($U=762.500$ $p=.755$ πριν και $U=756.500$ $p=.734$ μετά τη διδακτική παρέμβαση), καθώς και μεταξύ της κάθε ομάδας (για

ομάδα ελέγχου $Z=-1.000$ $p=.317$ και πειραματική ομάδα $Z=-1.414$ $p=.157$). Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι παρότι τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι ιδιαίτερα υψηλά και για τις δύο ομάδες παρατηρείται μικρή πτώση μετά τη διδακτική παρέμβαση και περισσότερο στην πειραματική ομάδα (ομάδα ελέγχου 82.5% σωστά μετά έναντι 87.5% πριν και πειραματική ομάδα 79.5% σωστά μετά έναντι 89.7% πριν).

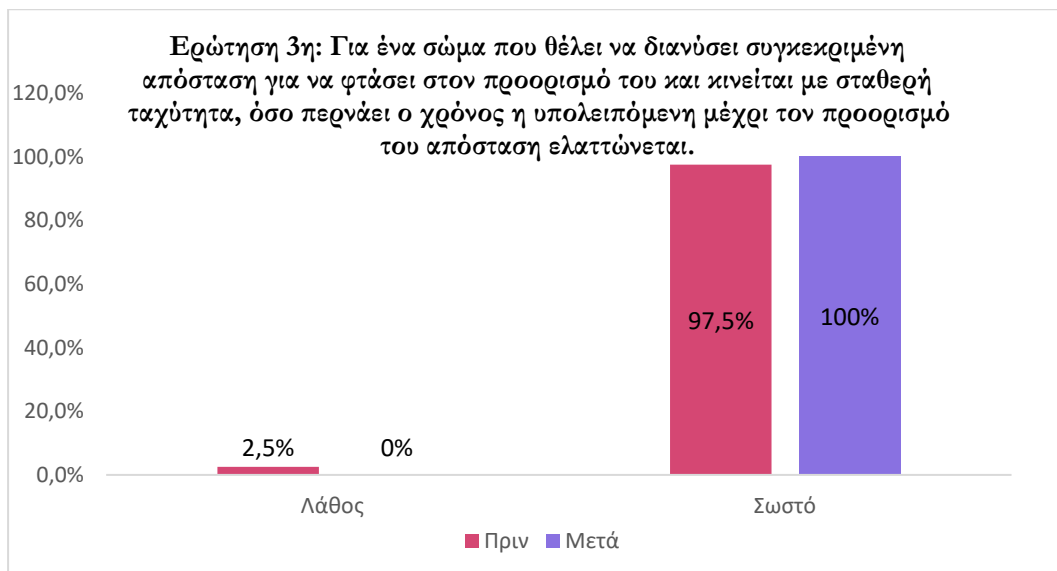


Γράφημα 3: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 2.

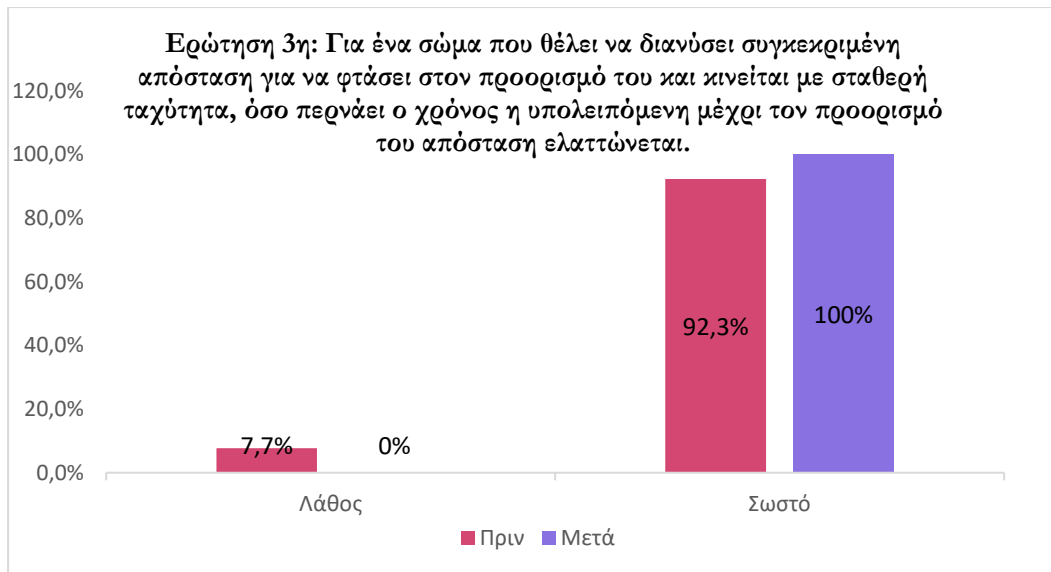


Γράφημα 4: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 2.

Μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δοθέντων απαντήσεων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου ($U=739.500$ $p=.296$ πριν και $U=718.000$ $p=.311$ μετά τη διδακτική παρέμβαση), όσο και μεταξύ της κάθε ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (για ομάδα ελέγχου $Z=-.447$ $p=.655$ και πειραματική ομάδα $Z=-1.667$ $p=.096$). Ωστόσο παρόλο που τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι ιδιαίτερα υψηλά και για τις δύο ομάδες παρατηρείται και πάλι πτώση μετά τη διδακτική παρέμβαση με μεγαλύτερη μεταβολή στην πειραματική ομάδα (ομάδα ελέγχου 90% σωστά μετά έναντι 92.5% πριν και πειραματική ομάδα 82.1% σωστά μετά έναντι 94.6% πριν).

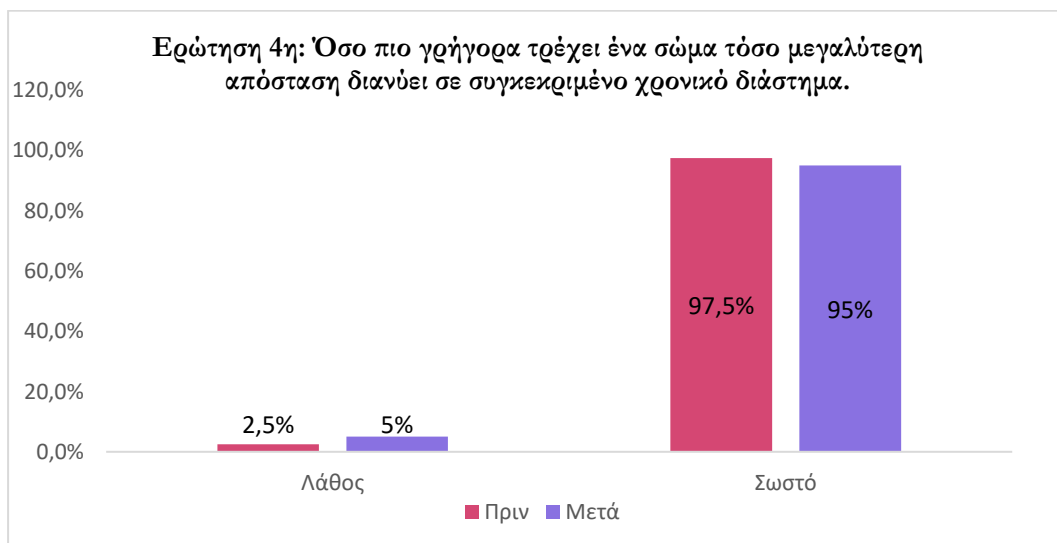


Γράφημα 5: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 3.

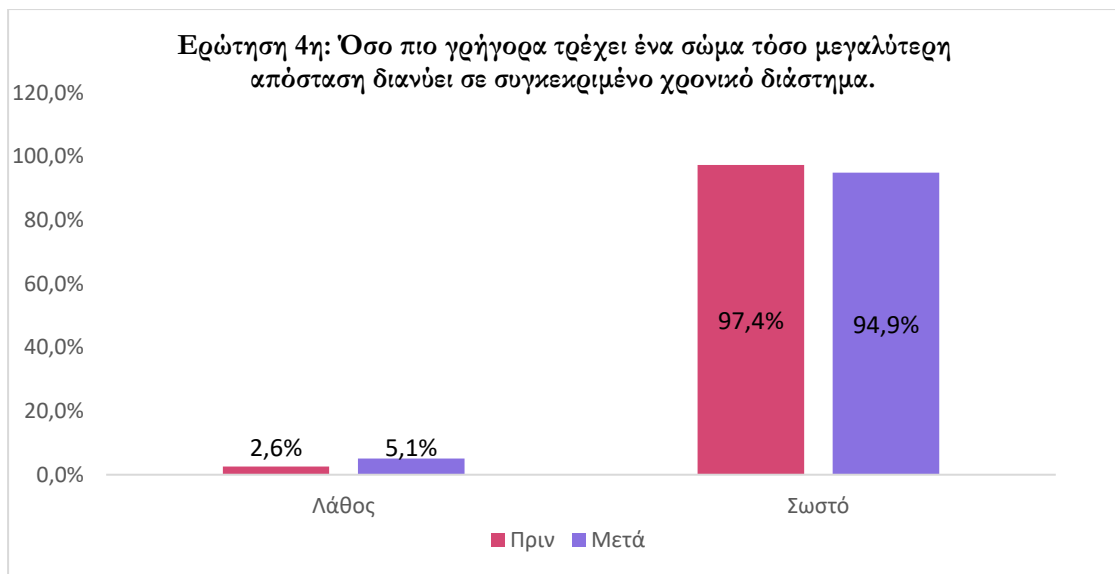


Γράφημα 6: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 3.

Στην τρίτη ερώτηση και πάλι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις απαντήσεις που δόθηκαν μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής και της ομάδας ελέγχου $U=739.500$ $p=.296$ πριν και $U=780.000$ $p=1.000$ μετά τη διδακτική παρέμβαση) όσο και μέσα στις ομάδες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (για ομάδα ελέγχου $Z=-1.000$ $p=.317$ και πειραματική ομάδα $Z=-1.732$ $p=.083$). Επισημαίνεται ωστόσο ότι αν και τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων ήταν ήδη πολύ υψηλά και για τις δύο ομάδες πριν τη διδακτική παρέμβαση (ομάδα ελέγχου 97,5% και πειραματική ομάδα 92,3% αντίστοιχα), μετά την διδακτική παρέμβαση ικανοποίησαν το απόλυτο ποσοστό 100%.

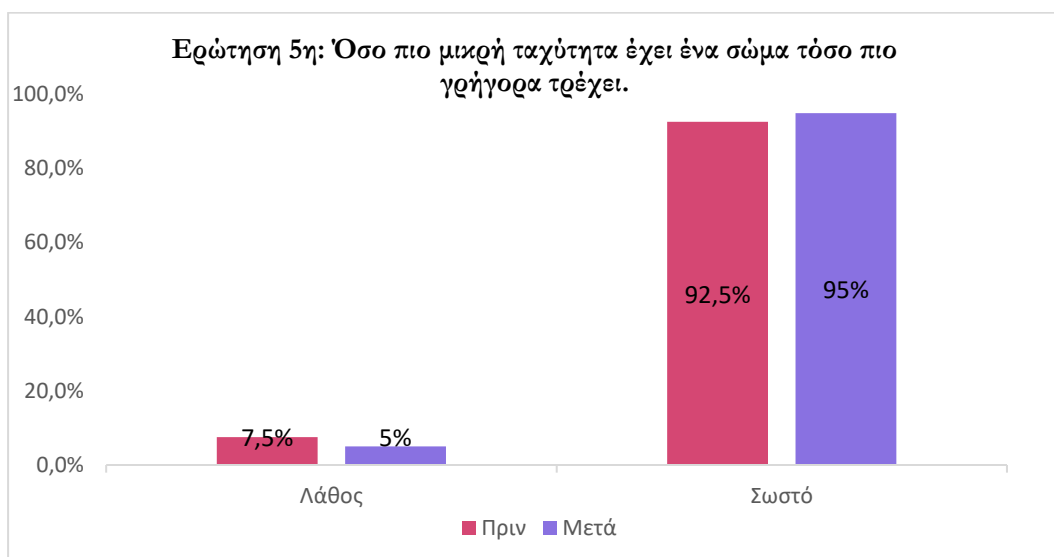


Γράφημα 7: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 4.

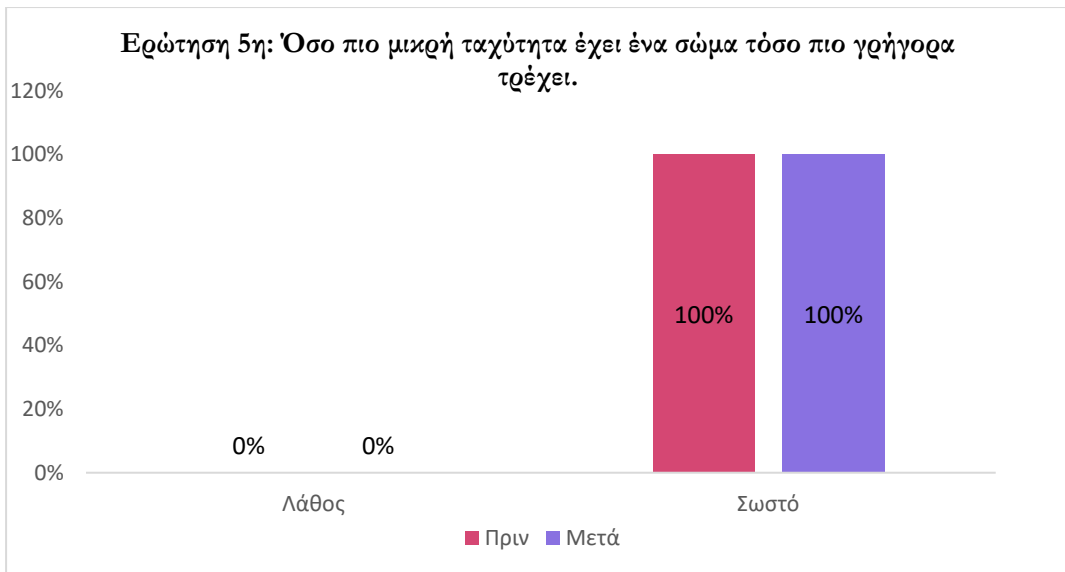


Γράφημα 8: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 4.

Και στην τέταρτη ερώτηση δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων πριν ($U=779.500$ $p=.986$) και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=779.000$ $p=.979$) καθώς και μεταξύ των απαντήσεων κάθε ομάδας πριν και μετά (για ομάδα ελέγχου $Z=-1.000$ $p=.317$ και πειραματική ομάδα $Z=-.577$ $p=.564$) καθώς και τα ποσοστά απαντήσεων πριν και μετά για την κάθε ομάδα είναι υψηλά και σχεδόν ταυτίζονται.

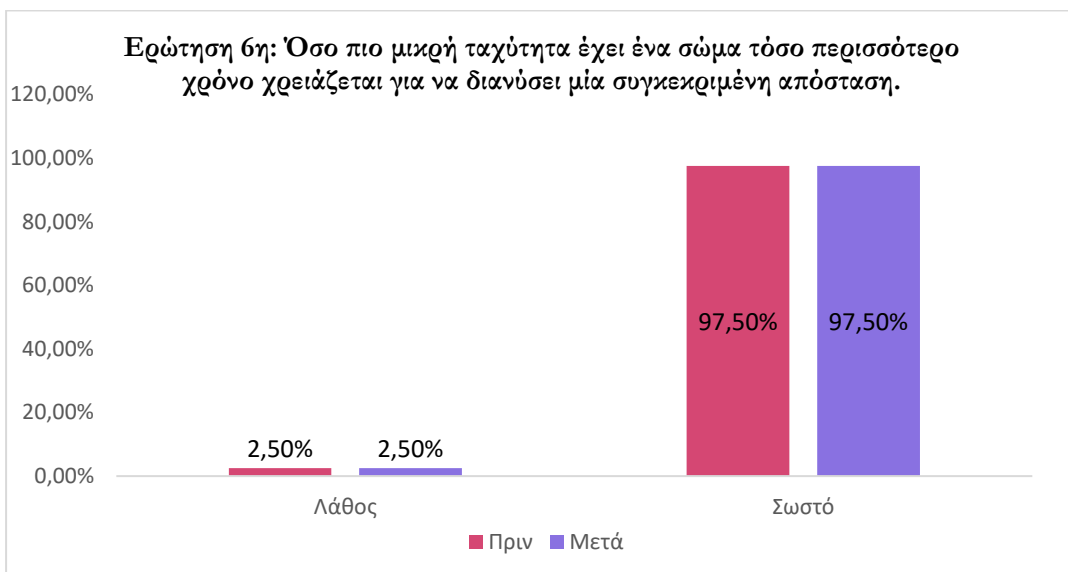


Γράφημα 9: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 5.

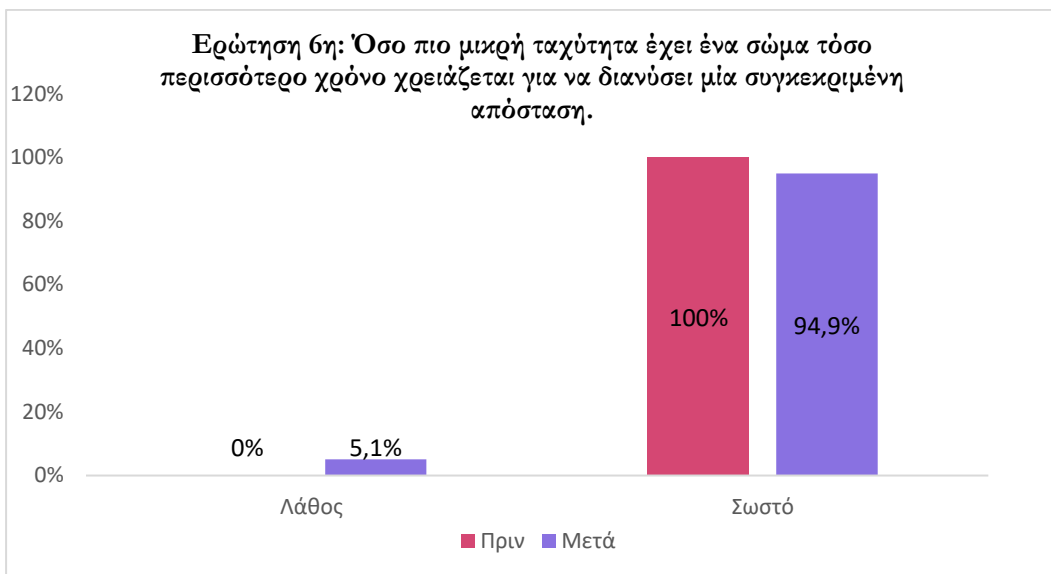


Γράφημα 10: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 5.

Συνεχίζοντας στην πέμπτη ερώτηση δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση μεταξύ των ομάδων ($U=721.500$ $p=.083$ πριν και $U=741.000$ $p=.160$ μετά) όσο και μεταξύ των απαντήσεων κάθε ομάδας (για ομάδα ελέγχου -0.447 $p=.655$ και πειραματική ομάδα $Z=.000$ $p=1.000$). Και πάλι παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά σωστών απαντήσεων και από τις δύο ομάδες τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση και μικρή βελτίωση της ομάδας ελέγχου (ομάδα ελέγχου 95% σωστά μετά έναντι 92.5% πριν και πειραματική ομάδα 100% σωστά μετά και πριν).

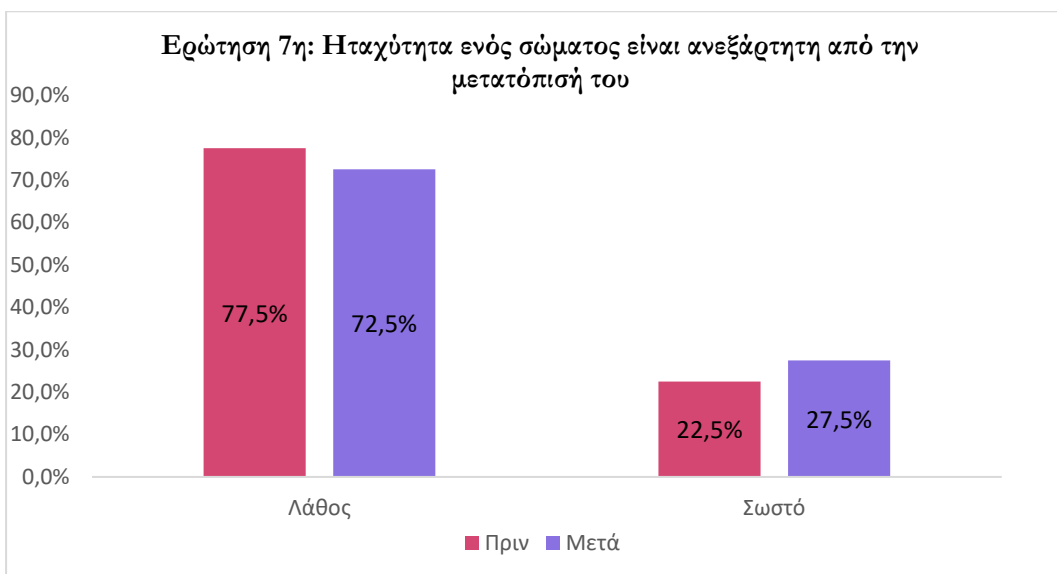


Γράφημα 11: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 6.

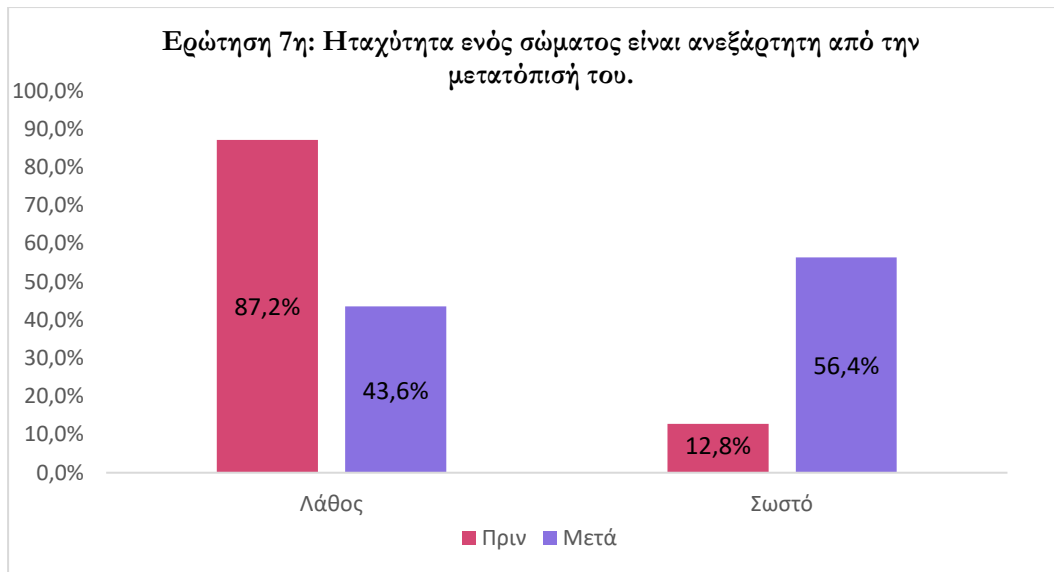


Γράφημα 12: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 6.

Στο έκτο ερώτημα του ερωτηματολογίου δεν υπάρχει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση μεταξύ των ομάδων ($U=760.500$ $p=.323$ πριν και $U=759.500$ $p=.544$ μετά) καθώς και μεταξύ των απαντήσεων κάθε ομάδας (για ομάδα ελέγχου $Z=-.000$ $p=1.000$ και πειραματική ομάδα $Z=-1.414$ $p=0,157$) με ποσοστά επιτυχίας που σχεδόν όλα προσεγγίζουν το απόλυτο 100%.

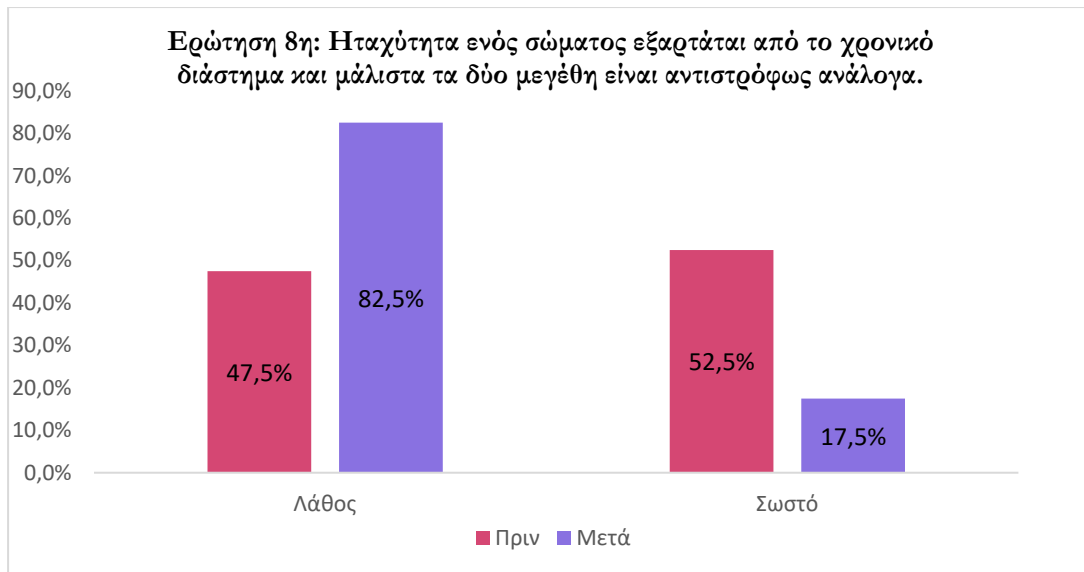


Γράφημα 13: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 7.

