



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Η επίδραση εργαστηριακών-διερευνητικών
δραστηριοτήτων στην κατανόηση εννοιών της
Φυσικής και τις πεποιθήσεις
αυτοαποτελεσματικότητας μελλοντικών
εκπαιδευτικών**

ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΤΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2023

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»

**Η επίδραση εργαστηριακών-διερευνητικών
δραστηριοτήτων στην κατανόηση εννοιών της Φυσικής και
τις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας μελλοντικών
εκπαιδευτικών**

ΚΥΡΙΑΖΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Επιβλέπων:

1. Στύλος Γεώργιος, Μέλος ΕΔΙΠ,
Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

2. Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής,
Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
3. Μαυρίδης Δημήτριος, Αναπληρωτής
Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων
4. Στύλος Γεώργιος, Μέλος ΕΔΙΠ,
Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος 2023

Περιεχόμενα	Σελίδα
Ευχαριστίες	5
Περίληψη	7
Abstract	7
Λίστα Ακρωνυμίων	8
 Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή	
1.1 Ορισμός αυτοαποτελεσματικότητας.....	9
1.2 Σημασία αυτοαποτελεσματικότητας.....	10
1.3 Αυτοαποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών και κίνητρο μαθητών.....	11
1.4 Αυτοαποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών και επίδοσεις μαθητών.....	12
1.5 Πηγές αυτοαποτελεσματικότητας.....	13
1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα.....	14
1.7 Καθορισμός και ποσοτικοποίηση αυτοαποτελεσματικότητας.....	16
1.8 Ενναλακτικές αντιλήψεις	19
1.9 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τις θερμικές έννοιες.....	20
1.10 Διερευνητική διδασκαλία.....	23
1.11 Επίπεδα διερεύνησης.....	24
1.12 Η διερεύνηση στην Ελλάδα	25
1.13 Παρανοήσεις κατά την διερευνητική διδασκαλία.....	26
 Κεφάλαιο 2^ο Μεθοδολογία	
2.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα.....	27
2.2 Δείγμα - Διαδικασία της έρευνας.....	27
2.3 Ερευνητικά εργαλεία.....	31
2.4 Στατιστικές αναλύσεις.....	33
 Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα	
3.1 Περιγραφική στατιστική	
3.1.1 Δημογραφικά στοιχεία.....	34
3.1.2 Ερωτηματολόγιο αυτοαποτελεσματικότητας.....	34
3.1.3 Ερωτηματολόγιο γνώσεων TCE.....	51

3.2 Στατιστικοί έλεγχοι.....	71
3.2.1 Βαθμολογία και στατιστικός έλεγχος στο ερωτηματολόγιο αυτοαποτελεσματικότητας.....	73
3.2.2 Βαθμολογία και στατιστικός έλεγχος στο ερωτηματολόγιο γνώσεων TCE.....	75
Κεφάλαιο 4^ο Συμπεράσματα-Σύνοψη	
4.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων για την εννοιολογική κατανόηση των Φοιτητών.....	77
4.2 Σύνοψη αποτελεσμάτων για τις πεποιθήσεις των φοιτητών.....	78
4.3 Περιορισμοί -Μελλοντική Έρευνα.....	79
Βιβλιογραφική λίστα αναφορών.....	80
Παράρτημα.....	86

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς την υποστήριξη, καθοδήγηση και βοήθεια του επιβλέποντα μου κ. Γεώργιου Στύλου, μέλος ΕΔΙΠ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων τον οποίο ευχαριστώ θερμά. Ακόμη, ευχαριστώ την οικογένεια μου για την υπομονή τους.

Περίληψη

Η εννοιολογική κατανόηση θεμελιωδών εννοιών των Φυσικών Επιστημών και οι πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών αποτελούν σημαντικούς παράγοντες καθώς συσχετίζονται συμπεριφορά των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και τις ακαδημαϊκές επιδόσεις των μαθητών. Σε αυτό το πλαίσιο, στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση εργαστηριακών μαθημάτων βασισμένα στη διερεύνηση στις πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας και την εννοιολογική κατανόηση σε έννοιες της θερμότητας μελλοντικών εκπαιδευτικών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Πιο συγκεκριμένα, για την μελέτη των πεποιθήσεων της αυτοαποτελεσματικότητας δόθηκε στους φοιτητές να απαντήσουν το ερωτηματολόγιο PTEBI-B (Physics Teaching Efficacy Beliefs) ενώ για την εννοιολογική κατανόηση το ερωτηματολόγιο TCE (Thermal Concept Evaluation). Οι φοιτητές απαντήσαν στις ερωτήσεις των ερωτηματολογίων στην διάρκεια του πρώτου μαθήματος και η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε μετά την ολοκλήρωση των εργαστηριακών μαθημάτων. Οι στατιστικές αναλύσεις έδειξαν ότι το σύνολο των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα είχαν χαμηλά έως μηδενικά επίπεδα γνώσεων σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας πριν την διδακτική παρέμβαση. Μετά τη διδακτική παρέμβαση στα πλαίσια της έρευνας και την ενεργή συμμετοχή των φοιτητών σε πειραματικές διαδικασίες, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων βελτίωσαν τις επιδόσεις τους. Η πλειονότητα των φοιτητών, είχε υψηλά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα για την υποκλίμακα PPTE βρέθηκε ότι η εμπιστοσύνη των μελλοντικών εκπαιδευτικών στην ικανότητά τους να διδάσκουν φυσικές επιστήμες βελτιώθηκε. Σε ότι αφορά τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα (υποκλίμακα PTOE) κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Συγκεντρωτικά, η παρούσα εργασία συμβάλλει στην έρευνα για την ανάπτυξη και τον σχεδιασμό σχετικά με την διδασκαλία των Φυσικών επιστημών προγραμμάτων σπουδών από πανεπιστημιακά ιδρύματα.

Abstract

Conceptual understanding of fundamental concepts of Natural Sciences and teachers' self-efficacy beliefs are important factors as they correlate teachers' behavior during teaching and students' academic performance. In this context, in this work the effect of laboratory courses based on inquiry self-efficacy beliefs and conceptual understanding in concepts of warmth of future teachers of the Pedagogical Department of Elementary Education of the University of Ioannina was studied. More specifically, for the study of self-efficacy beliefs, students were asked to answer the PTEBI-B (Physics Teaching Efficacy Beliefs) questionnaire, while for conceptual understanding, the TCE (Thermal Concept Evaluation) questionnaire. The students answered the questions of the questionnaires during the first lesson and this process was repeated after the completion of the laboratory lessons. The statistical analyzes showed that all the participants in this research had low to zero levels of knowledge about the concepts of heat before the teaching intervention. After the didactic intervention in the context of the research and the active participation of the students in experimental procedures, it was found that the majority of the participants improved their performance. The majority of students had high levels of self-efficacy both before and after the instruction. More specifically for the PPTE subscale it was found that prospective teachers' confidence in their ability to teach science improved. Regarding the expected learning outcomes (PTOE subscale) they range at the same levels both before and after the teaching intervention. Taken together, this research is a useful tool for curriculum development and planning by university institutions.

Λίστα Ακρωνυμίων

STEBI: Science Teaching Efficacy Beliefs

PTEBI: Physics Teaching Efficacy Beliefs

PSTE: Personal Science Teaching Efficacy

PPTE: Personal Physics Teaching Efficacy

STOE: Science Teaching Outcome Expectancy

PTOE: Physics Teaching Outcome Expectancy

TCE: Thermal Concept Evaluation

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

1.1 Ορισμός αυτοαποτελεσματικότητας

Η αυτοαποτελεσματικότητα βασίζεται σε ένα ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο, το οποίο είναι η κοινωνική γνωστική θεωρία μάθησης (Menon, 2018). Η κοινωνική γνωστική θεωρία υποστηρίζει ότι ο άνθρωπος καθορίζεται από την αλληλεπίδραση τριών παραγόντων: (1) τους προσωπικούς παράγοντες όπως οι πεποιθήσεις, (2) την συμπεριφορά και (3) το περιβάλλον του (Bandura, 1986).

Η θεωρία της κοινωνικόγνωστική θεωρία μάθησης του Bandura (1977) παρέχει ένα χρήσιμο πλαίσιο για την εξέταση της αυτοαποτελεσματικότητας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Η θεωρία του Bandura υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι παρακινούνται να εκτελέσουν μια ενέργεια εάν πιστεύουν ότι η ενέργεια θα έχει ένα ευνοϊκό αποτέλεσμα (προσδοκία αποτελέσματος) και είναι βέβαιοι ότι μπορούν να εκτελέσουν αυτήν την ενέργεια με επιτυχία (αυτοαποτελεσματικότητα) (Bleicher, 2004).

Έτσι, η αυτόαποτελεσματικότητα μπορεί να οριστεί ως η κρίση ενός ατόμου για την ικανότητά του/της να εκτελέσει μια εργασία (Bandura, 1977, 1986). Πιο συγκεκριμένα η αυτόαποτελεσματικότητα μπορεί να οριστεί ως «η πεποίθηση του δασκάλου ότι μπορεί να επηρεάσει το πόσο καλά μαθαίνουν οι μαθητές, ακόμη και εκείνοι που μπορεί να είναι δύσκολοι ή χωρίς κίνητρα» (Guskey & Passaro, 1994). Η αυτοαποτελεσματικότητα μοιάζει πολύ με την αυτοπεποίθηση και σε πολλές μελέτες οι δύο όροι έχουν χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά (Palmer, 2006). Η αποτελεσματικότητα του δασκάλου βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με τα επιθυμητά αποτελέσματα τόσο των δασκάλων όσο και των μαθητών (Deehan et al., 2017).

Το 1997, ο Bandura προχώρησε ένα βήμα παραπέρα και περιέγραψε ορισμένους μηχανισμούς με τους οποίους η αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών διατηρείται, αυξάνεται ή μειώνεται. Περαιτέρω διαφοροποίησε την αυτοαποτελεσματικότητα από άλλες ικανότητες, όπως ο εαυτός αυτοπεποίθηση και αυτοαντίληψη (Andersen et al., 2004). Οι προσδοκίες για την αποτελεσματικότητα και οι προσδοκίες για το αποτέλεσμα είναι συστατικά στοιχεία της

αυτοαποτελεσματικότητας. Αναλυτικότερα, ο Bandura πρότεινε δύο διαστάσεις της αυτό-αποτελεσματικότητας:

1. την προσωπική αποτελεσματικότητα ως <<τις πεποιθήσεις στις ικανότητες κάποιου να επιτύχει έναν επιθυμητό στόχο>>
2. το προσδοκώμενο αποτέλεσμα ως <<την εκτίμηση ενός ατόμου ότι μια δεδομένη συμπεριφορά θα οδηγήσει σε ορισμένα αποτελέσματα>> (Menon, 2018).

1.2 Σημασία αυτοαποτελεσματικότητας

Μελέτες έχουν δείξει ότι η αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών σχετίζεται με την προσπάθεια και την επιμονή στην αντιμετώπιση δυσκολιών κατά την μαθησιακή διδασκαλία, την προσαρμοστικότητα τους σε νέες μεθόδους διδασκαλίας και την εφαρμογή στρατηγικών για την αντιμετώπιση προβλημάτων των μαθητών (Mojavezi, & Tamiz, 2012).

Οι πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα καθορίζουν σε ποιο βαθμό οι εκπαιδευτικοί θα προσπαθήσουν να αντιμετωπίσουν μια δύσκολη κατάσταση καθώς και πόσο χρόνο θα αφιερώσουν σε αυτή (Bandura, 1994). Με άλλα λόγια, οι πεποιθήσεις για την αυτοαποτελεσματικότητα των ανθρώπων μας βοηθούν να προβλέψουμε τα κίνητρά τους και τις επιλογές τους. Ομοίως, και οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για την αυτόαποτελεσματικότητα που σχετίζονται με τη διδασκαλία και επηρεάζουν τη δράση τους στην τάξη. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν οι πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων για τη διδασκαλία καθώς θα είναι οι ίδιοι δάσκαλοι στο μέλλον (Aydin & Boz, 2010).

Ο Ashton (1984) περιέγραψε τη διδακτική αποτελεσματικότητα ως «ο βαθμός στον οποίο οι δάσκαλοι πιστεύουν ότι έχουν την ικανότητα να επηρεάσουν την απόδοση των μαθητών». Ακόμα, οι πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων μπορεί να μην είναι ίδιες για διαφορετικά μαθήματα (Bleicher, 2004).

Ο Allinder (1994) διαπίστωσε ότι οι δάσκαλοι με υψηλές πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας είχαν την τάση να εφαρμόζουν διαφορετικές μεθόδους στη διδασκαλία τους. Επιπλέον, όσο υψηλότερη είναι η διδακτική αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών, τόσο μεγαλύτερη εμπιστοσύνη είχαν στη διδασκαλία τους. Οι δάσκαλοι που είχαν υψηλή διδακτική

αυτοαποτελεσματικότητα είχαν πιο ανθρωπιστικό προσανατολισμό στον έλεγχο των μαθητών εν αντιθέσει με εκείνους που είχαν χαμηλή (Aydin & Boz, 2010).

Μερικές μελέτες έδειξαν ότι διδακτικές συμπεριφορές, όπως η επιμονή στις εργασίες και η χρήση καινοτομιών, σχετίζονται όλες με τα επίπεδα αυτό-αποτελεσματικότητας (Ashton & Webb, 1986). Για παράδειγμα, στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι δάσκαλοι με υψηλή αυτό-αποτελεσματικότητα βρέθηκε να είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιούν διερευνητικές και μαθητοκεντρικές μεθόδους διδασκαλίας, ενώ εκείνοι με χαμηλή δασκαλοκεντρικές (Czerniak, 1990).

1.3 Αυτοαποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών και κίνητρα μαθητών

Σύμφωνα με τη θεωρία κινήτρων του Gardner (1985), οι μαθητές παρακινούνται να μάθουν και να επιτύχουν όταν αντιλαμβάνονται ότι οι δάσκαλοί τους ενδιαφέρονται γι' αυτούς. Ακόμα οι δάσκαλοι οφείλουν να αναπτύσσουν προσδοκίες, να διαμορφώνουν στάσεις και να παρέχουν εποικοδομητική ανατροφοδότηση. Επιπλέον, οι αποτελεσματικοί δάσκαλοι ενθαρρύνουν τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στην μάθηση, αντιμετωπίζουν τις παρανοήσεις των μαθητών και χρησιμοποιούν διαφορετικά οπτικά βοηθήματα για να κάνουν το θέμα πιο δελεαστικό και ουσιαστικό. Ταυτόχρονα, δίνουν στους μαθητές την δυνατότητα να συμμετάσχουν σε συζητήσεις και να δώσουν ουσιαστική ανατροφοδότηση αντί να βαθμολογήσουν απλά εργασίες (Mojavezi & Tamiz, 2012).

Οι Ashton και Webb (1986) βρήκαν ότι οι εξαιρετικά αποτελεσματικοί δάσκαλοι τείνουν να είναι πιο οργανωμένοι, να επιδεικνύουν μεγαλύτερες δεξιότητες διδασκαλίας, επεξήγησης και παροχής ανατροφοδότησης σε μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες. Οι δάσκαλοι χαμηλής αποτελεσματικότητας, από την άλλη πλευρά επιδεικνύουν μια λιγότερο ανθρωπιστική προσέγγιση στην τάξη, αφιερώνουν πολύ περισσότερο χρόνο σε ομαδική εργασία σε αντίθεση με την διδασκαλία ολόκληρης της ομάδας, νιώθουν συχνά θυμό και αντιμετωπίζουν δυσκολία στη διαχείριση των μαθητών.⁰⁸ Οι σχέσεις μεταξύ δασκάλων και μαθητών επηρεάζουν επίσης το κλίμα της τάξης. Οι δάσκαλοι είναι υπεύθυνοι για τον καθορισμό του περιβάλλοντος της τάξης, συμπεριλαμβανομένης της πειθαρχίας των μαθητών και της εφαρμογής προσεγγίσεων και μεθόδων μάθησης. Οι μαθητές νοιάζονται για τις σχέσεις τους με τους δασκάλους τους και ανταποκρίνονται με μεγαλύτερη αφοσίωση και

προσπάθεια όταν πιστεύουν ότι οι δάσκαλοί τους νοιάζονται για αυτούς και τους υποστηρίζουν (Bleicher, 2004).

1.4 Αυτοαποτελεσματικότητα εκπαιδευτικών και επίδοσεις μαθητών

Πολλοί ερευνητές έχουν πραγματοποιήσει μελέτες προκειμένου να μετρήσουν της αυτο-αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών διότι επηρεάζει τις συμπεριφορές και στάσεις των εκπαιδευτικών. Μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προτείνει ότι η αξιολόγηση της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών μπορεί να γίνει με βάση τις επιδόσεις των μαθητών (Azar, 2010).

Αρκετές μελέτες έχουν γίνει σχετικά με την επιρροή των πεποιθήσεων για την αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών στην επίδοση και την επιτυχία των παιδιών στο σχολείο (Muijs & Reynolds, 2001· Tournaki & Podell, 2005). Οι πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας του δασκάλου μπορεί να επηρεάσουν την επιτυχία ενός μαθητή με διάφορους τρόπους: οι δάσκαλοι με υψηλές πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας είναι πιο πιθανό να εφαρμόσουν διδακτικές καινοτομίες στην τάξη σε σχέση με αυτούς που έχουν χαμηλή, να χρησιμοποιήσουν νέες προσεγγίσεις διαχείρισης της τάξης να ενθαρρύνουν την αυτονομία των μαθητών και να αναλαμβάνουν με μαθητές με ειδικές μαθησιακές ανάγκες (Allinder, 1994) και να διαχειρίζονται προβλήματα στην τάξη (Mojavezi, & Tamiz, 2012).

Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η αυτο-αποτελεσματικότητα είναι η πεποίθηση του ατόμου στην ικανότητά του να διδάσκει αποτελεσματικά τις φυσικές επιστήμες. Κάθε πτυχή της διδασκαλίας, συμπεριλαμβανομένων των διδακτικών μεθόδων, του περιεχομένου των μαθημάτων και των αξιολογήσεων επηρεάζεται από τις στάσεις και την πίστη του δασκάλου στη δική του ικανότητα να επηρεάσει θετικά τις επιδόσεις των μαθητών. (Oztas & Dilmac, 2009, Keys & Bryan, 2001).

Η σχέση μεταξύ της αυτο-αποτελεσματικότητας των δασκάλων και της επιτυχίας των μαθητών αναλύθηκε σε πολλές μελέτες όπου και διαπιστώθηκε ότι η αυτοαποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού επηρεάζει θετικά τις επιτυχίες και τις στάσεις των μαθητών. Επίσης, έχει βρεθεί ότι σχετίζεται άμεσα και με συμπεριφορές του εκπαιδευτικού στην τάξη που αφορούν άνοιγμα σε νέες ιδέες και ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στη διδασκαλία (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Σημαντικές διαφορές έχουν προκύψει μεταξύ εκπαιδευτικών που έχουν υψηλό επίπεδο

αυτοαποτελεσματικότητας και σε αυτούς με χαμηλό επίπεδο αυτοαποτελεσματικότητας όσον αφορά τις συμπεριφορές τους στην τάξη όπως την ανατροφοδότηση που δίνεται στους μαθητές με μαθησιακή δυσκολία από τους εκπαιδευτικούς και αυτό με την σειρά του οδηγεί σε θετικές επιδράσεις στην πρόοδο των μαθητών (Azar, 2010).

1.5 Πηγές αυτοαποτελεσματικότητας

Ο Bandura (1977) ανέφερε τέσσερις πηγές που επηρεάζουν τις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας ενός ατόμου. Οι πηγές επικεντρώνονται σε παράγοντες που παρακινούν ένα άτομο να ολοκληρώσει με επιτυχία μια δεδομένη εργασία. Ωστόσο, θετικές εμπειρίες από μόνες τους δεν εγγυώνται βελτιώσεις στην αυτοαποτελεσματικότητα. πρόσθετες πηγές αυτοαποτελεσματικότητας αφορούν την κατοχή του γνωστικού περιεχομένου και της παιδαγωγικής (Gray, 2017).

Οι εμπειρίες, η κοινωνική πειθώ και οι συναισθηματικές καταστάσεις είναι οι τρεις βασικές πηγές αυτοαποτελεσματικότητας. Οι εμπειρίες, είναι η πιο ισχυρή πηγή αυτοαποτελεσματικότητας διότι καθορίζουν το αν μπορεί κανείς να πιστεύει ότι είναι ικανός/η να κάνει ή να μην κάνει μια εργασία. Η κοινωνική πειθώ των ανθρώπων γύρω μας είναι μια ακόμα πηγή πεποιθήσεων αυτοαποτελεσματικότητας. Συνομήλικοι, γονείς, δάσκαλοι και το περιβάλλον γενικότερα παρέχει μηνύματα που επηρεάζουν τις πεποιθήσεις του ατόμου. Η διάθεση, το άγχος και άλλα συναισθήματα έχουν επιπτώσεις στις πεποιθήσεις του ατόμου για την αυτοαποτελεσματικότητα (Bandura, 1997; Rajares, 2002). Γενικά, τα θετικά συναισθήματα αυξάνουν τις πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας ενώ τα αρνητικά την μειώνουν. Όμως, θετικές εμπειρίες από μόνες τους δεν εγγυώνται βελτιώσεις στην αυτοαποτελεσματικότητα. πρόσθετες πηγές αυτοαποτελεσματικότητας αφορούν την κατοχή του γνωστικού περιεχομένου και της παιδαγωγικής. Ωστόσο, το σημαντικότερο δεν είναι η δύναμη του αρνητικού συναισθήματος αλλά η ερμηνεία του από το άτομο (Aydin & Boz, 2010).

Ο Palmer (2006) πρότεινε τρεις επιπλέον πηγές διδακτικής αυτοαποτελεσματικότητας: (1) την γνώση περιεχομένου, (2) την παιδαγωγική γνώση και (3) καθοδηγούμενη μοντελοποίηση. Η γνώση περιεχομένου συνδέεται με μια επιτυχημένη εμπειρία εκμάθησης φυσικών επιστημών. Η παιδαγωγική γνώση συνδέεται με την κατανόηση αποτελεσματικών μεθόδων και στρατηγικών διδασκαλίας και η καθοδηγούμενη μοντελοποίηση αντιπροσωπεύει το παιχνίδι ρόλων στο οποίο οι φοιτητές

παιδαγωγικών σχολών διδάσκονται ως μαθητές δημοτικού προκειμένου να βιώσουν τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Menon, 2018).

1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα

Η διερεύνηση και η εφαρμογή μαθημάτων που βασίζονται στην έρευνα θα μπορούσαν να βελτιώσουν την ανάπτυξη της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών σε συνδυασμό με την επιστημονική μέθοδο. Πολλές μελέτες (Mulholland & Wallace, 2001; Velthuis et al., 2011.) έχουν δείξει αλλαγές και ανάπτυξη των πεποιθήσεων της αποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών μέσω ορισμένων εκπαιδευτικών μαθημάτων, όπως τα μαθήματα πρακτικής άσκησης. Βρήκαν επίσης ότι κινήσεις κοινωνικής πειθούς όπως η ενθάρρυνση από τον εκπαιδευτή και τους συμφοιτητές λειτουργούν ως πηγές αυτοαποτελεσματικότητας. Τέτοια μαθήματα φυσικών επιστημών επέτρεψαν στους εν δυνάμει δασκάλους να αποκτήσουν πλήρεις συνδέσεις μεταξύ της θεωρητικής γνώσης και της πρακτικής εφαρμογής της. Οι Narayan και Lamp (2010) επικεντρώθηκαν στη διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα των δασκάλων σε ένα μάθημα φυσικής οι συμμετέχοντες ανέφεραν βελτίωση των πεποιθήσεων τους για την αυτο-αποτελεσματικότητα μέσω της εμπλοκής σε δραστηριότητες που βασίζονται στην έρευνα και της καθοδήγησης τους από τον εκπαιδευτή του μαθήματος (Menon, 2018).

Για αυτό, η γνώση του περιεχομένου της επιστήμης είναι ένας παράγοντας που έχει συνδεθεί με την αυξημένη αυτοπεποίθηση και την αυτό-αποτελεσματικότητα των φοιτητών παιδαγωγικής εκπαίδευσης (Schoon & Boone, 1998). Ένας δεύτερος παράγοντας που έχει συνδεθεί με την αυξημένη αυτοπεποίθηση είναι η παιδαγωγική γνώση της επιστήμης. Για παράδειγμα, ο Appleton (1995) βρήκε ότι ένα μάθημα με εποικοδομητικές μεθόδους διδασκαλίας είχε ως αποτέλεσμα θετικές αλλαγές στην εμπιστοσύνη υπονοώντας ότι η εξειδικευμένη παιδαγωγική γνώση μπορεί να προσφέρει μια πηγή αυτοαποτελεσματικότητας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Palmer, 2006).

Με άλλα λόγια, ο καλύτερος τρόπος να ενισχυθεί η αυτοαποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών των εκπαιδευτικών σε προγράμματα σπουδών παιδαγωγικών τμημάτων η ισορροπία μεταξύ μαθημάτων που χρησιμοποιούν επιστημονικές μεθόδους και μαθημάτων επιστημονικού περιεχομένου. Τα μαθήματα που αξιοποιούν τις επιστημονικές μεθόδους στοχεύουν να καθοδηγήσουν τους

καθηγητές προϋπηρεσίας σχετικά με τις δεξιότητες που απαιτούνται για τη διδασκαλία της επιστήμης, όπως σχετικές στρατηγικές διδασκαλίας, αξιολόγηση των μαθητών και εφαρμογή τεχνικών διαχείρισης της τάξης, ενώ τα μαθήματα επιστημονικού περιεχομένου στοχεύουν να τους καθοδηγήσουν σχετικά με την ίδια την επιστήμη (Azar, 2010). Τα μαθήματα που αξιοποιούν επιστημονικές μεθόδους μπορούν να έχουν θετικό αντίκτυπο στην αυτό-αποτελεσματικότητα για τη διδασκαλία, ειδικά όταν το πρόγραμμα λαμβάνει υπόψη τις τρεις κύριες επιρροές στην αυτοαποτελεσματικότητα (Deehan et al., 2017). Ωστόσο, η απλή αύξηση του επιστημονικού περιεχομένου μπορεί να έχει ελάχιστη επίδραση στις πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων (Schoon & Boone, 1998). Ένας λόγος είναι ότι η ύπαρξη εναλλακτικών αντιλήψεων για διάφορες επιστημονικές έννοιες παρεμβαίνει στη μάθηση (Nussbaum & Novick, 1982). Για την πλήρη κατανόηση των εννοιών που παρουσιάζονται στα μαθήματα φυσικών επιστημών, οι φοιτητές θεωρούν ότι η επίδειξη, οι πρακτικές δραστηριότητες και οι συζητήσεις είναι σημαντικοί παράγοντες (Velthuis et al., 2011).

Σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τους εκπαιδευτικούς προϋπηρεσίας στις πεποιθήσεις της αυτο-αποτελεσματικότητας προς τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, διαπίστωσαν ότι δεν εξαρτάται η αυτό-αποτελεσματικότητα από την ηλικία ή τον τύπο του σχολείου που αποφοίτησε, ωστόσο οι εκπαιδευτικοί που θεωρούν τους εαυτούς τους περισσότερο ικανούς στο γνωστικό επίπεδο έχουν και υψηλά επίπεδα αυτόαποτελεσματικότητας (Palmer, 2006). Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι προσωπικά χαρακτηριστικά όπως διδακτική εμπειρία, επικοινωνία με τους μαθητές και οι τεχνολογικές εγκαταστάσεις του σχολείου επιδρούν στην πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας. Επίσης, βρέθηκε ότι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις πεποιθήσεις της αυτο-αποτελεσματικότητας είναι οι περιορισμοί από τους μαθητές, τους γονείς και το υπόλοιπο προσωπικό του σχολείου (Azar, 2010).

Όσον αφορά την επίδραση του φύλου για τις πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα των δασκάλων, υπάρχει μια ασυμφωνία στην έρευνα, καθώς ορισμένες υποδηλώνουν ότι οι γυναίκες τείνουν να έχουν υψηλότερη αίσθηση αποτελεσματικότητας (Evans & Tribble, 1986), αλλά άλλες βρίσκουν ένα αντίθετο αποτέλεσμα ή καμία διαφορά (Cantrell et al., 2003· Mulholland et al., 2004). Αυτό αιτιολογήθηκε λόγω του γεγονότος ότι το επάγγελμα του δασκάλου το επιλέγουν περισσότερο οι γυναίκες (Gencer & Cakiroglu, 2011).

1.7 Μέτρηση αυτοαποτελεσματικότητας

Πριν από τον προγραμματισμό κατάλληλων δραστηριοτήτων για την ενίσχυση των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματικότητα στα προγράμματα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, θα πρέπει να διαπιστωθεί εάν η αυτοαποτελεσματικότητά τους είναι χαμηλή ή όχι (Aydin & Boz, 2010). Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι είναι δύσκολο να γίνουν αλλαγές στην αυτό-αποτελεσματικότητα μετά την καθιέρωση των πεποιθήσεων (Bandura, 1997).

Ο Ford (1992) όρισε το κίνητρο ως εξής: «Κίνητρο = Στόχοι x Συναισθήματα x Πεποιθήσεις» (σελ. 78). Τόσο ο Ford (1992) όσο και ο Bandura (1997) πρότειναν ότι η κατανόηση του ρόλου που παίζει το κίνητρο στην απόδοση των εκπαιδευτικών απαιτεί γνώση των στόχων, των συναισθημάτων και των πεποιθήσεων. Για αυτό, αναπτύχθηκαν όργανα για την αξιολόγηση των πεποιθήσεων της αυτοαποτελεσματικότητας. Η αυτο-αποτελεσματικότητα έχει μελετηθεί από πολλές απόψεις (Tschannen Moran & Hoy, 1998). Ωστόσο, το μοντέλο του Bandura είναι αυτό που έχει χρησιμοποιηθεί τις περισσότερες φορές ως θεωρητικό πλαίσιο στη μελέτη της αυτοαποτελεσματικότητας της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο επίπεδο της πανεπιστημιακής εκπαίδευσης (Bleicher, 2004).

Στην βιβλιογραφία εμφανίζονται διάφορα εργαλεία μέτρησης αυτοαποτελεσματικότητας ανάλογα με το επιστημονικό πεδίο καθώς και από την εκπαιδευτική βαθμίδα των εκπαιδευομένων. Για παράδειγμα, το Current Statistics Self-Efficacy (CSSE) μετρά πεποιθήσεις της αυτοαποτελεσματικότητας σε φοιτητές τμημάτων στατιστικής (Finney, & Schraw, 2003) και το Self-Efficacy in Technology and Science (SETS) σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Hu et al., 2022). Ακόμα, εκτός από το (STEBI) εργαλείο μέτρησης των πεποιθήσεων της αυτοαποτελεσματικότητας είναι και το Self-Efficacy Beliefs of Prospective Elementary Teachers about Equitable Science Teaching and Learning (SEBEST) (Cone, 2009). Το SEBEST είναι μια τροποποίηση του (STEBI-B) αναπτύχθηκε από τους Ritter et al. (2001). Αποτελείται από 34 στοιχεία που αξιολογούν τις πεποιθήσεις αυτο-αποτελεσματικότητας των εν δυνάμει εκπαιδευτικών σε σχέση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών για διαφορετικούς μαθητές. Οι Ritter et al. (2001) ορίζουν διαφορετικούς μαθητές καθώς εκείνες οι ομάδες που υποεκπροσωπούνται σε τομείς

που σχετίζονται με την επιστήμη (π.χ. φυλετικά/ εθνοτικές μειονότητες και γυναίκες) και άτομα από χαμηλή κοινωνικοοικονομική κατάσταση.

Δεδομένου ότι η αυτο-αποτελεσματικότητα του Bandura (1997) είναι μια μορφή προσωπικής ικανότητας, το εργαλείο Science Teaching Efficacy Beliefs (STEBI) έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση της. Με βάση τον ισχυρισμό ότι οι πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία είναι καθοριστικός παράγοντας οι Enochs και Riggs ανέπτυξαν ένα εργαλείο βασισμένο στη θεωρία αυτο-αποτελεσματικότητας του Bandura. Επιπλέον, προέτρεψαν ότι η έγκαιρη ανίχνευση της χαμηλής αυτο-αποτελεσματικότητας στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών είναι μεγάλης σημασίας για οποιοδήποτε πρόγραμμα σπουδών (Bleicher, 2004).

Πιο συγκεκριμένα οι Riggs & Enochs (1990) αρχικά ανέπτυξαν το εργαλείο τους για να μετρήσουν ειδικά την αυτο-αποτελεσματικότητα και τις προσδοκίες δασκάλων του δημοτικού. Στη συνέχεια προσαρμόσαν το αρχικό εργαλείο για την αξιολόγηση των δασκάλων σε δύο όργανα, το STEBI-A (Πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της επιστήμης σε εκπαιδευτικούς υπηρεσίας) που σχεδιάστηκε για να μετρήσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών των εν ενεργεία εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ενώ το STEBI-B σχεδιάστηκε για να μετρήσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών των εν δυνάμει εκπαιδευτικών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Deehan et al., 2017). Το STEBI-B αφαίρεσε δύο από τις αρχικές ερωτήσεις από το STEBI-A, τροποποίησε τους χρόνους των ρημάτων για να αντικατοπτρίζει τον μελλοντικό προσανατολισμό και διατήρησε την ονομασία στις δύο υποκλίμακες (Bleicher, 2004).

Τα εργαλεία STEBI αποτελούνται από ερωτήσεις που χωρίζονται σε δύο υποκλίμακες, την αυτοαποτελεσματικότητα και τις προσδοκίες αποτελέσματος (Andersen, 2004). Η Προσωπική Αποτελεσματικότητα Διδασκαλίας Επιστημών το Personal Science Teaching Efficacy Belief (PSTE) και η Προσδοκία Αποτελεσμάτων Διδακτικής Επιστημών το Science Teaching Outcome Expectancy (STOE) είναι η δύο υποκλίμακες του STEBI-B. Πρόκειται για ένα όργανο τύπου Likert πέντε σημείων που κυμαίνεται από 1 «διαφωνώ πολύ» έως 5 «συμφωνώ πολύ». Το PSTE αποτελείται από 13 ερωτήσεις ενώ το STOE από 10. Η υψηλή βαθμολογία στο PSTE υποδηλώνει υψηλή αυτοαποτελεσματικότητα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ομοίως, η υψηλή βαθμολογία στο STOE σημαίνει υψηλή προσδοκία αποτελέσματος για τη διδασκαλία

των φυσικών επιστημών. Για παράδειγμα, «Εάν οι μαθητές δεν έχουν επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες, πιθανότατα οφείλεται σε αναποτελεσματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών», «Ο δάσκαλος είναι γενικά υπεύθυνος για τις επιδόσεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες "και "Η ανεπάρκεια του επιστημονικού υπόβαθρου ενός μαθητή μπορεί να ξεπεραστεί με καλή διδασκαλία" είναι μερικές προτάσεις από την υποκλίμακα STOE ενώ "Γνωρίζω τα απαραίτητα βήματα για τη διδασκαλία των φυσικών εννοιών"και "Κατανοώ τις έννοιες της επιστήμης αρκετά καλά ώστε να είμαι αποτελεσματικός στη διδασκαλία της επιστήμης" κάποιες για την υποκλίμακα PSTE (Aydin & Boz, 2010).