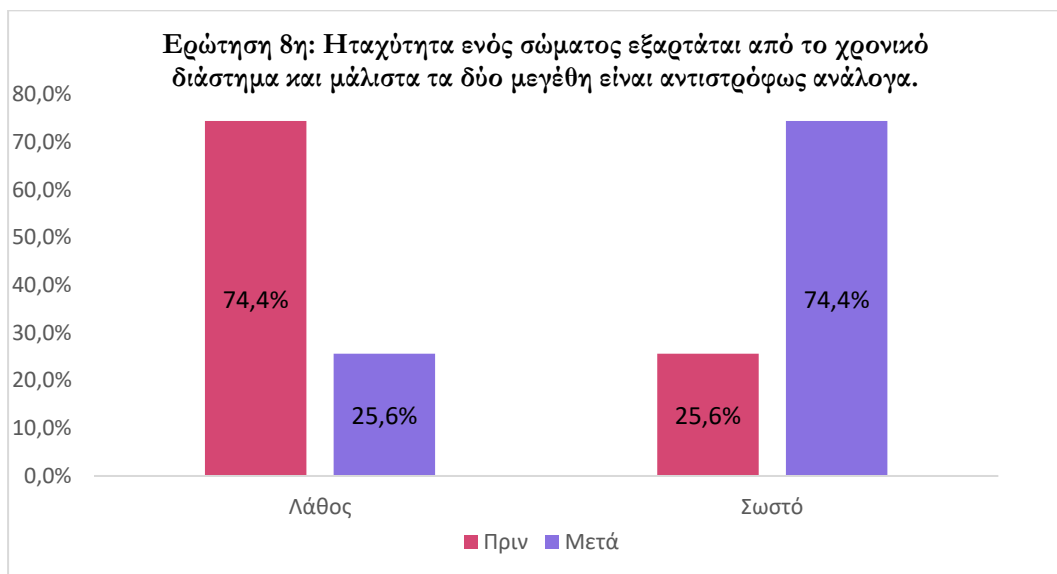


Γράφημα 14: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 7.

Στην έβδομη ερώτηση ωστόσο παρατηρείται στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα μεταξύ των δύο ομάδων μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=554.500$ $p=.010$) ενώ πριν δεν υπήρχε ($U=704.500$ $p=.263$) με την ομάδα ελέγχου να μην παρουσιάζει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=-.577$ $p=.564$) σε αντίθεση με την πειραματική ομάδα που εμφανίζει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ($Z=-3.900$ $p<.001$). Τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων για τις δύο ομάδες διαμορφώνονται για την ομάδα ελέγχου 27.5% σωστά μετά έναντι 22.5% πριν και για την πειραματική ομάδα 56.4% σωστά μετά έναντι 12.8% πριν όπου παρατηρείται βελτίωση μετά τη διδακτική παρέμβαση και στις δύο ομάδες με πολύ πιο σημαντική στην πειραματική ομάδα.



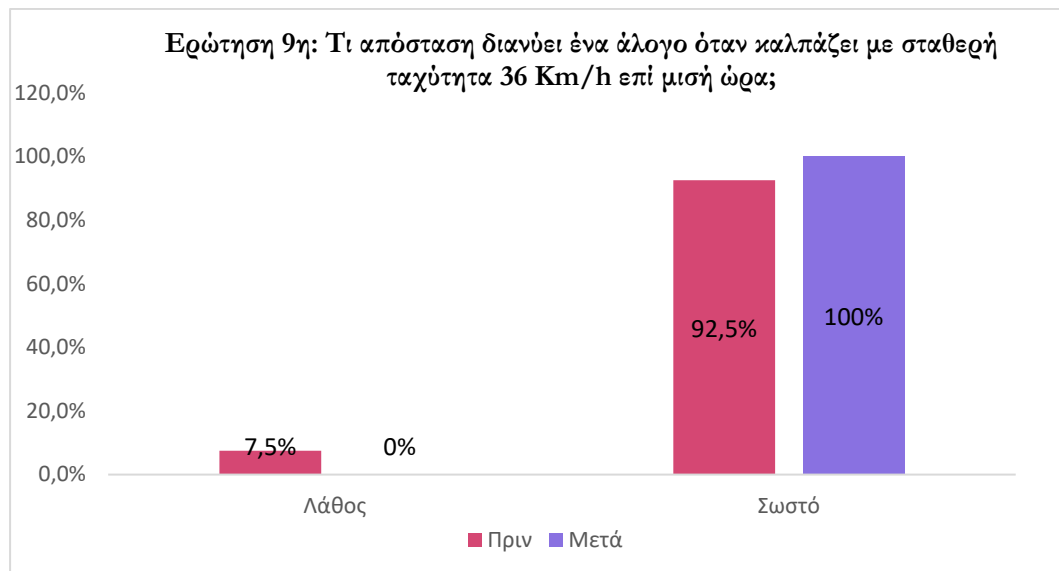
Γράφημα 15: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 8.



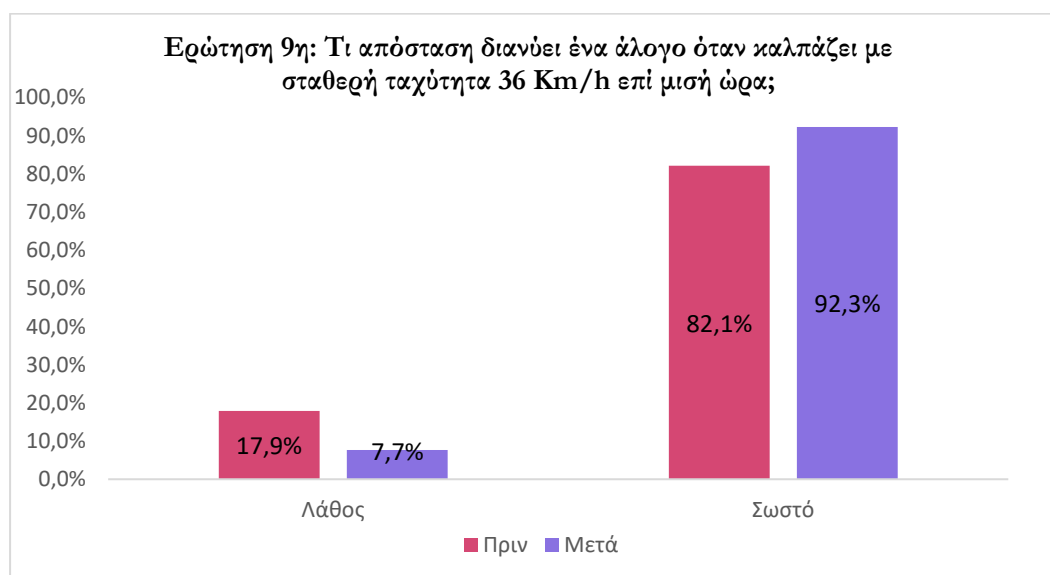
Γράφημα 16: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 8.

Στην όγδοη ερώτηση του ερωτηματολογίου βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά των απαντήσεων των μαθητών μεταξύ των δύο ομάδων μετά ($U=570.500$, $p=.015$ πριν και $U=336.500$, $p<.001$ μετά τη διδακτική παρέμβαση) όσο και μεταξύ των ίδιων των ομάδων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (για την ομάδα ελέγχου $Z=-2.985$, $p=.003$ και την πειραματική ομάδα $Z=-3.657$, $p<.001$). Αξίζει στην παρούσα φάση να επισημανθεί ότι η πειραματική ομάδα παρουσίασε βελτίωση (αρχικό ποσοστό σωστών απαντήσεων 25,6% και μετά τη διδακτική

παρέμβαση 74.4%) σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου που παρουσίασε χειρότερα αποτελέσματα μετά από την παρέμβαση (52.5% σωστές απαντήσεις πριν και 17.5% μετά).



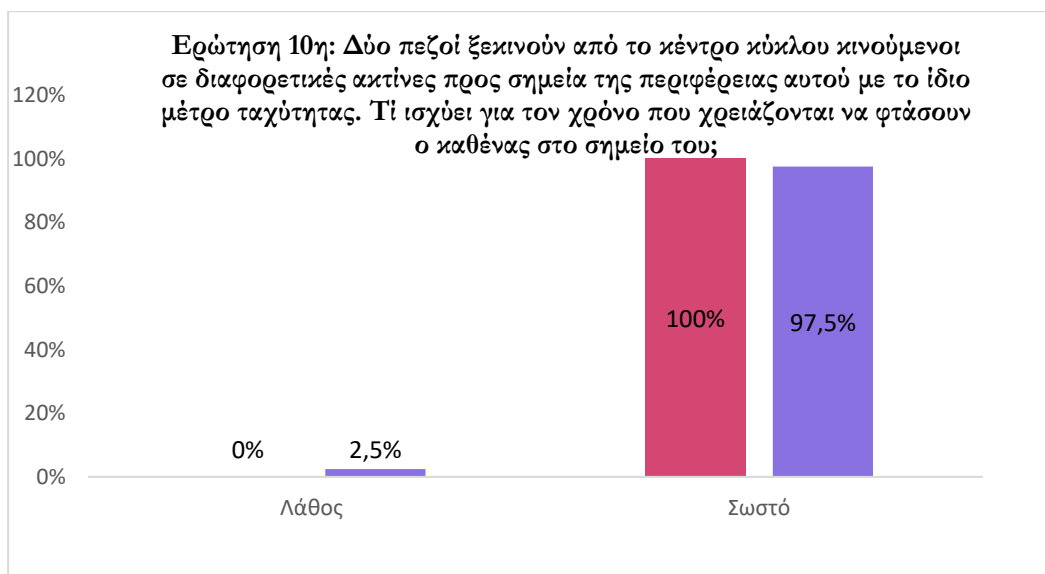
Γράφημα 17: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 9.



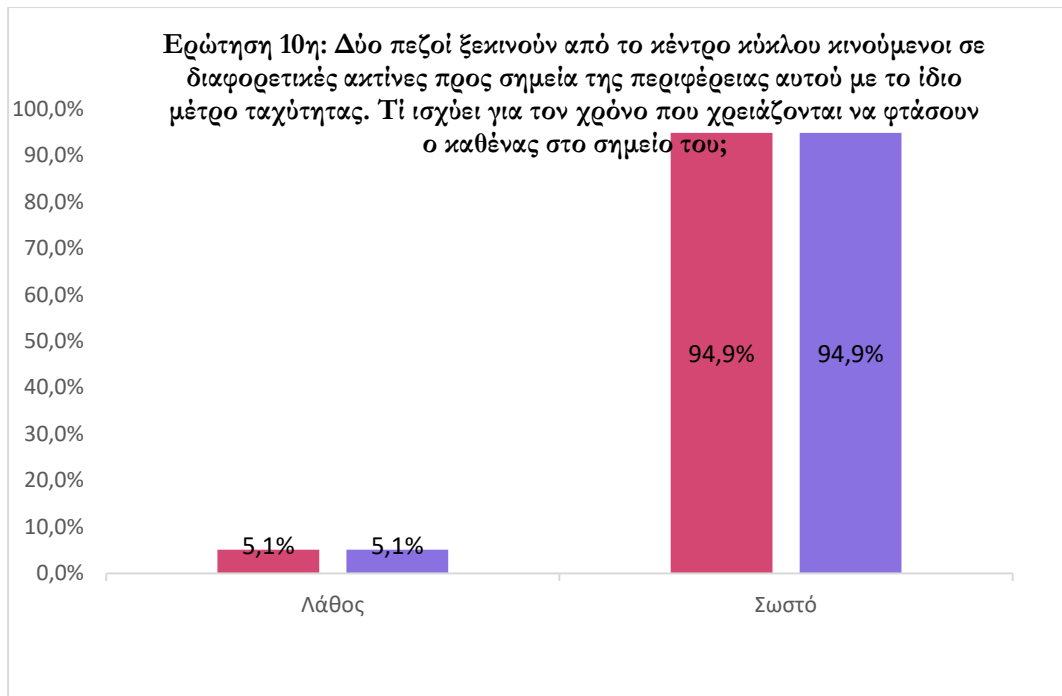
Γράφημα 18: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 9.

Μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των απαντήσεων που δόθηκαν από τους μαθητές πριν

και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ένατη ερώτηση του ερωτηματολογίου ($U=698.500$ $p=.165$ πριν και $U=720.000$ $p=.076$ μετά τη διδακτική παρέμβαση), όσο και μεταξύ της κάθε ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (για την ομάδα ελέγχου $Z=-1.732$ $p=.083$ και για την πειραματική ομάδα $Z=-1.414$ $p=.157$). Ωστόσο σημειώνεται βελτίωση μετά την διδακτική παρέμβαση και στις δύο ομάδες (παρότι τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων είναι ιδιαίτερα υψηλά και για τις δύο ομάδες) και λίγο περισσότερο στην πειραματική ομάδα (ομάδα ελέγχου 100% σωστά μετά έναντι 92.5% πριν και πειραματική ομάδα 92.3% σωστά μετά έναντι 82.1% πριν).



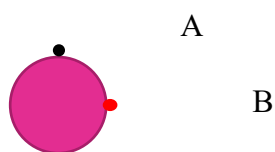
Γράφημα 19: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 10.



Γράφημα 20: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 10.

Το δέκατο ερώτημα τέθηκε στους μαθητές σύμφωνα με την διατύπωση που παρατίθεται και στο παράρτημα ως εξής:

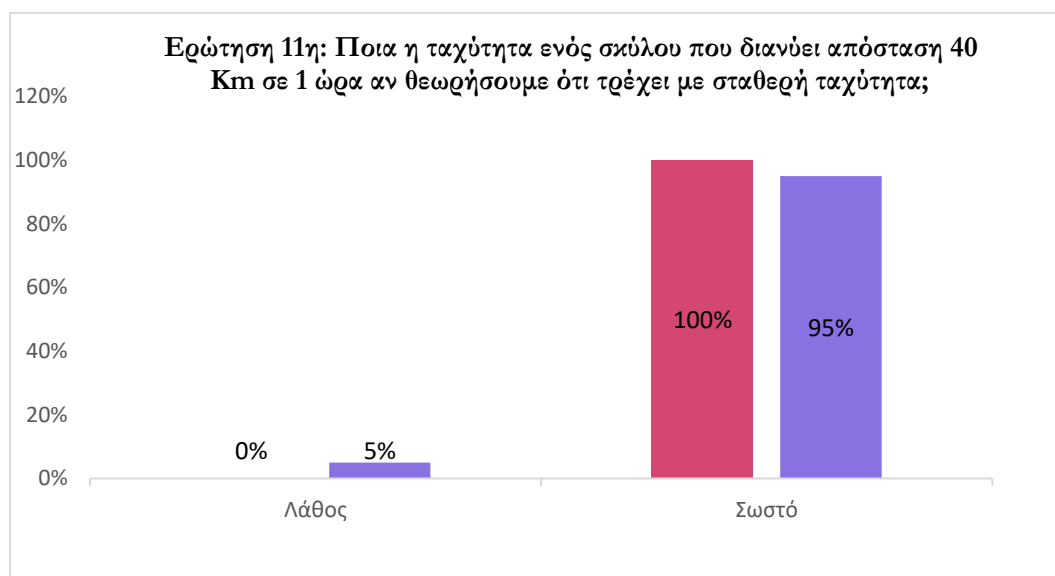
Δύο πεζοί ξεκινούν από το κέντρο ενός κύκλου και κατευθύνονται ο ένας προς το σημείο Α και ο άλλος προς το σημείο Β όπως φαίνεται στο σχήμα.



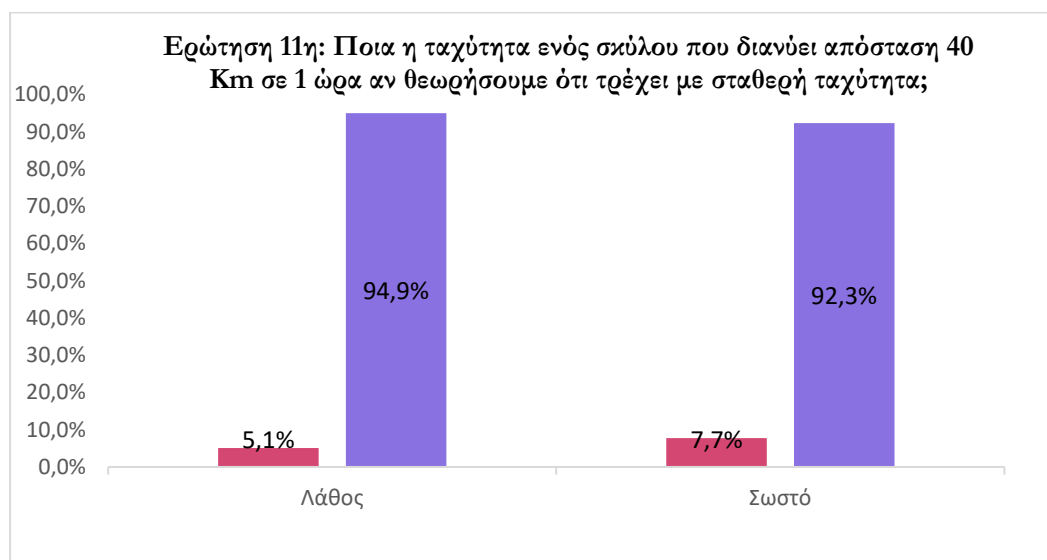
Αν οι πεζοί κινούνται το ίδιο γρήγορα (με το ίδιο μέτρο ταχύτητας) τότε ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει ο καθένας στο σημείο του είναι: (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- Α) Δεν γνωρίζω Β) Αυτός που θα φτάσει στο σημείο Α θέλει περισσότερο χρόνο
 Γ) Αυτός που θα φτάσει στο σημείο Β θέλει περισσότερο χρόνο Δ) Ο χρόνος είναι ίδιος και για τους δύο πεζούς.

Δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα τόσο μεταξύ των δύο ομάδων ($U=740$, $p=.149$ πριν τη διδακτική παρέμβαση και $U=759.50$, $p=.544$ μετά) όσο και στα αποτελέσματα που προέκυψαν στην κάθε ομάδα ξεχωριστά πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (για την ομάδα ελέγχου προέκυψε $Z=-1.000$, $p=.317$ και για την πειραματική ομάδα $Z=.000$, $p=1.000$). Τα ποσοστά επιτυχίας ήταν ιδιαίτερα υψηλά τόσο πριν όσο και μετά (για την ομάδα ελέγχου 100% σωστές απαντήσεις πριν έναντι 97.5% μετά τη διδακτική παρέμβαση και για την πειραματική ομάδα σταθερό ποσοστό 94.9% σωστών απαντήσεων).

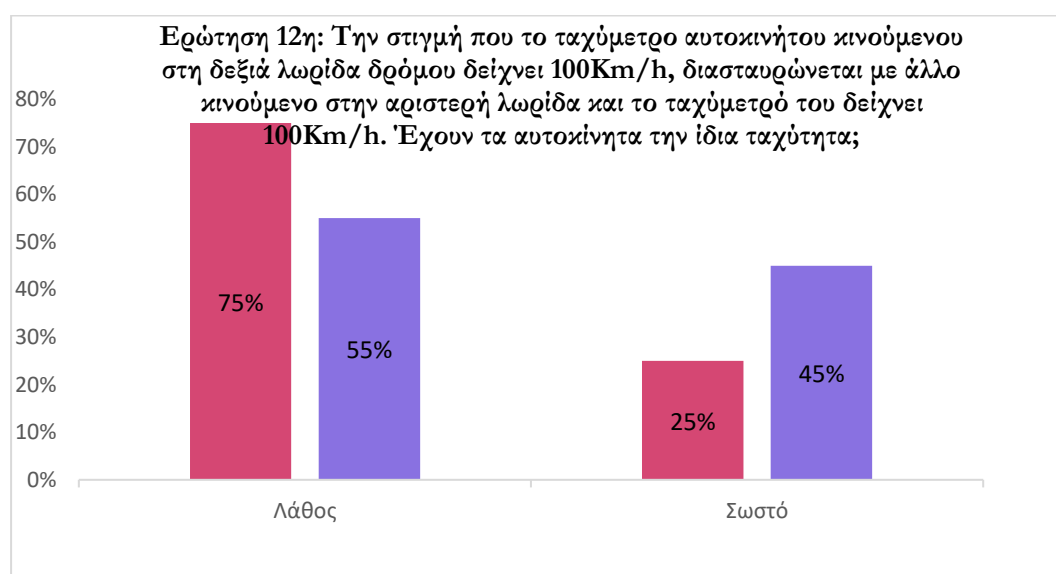


Γράφημα 21: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 11.

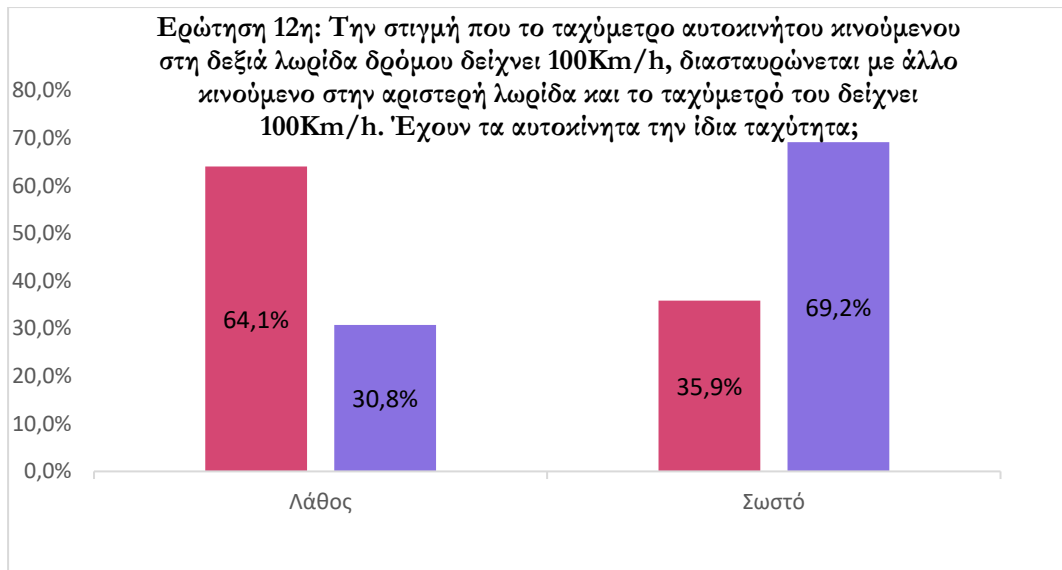


Γράφημα 22: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 11.

Και πάλι δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην ενδέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου. Από τους στατιστικούς ελέγχους για τα αποτελέσματα μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής προέκυψε $U=740.00$, $p>.149$ πριν τη διδακτική παρέμβαση και $U=759.00$, $p>.625$ μετά. Διενεργήθηκαν στατιστικοί έλεγχοι και για τα αποτελέσματα της κάθε ομάδας ξεχωριστά από όπου προέκυψε για την ομάδα ελέγχου $Z=-1.414$, $p>.157$ και για την πειραματική ομάδα $Z=-.577$, $p>.564$ όπου και πάλι προκύπτουν μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων κυμάνθηκαν ακόμα μία φορά σε πολύ υψηλά επίπεδα τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση όπως φαίνεται και στα γραφήματα 21 και 22.

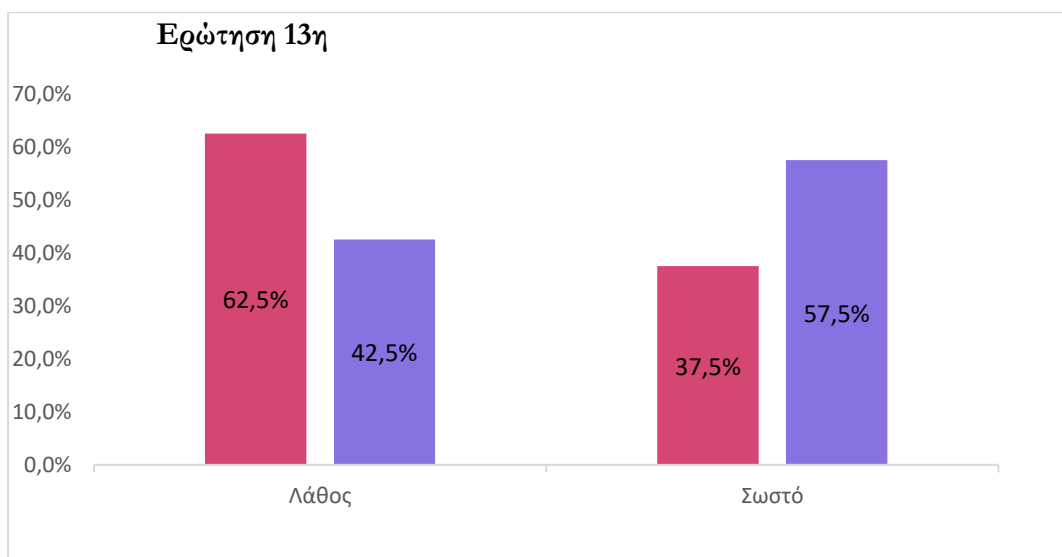


Γράφημα 23: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 12.

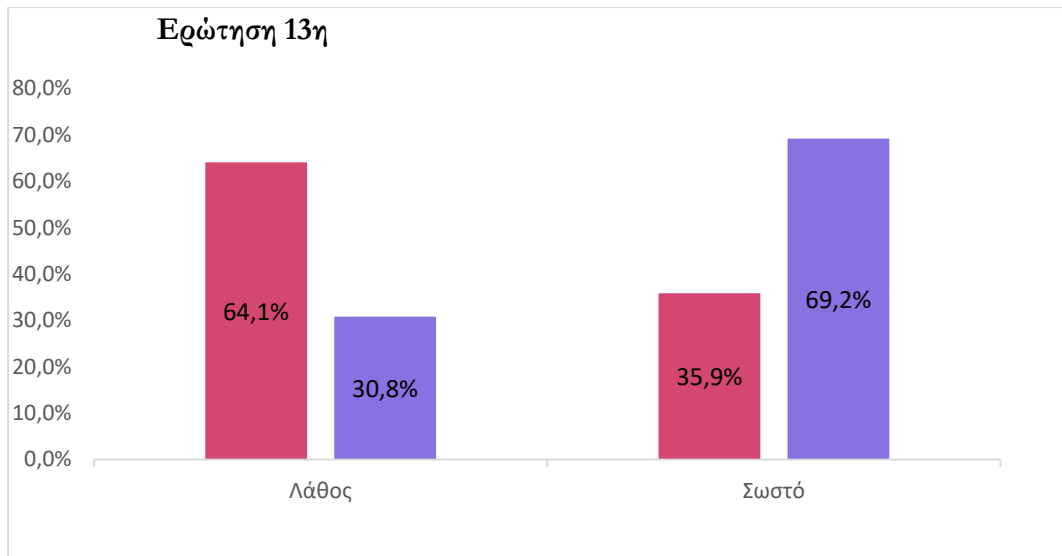


Γράφημα 24: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 12.