Το (STEBI-B) έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες για τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι βαθμολογίες του οργάνου έχουν χρησιμοποιηθεί για την ερμηνεία των αλλαγών της αυτοαποτελεσματικότητας των συμμετεχόντων μετά από διάφορες παρεμβάσεις (Andersen et al., 2004). Οι εμπειρίες επιστημονικής δραστηριότητας είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας για την βελτίωση στη γνώση του επιστημονικού περιεχομένου (Bleicher, 2004).

Τα τελευταία 25 χρόνια, η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών έχει καθιερωθεί ως μια σημαντική παράμετρος στην έρευνα για την εκπαίδευση των επιστημών (Deehan, 2016). Η έρευνες έχουν συνδέσει το STEBI με, μαθητοκεντρικές διδακτικές προσεγγίσεις, και με υψηλότερα επίπεδα γνώσης του επιστημονικού περιεχομένου(Gencer & Çakiroglu, 2007). Στη βιβλιογραφία του STEBI-B υπάρχει κάποια ασυνέπεια μεταξύ των υποκλιμάκων PSTE και STOE. Πιο συγκεκριμένα, η υποκλίμακα PSTE έχει δείξει υψηλότερη μέση βαθμολογία και ρυθμό βελτίωσης από την υποκλίμακα STOE (Deehan, 2016). Η υποκλίμακα STOE (δηλαδή η ικανότητα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών) επηρεάζεται από παράγοντες όπως οι προσωπικές επιστημονικές εμπειρίες. Γενικότερα, Έχει βρεθεί ότι οι προσδοκίες του αποτελέσματος συνδέονται αιτιωδώς με την αυτόαποτελεσματικότητα, αντί να διαχωρίζονται από αυτήν (Deehan et al., 2017). Ακόμα, ένας δάσκαλος μπορεί να αισθάνεται περισσότερο ή λιγότερο ικανός ανάλογα με το αντικείμενο που διδάσκει ή τον μαθητή με τον οποίο ασχολείται. Δεδομένου ότι η αυτό-αποτελεσματικότητα είναι εσωτερική πεποίθηση, μπορεί να μετρηθεί μόνο ζητώντας από τον συμμετέχοντα να αξιολογήσει τον εαυτό του (Gray, 2017).

Συνοπτικά, η έρευνα που έχει διεξαχθεί σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών πεποιθήσεις μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικά θέματα: (1) έρευνες για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των πεποιθήσεων αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και (2) έρευνες για τη σχέση μεταξύ των πεποιθήσεων για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και των πρακτικών διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Lardy, 2011).

1.8 Εναλλακτικές αντιλήψεις

Σύμφωνα με την εποικοδομητική προσέγγιση, οι μαθητές στα μαθήματα των φυσικών επιστημών έχουν προϋπάρχουσες ιδέες που έχουν δημιουργηθεί από τις καθημερινές τους εμπειρίες ή μέσω προηγούμενης διδασκαλίας (Vosniadou, 2013). Μία από τις προκλήσεις στη διδασκαλία της φυσικής είναι ότι οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν τα φαινόμενα της θερμότητας με βάση τις υπάρχουσες ιδέες και πεποιθήσεις τους. Προηγούμενες μελέτες έχουν εντοπίσει ότι η αναντιστοιχία μεταξύ των εννοιολογικών πεποιθήσεων των μαθητών και των εκπαιδευτικών για τη θερμότητα μπορεί να αποδοθεί ως το κύριο εμπόδιο για την κατανόηση αυτής της έννοιας (Deehan et al., 2017). Τις τελευταίες δεκαετίες, οι εκπαιδευτικοί των φυσικών επιστημών δίνουν έμφαση στη σημασία της κατανόησης των αντιλήψεων των μαθητών για διάφορες έννοιες (Gencer & Cakiroglu, 2011).

Η θερμοδυναμική, η μηχανική και ο ηλεκτρισμός περιλαμβάνουν φαινόμενα που είναι ορατά στην καθημερινή εμπειρία, αλλά δεν είναι άμεσα κατανοητά. Η μηχανική και ο ηλεκτρισμός έχουν διερευνηθεί ικανοποιητικά στην εκπαιδευτική έρευνα σε όλα τα επίπεδα της σχολικής εκπαίδευσης, όμως για θέματα της θερμοδυναμικής υπάρχει έλλειψη μελετών. Έτσι, προβλήματα στις πανεπιστημιακές σπουδές των εκπαιδευτικών, σε έννοιες της θερμότητας προκαλούνται από την ανεπαρκή κατανόηση των βασικών θεμάτων στο σχολείο (Georgiou & Sharma, 2012).

Η «εννοιολογική κατανόηση» αναφέρεται στην δημιουργία καλά συνδεδεμένων και ιεραρχικά οργανωμένων εννοιολογικών δομών (Stevens et. al, 2010). Ωστόσο, η έρευνα έχει δείξει ότι η ανάπτυξη επιστημονικής εννοιολογικής κατανόησης είναι δύσκολη λόγω της ανθεκτικότητας των εναλλακτικών αντιλήψεων (Vosniadou, 2013). Σύμφωνα με αυτό, οι μαθητές αναπτύσσουν αρχικά ένα αφελές αλλά σχετικά σταθερό και επίμονο εννοιολογικό πλαίσιο με βάση τις καθημερινές τους εμπειρίες. Η

εννοιολογική κατανόηση των μαθητών αναπτύσσεται σταδιακά καθώς εμπλέκονται σε διαφορετικούς τύπους μαθησιακών διαδικασιών. Ωστόσο, μια εναλλακτική αντίληψη μπορεί να προκύψει από τις προσπάθειες των μαθητών να δημιουργήσουν συνοχή και να ενσωματώσουν την επιστημονική γνώση στο αρχικό τους εννοιολογικό πλαίσιο. Στη φάση της ένταξης οι μαθητές τροποποιούν την επιστημονική γνώση υπό το πρίσμα της υπάρχουσας μη επιστημονικής πεποίθησής τους, με άλλα λόγια, μια πιο προχωρημένη εναλλακτική αντίληψη που προκαλείται από τη διδασκαλία (Vosniadou, 2013).

1.9 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τις θερμικές έννοιες

Οι έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας, της θερμικής ισορροπίας, της θερμικής αγωγιμότητας και των αλλαγών φάσης (πήξη, τήξη και βρασμός), δημιουργούν μια ποικιλία εννοιολογικών εναλλακτικών αντιλήψεων στους φοιτητές. Μελέτες έχουν συσχετίσει αυτές τις εναλλακτικές αντιλήψεις των φοιτητών με την χρήση των εννοιών του ζεστού και το κρύου στην καθημερινή ζωή (Wiser & Amin, 2001), τους ασαφείς ορισμούς των θερμικών εννοιών από τα σχολικά βιβλία, την λανθασμένη χρήση της θερμότητας και της θερμοκρασίας στην καθημερινή γλώσσα, και με τις αναποτελεσματικές μεθόδους διδασκαλίας (Gray, 2017).

Η θερμότητα είναι μια ιδιότητα των υλικών, που αναφέρεται στη «μεταφορά ενέργειας λόγω διαφοράς θερμοκρασίας» μεταξύ δύο συστημάτων. Υπό αυτή την έννοια, η θερμότητα είναι μια διαδικασία (Adadan & Yavuzkaya, 2018). Η θερμότητα χρησιμοποιείται κυρίως για να υποδεικνύει τη ροή ενέργειας και τις διαφορές θερμοκρασίας. Όταν υπάρχουν διαφορές θερμοκρασίας μεταξύ των αντικειμένων που έρχονται σε επαφή, η θερμότητα ρέει από το αντικείμενο με υψηλότερη θερμοκρασία προς το αντικείμενο με χαμηλότερη θερμοκρασία (Stylos & Kotsis, 2023). Ωστόσο, οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι τα αντικείμενα περιέχουν θερμότητα έτσι μόλις η θερμότητα μεταφερθεί σε ένα αντικείμενο, παύει να είναι θερμότητα και γίνεται εσωτερική ενέργεια (Kotsis et al., 2023). Όμως, υπάρχουν τρεις κοινές εναλλακτικές απόψεις για τη θερμότητα μεταξύ των μαθητών, και η καθεμία δείχνει έναν βαθμό προόδου προς τον επιστημονικό ορισμό. Πρώτον, η θερμότητα θεωρείται ότι είναι ένα εγγενές χαρακτηριστικό μιας ουσίας (Stylos et. al, 2021). Για παράδειγμα, η ζέστη είναι ένα εγγενές χαρακτηριστικό του ξύλου και το ψύχος είναι ένα χαρακτηριστικό του πάγου. τα παιδιά που διαθέτουν αυτό το πλαίσιο δεν έχουν σαφή κατανόηση για τη μεταφοράς θερμότητας (Azar, 2010). Δεύτερον, η θερμότητα θεωρείται υλική ουσία.

Δηλαδή, οι μαθητές βλέπουν τη θερμότητα ως μια ουσία όπως ο αέρας που απελευθερώνεται από μια πηγή (Chiou & Anderson, 2010; Georgiou & Sharma, 2012). Σε αυτό το πλαίσιο, η θερμότητα και η θερμοκρασία δεν διακρίνονται καλά και η θερμοκρασία αναφέρεται ως ένα μέτρο της θερμότητας του αντικείμενου. Το τρίτο πλαίσιο αντιπροσωπεύει την επιστημονικά ορθή άποψη, από την οποία η θερμότητα αναφέρεται σε μεταφορά θερμικής ενέργειας (η συνολική κινητική ενέργεια όλων των σωματιδίων, όπως τα άτομα και τα μόρια, σε μια ουσία) λόγω διαφοράς θερμοκρασίας, και η θερμοκρασία αναφέρεται στο μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας (Adadan & Yavuzkaya, 2018). Η ακολουθία αυτών των τριών πλαισίων αντιπροσωπεύει επίσης και τα αναπτυξιακά στάδια των αντιλήψεων για τη θερμότητα. Όμως, αν και αυτά τα τέσσερα πλαίσια αποκαλύπτουν τις πεποιθήσεις των μαθητών για τη θερμότητα, υπονοούν ότι υπάρχει ένα συγκεκριμένο σύνολο μηχανισμών που βρίσκεται πίσω από κάθε πεποίθηση, και υποτιμούν την πολυπλοκότητα των ιδεών των μαθητών για τις διαδικασίες που εμπλέκονται στη μεταφορά θερμότητας (Stylos & Kotsis, 2023). Δεύτερον, αν και οι μαθητές μπορεί να διαθέτουν οποιοδήποτε από αυτά τα πλαίσια, ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζουν αυτά τα ερμηνευτικά πλαίσια για να κάνουν προβλέψεις και να δημιουργήσουν εξηγήσεις πρέπει να διερευνηθεί. Δηλαδή, αν οι μαθητές λύνουν τα προβλήματά τους με βάση το δικό τους ερμηνευτικό πλαίσιο και νοητικά μοντέλα, ή απλώς με βάση τις γνώσεις τους. Τρίτον, ενώ αυτά τα πλαίσια μπορεί να αντιπροσωπεύουν διαφορετικά αναπτυξιακά στάδια κατανόησης της θερμότητας από τους μαθητές, τα περισσότερα προκύπτουν από μελέτες των οποίων οι συμμετέχοντες ήταν σχεδόν εξ ολοκλήρου μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επομένως, είναι αναγκαίο να διερευνηθεί πώς οι προχωρημένοι εκπαιδευόμενοι σε πανεπιστημιακό επίπεδο αντιλαμβάνονται τη θερμότητα (Stylos et al., 2021).

Η θερμοκρασία, ορίζεται ως ένα μέτρο της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων ή των ατόμων. (Wiser & Amin, 2001). Ωστόσο, οι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία αντιπροσωπεύει την ποσότητα της θερμότητας που βρίσκεται σε μια ουσία (Kesidou & Duit, 1993). Ακόμα κάποιοι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία ως την αίσθηση του ζεστού και του κρύου, (Georgiou & Sharma, 2012). Οι μαθητές έτειναν επίσης να αθροίζουν τη θερμοκρασία δύο διαφορετικών δειγμάτων νερού όταν αναμειγνύονταν. Για παράδειγμα, όταν αναμειγνύονται δύο φλιτζάνια νερού 40°C, οι μαθητές πίστευαν ότι η τελική θερμοκρασία του μείγματος θα ήταν 80°C (Paik et al.,

2007). Λόγω της σύγχυσης μεταξύ των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας, οι μαθητές θεωρούσαν συχνά ότι η θερμοκρασία μεταφερόταν από ένα ζεστό αντικείμενο σε ένα κρύο αντικείμενο ή το αντίστροφο (Georgiou & Sharma, 2012). Σε άλλες μελέτες, οι μαθητές πίστευαν ότι ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα ξύλινο κουτάλι βρίσκονταν σε διαφορετικές θερμοκρασίες ακόμα κι αν τα έβαζαν στο ίδιο ποτήρι με νερό ταυτόχρονα και παρέμεναν για κάποιο χρονικό διάστημα (Chiou & Anderson, 2010· Chu et al., 2012).

Η θερμική αγωγιμότητα, είναι ένα μέτρο της ικανότητας ενός υλικού να μεταφέρει τη θερμότητα (Cengel & Boles, 2006). Οι μαθητές πιστεύουν ότι ορισμένα υλικά, όπως το χαλί ή το ξύλο, αποθηκεύουν περισσότερη θερμότητα από τα πλακάκια ή το γυαλί, διότι τα πλακάκια τα αισθάνονται πιο κρύα (Georgiou & Sharma, 2012). Μαθητές επίσης πιστεύουν ότι ορισμένα αντικείμενα, όπως κουβέρτες, πουλόβερ και κάλτσες, μας κρατούν ζεστούς επειδή παράγουν θερμότητα και ζεσταίνουν τα πράγματα (Chu et al., 2012). Ομοίως, το γυαλί ή το αλουμίνιο λειτουργούν καλύτερα για να κρατήσουν ένα κρύο ρόφημα, γιατί αυτά τα υλικά είναι κρύα και σταματούν το κρύο να διαφύγει (Georgiou & Sharma, 2012).

Οι αλλαγές φάσης συμβαίνουν όταν προσλαμβάνεται ενέργεια (π.χ. μέσω τήξης ή εξάτμισης) ή εκπέμπεται ως θερμότητα (π.χ. μέσω συμπύκνωσης ή ψύξης). Η αλλαγή στην ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται ως θερμότητα συνήθως οδηγεί σε αλλαγή θερμοκρασίας, αλλά κατά τη διάρκεια της αλλαγής φάσης, η θερμοκρασία παραμένει ίδια ακόμα και αν η ποσότητα της ενέργειας που μεταφέρεται ως θερμότητα (Chiou & Anderson, 2009). Ωστόσο, οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι η αύξηση της θερμότητας σε ένα σύστημα οδηγεί πάντα σε αύξηση της θερμοκρασίας, χωρίς να κατανοούν τη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αλλαγής (Thomaz et al., 1995). Ομοίως, σε μια μελέτη έχει βρεθεί ότι οι μαθητές υποθέτουν ότι οι θερμοκρασίες του βραστό νερού και του ατμού πάνω από το βραστό νερό είναι μεγαλύτερες από 100°C (Adadan & Yavuzkaya, 2018).

Η κατανόηση εννοιών της θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να επεκταθεί για την κατανόηση άλλων βασικών επιστημονικών εννοιών, όπως η κλιματική αλλαγή και τα καιρικά φαινόμενα (Bleicher, 2004). Οι έννοιες της θερμότητας λειτουργούν ως ενοποιητικό περιεχόμενο και περιλαμβάνονται σε προγράμματα σπουδών επιστημών παγκοσμίως. Επιπλέον, οι μαθητές αρχίζουν να αναπτύσσουν αντιλήψεις για τις έννοιες

της θερμότητας, της θερμοκρασίας κ.α. νωρίς στη ζωή ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασής τους με τα καθημερινά φαινόμενα και συνεχίζουν να μαθαίνουν για αυτές τις έννοιες στο σχολείο σε διαφορετικές βαθμίδες (Paik et al., 2007). Ο Liu (2011) ισχυρίστηκε ότι οι έννοιες αυτές είναι αφηρημένες και ασαφείς στους μαθητές σε όλες τις βαθμίδες (από το δημοτικό έως το πανεπιστήμιο). Ακόμα, η έρευνα αποκάλυψε ότι οι μαθητές αναπτύσσουν ένα ευρύ φάσμα αντιλήψεων σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας και τέτοιες αντιλήψεις είναι συχνά ελλιπείς ή λανθασμένες (Aydin & Boz, 2010).

Παρά την ποικιλομορφία των εναλλακτικών αντιλήψεων, πολλές έρευνες έχουν αναφέρει παρόμοια αποτελέσματα σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. (Chiou & Anderson, 2009). Επίσης, η παραδοσιακή διδασκαλία δεν λαμβάνει υπόψη τις υπάρχουσες πεποιθήσεις των μαθητών και σε μεγάλο βαθμό είναι αναποτελεσματική στην αλλαγή των εναλλακτικών ιδεών τους. Όσον αφορά την κατανόηση των θερμικών εννοιών από τους μαθητές, πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές μπορούν εύκολα να μπερδευτούν, κυρίως λόγω του γλωσσικού χάσματος μεταξύ του επιστημονικού ορισμού και της καθημερινής ορολογίας για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και ενέργεια (Chu et al., 2012). Οι μαθητές επειδή είναι πολύ εξοικειωμένοι με τους όρους «θερμότητα», «θερμοκρασία» και «ενέργεια» που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή πιστεύουν ότι γνωρίζουν σωστά την επιστημονική ορολογία (Erickson, 1979).

Τέλος, αν οι μαθητές αποκτήσουν μια επιστημονική κατανόηση σχετικά με τους όρους θερμοκρασία, θερμότητα και ενέργεια, θα είναι σε θέση να αναπτύξουν τις αντιλήψεις τους για να εξηγήσουν τα καθημερινά φαινόμενα που σχετίζονται με αυτές τις θερμικές έννοιες (Chu et al., 2012).

1.10 Διερευνητική διδασκαλία

Η διερευνητική διδασκαλία είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα των πρόσφατων μεταρρυθμιστικών διαδικασιών που συντελούνται στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Την δεκαετία του 1960 ξεκίνησε η ανάπτυξη της ως απάντηση στην παραδοσιακή διδασκαλία – όπου οι μαθητές απομνημονεύουν τις πληροφορίες που τους παρέιχε το εκπαιδευτικό υλικό (Barrow, 2006).

Η διαδικασία της διερεύνησης καλεί τους μαθητές να δώσουν απαντήσεις σε ερευνητικές ερωτήσεις μέσω της ανάλυσης δεδομένων που οι ίδιοι κάνουν. Από τον παραπάνω ορισμό της διερεύνησης συνάγεται ότι (Grandy & Duschl, 2007):

- Οι ερωτήσεις δεν προέρχονται αποκλειστικά από τους μαθητές αυτό συμβαίνει μόνο στην ανοιχτή. Για να φτάσουν στο επίπεδο να παράγουν ερευνητικές ερωτήσεις οι μαθητές χρειάζονται εκπαίδευση και εμπειρία.
- Η λήψη των δεδομένων δεν είναι αναγκαίο να έχει γίνει από τους ίδιους τους μαθητές. Οι μαθητές μπορούν να αναλύσουν τα δεδομένα που τους δίνονται χωρίς να είναι απαραίτητο να σχεδιάσουν, να εκτελέσουν κάποιο πείραμα. Αυτό που είναι σημαντικό είναι οι μαθητές να απαντούν στην ερευνητική ερώτηση μέσω δικής τους ανάλυσης των δεδομένων.

Επομένως, δεν συνιστά διερεύνηση η ανάθεση στους μαθητές έρευνας (project) που αφορά μόνο την αναζήτηση στοιχείων χωρίς να συμπεριλαμβάνει την ανάλυση δεδομένων. Ακόμη δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πρακτική άσκηση π.χ. μετρήσεις με επιστημονικά όργανα κ.λ.π. είναι κομμάτι της διερεύνησης αλλά δεν συνιστά από διερεύνηση από μόνη της (Manoli et al., 2015).

1.11 Επίπεδα διερεύνησης

1^ο επίπεδο Επιβεβαιωτική διερεύνηση:

Στους μαθητές παρέχεται η ερώτηση, οι οδηγίες τις οποίες καλούνται να ακολουθήσουν στην ερευνά τους καθώς και τα απαιτούμενα υλικά. Αυτό το επίπεδο της διερεύνησης εφαρμόζεται όταν οι στόχοι του δασκάλου είναι να ενισχύσει κάτι που έχει διδάξει π.χ. επανάληψη, να εισάγει τους μαθητές στον τρόπο διεξαγωγής έρευνας (Smyrniαιου & Dimitracopoulou, 2007).

2^ο επίπεδο Καθοδηγούμενη διερεύνηση:

Η ερώτηση, τα απαιτούμενα υλικά και οι οδηγίες για τη διαδικασία που θα ακολουθήσουν είναι διαθέσιμα στους μαθητές. Η απάντηση δεν είναι γνωστή στους μαθητές πριν κάνουν το πείραμα στόχος είναι να εξάγουν το συμπέρασμα με βάση τα στοιχεία που έχουν συλλέξει. Η διαφορά ανάμεσα στην επιβεβαιωτική και την καθοδηγούμενη διερεύνηση έγκειται στο αν γνωρίζουν οι εκπαιδευόμενοι το αποτέλεσμα της διερεύνησης. Έτσι η ίδια δραστηριότητα μετατρέπεται από 1^ο σε 2^ο

επίπεδο ανάλογα με το αν εκτελεστεί μετά ή πριν από την διδασκαλία (O'Rourke & Kahn, 2005).

3^ο επίπεδο Προσανατολισμένη διερεύνηση:

Στους μαθητές δίνεται μόνο το πρόβλημα, το ερώτημα δηλαδή που πρέπει να απαντήσουν. Οι μαθητές σχεδιάζουν την ερευνητική πορεία που θα χαράξουν μόνοι τους χωρίς την βοήθεια του εκπαιδευτικού. Τα υλικά είτε παρέχονται εξολοκλήρου από τον εκπαιδευτικό είτε δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουν οι μαθητές εντελώς ελεύθερα. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού δεν είναι παθητικός καθώς οι μαθητές χρειάζονται έλεγχο κατά την διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας για την αποφυγή έκθεσης τους σε κινδύνους (Thomas & Oldfather, 1995).

4^ο επίπεδο Ανοιχτή διερεύνηση:

Οι μαθητές παράγουν τα ερωτήματα ακόμα σχεδιάζουν και διεξάγουν την έρευνα. Για την διεξαγωγή αυτής της διερεύνησης οι μαθητές πρέπει να έχουν αποδείξει ότι είναι ικανοί να διεξάγουν έρευνα, να καταγράφουν και να αναλύουν δεδομένα καθώς και να εξάγουν ασφαλή συμπεράσματα (Wells, 2001).

Τα επίπεδα που αναφέρθηκαν προηγουμένως μπορούν να εφαρμοστούν συνδυαστικά σε μια ενότητα. Επιπλέον, μπορεί η διδασκαλία να ξεκινήσει με μια μορφή διερεύνησης π.χ. καθοδηγούμενη και μετέπειτα να εξελιχθεί σε προσανατολισμένη ή ανοιχτή.

1.12 Η διερευνητική μάθηση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες το επίπεδο της επιβεβαιωτικής διερεύνησης συναντάται εντονότερα. Στους εργαστηριακούς οδηγούς τα πειράματα επικεντρώνονται αποκλειστικά στην καταγραφή των μετρήσεων και την μαθηματική επεξεργασία τους που τα καθιστά βαρετά (Smyrniou & Dimitracopoulou, 2007).

Στην διεθνή βιβλιογραφία τα δυο πρώτα επίπεδα χρησιμοποιούνται κατά κόρον όμως στην χώρα μας η επιβεβαιωτική και η καθοδηγούμενη διερεύνηση ακόμη δεν εφαρμόζονται συχνά. Αυτό συμβαίνει διότι η βαρύτητα δίνεται στην διδασκαλία εννοιών, νόμων με μια λέξη της θεωρίας. Έτσι οι πειραματικές διαδικασίες έχουν παραγκωνιστεί ή έχουν δευτερεύοντα ρόλο που αποσκοπεί στην εμπέδωση της θεωρίας. Η επικρατούσα άποψη στην χώρα μας υποστηρίζει ότι ένα μαθητοκεντρικό από το αν μπορούν να εξάγουν ορθά συμπεράσματα (Vosniadou, 2013).

1.13 Παρανοήσεις κατά την διερευνητική διδασκαλία

Δεν αποτελεί μονόδρομο η διδασκαλία των Φυσικών επιστημών να γίνεται μέσω της διερεύνησης. Μια αποτελεσματική διδασκαλία χαρακτηρίζεται από την επιλογή κατάλληλων και διαφορετικών προσεγγίσεων και στρατηγικών. Επιπλέον, είναι αδύνατο να διδαχθούν όλες οι ενότητες ενός μαθήματος μέσω της διερεύνησης ενώ και να γινόταν θα καθιστούσε το μάθημα βαρετό στους μαθητές (Pedaste et al., 2015).

Μια ακόμη παρανόηση είναι ότι αληθινή διερεύνηση είναι μόνο αυτή στην οποία οι μαθητές παράγουν και απαντούν οι ίδιοι τα ερευνητικά ερωτήματα. Αυτό όμως συναντάται μόνο στο 4^ο και τελευταίο επίπεδο διερεύνησης στο οποίο για να φτάσουν οι μαθητές πρέπει να περάσουν πρώτα από τα τρία προηγούμενα. Μέσω της σταδιακής διερεύνησης οι μαθητές διαμορφώνουν στάσεις, έννοιες και κατανοούν την φύση των Φυσικών επιστημών (Buck et al., 2008).

Υπάρχουν εκπαιδευτικοί που υποστηρίζουν ότι η διερεύνηση μπορεί να διδαχθεί χωρίς προσοχή στο περιεχόμενο. Δηλαδή αν οι μαθητές γνωρίζουν τις διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας μπορούν να μάθουν οποιοδήποτε περιεχόμενο απλά και μόνο με την εφαρμογή τους (O'Rourke & Kahn, 2005). Όμως η κατανόηση και η καλλιέργεια της διερεύνησης δεν μπορεί να γίνει ξεχωριστά από το επιστημονικό θέμα (εννοιολογικό περιεχόμενο).

Η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι οι φοιτητές παιδαγωγικών σχολών στην επαγγελματική τους καριέρα μιμούνται τον τρόπο διδασκαλίας κάποιου δασκάλου τους με αποτέλεσμα να αναπαράγονται παλαιότερες πρακτικές. Οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν όπως διδάχτηκαν οι ίδιοι (Buck et al., 2008). Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών και των φοιτητών δεν έχει βιώσει την διερεύνηση ως τρόπο διδασκαλίας για αυτό η εφαρμογή της καθίσταται δύσκολη αλλά αναγκαία στην χώρα μας (Wells, 2001).

Τέλος, η διδασκαλία του δημοτικού σχολείου είναι σε μεγάλο βαθμό μια ατομική και προσωπική προσπάθεια, που συνήθως αναλαμβάνεται από ένα άτομο που διδάσκει πολλά μαθήματα κατά τη διάρκεια μιας ημέρας. Έτσι, η μέθοδος διδασκαλίας στο δημοτικό σχολείο συχνά επηρεάζεται από έναν συνδυασμό των προσωπικών εμπειριών της παιδικής ηλικίας του δασκάλου, και από τις εμπειρίες σε μαθήματα εκπαιδευτικών προγραμμάτων (Pedaste et al., 2015).

Κεφάλαιο 2^ο Μεθοδολογία

2.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της επίδρασης εργαστηριακών-διερευνητικών δραστηριοτήτων στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων της θερμότητας καθώς και στις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας μελλοντικών εκπαιδευτικών. Τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης διατυπώθηκαν ως εξής:

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Πώς επιδρούν οι εργαστηριακό-διερευνητικές δραστηριότητες στην κατανόηση των εννοιών και των φαινομένων της θερμότητας των φοιτητών;
- Πώς επιδρούν οι εργαστηριακό-διερευνητικές δραστηριότητες στις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας μελλοντικών εκπαιδευτικών των φοιτητών;
- Υπάρχουν στατιστικές διαφορές στην εννοιολογική κατανόηση των φοιτητών στις έννοιες και στα φαινόμενα της θερμότητας πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις;
- Υπάρχουν στατιστικές διαφορές στις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας των φοιτητών πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις;

2.2 Δείγμα - Διαδικασία της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2022 – 2023 και αφορούσε 39 τριτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που συμμετείχαν στο μάθημα «Εργαστηριακή προσέγγιση εννοιών της Φυσικής».

Η διδακτική παρέμβαση η οποία αποτελούνταν από οχτώ μαθήματα τρίωρης διάρκειας στηρίχτηκε στη διερευνητική μάθηση και συγκεκριμένα στην επιβεβαιωτική και καθοδηγούμενη διερεύνηση. Ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου μοιράστηκε πριν και μετά την παρέμβασης. Η χρονική διάρκεια συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου ήταν 40 λεπτά. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι ενότητες που

καλύφθηκαν κατά την διάρκεια του εργαστηρίου. και τα αντίστοιχα μαθησιακά αποτελέσματά.

Πίνακας 1 Περιεχόμενο εργαστηριακών μαθημάτων.

	Ενότητες	Μαθησιακά αποτελέσματα
Εργαστηριακό μάθημα 1	Θερμόμετρο (μετρήσεις)	<ul style="list-style-type: none"> • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας δεν είναι αντικειμενική • να διαπιστώνουν πειραματικά τη θερμοκρασία τήξης του πάγου και τη θερμοκρασία βρασμού του νερού • να βαθμονομούν ένα αβαθμονόμητο θερμόμετρο να εξοικειωθούν με τις μονάδες μέτρησης της θερμοκρασίας
Εργαστηριακό μάθημα 2	Θερμοκρασία - Θερμότητα	<ul style="list-style-type: none"> • να διακρίνουν το φυσικό μέγεθος «θερμότητα» από το φυσικό μέγεθος «θερμοκρασία» • να προτείνουν διάφορους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να αυξήσουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι, όταν ένα σώμα απορροφά θερμότητα, η θερμοκρασία του αυξάνεται • να αναγνωρίζουν ότι η θερμότητα είναι ενέργεια, η οποία μεταφέρεται μεταξύ δύο σωμάτων λόγω διαφοράς θερμοκρασίας • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η θερμότητα ρέει αυθόρμητα από τα σώματα με μεγαλύτερη θερμοκρασία στα σώματα με μικρότερη θερμοκρασία • να διαπιστώνουν πειραματικά πώς επιτυγχάνεται η θερμική ισορροπία ή θερμοκρασιακή ισότητα

<p>Εργαστηριακό μάθημα 3</p>	<p>Διαστολή-Συστολή Στερεών-Υγρών Αερίων σωμάτων</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να συνδέουν τη μεταβολή στο μήκος ή στον όγκο ενός σώματος με τη μεταβολή της θερμοκρασίας του • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι τα στερεά, υγρά και αέρια σώματα διαστέλλονται, όταν θερμαίνονται • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι τα στερεά, υγρά και αέρια σώματα συστέλλονται, όταν ψύχονται • να περιγράφουν εφαρμογές από την καθημερινή ζωή της θερμικής διαστολής και συστολής • να περιγράφουν με το μοντέλο του μικρόκοσμου τη θερμική διαστολή και συστολή των σωμάτων
<p>Εργαστηριακό μάθημα 4</p>	<p>Αλλαγές φάσης</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να περιγράφουν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή όπου παρατηρούνται αλλαγές της κατάστασης της ύλης • να συνδέουν τις αλλαγές κατάστασης της ύλης με τη μεταβολή στον τρόπο κίνησης των μορίων και όχι στη σύστασή τους • να ερμηνεύουν με το μοντέλο του μικρόκοσμου τα φαινόμενα

<p>Εργαστηριακό μάθημα 5</p>	<p>Τήξη-Πήξη- Εξάτμιση – Υγροποίηση – Βρασμός</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να ορίζουν την πήξη ως την αλλαγή φυσικής κατάστασης από υγρή σε στερεή • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία πήξης ενός σώματος είναι ίση με τη θερμοκρασία τήξης του • να ορίζουν την εξάτμιση ως την αλλαγή της φυσικής κατάστασης από υγρή σε αέρια, όταν αυτή γίνεται από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού • να διαπιστώνουν ότι κατά την εξάτμιση το υγρό απορροφά ενέργεια • να ορίζουν ως συμπύκνωση ή υγροποίηση την αλλαγή φυσικής κατάστασης από αέρια σε υγρή • να διαπιστώνουν ότι κατά την υγροποίηση το αέριο αποβάλλει ενέργεια • να ορίζουν τον βρασμό ως την αλλαγή της φυσικής κατάστασης από υγρή σε αέρια, όταν αυτή γίνεται σε όλο το υγρό • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι συγκεκριμένη • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η θερμοκρασία παραμένει σταθερή όση ώρα διαρκεί ο βρασμός του νερού • να διακρίνουν το φαινόμενο της
<p>Εργαστηριακό μάθημα 6</p>	<p>Διάδοση θερμότητας Με αγωγή</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να διαπιστώνουν πειραματικά τη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή σε στερεό σώμα • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η θερμότητα μεταδίδεται από το θερμότερο προς το ψυχρότερο μέρος του αντικειμένου • να διακρίνουν διάφορα υλικά σε καλούς ή κακούς αγωγούς της θερμότητας • να εντοπίζουν εφαρμογές των καλών και κακών αγωγών της θερμότητας στην καθημερινή ζωή • να ερμηνεύουν με το μοντέλο του μικρόκοσμου τη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή

<p>Εργαστηριακό μάθημα 7</p>	<p>Με ρεύματα μεταφοράς</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να διαπιστώνουν πειραματικά τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα στα υγρά και στα αέρια • να παρατηρούν ότι κατά τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα μετακινείται ύλη, σε αντίθεση με τη διάδοση θερμότητας με αγωγή • να διακρίνουν τη μεταφορά θερμότητας με ρεύματα από τη μετάδοση θερμότητας με αγωγή • να εντοπίζουν εφαρμογές της μεταφοράς της θερμότητας με ρεύματα στην καθημερινή ζωή • να ερμηνεύουν με το μοντέλο του μικρόκοσμου τη μεταφορά της θερμότητας με ρεύματα
<p>Εργαστηριακό μάθημα 8</p>	<p>Με ακτινοβολία</p>	<ul style="list-style-type: none"> • να διαπιστώνουν πειραματικά τη διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία • να αναγνωρίζουν ότι η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι δυνατή και στο κενό • να εξηγούν γιατί η διάδοση θερμότητας με ακτινοβολία είναι ο μόνος τρόπος με τον οποίο είναι δυνατή η ροή ενέργειας από τον Ήλιο στη Γη • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι τα υλικά σώματα απορροφούν και εκπέμπουν θερμότητα • να διαπιστώνουν πειραματικά ότι τα σκουρόχρωμα σώματα απορροφούν θερμότητα περισσότερο από τα ανοιχτόχρωμα • να εντοπίζουν εφαρμογές της διάδοσης της θερμότητας με ακτινοβολία στην καθημερινή ζωή • να ερμηνεύουν με το μοντέλο του μικρόκοσμου τη διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία

2.3 Ερευνητικά εργαλεία

Το ερευνητικό εργαλείο αποτελείται από τρία μέρη. Το πρώτο μέρος, για τη διερεύνηση της αυτοαποτελεσματικότητας των φοιτητών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής επιλέχθηκε το Physics Teaching Efficacy Belief Instrument (PTEBI-B) το οποίο πρόκειται για μια τροποποιημένη έκδοση του STEBI-B των Enochs και Riggs, 1990. Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 23 προτάσεις σε πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert, με τις εξής δυνατές απαντήσεις: 1= «διαφωνώ πολύ», 2= «διαφωνώ», 3= «ουδέτερος - αβέβαιος», 4= «συμφωνώ», 5= «διαφωνώ πολύ». Στην

παρούσα τροποποιημένη έκδοση, ο όρος science αντικαταστάθηκε από τη «physics». Το PTEBI - B αποτελείται από δύο υποκλίμακες σύμφωνα με τη θεωρία του Bandura. Η υποκλίμακα PPTE (Personal Physics Teaching Efficacy) σχετίζεται την αυτοαποτελεσματικότητα στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής και περιλαμβάνει τις εξής 13 προτάσεις: 2, 3, 5, 6, 8, 12, 17, 18, 19, 20, 21, 22 και 23, ενώ η υποκλίμακα PTOE (Science Teaching Outcome Expectancy) αφορά τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα από τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής και περιλαμβάνει τις εξής 10 προτάσεις: 1, 4, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15 και 16.