Στο δωδέκατο ερώτημα βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο μεταξύ των δύο ομάδων μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=591.00$, $p=.031$) όσο και μεταξύ των ομάδων (για την ομάδα ελέγχου $Z=-2.138$, $p=.033$ και για την πειραματική ομάδα $Z=-3.357$, $p<.001$) όπου και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στα ποσοστά των σωστών απαντήσεων όπως φαίνεται και στα γραφήματα 23 και 24. Αξίζει ωστόσο να επισημανθεί ότι η πειραματική ομάδα εμφάνισε μεγαλύτερη βελτίωση.



Γράφημα 25: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 13.



Γράφημα 26: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 13.

Η δέκατη τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου τέθηκε ως εξής όπως παρουσιάζεται και στο παράθεμα:

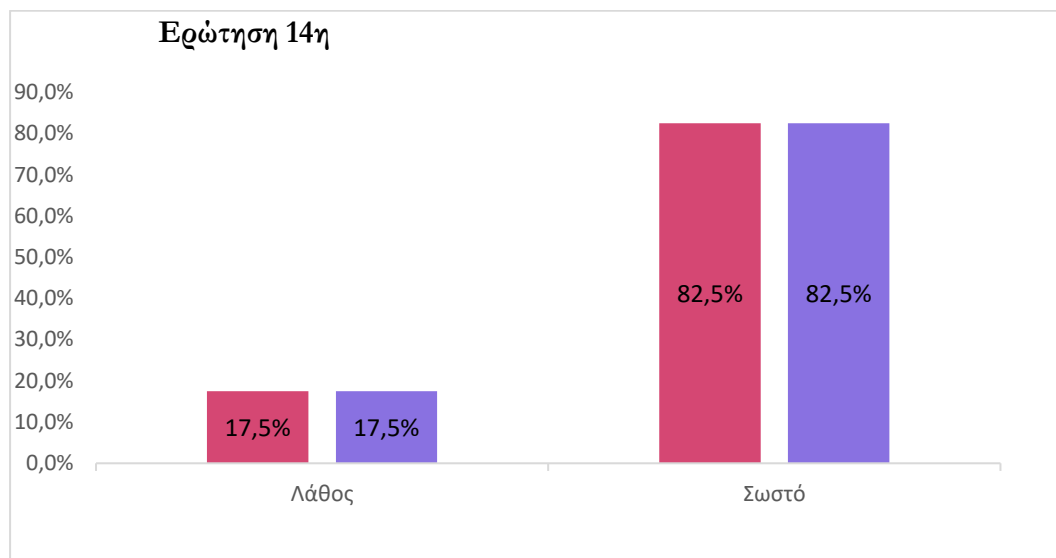
Ένα αυτοκίνητο ξεκινά να κινείται από το σημείο Α (όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα). Για να διανύσει την απόσταση από το σημείο Χ στο σημείο Ψ χρειάζεται 5s κινούμενο με σταθερή ταχύτητα v . Ένα δεύτερο κινητό ξεκινά από το σημείο Β και κινείται με την ίδια σταθερή ταχύτητα v προς το σημείο Ψ. Για να διανύσει το δεύτερο κινητό την απόσταση από το σημείο Χ στο σημείο Ψ σε σχέση με το πρώτο κινητό χρειάζεται χρόνο: (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- A) 5s B) Λιγότερο από 5s Γ) Περισσότερο από 5s Δ) Δεν γνωρίζω

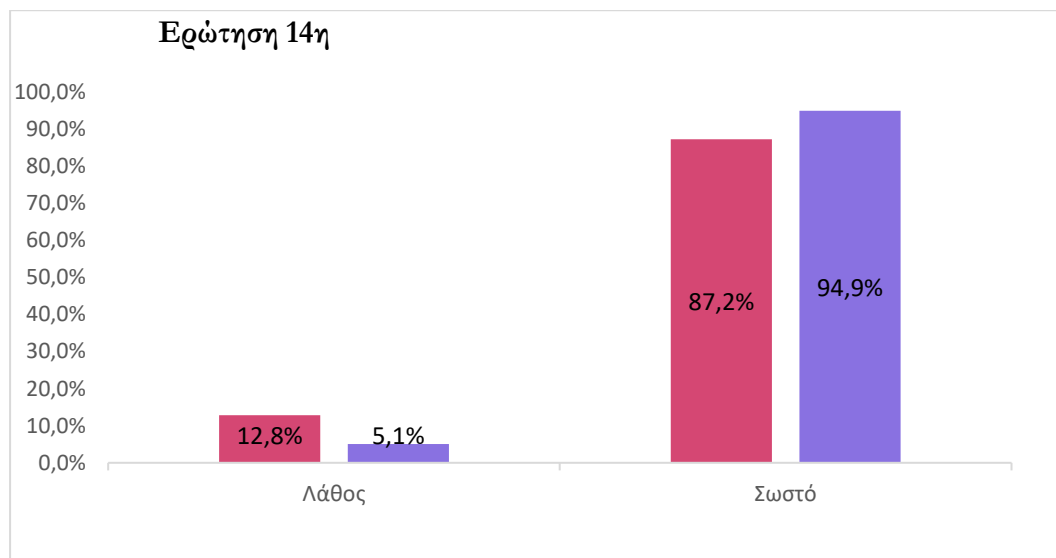


Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων που διενεργήθηκαν δεν υπάρχει στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα μεταξύ των δύο ομάδων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=767.500$, $p=.883$ πριν και $U=688.500$, $p=.283$ μετά τη διδακτική παρέμβαση) όπως επίσης και μεταξύ των αποτελεσμάτων της ομάδας ελέγχου ($Z=-1.886$, $p=.059$). Ωστόσο η πειραματική ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα μεταξύ των απαντήσεων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=-2.982$, $p=.003$). Και οι δύο ομάδες παρουσιάζουν βελτίωση στα ποσοστά σωστών απαντήσεων μετά τη διδακτική παρέμβαση με την πειραματική

ομάδα να σημειώνει πολύ καλύτερα αποτελέσματα (ομάδα ελέγχου ποσοστό σωστών απαντήσεων 37.5% πριν και 57.5% μετά και για την πειραματική ομάδα 35.9% πριν έναντι 69.2% μετά).



Γράφημα 27: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 14.



Γράφημα 28: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 14.

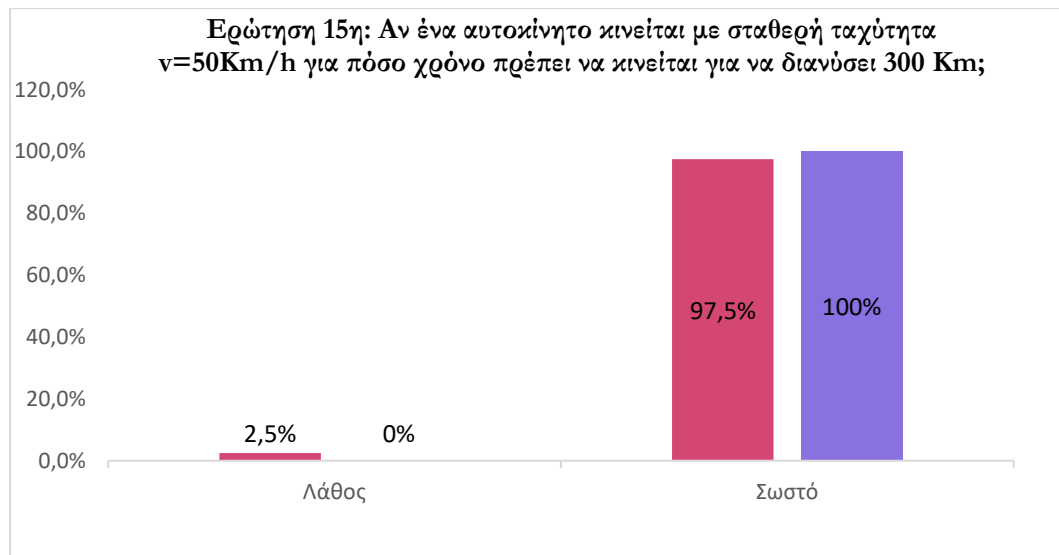
Η δέκατη τέταρτη ερώτηση όπως παρουσιάζεται και στο παράθεμα στο τέλος της εργασίας είχε τη διατύπωση:

Όταν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερό μέτρο ταχύτητας 2m/s, τότε:

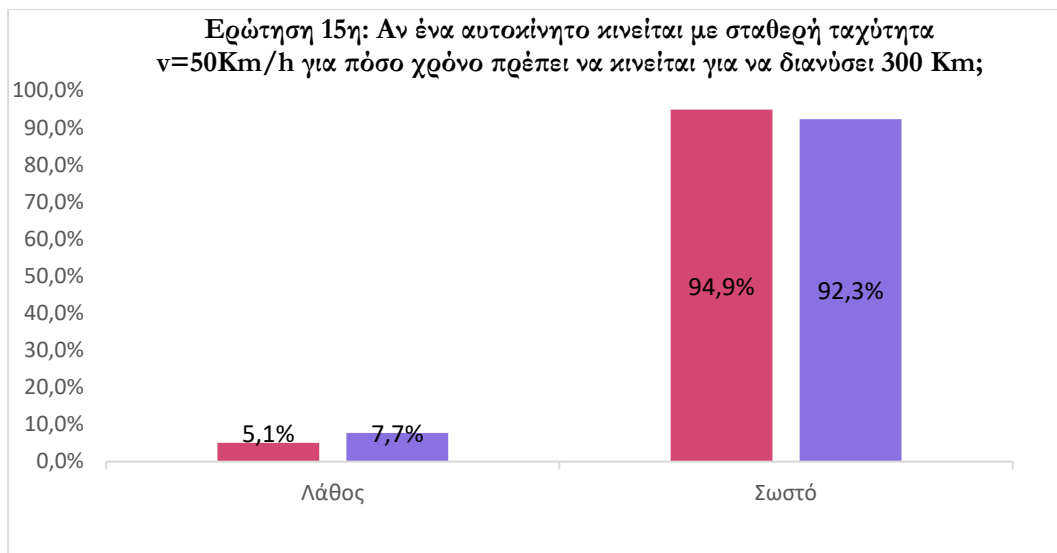
A) σε κάθε διάστημα ίσο με 1 δευτερόλεπτο διανύει απόσταση 2 μέτρων.

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Στην παραπάνω ερώτηση δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα μεταξύ των δύο ομάδων τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=743.500$, $p=.565$ πριν και $U=683.500$, $p=.086$ μετά). Επιπλέον δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα τόσο μεταξύ των απαντήσεων της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=.000$, $p=1.000$), όσο και μεταξύ των αποτελεσμάτων των απαντήσεων της πειραματικής ομάδας ($Z=-1.342$, $p=.180$). Αξίζει ωστόσο να επισημανθεί πως, αν και τα ποσοστά σωστών απαντήσεων ήταν πολύ υψηλά και για τις δύο ομάδες τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η πειραματική ομάδα παρουσίασε πολύ μικρή βελτίωση αποτελεσμάτων (94.9% μετά έναντι 87.2%) ενώ η ομάδα ελέγχου διατήρησε ίδιο ποσοστό σωστών επιλογών τόσο πριν όσο και μετά (82.5%).

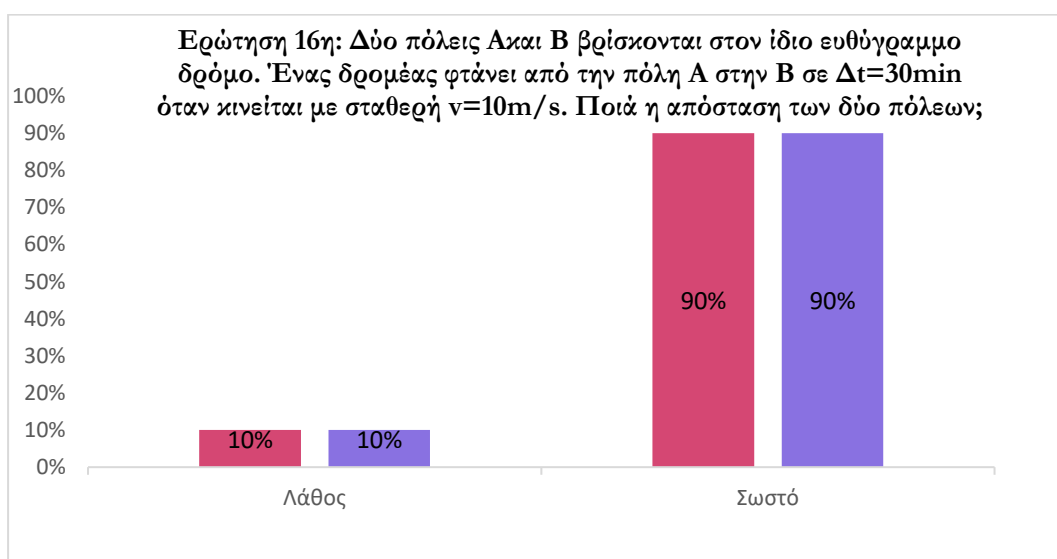


Γράφημα 29: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 15.

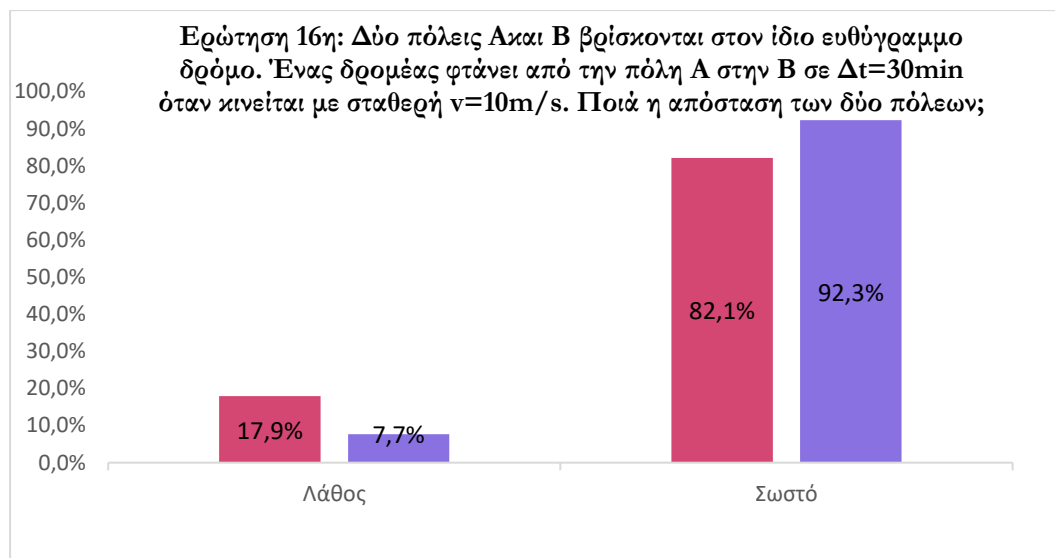


Γράφημα 30: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 15.

Στο δέκατο πέμπτο στοιχείο του ερωτηματολογίου δεν σημειώνεται στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα από τον στατιστικό έλεγχο που πραγματοποιήθηκε μεταξύ των δύο ομάδων ($U=759.500$, $p=.544$ πριν και $U=720.000$, $p=.076$ μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα εμφάνισαν και οι στατιστικοί έλεγχοι που υλοποιήθηκαν για την κάθε ομάδα ξεχωριστά ($Z=-1.000$, $p=.317$ για την ομάδα ελέγχου και $Z=-.447$, $p=.655$ για την πειραματική ομάδα). Τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων ήταν πολύ υψηλά και για τις δύο ομάδες τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση με την ομάδα ελέγχου να επιτυγχάνει το απόλυτο 100% μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Γράφημα 31: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 16.



Γράφημα 32: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στην ερώτηση 16.

Και στην δέκατη έκτη ερώτηση του ερωτηματολογίου δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα από τους στατιστικούς ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν τόσο μεταξύ των δύο ομάδων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U=718.000$, $p=.311$ πριν και $U=762.000$, $p=.720$ μετά τη διδακτική παρέμβαση) όπως επίσης και μεταξύ των αποτελεσμάτων της ομάδας ελέγχου ($Z=.000$, $p=1.000$) αλλά και της πειραματικής ομάδας ($Z=-1.414$, $p=.157$). Τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων για ακόμη μία φορά ήταν πολύ υψηλά και πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση και για τις δύο ομάδες με την ομάδα ελέγχου να διατηρεί το ίδιο ποσοστό πριν και μετά (90%) ενώ την πειραματική ομάδα να σημειώνει μικρή βελτίωση μετά τη διδακτική παρέμβαση (92.3% μετά έναντι 82.1% πριν).

3.2 Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας της μέσης διαφοράς ως προς τη βαθμολογία στο ερωτηματολόγιο των γνώσεων περιεχομένου.

Πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας για τις κατανομές των μεταβλητών των βαθμολογιών, τόσο για την ομάδα ελέγχου όσο και για την πειραματική ομάδα, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση με την χρήση του Kolmogorov-Smirnov Test από όπου και προέκυψε ότι δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Για τον προσδιορισμό των βαθμολογιών πραγματοποιήθηκε επανακωδικοποίηση των ερωτήσεων γνώσεων περιεχομένου όπου κάθε σωστή επιλογή ορίστηκε ως Σωστή απάντηση=1, και κάθε λανθασμένη ως Λάθος απάντηση=0 και προσδιορίστηκε η βαθμολογία.

Πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος με τη χρήση του Wilcoxon Signed-rank test. Τα αποτελέσματα της περιγραφικής ανάλυσης και του μη παραμετρικού τεστ παρουσιάζονται στους πίνακες παρακάτω.

3.2.1 Για την ομάδα ελέγχου: Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 3.1 Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Βαθμολογία πριν	40	12,675	1,26871	10,00	16,00
Βαθμολογία μετά	40	12,725	1,35850	10,00	16,00

Πίνακας 3.2 Στατιστικός Έλεγχος Wilcoxon Signed Ranks

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία μετά -	Negative Ranks	17 ^a	16,50	280,50
Βαθμολογία πριν	Positive Ranks	16 ^b	17,53	280,50
	Ties	7 ^c		
	Total	40		

a. Βαθμολογία μετά < Βαθμολογία πριν

b. Βαθμολογία μετά > Βαθμολογία πριν

c. Βαθμολογία μετά = Βαθμολογία πριν

Πίνακας 3.3 Στατιστικοί Έλεγχοι

	Βαθμολογία μετά – Βαθμολογία πριν
Z	0,000 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks.

Από τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon Signed-rank test που πραγματοποιήθηκε για τις βαθμολογίες της ομάδας ελέγχου οι μαθητές εμφανίζουν ελαφρώς υψηλότερη μέση βαθμολογία μετά τη διδακτική παρέμβαση (12,725) συγκριτικά με τη μέση βαθμολογία πριν (12,675) μη παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα $Z=0.000$, $p=1.000$.

3.2.2 Για την πειραματική ομάδα: Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 3.4 Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Βαθμολογία πριν	39	12,2051	1,82352	7,00	15,00
Βαθμολογία μετά	39	13,7949	1,50752	11,00	16,00

Πίνακας 3.5 Στατιστικός Έλεγχος Wilcoxon Signed Ranks

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία	Negative Ranks	5 ^a	11,40	57,00
μετά -	Positive Ranks	27 ^b	17,44	471,00
Βαθμολογία	Ties	7 ^c		
πριν	Total	39		

a. Βαθμολογία μετά < Βαθμολογία πριν

b. Βαθμολογία μετά > Βαθμολογία πριν

c. Βαθμολογία μετά = Βαθμολογία πριν

Πίνακας 3.6 Στατιστικοί Έλεγχοι

Βαθμολογία μετά – Βαθμολογία πριν	
Z	-3,927 ^c
Asymp. Sig. (2-tailed)	<,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. Based on negative ranks.

Από τον μη παραμετρικό έλεγχο Wilcoxon Signed-rank test που πραγματοποιήθηκε για τις βαθμολογίες της πειραματικής ομάδας οι μαθητές εμφανίζουν υψηλότερη μέση βαθμολογία μετά τη διδακτική παρέμβαση (13,7949) συγκριτικά με τη μέση βαθμολογία πριν (12,2051) παρουσιάζοντας στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα $Z=-3.927$, $p<.001$.

3.2.3 Συγκρίσεις αποτελεσμάτων βαθμολογιών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας.

Πίνακας 3.7 Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Βαθμολογία πριν	79	12,4430	1,57502	7,00	16,00
Βαθμολογία μετά	79	13,2532	1,52306	10,00	16,00
Ομάδες	79	0,49	0,503	0	1

Πίνακας 3.8 Στατιστικός Έλεγχος Mann-Whitney U test

		Ranks		
	Ομάδες	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία πριν	Ομάδα ελέγχου	40	41,29	1651,50
	Πειραματική ομάδα	39	38,68	1508,50
	Σύνολο	79		
Βαθμολογία μετά	Ομάδα ελέγχου	40	32,29	1291,50
	Πειραματική ομάδα	39	47,91	1868,50
	Σύνολο	79		

Πίνακας 3.9 Στατιστικοί Έλεγχοι^a

	Βαθμολογία πριν	Βαθμολογία μετά
Mann-Whitney U	728,500	471,500
Wilcoxon W	1508,500	1291,500
Z	-,521	-3,105
Asymp. Sig.(2-tailed)	,602	,002

a. Grouping variable: Ομάδα

Πίνακας 3.10

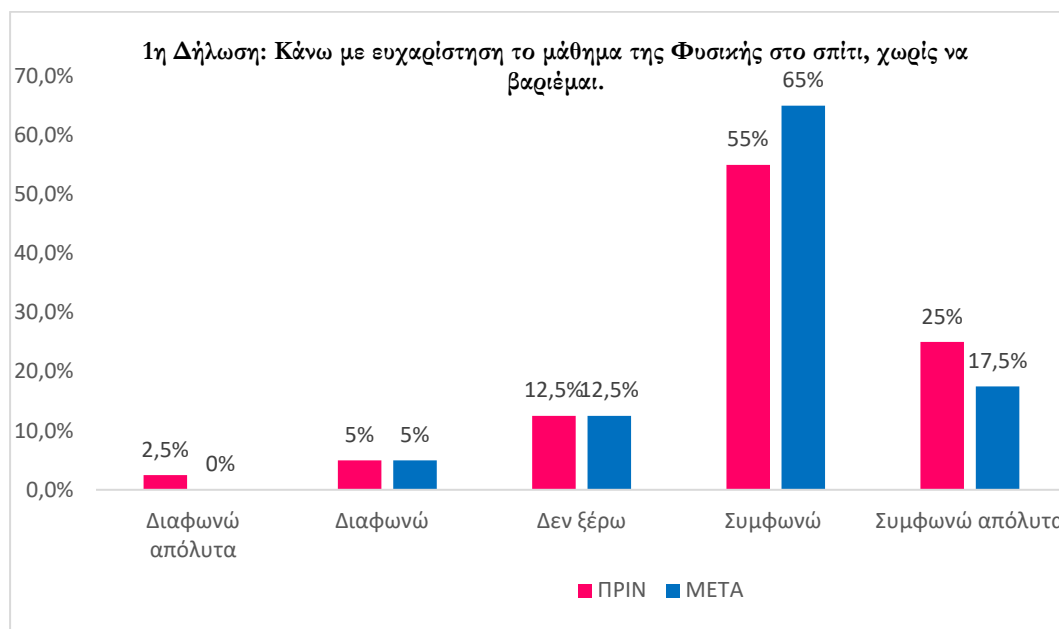
		Statistics	
Ομάδες		Βαθμολογία πριν	Βαθμολογία μετά
Ομάδα ελέγχου	N	40	40
	Median	13,00	13,00
Πειραματική ομάδα	N	39	39
	Median	13,00	14,00

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Mann-Whitney U test) για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ως προς την κατάταξη τιμών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($U = 728.500$, $p = .602$). Μετά τη διδακτική παρέμβαση ωστόσο προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ($U = 471.500$, $p = .002$) με την πειραματική ομάδα να παρουσιάζει υψηλότερες βαθμολογίες μετά ($M_d=14,00$) σε σχέση με πριν ($M_d=13,00$).

Κατά συνέπεια απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση που ήθελε οι δύο ομάδες να μη παρουσιάζουν διαφορά στην κατάταξη τιμών τους και συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην κατάταξη τιμών που αφορούν τις ερωτήσεις γνώσης περιεχομένου των μαθητών της πειραματικής ομάδας συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου μετά τη διδακτική παρέμβαση.

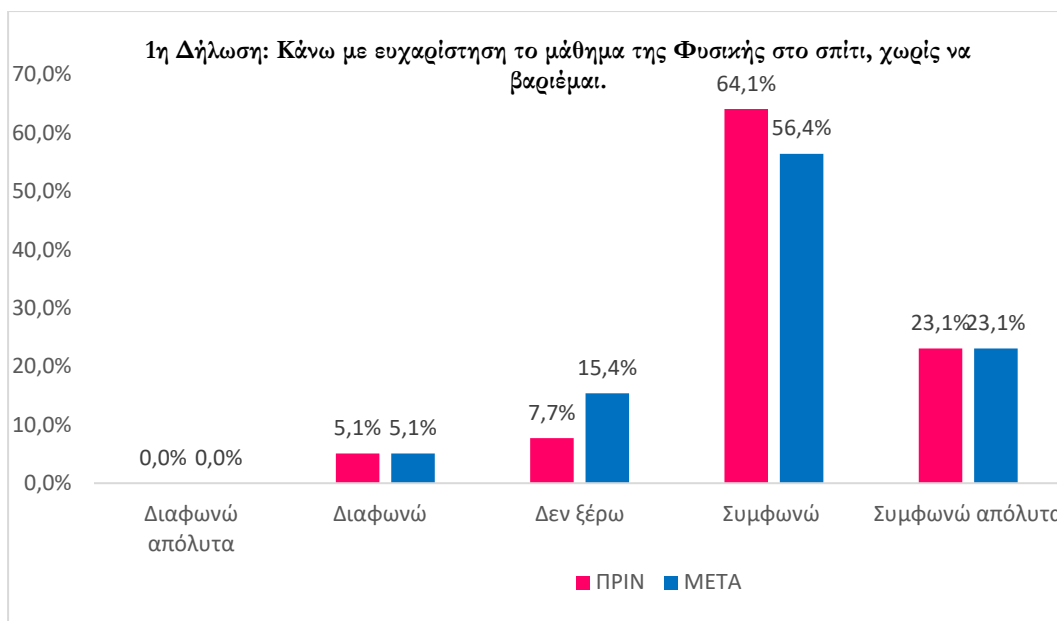
3.3 Αποτελέσματα ερωτηματολογίου Στάσεων

3.3.1 Ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική



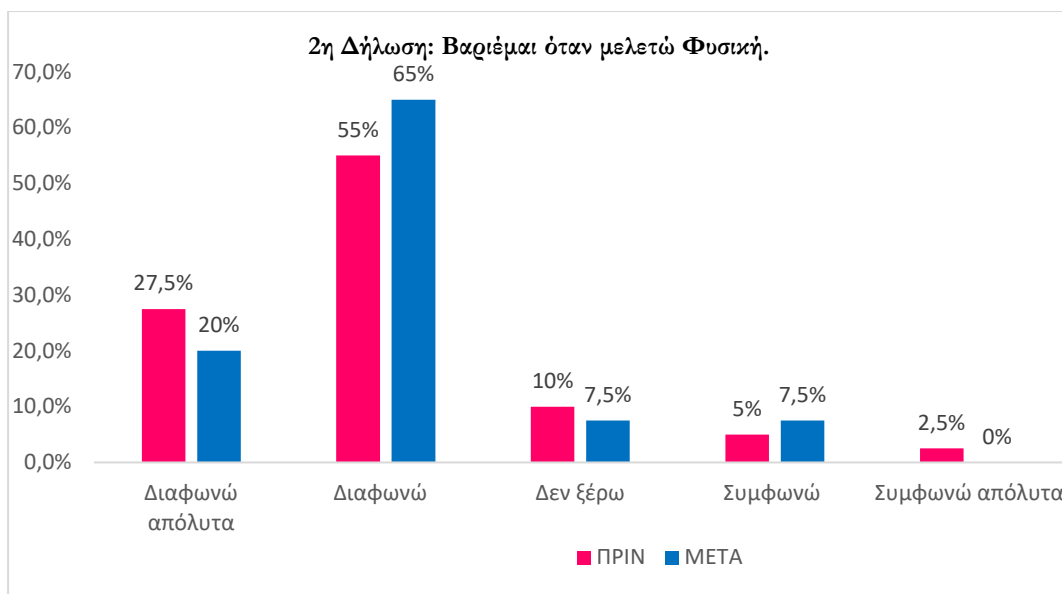
Γράφημα 1: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 1.

Στην πρώτη δήλωση του ερωτηματολογίου οι μαθητές της ομάδας ελέγχου στο μεγαλύτερο ποσοστό τους παρουσιάζουν θετική στάση. Έτσι πριν τη διδακτική παρέμβαση στο αν εκτελούν τις υποχρεώσεις του μαθήματος της Φυσικής στο σπίτι ευχάριστα μόλις ένα 2.5% και 5% εκδηλώνει δυσαρέσκεια και απαντά ότι διαφωνεί απόλυτα και διαφωνεί αντίστοιχα, ένα ποσοστό 12.5% δεν παίρνει θέση και η πλειοψηφία των μαθητών με ποσοστά 55% και 25% απαντούν ότι συμφωνούν και συμφωνούν απόλυτα αντίστοιχα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση η τοποθέτηση διαφωνώ απόλυτα μηδενίζει το ποσοστό της, το οποίο μεταφέρεται στην απάντηση συμφωνώ, καθώς και ένα ποσοστό της θέσης συμφωνώ απόλυτα (25% πριν έναντι 17.5% μετά) μεταφέρεται στη θέση συμφωνώ η οποία αποκτά πλέον ποσοστό 65% ενώ οι άλλες δύο τοποθετήσεις διατηρούν το αρχικό τους ποσοστό.



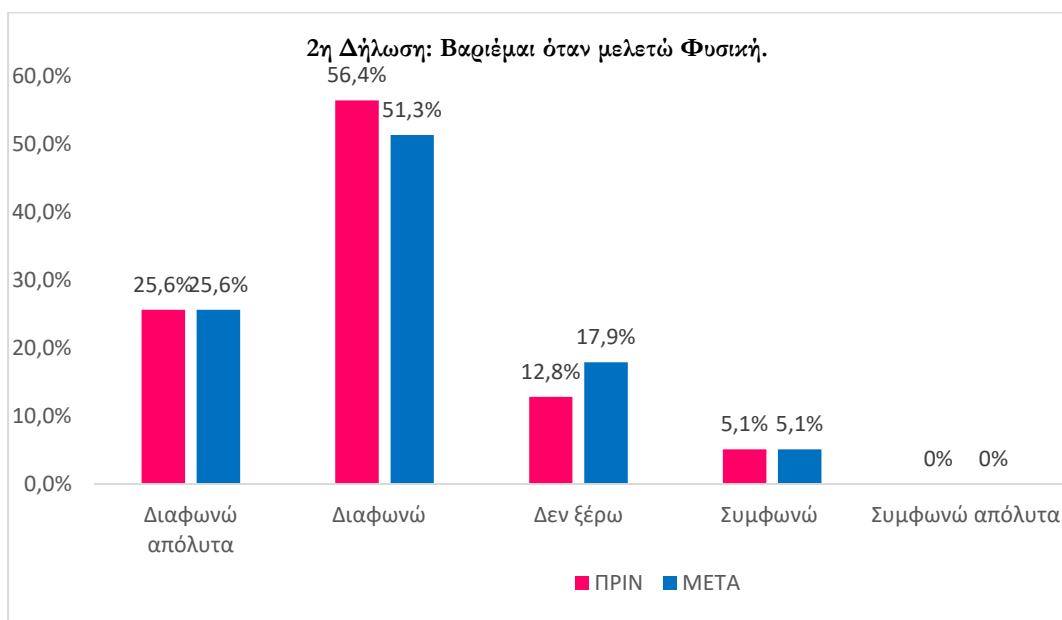
Γράφημα 2: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 1.

Η αντίστοιχη κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στη δήλωση 1 του ερωτηματολογίου όπως αυτή παρουσιάζεται στο Γράφημα 2 εμφανίζει θετική στάση των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση με το 64.1 % των μαθητών να δηλώνει ότι συμφωνεί στη δήλωση «κάνω με ευχαρίστηση τα μαθήματα των Φυσικής στο σπίτι χωρίς να βαριέμαι» και ένα ποσοστό 23.1% ότι συμφωνεί απόλυτα. Ένα ποσοστό της τάξεως του 7.7% δεν τοποθετείται και μόλις το 5.1% εμφανίζεται δυσαρεστημένο. Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρείται παρόμοια εικόνα με διπλασιασμό ωστόσο του ποσοστού ουδετερότητας (7.7% πριν έναντι 15.4% μετά) το οποίο μετακινήθηκε από τη θέση συμφωνώ, ενώ στα ίδια χαμηλά επίπεδα με πριν εμφανίζονται τα ποσοστά δυσανασχέτησης.



Γράφημα 3: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 2.

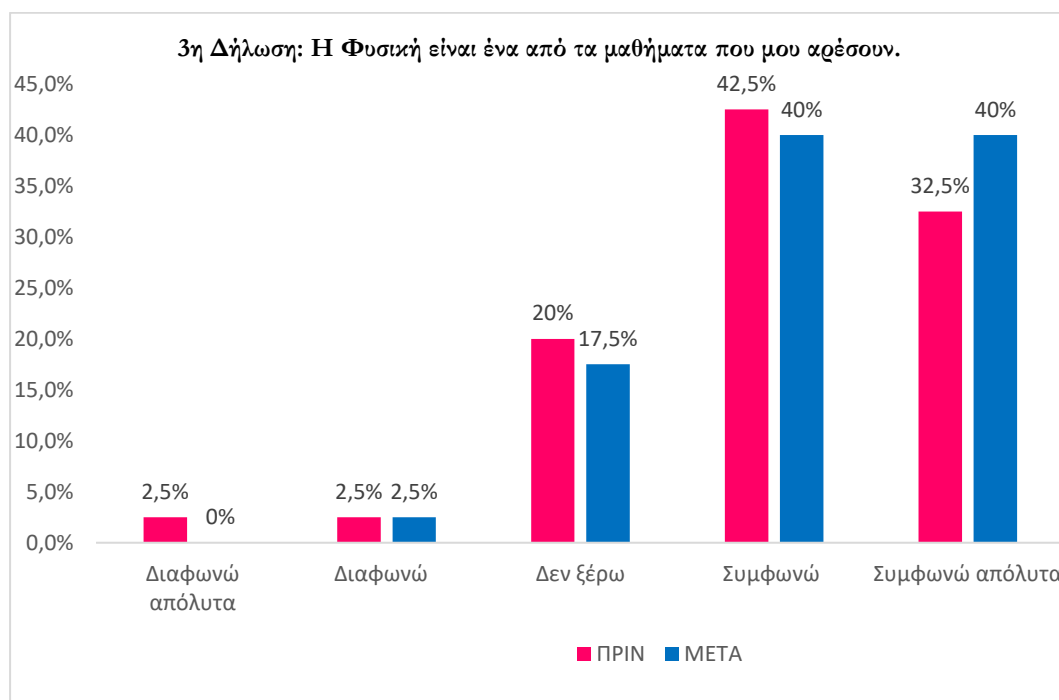
Η ομάδα ελέγχου στη δεύτερη δήλωση του ερωτηματολογίου που δόθηκε «Βαριέμαι όταν μελετώ Φυσική» δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες αλλαγές στις τοποθετήσεις της πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Η θέση διαφωνώ απόλυτα μειώθηκε κατά 7.5% μετά ενισχύοντας τη θέση διαφωνώ.



Γράφημα 4: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 2.

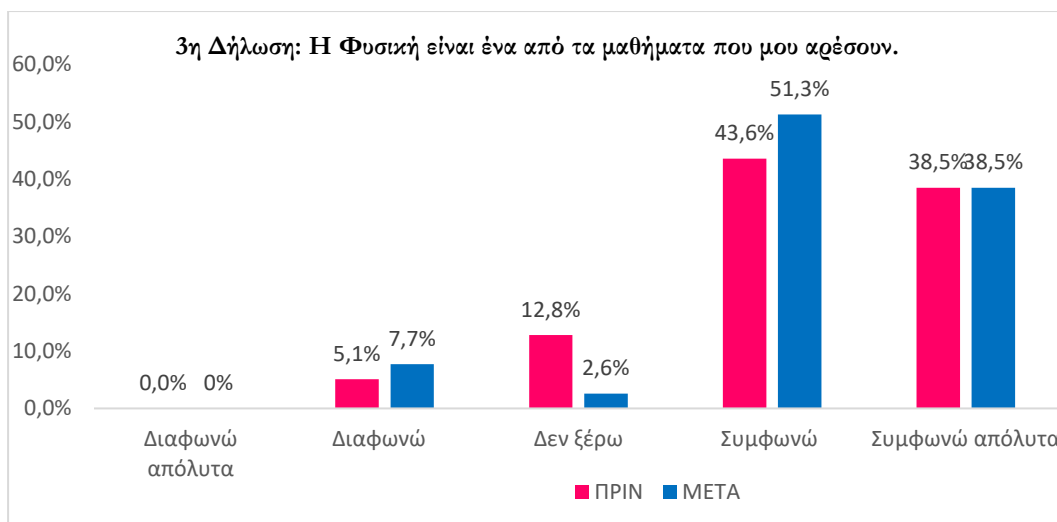
Ομοίως και η πειραματική ομάδα δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές στα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 2 όπως φαίνεται και από το Γράφημα 4. Ενισχύεται ελαφρώς το ποσοστό

της ουδέτερης θέσης προκαλώντας αντίστοιχα μείωση του ποσοστού της θέσης διαφωνώ.



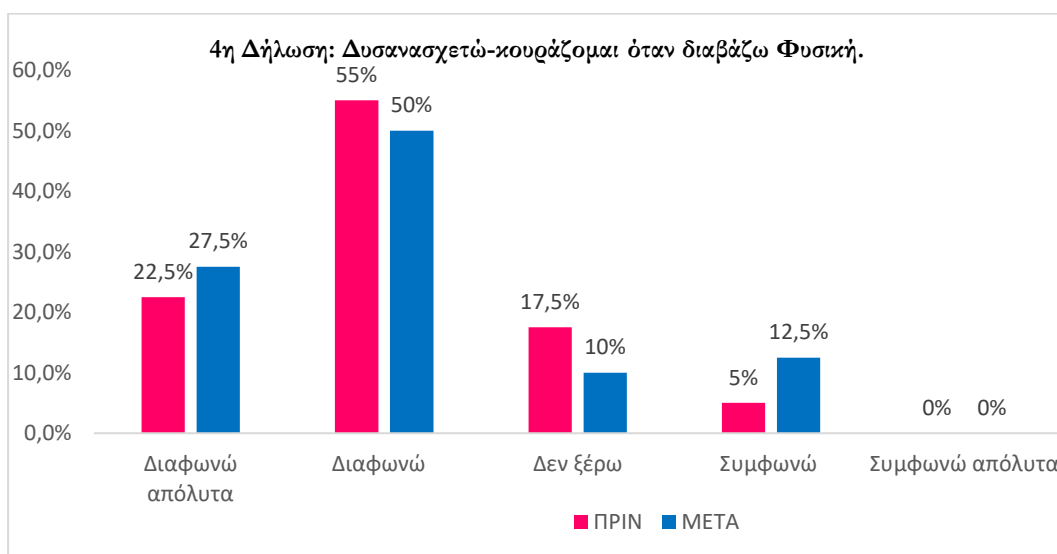
Γράφημα 5: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 3.

Στην τρίτη δήλωση που εξετάζει το κατά πόσο το μάθημα της Φυσικής είναι αρεστό στους μαθητές η πλειοψηφία έχει θετική στάση (πριν συμφωνώ 42.5% και συμφωνώ απόλυτα 32.5% και μετά τη διδακτική παρέμβαση 40% και οι δύο θέσεις) ωστόσο το 1/5 των μαθητών τόσο πριν (20%) όσο και μετά (17.5%) δεν τοποθετείται ούτε θετικά ούτε αρνητικά. Τα δε ποσοστά αρνητικής στάσης ως προς τη δήλωση είναι ιδιαίτερα χαμηλά χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές.



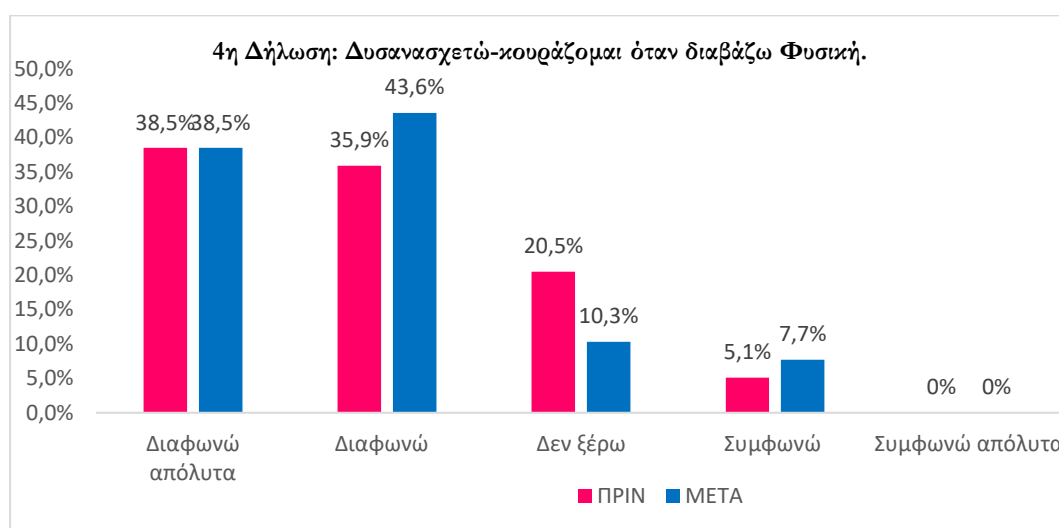
Γράφημα 6: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 3.

Και η αντίστοιχη κατανομή των ποσοστών των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας στη δήλωση 3 του ερωτηματολογίου όπως αυτή παρουσιάζεται στο Γράφημα 6 εμφανίζει θετική στάση των μαθητών τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Και ενώ οι θέσεις διαφωνώ απόλυτα, διαφωνώ, συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα παρουσιάζουν σχεδόν ίδια ποσοστά απαντήσεων πριν και μετά, η θέση ουδετερότητας “δεν ξέρω” μεταβάλλεται κατά ένα ποσοστό 10,2% το οποίο μεταφέρεται το μεγαλύτερο μέρος του στη θέση συμφωνώ. Παρατηρείται λοιπόν μία μικρή βελτίωση μετά τη διδακτική παρέμβαση.



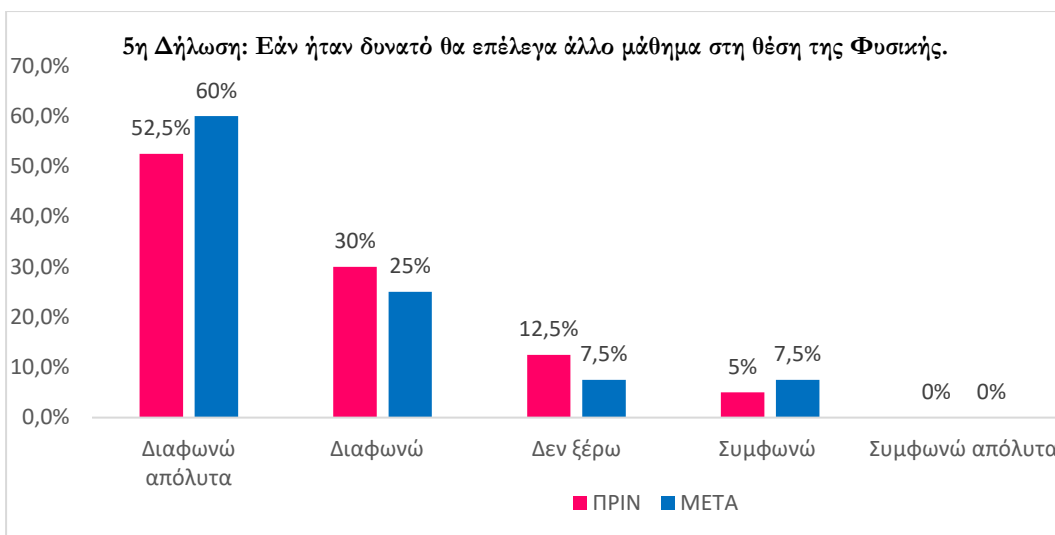
Γράφημα 7: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 4.

Σύμφωνα με το Γράφημα 7 η ομάδα ελέγχου τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση διατηρεί σχεδόν τα ίδια ποσοστά στις θετικές στάσεις διαφωνώ και διαφωνώ (με μία μικρή αύξηση του ποσοστού διαφωνώ απόλυτα και αντίστοιχη μείωση του ποσοστού διαφωνώ) ως προς την τοποθέτηση των μαθητών στην δήλωση που αφορά την δυσανασχέτησή τους όταν μελετούν το μάθημα της Φυσικής. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρείται μία μείωση του ποσοστού της ουδέτερης στάσης των μαθητών (17.5% πριν έναντι 10% μετά) η οποία συνοδεύεται από ισοδύναμη αύξηση του ποσοστού της αρνητικής στάσης συμφωνώ (5% πριν και 12.5% μετά).



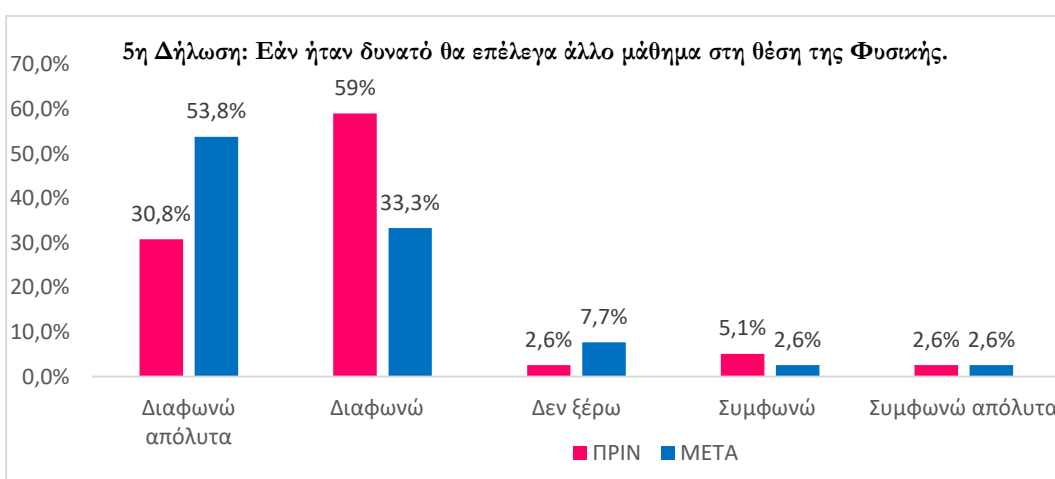
Γράφημα 8: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 4.

Αντίστοιχα στην πειραματική ομάδα παρατηρείται ένα πολύ υψηλό ποσοστό των μαθητών που διατηρούν θετική στάση ως προς τη δήλωση 4 του ερωτηματολογίου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (αθροιστικά 74.4% πριν και 82.1% μετά). Ωστόσο εμφανίζεται ένα 20.5% που είναι ουδέτερο πριν την παρέμβαση το οποίο όμως μειώνεται στο μισό μετά ενισχύοντας κυρίως το ποσοστό της θετικής στάσης διαφωνώ και ελάχιστα το ποσοστό της αρνητικής στάσης συμφωνώ προσδίδοντας μία μικρή βελτίωση στην τελική στάση των μαθητών.



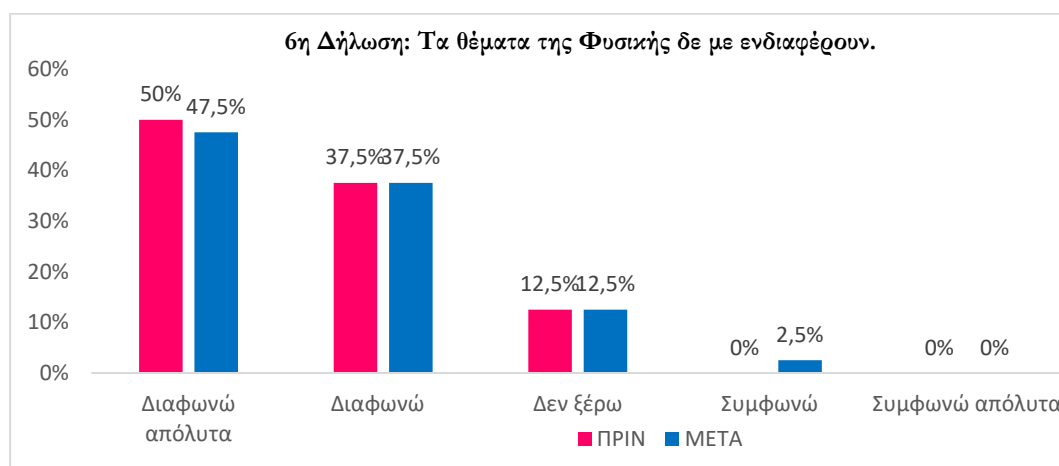
Γράφημα 9: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 5.

Δε σημειώνονται ιδιαίτερες μεταβολές στις τοποθετήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, με τη στάση των μαθητών να παρουσιάζεται ιδιαίτερος θετική ως προς τη δήλωση 5 που εξετάζει αν το μάθημα της Φυσικής αποτελεί αναντικατάστατη επιλογή των μαθητών. Έτσι, όπως παρουσιάζεται στο Γράφημα 9, η ουδέτερη στάση σημειώνει μείωση του αρχικού της ποσοστού 12,5% σε 7,5% με τη διαφορά να μοιράζεται στη θετική στάση διαφωνώ απόλυτα και την αρνητική συμφωνώ.



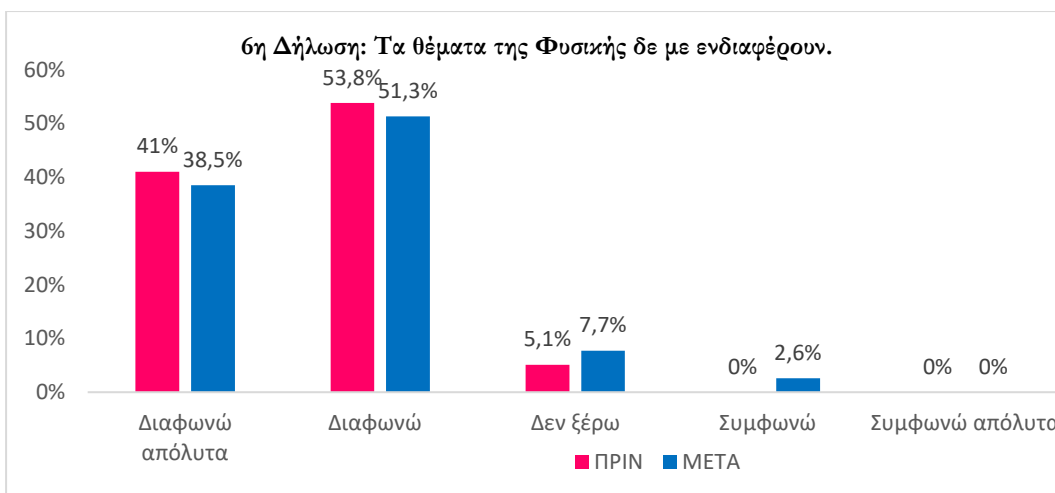
Γράφημα 10: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 5.

Αντίστοιχα παρόμοια θετική ως προς τη δήλωση 5 εικόνα παρουσιάζει και η πειραματική ομάδα σύμφωνα με το Γράφημα 10. Στην προκειμένη περίπτωση σημειώνεται μια πιο μεγάλη μετακίνηση των μαθητών από την τοποθέτηση διαφωνώ στην τοποθέτηση διαφωνώ απόλυτα μετά τη διδακτική παρέμβαση (59% πριν έναντι 33.3% για την τοποθέτηση διαφωνών και 30.8% πριν έναντι 53.8% μετά για την τοποθέτηση διαφωνώ απόλυτα).