Το δεύτερο μέρος, αφορά το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για να αξιολογήσουν το βαθμό στον οποίο οι φοιτητές είχαν υιοθετήσει επιστημονικά ορθές αντιλήψεις και είναι το Thermal Concept Evaluation (TCE) που αναπτύχθηκε από τους Yeo & Zadnik (2001). Το ερωτηματολόγιο αναφέρεται σε βασικές θερμικές έννοιες όπως η θερμότητα, η θερμοκρασία, η θερμική αγωγιμότητα και οι αλλαγές φάσης.

Στο ερωτηματολόγιο TCE που περιλαμβάνει 26 ερωτήσεις προστέθηκαν και άλλες 6 ερωτήσεις που δημιουργήθηκαν από του ερευνητές (Stylos et.al, 2021). Οι οποίες βασίστηκαν σε καθημερινά θερμικά φαινόμενα που οι φοιτητές έχουν βιώσει στο παρελθόν τόσο στην καθημερινότητα τους όσο και έχουν διδαχθεί. Κάθε ερώτηση δημιουργήθηκε έτσι ώστε οι απαντήσεις της να εμπεριέχει μία ή περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις. Το τεστ έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές σε διαφορετικά επίπεδα εκπαίδευσης (Chu et al., 2012; Adadan & Yavuzkaya, 2018).

Επιπλέον, για το τρίτο μέρος χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις που αφορούν το προσωπικό ενδιαφέρον για τη Φυσική και για τη διδασκαλία της φυσικής, την πεποίθηση περί αποτελεσματικότητας στη μελλοντική διδασκαλία της Φυσικής, την εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τις έννοιες της Φυσικής καθώς και για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής (Stylos et al, 2021):

1. Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής;
2. Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για τη διδασκαλία της Φυσικής;
3. Εάν είχατε την επιλογή, θα αποφεύγατε να διδάξετε το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο;
4. Πόσο αποτελεσματικός πιστεύετε πως θα είστε ως μελλοντικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής;

5. Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στις έννοιες της Φυσικής;
6. Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής;

Τέλος στο ερωτηματολόγιο έχουν προστεθεί και δημογραφικές ερωτήσεις σχετικά με το δείγμα π.χ. φύλο, κατεύθυνση που ακολουθήθηκε στο Λύκειο (Θεωρητική, Θετική και Τεχνολογική).

2.4 Στατιστικές αναλύσεις

Ο έλεγχος της στατιστικής σημαντικότητας και η σύγκριση αριθμητικών μέσων όρων πριν και μετά την παρέμβαση έγιναν με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v.25. Πιο συγκεκριμένα, έγινε έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ των μέσων όρων για το TCE και για τις δυο υποκλίμακες του PTEBI-B έτσι ώστε να ελεγχθεί η διαφορά της βαθμολογίας των απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση. Για αυτό, χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon Signed-rank test καθώς το δείγμα δεν ακολουθούσε την κανονική κατανομή.

Για την περιγραφική ανάλυση των ερωτήσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Microsoft Office Excel 2016. Πιο συγκεκριμένα, έγινε περιγραφική ανάλυση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για να διαπιστωθεί η συνολική βαθμολογία των συμμετεχόντων για κάθε ερωτηματολόγιο. Έπειτα υπολογίστηκε μέσος όρος κάθε φοιτητή και κάθε ερώτησης και υπολογίστηκαν τα αντίστοιχα ποσοστά πριν και μετά την παρέμβαση. Τέλος, με βάση αυτά τα ποσοστά δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα διαγράμματα και πίνακες.

Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα

3.1 Περιγραφική στατιστική

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων σε σχέση με το φύλο και την κατεύθυνση σπουδών που ακολουθήθηκε στο Λύκειο καθώς και τα προπτυχιακά μαθήματα που παρακολούθησαν. Επίσης αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα η ποσοστιαία κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις των ενοτήτων ΡΡΤΕ και ΡΤΟΕ του ερωτηματολογίου ΡΤΕΒΙ-Β καθώς και οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο γνώσεων ΤΣΕ πριν και μετά την παρέμβαση.

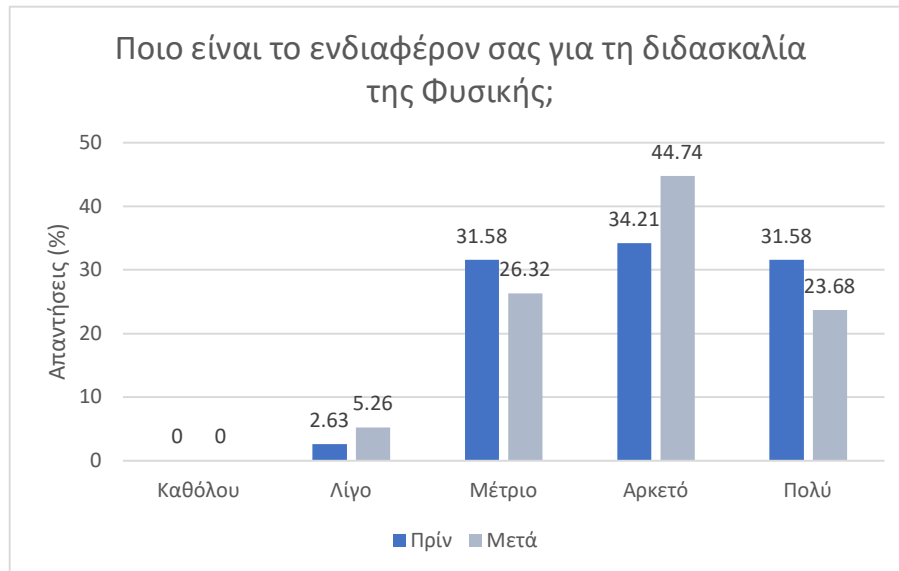
3.1.1 Δημογραφικά στοιχεία

Στην μελέτη συμμετείχαν 39 φοιτητές εκ των οποίων το 63% (N=25) είναι γυναίκες και το 37% (N=14) είναι άντρες. Η κατεύθυνση που ακολούθησαν οι φοιτητές στο Λύκειο κατά πλειοψηφία και πιο συγκεκριμένα σε ποσοστό 76.32% (N=30) είναι η θεωρητική κατεύθυνση, το 18.42% (N=7) των συμμετεχόντων ακολούθησε τη θετική κατεύθυνση, ενώ το 5.26% (N=2) την τεχνολογική. Ακόμα, το ποσοστό των φοιτητών που έχει παρακολουθήσει το μάθημα Βασικές έννοιες της Φυσικής ανέρχεται στο 97% των συμμετεχόντων. Επιπλέον, το ποσοστό των φοιτητών που έχει παρακολουθήσει το προπτυχιακό μάθημα Φυσική στην Καθημερινή Ζωή είναι και πάλι στο 97% των συμμετεχόντων. Αντίθετα, το ποσοστό των φοιτητών που έχει παρακολουθήσει το μάθημα Πειραματική Διδασκαλία Εννοιών των Φυσικών Επιστημών με αυτό που δεν έχει είναι ισορροπημένα καθώς το 53% των συμμετεχόντων στην έρευνα δηλώνει πως έχει παρακολουθήσει το συγκεκριμένο μάθημα ενώ το 47% όχι.

3.1.2 Απαντήσεις φοιτητών στο Ερωτηματολόγιο αυτοαποτελεσματικότητας

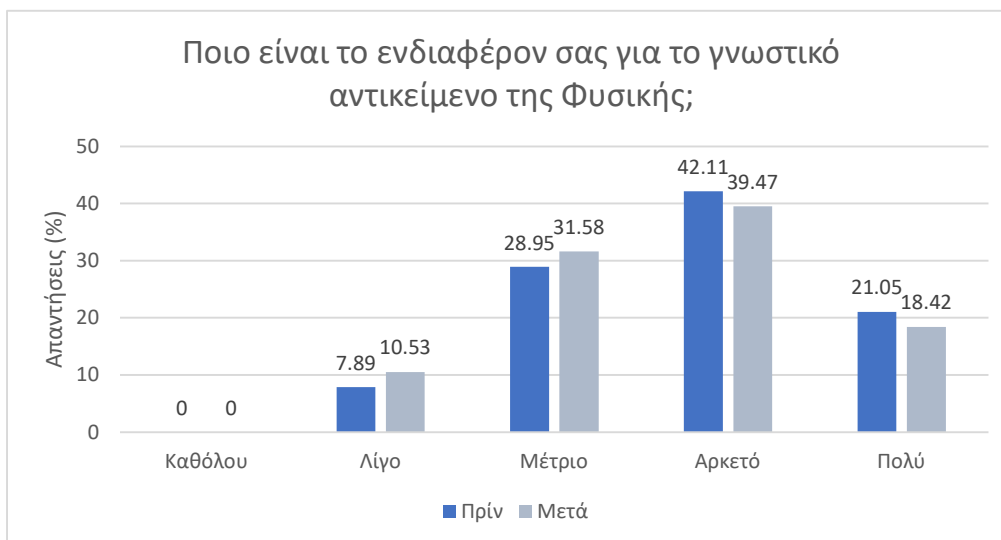
Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι ποσοστιαίες κατανομές των απαντήσεων των φοιτητών στις μεμονωμένες ερωτήσεις που συνοδεύουν το ΡΤΕΒΙ-Β τόσο για την υποκλίμακα ΡΡΤΕ όσο και για την ΡΤΟΕ καθώς και οι 6 ερωτήσεις που δημιουργήθηκαν από του ερευνητές (Stylos et.al, 2021).

Πριν τη διδασκαλία, η πλειοψηφία των φοιτητών και πιο συγκεκριμένα το 34.21% των ερωτηθέντων δήλωσε πως ενδιαφέρεται για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής αρκετά ενώ το 31.58% δήλωσε πως ενδιαφέρεται πολύ και μέτρια. Μετά τη διδασκαλία, τα ποσοστά αυτά διαμορφώθηκαν σε 44.74%, 23.68% και 26.32% αντίστοιχα.



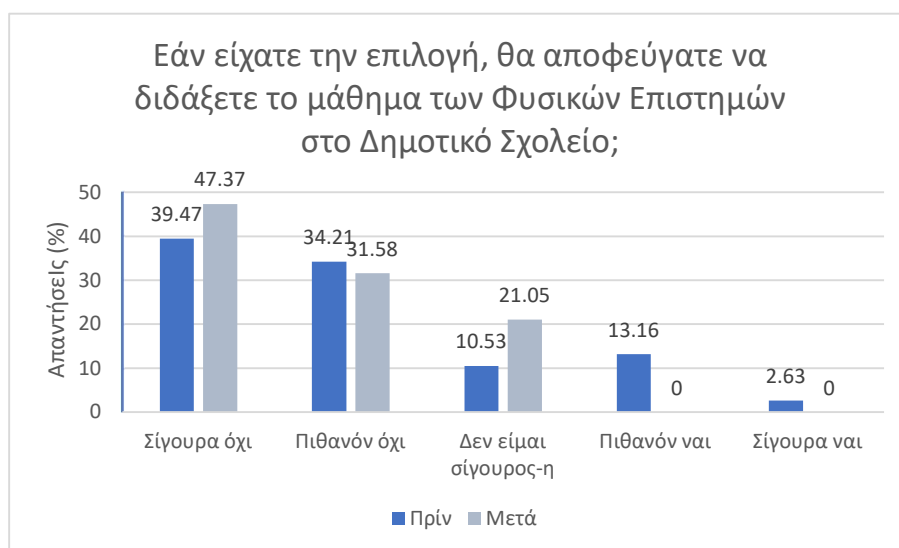
Σχήμα 1: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το ποιο είναι το ενδιαφέρον τους για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής.

Σχεδόν ένας στους δύο φοιτητές δήλωσε ότι ενδιαφέρεται αρκετά για τη διδασκαλία της Φυσικής. Πριν τη διδασκαλία το αυτό ποσοστό διαμορφώθηκε σε 42.11%, ενώ μετά από αυτή δεν υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση και το ποσοστό διαμορφώθηκε στο 39.47%.



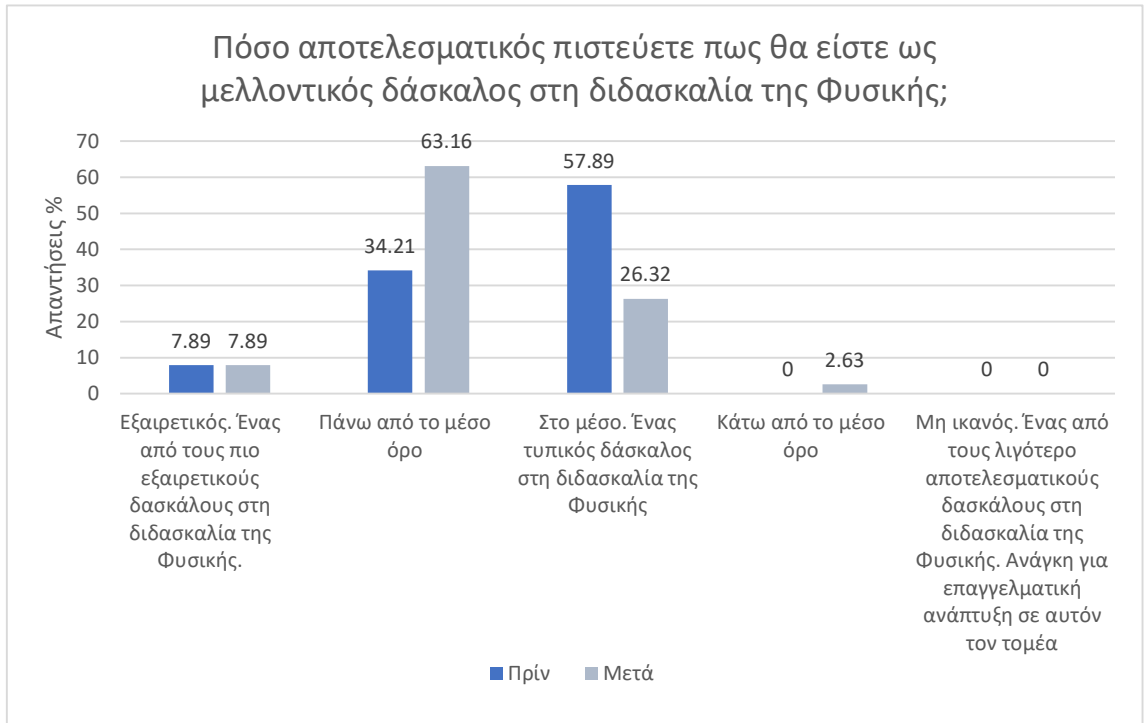
Σχήμα 2: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το ποιο είναι το ενδιαφέρον τους για τη διδασκαλία της Φυσικής.

Πριν τη παρέμβαση, το 39.47% των ερωτηθέντων φοιτητών δήλωσε πως σίγουρα δε θα απέφυγε να διδάξει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο, εάν είχε την επιλογή. Το αντίστοιχο ποσοστό μετά τη παρέμβαση αυξήθηκε και έφτασε στο 47.37%.



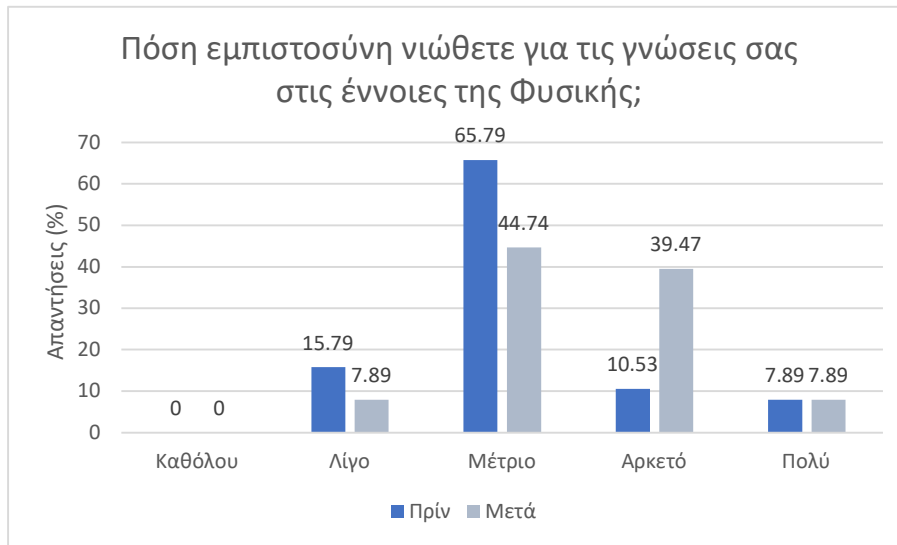
Σχήμα 3: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το εάν είχαν την επιλογή, θα αποφεύγανε να διδάξουν το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο.

Οι περισσότεροι φοιτητές πριν την παρέμβαση δήλωσαν πως η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας τους ως μελλοντικοί δάσκαλοι της Φυσικής θα κινείται σε επίπεδα μέσου όρου (ποσοστό 57.89% πριν την παρέμβαση και 26.32% μετά από αυτή). Όμως, μετά τη διδασκαλία οι περισσότεροι φοιτητές 63.16% δηλώνει πάνω από τον μέσο όρο (από 34.21% που ήταν πριν).



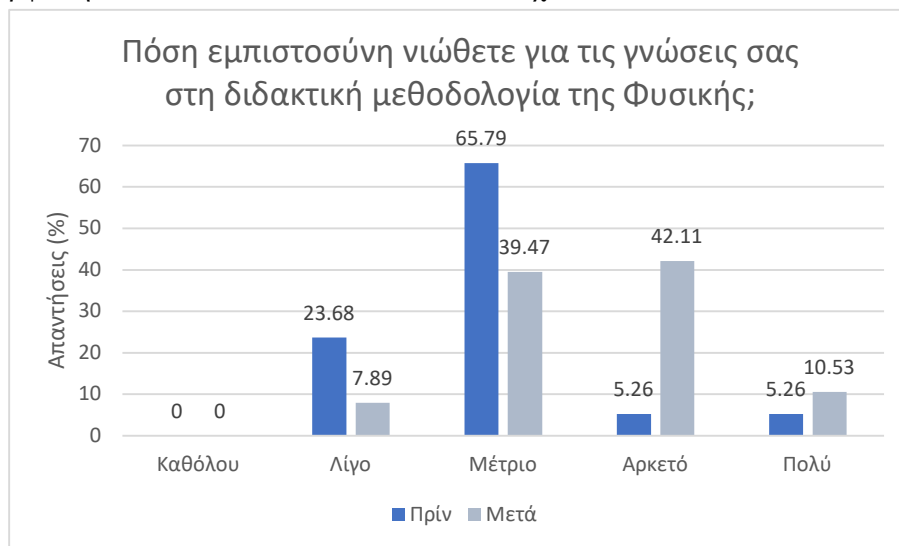
Σχήμα 3: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το πόσο αποτελεσματικοί πιστεύουν πως θα είναι ως μελλοντικοί δάσκαλοι στη διδασκαλία της Φυσικής.

Πριν τη παρέμβαση, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων στην έρευνα (ποσοστό 65.79%) δήλωσε ότι έχει μέτρια εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τις έννοιες της Φυσικής, το 10.53% δήλωσε πως έχει αρκετή εμπιστοσύνη. Τα ποσοστά αυτά μεταβλήθηκαν σε 44.74% και 39.47% αντίστοιχα.



Σχήμα 4: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το πόση εμπιστοσύνη νιώθουν για τις γνώσεις τους στις έννοιες της Φυσικής.

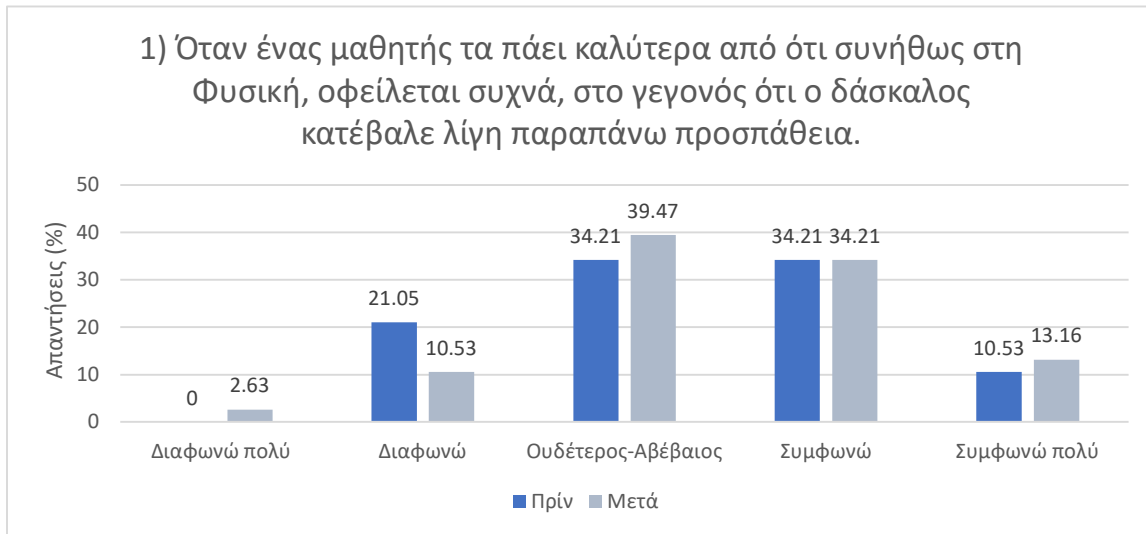
Πριν τη παρέμβαση, το 65.79% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι έχει μέτρια εμπιστοσύνη στις γνώσεις του για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής, ενώ το 5.26% δήλωσε πως έχει αρκετή. Τα ποσοστά αυτά, μετά τη διδασκαλία διαμορφώθηκαν σε 39.47%, και 42.11% αντίστοιχα.



Σχήμα 5: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων ως προς το πόση εμπιστοσύνη νιώθουν για τις γνώσεις τους στη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής.

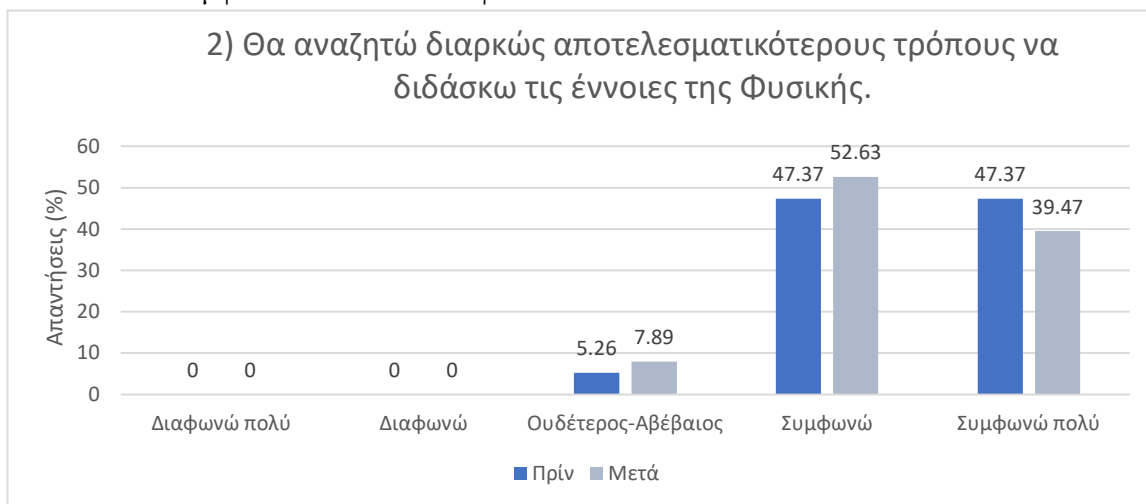
Το 34.21% των φοιτητών πριν το μάθημα συμφωνούσαν με το ότι αν ο δάσκαλος καταβάλει λίγη περισσότερη προσπάθεια, τότε ο μαθητής τα πάει καλύτερα από ότι

συνήθως. Μετά το μάθημα το ποσοστό αυτό έμεινε αμετάβλητο αλλά αυξήθηκε αυτό που συμφωνούσαν πολύ από 10,53% σε 13.16% .



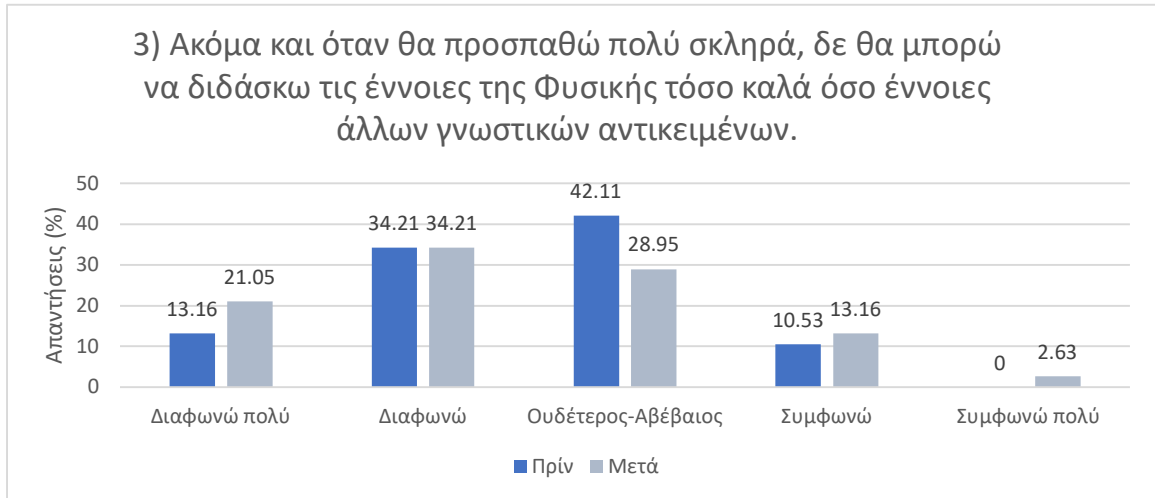
Σχήμα 6: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 1.

Στην πλειοψηφία τους οι φοιτητές (ποσοστό 47.37%) συμφωνούν ότι θα αναζητούν συνεχώς αποτελεσματικότερους τρόπος για να διδάξουν τις έννοιες της Φυσικής, ενώ μετά το μάθημα το αντίστοιχο ποσοστό αυξάνεται σε 45.7%, ενώ μειώνεται το ποσοστό αυτών που συμφωνούν απόλυτα και φτάνει από 47.37% σε 39.47%.



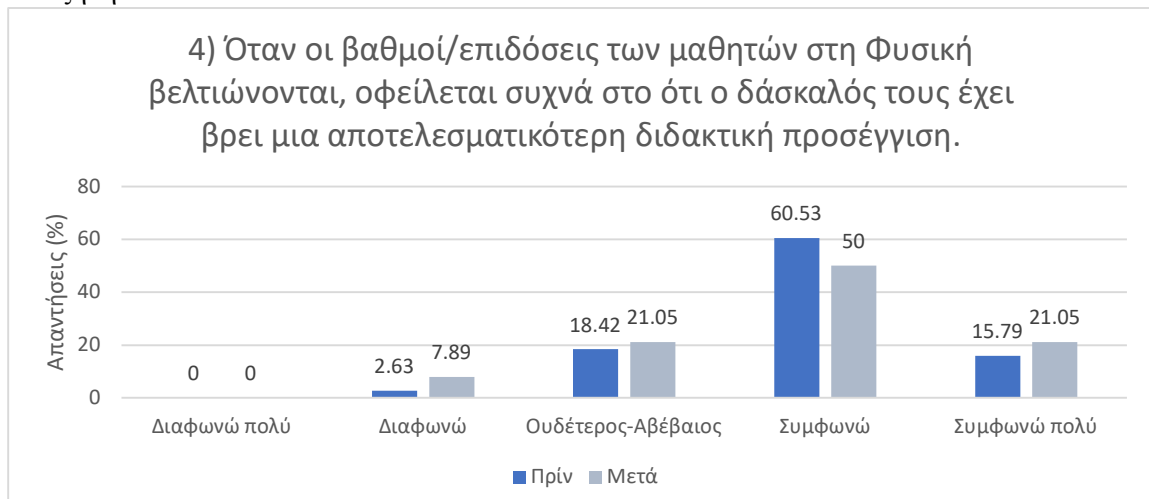
Σχήμα 7: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 2.

Το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων και συγκεκριμένα ποσοστό που ανέρχεται σε 42.11% αβέβαιοι με τη θέση πως όσο σκληρά και να προσπαθούν δε θα διδάσκουν τις έννοιες της Φυσικής, όπως θα έκαναν και με τα υπόλοιπα μαθήματα, ενώ μετά το μάθημα μειώνεται το ποσοστό σε 28.95%. Όμως, το ποσοστό των διαφωνούντων από 47.37% αυξήθηκε σε 55.26%.



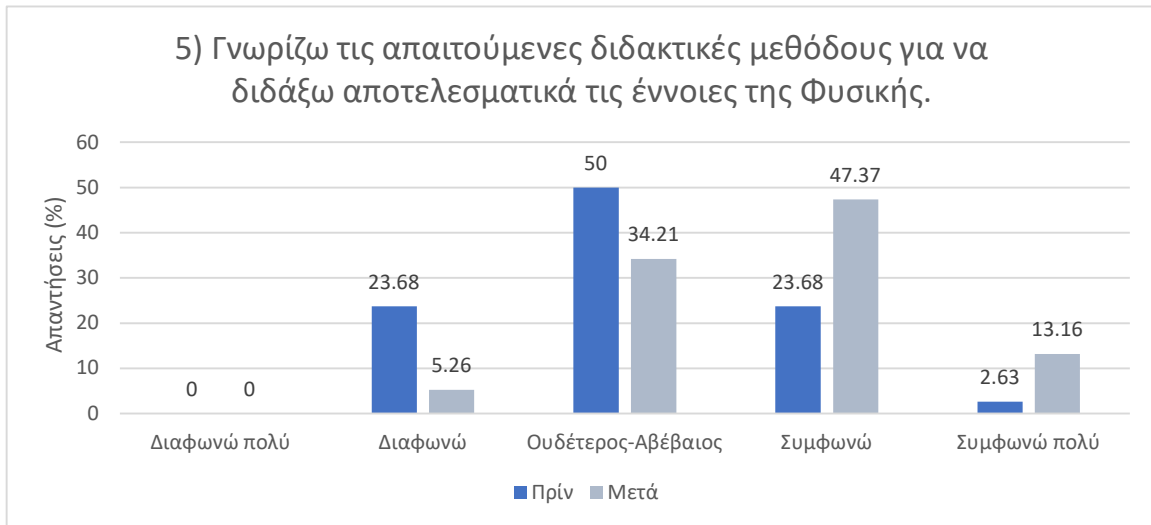
Σχήμα 8: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 3.

Οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα πριν την παρακολούθηση συμφωνούν κατά πλειοψηφία και συγκεκριμένα σε ποσοστό 60.53% για το ότι οι βαθμοί/επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική, θα βελτιωθούν χάρη στην αποτελεσματικότερη διδακτική προσέγγιση των δασκάλων, ενώ μετά την παρακολούθηση συμφωνούν με την παραπάνω άποψη σε ποσοστό 50% αλλά το ποσοστό των συμφωνούντων πολύ αυξήθηκε σε 21.05% από 15.79%.



Σχήμα 9: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 4.

Οι φοιτητές πριν την παρακολούθηση δηλώνουν αβέβαιοι/ουδέτεροι σε ποσοστό 50% για το αν γνωρίζουν τις κατάλληλες διδακτικές μεθόδους για την αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής, ενώ μετά την παρακολούθηση το ποσοστό αυτό μειώνεται σημαντικά (34.21%) και πλέον η πλειοψηφία δηλώνει σε ποσοστό 47.37% ότι συμφωνεί με την άποψη αυτή.