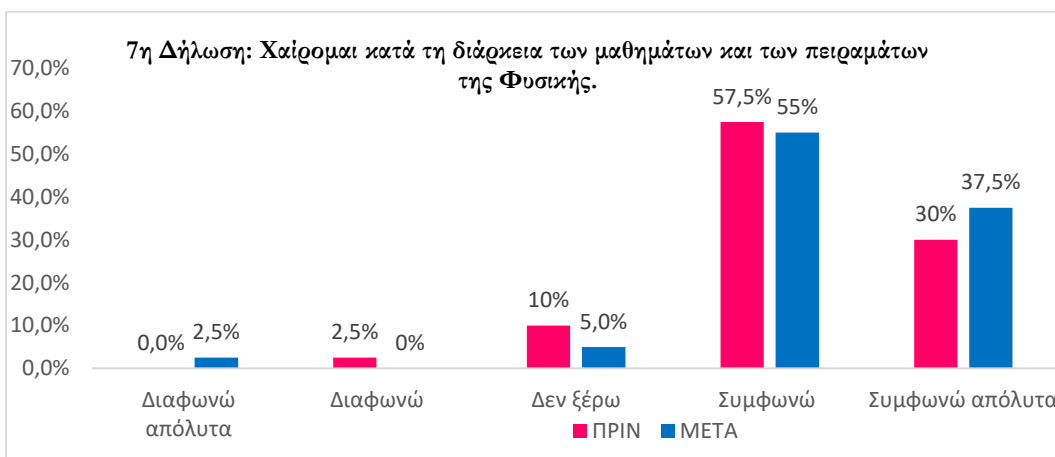
Γράφημα 11: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 6.

Στην έκτη δήλωση του ερωτηματολογίου που εξετάζει το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα της Φυσικής παρατηρείται μία σταθερή θετική στάση της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι εκτός από το μικρό ποσοστό της τάξης του 12.5% που δεν τοποθετείται ούτε θετικά ούτε αρνητικά ως προς τη δήλωση και ένα πολύ μικρό ποσοστό 2.5% που μετά τη διδακτική παρέμβαση μετατοπίζεται από τη θέση διαφωνώ απόλυτα στη θέση συμφωνώ, οι υπόλοιποι μαθητές διατηρούν την αρχική τους θέση.



Γράφημα 12: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 6.

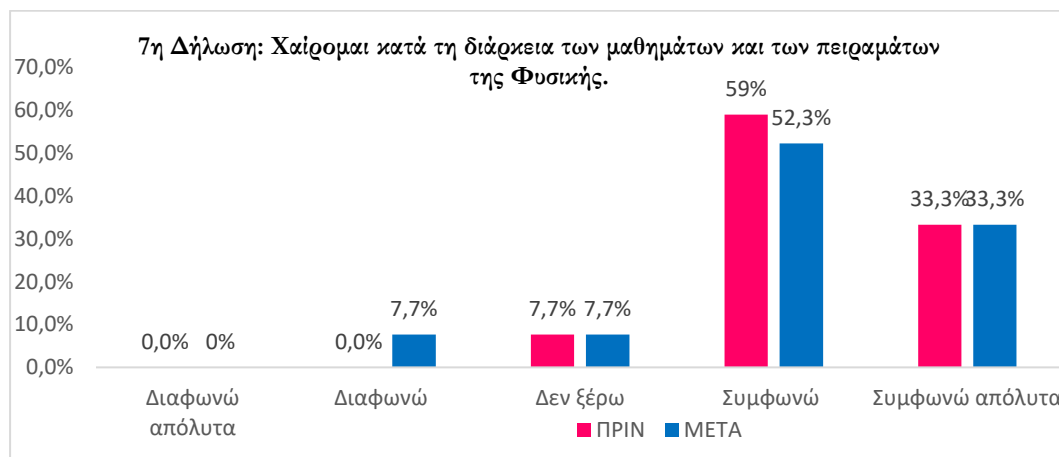
Παρόμοια εικόνα με την ομάδα ελέγχου εμφανίζει και η πειραματική ομάδα ως προς τα αποτελέσματά της στη δήλωση 6. Στην προκειμένη περίπτωση το ποσοστό ουδετερότητας των μαθητών είναι μικρότερο με μικρή αύξηση μετά τη διδακτική παρέμβαση (5.1% πριν έναντι 7.7% μετά) ενώ πιο ενισχυμένη παρουσιάζεται η θέση διαφωνώ συγκριτικά με τη θέση διαφωνώ απόλυτα όπως παρουσιάζεται στο Γράφημα 12.



Γράφημα 13: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 7.

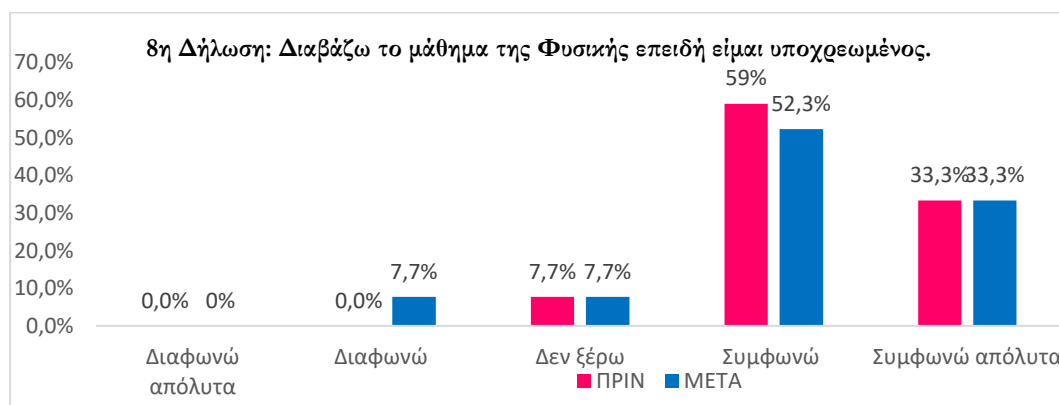
Απόλυτα θετική ήταν η τοποθέτηση των μαθητών της ομάδας ελέγχου στη δήλωση 7 “χαίρομαι κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και των πειραμάτων της Φυσικής” πριν τη διδακτική παρέμβαση με το 87.5% να συμφωνεί ή να συμφωνεί απόλυτα, μόλις το 2.5% να διαφωνεί και ένα 10% να μην παίρνει θέση. Βελτιωμένη

παρουσιάζεται μετά τη διδακτική παρέμβαση αφού ένα ουδέτερο 5% μετακινείται στην θετικότερη θέση συμφωνώ απόλυτα.



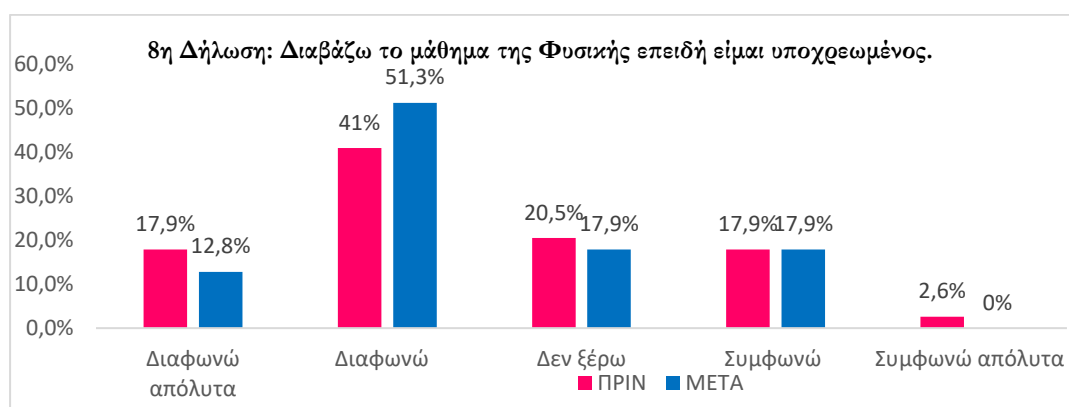
Γράφημα 14: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 7.

Θετική ήταν η τοποθέτηση των μαθητών της πειραματικής ομάδας στη δήλωση 7 “χαίρομαι κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και των πειραμάτων της Φυσικής” πριν τη διδακτική παρέμβαση με το 92.3% να συμφωνεί ή να συμφωνεί απόλυτα και ένα 7.7% να μην παίρνει θέση όπως διαπιστώνεται από το Γράφημα 14. Ωστόσο μετά τη διδακτική παρέμβαση το ποσοστό 7.7% των μαθητών που δεν τοποθετούνται παραμένει και ένα επιπρόσθετο 7.7% μετακινείται από αρχικά θετική τοποθέτηση (συμφωνώ) στην αρνητική θέση διαφωνώ.



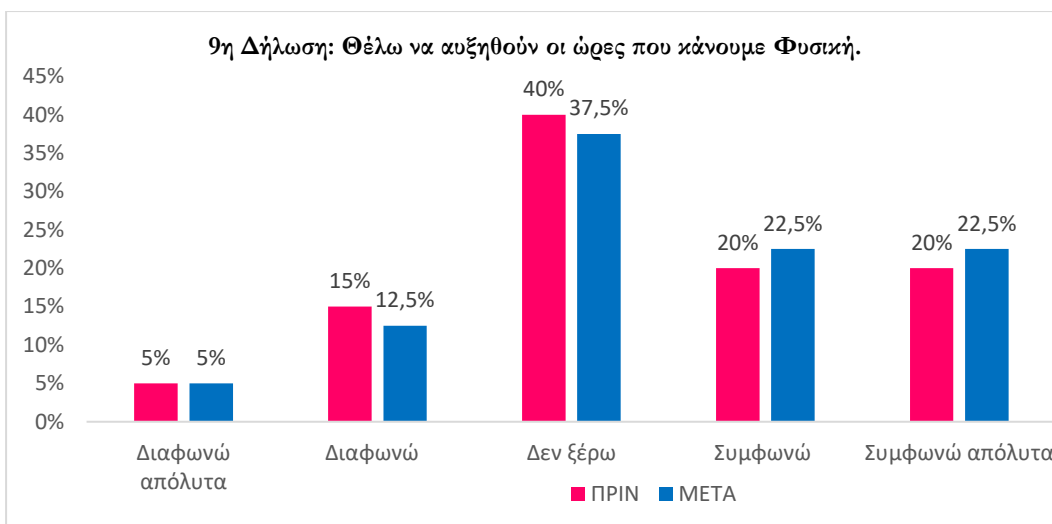
Γράφημα 15: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 8.

Στη δήλωση 8 του ερωτηματολογίου που εξετάζει αν οι μαθητές μελετούν Φυσική γιατί είναι υποχρεωμένοι παρατηρείται μία σταθερή θετική στάση της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι εκτός από το μικρό ποσοστό της τάξης του 7.7% που δεν τοποθετείται ούτε θετικά ούτε αρνητικά ως προς τη δήλωση και ένα ποσοστό 7.7% που μετά τη διδακτική παρέμβαση μετατοπίζεται από τη θέση συμφωνώ στη θέση διαφωνώ, οι υπόλοιποι μαθητές διατηρούν την αρχική τους τοποθέτηση.



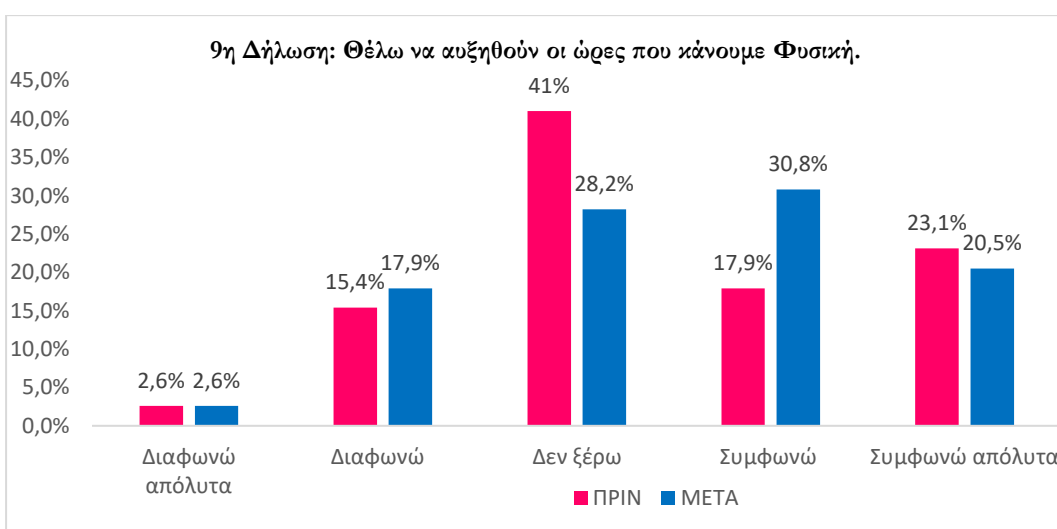
Γράφημα 16: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 8.

Σταθερή τοποθέτηση πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση παρουσιάζει η πειραματική ομάδα ως προς τη δήλωση 8 του ερωτηματολογίου. Υπάρχει ένα ποσοστό 20.5% των μαθητών που εμφανίζονται ουδέτεροι ως προς τη δήλωση πριν τη διδακτική παρέμβαση και μειώνεται στην τιμή 17.9% μετά τη διδακτική παρέμβαση μετακινούμενο προς την τοποθέτηση διαφωνώ όπως επίσης και ένα 2.6% που πριν συμφωνούσε απόλυτα με τη δήλωση ενώ μετά μετατοπίστηκε και αυτό στην τοποθέτηση διαφωνώ.



Γράφημα 17: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 9.

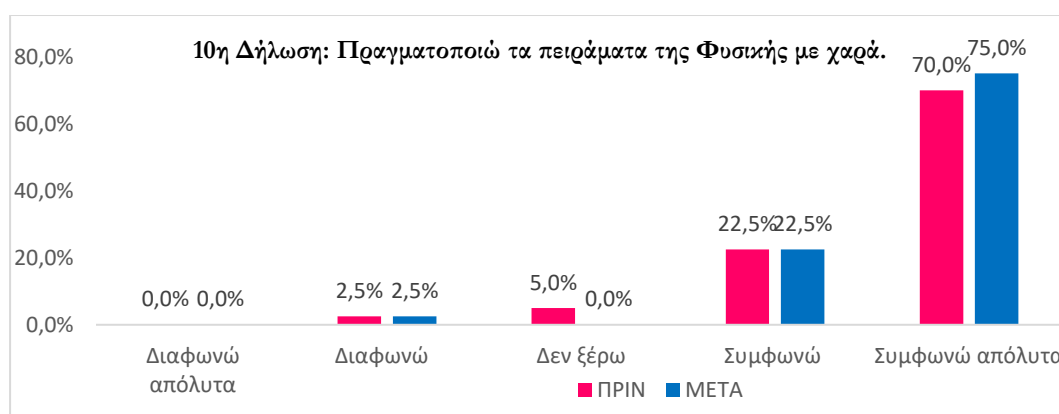
Ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών της ομάδας ελέγχου, και σχεδόν σταθερό, διατηρεί ουδέτερη στάση ως προς τη δήλωση 9 του ερωτηματολογίου που εξετάζει το κατά πόσο επιθυμούν οι μαθητές να αυξηθούν οι διδακτικές ώρες του μαθήματος της Φυσικής τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση (40% πριν, 37,5% μετά). Αντίστοιχα χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές εμφανίζονται και τα ποσοστά των υπόλοιπων θέσεων με το 20% πριν και το 17,5% μετά να μην επιθυμεί την αύξηση των ωρών και το 40% πριν και 45% μετά να τάσσεται υπέρ της αύξησης των ωρών του μαθήματος της Φυσικής.



Γράφημα 18: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 9.

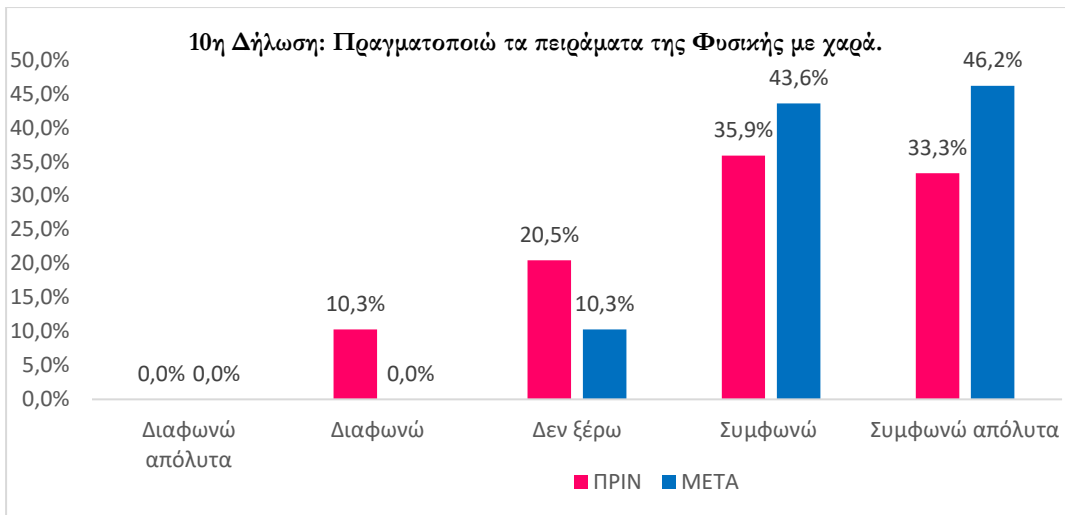
Αντίστοιχα τα αποτελέσματα της πειραματικής ομάδας όπως αυτά παρουσιάζονται στο Γράφημα 18 δείχνουν ότι σχεδόν σταθερό ποσοστό μαθητών (αθροιστικά 18% πριν και 20.5% μετά τη διδακτική παρέμβαση) δεν επιθυμούν την αύξηση των διδακτικών ωρών της Φυσικής. Ωστόσο το αρχικά ουδέτερο ποσοστό 41% μειώνεται σε 28.2% μετά τη διδακτική παρέμβαση και μετατοπίζεται προς τη θέση συμφωνώ διαμορφώνοντας τα αθροιστικά ποσοστά συμφωνίας ως προς τη δήλωση σε 41% πριν και 51.3% μετά τη διδακτική παρέμβαση.

3.3.2 Ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα



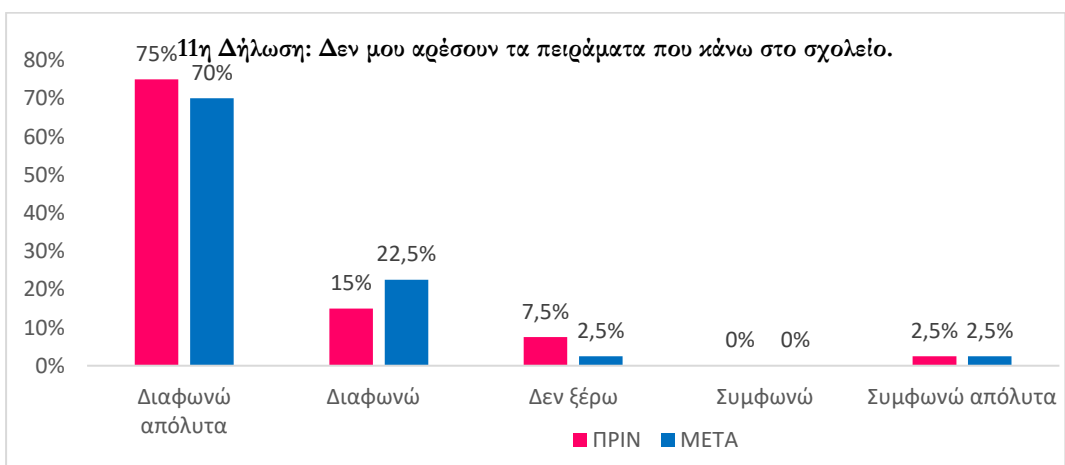
Γράφημα 19: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 10.

Στη δήλωση «πραγματοποιώ τα πειράματα της Φυσικής με χαρά» η ομάδα ελέγχου τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση εμφανίζει τα ίδια ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά στις τοποθετήσεις διαφωνώ απόλυτα (0%) και διαφωνώ (2.5%), ενώ το αρχικό 5% της θέσης δεν ξέρω μηδενίζεται μετά και μετατοπίζεται στη θέση συμφωνώ απόλυτα (πριν 70% έναντι 75% μετά) ενώ και η θέση συμφωνώ εμφανίζει σταθερό ποσοστό πριν και μετά (22.5%).



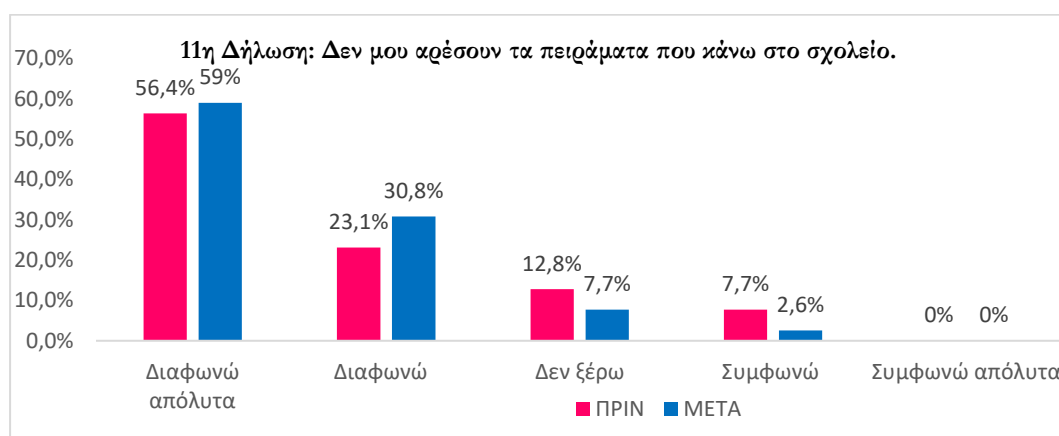
Γράφημα 20: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 10.

Στην πειραματική ομάδα ωστόσο παρατηρείται αλλαγή των θέσεων των μαθητών. Έτσι ενώ αρχικά υπήρχε ένα 10.3% το οποίο διαφωνεί ως προς τη δήλωση 3 πριν τη διδακτική παρέμβαση, μετά μηδενίζεται και μετακινείται στις θέσεις συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα. Επιπλέον ένα ποσοστό της τάξεως του 20.5% τοποθετείται ουδέτερα πριν τη διδακτική παρέμβαση ενώ υποδιπλασιάζεται μετά τη διδακτική παρέμβαση (10.3%) μετακινούμενο προς τις θέσεις συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα των οποίων τα ποσοστά διαμορφώνονται σε 43.6% και 46.2% αντίστοιχα.



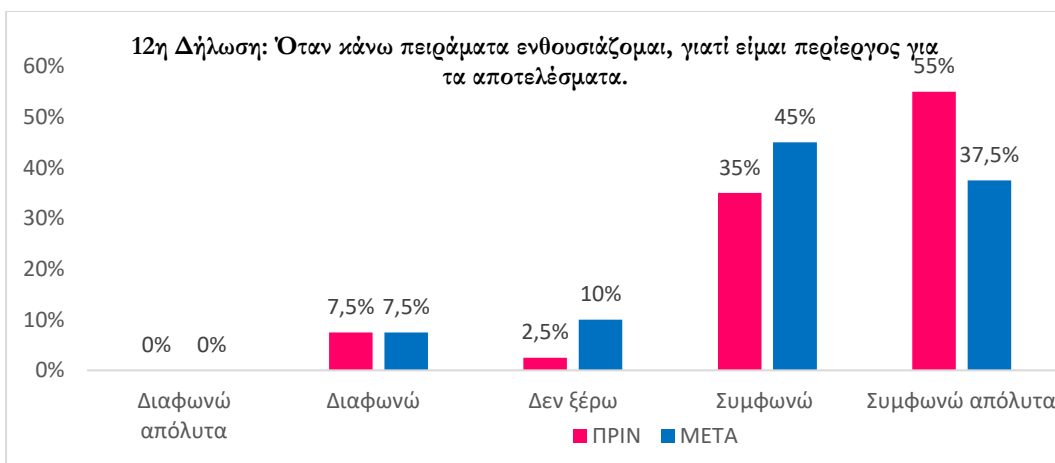
Γράφημα 21: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 11.

Και στη δήλωση 11 που ασχολείται με το κατά πόσο οι μαθητές εκτελούν με ευχαρίστηση τα πειράματα στο σχολείο η στάση των μαθητών είναι απολύτως θετική. Όπως διαπιστώνεται παρατηρώντας το Γράφημα 21, σημειώνονται ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά στις τοποθετήσεις διαφωνώ απόλυτα-διαφωνώ (αθροιστικά τα ποσοστά διαμορφώνονται σε 90% πριν τη διδακτική παρέμβαση και 92.5% μετά) και πολύ χαμηλά ποσοστά στις αρνητικές στάσεις συμφωνώ-συμφωνώ απόλυτα (2.5%) με το αρχικό ποσοστό 7.5% ουδέτερης στάσης πριν να μειώνεται σε 2.5% μετά μεταφερόμενο σε θετικές τοποθετήσεις.



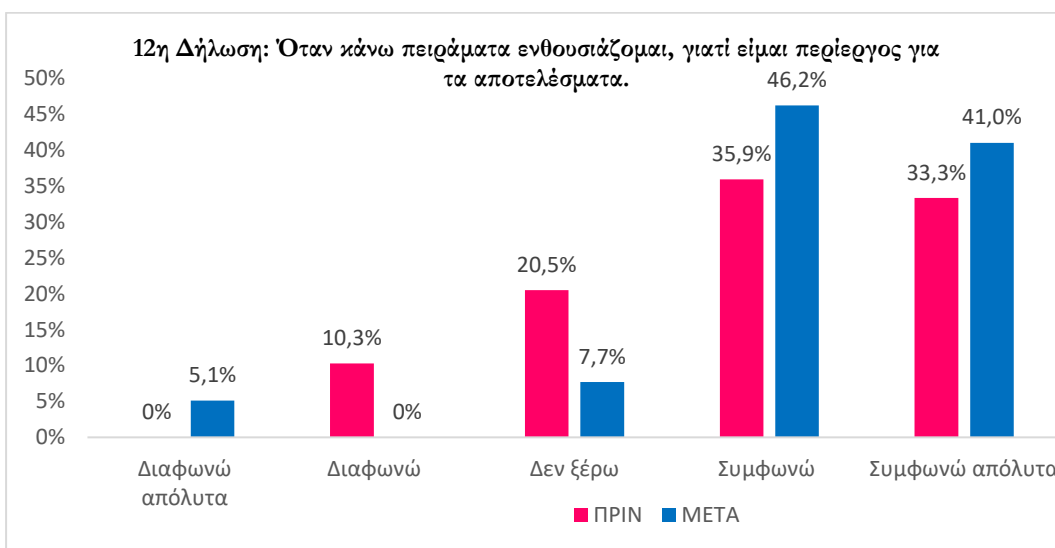
Γράφημα 22: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 11.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του Γραφήματος 22 για την πειραματική ομάδα και την τοποθέτηση των μαθητών στη δήλωση 11 του ερωτηματολογίου παρατηρείται μικρή βελτίωση στη στάση μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι ενισχύονται κατά περίπου 3% και 7% τα ποσοστά των θετικών στάσεων διαφωνώ απόλυτα και διαφωνώ αντίστοιχα και ταυτόχρονα μειώνονται κατά 5 ποσοστιαίες μονάδες τα ποσοστά της ουδέτερης στάσης δεν ξέρω και της αρνητικής στάσης συμφωνώ.



Γράφημα 23: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 12.

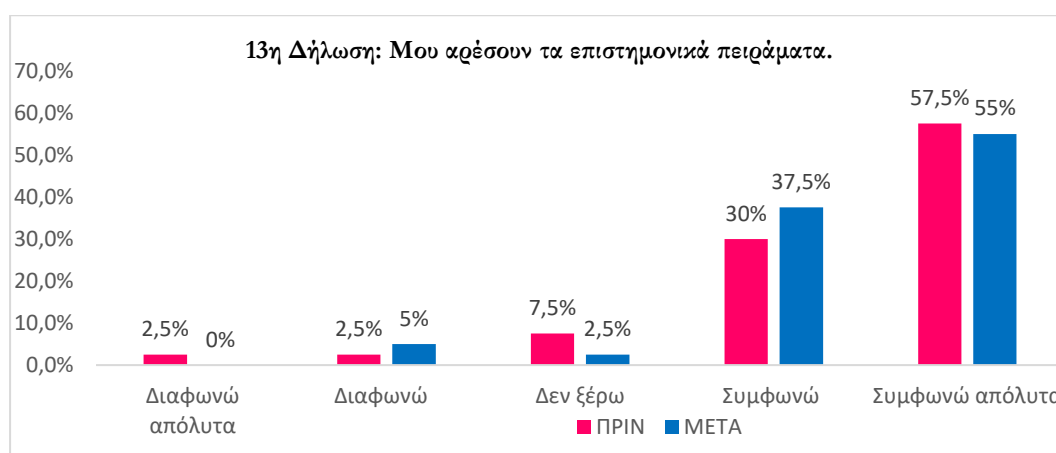
Θετική στάση παρουσιάζουν για ακόμη μία φορά οι μαθητές της ομάδας ελέγχου ως προς τη δήλωση 12 του ερωτηματολογίου όπως προκύπτει από το Γράφημα 23. Ιδιαίτερα υψηλά εμφανίζονται τα ποσοστά της τοποθέτησης συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (αθροιστικά 90% πριν και 82.5% μετά) τετραπλασιάζοντας ωστόσο το αρχικό μικρό ποσοστό (2.5%) της ουδέτερης τοποθέτησης των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Γράφημα 24: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 12.

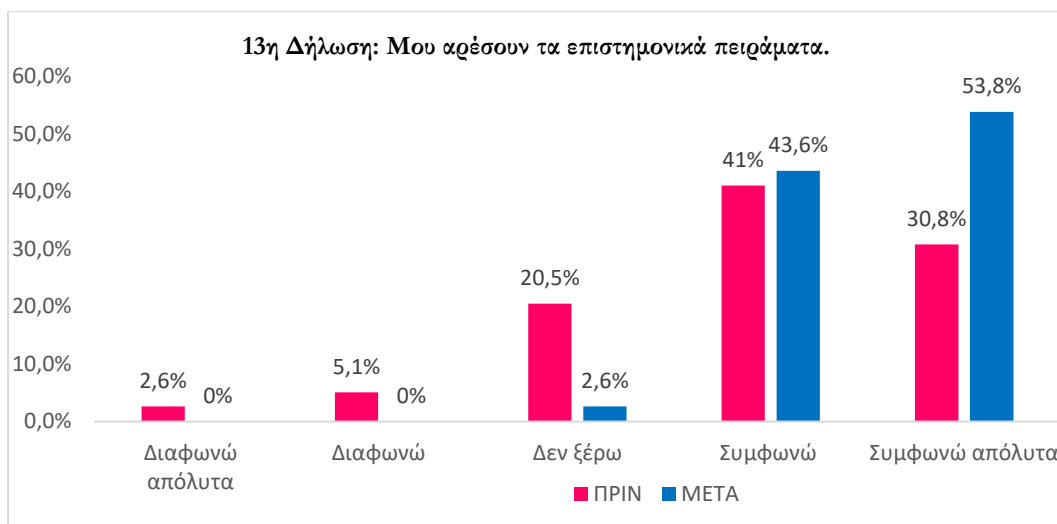
Στη δήλωση “ενθουσιάζομαι όταν πραγματοποιώ πειράματα γιατί έχω περιέργεια για τα αποτελέσματα” η πειραματική ομάδα παρουσιάζει μια διαφοροποίηση στα αποτελέσματα των τοποθετήσεων των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική

παρέμβαση. Όπως φαίνεται και στο Γράφημα 24 αρχικά υπάρχει ένα ποσοστό 20.5% των μαθητών που δεν παίρνει θέση ως προς τη δήλωση, ένα 15.6% που τοποθετείται αρνητικά απαντώντας διαφωνώ απόλυτα και διαφωνώ καθώς και ένα 69.2% που τοποθετείται θετικά δηλώνοντας ότι συμφωνεί και συμφωνεί απόλυτα. Αξίζει ωστόσο να επισημανθεί ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση μηδενίζεται τελείως το ποσοστό των αρνητικών τοποθετήσεων καθώς επίσης και ελαττώνεται πολύ το ποσοστό των μαθητών που διατηρούσαν ουδέτερη στάση. Αποτέλεσμα αυτού η σημαντική αύξηση των ποσοστών των θετικών τοποθετήσεων (αθροιστικά 87.2% μετά τη διδακτική παρέμβαση) κατά σχεδόν 20 ποσοστιαίες μονάδες.



Γράφημα 25: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 13.

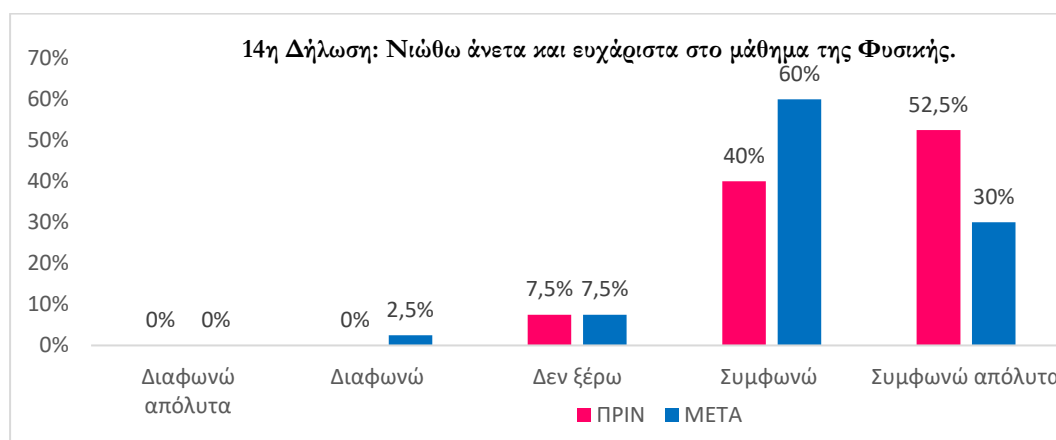
Ιδιαίτερα θετική εμφανίζεται η τοποθέτηση των μαθητών της ομάδας ελέγχου στη δήλωση “Μου αρέσουν τα επιστημονικά πειράματα” τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι σταθερό σημειώνεται το συνολικό ποσοστό των αρνητικών στάσεων (5%) μετατοπιζόμενο στη θέση διαφωνώ μηδενίζοντας τη θέση διαφωνώ απόλυτα, μειωμένο κατά 5% το ποσοστό των μαθητών που δεν τοποθετούνται και αυξημένο κατά 5% το ποσοστό της θετικής θέσης συμφωνώ με το άθροισμα των ποσοστών των θετικών στάσεων να είναι βελτιωμένο αλλά και πολύ υψηλό τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση (87.5% πριν έναντι 92,5% μετά).



Γράφημα 26: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 13.

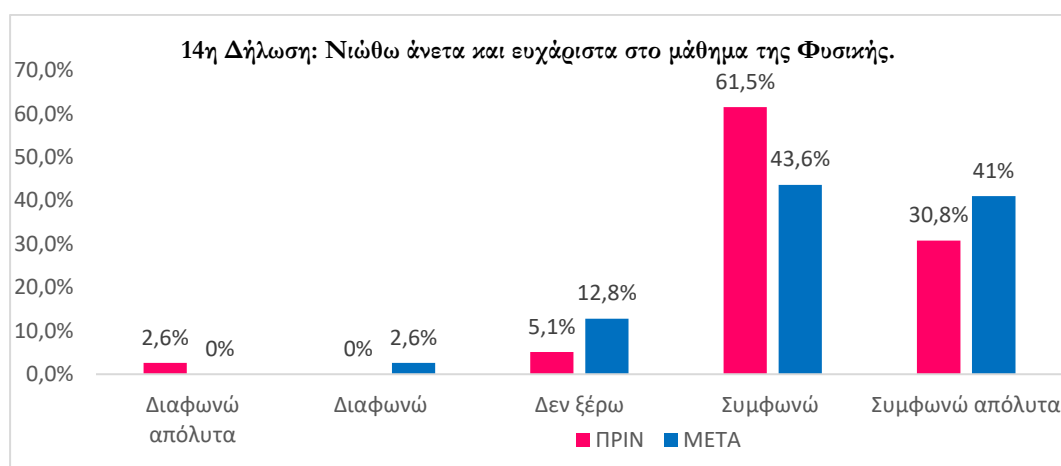
Αντίστοιχα τα δεδομένα, όπως προκύπτουν από το Γράφημα 26, για την πειραματική ομάδα δείχνουν μία μετατόπιση των ποσοστών των τοποθετήσεων των μαθητών προς θετικές στάσεις μετά τη διδακτική παρέμβαση. Παρατηρείται ότι το αρχικά μικρό ποσοστό 7.7% των μαθητών που δεν τους αρέσουν τα επιστημονικά πειράματα μηδενίζεται μετά τη διδακτική παρέμβαση μετακινούμενο στις θέσεις συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα. Επίσης αξίζει να σημειωθεί η μείωση που σημειώνει το ποσοστό των μαθητών που είχαν ουδέτερη στάση αρχικά (20,5% πριν και 2.6% μετά) και μετακινείται και αυτό στις θέσεις συμφωνώ και συμφωνώ απόλυτα με το ποσοστό αθροίσματος αυτών των στάσεων να διαμορφώνεται στην τιμή 97.4%

3.3.3 Δυσφορία-Δυσανασχέτηση ως προς τη Φυσική



Γράφημα 27: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 14.

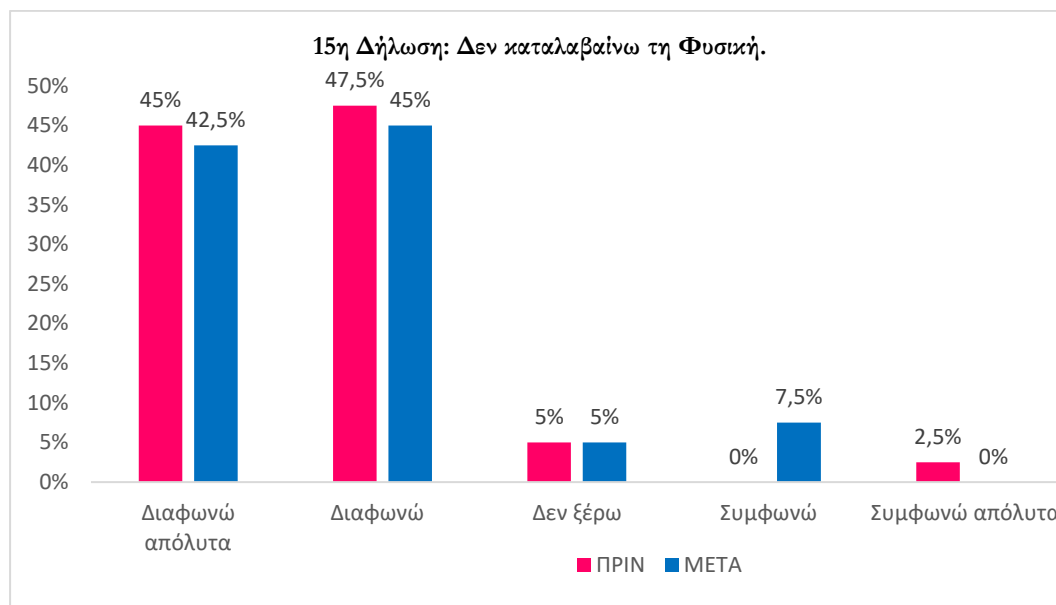
Όλοι οι μαθητές, εκτός από ένα πολύ μικρό ποσοστό 7.5% που δεν είναι σίγουρο, συμφωνούν ή συμφωνούν απόλυτα ότι νιώθουν άνετα και ευχάριστα στο μάθημα της Φυσικής. Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρείται αύξηση του ποσοστού της τοποθέτησης συμφωνώ κατά 20% και αντίστοιχα μείωση του ποσοστού της τοποθέτησης συμφωνώ απόλυτα κατά 22.5%.



Γράφημα 28: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 14.

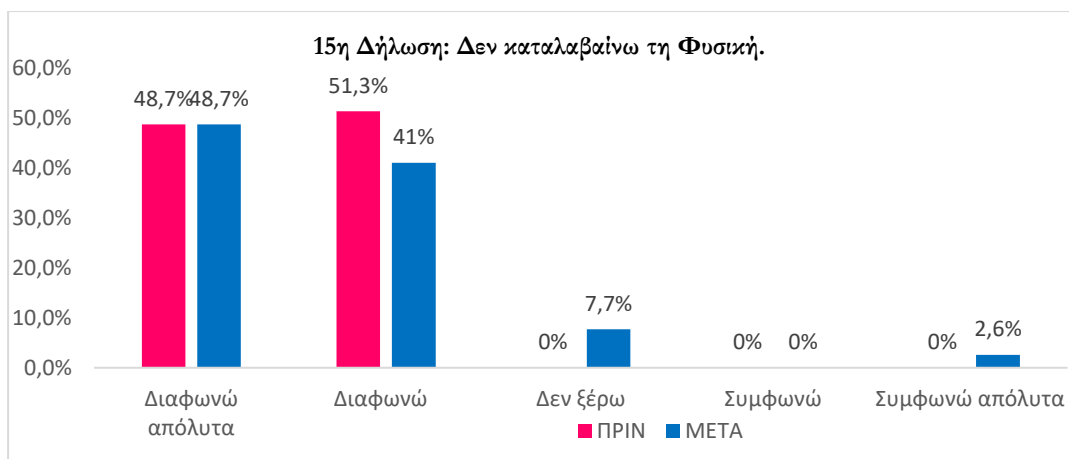
Θετική στάση ως προς τη δήλωση 14 παρουσιάζει και η πειραματική ομάδα σύμφωνα με το Γράφημα 28. Σημειώνεται μια αύξηση του ποσοστού της στάσης ουδετερότητας των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση κατά 7.7% καθώς και

μείωση του ποσοστού της τοποθέτησης συμφωνώ κατά 17.9% και αύξηση της τάξης 10.2% στην τοποθέτηση συμφωνώ απόλυτα. Επισημαίνεται η μετακίνηση ποσοστού 7.7% των μαθητών που πριν τη διδακτική παρέμβαση είχαν θετική στάση σε στάση ουδέτερη μετά τη διδακτική παρέμβαση.



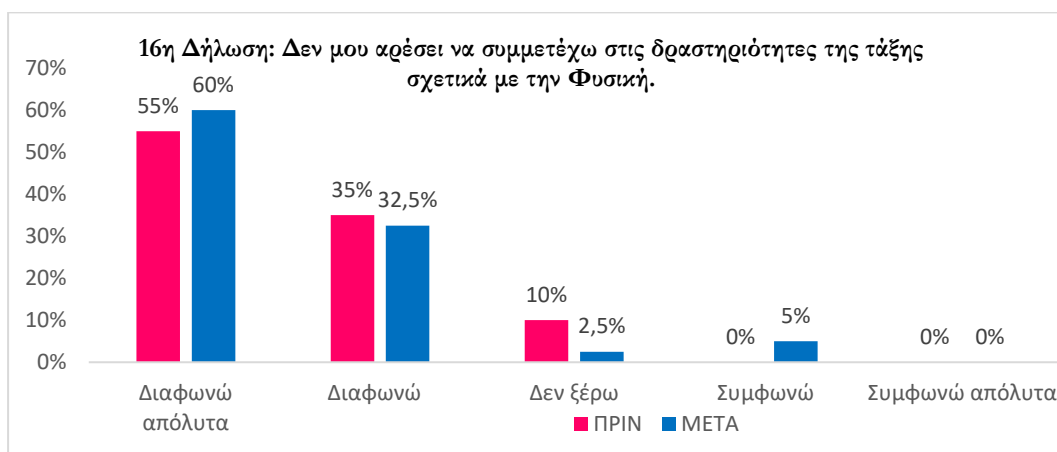
Γράφημα 29: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 15.

Παρατηρώντας το Γράφημα 29 προκύπτει ότι δεν υπάρχουν διαφορές στις τοποθετήσεις των μαθητών της ομάδας ελέγχου στη δήλωση 15 του ερωτηματολογίου. Έτσι η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών διαφωνεί ή διαφωνεί απόλυτα στο ότι δεν καταλαβαίνει τη Φυσική τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ένα μόλις 5% μετακινείται από αυτές τις θέσεις προς τη θέση συμφωνώ μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Γράφημα 30: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 15.

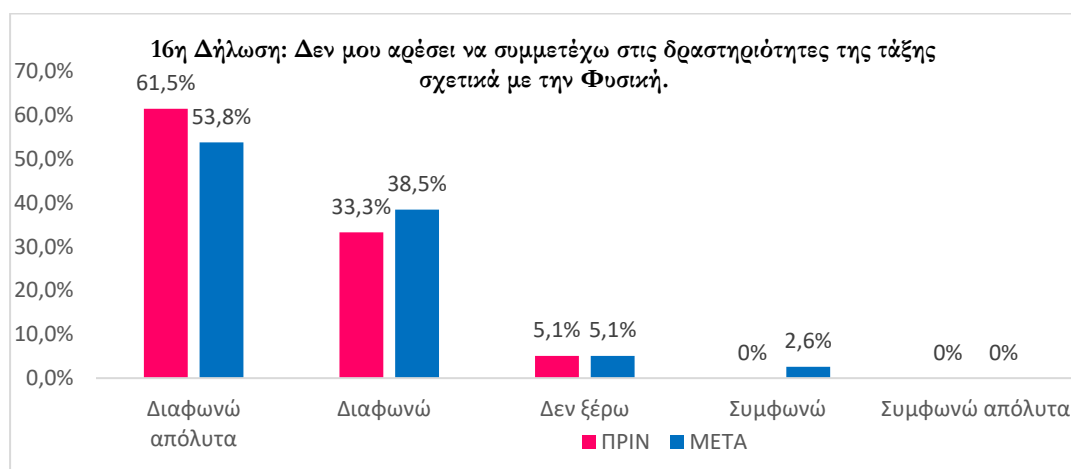
Αντίστοιχη είναι και η εικόνα που παρουσιάζει η πειραματική ομάδα για τη δήλωση 14 όπως παρουσιάζεται στο Γράφημα 30. Και πάλι η πλειοψηφία των μαθητών (αθροίζοντας τις θετικές στάσεις προκύπτει 100% πριν και 89.7% μετά) δηλώνει ότι καταλαβαίνει το μάθημα της Φυσικής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ωστόσο ένα 7.7% της αρχικά θετικής στάσης τοποθετείται ουδέτερα και ένα 2.6% αρνητικά μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Γράφημα 31: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 16.

Πολύ υψηλά τόσο πριν όσο και μετά παρουσιάζονται τα ποσοστά των μαθητών της ομάδας ελέγχου που δηλώνουν ότι τους αρέσει να συμμετέχουν στις σχετικές με τη Φυσική δραστηριότητες της τάξης. Έτσι η πλειοψηφία των μαθητών διαφωνεί και διαφωνεί απόλυτα στη δήλωση 16 του ερωτηματολογίου με αθροιστικό ποσοστό

90% πριν και 92.5% μετά τη διδακτική παρέμβαση και το αρχικό 10% που διατηρεί ουδέτερη στάση μετατρέπεται σε 2.5%.



Γράφημα 32: Τα ποσοστά των απαντήσεων των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση στη δήλωση 16.

Απόλυτα αρνητική εμφανίζεται και η τοποθέτηση των μαθητών της πειραματικής ομάδας στη δήλωση 16 “δεν μου αρέσει να συμμετέχω στις δραστηριότητες της τάξης σχετικά με την Φυσικής” με το 94.8% να διαφωνεί ή να διαφωνεί απόλυτα πριν και το 92.3% μετά τη διδακτική παρέμβαση, μόλις το 2.6% να συμφωνεί μετά και ένα 5.1% να μην παίρνει θέση πριν και μετά, όπως παρουσιάζεται και στο Γράφημα 32.

Στατιστικοί Έλεγχοι

3.3.3.1 Συγκρίσεις πριν και μετά σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη φυσική, το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα και τη δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής για την ομάδα ελέγχου.

Στους πίνακες 3.11, 3.12 και 3.13 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργήθηκαν για τις τρεις κατηγορίες στάσεων για τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

Πίνακας 3.11 Στατιστικός Έλεγχος Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Ενδιαφέρον για τη Φυσική μετά –	Negative Ranks	13 ^a	18,23	237,00
Ενδιαφέρον για τη Φυσική πριν	Positive Ranks	20 ^b	16,20	324,00
	Ties	7 ^c		
	Total	40		
Ενδιαφέρον για τα πειράματα μετά –	Negative Ranks	17 ^a	13,62	231,50
Ενδιαφέρον για τα πειράματα πριν	Positive Ranks	11 ^b	15,86	174,50
	Ties	12 ^c		
	Total	40		
Δυσφορία για τη Φυσική μετά –	Negative Ranks	16 ^a	12,81	205,00
Δυσφορία για τη Φυσική μετά	Positive Ranks	8 ^b	11,88	95,00
	Ties	16 ^c		
	Total	40		

a. META < ΠPIN

b. META > ΠPIN

c. META = ΠPIN

Πίνακας 3.12 Στατιστικά test

<i>Test Statistics^a</i>			
	Ενδιαφέρον για Φυσική μετά - Ενδιαφέρον για Φυσική πριν	Ενδιαφέρον για πειράματα μετά - Ενδιαφέρον για πειράματα πριν	Δυσφορία για Φυσική μετά - Δυσφορία για Φυσική πριν
Z	-,780 ^b	-,657 ^b	-1,609 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,435	,511	,108

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

Πίνακας 3.13

Statistics						
	Ενδιαφέρ ον για Φυσική πριν	Ενδιαφέρ ον για Φυσική μετά	Ενδιαφέρ ον για πειράματ α πριν	Ενδιαφέρ ον για πειράματ α μετά	Δυσφορ ία για Φυσική πριν	Δυσφορ ία για Φυσική μετά
N	40	40	40	40	40	40
Mean	35,8500	36,3500	17,9500	17,8000	13,2250	12,8750
Median	36,0000	38,0000	18,0000	18,0000	13,0000	13,0000
Std. Deviation	6,21640	6,15838	2,48018	2,35557	1,70200	1,57199
Minimum	19,00	19,00	9,00	9,00	7,00	9,00
Maximum	45,00	45,00	20,00	20,00	15,00	15,00

Από τον μη παραμετρικό στατιστικό έλεγχο Wilcoxon Signed Rank που διενεργήθηκε προέκυψε ότι για τους μαθητές της ομάδας ελέγχου δεν παρατηρείται

στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον παράγοντα “ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική” πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=-.780$, $p=.435$). Παρατηρείται η τιμή της διαμέσου μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M_d=38,00$) να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πριν ($M_d=36,00$).

Αντίστοιχα και για τον παράγοντα “ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα” διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank όπου και πάλι δεν προέκυψε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ($Z=-.657$, $p=.511$). Η τιμή της διαμέσου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση δεν παρουσίασε διαφορά ($M_d=18,00$).

Τέλος και για τον τρίτο παράγοντα “δυσφορία ως προς τη Φυσική” τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon Signed Rank δεν ήταν στατιστικά σημαντικά ($Z=-1.609$, $p=.108$) για τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Και πάλι η τιμή της διαμέσου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση δεν παρουσίασε διαφορά ($M_d=13,00$).

3.3.3.2 Συγκρίσεις πριν και μετά σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική, το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα και τη δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής για την πειραματική ομάδα.

Στους πίνακες 3.14,3.15 και 3.16 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργήθηκαν για τις τρεις κατηγορίες στάσεων για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας.