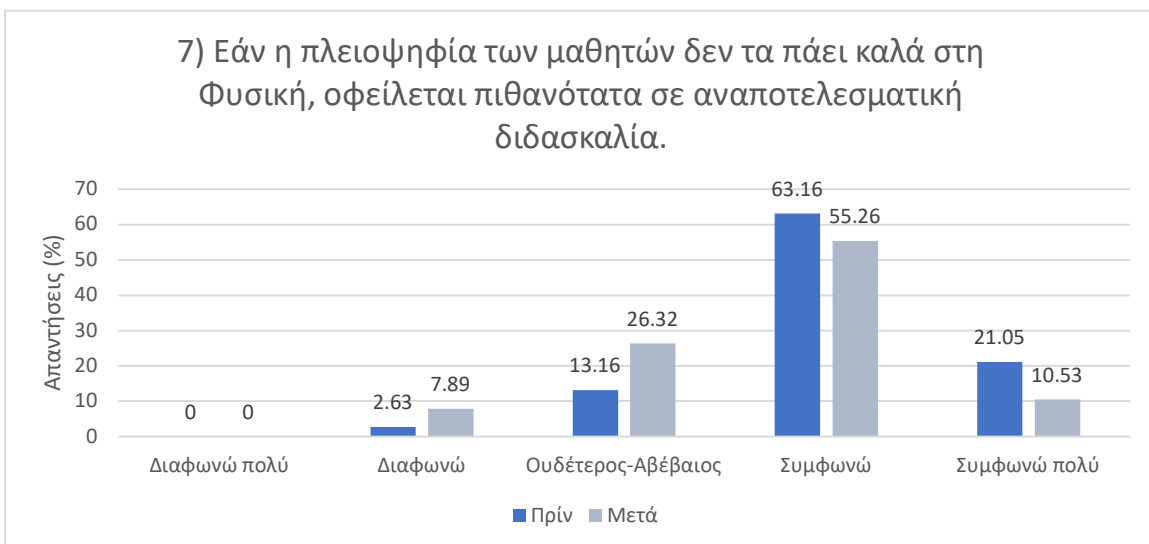
Σχήμα 10: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 5.

Πριν την παρακολούθηση του μαθήματος οι συμμετέχοντες στην έρευνα διαφωνούν κατά πλειοψηφία και πιο συγκεκριμένα σε ποσοστό 57.89% με το αν δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί στη διεξαγωγή των πειραμάτων, ενώ μετά την παρακολούθηση το ποσοστό αυτό μειώνεται και διαμορφώνεται στο 55.26% αλλά των διαφωνούντων πολύ από 13.16% σε 18.42%.



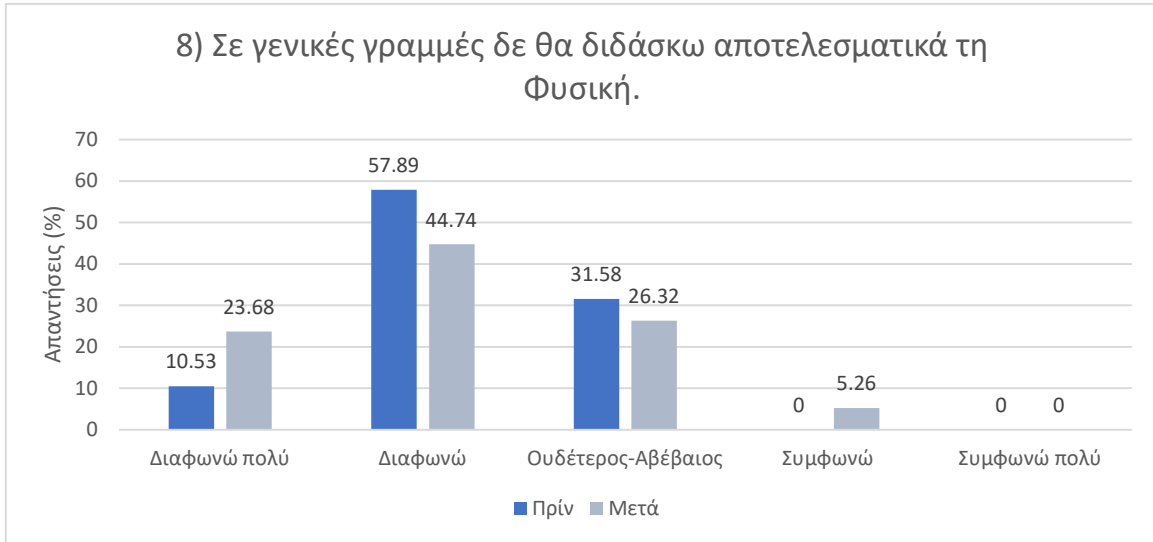
Σχήμα 11: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 6.

Πριν την παρακολούθηση πάνω από ένας στους δύο φοιτητές (63.16%) συμφωνούν με τη θέση ότι αν οι μαθητές δεν τα πάνε καλά στη Φυσική, είναι πιο πιθανό να οφείλεται στην αναποτελεσματική διδασκαλία, ενώ μετά την παρακολούθηση το ποσοστό αυτό παρουσιάζει μείωση στο 55.26%.



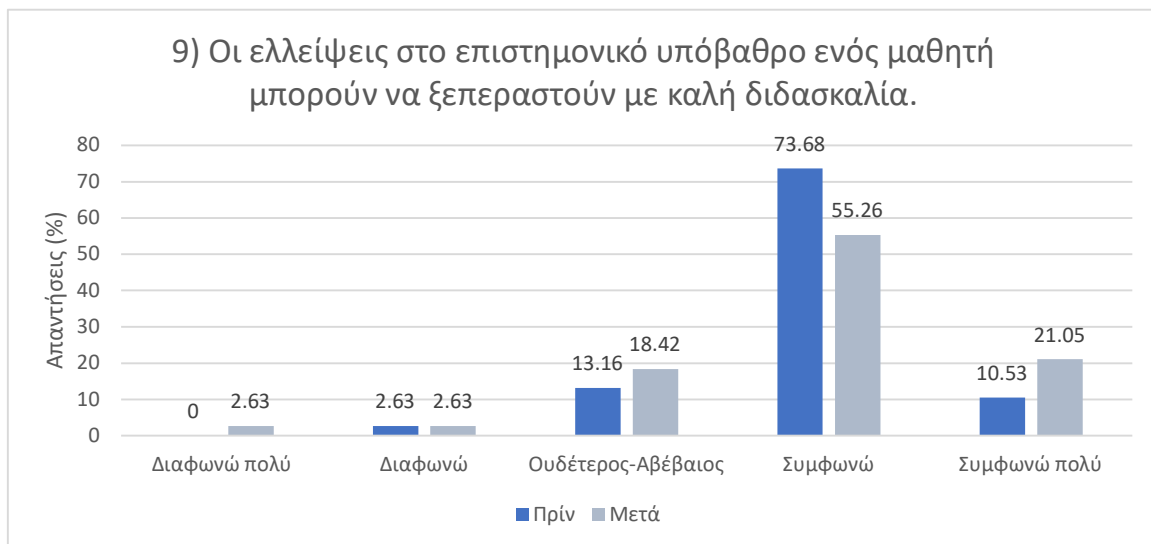
Σχήμα 12: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 7.

Πριν την παρακολούθηση του μαθήματος, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην παρέμβαση διαφωνούν σε ποσοστό 57.89% με το ότι δε θα διδάξουν τη Φυσική αποτελεσματικά ενώ μετά 44.74%. Ακόμα, το ποσοστό αυτών που διαφωνούν πολύ αυξάνεται σημαντικά από 10.53% σε 23.68%.



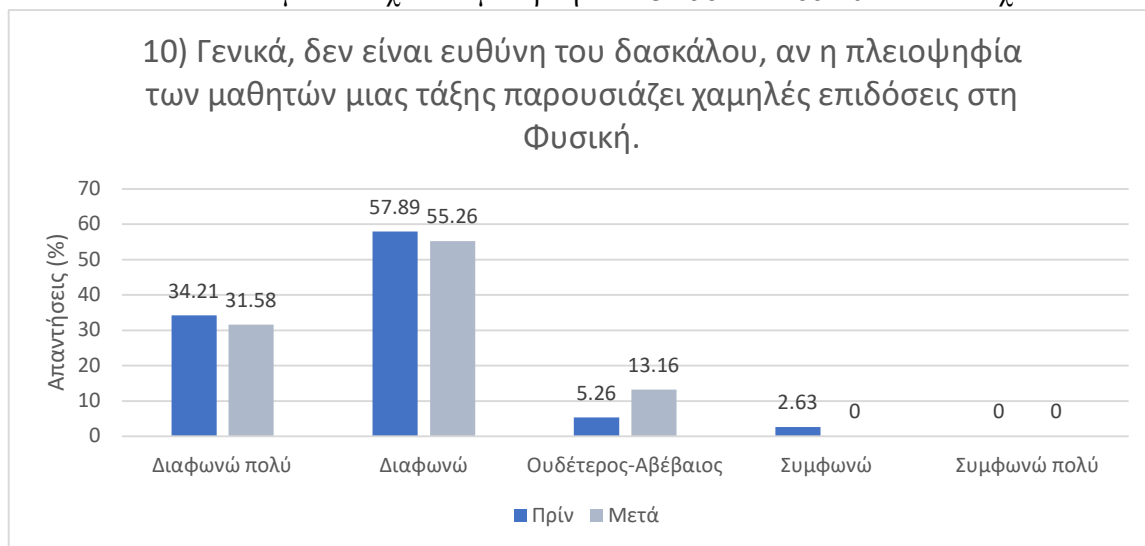
Σχήμα 13: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 8.

Η πλειοψηφία των φοιτητών (73.68%) πριν τη διδασκαλία συμφωνεί με τη θέση πως οι ελλείψεις στο επιστημονικό υπόβαθρό ενός μαθητή μπορούν να ξεπεραστούν με μια καλή διδασκαλία, ενώ μετά τη διδασκαλία το αντίστοιχο ποσοστό διαμορφώνεται σε 55.26%. Ενώ, αυτοί που συμφωνούν πολύ αυξάνονται από το 10.53% σε 21.05%.



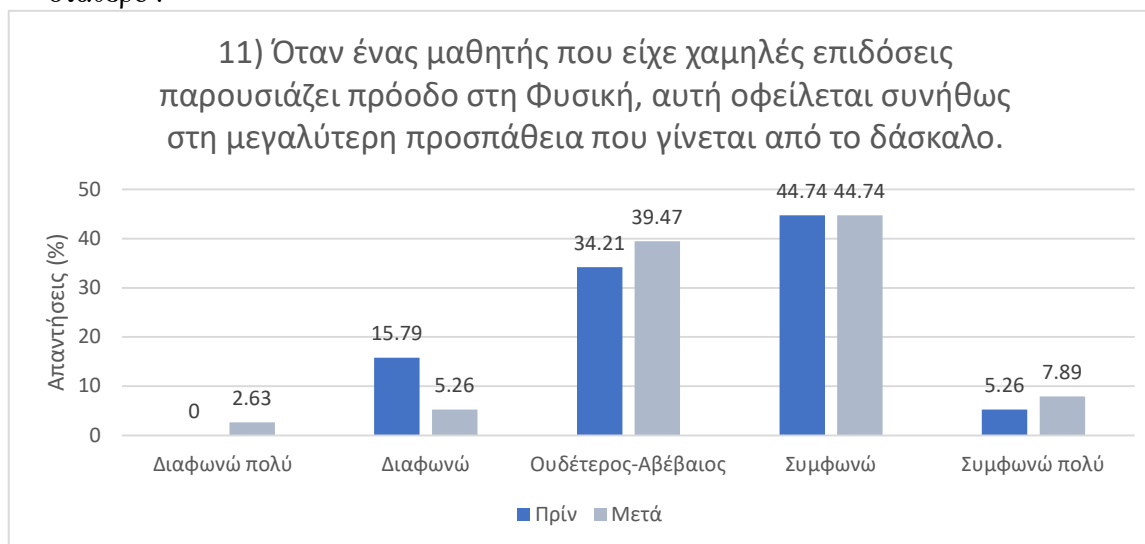
Σχήμα 14: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 9.

Οι φοιτητές που συμμετέχουν στην μελέτη κυρίως διαφωνούν ή διαφωνούν πολύ σε ποσοστό 57.89% και 34.21% αντίστοιχα με το ότι οι χαμηλές επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική δεν αποτελούν ευθύνη του δασκάλου. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος τα ποσοστά αυτά έμειναν σχεδόν αμετάβλητα σε 31.58% και 55.26% αντίστοιχα.



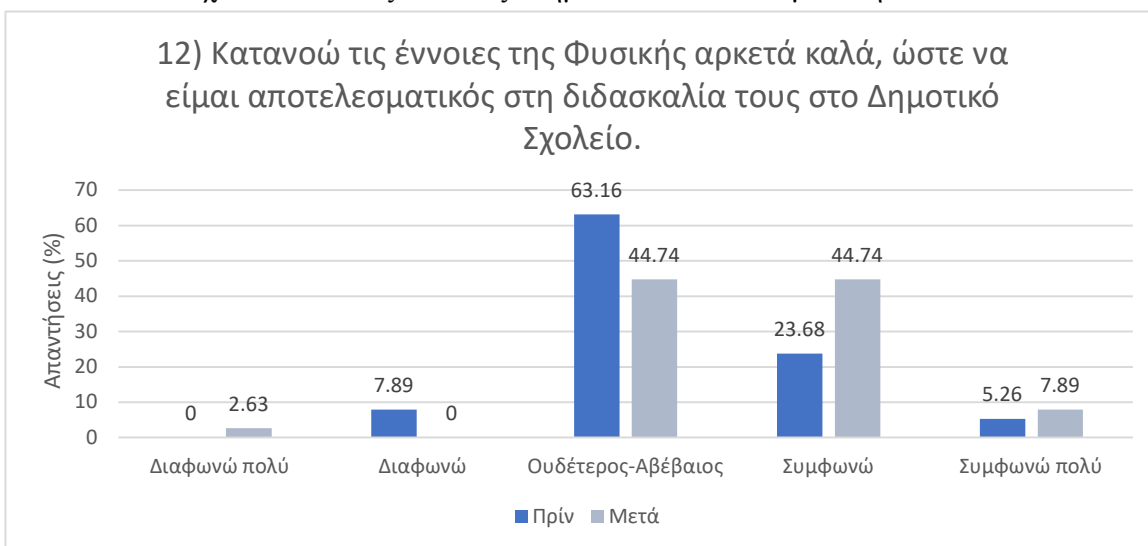
Σχήμα 15: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 10.

Σχεδόν οι μισοί φοιτητές που συμμετέχουν στην μελέτη (44.74%), δηλώνουν πριν τη διδασκαλία πως συμφωνούν με την άποψη ότι η πρόοδος στη Φυσική των μαθητών που είχαν χαμηλές επιδόσεις οφείλεται στη μεγαλύτερη προσπάθεια που καταβάλλεται από το δάσκαλο. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος αντίστοιχο ποσοστό μένει σταθερό.



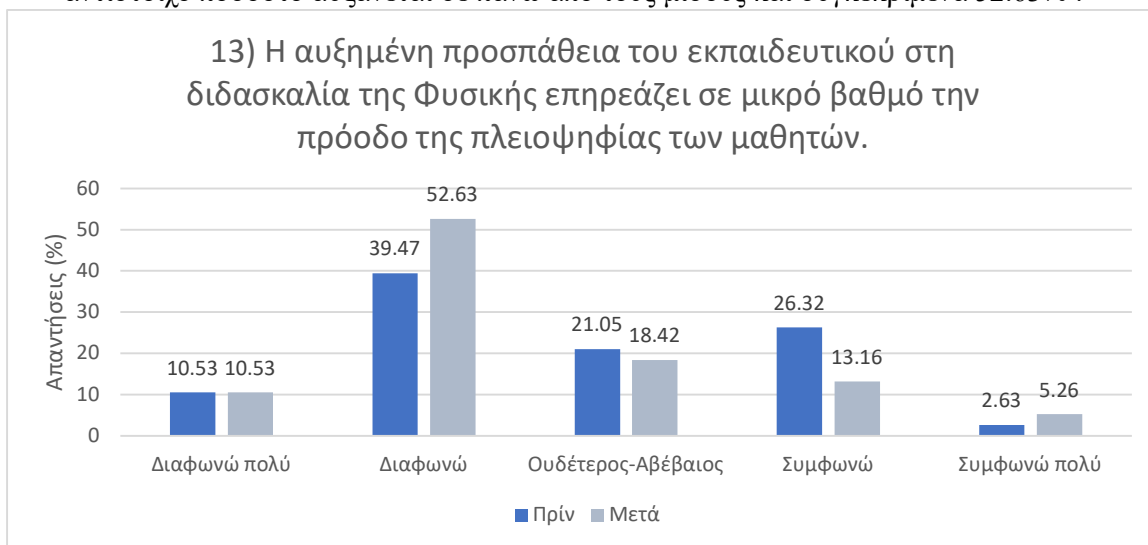
Σχήμα 16: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 11.

Οι συμμετέχοντες στην μελέτη φοιτητές δηλώνουν σε ποσοστό 28.94% πως συμφωνούν ή συμφωνούν πολύ με τη δήλωση ότι κατανοούν σε μεγάλο βαθμό της έννοιες της Φυσικής, ώστε να είναι αποτελεσματικοί στη διδασκαλία του μαθήματος. Το αντίστοιχο ποσοστό αυξάνεται αξιοσημείωτα σε 52.63% μετά τη διδασκαλία.



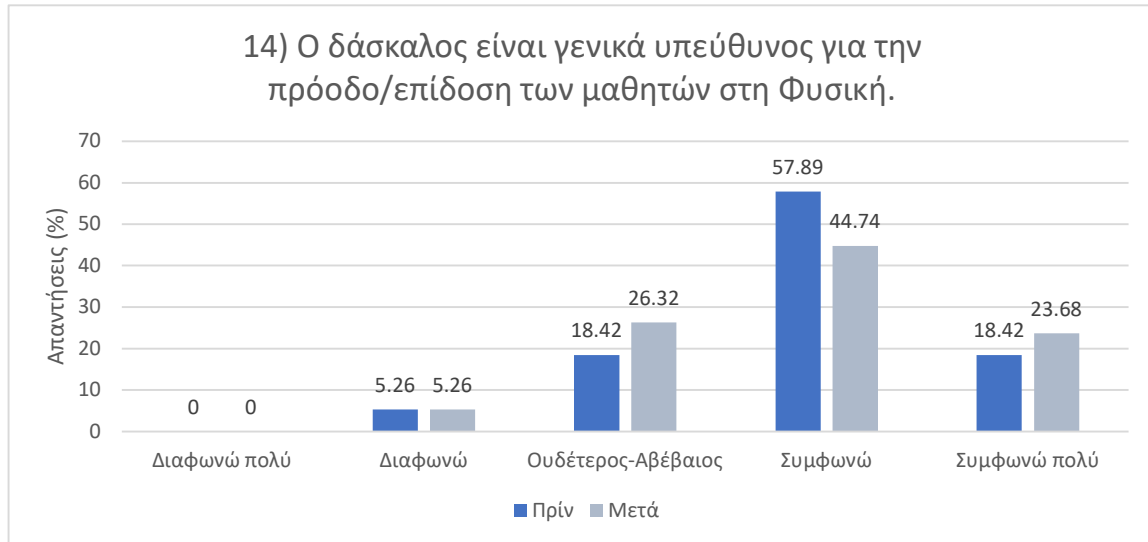
Σχήμα 17: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 12.

Ποσοστό 39.47% των φοιτητών διαφωνούν με την άποψη ότι η αυξημένη προσπάθεια από πλευράς του δασκάλου στη διδασκαλία της Φυσικής επηρεάζει σε μικρό βαθμό την πρόοδο της πλειοψηφίας των μαθητών. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος το αντίστοιχο ποσοστό αυξάνεται σε πάνω από τους μισούς και συγκεκριμένα 52.63% .



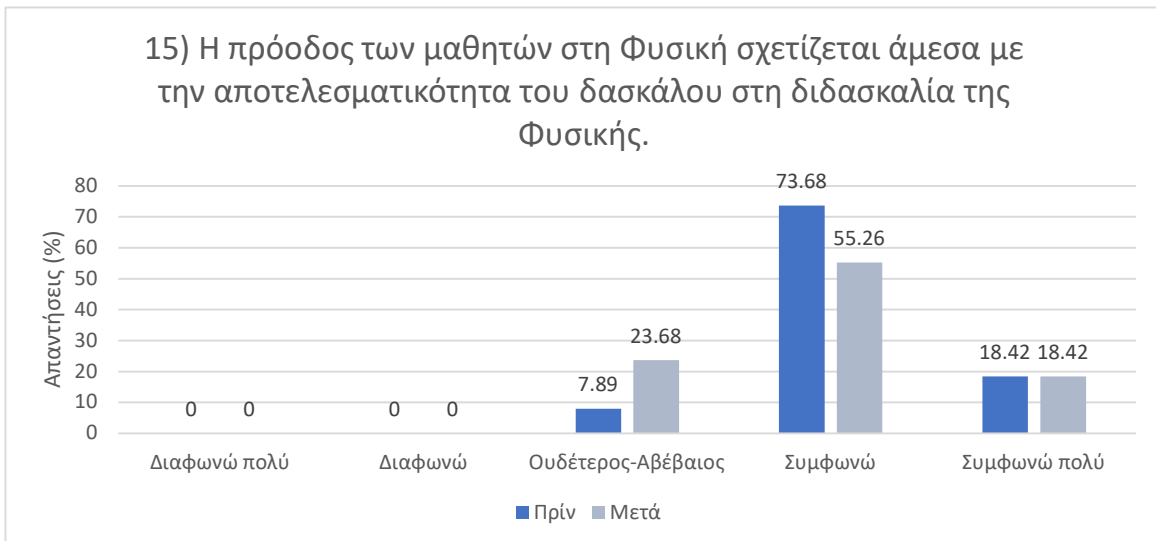
Σχήμα 18: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 13.

Πριν τη διδασκαλία, η πλειοψηφία των φοιτητών συμφωνούν σε ποσοστό 57.89% με το ότι ο δάσκαλος είναι γενικά υπεύθυνος για τις επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική. Μετά τη διδασκαλία το αντίστοιχο ποσοστό μειώνεται και διαμορφώνεται σε 44.74%.



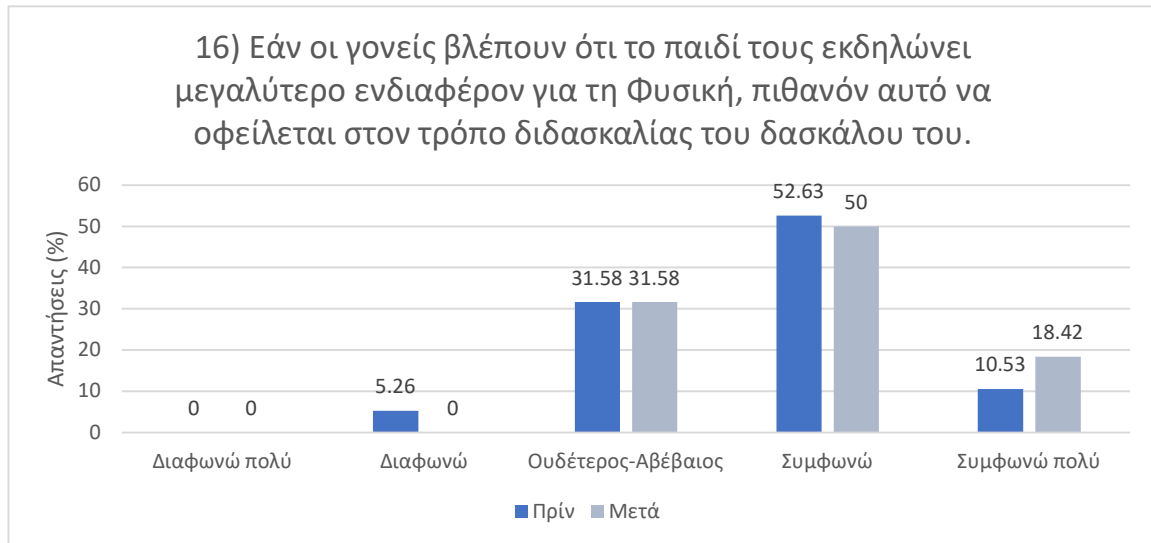
Σχήμα 19: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 14.

Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα στην συντριπτική τους πλειοψηφία σε ποσοστό 73,68% συμφωνούν με το ότι η πρόοδος των μαθητών στη Φυσική συνδέεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα του δασκάλου. Το αντίστοιχο ποσοστό μετά τη διδασκαλία μειώνεται σε 55,26%, ακόμα το ποσοστό αυτών που συμφωνούν πολύ μετά τη διδασκαλία είναι αμετάβλητο 18,42%.



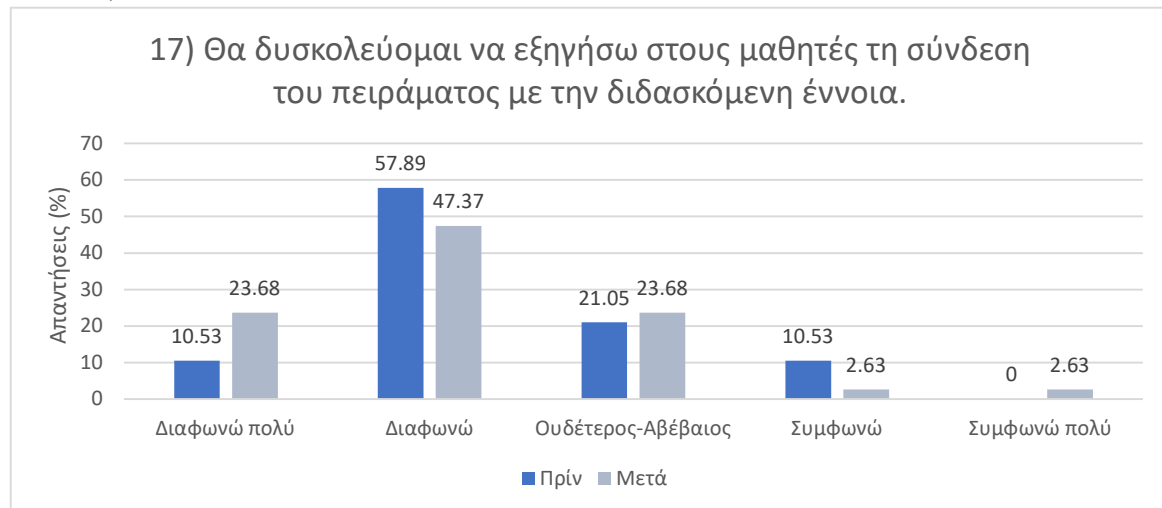
Σχήμα 20: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 15.

Περίπου ένας στους δύο φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα (ποσοστό 52,63%) πριν τη διδασκαλία δηλώνουν ότι συμφωνούν με τη θέση ότι εάν οι γονείς παρατηρούν πως το παιδί τους εκδηλώνει μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική, τότε αυτό πιθανόν να οφείλεται στον τρόπο που διδασκαλίας. Το αντίστοιχο ποσοστό μετά τη διδασκαλία μειώνεται ελάχιστα σε 50%.



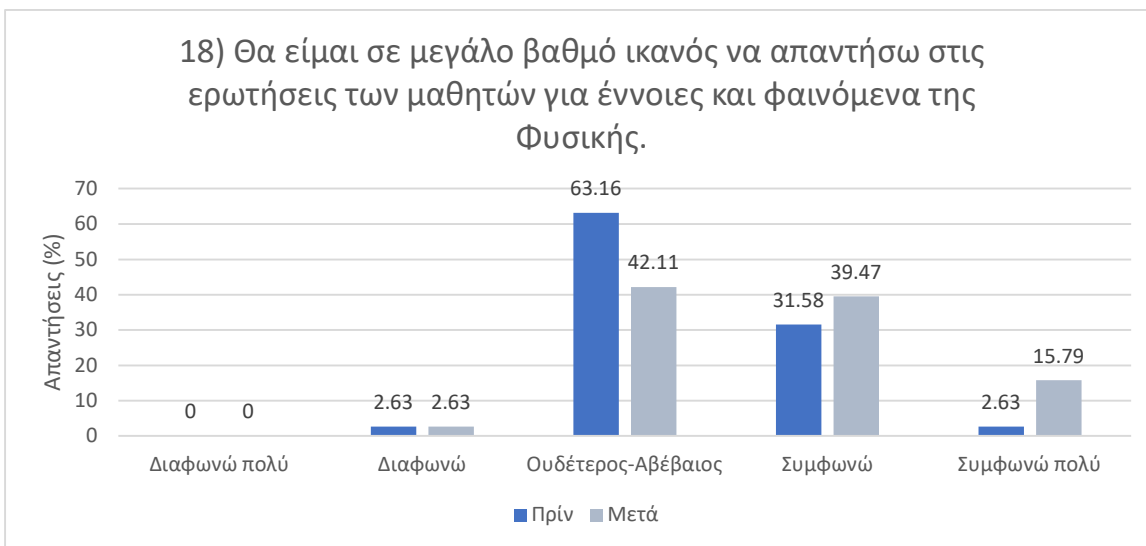
Σχήμα 21: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 16.

Πριν τη διδασκαλία, το ποσοστό των φοιτητών που διαφωνεί με τη θέση ότι θα δυσκολευτεί να εξηγήσει τους μαθητές τη σύνδεση μεταξύ πειράματος και διδασκόμενης έννοιας ανέρχεται σε 57.89%. Το ποσοστό αυτό μετά τη διδασκαλία μειώνεται σε 47.37%. Επίσης αυξάνεται και το ποσοστό εκείνων που διαφωνούν πολύ και γίνεται 23.68% από 10.53%.



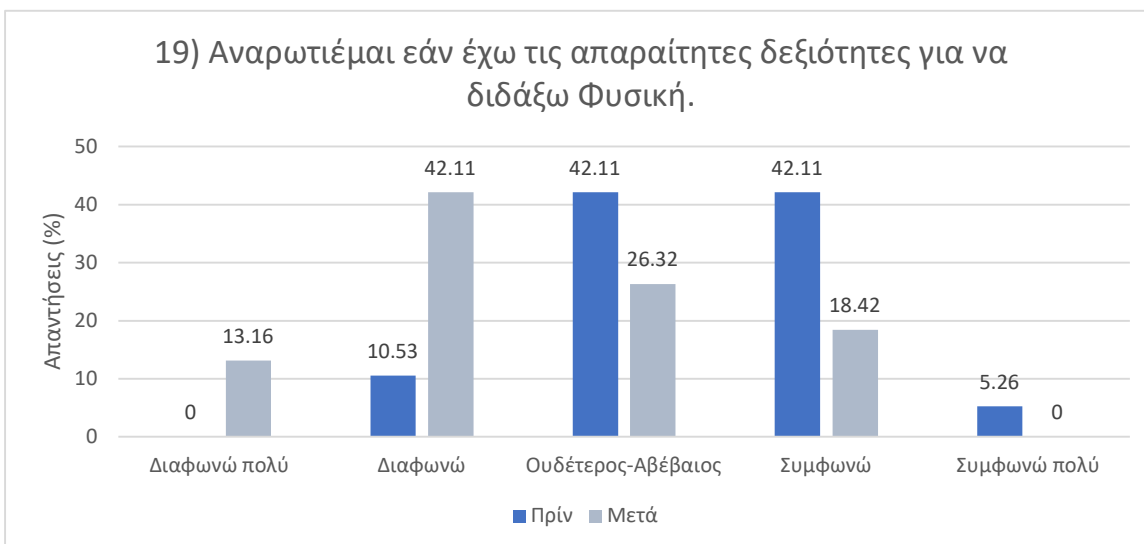
Σχήμα 22: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 17.

Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές συμφωνούν ή συμφωνούν πολύ σε ποσοστό 34.21% με το ότι θα είναι ικανοί να απαντήσουν στις ερωτήσεις των μαθητών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα τη Φυσικής. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται σημαντικά στο 55.26% μετά τη διδασκαλία.



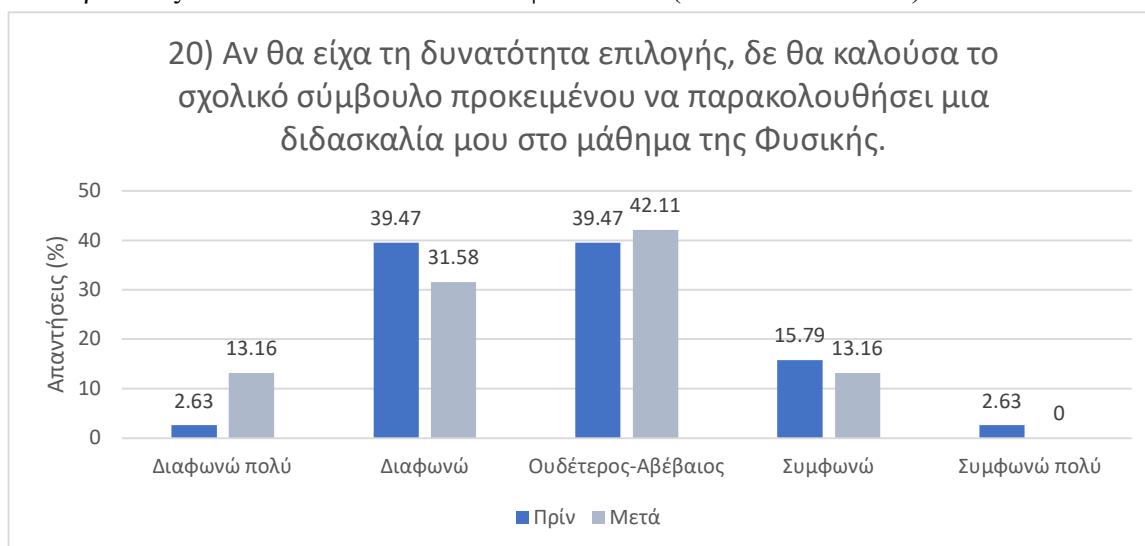
Σχήμα 23: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 18.

Πριν τη διδασκαλία, τα ποσοστά των φοιτητών διαφωνούσε με τη δήλωση ότι αναρωτιούνται αν θα έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες ώστε να διδάξουν Φυσική διαμορφώνονται μεταβάλλεται ραγδαία από 10.53% σε 42.11% ενώ εκείνων που συμφωνούσαν από 42.11% μειώνεται σημαντικά σε 18.42%.



Σχήμα 24: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 19.

Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές δηλώνουν σε ποσοστό 39,47% πως διαφωνούν και σε ποσοστό 39,47% πως είναι ουδέτεροι/αβέβαιοι σε σχέση με τη δήλωση ότι εάν τους δίνονταν η επιλογή, δε θα καλούσαν το σχολικό σύμβουλο για να παρακολουθήσει μια διδασκαλία τους για το μάθημα της Φυσικής. Το ποσοστό αυτών που διαφωνεί μετά τη διδασκαλία μειώνεται σε 31,58% και των αβέβαιων αυξάνεται σε 42,11%, ενώ αύξηση παρουσιάζει το ποσοστό που πλέον διαφωνεί πολύ (13,16% από 2,63%).



Σχήμα 25: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 20.

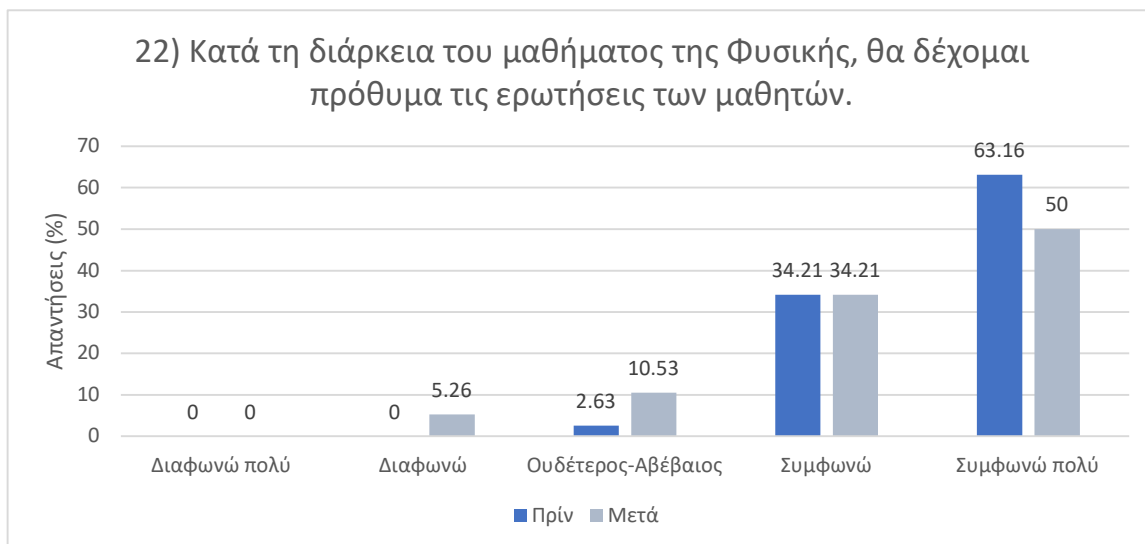
Πριν τη διδασκαλία, ένας στους δυο φοιτητές διαφωνεί (ποσοστό 50%) με το ότι όταν ένας μαθητής θα δυσκολεύεται να κατανοήσει μια έννοια της Φυσικής, δε θα σε θέση

να τον βοηθήσουν έτσι ώστε να την κατανοήσει καλύτερα. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 60.53%.



Σχήμα 26: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 21

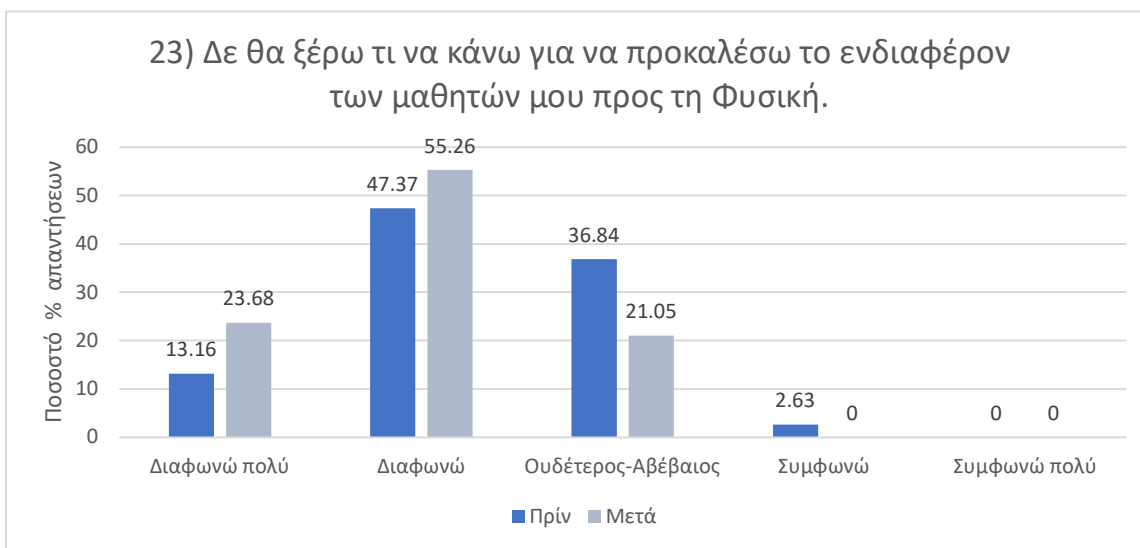
Πριν τη διδακτική παρέμβαση, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα δηλώνουν κατά συντριπτική πλειοψηφία πως είτε απλώς συμφωνούν (σε ποσοστό 34.21%) είτε συμφωνούν απόλυτα (σε ποσοστό 63.16%) με τη θέση ότι θα δέχονται πρόθυμα τις ερωτήσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Μετά το μάθημα, τα



Σχήμα 27 : Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 22.

ποσοστά αυτών που συμφωνούν μένει αμετάβλητο ενώ αυτών που συμφωνεί πολύ μειώνεται στο 50%.

Πριν το μάθημα, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα δηλώνουν κατά κύριο λόγο πως είτε απλώς διαφωνούν (σε ποσοστό 47.37%) είτε πως διαφωνούν πολύ (σε 13.16%) με το ότι δεν ξέρουν με ποιο τρόπο να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών προς τη Φυσική, ενώ μετά τη διδασκαλία του μαθήματος τα ποσοστά αυτά ανέρχονται σε 55.26% και 23.68% αντίστοιχα. Το ποσοστό των φοιτητών που δηλώνει αβέβαιο/ουδέτερο πριν το μάθημα από 36.84% και μετά μειώνεται σε 21.05%.



Σχήμα 28: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 23

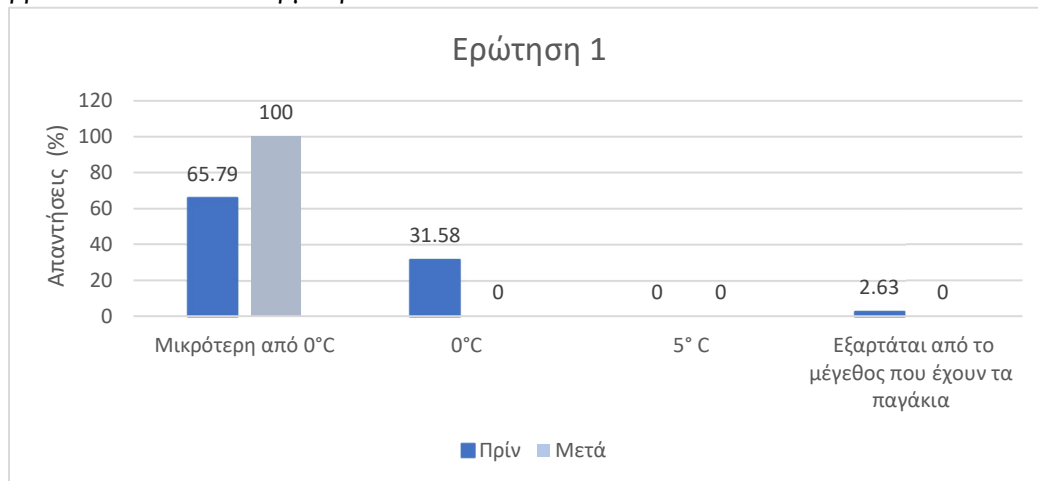
3.1.3 Ερωτηματολόγιο γνώσεων TCE

Υπολογίστηκαν οι ποσοστιαίες κατανομές των απαντήσεων κάθε ερώτησης του ερωτηματολογίου TCE.

Ερώτηση 1: Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία που έχουν τα παγάκια όταν βρίσκονται στην κατάψυξη του ψυγείου;

Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως υπάρχει αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων μετά τη διδασκαλία (από 65.79%, σε 100%) δηλαδή απάντησαν

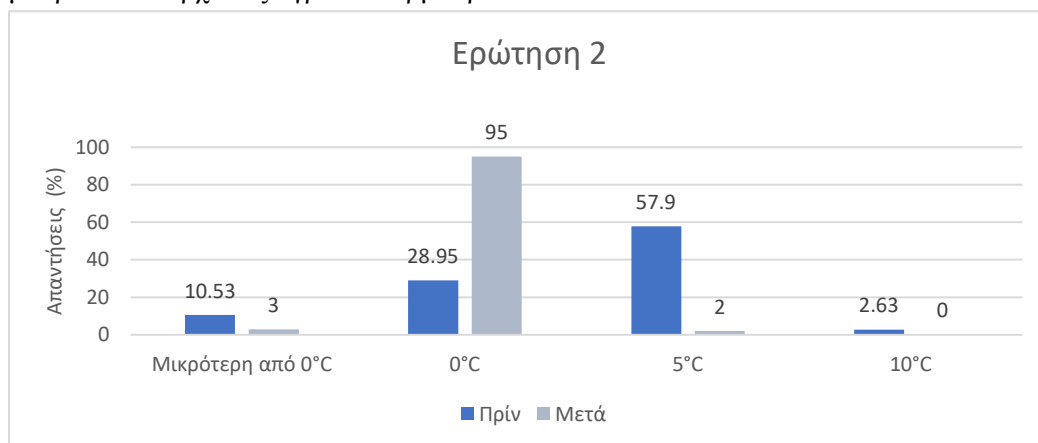
σωστά όλοι οι φοιτητές. Η εναλλακτική ιδέα που παρουσιάζεται εδώ είναι πως ο πάγος βρίσκεται πάντα σε θερμοκρασία 0°C.



Σχήμα 29: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 1 του TCE.

Ερώτηση 2: *Ο Γιώργος παίρνει έξι παγάκια από την κατάψυξη και βάζει τέσσερα από αυτά σε ένα ποτήρι με νερό και αφήνει τα υπόλοιπα δύο στον πάγκο της κουζίνας. Ανακατεύει τα παγάκια που βρίσκονται στο ποτήρι μέχρι αυτά να γίνουν πολύ μικρότερα και να έχουν σταματήσει να λιώνουν. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού σε αυτό το στάδιο;*

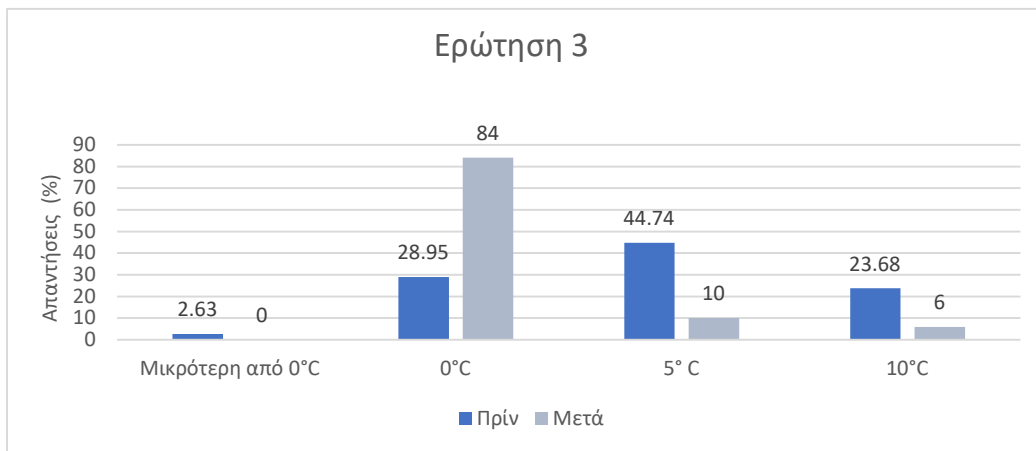
Στην ερώτηση αυτή παρατηρούμε μια μεγάλη αύξηση των σωστών απαντήσεων μετά τη διδασκαλία του μαθήματος. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων των φοιτητών πριν τη διδασκαλία ανέρχεται στο 28,95%, ενώ μετά από αυτή ανέρχεται στο 95%. Περίπου ένας στους δύο φοιτητές πριν την διδασκαλία δείχνει να μη συνδέει τη θερμοκρασία τήξης του πάγου με τις αλλαγές φάσης και ότι το νερό μπορεί να υπάρχει ως υγρό σε θερμοκρασία 0°C.



Σχήμα 30: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 2 του TCE.

Ερώτηση 3: Τα παγάκια που άφησε ο Γιώργος στον πάγκο έχουν σχεδόν λιώσει και βρίσκονται σε μια λιμνούλα νερού. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία που έχουν τα μικρότερα παγάκια;

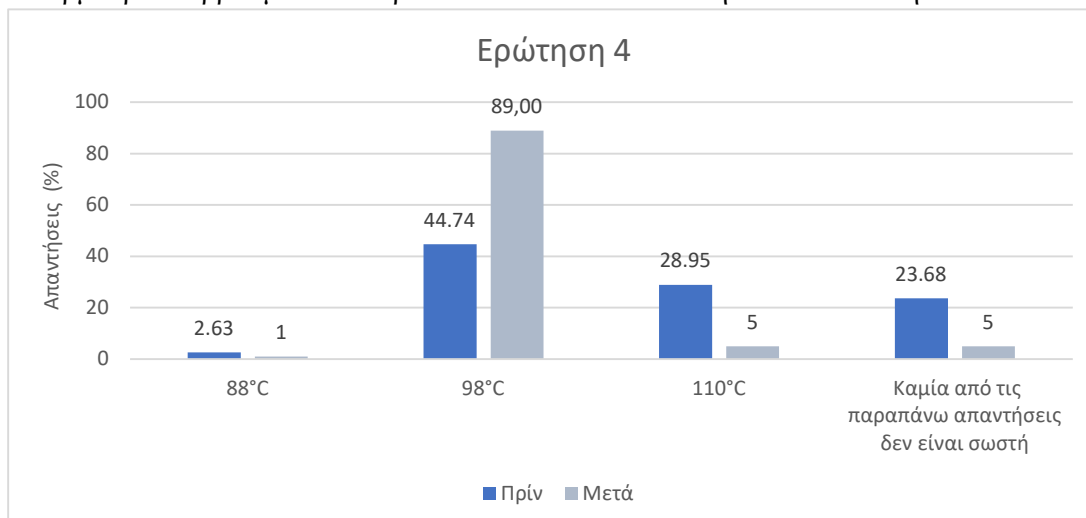
Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν τη διδασκαλία είναι 28.95%, ενώ μετά τη διδασκαλία αυξήθηκε και έφτασε στο 84%. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται ξανά είναι πως το νερό για να μπορεί να υπάρξει ως υγρό πρέπει να έχει θερμοκρασία άνω των 0°C.



Σχήμα 31: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 3 του TCE.

Ερώτηση 4: Πάνω στο μάτι της κουζίνας βρίσκεται μια κατσαρόλα γεμάτη νερό. Το νερό έχει αρχίσει να βράζει γρήγορα. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού;

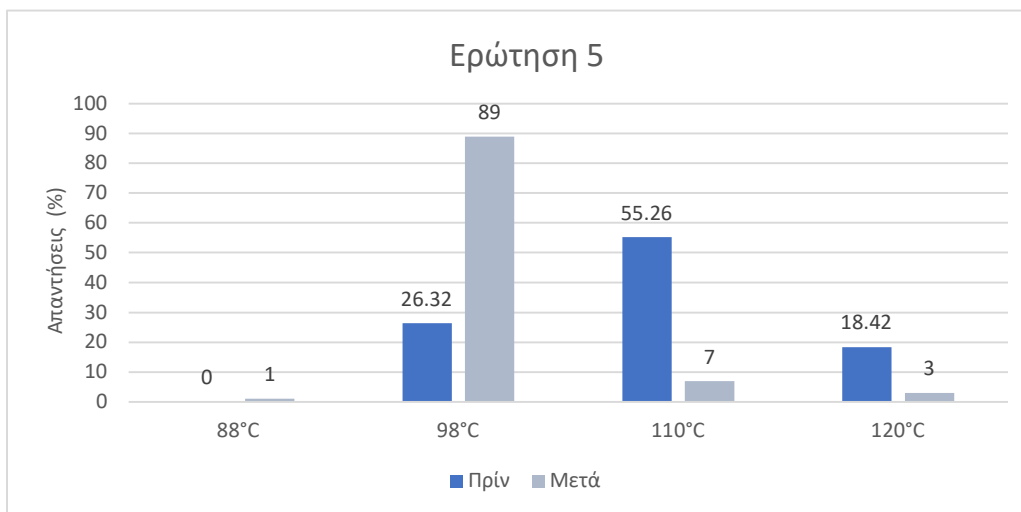
Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν από το μάθημα είναι 44.74% ενώ μετά από αυτή 89% δείχνοντας σημαντική βελτίωση. Οι φοιτητές που απάντησαν λάθος, δείχνουν να πιστεύουν ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι πάντα οι 100°C ή πάνω από αυτή.



Σχήμα 1: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 4 του TCE.

Ερώτηση 5: Πέντε λεπτά αργότερα, το νερό στην κατσαρόλα εξακολουθεί να βράζει. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού;

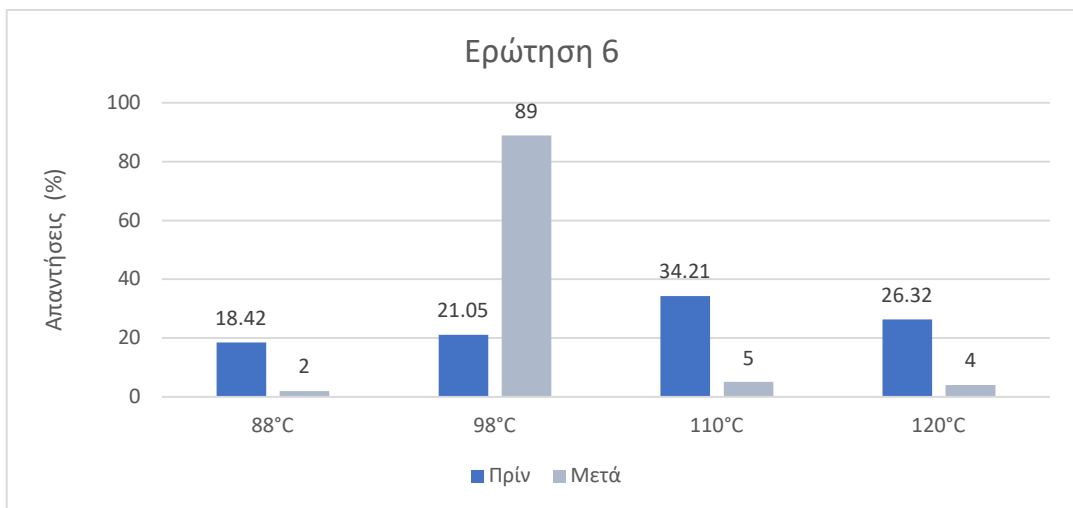
Παρατηρούμε πως το ποσοστό των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε σημαντικά μετά τη διδασκαλία (από 26.32% σε 89%). Η πλειοψηφία των φοιτητών όμως απάντησε εσφαλμένα πριν το μάθημα, καθώς επικράτησε η εναλλακτική ιδέα που θέλει τη θερμοκρασία κατά το βρασμό να μην παραμένει σταθερή αλλά να αυξάνεται.



Σχήμα 32: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 5 του TCE.

Ερώτηση 6: Ποια πιστεύετε ότι είναι η θερμοκρασία του ατμού πάνω από το νερό που βράζει στην κατσαρόλα;

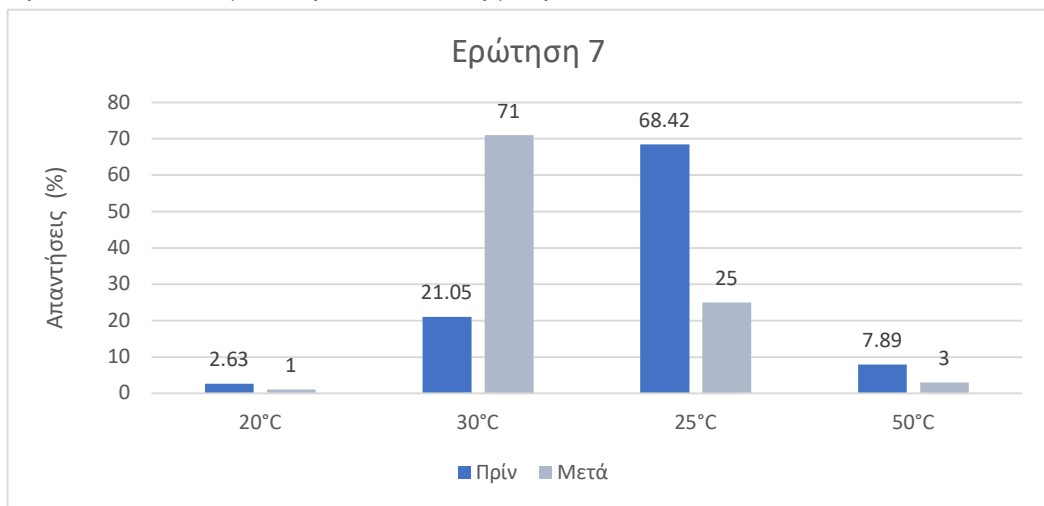
Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων στη συγκεκριμένη ερώτηση πριν και μετά την παρέμβαση είναι 21.05% και 89% αντίστοιχα. Ωστόσο, παρατηρούμε πως πριν το μάθημα πάνω από τους μισούς φοιτητές θεωρούν λανθασμένα πως η θερμοκρασία του ατμού πάνω από το νερό που βράζει στην κατσαρόλα είναι μεγαλύτερη από 100°C.



Σχήμα 33: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 6 του TCE.

Ερώτηση 7: *Ο Κωνσταντίνος αναμιγνύει δύο φλιτζάνια με νερό στους 40°C με ένα φλιτζάνι με νερό στους 10°C. Ποια είναι η πιθανότερη θερμοκρασία του νερού που προέκυψε από την ανάμειξη;*

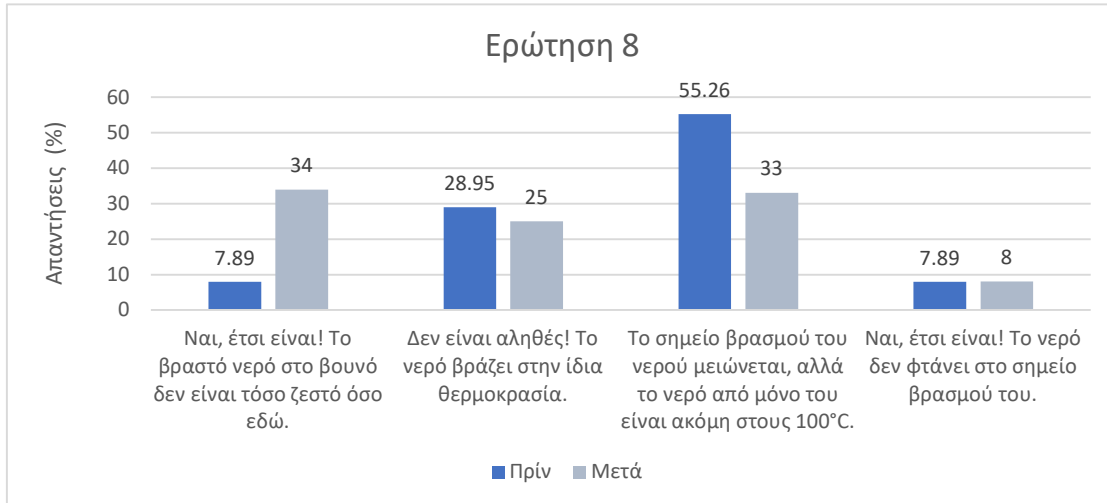
Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων για τη συγκεκριμένη ερώτηση πριν και μετά τη διδασκαλία ανέρχεται σε 21.05% και 71% αντίστοιχα. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ πριν από την διδασκαλία είναι ότι η τελική θερμοκρασία του νερού προκύπτει από το μέσο όρο των δύο θερμοκρασιών.



Σχήμα 34: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 7 του TCE.

Ερώτηση 8: *Ο Παναγιώτης θέλει να χρησιμοποιεί βραστό νερό (όχι απλά ζεστό) για να κάνει ένα φλιτζάνι τσάι. Ο ίδιος λέει στους φίλους του: «Δεν θα μπορούσα να κάνω το τσάι αν ήμουν σε κάμπινγκ σε ένα ψηλό βουνό, διότι το νερό δεν βράζει σε μεγάλα υψόμετρα.»*

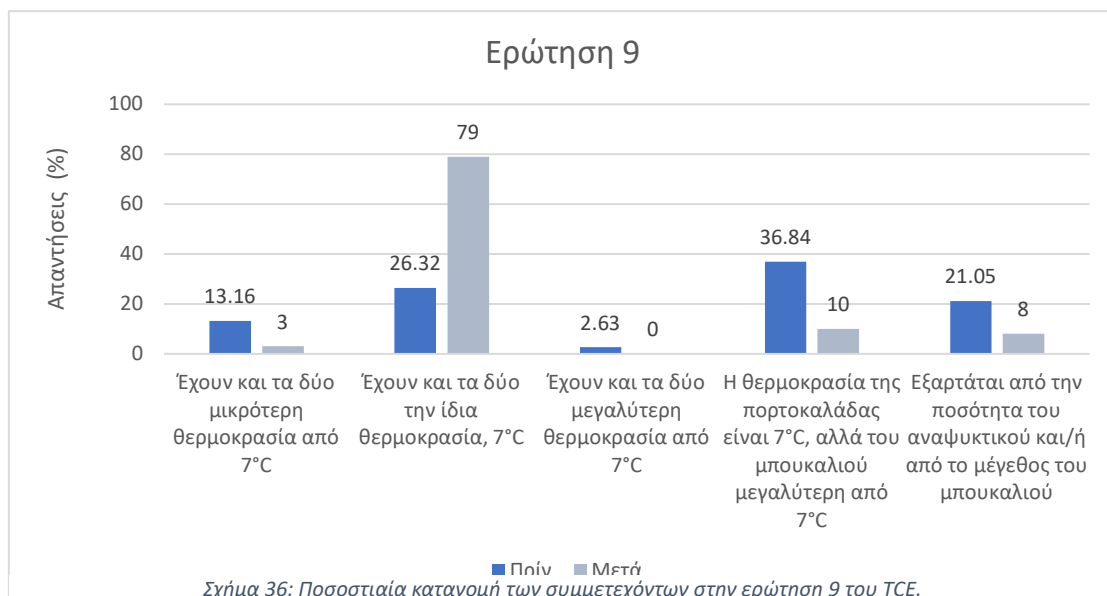
Στη συγκεκριμένη ερώτηση το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν το μάθημα είναι χαμηλό και φτάνει στο 7.89%, ενώ μετά αυξήθηκε σημαντικά και έφτασε στο 34%. Ωστόσο, η πλειοψηφία των φοιτητών απάντησε λανθασμένα. Η πλειοψηφία θεωρεί πως η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι μόνο οι 100°C.



Σχήμα 35: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 8 του TCE.

Ερώτηση 9: Η Μαρία παίρνει ένα αλουμινένιο τενεκεδάκι πορτοκαλάδας και ένα πλαστικό μπουκάλι πορτοκαλάδας από το ψυγείο, τα οποία ήταν εκεί καθ' όλη την διάρκεια της νύχτας. Τοποθετεί γρήγορα ένα θερμόμετρο στην πορτοκαλάδα που βρίσκεται στο αλουμινένιο τενεκεδάκι. Τι παρατηρεί;

Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν το μάθημα ανέρχεται στο 27.32% ενώ μετά 79%, πράγμα που σημαίνει πως υπάρχει μεγάλη αύξηση. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει με το ότι πολλοί φοιτητές θεωρούν πως η θερμοκρασία

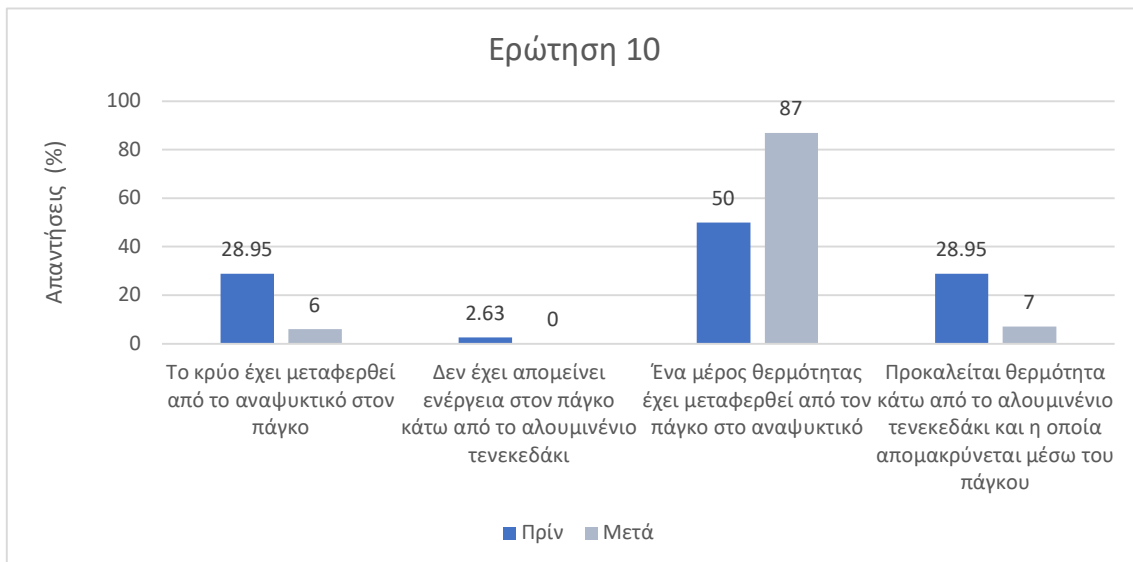


Σχήμα 36: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 9 του TCE.

που αποκτά ένα σώμα όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αυτού καθ' αυτού του σώματος που καθορίζονται από το υλικό του δοχείου.

Ερώτηση 10: *Λίγα λεπτά αργότερα, η Μαρία σηκώνει το αλουμινένιο τενεκεδάκι και λέει σε όλους πως το σημείο του πάγκου που βρίσκεται το αλουμινένιο τενεκεδάκι είναι πιο κρύο σε σχέση με τον υπόλοιπο πάγκο. Τι έχει συμβεί;*

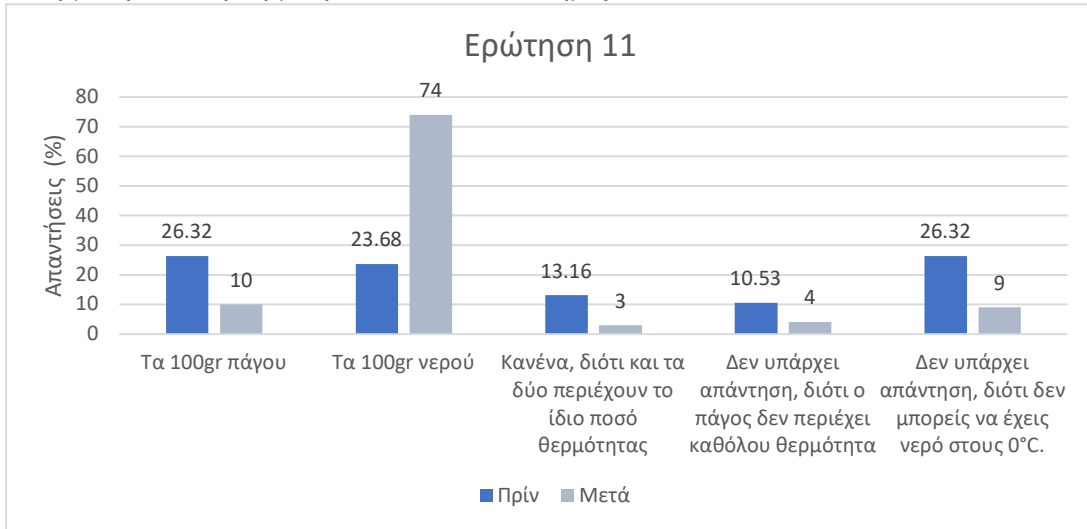
Πριν το μάθημα ένας στους δύο φοιτητές (ποσοστό 50%) δίνει σωστή απάντηση, ενώ μετά το μάθημα το ποσοστό αυτό αυξάνεται και φτάνει στο 87%. Οι φοιτητές που απαντούν λανθασμένα θεωρούν ότι το θερμό και το ψυχρό αποτελούν δύο διαφορετικές οντότητες διαχωρίζουν δηλαδή την έννοια της θερμότητας.



Σχήμα 37: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 10 του TCE.

Ερώτηση 11: *Η Μαρία ρωτά τους συμφοιτητές της: «Αν τοποθετήσω στην κατάψυξη 100gr πάγου και 100gr νερού που βρίσκονται στους 0°C, ποιο από τα δύο θα χάσει τελικά το μεγαλύτερο ποσό της θερμότητας;*

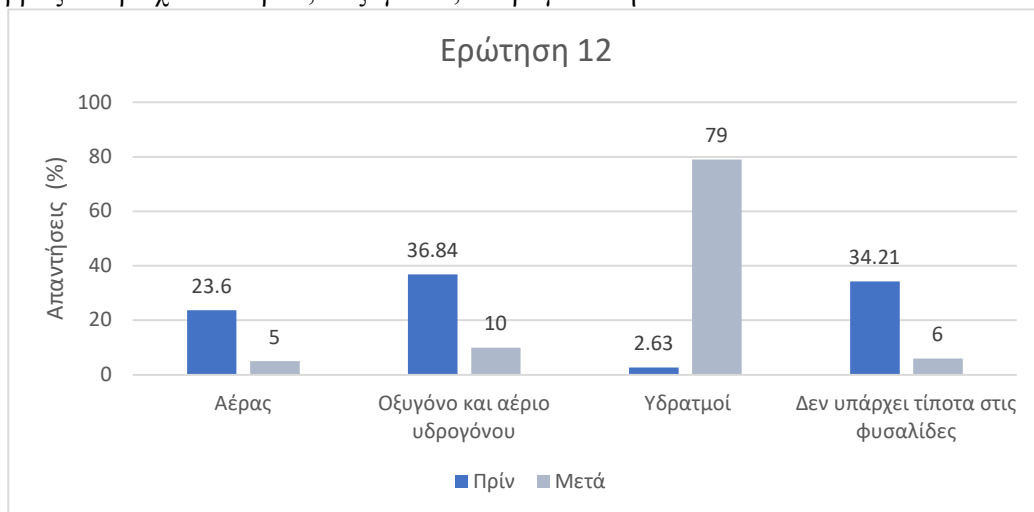
Στη συγκεκριμένη ερώτηση τα ποσοστά των ορθών απαντήσεων κινούνται σε χαμηλά επίπεδα και συγκεκριμένα πριν τη διδασκαλία ήταν στο 23.6%, ενώ μετά από αυτή αυξάνονται σημαντικά στο 74%. Οι βασικές εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ είναι πως: (α) το νερό δε μπορεί να υπάρχει σε υγρή μορφή στους 0°C και (β) η θερμότητα και η θερμοκρασία είναι ταυτόσημες.