Πίνακας 3.14 Στατιστικός Έλεγχος Wilcoxon Signed Ranks Test

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Ενδιαφέρον για τη Φυσική μετά –	Negative Ranks	18 ^a	15,75	283,50
Ενδιαφέρον για τη Φυσική πριν	Positive Ranks	15 ^b	18,50	277,50
	Ties	6 ^c		
	Total	39		
Ενδιαφέρον για τα πειράματα μετά –	Negative Ranks	8 ^a	12,69	101,50
	Positive Ranks	23 ^b	17,15	394,50

Ενδιαφέρον για τα πειράματα πριν	Ties	8 ^c		
	Total	39		
Δυσφορία για τη Φυσική μετά –	Negative Ranks	14 ^a	13,07	183,00
Δυσφορία για τη Φυσική μετά	Positive Ranks	10 ^b	11,70	117,00
	Ties	15 ^c		
	Total	39		

a. META < ΠΡΙΝ

b. META > ΠΡΙΝ

c. META = ΠΡΙΝ

Πίνακας 3.15 Στατιστικά test

<i>Test Statistics^a</i>			
	Ενδιαφέρον για Φυσική μετά - Ενδιαφέρον για Φυσική πριν	Ενδιαφέρον για πειράματα μετά - Ενδιαφέρον για πειράματα πριν	Δυσφορία για Φυσική μετά - Δυσφορία για Φυσική πριν
Z	-,054 ^c	-2,899 ^c	-,964 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,957	,004	,335

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Πίνακας 3.16

Statistics						
	Ενδιαφέρον για Φυσική πριν	Ενδιαφέρον για Φυσική μετά	Ενδιαφέρον για πειράματα πριν	Ενδιαφέρον για πειράματα μετά	Δυσφορία για Φυσική πριν	Δυσφορία για Φυσική μετά
N	39	39	39	39	39	39
Mean	36,0000	36,0513	16,0513	17,5128	13,2308	13,0000
Median	35,0000	36,0000	16,0000	18,0000	13,0000	13,0000
Std. Deviation	5,47242	5,95133	2,84650	2,24630	1,52973	1,67017

Minimum	24,00	20,00	10,00	12,00	8,00	9,00
Maximum	45,00	45,00	20,00	20,00	15,00	15,00

Διενεργήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας από όπου προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τον παράγοντα “ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική” πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($Z=-.054$, $p=.957$). Παρατηρείται η τιμή της διαμέσου μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M_d=36,00$) να είναι λίγο μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πριν ($M_d=35,00$).

Αντίστοιχα και για τον παράγοντα “ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα” πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Signed Rank όπου προέκυψε στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα ($Z=-2.899$, $p=.004$). Παρατηρείται η τιμή της διαμέσου μετά τη διδακτική παρέμβαση ($M_d=18,00$) να είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη πριν ($M_d=16,00$). Συμπερασματικά προκύπτει ότι η πειραματική ομάδα εμφάνισε βελτιωμένες στάσεις ως προς το ενδιαφέρον που εκδήλωσαν για το πείραμα μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Τέλος και για τον τρίτο παράγοντα “δυσφορία ως προς τη Φυσική” τα αποτελέσματα του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon Signed Rank δεν έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($Z=-.964$, $p=.335$) για τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Η τιμή της διαμέσου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση δεν παρουσίασε διαφορά ($M_d=13,00$).

3.3.3.3 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική.

Στους πίνακες 3.17 και 3.18 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργήθηκαν για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των στάσεων για το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική των μαθητών των δύο ομάδων.

Πίνακας 3.17 Στατιστικός Έλεγχος Mann-Whitney U

Ranks				
	ΟΜΑΔΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Ενδιαφέρον για τη Φυσική πριν	Ομάδα ελέγχου	40	40,41	1616,50
	Πειραματική ομάδα	39	39,58	1543,50
	Total	79		
Ενδιαφέρον για τη Φυσική μετά	Ομάδα ελέγχου	40	40,91	1636,50
	Πειραματική ομάδα	39	39,06	1523,50
	Total	79		

Πίνακας 3.18 Στατιστικοί Έλεγχοι^a

	Ενδιαφέρον για τη Φυσική πριν	Ενδιαφέρον για τη Φυσική μετά
Mann-Whitney U	763,500	743,500
Wilcoxon W	1543,500	1523,500
Z	-,162	-,359
Asymp. Sig. (2-tailed)	,871	,720

a. Grouping Variable: ΟΜΑΔΑ

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Mann-Whitney U test) για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου ως προς τις στάσεις τους για το ενδιαφέρον ως προς τη Φυσική. Από τα αποτελέσματα προέκυψε δεν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο πριν τη διδακτική παρέμβαση ($U = 763.500$, $p = .871$) όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U = 743.500$, $p = .720$).

3.3.3.4 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα

Στους παρακάτω πίνακες 3.19 και 3.20 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργήθηκαν για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των στάσεων για το ενδιαφέρον των μαθητών των δύο ομάδων ως προς τα πειράματα.

Πίνακας 3.19 Στατιστικός Έλεγχος Mann-Whitney U

		Ranks			
		ΟΜΑΔΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Ενδιαφέρον για τα πειράματα πριν	Ομάδα ελέγχου		40	48,24	1929,50
	Πειραματική ομάδα		39	31,55	1230,50
	Total		79		
Ενδιαφέρον για τα πειράματα μετά	Ομάδα ελέγχου		40	41,68	1667,00
	Πειραματική ομάδα		39	38,28	1493,00
	Total		79		

Πίνακας 3.20 Στατιστικοί Έλεγχοι^a

	Ενδιαφέρον για τα πειράματα πριν	Ενδιαφέρον για τα πειράματα μετά
Mann-Whitney U	450,500	713,000
Wilcoxon W	1230,500	1493,000
Z	-3,271	-,668

Asymp. Sig. (2-tailed)	,001	,504
------------------------	------	------

a. Grouping Variable: ΟΜΑΔΑ

Χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Mann-Whitney U test) για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου ως προς τις στάσεις τους για το ενδιαφέρον ως προς τα πειράματα. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων πριν τη διδακτική παρέμβαση ($U = 450.500$, $p = .001$). Η πειραματική ομάδα εμφανίζει μικρότερη τιμή μέσης κατάταξης (31.55) από την ομάδα ελέγχου (48.24). Μετά τη διδακτική παρέμβαση ωστόσο μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($U = 713.000$, $p = .504$).

3.3.3.5 Συγκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής-ελέγχου) πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση σχετικά με τη δυσφορία ως προς τη Φυσική.

Στους πίνακες 3.21 και 3.22 που ακολουθούν παρουσιάζονται τα δεδομένα από τους στατιστικούς ελέγχους που διενεργήθηκαν για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των στάσεων δυσφορίας ως προς τη Φυσική των μαθητών των δύο ομάδων.

Πίνακας 3.21 Στατιστικός Έλεγχος Mann-Whitney U

		Ranks		
	ΟΜΑΔΑ	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Δυσφορία για τη Φυσική πριν	Ομάδα ελέγχου	40	40,03	1601,00
	Πειραματική ομάδα	39	39,97	1559,00
	Total	79		
	Ομάδα ελέγχου	40	38,70	1548,00

Δυσφορία για τη Φυσική μετά	Πειραματική ομάδα Total	39 79	41,33	1612,00
-----------------------------------	-------------------------------	----------	-------	---------

Πίνακας 3.22 Στατιστικοί Έλεγχοι^a

	Δυσφορία για τη Φυσική πριν	Δυσφορία για τη Φυσική μετά
Mann-Whitney U	779,000	728,000
Wilcoxon W	1559,000	1548,000
Z	-,010	-,520
Asymp. Sig. (2- tailed)	,992	,603

a. Grouping Variable: ΟΜΑΔΑ

Για να ερευνηθεί εάν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου ως προς τις στάσεις τους για τη δυσφορία προς τη Φυσική χρησιμοποιήθηκε μη παραμετρικός έλεγχος δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Mann-Whitney U test). Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές τόσο πριν τη διδακτική παρέμβαση ($U = 779.000$, $p = .992$) όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση ($U = 728.000$, $p = .603$) μεταξύ των δύο ομάδων.

4 Συμπεράσματα-Συζήτηση

Μετά από τη στατιστική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν από τις απαντήσεις των μαθητών/τριών διαπιστώνεται ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) όσον αφορά στο σύνολο των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου που εξετάζει τις γνώσεις περιεχομένου. Έτσι ενώ πριν τη διδακτική παρέμβαση δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, μετά τη διδακτική παρέμβαση οι δύο ομάδες εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματά τους.

Πιο συγκεκριμένα στα στοιχεία του ερωτηματολογίου που αποτελούνταν από τις ερωτήσεις 1 έως 7, 9 έως 11 και 14 έως 16 τόσο οι μαθητές της ομάδας ελέγχου όσο και οι μαθητές της πειραματικής ομάδας σημείωσαν υψηλά ποσοστά σωστών απαντήσεων και πριν αλλά και μετά τη διδακτική παρέμβαση, χωρίς να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα αποτελέσματα των στατιστικών αναλύσεων. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο δεδομένου ότι η διδακτική έρευνα υλοποιήθηκε σε πρότυπο γυμνάσιο όπου ο μέσος όρος των μαθητών/τριών που φοιτούν σε αυτό διαθέτει υψηλό γνωστικό επίπεδο. Επιπρόσθετα σε αυτό βοήθησε το γεγονός ότι η διδακτική παρέμβαση αφορούσε ένα γνωστικό αντικείμενο που ήταν ήδη οικείο στους μαθητές/τριες (έννοιες της κινηματικής και της ταχύτητας προσεγγίζονται από το δημοτικό) και το μόνο άγνωστο κομμάτι που προσεγγίστηκε ήταν η διανυσματική έννοια της ταχύτητας για τον προσδιορισμό της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης, η οποία ωστόσο δεν εντάσσεται στη διδακτέα ύλη της Β γυμνασίου και για τον λόγο αυτό δεν προσεγγίστηκε διαγραμματικά.

Ωστόσο υπήρξαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα στα στοιχεία του ερωτηματολογίου που αποτελούνταν από τις ερωτήσεις 7,8,12 και 13. Έτσι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αποτελεσμάτων που παρουσίασαν οι δύο ομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση και με τις δύο ομάδες να βελτιώνουν τα αποτελέσματά τους, με την πειραματική ομάδα ωστόσο να υπερτερεί έναντι της ομάδας ελέγχου.

Κατά συνέπεια υπάρχει διαφορά στην κατανόηση της έννοιας της διανυσματικής ταχύτητας και των φυσικών μεγεθών από τα οποία εξαρτάται καθώς και του τρόπου εξάρτησης από τους μαθητές/τριες που προσέγγισαν αυτές τις έννοιες πειραματικά

με χρήση νέων τεχνολογιών (και πιο συγκεκριμένα του Arduino uno) συγκριτικά με τους μαθητές που διδάχτηκαν χωρίς χρήση Arduino.

Εξετάζοντας τα ερωτήματα της έρευνας που αφορούν στο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη Φυσική και τη δυσφορία ως προς το μάθημα της Φυσικής δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μαθητών/τριών των δύο ομάδων τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Τόσο η ομάδα ελέγχου όσο και η πειραματική ομάδα παρουσιάζουν υψηλό ενδιαφέρον για τη Φυσική και δεν εκδηλώνουν δυσφορία και δυσανασχέτηση ως προς το μάθημα της Φυσικής ανεξάρτητα από το αν η διδασκαλία που εφαρμόζεται πραγματοποιείται με χρήση του μικροελεγκτή Arduino ή χωρίς.

Ωστόσο παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα που προκύπτουν για τη διερεύνηση του ερωτήματος της έρευνας που εξετάζει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών ως προς τα επιστημονικά πειράματα πριν την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης. Πιο συγκεκριμένα τα αποτελέσματα των μαθητών/τριών της πειραματικής ομάδας πριν την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης παρουσιάζουν μικρότερη τιμή μέσης κατάταξης (31.55) από την ομάδα ελέγχου (48.24) και κατά συνέπεια μικρότερο ενδιαφέρον ως προς τα επιστημονικά πειράματα σε σύγκριση με τους μαθητές/τριες που συμμετέχουν στην ομάδα ελέγχου. Ουσιαστική βελτίωση ωστόσο παρουσιάζουν τα αποτελέσματα μετά τη διδακτική παρέμβαση όπου οι τιμή μέσης κατάταξης αυξάνεται (38,28) και πλέον δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη σύγκριση των δύο ομάδων. Συνεπώς υπάρχει ενίσχυση των στάσεων των μαθητών/τριών ως προς το ενδιαφέρον που επιδεικνύουν απέναντι στα επιστημονικά πειράματα όταν στη διδασκαλία ενσωματώνεται η πειραματική προσέγγιση με χρήση Arduino.

Η παραπάνω τοποθέτηση επιβεβαιώνεται και από αντίστοιχες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί στο εξωτερικό και εξετάζουν την επίδραση της ενσωμάτωσης του Arduino στο εργαστήριο στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών. Ενδεικτικά αναφέρεται η εργασία (Petry et al., 2016) κατά την οποία πραγματοποιήθηκε ένα σύνολο πειραμάτων Φυσικής στους τομείς της Οπτικής, της Θερμοδυναμικής και των Κυμάτων με χρήση της πλατφόρμας του Arduino, η οποία έδειξε ότι οι μαθητές εκτίμησαν το έργο με ποσοστό μεγαλύτερο του 94% αυτών να απαντούν ότι τα πειράματα ήταν «ενδιαφέροντα» ή «πολύ ενδιαφέροντα» παρόλο που η τοποθέτησή τους για τη Φυσική ως δύσκολο θέμα δεν άλλαξε. Σε μια

άλλη μελέτη, οργανώθηκαν δραστηριότητες με το Arduino για την εισαγωγή του επαγγέλματος του μηχανικού (Herger and Bodarky, 2015). Επίσης σε μία μελέτη που υλοποιήθηκε σε πρωτοετής φοιτητές προέκυψε ότι οι τεχνολογικές εφαρμογές στη φυσική του εργαστηρίου (μία από αυτές η χρήση Arduino) έχουν σημαντική θετική επίδραση στη στάση των μαθητών της ομάδας μελέτης απέναντι στην τεχνολογία και τις ΤΠΕ (Kırıkkaya and Başaran, 2018). Σε μια παρόμοια μελέτη, το Arduino προτιμήθηκε για την μύηση στην ρομποτική μέσα από την παράδοση μιας σειράς εργαστηρίων σε μαθητές Λυκείου. Στόχος των εργαστηρίων αυτών ήταν να παρέχουν στους μαθητές τη γνώση και δεξιότητες απαραίτητες για το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη δοκιμή ρομπότ για ένα διαγωνισμό ρομποτικής ο οποίος επιτεύχθηκε με επιτυχία (Hernandez-Barrera, 2014). Σε αντίστοιχες μελέτες για το Arduino στην Ελλάδα και το εξωτερικό αναφέρεται ότι τα κίνητρα των μαθητών είναι αυξημένα και προτιμάται γιατί είναι ένα φθινό πρόγραμμα (Arakliotis et al., 2016 and Merino et al., 2016).

Καταλήγοντας προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ενσωμάτωση της χρήσης του Arduino στη διδασκαλία μπορεί να θεωρηθεί αρκετά ενδιαφέρουσα και αποτελεσματική καθώς και πολλά υποσχόμενη. Πλεονεκτήματα στη χρήση του Arduino αποτελούν το ιδιαίτερα χαμηλό κόστος του καθώς και το ότι είναι ένα σύστημα ανοιχτού κώδικα (που καθιστά εφικτή τη χρήση του σε όλες τις σχολικές μονάδες και βαθμίδες), ο εύκολος σχετικά προγραμματισμός του που είναι δυνατό να επιτευχθεί και από άτομα χωρίς ειδικές υπολογιστικές γνώσεις καθώς και η αξιοποίηση αυτού του εργαλείου σε πολλές και διαφορετικές έννοιες τόσο της Φυσικής όσο και των Φυσικών Επιστημών γενικά, μιας και διατίθεται ένας μεγάλος αριθμός αισθητήρων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ευρέως.

Η παρούσα έρευνα που διεξήχθη στα πλαίσια μεταπτυχιακού προγράμματος υπόκειται σε μερικούς περιορισμούς οι οποίοι δεν επιτρέπουν την εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων που αφορούν όλους τους μαθητές/τριες. Ο σημαντικότερος περιορισμός της έρευνας είναι το σχετικά μικρό δείγμα μαθητών/τριών. Επιπρόσθετα λόγω της πανδημίας του κορωνοϊού και των δύσκολων συνθηκών που προκύπτουν από αυτή, υπήρξε περιορισμός στη χρονική διάρκεια της παρουσίας του ερευνητή στις τάξεις για την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης καθώς και την δυνατότητα εφαρμογής της σε περισσότερα του ενός σχολεία. Τέλος το γνωστικό αντικείμενο μελέτης προς το παρόν δεν ανήκει στη

διδασκεία ύλη της τάξης που υλοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση αλλά αποτελεί προέκταση της μέσης ταχύτητας που ήταν ήδη γνωστή από τους μαθητές/τριες, και αυτό περιόρισε αρκετά τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που αφορούσε το γνωστικό κομμάτι.

Στα πλαίσια λοιπόν της παρούσης έρευνας προτείνεται η εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου με χρήση Arduino και πάλι στη Β Γυμνασίου στο μέλλον, όπου αναμένεται η εισαγωγή της έννοιας της διανυσματικής ταχύτητας και της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης στη διδασκεία ύλη του μαθήματος της Φυσικής. Επίσης προτείνεται η εφαρμογή του διδακτικού σεναρίου σε δείγμα που θα απαρτίζεται από μεγαλύτερο αριθμό μαθητών/τριών ή ακόμα αν είναι εφικτό και σε περισσότερα του ενός σχολεία. Αντίστοιχες έρευνες προτείνεται να υλοποιηθούν και σε διαφορετικές θεματικές ενότητες του μαθήματος της Φυσικής με υλοποίηση πειραμάτων που χρησιμοποιούν Arduino.

5 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

5.1 Ξένη Βιβλιογραφία

- Ajzen, I. (1988). Attitudes, personality, and behavior. Chicago: Dorsey.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (2000). Attitudes and the attitude-behavior relation: Reasoned and automatic processes. In W. Stroebe & M. Hewstone (Eds.), *European review of social psychology* (pp. 1–33). Chichester: John Wiley.
- Albarracin, D., & Wyer, R. S. (2005). Belief formation, organization and change: Cognitive and motivational influences. In D. Albarracin, B. T. Johnson, & M. P. Zanna (Eds.), *Handbook of attitudes and attitude change* (pp.273-322). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Allport, G.W. (1935). Attitudes. In C. Murchison (Ed) *Handbook of Social Psychology*, Worcester, Mass: Clark University Press.
- Arakliotis, S., Nikolos, D. G., & Kalligeros, E. (2016). Lawris: A rule-based Arduino programming system for young students. In *2016 5th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST)* (pp. 1-4). IEEE.
- Baker, T. R., & White, S. H. (2003). The effects of G.I.S. on students' attitudes, selfefficacy, and achievement in middle school science classrooms. *Journal of Geography*, *102*, 243–254.
- Balanskat, A., Blamire, R., & Kefala, S. (2006). The ICT impact report. *European Schoolnet*, *1*, 1-71.
- Barmby, P., Kind, P.M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International Journal of Science Education*, *30*(8), 1075–1093.
- Blurton, C. (1999). New directions of ICT-use in education.
- Bodzin, A. M., & Beerer, K. M. (2003). Promoting Inquiry-Based Science Instruction: The Validation of the Science Teacher Inquiry Rubric (sTIR). *Journal of Elementary Science Education*, *15*(2), 39-49.
- Ceuppens, S. (2019). Learning of physics and mathematics concepts in an integrated STEM curriculum. In *LESEC Science Education Research Symposium*, Leuven.

Bybee R., Taylor J., Gardner A., Van Scotter P., Powell J. C., Westbrook A., & Landes N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: BSCS.

Çetinkaya, M., & Taş, E. (2015). Developing, implementing, evaluation of an attitude scale for towards science and technology education. *Journal of Education and Human Development*, 4(2), 152-158.

Chen, J. & Chang, C. (2006). Using computers in early childhood classrooms: Teachers' attitudes, skills and practices. *Journal of Early Childhood Research*, 4(2), 169-188.

Cheung, D. (2009). Developing a Scale to Measure Students' Attitudes toward Chemistry Lessons. *International Journal of Science Education Vol. 31*, No. 16, 2185–2203.

Crano, W.D., & Prislin, R. (2006). Attitudes and persuasion. *Annual Review of Psychology*, 57, 345–374.

Darrah, M., Humbert, R., Finstein, J., Simon, M., & Hopkins, J. (2014). Are virtual labs as effective as hands-on labs for undergraduate physics? A comparative study at two major universities. *Journal of science education and technology*, 23(6), 803-814.

Dormido, S. (2002). Control Learnig: Present and Future. In: Proc. 15th IFAC World Congress on Automatic Control. Barcelona, Spain.

Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993). *The psychology of attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich.

Edwards, A. L., & Kenney, K. C. (1946). A comparison of the Thurstone and Likert techniques of attitude scale construction. *Journal of Applied psychology*, 30(1), 72.

Ellermeijer, T., & Tran, T. B. (2019). Technology in Teaching Physics: Benefits, Challenges, and Solutions. *Upgrading Physics Education to Meet the Needs of Society*, 35-67.

- Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs, and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of Education for Teaching*, 15, 13-33.
- Evangelou, F., & Kotsis, K. (2019). Real vs virtual physics experiments: comparison of learning outcomes among fifth grade primary school students. A case on the concept of frictional force. *International Journal of Science Education*, 41(3), 330-348.
- Fetler, M. (2001). Student mathematics achievement tests scores, dropout rates and teacher characteristics. *Teacher Education Quarterly*, 28(1), 151-168.
- Flanagan, L. and Jacobsen, M. (2003). Technology leadership for the twenty- first century principal. *Journal of Educational Administration*, 41(2), 124-142.
- Forman, G., & Pufall, P. B. (Eds.). (1988). *Constructivism in the computer age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Francis, L. J., & Greer, J. E. (1999). Attitude toward science among secondary school pupils in Northern Ireland: Relationship with sex, age and religion. *Research in Science & Technological Education*, 17(1), 67–74.
- Gardner, P. L. (1975a). Attitudes to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1– 41.
- Ghavifekr, S. & Rosdy, W.A.W. (2015). Teaching and learning with technology: Effectiveness of ICT integration in schools. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 1(2), 175-191.
- Gittins, J. (1988). It's better than MacDonal'd's: Exploring Greenspace. In *Second Conference on Heritage Presentation and Interpretation*, University of Warwick, Coventry, England.
- Gothwal, V. K., Wright, T. A., Lamoureux, E. L., & Pesudovs, K. (2009). Guttman scale analysis of the distance vision scale. *Investigative ophthalmology & visual science*, 50(9), 4496-4501.
- Greenwald, A. G. 1989, 'Why are attitudes important?'. In Pratkanis, A. R., Breckler, S. J. & Greenwald, A. G. (Ed.). *Attitude Structure and Function* (pp. 1-10). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Gupta, N., Tejovanth, N., & Murthy, P. (2012, January). Learning by creating: Interactive programming for Indian high schools. In *2012 IEEE International Conference on Technology Enhanced Education (ICTEE)* (pp. 1-3). IEEE.

Guttman, L. (1944). A basis for scaling qualitative data. *American Sociological Review*, *9*, 139-150.

Hallam, S., & Ireson, J. (2003). Secondary school teachers' attitudes towards and beliefs about ability grouping. *British Journal of Educational Psychology*, *73*, 343–356.

Hassan, G. (2008). Attitudes toward science among Australian tertiary and secondary school students. *Research in Science & Technological Education*, *26*(2), 129–147.

Hederson D. (2020). Benefits of ICT in Education. *International Digital Organization for Scientific Research IDOSR JOURNAL OF ARTS AND MANAGEMENT*, *5*(1), 51-57.

Henger, M. L., & Bodarky, M. (2015). Engaging students with open-source technologies and Arduino. 5th IEEE Integrated STEM Conference, Princeton, New Jersey.

Hernandez-Barrera, A. (2014, March). Teaching introduction to robotics: Using a blend of problem-and project-based learning approaches. In *IEEE SOUTHEASTCON 2014* (pp. 1-5). IEEE.

Hill G., Atwater, M., & Wiggins, J. (1995). Attitudes toward science of urban seventh grade life science students over time, and the relationship to future plans, family, teacher, curriculum, and school. *Urban Education*, *30*, 71–92.

Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, *36*(15), 2534–2553.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: foundation for the twenty-first century. *International Journal of Science Education*, *88*, 28-54.

Hong, Z.R. (2010). Effects of a collaborative science intervention on high achieving students' learning anxiety and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1971–1988.

Hong, Z.R., Lin, H.S., Wang, H.H., Chen H.T., Yang, K.K. (2013). Promoting and Scaffolding Elementary School Students' Attitudes Toward Science and Argumentation Through a Science and Society Intervention. *International Journal of Science Education*, 35, 16-25

Huang B. (2015). Open-source Hardware – Microcontrollers and Physics Education - Integrating DIY Sensors and Data Acquisition with Arduino. Paper ID #14073

Husnaini, S. J., & Chen, S. (2019). Effects of guided inquiry virtual and physical laboratories on conceptual understanding, inquiry performance, scientific inquiry self-efficacy, and enjoyment. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010119.

Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2007). Examining teachers' beliefs about ICT in education: implications of a teacher preparation programme. *Teacher Development: An international journal of teachers' professional development*, 11(2), 149-173.

Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, 7(4), 396.

Kaffash, H. R., Kargiban, Z. A., Kargiban, S. A., & Ramezani, M. T. (2010). A close look into role of ICT in education. *International Journal of Instruction*, 3(2), 63-82.

Kind, P. M., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitudes toward science measures. *International Journal of Science Education*, 29(7), 871–893.

Kirikkaya, E. B., & Basaran, B. (2019). Investigation of the effect of the integration of arduino to electrical experiments on students' attitudes towards technology and ICT by the mixed method. *European Journal of Educational Research*, 8(1), 31-48.

Koballa, T. R., & Crawley, F. E. (1985). The influence of attitude on science teaching and learning. *School Science and Mathematics*, 85, 222–232.

Koballa, T. R., & Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 75–102). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Koballa, T.R. Jr. (1988). Attitudes and related concepts in science education. *Science Education*, 72, 115–126.