Σχήμα 38: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 11 του TCE.

Ερώτηση 12: *Ο Νίκος βράζει νερό σε μια κατσαρόλα στο μάτι της κουζίνας. Τι νομίζετε ότι είναι οι φυσαλίδες που σχηματίζονται στο νερό που βράζει;*

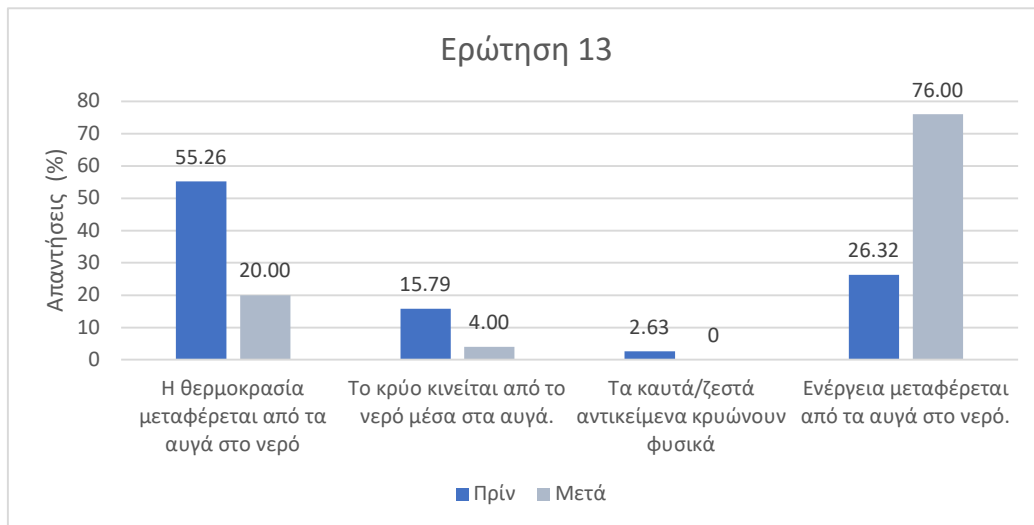
Στη συγκεκριμένη ερώτηση τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων και τα ποσοστά των λανθασμένων απαντήσεων πριν και μετά τη διδασκαλία είναι εντελώς διαφορετικά (2.63% και 79% αντίστοιχα). Οι φοιτητές στην συντριπτική τους πλειοψηφία έδωσαν λανθασμένη απάντηση θεωρούν πως οι φυσαλίδες που δημιουργούνται όταν το νερό βράζει περιέχουν «αέρα», «οξυγόνο», «υδρογόνο» ή «τίποτα».



Σχήμα 39: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 12 του TCE.

Ερώτηση 13: Μετά το μαγείρεμα μερικών αυγών σε βραστό νερό, ο Γρηγόρης κρυώνει τα αυγά τοποθετώντας τα σε ένα μπολ με κρύο νερό. Ποιο από τα παρακάτω εξηγεί τη διαδικασία ψύξης;

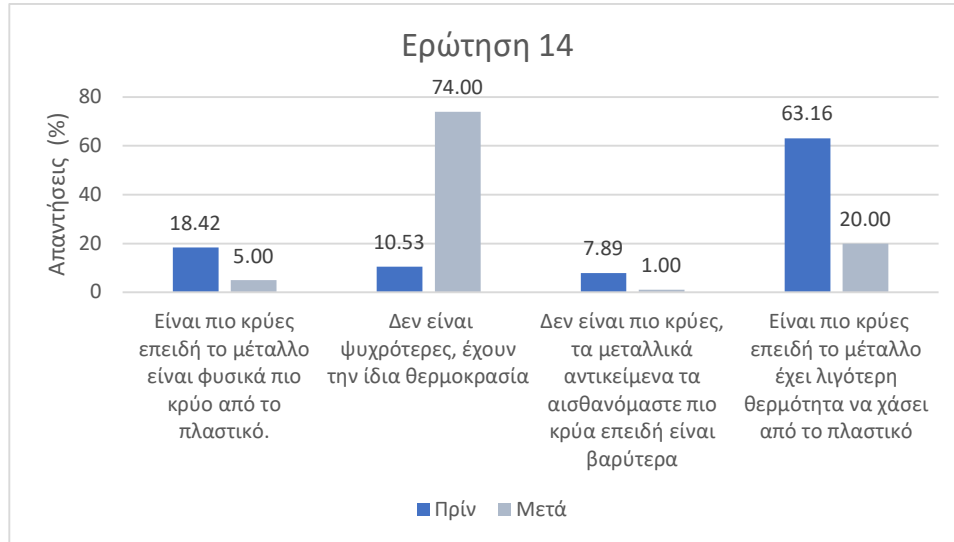
Στην ερώτηση αυτή, οι φοιτητές απαντούν σωστά σε ποσοστό 26.32% (πριν το μάθημα) και 76% (μετά το μάθημα), δηλαδή παρατηρείται μια σημαντική αύξηση. Οι φοιτητές που απάντησαν λανθασμένα βασίστηκαν στην εναλλακτική αντίληψη ότι η θερμοκρασία μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο και συγχέουν την έννοια της θερμοκρασίας με την θερμότητα.



Σχήμα 40: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 13 του TCE.

Ερώτηση 14: Ο Θανάσης ανακοινώνει ότι δεν του αρέσει να κάθεται πάνω στις μεταλλικές καρέκλες στο δωμάτιο, επειδή «είναι ψυχρότερες από τις πλαστικές».

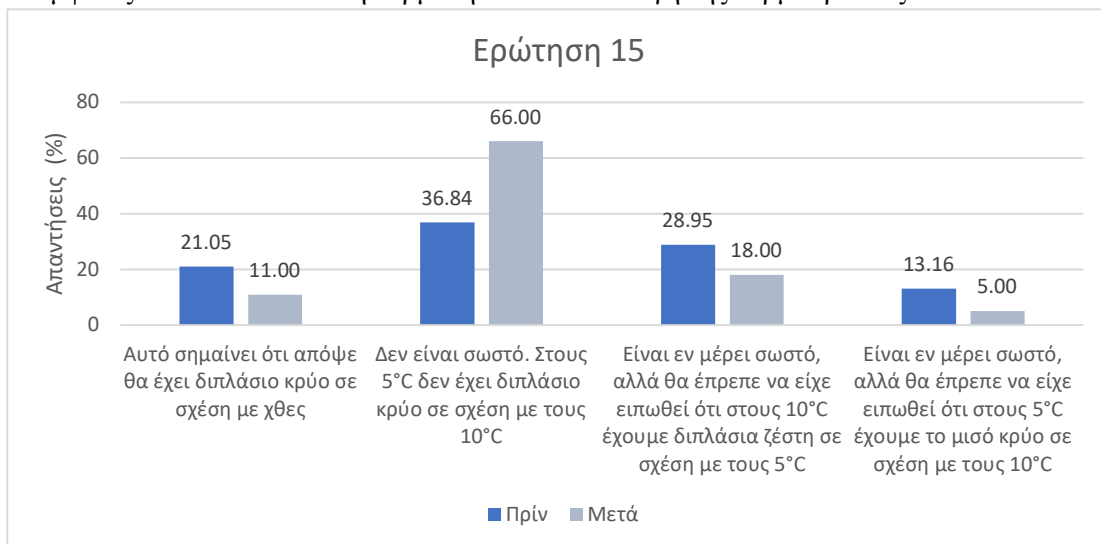
Το ποσοστό των σωστών απαντήσεων αυξήθηκε από 10.53% σε 74% μετά τη διδασκαλία. Η πλειοψηφία των φοιτητών δείχνει να πιστεύει ότι το ποσό της θερμότητας που περιέχει ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί.



Σχήμα 41: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 14 του TCE.

Ερώτηση 15: *Μια παρέα ακούει το μετεωρολογικό δελτίο: «... απόψε θα είναι μια ψυχρή βραδιά με θερμοκρασία 5°C, πιο ψυχρή από τους 10°C που ήταν χθες βράδυ.»*

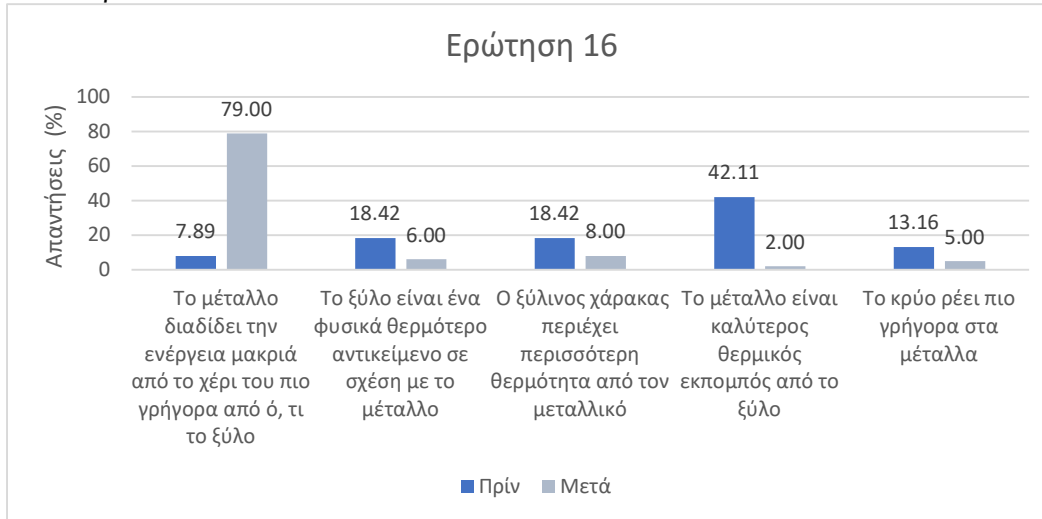
Παρατηρούμε πως το ποσοστό των φοιτητών που έδωσαν τη σωστή απάντηση αυξήθηκε από 36.84% (πριν τη διδασκαλία) σε 66% μετά τη διδασκαλία του μαθήματος. Όσον αφορά τις λανθασμένες απαντήσεις, η βασική εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ είναι ότι η θερμότητα είναι ανάλογη της θερμοκρασίας.



Σχήμα 42: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 15 του TCE.

Ερώτηση 16: *Ο Θανάσης παίρνει έναν μεταλλικό και έναν ξύλινο χάρακα από τη μολυβοθήκη του. Αισθάνεται τον μεταλλικό χάρακα πιο κρύο από τον ξύλινο.*

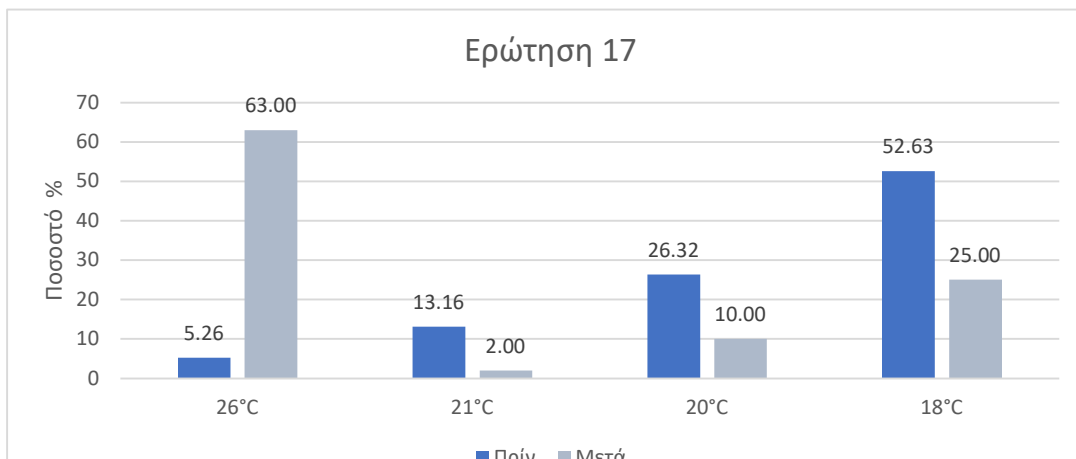
Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως το επίπεδο των σωστών απαντήσεων κινείται σε χαμηλά επίπεδα, πριν τη διδασκαλία (7.89%) ενώ μετά από αυτή αυξάνεται πολύ (79%). Οι φοιτητές που έδωσαν λανθασμένη απάντηση θεωρούν κατά κύριο λόγο πως τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να προσελκύουν, ή να απορροφούν τη θερμότητα και το κρύο.



Σχήμα 43: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 16 του TCE.

Ερώτηση 17: *Η Λία πήρε δύο γυάλινα μπουκάλια που περιέχουν νερό σε θερμοκρασία 20°C και τα τύλιξε με πετσέτες. Η μία ήταν βρεγμένη και η άλλη ήταν στεγνή. Λίγα λεπτά αργότερα, μετράει τη θερμοκρασία του νερού στο καθένα. Το νερό στη φιάλη με την βρεγμένη πετσέτα τι θερμοκρασία έχει;*

Τα ποσοστά πριν το μάθημα είναι εξαιρετικά χαμηλά 5.26% ενώ μετά υπάρχει μεγάλη βελτίωσή 63%. Η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών έδωσε λανθασμένη απάντηση

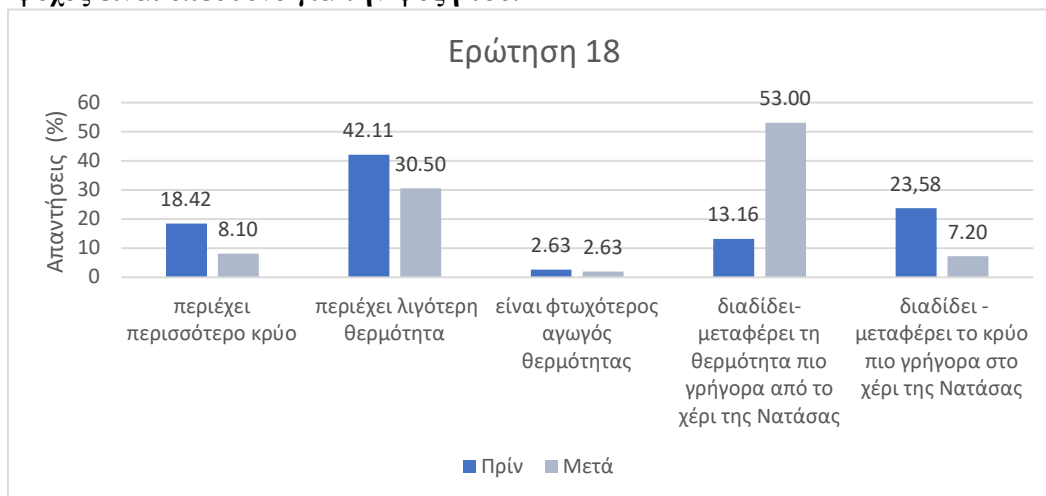


Σχήμα 44: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 17 του TCE.

βασισόμενη γιατί πιστεύουν ότι τα αντικείμενα που έρχονται σε επαφή για κάποια χρονικό διάστημα δεν είναι απαραίτητο να αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία (δεν κατανοούν την θερμική ισορροπία).

Ερώτηση 18: *Η Νατάσα παίρνει ταυτόχρονα δύο κουτιά γάλακτος, ένα κρύο από το ψυγείο και ένα ζεστό από τον πάγκο της κουζίνας. Γιατί πιστεύετε ότι αισθάνεται το κουτί από το ψυγείο πιο κρύο σε σχέση με αυτό που βρίσκεται στον πάγκο; Σε σύγκριση με το ζεστό κουτί, τι ισχύει για το κρύο κουτί;*

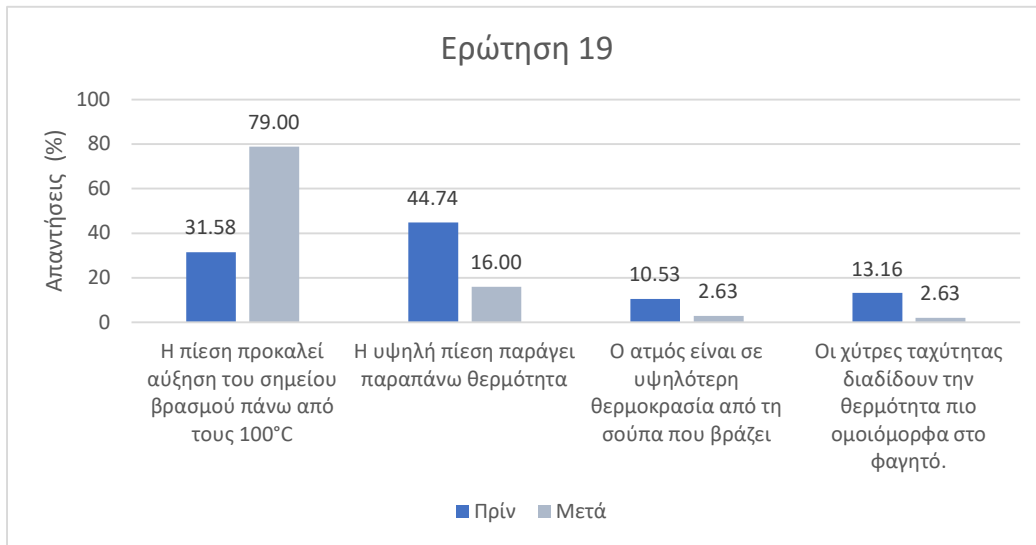
Παρατηρούμε πως το ποσοστό των ορθών απαντήσεων αυξήθηκε μετά τη διδασκαλία και συγκεκριμένα από 13.16% έφτασε στο 53%. Ωστόσο πολλοί φοιτητές πριν το μάθημα θεωρεί ότι η θερμότητα και το ψύχος είναι δύο διαφορετικές οντότητες και πιο συγκεκριμένα, η θερμότητα είναι υπεύθυνη για τη θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος είναι υπεύθυνο για την ψύξη του.



Σχήμα 45: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 18 του ΤCE.

Ερώτηση 19: *Ο Κωνσταντίνος παρατηρεί ότι η μητέρα του μαγειρεύει σούπα σε μια χύτρα ταχύτητας, γιατί μαγειρεύεται γρηγορότερα από ό, τι σε μια κανονική κατσαρόλα, αλλά δεν ξέρει γιατί. (Οι χύτρες ταχύτητας έχουν ένα καπάκι που σφραγίζει, έτσι ώστε η πίεση να αυξάνεται).*

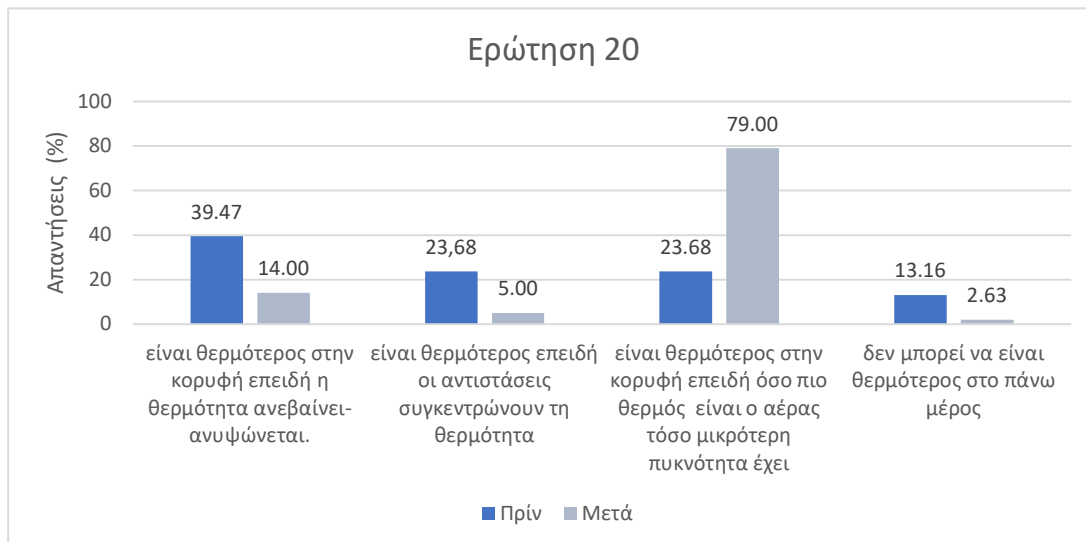
Στην ερώτηση αυτή, οι σωστές απαντήσεις των φοιτητών ανήλθαν σε ποσοστό 31.58% πριν τη διδασκαλία και 79% μετά από αυτή. Οι εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ είναι ότι η αύξηση της πίεσης προκαλεί αύξηση της θερμότητας και ότι ο ατμός πάνω από το νερό που βράζει είναι σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του νερού.



Σχήμα 46: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 19 του TCE.

Ερώτηση 20: *Ο Μιχάλης πιστεύει ότι η μητέρα του μαγειρεύει κέικ στο πάνω ράφι μέσα στο ηλεκτρικό φούρνο, επειδή είναι θερμότερος στο πάνω μέρος από ό,τι στο κάτω μέρος.*

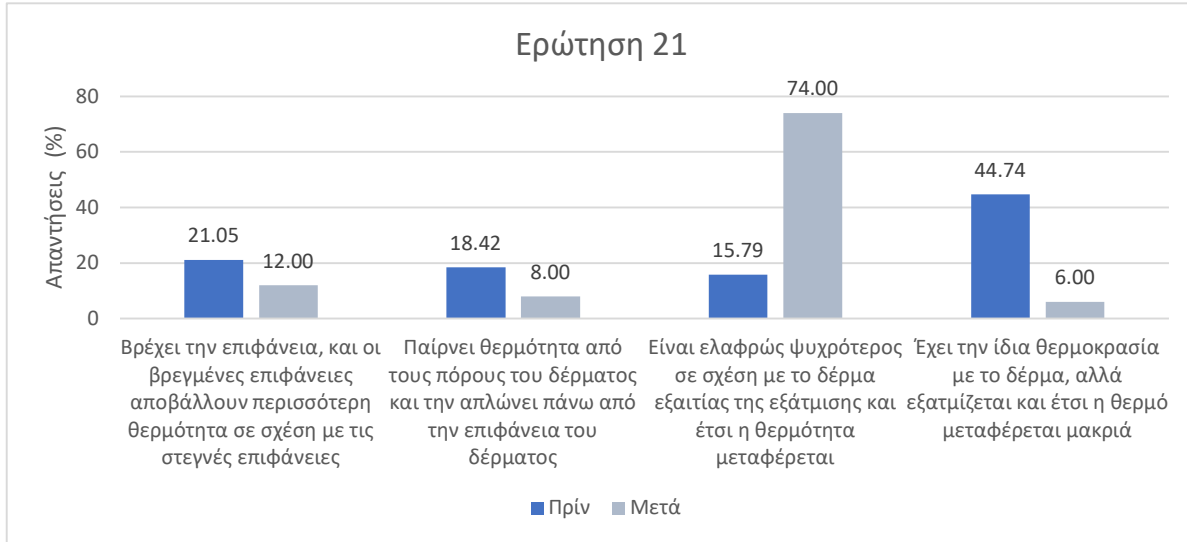
Πριν τη διδασκαλία τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων κινήθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα 23.68% μετά όμως αυτό άλλαξε και το ποσοστό ανήλθε στο 79%. Η πλειοψηφία των φοιτητών έδωσε λανθασμένη απάντηση βασισμένη στην εναλλακτική ιδέα ότι η θερμότητα ακολουθεί ανοδική πορεία ή κινείται ανοδικά.



Σχήμα 47: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 20 του TCE.

Ερώτηση 21: Ο Νίκος διαβάζει μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής από ένα βιβλίο: "Η εφίδρωση (έκκριση ιδρώτα) σε δροσίζει, επειδή ο ιδρώτας που βρίσκεται στο δέρμα:

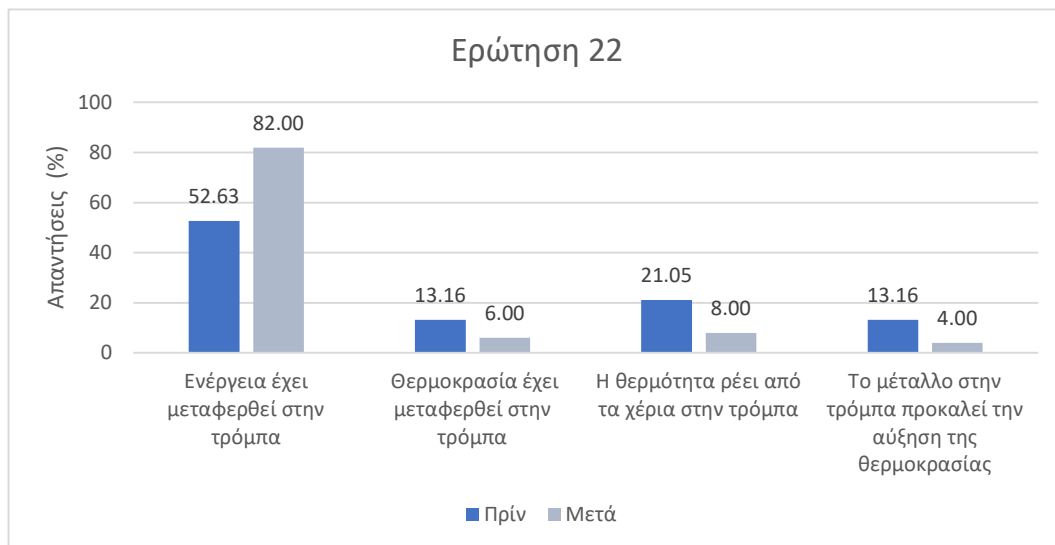
Στην ερώτηση αυτή, τα ποσοστά πριν και μετά το μάθημα διαμορφώθηκαν σε 15.79% και 74% αντίστοιχα. Οι φοιτητές που έδωσαν λάθος απάντηση κατά κύριο λόγο θεωρούν πως το δέρμα και ο ιδρώτας έχουν την ίδια θερμοκρασία.



Σχήμα 48: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 21 του TCE.

Ερώτηση 22: Όταν ο Δημήτρης χρησιμοποιεί μια τρόμπα για να φουσκώσει τα λάστιχα του ποδηλάτου του, παρατηρεί ότι η τρόμπα ζεσταίνεται. Γιατί;

Στην ερώτηση αυτή τουλάχιστον ένας στους δύο φοιτητές έδωσε τη σωστή απάντηση (πριν τη διδασκαλία το ποσοστό ήταν 52.63%, ενώ μετά από αυτή υπήρξε βελτίωση και το ποσοστό ανήλθε στο 82%). Οι εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ έχουν

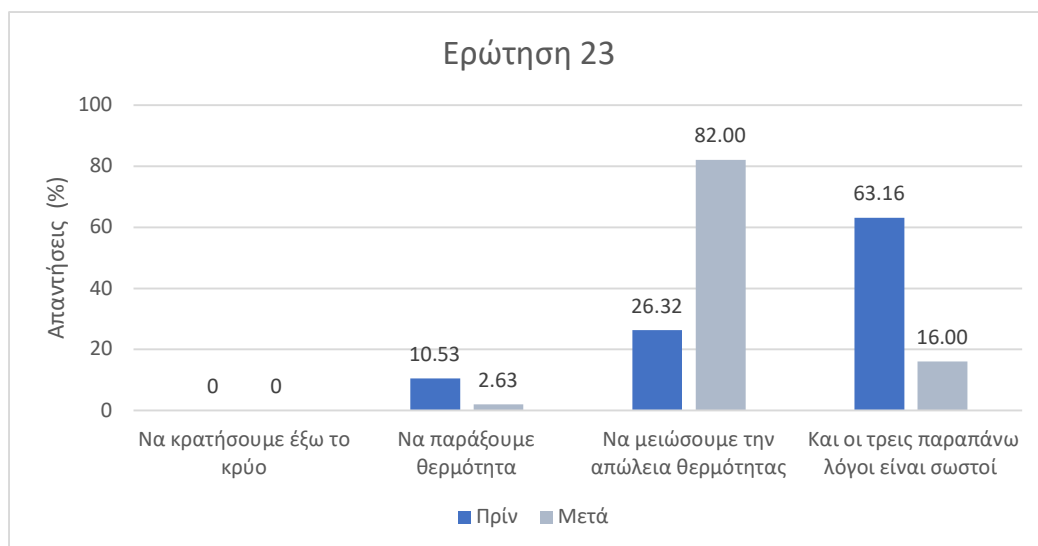


Σχήμα 49: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 22 του TCE.

να κάνουν κυρίως με την πεποίθηση των φοιτητών ότι η θερμότητα δρα σε ρευστό και ότι δεν γίνονται κατανοητές οι διαδικασίες μεταφοράς της.

Ερώτηση 23: *Γιατί φοράμε πουλόβερ όταν έχει κρύο;*

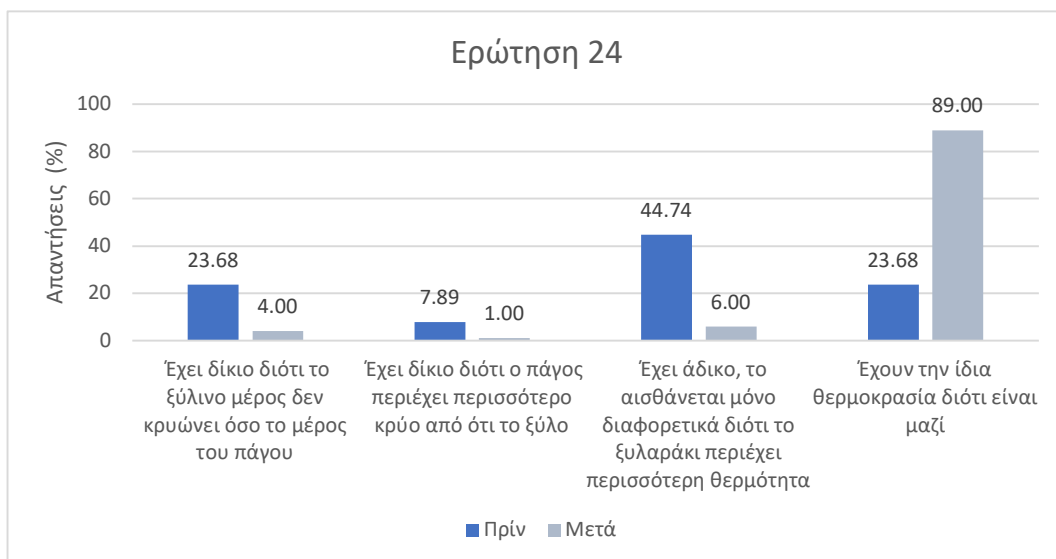
Πριν τη διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανήλθε σε 26.32%, ενώ μετά από αυτή σημειώθηκε σημαντική βελτίωση και το ποσοστό άγγιξε το 82%. Για τους φοιτητές που απάντησαν λανθασμένα, παρατηρείται η αντίληψη ότι ορισμένα υλικά όπως το μάλλινο πουλόβερ έχει την ιδιότητα να θερμαίνει τα αντικείμενα με τα οποία έρχεται σε επαφή.



Σχήμα 50: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 23 του TCE.

Ερώτηση 24: *Ο Γιώργος παίρνει μερικές γρανίτες από την κατάψυξη, όπου τις είχε τοποθετήσει μια ημέρα πριν, και λέει σε όλους ότι τα ξυλάκια έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία από την γρανίτα. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;*

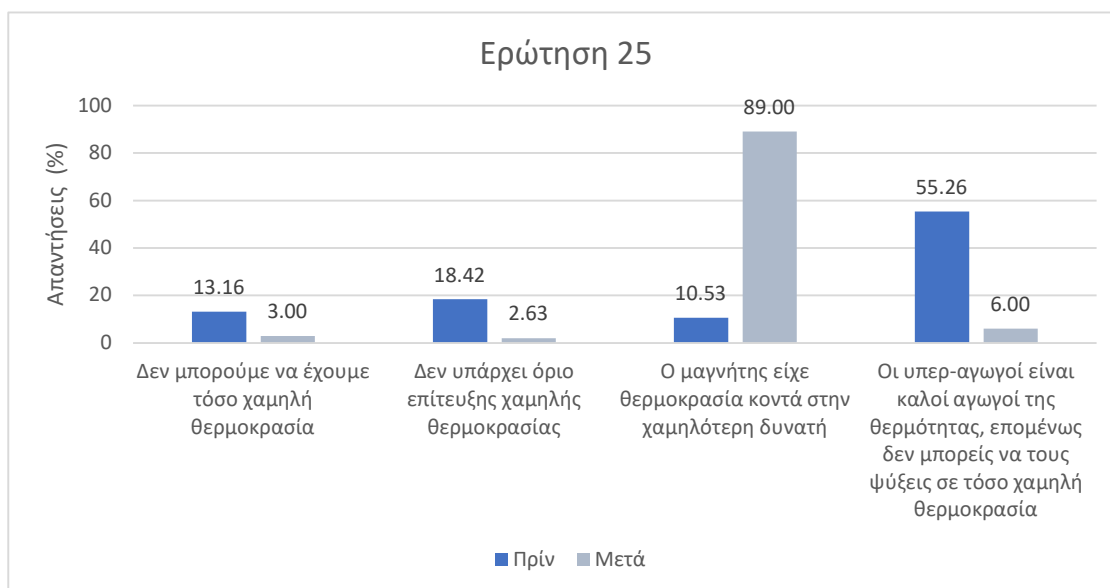
Στη συγκεκριμένη ερώτηση, το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων είναι υψηλό σε αυτή ερώτηση και πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αυτό πριν το μάθημα είναι κοντά στο 70%. Ωστόσο, μετά την διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στο 89%. Παρατηρούμε πως η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ είναι πως η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται σε ένα αντικείμενο εξαρτάται από το υλικό του.



Σχήμα 51: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 24 του TCE.

Ερώτηση 25: Ο Γιώργος περιγράφει ένα απόσπασμα μιας εκπομπής της τηλεόρασης που είδε το περασμένο βράδυ: "Είδα επιστήμονες φυσικούς που κατασκεύαζαν μαγνήτες υπερ-αγωγούς, σε θερμοκρασία - 260 ° C". Τι ισχύει;

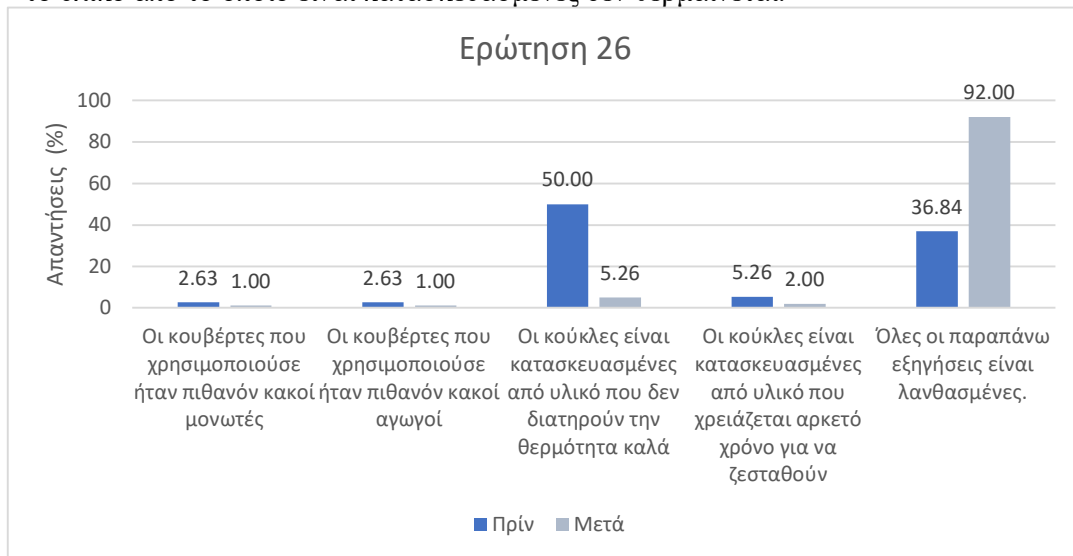
Στη συγκεκριμένη ερώτηση, πριν τη διδασκαλία, παρατηρούμε πως η πλειοψηφία των φοιτητών απαντά λανθασμένα συγκεκριμένα ποσοστό 89.47% όμως μετά οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν και έφτασαν τον 89%. Οι κυρίαρχη εναλλακτική ιδέα εδώ είναι πως το όριο της χαμηλότερης θερμοκρασίας που μπορεί να επιτευχθεί είναι ασαφές.



Σχήμα 52: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 25 του TCE.

Ερώτηση 26: Τέσσερις φοιτητές συζητούσαν για πράγματα που έκαναν όταν ήταν παιδιά. Ακούστηκε η ακόλουθη φράση: «Συνήθιζα να τυλίγω τις κούκλες μου με κουβέρτες, αλλά ποτέ δεν μπορούσα να καταλάβω γιατί δε ζεσταίνονταν». Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

Στη συγκεκριμένη ερώτηση, παρατηρούμε πως πάνω από ένας στους δύο φοιτητές 63.16% έχουν δώσει τη λάθος απάντηση ενώ μετά υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση και το ποσοστό φτάνει το 92%. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει με το ότι οι κάποιιοι από τους φοιτητές θεωρούν πως οι κούκλες δε ζεσταίνονται επειδή το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες δεν θερμαίνεται.



Σχήμα 53: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 26 του ΤCE.

Ερώτηση 27: Ο Νίκος θέλει να διατηρήσει το αναψυκτικό που βρίσκεται σε αλουμινένιο τενεκεδάκι όσο το δυνατόν πιο κρύο. Ποιο από τα παρακάτω υλικά προτείνετε να χρησιμοποιήσει για να τυλίξει το αναψυκτικό;

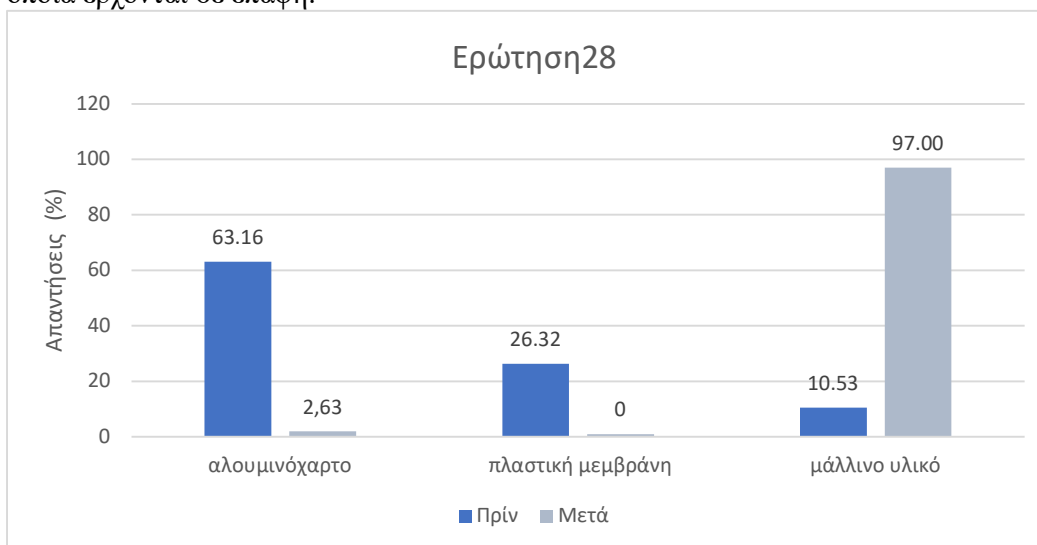
Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως σχεδόν όλοι οι φοιτητές 97.37% απαντά λανθασμένα όμως μετά το μάθημα έχουν δώσει τη σωστή απάντηση και πάλι σχεδόν όλοι 95%. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει ότι συγκεκριμένα υλικά π.χ. μαλλί έχει ως εγγενή ιδιότητα του την θερμότητα.



Σχήμα 54: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 27 του TCE.

Ερώτηση 28: *Ο Δημήτρης θέλει να πάει το τoστ στο γιο του στο σχολείο. Ποιο από τα παρακάτω υλικά προτείνετε να χρησιμοποιήσει για να τυλίξει το τoστ, έτσι ώστε να παραμείνει ζεστό;*

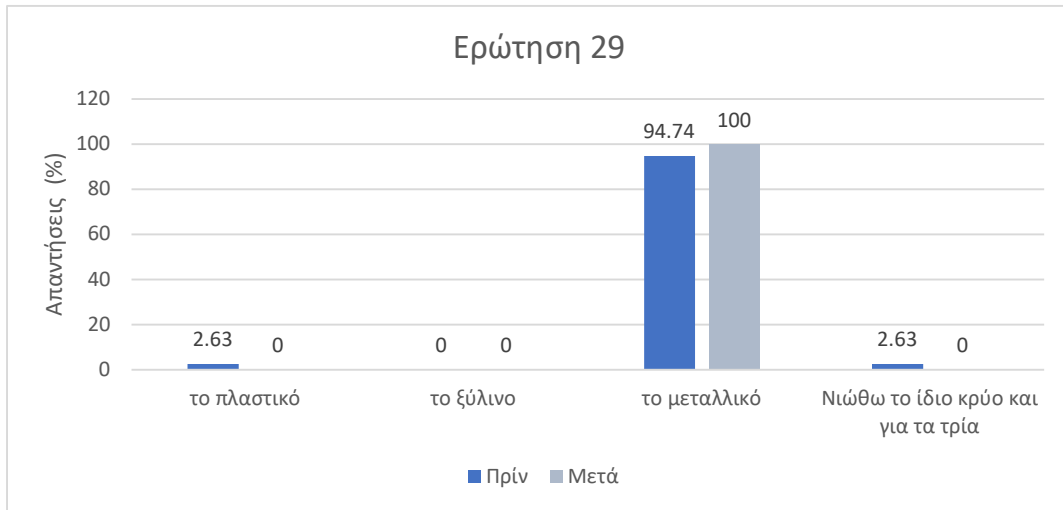
Πριν τη διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανήλθε μόλις σε 10.53%, ενώ μετά από αυτή σημειώθηκε σημαντική βελτίωση και το ποσοστό άγγιξε στο 97%. Για τους φοιτητές που απάντησαν λανθασμένα, παρατηρήθηκε η αντίληψη ότι ορισμένα υλικά π.χ. μάλλινα έχουν την ιδιότητα να θερμαίνουν τα αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή.



Σχήμα 54: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 28 του TCE.

Ερώτηση 29: Τρία αντικείμενα ίδιου μεγέθους: ένα κομμάτι πλαστικό, ένα κομμάτι ξύλου και ένα κομμάτι μετάλλου βρίσκονται στο μπαλκόνι για μια ώρα μια κρύα μέρα του χειμώνα. Ποιο αντικείμενο νιώθετε πιο κρύο όταν το αγγίζετε;

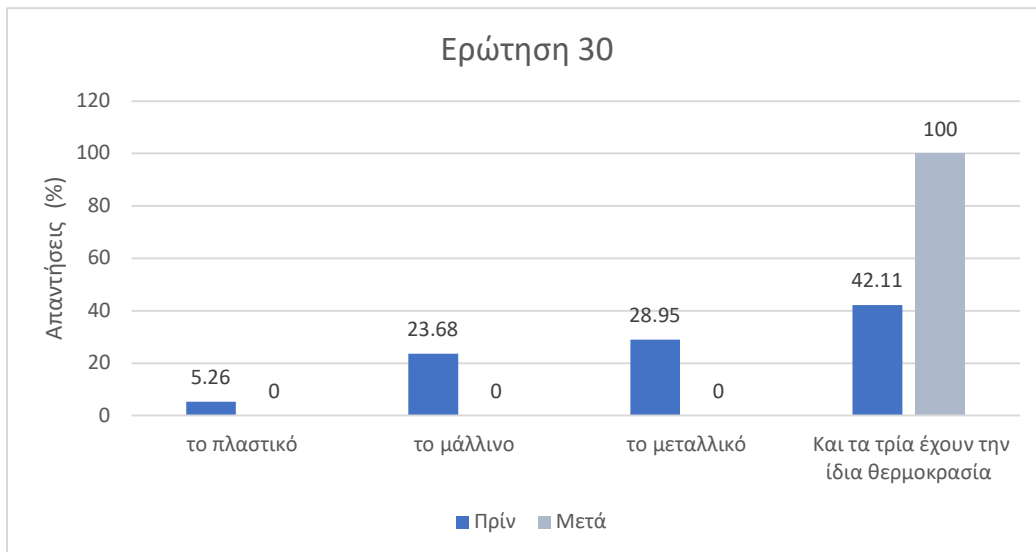
Τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων κινήθηκαν σε σχετικά υψηλά επίπεδα (94.74% και 100% αντίστοιχα).



Σχήμα 55: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 29 του TCE.

Ερώτηση 30: Ποιο από τα παραπάνω αντικείμενα έχει τη χαμηλότερη θερμοκρασία;

Στη συγκεκριμένη ερώτηση, το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων είναι υψηλό σε αυτή ερώτηση και πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αυτό πριν το μάθημα είναι κοντά στο 67.89%. Ωστόσο, μετά την διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανέρχεται στο 100%. Παρατηρούμε πως και εδώ η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται

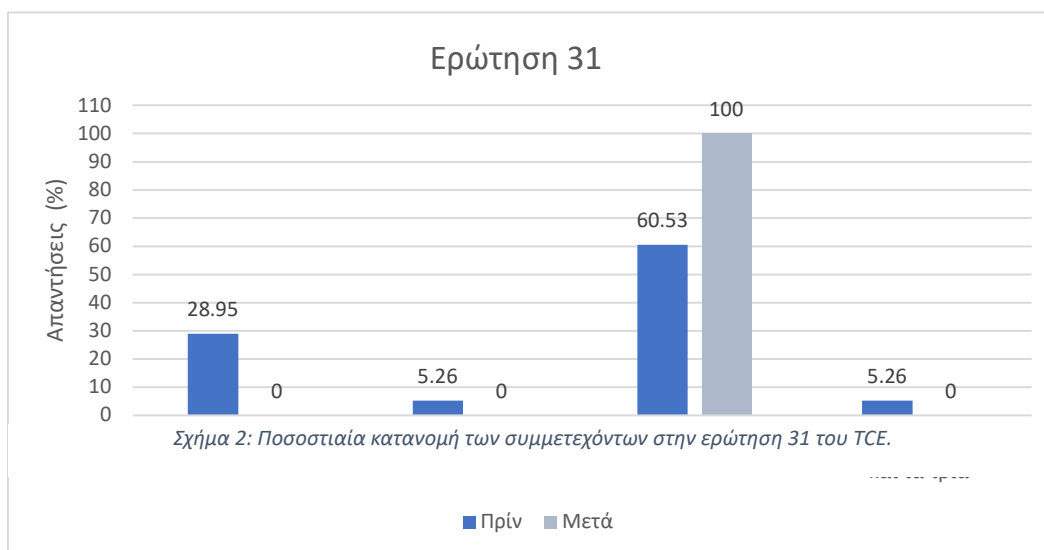


Σχήμα 56: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 30 του TCE.

εδώ είναι πως η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται σε ένα αντικείμενο εξαρτάται από το υλικό του.

Ερώτηση 31: *Θερμαίνω τα παραπάνω αντικείμενα σε έναν φούρνο στους 90 °C για μια ώρα. Ποιο αντικείμενο θα νιώσω πιο θερμό, όταν το αγγίζω;*

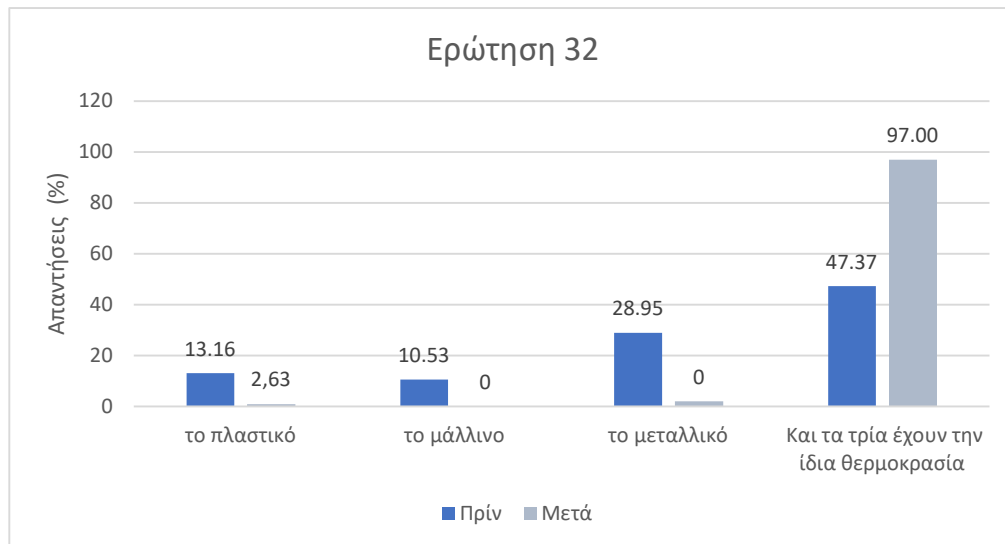
Στη συγκεκριμένη ερώτηση, παρατηρούμε πως έξι στους δέκα φοιτητές 60.53% έχουν δώσει τη σωστή απάντηση ενώ μετά υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση και το ποσοστό φτάνει στο 100%. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει με το ότι οι κάποιιοι από τους φοιτητές θεωρούν πως η θερμότητα είναι εγγενή ιδιότητα κάθε υλικού.



Σχήμα 57: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 31 του TCE.

Ερώτηση 32: *Ποιο από τα παραπάνω αντικείμενα έχει την υψηλότερη θερμοκρασία;*

Πριν τη διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανήλθε σε 47,37%, ενώ μετά από αυτή σημειώθηκε σημαντική βελτίωση και το ποσοστό άγγιξε το 97%. Για τους φοιτητές που απάντησαν λανθασμένα, παρατηρείται η αντίληψη ότι ορισμένα υλικά είναι ψυχρά ή θερμά από την φύση τους.



Σχήμα 58: Ποσοστιαία κατανομή των συμμετεχόντων στην ερώτηση 32 του TCE.

3.2 Στατιστικοί έλεγχοι

Αρχικά, οι απαντήσεις του ερωτηματολογίου TCE κωδικοποιήθηκαν. Στη συνέχεια, έγινε επανακωδικοποίηση των απαντήσεων των ερωτήσεων και οι σωστές απαντήσεις έλαβαν την τιμή 1, ενώ οι λανθασμένες απαντήσεις έλαβαν την τιμή 0 έτσι ώστε να υπολογιστούν τα σκορ που πέτυχαν οι φοιτητές πριν τη διδασκαλία.

Μετά εξετάστηκαν οι στατιστική σημαντικότητα των 32 ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν σε πρώτη φάση έτσι ώστε να εντοπιστούν οι ερωτήσεις που θα αποκλειόντουσαν από το ερωτηματολόγιο, καθώς δε θα συμβάλουν αποτελεσματικά στη διερεύνηση των γνώσεων των φοιτητών όσον αφορά τις θερμικές έννοιες.

Η διαδικασία αυτή στοχεύει στη βελτίωση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του εργαλείου. Σύμφωνα με την κλασική θεωρία της ανάλυσης των ερωτήσεων (Classical Test Theory, Thomas & Nelson, 1996) οι ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται σε ένα ερωτηματολόγιο είναι πολύ σημαντικές καθώς επηρεάζουν τη συνολική βαθμολογία που θα επιτύχει κάποιος. Η κλασική θεωρία της ανάλυσης των ερωτήσεων εκφράζεται κατά κύριο λόγο από δύο δείκτες: (α) το δείκτη δυσκολίας (difficulty index) και (β) το δείκτη διακριτικότητας (discrimination index).

Ο δείκτης δυσκολίας ερώτησης δείχνει το ποσοστό των συμμετεχόντων που απάντησαν σωστά στην ερώτηση και χρησιμοποιείται για να αξιολογηθεί αν η δυσκολία της

ερώτησης ανταποκρίνεται στο ίδιο επίπεδο με τις άλλες. Ο βαθμός δυσκολίας μιας ερώτησης αντικειμενικού τύπου δίνεται από τον τύπο:

$$\text{Δείκτης Δυσκολίας} = N_c (..) / N(..) * 100\% \quad \text{όπου,}$$

- N_c = αριθμός ορθών απαντήσεων
- N = συνολικός αριθμός μαθητών

Έτσι, αν ο βαθμός δυσκολίας είναι 65%, δηλαδή το 65% απάντησαν ορθά. Όταν μια ερώτηση είναι δύσκολη (και ο δείκτης είναι χαμηλότερος), δηλαδή, διαφοροποιεί τους μαθητές που γνωρίζουν καλά το αντικείμενο το οποίο εξετάζεται από αυτούς που δεν το γνωρίζουν τόσο καλά. Ιδανικό επίπεδο δυσκολίας, $\Delta\Delta = 0,5$ για μέγιστη διακύμανση. Ωστόσο, αποδεκτά ερωτήματα είναι αυτά που λαμβάνουν τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 30% και 70%.

Ο δείκτης διαφοροποίησης χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των ερωτημάτων που μετρούν καλύτερα την έννοια ή το περιεχόμενο που αξιολογεί το κάθε ερώτημα. Η ανάλυση προσδιορίζει αν ένα ερώτημα διαφοροποιεί τα άτομα που αποδίδουν ικανοποιητικά από τα άτομα που δεν αποδίδουν ικανοποιητικά. Ένα «καλό» ερώτημα είναι εκείνο στο οποίο τα άτομα που παίρνουν υψηλή βαθμολογία στο σύνολο του τεστ δίνουν σωστή απάντηση, ενώ τα άτομα που λαμβάνουν χαμηλές βαθμολογίες στο σύνολο του τεστ δίνουν λανθασμένη απάντηση.

Αρχικά, οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε δύο ομάδες, την ομάδα υψηλών επιδόσεων (ανώτερο 25%) και την ομάδα χαμηλών επιδόσεων (κατώτερο 25%). Ο δείκτης διαφοροποίησης ενός ερωτήματος (discrimination index) δίνεται από τον τύπο:

$$D = (a-b) / N \quad \text{όπου,}$$

- a : ο αριθμός των ατόμων στην ομάδα υψηλών επιδόσεων που απαντούν σωστά στο ερώτημα
- b : ο αριθμός των ατόμων στην ομάδα χαμηλών επιδόσεων που απαντούν σωστά στο ερώτημα
- N : το 27% επί του συνολικού αριθμού των φοιτητών που εξετάστηκαν

Τιμές του δείκτη μεγαλύτερες από 0.2, $D > 0.2$ δείχνουν ικανοποιητική διαφοροποίηση για το συγκεκριμένο ερώτημα. Τιμές κοντά στο 0 δείχνουν ότι το ερώτημα δεν έχει καμία συνεισφορά στη διαφοροποίηση των ατόμων. Ακόμη, όσο πιο κοντά στο 1 η τιμή το ερώτημα συμβάλλει θετικά στην εγκυρότητα του τεστ. Εδώ, σε αντίθεση με το δείκτη δυσκολίας, ο δείκτης διαφοροποίησης μπορεί να λάβει και αρνητικές τιμές.

Με βάση τις τιμές των παραπάνω δεικτών για κάθε ερώτηση, οι ερωτήσεις που κρίνονται ακατάλληλες πρέπει να αφαιρεθούν ή να αναθεωρηθούν είναι οι εξής: 8,12,17,18,21,23,25,26,27,28 και 29.

3.2.1 Βαθμολογία και στατιστικός έλεγχος στο ερωτηματολόγιο αυτοαποτελεσματικότητας

Υπολογίστηκε το σκορ που πέτυχε ο κάθε φοιτητής στο ερωτηματολόγιο της αυτοαποτελεσματικότητας, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση ως εξής: Πρώτα έγινε η κωδικοποίηση της πενταβάθμιας κλίμακας Likert των απαντήσεων ως εξής: 1 = Διαφωνώ πολύ, 2 = Διαφωνώ, 3 = Ουδέτερος - Αβέβαιος, 4 = Συμφωνώ, 5 = Συμφωνώ πολύ. Στη συνέχεια, οι αρνητικά διατυπωμένες ερωτήσεις (3, 6, 8, 10, 13, 17, 19, 20, 21 και 23) επανακωδικοποιήθηκαν σε θετικές, μέσω αντιστροφής των απαντήσεων (1=5, 2=4, 3=3, 4=2, 5=1). Έπειτα, υπολογίστηκαν τα αθροίσματα των επιμέρους σκορ των φοιτητών για τις δύο υποκλίμακες (PTOE και PTE) του PTEBI-B, τόσο πριν (prePPTE και prePTOE) όσο και μετά (postPPTE και postPTOE) τη διδασκαλία του μαθήματος. Τέλος, τα σκορ αυτά διαιρέθηκαν με τον αριθμό των ερωτήσεων

Για να βρεθεί αν υπάρχουν τυχόν διαφορές ως προς τις βαθμολογίες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση υπολογίστηκε ο μέσος όρος της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή του σκορ μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post) τόσο για το PTEBI-B όσο και για το TCE. Ακόμα χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon Signed-rank test για να ερευνηθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Το συγκεκριμένο τεστ χρησιμοποιήθηκε διότι το δείγμα μας είναι μικρό και δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Υποκλίμακα PPTE: Από τα αποτελέσματα του Wilcoxon Signed-rank test προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς ($Z = -2.727, p < .05$). Όσον αφορά

την υποκλίμακα PPTE. Ακόμα, μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, ο μέσος όρος των συμμετεχόντων ($M = 3.8219$) ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο πριν την παρέμβαση ($M = 3.5972$). Για αυτό, συμπεραίνουμε ότι η διδακτική παρέμβαση που παρακολούθησαν οι συμμετέχοντες είχε ως αποτέλεσμα τη στατιστικά σημαντική αύξηση των βαθμολογιών στην υποκλίμακα PPTE.

Υποκλίμακα PTOE: Από τα αποτελέσματα του Wilcoxon Signed-rank test προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς ($Z = -0.162, p > .05$) (Πίνακας 2) όσον αφορά την υποκλίμακα PTOE (προσδοκώμενα αποτελέσματα). Επιπλέον, μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, ο μέσος όρος των συμμετεχόντων προέκυψε ($M = 3.7763$) σχεδόν χωρίς καμία διαφορά από τον αντίστοιχο πριν την παρέμβαση ($M = 3.7789$) (Πίνακας 2). Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διδακτική παρέμβαση δεν είχε ως αποτέλεσμα τη στατιστικά σημαντική αύξηση των βαθμολογιών στην υποκλίμακα PTOE.

Πίνακας 2: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων για τις δύο υποκλίμακες του ερωτηματολογίου PTEBI-B.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
prePPTE	38	2.85	4.62	3.5972	.42149
postPPTE	38	3.00	5.00	3.8219	.55329
prePTOE	38	3.00	4.90	3.7789	.42754
postPTOE	38	2.90	5.00	3.7763	.54199

Πίνακας 3: Στατιστικός έλεγχος Wilcoxon PTEBI- B.

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
postPPTE -prePPTE	Negative Ranks	11 ^a	15.55	171.00
	Positive Ranks	26 ^b	20.46	532.00
	Ties	1 ^c		
	Total	38		
postPTOE – prepTOE	Negative Ranks	19 ^d	15.24	289.50
	Positive Ranks	14 ^e	19.39	271.50
	Ties	5 ^f		
	Total	38		

a. postPPTE < prePPTE

b. postPPTE > prePPTE

c. postPPTE = prePPTE

d. postPTOE < prePTOE

e. postPTOE > prePTOE

f. postPTOE = prePTOE

Test Statistics^a		
	postPPTE – prePPTE	postPTOE prePTOE
Z	-2.727 ^b	-.162 ^c
Asymp. Sig (2-tailed)	.006	.872

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks

c. Based on positive ranks

3.2.2 Βαθμολογία και στατιστικός έλεγχος στο ερωτηματολόγιο γνώσεων TCE

Για το ερωτηματολόγιο γνώσεων TCE βρέθηκε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές καθώς ($Z = -5,388, p=.0001 < .05$) (Πίνακας 4) στις βαθμολογίες του

ερωτηματολογίου γνώσεων. Ακόμα βρέθηκε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση, ο μέσος όρος της βαθμολογίας των συμμετεχόντων ($M = 81,12$) ήταν αρκετά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο πριν ($M = 37,18$) (Πίνακας 3). Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που παρακολούθησαν οι συμμετέχοντες είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντικά στατιστική και αριθμητικά μεγάλη αύξηση της βαθμολογίας τους.

Πίνακας 4: Περιγραφική ανάλυση των βαθμολογιών του TCE.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
scorepre	38	13.04	65.22	37.1854	13.12927
scorepost	38	56.52	95.65	81.1213	7.37825

Πίνακας 5: Στατιστικός έλεγχος Wilcoxon για το TCE.

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
scorepost - scorepre	Negative Ranks	0 ^a	.00	.00
	Positive Ranks	38 ^b	19.50	741.00
	Ties	0 ^c		
	Total	38		

- a. scorepost < scorepre
- b. scorepost > scorepre
- c. scorepost = scorepre

Test Statistics^a	
	scorepost-scorepre
Z	-5.388 ^b
Asymp. Sig (2-tailed)	.000

- a. scorepost < scorepre
- b. scorepost > scorepre
- c. scorepost = scorepre

Κεφάλαιο 4^ο Συζήτηση-Σύνοψη

4.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων για την εννοιολογική κατανόηση των Φοιτητών

Γενικά, βρέθηκε ότι το σύνολο των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα φαίνεται να είχε χαμηλά έως μηδενικά επίπεδα γνώσεων σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας πριν την διδακτική παρέμβαση. Ακόμα, από την περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων προέκυψαν οι εναλλακτικές ιδέες που επιβεβαιώνονται από την βιβλιογραφία. Οι απαντήσεις των φοιτητών αναδεικνύουν την τάση να εξισώνονται οι όροι: της θερμοκρασίας, της θερμότητας και της ενέργειας. Ένδειξη αυτής της ανεπαρκούς διάκρισης μεταξύ θερμότητας, ενέργειας και θερμοκρασίας είναι σύγχυση της έννοιας της ενεργειακής ισορροπίας. Αντίστοιχα αποτελέσματα για τις έννοιες της θερμότητας είχαν βρεθεί και από τους Chiou & Anderson (2009).

Οι χαμηλές επιδόσεις στις βαθμολογίες του ερωτηματολογίου TCE πιθανόν οφείλονται στον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν οι ισχυρές και δύσκολα ανατρέψιμες εναλλακτικές ιδέες πρωτίστως. Οι παρανοήσεις αυτές των φοιτητών διαμορφώθηκαν κατά την διάρκεια της σχολικής τους ζωής καθώς και από το γεγονός ότι είναι πολύ εξοικειωμένοι με τους όρους «θερμότητα», «θερμοκρασία» και «ενέργεια» στην καθημερινότητά τους και πιστεύουν ότι τους γνωρίζουν σωστά (Chu et al., 2012).

Ενδεικτικά, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων θεωρεί την θερμότητα ως μια ουσία που μεταφέρεται από το ένα σώμα σε ένα άλλο. Ακόμα, οι απαντήσεις των φοιτητών δείχνουν να πιστεύουν ότι το νερό δε μπορεί να υπάρξει ως υγρό στους 0°C (Ερώτηση 2) (Thomaz et al., 1995). Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι φοιτητές θεωρούν ότι το η θερμότητα που περιέχει ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό του δηλαδή είναι μια εγγενής ιδιότητα (Ερώτηση 14 και Ερώτηση 24) (Chiou & Anderson, 2010· Chu et al., 2012). Μια άλλη η εναλλακτική ιδέα που επικράτησε μεταξύ των φοιτητών θέλει τη θερμοκρασία κατά το βρασμό του νερού να μην παραμένει σταθερή αλλά να αυξάνεται (Ερώτηση 5) (Adadan & Yavuzkaya, 2018).

Στον αντίποδα, μετά τη διδακτική παρέμβαση στα πλαίσια της έρευνας και την ενεργή συμμετοχή των φοιτητών σε πειραματικές διαδικασίες, διαπιστώθηκε ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων βελτίωσαν τις επιδόσεις τους στο ερωτηματολόγιο

TCE. Αυτό έγινε αντιληπτό από την σύγκριση των μέσων όρων των βαθμολογιών πριν και μετά ($score_{pre} = 37.18 \pm 13.12$, $score_{post} = 81.12 \pm 7.37$). Η σύγκριση των επιδόσεων των φοιτητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση κατέληξε σε στατιστικά σημαντική διαφορά, έτσι η μέση βαθμολογία των συμμετεχόντων αυξήθηκε κατά μεγάλο βαθμό. Επομένως, η διδακτική παρέμβαση είχε ως αποτέλεσμα την εννοιολογική αλλαγή και εκλαμβάνεται ως επιτυχημένη. Αντίστοιχα επιτυχημένα αποτελέσματα διερευνητικών παρεμβάσεων στις εναλλακτικές ιδέες μαθητών έχουν βρεθεί τόσο για έννοιες της θερμότητας (Prince et al., 2011, Prince et al., 2012) όσο και της μηχανικής Adam et al., 2015).

4.2 Σύνοψη Αποτελεσμάτων για τις Πεποιθήσεις των Φοιτητών

Πέραν των παραπάνω, έγινε σύγκριση των πεποιθήσεων των εκπαιδευτικών για την αυτοαποτελεσματικότητα τους πριν και μετά την διδασκαλία. Παρατηρήθηκε ότι οι φοιτητές που συμμετείχαν ενεργά σε εργασίες και δραστηριότητες, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα, χρησιμοποιούν αυτές τις ερμηνείες για να αναπτύξουν πεποιθήσεις σχετικά με την ικανότητά τους να συμμετέχουν σε επόμενες εργασίες, και ενεργούν σε συμφωνία με τις πεποιθήσεις που δημιουργούνται (Deehan, 2017).

Η πλειονότητα των φοιτητών, είχε ικανοποιητικά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα για την υποκλίμακα PPTE η σύγκριση των μέσων όρων έδειξε μικρή αύξηση ($prePPTE = 3.59 \pm 0.42$ $postPPTE = 3.82 \pm 0.55$). Ακόμα η διαφορά αυτή βρέθηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική. Επομένως, η εμπιστοσύνη των μελλοντικών εκπαιδευτικών στην ικανότητά τους να διδάσκουν φυσικές επιστήμες βελτιώθηκε όπως και στους (Eshach, 2003, Bhattacharyya et al., 2009, Eckhoff, 2016).

Σε ότι αφορά τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση και δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά. Για την ακρίβεια οι μέσοι όροι της υποκλίμακας PTOE βρέθηκαν πριν και μετά ($prePTOE = 3.77 \pm 0.42$, $postPTOE = 3.77 \pm 0.54$) αντίστοιχα. Ακόμα, βρέθηκε ότι η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική (Deehan 2016). Επομένως, δεν υπήρξε βελτίωση στις πεποιθήσεις των φοιτητών ότι οι ίδιοι είναι υπεύθυνοι για τις επιδόσεις των μαθητών τους. Ακόμα η κλίμακα PPTE βρέθηκε να

είναι μεγαλύτερη από την κλίμακα ΡΤΟΕ, γεγονός που συμφωνεί με τη βιβλιογραφία (Deehan, 2017).

4.3 Περιορισμοί -Μελλοντική Έρευνα

Ο πρώτος περιορισμός που ανέκυψε στην παρούσα μελέτη έχει να κάνει με το ότι τα δεδομένα προέρχονται από απαντήσεις των φοιτητών σε ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου. Η συλλογή πρόσθετων δεδομένων μέσω συνεντεύξεων (έτσι ώστε οι φοιτητές να μπορούν να εξηγήσουν πώς απαντούν) θα παρείχε περαιτέρω πληροφορίες για τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές κατανοούν και ερμηνεύουν τις έννοιες της θερμότητας. Ένας άλλος περιορισμός που προέκυψε κατά την ερευνητική διαδικασία είναι ότι το δείγμα είναι σχετικά μικρό και επιλέχθηκε από ένα πανεπιστήμιο της Ελλάδας, επομένως δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτικό για το σύνολο της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Μελλοντικά, μεγαλύτερα δείγματα από περισσότερα ιδρύματα θα μπορούσαν να αυξήσουν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Βιβλιογραφική λίστα αναφορών

Adadan, E., & Yavuzkaya, M. N. (2018). Examining the progression and consistency of thermal concepts: a cross-age study. *International Journal of Science Education*, 40(4), 371–396.