König, J., Jäger-Biela, D. J. & Glutsch, N. (2020). Adapting to online teaching during COVID-19 school closure: teacher education and teacher competence effects among early career teachers in Germany. *European Journal of Teacher Education*, 43:4, 608-622.

Kruglanski, A. W. (1989). *Lay epistemics and human knowledge: Cognitive and motivational basis*. New York: Plenum.

Lawrence, J. E. & Tar, U. A. (2018). Factors that influence teachers' adoption and integration of ICT in teaching/learning process. *Educational Media International*, 55(1), 79-105.

Likert, R. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes". *Archives of Psychology* 140: 1–55.

Malafantis, K. D. (2012). Teaching literature through new technologies. *Education and society: research and innovation in new technologies*. Athens: Σύγχρονη Εκδοτική, 169-179.

Medin, G. L., & Petric, M. (2015). Embedded lab: Arduino projects in science lessons, 2015 4th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Budva, Montenegro, 284-289.

Merino, P. P., Ruiz, E. S., Fernandez, G. C., & Gil, M. C. (2016, October). Robotic Educational Tool to engage students on Engineering. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-4). IEEE.

Mikropoulos, T. A. (2000). On the pedagogy of open and distance learning systems. *Department of Primary Education, University of Illinois, Hellas* amikrop@ cc. uoi. gr.

- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Minstry of Education. (2006). The comparison and analyze between Taiwan and United States females obtaining high academic degree and teaching in university. Retrieved from http://www.edu.tw/files/site_content/B0013/94fegain.pdf.
- Mumtaz, S. (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9:3, 319-342.
- Murphy, C., & Beggs, J. (2003). Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109–116.
- Murphy, C., Ambusaidi, A., & Beggs, J. (2006). Middle East meets West: Comparing children's attitudes to school science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 405–422.
- National Research Council (NRC). (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- Newman, D., Griffin, P., & Cole, M. (1989). The construction zone: Working for cognitive change in school. *New York: Cambridge University Press of administrative support. Educational Media International* 34(3), 136-13.
- Nguyen, V. B., Tran, N. C., Krause, E. & Le, H. M. N. (2019). "Conceptions of experiments in teaching mathematics and teaching physics in Vietnam." *Didaktik der Physik*, 117-123.
- Odom, A. L., Stoddard, E., & LaNasa, S. (2007). Teacher practices and middle school science achievements. *International Journal of Science Education*, 29, 1329–1346.
- Organtini, G., (2018). "Arduino as a tool for physics experiments". IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1076 (2018) 012026 doi :10.1088/1742-6596/1076/1/012026

Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions (Vol. 6). London, United Kingdom: Futurelab.

Osborne, J., Simon, S. and Collins, S. (2003). Attitude towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education* 25, no. 9, 1049–1079.

Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning* (No. 47). University of Illinois press.

Pantazis, S., Stylos, G., Kotsis, T. K. & Georgopoulos, K. (2021). The effect of 3D Printing technology on primary school students' content knowledge, anxiety and interest towards science. *International Journal of Educational Innovation*, 3(1), 38-50.

Papanastasiou, C., & Papanastasiou, E. C. (2002). The process of science achievement. *Science Education International*, 13(2), 12–24.

Papert, S. (1987). Information Technology and Education: Computer criticism vs. Technocentric thinking. *Educational Researcher Journal*, 16(1), 22-30.

Paul, C. (2002). Literature Review: The impact of ICT on learning and teaching. Retrieved from <http://www.det.wa.edu.au/education/cmiseval/downloads/pd/impactreview.pdf>

Petry, C. A., Pacheco, F. S., Lohmann, D., Correa, G. A., & Moura, P. (2016). Project teaching beyond Physics: Integrating Arduino to the laboratory. In *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEET)* (pp. 1-6). IEEE.

Petty, R. E., & Cacioppo, J. T. (1981). Attitudes and persuasion: Classic and contemporary approaches. Dubuque, IA: William C. Brown.

Piaget, J. (1973). To understand is to invent. New York: Grossman.

Player-Koro, C. (2012). Factors Influencing Teachers' Use of ICT in Education. *Education Inquiry*, 3(1), 93-108.

Pratkanis A.R., & Greenwald, A.G. (1989). A Sociocognitive Model of Attitude Structure and Function. In L. Berkowitz, *Advances in Experimental Social Psychology*. New York: Academic Press.

Reid, N. (2006). Thoughts on attitude measurement. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 24, No. 1, May 2006, pp. 3–27.

Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist*, 44, 162-169.

Ricco, R., Pierce, S. S., & Medinilla, C. (2010). Epistemic beliefs and achievement motivation in early adolescence. *Journal of Early Adolescence*, 30(2), 305–340.

Rosenberg, M. J. & Hovland, C. I. 1960, 'Cognitive, affective, and behavioural components of attitudes', in Hovland, C. I. & Rosenberg, M. J. (Ed.). *Attitude Organisation and Change: An Analysis of Consistency Among Attitude Components* (pp.1-14), New Haven, CT: Yale University Press.

Sadik, A. (2006). Factors influencing teachers' attitudes toward personal use and school use of computers. *Evaluation Review*, 30(1), 86–113.

Schibeci, R., MacCallum, J., Cumming-Potvin, W., Durrant, C., Kissane, B. & Miller, E.J. (2008). Teachers' journeys towards critical use of ICT. *Learning, Media and Technology*, 33(4), 313-327.

Shrigley, R. (1990). Attitudes and behavior are correlates. *Journal of Research in Science teaching*, 27, 97–113.

Sime, D. & Priestleyw, M. (2005). Student teachers' first reflections on information and communications technology and classroom learning: implications for initial teacher education. *Journal of Computer Assisted learning* 21(2), 130–142.

Simpson, R., Koballa, T.R., Oliver, J., & Crawley, F. (1994). Research on the effective dimension of science learning. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (New York: Macmillan).

Singer, S. R., Hilton, M. L., & Schweingruber, H. A. (Eds) (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, WA: National Academies Press.

Smith, E. M., Stein, M. M., Walsh, C., & Holmes, N. G. (2020). Direct measurement of the impact of teaching experimentation in physics labs. *Physical Review X*, *10*(1), 011029.

Strauss, M. J. (1994). A constructivist dialogue. *Journal of Humanistic Education and Development*, *32*(4), 183-87.

Strzys, M. P., Kapp, S., Thees, M., Klein, P., Lukowicz, P., Knierim, P., ... & Kuhn, J. (2018). Physics holo. lab learning experience: using smartglasses for augmented reality labwork to foster the concepts of heat conduction. *European Journal of Physics*, *39*(3), 035703.

Tatli, Z., & Ayas, A. (2010). Virtual laboratory applications in chemistry education. *Procedia-Social and behavioral sciences*, *9*, 938-942.

Tezci, E. (2011). Factors that influence preservice teachers' ICT usage in education. *European Journal of Teacher Education*, *34*, 483-499.

Thurstone, L.L. (1931). Rank order as a psychological method. *Journal of Experimental Psychology*, *14*, 187-201.

Tinio V. L., (2003). ICT in Education, [Volume 6 of E-Primers for the information economy, society and polity](#). *E-ASEAN Task Force*.

Tondeur, J., Braak, V. J., & Valcke, M. (2007). Curricula and the use of ICT in education: Two worlds apart? *British Journal of Educational Technology*, *38*(6), 962–976.

Trowbridge, D. E., & McDermott, L. C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American journal of Physics*, *49*(3), 242-253.

Van Damme, G. (2003). ICT in practice for physical education & sports.

Volná, M., Látal, F., Kainzová, V., & Říha, J. (2011). Modern Tools for Popularization and Motivation Students in Physics Teaching. *Problems of Education in the 21st Century*, *31*, 112-118.

- Voogt, J., & Pelgrum, H. (2005). ICT and curriculum change. *Human Technology, 1*(2), 157-175.
- Wastiau, P., Blamire, R., Kearney, C., Quittre, V., Gaer, E. V. & Monseur, C. (2013). The Use of ICT in Education: a survey of schools in Europe. *European Journal of Education, Part I, 48*(1), 11-27.
- Watson, D.M. (2001). Pedagogy before technology: Re-thinking the relationship between ICT and teaching. *Education and Information Technology, 6*(4), 251-266.
- Welle-Strand, A. (1991). Evaluation of the Norwegian Program of Action: The Impact of Computers in the Classroom and How Schools Learn. *Computers & Education, 16*(1), 29-35.
- World Bank (1998). The World Development Report 1998/99. *Quoted in Blurton, C., New Directions of ICT-Use in Education.*
- Yu, C. C., & Hsu, J. H. (2017). Applications of the Arduino electronics in the kinematics.” The Asian Conference on Education & International Development 2017 Official Conference Proceedings.
- Zacharia, Z. C. (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning, 23*(2), 120-132.
- Zanna, M. P., & Fazio, R. H. (1982). The attitude-behavior relation: Moving toward a third generation of research. In M. P. Zanna, E. T. Higgins, C. P. Herman (Eds.), *Consistency in social behavior: The Ontario symposium* (Vol. 2, pp. 283-301). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Zhang, C. (2013). A Study of Internet Use in EFL Teaching and Learning in Northwest China. *Asian Social Science, 9*(2), 48-52.
- Zint, M. (2002). Comparing three attitude-behavior theories for predicting science teachers' intention. *Journal of Research in Science Volume 39, Issue 9*, 819–844, DOI: 10.1002/tea.10047.

5.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Δαφέρμος, Β. (2005). Κοινωνική Στατιστική με το SPSS. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις ΖΗΤΗ.

Εμβαλωτής, Α., Κατσή, Α., & Σιδερίδης, Γ. (2006). Στατιστική μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας (Α έκδοση). Ιωάννινα.

Κατσή, Α., Σιδερίδης, Γ., Εμβαλωτής, Α. (2010). Στατιστικές μέθοδοι στις κοινωνικές επιστήμες. Αθήνα: Τόπος

Κασιίλλης, Ι., (2006). Επαγωγική Στατιστική Εφαρμοσμένη στις Κοινωνικές Επιστήμες και την Εκπαίδευση με έμφαση στην Ανάλυση με Υπολογιστές. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

Κοκκινάκη, Φ. (2005). Κοινωνική Ψυχολογία: Εισαγωγή στη Μελέτη της Κοινωνικής Συμπεριφοράς. Gutenberg Τυπωθήτω, Αθήνα.

Κώτσης, Κ. (2014). Συσχέτιση των ορθών αντιλήψεων των μαθητών δημοτικού, σε απλές έννοιες της μηχανικής, από την αναπτυξιακή νοητική τους ηλικία.

Μπαμπινιώτης, Ε. (2000). Νέες Τεχνολογίες και Ποιοτική Παιδεία. *Το Βήμα*, 03 Δεκεμβρίου 2000, Κωδικός Άρθρου: B13131B142.

Νικολαΐδου, Σ. & Γιακουμάτου, Τ. (2001). Διαδίκτυο και Διδασκαλία. Αθήνα: Κέδρος.

Νούσης, Β., (2019). Arduino για αρχάριους, με έμφαση στη χρήση του στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. ISBN : 978-618-83502-3-6

Παλιούρας, Α., (2017) Κατασκευάζω και Προγραμματίζω με τον μικροελεγκτή Arduino, ISBN: 978-960-93-8945-7

Παπαϊωάννου, Α., Ζουρμπάνος, Ν., & Μίνος, Γ. (2016). Εφαρμογές της Στατιστικής στις Επιστήμες του Αθλητισμού και της Υγείας με την χρήση του SPSS. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα.

Στύλος Γ., Κώτσης Θ. Κ., Εμβαλωτής Α., (2014). Πρακτικές εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Φυσικής (Α΄ μέρος),

Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό, Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση. Τεύχος 5 - Χειμώνας 2014.

Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. (2004), Στάσεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία τους, στο Μ. Γρηγοριάδου (επιμ.), Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Τόμος Α', 165-176, Αθήνα.

Halliday, D., Resnick, R. & Krane R. S. (2009). Φυσική, Α' Τόμος. Εκδόσεις Πνευματικός.

Hewitt, P. G. (2015). Οι Έννοιες της Φυσικής. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο.

Young, H. D. (1994). Πανεπιστημιακή φυσική. Τόμος Α' «Μηχανική Θερμοδυναμική», Εκδόσεις Παπαζήση.

5.3 Δικτυογραφία

Seilias, <https://www.seilias.gr>

Arduino, <https://www.arduino.cc/>

6 Παραρτήματα

6.1 Παράρτημα Α Ερωτηματολόγιο

1η ενότητα ερωτηματολογίου

Κυκλώστε το σωστό (για τις σωστές κατά την γνώμη σας) ή το λάθος (για τις λανθασμένες κατά τη γνώμη σας) στις παρακάτω προτάσεις:

1) Για ένα σώμα που κινείται με σταθερή ταχύτητα όσο περνάει ο χρόνος τόσο μεγαλώνει και η απόσταση που διανύει.

Σωστό

Λάθος

2) Για ένα σώμα που κινείται με σταθερή ταχύτητα όσο περνάει ο χρόνος η απόσταση που διανύει μικραίνει.

Σωστό

Λάθος

3) Για ένα σώμα που θέλει να διανύσει συγκεκριμένη απόσταση για να φτάσει στον προορισμό του και κινείται με σταθερή ταχύτητα, όσο περνάει ο χρόνος τόσο η υπολειπόμενη μέχρι τον προορισμό απόσταση ελαττώνεται.

Σωστό

Λάθος

Κυκλώστε το σωστό (για τις σωστές κατά την γνώμη σας) ή το λάθος (για τις λανθασμένες κατά τη γνώμη σας) στις παρακάτω προτάσεις:

4) Όσο πιο γρήγορα τρέχει ένα σώμα τόσο μεγαλύτερη απόσταση διανύει σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Σωστό

Λάθος

5) Όσο πιο μικρή ταχύτητα έχει ένα σώμα τόσο πιο γρήγορα τρέχει.

Σωστό

Λάθος

6) Όσο πιο μικρή ταχύτητα έχει ένα σώμα τόσο περισσότερο χρόνο χρειάζεται για να διανύσει μία συγκεκριμένη απόσταση.

Σωστό

Λάθος

7) Η ταχύτητα ενός σώματος είναι ανεξάρτητη από την μετατόπισή του.

Σωστό

Λάθος

8) Η ταχύτητα ενός σώματος εξαρτάται από το χρονικό διάστημα και μάλιστα τα δύο μεγέθη είναι αντιστρόφως ανάλογα.

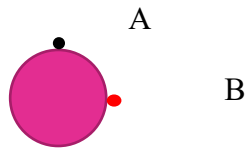
Σωστό

Λάθος

9) Τι απόσταση διανύει ένα άλογο όταν καλπάζει με σταθερή ταχύτητα 36 Km/h επί μισή ώρα; (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- i) 1080 m
- ii) 18Km
- iii) δε γνωρίζω

10) Δύο πεζοί ξεκινούν από το κέντρο ενός κύκλου και κατευθύνονται ακτινικά ο ένας προς το σημείο A και ο άλλος προς το σημείο B όπως φαίνεται στο σχήμα.



Αν οι πεζοί κινούνται το ίδιο γρήγορα (με το ίδιο μέτρο ταχύτητας) τότε ο χρόνος που απαιτείται για να φτάσει ο καθένας στο σημείο κίνησής του (A & B) ισχύει:

- i. Αυτός που θα φτάσει στο σημείο A θέλει περισσότερο χρόνο
- ii. Αυτός που θα φτάσει στο σημείο B θέλει περισσότερο χρόνο
- iii. Ο χρόνος είναι ίδιος και για τους δύο πεζούς
- iv. Δεν γνωρίζω

11) Ποια είναι η ταχύτητα ενός σκύλου που διανύει απόσταση 40 Km σε 1 ώρα αν θεωρήσουμε ότι τρέχει με σταθερή ταχύτητα; (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

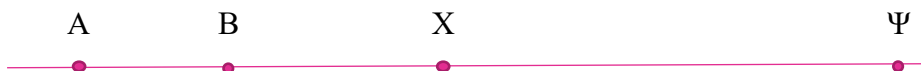
- i. 40 Km/h
- ii. 40 m/s
- iii. Δεν γνωρίζω

12) Την στιγμή που το ταχύμετρο ενός αυτοκινήτου που κινείται στην δεξιά λωρίδα ενός δρόμου δείχνει 100 Km/h , το αυτοκίνητο διασταυρώνεται με ένα άλλο που κινείται στην αριστερή λωρίδα του δρόμου και το ταχύμετρό του δείχνει επίσης 100 Km/h. Έχουν τα δύο αυτοκίνητα την ίδια ταχύτητα; (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- i. Ναι
- ii. Όχι
- iii. Δεν γνωρίζω

13) Ένα αυτοκίνητο ξεκινά να κινείται από το σημείο A (όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα). Για να διανύσει την απόσταση από το σημείο X στο σημείο Ψ χρειάζεται 5s κινούμενο με σταθερή ταχύτητα v . Ένα δεύτερο κινητό ξεκινά από το σημείο B και κινείται με την ίδια σταθερή ταχύτητα v προς το σημείο Ψ. Για να διανύσει το δεύτερο κινητό την απόσταση από το σημείο X στο σημείο Ψ σε σχέση με το πρώτο κινητό χρειάζεται χρόνο: (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

A) 5s B) Λιγότερο από 5s Γ) Περισσότερο από 5s Δ) Δεν γνωρίζω



14) Όταν ένα σώμα κινείται ευθύγραμμα με σταθερό μέτρο ταχύτητας 2m/s, τότε:

Να επιλέξετε μια απάντηση κυκλώνοντας την επιλογή σας.

- i. σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με 2 δευτερόλεπτα διανύει απόσταση 2 μέτρων.
- ii. σε οποιοδήποτε χρονικό διάστημα της κίνησής του διανύει απόσταση 2 μέτρων.
- iii. σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με δύο δευτερόλεπτα διανύει απόσταση 1 μέτρου.
- iv. σε κάθε χρονικό διάστημα ίσο με 1 δευτερόλεπτο διανύει απόσταση 2 μέτρων.
- v. Δεν γνωρίζω

15) Αν ένα αυτοκίνητο κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=50 \text{ Km/h}$ για πόσο χρόνο πρέπει να κινείται για να διανύσει 300 Km ; (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- i. Για 5 ώρες και 30 λεπτά
- ii. Για 6 ώρες
- iii. Δεν γνωρίζω

16) Δύο πόλεις A και B βρίσκονται στον ίδιο ευθύγραμμο δρόμο. Ένας δρομέας φτάνει από την πόλη A στην B σε χρόνο $\Delta t=30 \text{ min}$ όταν κινείται με σταθερή ταχύτητα $v=10 \text{ m/s}$. Η απόσταση των δύο πόλεων είναι: (κυκλώστε την σωστή απάντηση)

- i. 18 Km
- ii. 16000 m
- iii. Δεν γνωρίζω

2^η ενότητα ερωτηματολογίου

Δηλώστε το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σας στις παρακάτω δηλώσεις.

A/A		Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν ξέρω	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
1	Κάνω με ευχαρίστηση τα μαθήματα της Φυσικής στο σπίτι, χωρίς να βαριέμαι.	1	2	3	4	5
2	Βαριέμαι όταν μελετώ Φυσική.	1	2	3	4	5
3	Η Φυσική είναι ένα από τα μαθήματα που μου αρέσουν.	1	2	3	4	5
4	Δυσανασχετώ-κουράζομαι όταν διαβάζω Φυσική.	1	2	3	4	5
5	Εάν ήταν δυνατό θα επέλεγα άλλο μάθημα στη θέση της Φυσικής.	1	2	3	4	5
6	Τα θέματα της Φυσικής δε με ενδιαφέρουν.	1	2	3	4	5
7	Χαίρομαι κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και των πειραμάτων της Φυσικής.	1	2	3	4	5
8	Διαβάζω το μάθημα της Φυσικής επειδή είμαι υποχρεωμένος/η.	1	2	3	4	5
9	Θέλω να αυξηθούν οι ώρες που κάνουμε Φυσική.	1	2	3	4	5

3^η ενότητα ερωτηματολογίου

Δηλώστε το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σας στις παρακάτω δηλώσεις.

A/A		Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν ξέρω	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
10	Πραγματοποιώ τα πειράματα της Φυσικής με χαρά.	1	2	3	4	5
11	Δεν μου αρέσουν τα πειράματα που κάνω στο σχολείο.	1	2	3	4	5
12	Όταν κάνω πειράματα ενθουσιάζομαι, γιατί είμαι περίεργος για τα αποτελέσματα.	1	2	3	4	5
13	Μου αρέσουν τα επιστημονικά πειράματα.	1	2	3	4	5

4^η ενότητα ερωτηματολογίου

Δηλώστε το βαθμό συμφωνίας ή διαφωνίας σας στις παρακάτω δηλώσεις.

A/A		Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν ξέρω	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
14	Νιώθω άνετα και ευχάριστα στο μάθημα της Φυσικής.	1	2	3	4	5
15	Δεν καταλαβαίνω την Φυσική.	1	2	3	4	5
16	Δεν μου αρέσει να συμμετέχω στις δραστηριότητες της τάξης σχετικά με την Φυσική.	1	2	3	4	5

6.2 Παράρτημα Β Κώδικας Arduino

Η βασική έκδοση του κώδικα που χρησιμοποιήθηκε είναι η ακόλουθη :

```
//Constants
```

```
const int sensor0 = A0;
```

```
const int num_LEDs = 5;
```

```
//Variables
```

```
int s0 = 0;
```

```

int timer1=0;

long Timer[num_LEDs];

long p0 = 0, tt = 0;

bool u = false, proc_enable = false;

float thr = 0;

String pp1 = ";" ;

int xx = 0;

String ss = "";

String s_ready = "Το Σύστημα είναι έτοιμο....";

String p_sens0 = "Τοποθετήστε τον αισθητήρα ";

String p_sens1 = "λοβού LED και πατήστε i";

String p_menu = "(Για Menu πατήστε m + Enter)";

String p_env = "Η τάση περιβάλλοντος είναι: ";

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(sensor0, INPUT);

  thr = avg_thres();

  Serial.print(p_env); //

  Serial.print(thr * 5.0 / 1023.0 , 2); //

  Serial.println(" V");

  delay(2000);

  Serial.print("Το κατώφλι (+0.5V για σταθερότητα) είναι : ");

  thr += 204.8;

  // thr = 500.0;

  Serial.print(thr * 5.0 / 1023.0 , 2); //

  Serial.println(" V");

  delay(2000);

  Serial.print("Πλήθος LED: ");

  Serial.println(num_LEDs, DEC);

  clear_times();

  Serial.println(s_ready);

```

```

set_proc();
proc_enable = true;
}
void loop() {
  if (proc_enable) {
    if (s0 > thr) {
      p0 = s0;
    }
    s0 = analogRead(sensor0);
    timer1 = millis();
    // Serial.println(timer1+pp1+s0);
    // Serial.println(s0, DEC);
    if (s0 < thr && p0 > thr) {
      if (Timer[xx] == 0) {
        Timer[xx] = millis();
        p0 = 0;
        Serial.print(" | ");
      }
      xx++;
      if (xx > num_LEDs - 1) {
        u = false;
        for (int i = 0; i < num_LEDs; i++) {
          if (Timer[i] == 0) u = true;
        }
        xx = 0;
        if (u == true) {
          Serial.println();
          Serial.println("Σφάλμα...");
          Serial.println(p_menu);
        } else {
          if (proc_enable == true) {

```

```
    proc_enable = false;
    xx = 0;
    delay(2000);
    Serial.println();
    Serial.println("Λήψη Χρόνων επιτυχής...");
    Serial.println(p_menu);
  }
}
}
}
}
delay(2);
}
```

```
void set_proc() {
  ss = "";
  for (int i = 0; i < num_LEDs; i++) {
    if (i <= 9)ss += " ";//
    ss += i + 1;
    ss += " ";
  }
  Serial.println(ss);
  ss = "";
}
```

```
float avg_thres() {
  float tt = 0;
  for (int i = 0; i < 100; i++) {
    tt += analogRead(sensor0) ;
  }
  tt /= 100.00;
```

```

    return tt;
}

void print_times() {
    Serial.println();
    for (int i = 0; i < num_LEDs; i++) {
        Serial.print("T");
        Serial.print(i + 1, DEC);
        Serial.print(" = ");
        Serial.print(Timer[i], DEC);
        Serial.println(" mS");
    }
}

void clear_times() {
    Serial.print("Διαγραφή Χρόνων ");
    for (int i = 0; i < num_LEDs; i++) {
        Timer[i] = 0;
        delay(100);
        Serial.print(".");
    }
    p0 = 0;
    Serial.println(" ok");
}

void serialEvent() {
    while (Serial.available()) {
        byte inChar = (byte)Serial.read();
        switch (inChar) {
            case 'm':
                ss = "-----\n";
                ss += "Για επανεκκίνηση πατήστε -> r\n";

```

```

ss += "Εκτύπωση Χρόνων -> t\n";
ss += "Διαγραφή Χρόνων -> c\n";
ss += "Υπολογισμό Τάσης Περιβάλλοντος -> e";
Serial.println(ss);
delay(100);
ss = "Υπολογισμό Τάσης LED -> d\n";
ss += "Νέα μέτρηση -> n\n+ <Enter> η <Αποστολή>\n";
ss += "-----";
Serial.println(ss);
ss = "";
break;
case 'n':
    ss = "Τοποθετήστε το όχημα στην αρχή του διαδρόμου και πατήστε γ";
    Serial.println(ss);
    ss = "";
    break;
case 'γ':
    Serial.print("Προετοιμασία");
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        delay(100);
        Serial.print(".");
    }
    clear_times();
    Serial.println(" οκ");
    Serial.println(s_ready);
    set_proc();
    proc_enable = true;
    break;
case 't':
    print_times();
    break;

```

```

case 'c':
    clear_times();
    break;
case 'i': {
    float ww = avg_thres() * 5.0 / 1023.0;
    ss += ww;
    ss += " V";
    Serial.println(ss);
    ss = "";
}
break;
case 'e':
    Serial.print(p_sens0);
    Serial.print("εκτός ");
    Serial.println(p_sens1);
    ss = p_env;
    break;
case 'd':
    Serial.print(p_sens0);
    Serial.print("εντός ");
    Serial.println(p_sens1);
    ss = "Η τάση LED είναι: ";
    break;
case 'r':
    Serial.println("Γίνεται επανεκκίνηση...");
    setup();
    break;
default:
    break;
}
}
}

```