Adam, G. C., Self, B. P., Widmann, J. M., Coburn, A., & Saoud, B. N. (2015, June). How misconceptions might be repaired through inquiry-based activities. In *2015 ASEE Annual Conference & Exposition* (pp. 26-858).

Andersen, A. M., Dragsted, S., Evans, R. H., & Sørensen, H. (2004). The relationship between changes in teachers' self-efficacy beliefs and the science teaching environment of Danish first-year elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 15(1), 25–38.

Appleton, J. V. (1995). Analysing qualitative interview data: addressing issues of validity and reliability. *Journal of advanced nursing*, 22(5), 993-997.

Azar, A. (2010). In-service and pre-service secondary science teachers' self-efficacy beliefs about science teaching. *Educational Research and Reviews*, 5(4), 175–188.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215.

Bandura, A. (1995). Exercise of personal and collective efficacy in changing societies. In A. Bandura (Ed.), *Self-efficacy in changing societies* (pp. 1-45). New York: Cambridge University Press.

Bandura, A. (2006). In T. Urdan & F. Pajares (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (Vol. 5, pp. 307–337). Information Age Publishing.

Barrow, L. H. (2006). A brief history of inquiry: From Dewey to standards. *Journal of Science Teacher Education*, 17(3), 265-278.

Bhattacharyya, S., Volk, T., & Lumpe, A. (2009). The influence of an extensive inquiry-based field experience on pre-service elementary student teachers' science teaching beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 199-218.

- Bleicher, R. E. (2004). Revisiting the STEBI-B: Measuring Self-Efficacy in Preservice Elementary Teachers. *School Science and Mathematics, 104*(8), 383–391.
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of college science teaching, 38*(1), 52-58.
- Cantrell, P., Young, S., & Moore, A. (2003). Factors affecting science teaching efficacy of preservice elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education, 14*(3), 177-192.
- Cakiroglu, J., Cakiroglu, E., & Boone, W. J. (2005). Pre-service teacher self-efficacy beliefs regarding science teaching: A comparison of pre- service teachers in Turkey and the USA. *Science Educator, 14*(1), 31–40
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2006). Mass and energy analysis of control volumes. *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 216-46.
- Chiou, G.-L., & Anderson, O. R. (2009). A study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology process analysis. *Science Education, 94*(5), 825–854.
- Chu, H.-E., Treagust, D. F., Yeo, S., & Zadnik, M. (2012). Evaluation of Students' Understanding of Thermal Concepts in Everyday Contexts. *International Journal of Science Education, 34*(10), 1509–1534.
- Czerniak, C., & Chiarelott, L. (1990). Teacher education for effective science instruction—A social cognitive perspective. *Journal of Teacher Education, 41*(1), 49-58.
- Cone, N. (2009). Preservice elementary teachers' self-efficacy beliefs about equitable science teaching: Does service learning make a difference?. *Journal of Elementary Science Education, 21*, 25-34.
- Deehan, J., Danaia, L., & McKinnon, D. H. (2017). A longitudinal investigation of the science teaching efficacy beliefs and science experiences of a cohort of preservice elementary teachers. *International Journal of Science Education, 39*(18), 2548–2573.
- Eckhoff, A. (2017). Partners in inquiry: A collaborative life science investigation with preservice teachers and kindergarten students. *Early Childhood Education Journal, 45*, 219-227.

- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further Development of an Elementary Science Teaching Efficacy Belief Instrument: A Preservice Elementary Scale. *School Science and Mathematics, 90*(8), 694–706.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education, 63*(2), 221–230.
- Eshach, H. (2003). Inquiry-events as a tool for changing science teaching efficacy belief of kindergarten and elementary school teachers. *Journal of Science Education and Technology, 12*, 495-501.
- Evans, E. D., & Tribble, M. (1986). Perceived teaching problems, self-efficacy, and commitment to teaching among preservice teachers. *The Journal of Educational Research, 80*(2), 81-85.
- Finney, S. J., & Schraw, G. (2003). Self-efficacy beliefs in college statistics courses. *Contemporary educational psychology, 28*(2), 161-186.
- Guskey, T. R., & Passaro, P. D. (1994). Teacher efficacy: A study of construct dimensions. *American educational research journal, 31*(3), 627-643.
- Gencer, A. S., & Cakiroglu, J. (2007). Turkish preservice science teachers' efficacy beliefs regarding science teaching and their beliefs about classroom management. *Teaching and Teacher Education, 23*(5), 664–675.
- Georgiou, H., & Sharma, M. D. (2011). UNIVERSITY STUDENTS' UNDERSTANDING OF THERMAL PHYSICS IN EVERYDAY CONTEXTS. *International Journal of Science and Mathematics Education, 10*(5), 1119–1142.
- Gray, K. (2017). Assessing Gains in Science Teaching Self-Efficacy After Completing an Inquiry-Based Earth Science Course. *Journal of Geoscience Education, 65*(1), 60–71.
- Hu, X., Jiang, Y., & Bi, H. (2022). Measuring science self-efficacy with a focus on the perceived competence dimension: using mixed methods to develop an instrument and explore changes through cross-sectional and longitudinal analyses in high school. *International Journal of STEM Education, 9*(1), 1-24.

- Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics— an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85–106.
- Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 38(6), 631-645.
- Kotsis, K. T., Stylos, G., Houssou, P., & Kamaratos, M. (2023). Students' perceptions of the heat and temperature concepts: A comparative study between primary, secondary, and university levels. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 136-144.
- Manoli, C., Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L., De Jong, T., Van Riesen, S. A., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*.
- Menon, D., & Sadler, T. D. (2017). Sources of Science Teaching Self-Efficacy for Preservice Elementary Teachers in Science Content Courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(5), 835–855.
- Mojavezi, A., & Tamiz, M. P. (2012). The Impact of Teacher Self-efficacy on the Students' Motivation and Achievement. *Theory and Practice in Language Studies*, 2(3).
- Morris, A. S., Criss, M. M., Silk, J. S., & Houlberg, B. J. (2017). The Impact of Parenting on Emotion Regulation During Childhood and Adolescence. *Child Development Perspectives*, 11(4), 233–238.
- Narayan, R., & Lamp, D. (2010). " Me? Teach science?" Exploring EC-4 pre-service teachers' self efficacy in an inquiry-based constructivist physics classroom. *Educational Research and Reviews*, 5(12), 748.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2001). Teacher induction and elementary science teaching: enhancing self-efficacy. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 243–261.
- Prince, M. J., Vigeant, M. A., & Nottis, K. (2009). A preliminary study on the effectiveness of inquiry-based activities for addressing misconceptions of undergraduate engineering students. *Education for Chemical Engineers*, 4(2), 29-41.

- Prince, M., Vigeant, M., & Nottis, K. (2012). Development of the heat and energy concept inventory: Preliminary results on the prevalence and persistence of engineering students' misconceptions. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 412-438.
- Ritter, J. M., Boone, W. J., & Rubba, P. A. (2001). Development of an instrument to assess prospective elementary teacher self-efficacy beliefs about equitable science teaching and learning (SEBEST). *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 175-198.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: Capturing an elusive construct. *Teaching and teacher education*, 17(7), 783-805.
- O'Rourke, K., & Kahn, P. (2005). Understanding enquiry-based learning. *Handbook of enquiry and problem-based learning*.
- Öztaş, F., & Dilmac, B. (2009). Value judgments and perceived self-efficacy of biology teacher candidates. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 37(3), 329-334.
- Paik, S. H., Cho, B. K., & Go, Y. M. (2007). Korean 4-to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(2), 284-302.
- Palmer, D. (2006b). Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. *International Journal of Science Education*, 28(6), 655-671.
- Schoon, K. J., & Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education*, 82(5), 553-568.
- Smyrniou Z. & Dimitracopoulou A. (2007). Inquiry learning using a technology-based learning environment. In (Ed) C. Constantinou & Z. Zacharia, *Computer Based Learning in Sciences, Proceedings of 8th International Conference on Computer Based Learning (CBLIS)*, 31 June-6 July, Heraklion, Crete, pp. 90-100.
- Stevens, S. Y., Delgado, C., & Krajcik, J. S. (2010). Developing a hypothetical multi-dimensional learning progression for the nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(6), 687-715.

Stylos, G., Sargioti, A., Mavridis, D., & Kotsis, K. T. (2021). Validation of the thermal concept evaluation test for Greek university students' misconceptions of thermal concepts. *International Journal of Science Education*, 43(2), 247–273.

Stylos, G., & Kotsis, K. T. (2023). Undergraduate physics students' understanding of thermal phenomena in everyday life. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 4(2), ep23023.

Tournaki, N., & Podell, D. M. (2005). The impact of student characteristics and teacher efficacy on teachers' predictions of student success. *Teaching and Teacher Education*, 21(3), 299-314.

Thomas, S. and P. Oldfather, (1995), "Enhancing student and teacher engagement in literacy learning: A shared inquiry approach.", *The Reading Teacher*, 49 (3), σελ. 192-202.

Velthuis, C., Fisser, P., & Pieters, J. (2014). Teacher training and pre-service primary teachers' self-efficacy for science teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 25(4), 445-464.

Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Infancia y Aprendizaje*, 36(1), 5-33.

Wells, G., (2001), "The case for dialogic inquiry." Action, talk, and text: *Learning and teaching through inquiry*, σελ. 171-194.

Wiser, M., & Amin, T. (2001). "Is heat hot?" Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 331-355.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο

Παρακαλώ σημειώστε το φύλο σας.

1 ΑΝΤΡΑΣ

2 ΓΥΝΑΙΚΑ

Κατεύθυνση σπουδών στο ΛΥΚΕΙΟ

1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ

2 ΘΕΤΙΚΗ

3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ

Εάν είστε από ΚΥΠΡΟ σημειώστε αυτή την επιλογή

Ποια από τα παρακάτω μαθήματα έχετε παρακολουθήσει;

ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ

1 ΝΑΙ 2 ΟΧΙ

ΦΥΣΙΚΗ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ

1 ΝΑΙ 2 ΟΧΙ

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

1 ΝΑΙ 2 ΟΧΙ

Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής;

1 Καθόλου

2 Λίγο

3 Μέτριο

4 Αρκετό

5 Πολύ

Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για τη διδασκαλία της Φυσικής;

- 1 Καθόλου
- 2 Λίγο
- 3 Μέτριο
- 4 Αρκετό
- 5 Πολύ

Εάν είχατε την επιλογή, θα αποφεύγατε να διδάξετε το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο;

- 1 Σίγουρα όχι
- 2 Πιθανόν όχι
- 3 Δεν είμαι σίγουρος,-η
- 4 Πιθανόν ναι
- 5 Σίγουρα ναι

Πόσο αποτελεσματικός πιστεύετε πως θα είστε ως μελλοντικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής;

- 1 Εξαιρετικός. Ένας από τους πιο εξαιρετικούς δασκάλους στη διδασκαλία της Φυσικής.
- 2 Πάνω από το μέσο όρο
- 3 Στο μέσο. Ένας τυπικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής
- 4 Κάτω από το μέσο όρο
- 5 Μη ικανός. Ένας από τους λιγότερο αποτελεσματικούς δασκάλους στη διδασκαλία της Φυσικής. Ανάγκη για επαγγελματική ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα

Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στις έννοιες της Φυσικής;

- 1 Καθόλου
- 2 Λίγη

3 Μέτρια

4 Αρκετή

5 Πολύ

Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής;

1 Καθόλου

2 Λίγη

3 Μέτρια

4 Αρκετή

5 Πολύ

Ερωτηματολόγιο TCE

Q1. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία που έχουν τα παγάκια όταν βρίσκονται στην κατάψυξη του ψυγείου;

1 Μικρότερη από 0°C

2 0°C

3 5° C

4 Εξαρτάται από το μέγεθος που έχουν τα παγάκια

Q2. Ο Γιώργος παίρνει έξι παγάκια από την κατάψυξη και βάζει τέσσερα από αυτά σε ένα ποτήρι με νερό και αφήνει τα υπόλοιπα δύο στον πάγκο της κουζίνας. Ανακατεύει τα παγάκια που βρίσκονται στο ποτήρι μέχρι αυτά να γίνουν πολύ μικρότερα και να έχουν σταματήσει να λιώνουν. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού σε αυτό το στάδιο;

1 Μικρότερη από 0°C

2 0°C

3 5°C

4 10°C

Q3. Τα παγάκια που άφησε ο Γιώργος στον πάγκο έχουν σχεδόν λιώσει και βρίσκονται σε μια λιμνούλα νερού. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία που έχουν τα μικρότερα παγάκια;

1 Μικρότερη από 0°C

2 0°C

3 5° C

4 10°C

Q4. Πάνω στο μάτι της κουζίνας βρίσκεται μια κατσαρόλα γεμάτη νερό. Το νερό έχει αρχίσει να βράζει γρήγορα. Η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού είναι περίπου:

1 88°C

2 98°C

3 110°C

4 Καμία από τις παραπάνω απαντήσεις δεν είναι σωστή

Q5. Πέντε λεπτά αργότερα, το νερό στην κατσαρόλα εξακολουθεί να βράζει. Η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού τώρα είναι περίπου:

1 88°C

2 98°C

3 110°C

4 120°C

Q6. Ποια πιστεύετε ότι είναι η θερμοκρασία του ατμού πάνω από το νερό που βράζει στην κατσαρόλα;

1 88°C

2 98°C

3 110°C

4 120°C

Q7. Ο Κωνσταντίνος αναμιγνύει δύο φλιτζάνια με νερό στους 40°C με ένα φλιτζάνι με νερό στους 10°C. Ποια είναι η πιθανότερη θερμοκρασία του νερού που προέκυψε από την ανάμειξη;

- 1 20°C
- 2 25°C
- 3 30°C
- 4 50°C

Q8. Ο Παναγιώτης θέλει να χρησιμοποιεί βραστό νερό (όχι απλά ζεστό) για να κάνει ένα φλιτζάνι τσάι. Ο ίδιος λέει στους φίλους του: «Δεν θα μπορούσα να κάνω το τσάι αν ήμουν σε κάμπινγκ σε ένα ψηλό βουνό, διότι το νερό δεν βράζει σε μεγάλα υψόμετρα.»

- 1 Ναι, έτσι είναι! Το βραστό νερό στο βουνό δεν είναι τόσο ζεστό όσο εδώ.
- 2 Δεν είναι αληθές! Το νερό βράζει στην ίδια θερμοκρασία.
- 3 Το σημείο βρασμού του νερού μειώνεται, αλλά το νερό από μόνο του είναι ακόμη στους 100°C.
- 4 Ναι, έτσι είναι! Το νερό δεν φτάνει στο σημείο βρασμού του.

Q9. Η Μαρία παίρνει ένα αλουμινένιο τενεκεδάκι πορτοκαλάδας και ένα πλαστικό μπουκάλι πορτοκαλάδας από το ψυγείο, τα οποία ήταν εκεί καθ' όλη την διάρκεια της νύχτας. Τοποθετεί γρήγορα ένα θερμόμετρο στην πορτοκαλάδα που βρίσκεται στο αλουμινένιο τενεκεδάκι

- 1 Έχουν και τα δύο μικρότερη θερμοκρασία από 7°C
- 2 Έχουν και τα δύο την ίδια θερμοκρασία, 7°C
- 3 Έχουν και τα δύο μεγαλύτερη θερμοκρασία από 7°C
- 4 Η θερμοκρασία της πορτοκαλάδας είναι 7°C, αλλά του μπουκαλιού μεγαλύτερη από 7°C
- 5 Εξαρτάται από την ποσότητα του αναψυκτικού και/ή από το μέγεθος του μπουκαλιού

Q10. Λίγα λεπτά αργότερα, η Μαρία σηκώνει το αλουμινένιο τενεκεδάκι και λέει σε όλους πως το σημείο του πάγκου που βρίσκεται το αλουμινένιο τενεκεδάκι είναι πιο κρύο σε σχέση με τον υπόλοιπο πάγκο.

- 1 Το κρύο έχει μεταφερθεί από το αναψυκτικό στον πάγκο
- 2 Δεν έχει απομείνει ενέργεια στον πάγκο κάτω από το αλουμινένιο τενεκεδάκι
- 3 Ένα μέρος θερμότητας έχει μεταφερθεί από τον πάγκο στο αναψυκτικό
- 4 Προκαλείται θερμότητα κάτω από το αλουμινένιο τενεκεδάκι και η οποία απομακρύνεται μέσω του πάγκου

Q11. Η Μαρία ρωτά τους συμφοιτητές της: «Αν τοποθετήσω στην κατάψυξη 100gr πάγου και 100gr νερού που βρίσκονται στους 0°C, ποιο από τα δύο θα χάσει τελικά το μεγαλύτερο ποσό της θερμότητας;

- 1 Τα 100gr πάγου
- 2 Τα 100gr νερού
- 3 Κανένα, διότι και τα δύο περιέχουν το ίδιο ποσό θερμότητας
- 4 Δεν υπάρχει απάντηση, διότι ο πάγος δεν περιέχει καθόλου θερμότητα
- 5 Δεν υπάρχει απάντηση, διότι δεν μπορείς να έχεις νερό στους 0°C.

Q12. Ο Νίκος βράζει νερό σε μια κατσαρόλα στο μάτι της κουζίνας. Τι νομίζετε ότι είναι οι φυσαλίδες που σχηματίζονται στο νερό που βράζει;

- 1 Αέρας
- 2 Οξυγόνο και αέριο υδρογόνου
- 3 Ουδέτερος,-η
- 4 Υδρατμοί
- 5 Δεν υπάρχει τίποτα στις φυσαλίδες

Q13. Μετά το μαγείρεμα μερικών αυγών σε βραστό νερό, ο Γρηγόρης κρυώνει τα αυγά τοποθετώντας τα σε ένα μπολ με κρύο νερό. Ποιο από τα παρακάτω εξηγεί τη διαδικασία ψύξης;

- 1 Η θερμοκρασία μεταφέρεται από τα αυγά στο νερό

- 2 Το κρύο κινείται από το νερό μέσα στα αυγά
- 3 Τα καυτά/ζεστά αντικείμενα κρυώνουν φυσικά
- 4 Ενέργεια μεταφέρεται από τα αυγά στο νερό.

Q14. Ο Θανάσης ανακοινώνει ότι δεν του αρέσει να κάθεται πάνω στις μεταλλικές καρέκλες στο δωμάτιο, επειδή «είναι ψυχρότερες από τις πλαστικές». Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

- 1 Είναι πιο κρύες επειδή το μέταλλο είναι φυσικά πιο κρύο από το πλαστικό.
- 2 Δεν είναι ψυχρότερες, έχουν την ίδια θερμοκρασία
- 3 Δεν είναι πιο κρύες, τα μεταλλικά αντικείμενα τα αισθανόμαστε πιο κρύα επειδή είναι βαρύτερα
- 4 Είναι πιο κρύες επειδή το μέταλλο έχει λιγότερη θερμότητα να χάσει από το πλαστικό

Q15. Μια παρέα ακούει το μετεωρολογικό δελτίο: «... απόψε θα είναι μια ψυχρή βραδιά με θερμοκρασία 5°C, πιο ψυχρή από τους 10°C που ήταν χθες βράδυ.»

- 1 Αυτό σημαίνει ότι απόψε θα έχει διπλάσιο κρύο σε σχέση με χθες
- 2 Δεν είναι σωστό. Στους 5°C δεν έχει διπλάσιο κρύο σε σχέση με τους 10°C
- 3 Είναι εν μέρει σωστό, αλλά θα έπρεπε να είχε ειπωθεί ότι στους 10°C έχουμε διπλάσια ζέση σε σχέση με τους 5°C
- 4 Είναι εν μέρει σωστό, αλλά θα έπρεπε να είχε ειπωθεί ότι στους 5°C έχουμε το μισό κρύο σε σχέση με τους 10°C

16. Ο Θανάσης παίρνει έναν μεταλλικό και έναν ξύλινο χάρακα από τη μολυβοθήκη του. Αισθάνεται τον μεταλλικό χάρακα πιο κρύο από τον ξύλινο.

- 1 Το μέταλλο διαδίδει την ενέργεια μακριά από το χέρι του πιο γρήγορα από ό, τι το ξύλο
- 2 Το ξύλο είναι ένα φυσικά θερμότερο αντικείμενο σε σχέση με το μέταλλο
- 3 Ο ξύλινος χάρακας περιέχει περισσότερη θερμότητα από τον μεταλλικό
- 4 Τα μέταλλα είναι καλύτεροι θερμικοί εκπομποί από το ξύλο
- 5 Το κρύο ρέει πιο γρήγορα από ένα μέταλλο

Q17. Η Λία πήρε δύο γυάλινα μπουκάλια που περιέχουν νερό σε θερμοκρασία 20°C και τα τύλιξε με πετσέτες. Η μία ήταν βρεγμένη και η άλλη ήταν στεγνή. Λίγα λεπτά αργότερα, μετράει τη θερμοκρασία του νερού στο καθένα. Το νερό στη φιάλη με την βρεγμένη πετσέτα

1 26°C

2 21°C

3 20°C

4 18°C

Q18. Η Νατάσα παίρνει ταυτόχρονα δύο κουτιά γάλακτος, ένα κρύο από το ψυγείο και ένα ζεστό από τον πάγκο της κουζίνας. Γιατί πιστεύετε ότι αισθάνεται το κουτί από το ψυγείο πιο κρύο σε σχέση με αυτό που βρίσκεται στον πάγκο; Σε σύγκριση με το ζεστό κουτί, το κρύο κουτί,

1 περιέχει περισσότερο κρύο

2 περιέχει λιγότερη θερμότητα

3 είναι φτωχότερος αγωγός θερμότητας

4 διαδίδει- μεταφέρει τη θερμότητα πιο γρήγορα από το χέρι της Νατάσας

5 διαδίδει - μεταφέρει το κρύο πιο γρήγορα στο χέρι της Νατάσας

Q19. Ο Κωνσταντίνος παρατηρεί ότι η μητέρα του μαγειρεύει σούπα σε μια χύτρα ταχύτητας, γιατί μαγειρεύεται γρηγορότερα από ό, τι σε μια κανονική κατσαρόλα, αλλά δεν ξέρει γιατί. (Οι χύτρες ταχύτητας έχουν ένα καπάκι που σφραγίζει, έτσι ώστε η πίεση να αυξάνεται).

1 Η πίεση προκαλεί αύξηση του σημείου βρασμού πάνω από τους 100°C

2 Η υψηλή πίεση παράγει παραπάνω θερμότητα

3 Ο ατμός είναι σε υψηλότερη θερμοκρασία από τη σούπα που βράζει

4 Οι χύτρες ταχύτητας διαδίδουν την θερμότητα πιο ομοιόμορφα στο φαγητό.

Q20. Ο Μιχάλης πιστεύει ότι η μητέρα του μαγειρεύει κέικ στο πάνω ράφι μέσα στο ηλεκτρικό φούρνο, επειδή είναι θερμότερος στο πάνω μέρος από ό, τι στο κάτω μέρος.

- 1 Είναι θερμότερος στην κορυφή επειδή η θερμότητα ανεβαίνει-ανυψώνεται
- 2 Είναι θερμότερος επειδή οι αντιστάσεις συγκεντρώνουν τη θερμότητα
- 3 Είναι θερμότερος στην κορυφή επειδή όσο πιο θερμός είναι ο αέρας τόσο μικρότερη πυκνότητα έχει
- 4 Δε μπορεί να είναι θερμότερος στο πάνω μέρος

Q21. Ο Νίκος διαβάζει μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής από ένα βιβλίο: "Η εφίδρωση (έκκριση ιδρώτα) σε δροσίζει, επειδή ο ιδρώτας που βρίσκεται στο δέρμα:

- 1 Βρέχει την επιφάνεια και οι βρεγμένες επιφάνειες αποβάλλουν περισσότερη θερμότητα σε σχέση με τις στεγνές επιφάνειες
- 2 Παίρνει θερμότητα από τους πόρους του δέρματος και την απλώνει πάνω από την επιφάνεια του δέρματος
- 3 Έχει την ίδια θερμοκρασία με το δέρμα, αλλά εξατμίζεται και έτσι η θερμότητα μεταφέρει μακριά
- 4 Είναι ελαφρώς ψυχρότερος σε σχέση με το δέρμα εξαιτίας της εξάτμισης και έτσι η θερμότητα μεταφέρεται

Q22. Όταν ο Δημήτρης χρησιμοποιεί μια τρόμπα για να φουσκώσει τα λάστιχα του ποδηλάτου του, παρατηρεί ότι η τρόμπα ζεσταίνεται. Γιατί;

- 1 Ενέργεια έχει μεταφερθεί στην τρόμπα
- 2 Θερμοκρασία έχει μεταφερθεί στην τρόμπα
- 3 Η θερμότητα ρέει από τα χέρια στην τρόμπα
- 4 Το μέταλλο στην τρόμπα προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας

Q23. Γιατί φοράμε πουλόβερ όταν έχει κρύο;

- 1 Να κρατήσουμε έξω το κρύο
- 2 Να παράξουμε θερμότητα
- 3 Να μειώσουμε την απώλεια θερμότητας
- 4 Και οι τρεις παραπάνω λόγοι είναι σωστοί

Q24. Ο Γιώργος παίρνει μερικές γρανίτες από την κατάψυξη, όπου τις είχε τοποθετήσει μια ημέρα πριν, και λέει σε όλους ότι τα ξυλάκια έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία από την γρανίτα. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

- 1 Έχει δίκιο διότι το ξύλινο μέρος δεν κρυώνει όσο το μέρος του πάγου
- 2 Έχει δίκιο διότι ο πάγος περιέχει περισσότερο κρύο από ότι το ξύλο
- 3 Έχει άδικο, το αισθάνεται μόνο διαφορετικά διότι το ξυλαράκι περιέχει περισσότερη θερμότητα
- 4 Έχουν την ίδια θερμοκρασία διότι είναι μαζί

Q25. Ο Γιώργος περιγράφει ένα απόσπασμα μιας εκπομπής της τηλεόρασης που είδε το περασμένο βράδυ: "Είδα επιστήμονες φυσικούς που κατασκεύαζαν μαγνήτες υπερ-αγωγούς, σε θερμοκρασία - 260 ° C".

- 1 Δεν μπορούμε να έχουμε τόσο χαμηλή θερμοκρασία
- 2 Δεν υπάρχει όριο επίτευξης χαμηλής θερμοκρασίας
- 3 Ο μαγνήτης είχε θερμοκρασία κοντά στην χαμηλότερη δυνατή
- 4 Οι υπερ-αγωγοί είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας, επομένως δεν μπορείς να τους ψύξεις σε τόσο χαμηλή θερμοκρασία

Q26. Τέσσερις φοιτητές/τριες συζητούσαν για πράγματα που έκαναν όταν ήταν παιδιά. Ακούστηκε η ακόλουθη φράση: «Συνήθιζα να τυλίγω τις κούκλες μου με κουβέρτες, αλλά ποτέ δεν μπορούσα να καταλάβω γιατί δεν ζεσταίνονταν». Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

- 1 Οι κουβέρτες που χρησιμοποιούσε ήταν πιθανόν κακοί μονωτές
- 2 Οι κουβέρτες που χρησιμοποιούσε ήταν πιθανόν κακοί αγωγοί
- 3 Οι κούκλες είναι κατασκευασμένες από υλικό που δεν διατηρούν την θερμότητα καλά
- 4 Οι κούκλες είναι κατασκευασμένες από υλικό που χρειάζεται αρκετό χρόνο για να ζεσταθούν
- 5 Όλες οι παραπάνω εξηγήσεις είναι λανθασμένες.

Q27. Ο Νίκος θέλει να διατηρήσει το αναψυκτικό που βρίσκεται σε αλουμινένιο τενεκεδάκι όσο το δυνατόν πιο κρύο. Ποιο από τα παρακάτω υλικά προτείνετε να χρησιμοποιήσει για να τυλίξει το αναψυκτικό;

- 1 αλουμινόχαρτο
- 2 πλαστική μεμβράνη
- 3 μάλλινο υλικό

Q28. Ο Δημήτρης θέλει να πάει το τοστ στο γιο του στο σχολείο. Ποιο από τα παρακάτω υλικά προτείνετε να χρησιμοποιήσει για να τυλίξει το τοστ, έτσι ώστε να παραμείνει ζεστό;

- 1 αλουμινόχαρτο
- 2 πλαστική μεμβράνη
- 3 μάλλινο υλικό

Q29. Τρία αντικείμενα ίδιου μεγέθους: ένα κομμάτι πλαστικό, ένα κομμάτι ξύλου και ένα κομμάτι μετάλλου βρίσκονται στο μπαλκόνι για πολύ ώρα μια κρύα μέρα του χειμώνα. Ποιο αντικείμενο νιώθετε πιο κρύο όταν το αγγίζετε;

- 1 το πλαστικό
- 2 το μάλλινο
- 3 το μεταλλικό
- 4 Νιώθω το ίδιο κρύο και για τα τρία

Q30. Ποιο από τα παραπάνω αντικείμενα έχει τη χαμηλότερη θερμοκρασία;

- 1 το πλαστικό
- 2 το μάλλινο
- 3 το μεταλλικό
- 4 Και τα τρία έχουν την ίδια θερμοκρασία

Q31. Θερμαίνω τα παραπάνω αντικείμενα σε έναν φούρνο στους 90ο C για πολύ ώρα. Ποιο αντικείμενο θα νιώσω πιο θερμό, όταν το αγγίζω;

- 1 το πλαστικό
- 2 το μάλλινο
- 3 το μεταλλικό
- 4 Νιώθω το ίδιο θερμό και τα τρία

Q32.Ποιο από τα παραπάνω αντικείμενα έχει την υψηλότερη θερμοκρασία;

- 1 το πλαστικό
- 2 το μάλλινο
- 3 το μεταλλικό
- 4 Και τα τρία έχουν την ίδια θερμοκρασία

ΡΤΕΒΙ

1. Όταν ένας μαθητής τα πάει καλύτερα από ότι συνήθως στη Φυσική, οφείλεται συχνά, στο γεγονός ότι ο δάσκαλος κατέβαλε λίγη παραπάνω προσπάθεια.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ πολύ

2. Θα αναζητώ διαρκώς αποτελεσματικότερους τρόπους να διδάσκω τις έννοιες της Φυσικής.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ πολύ

3. Ακόμα και όταν θα προσπαθώ πολύ σκληρά, δε θα μπορώ να διδάσκω τις έννοιες της Φυσικής τόσο καλά όσο έννοιες άλλων γνωστικών αντικειμένων.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

4. Όταν οι βαθμοί/επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική βελτιώνονται, οφείλεται συχνά στο ότι ο δάσκαλός τους έχει βρει μια αποτελεσματικότερη διδακτική προσέγγιση.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

5. Γνωρίζω τις απαιτούμενες διδακτικές μεθόδους για να διδάξω αποτελεσματικά τις έννοιες της Φυσικής.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

6. Δεν θα είμαι πολύ αποτελεσματικός –ή, όταν θα αναλαμβάνω τη διεξαγωγή (εκτέλεση, εποπτεία) ενός πειράματος.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

7. Εάν η πλειοψηφία των μαθητών δεν τα πάει καλά στη Φυσική, οφείλεται πιθανότατα σε αναποτελεσματική διδασκαλία.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

8. Σε γενικές γραμμές ΔΕ θα διδάσχω αποτελεσματικά τη Φυσική.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

9. Οι ελλείψεις στο επιστημονικό υπόβαθρο ενός μαθητή μπορούν να ξεπεραστούν με καλή διδασκαλία.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

10. Γενικά, δεν είναι ευθύνη του δασκάλου, αν η πλειοψηφία των μαθητών μιας τάξης παρουσιάζει χαμηλές επιδόσεις στη Φυσική.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ πολύ

11. Όταν ένας μαθητής που είχε χαμηλές επιδόσεις παρουσιάζει πρόοδο στη Φυσική, αυτή οφείλεται συνήθως στη μεγαλύτερη προσπάθεια που γίνεται από το δάσκαλο.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ πολύ

12. Κατανοώ τις έννοιες της Φυσικής αρκετά καλά, ώστε να είμαι αποτελεσματικός -ή στη διδασκαλία τους στο Δημοτικό Σχολείο.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ
- 5 Συμφωνώ πολύ

13. Η αυξημένη προσπάθεια του εκπαιδευτικού στη διδασκαλία της Φυσικής επηρεάζει σε μικρό βαθμό την πρόοδο της πλειοψηφίας των μαθητών.

- 1 Διαφωνώ πολύ
- 2 Διαφωνώ
- 3 Ουδέτερος - Αβέβαιος
- 4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

14. Ο δάσκαλος είναι γενικά υπεύθυνος για την πρόοδο/επίδοση των μαθητών στη Φυσική.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

15. Η πρόοδος των μαθητών στη Φυσική σχετίζεται άμεσα με την αποτελεσματικότητα του δασκάλου στη διδασκαλία της Φυσικής.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

16. Εάν οι γονείς βλέπουν ότι το παιδί τους εκδηλώνει μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική, πιθανόν αυτό να οφείλεται στον τρόπο διδασκαλίας του δασκάλου του.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

17. Θα δυσκολεύομαι να εξηγήσω στους μαθητές τη σύνδεση του πειράματος με την διδασκόμενη έννοια.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

18. Θα είμαι σε μεγάλο βαθμό ικανός να απαντήσω στις ερωτήσεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα της Φυσικής.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

19. Αναρωτιέμαι εάν έχω τις απαραίτητες δεξιότητες για να διδάξω Φυσική.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

20. Αν θα είχα τη δυνατότητα επιλογής, δεν θα καλούσα το σχολικό σύμβουλο προκειμένου να παρακολουθήσει μια διδασκαλία μου στο μάθημα της Φυσικής.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

21. Όταν ένας μαθητής θα έχει δυσκολία στην κατανόηση μιας έννοιας της Φυσικής, θεωρώ πως δεν θα μπορώ να τον βοηθήσω, ώστε να την καταλάβει καλύτερα.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος – Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

22. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος της Φυσικής, θα δέχομαι πρόθυμα τις ερωτήσεις των μαθητών.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ

23. Δε θα ξέρω τι να κάνω για να προκαλέσω το ενδιαφέρον των μαθητών μου προς τη Φυσική.

1 Διαφωνώ πολύ

2 Διαφωνώ

3 Ουδέτερος - Αβέβαιος

4 Συμφωνώ

5 Συμφωνώ πολύ