



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

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η επίδραση ενός εξ αποστάσεως εργαστηρίου στην  
αυτοαποτελεσματικότητα και στις γνώσεις σε έννοιες και  
φαινόμενα της θερμότητας και θερμοκρασίας σε  
μελλοντικούς εκπαιδευτικούς**

**ΜΠΑΣΟΥΚΑ ΕΛΙΣΑΒΕΤ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**ΚΩΤΣΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Π.Τ.Δ.Ε. ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ  
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2022**

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

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η επίδραση ενός εξ αποστάσεως εργαστηρίου στην  
αυτοαποτελεσματικότητα και στις γνώσεις σε έννοιες και  
φαινόμενα της θερμότητας και θερμοκρασίας σε  
μελλοντικούς εκπαιδευτικούς**

**ΜΠΑΣΟΥΚΑ ΕΛΙΣΑΒΕΤ**

Μέλη εξεταστικής επιτροπής :

1. Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής του τμήματος Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Επιβλέπων.
2. Γαβριλάκης Κωνσταντίνος, Αναπληρωτής καθηγητής του τμήματος Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
3. Μαυρίδης Δημήτριος, Αναπληρωτής καθηγητής του τμήματος Π.Τ.Δ.Ε. Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο περάτωσης του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών «Διδακτική και τεχνολογίες μάθησης Φυσικών Επιστημών», του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Σε αυτό το σημείο αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους τους ανθρώπους, η συμβολή και η συμπαράσταση των οποίων ήταν καθοριστική για την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής.

Αρχικά θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της εργασίας κ. Κωνσταντίνο Κώτση, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την ουσιαστική καθοδήγηση και τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Στύλο, μέλος ΕΔΙΠ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για τη βοήθεια και τις συμβουλές που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών. Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη συνεχή υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης μιας εξ αποστάσεως διδακτικής παρέμβασης στην αυτοαποτελεσματικότητα σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής και στις γνώσεις σχετικά με έννοιες και φαινόμενα της θερμότητας και της θερμοκρασίας σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 46 φοιτητές που φοιτούσαν στο τρίτο έτος των σπουδών τους στο Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (Π.Τ.Δ.Ε.) του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο, με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που αφορούσε έννοιες της θερμότητας και ερωτήσεις κλίμακας Likert, που αφορούσαν την αυτοαποτελεσματικότητά τους σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι ο μέσος όρος της επίδοσης των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο για τη θερμότητα βελτιώθηκε αλλά παρέμεινε χαμηλός. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την αυτοαποτελεσματικότητα για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής ενώ δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα.

**Λέξεις – Κλειδιά:** αυτοαποτελεσματικότητα, εξ αποστάσεως διδασκαλία, Φυσική, θερμότητα, θερμοκρασία

## **ABSTRACT**

The purpose of this study is to investigate the effect of a remote laboratory on prospective teachers' self-efficacy beliefs and knowledge of thermal concepts. The study sample included 46 third-year students from the Department of Primary Education in the University of Ioannina. Participants were asked to complete a questionnaire, with multiple-choice questions related to heat concepts and Likert-scale questions, related to physics teaching efficacy beliefs. According to the results, it seems that their performance in heat conceptual questions improved but still remained low. In addition, the results showed that there was a statistically significant difference in terms of self-efficacy beliefs, while no statistically significant difference was observed in terms of outcome expectancy.

**Keywords:** self-efficacy, distance teaching, Physics, heat, temperature

## Περιεχόμενα:

Περίληψη .....	5
Abstract .....	6
Εισαγωγή.....	9
1.Αυτοαποτελεσματικότητα.....	10
1.1 Η έννοια της αυτοαποτελεσματικότητας.....	10
1.2 Πηγές αυτοαποτελεσματικότητας.....	11
1.3 Αυτοαποτελεσματικότητα και Εκπαιδευτικοί.....	13
1.4 Πηγές διαμόρφωσης της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών....	14
1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	16
1.6 Μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας του εκπαιδευτικού.....	18
2. Εναλλακτικές ιδέες και θερμότητα.....	19
2.1 Εναλλακτικές ιδέες και Φυσικές Επιστήμες.....	19
2.2 Εναλλακτικές ιδέες και Θερμότητα.....	20
2.2.1 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα.....	21
2.2.2 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία.....	24
2.2.3 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία.....	26
2.2.4 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική αγωγιμότητα.....	26
2.2.5 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τις αλλαγές φάσης.....	28
2.2.6 Μοντέλα σκέψης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.....	29
3. Εξ αποστάσεως διδασκαλία.....	32
4. Μεθοδολογία.....	33
4.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα.....	33
4.2 Ερευνητική διαδικασία.....	34
4.3 Ερευνητικά εργαλεία.....	35
4.4 Στατιστική ανάλυση.....	36
5. Αποτελέσματα.....	37

5.1 Περιγραφική στατιστική.....	37
5.1.1 Στατιστική ανάλυση των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος.....	36
5.1.2 Ανάλυση των απαντήσεων που σχετίζονται με την αυτοαποτελεσματικότητα.....	40
5.1.3 Ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου γνώσεων TCE.....	57
5.2 Στατιστικές αναλύσεις.....	84
5.2.1 Υπολογισμός βαθμολογίας των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο TCE.....	84
5.2.2 Υπολογισμός βαθμολογίας των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο ΡΤΕΒΙ-Β.....	85
5.3 Συγκρίσεις ως προς τις βαθμολογίες πριν και μετά την παρέμβαση.....	86
Συμπεράσματα.....	90
Περιορισμοί -Μελλοντική Έρευνα.....	93
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	95
Παράρτημα.....	109



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γενικός σκοπός της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες αφορά την πολύπλευρη κατάρτιση των μαθητών, με απώτερο στόχο τη δημιουργία επιστημονικά εγγράμματων πολιτών (Lederman, 2007). Ο επιστημονικός εγγραμματισμός ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να αλληλοεπιδρά με ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη και με τις ιδέες της, ως σκεπτόμενος πολίτης (OECD, 2017, 2019a) και αντικατοπτρίζει την ικανότητα ενός ατόμου να κατανοεί τις επιστημονικές διαδικασίες και να εφαρμόζει τις επιστημονικές πληροφορίες στην καθημερινή ζωή (Fives, 2014).

Ως αφετηρία προς τον επιστημονικό εγγραμματισμό του ατόμου, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποκτά βασικό ρόλο στα προγράμματα σπουδών σε πολλές χώρες (Καρύδας & Κουμαράς, 2002). Γίνεται εύκολα αντιληπτό πως ο ρόλος που καλούνται να διαδραματίσουν οι εκπαιδευτικοί είναι ιδιαίτερα κρίσιμος (Mintzes et al., 2013) και σημαντικός (Mulholland et al., 2004).

Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί και οι ενεργειακοί εκπαιδευτικοί της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης δεν πιστεύουν πως έχουν την ικανότητα να διδάξουν αποτελεσματικά τα μαθήματα που εμπίπτουν στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών (Cakiroglu et al., 2012) και νιώθουν λιγότερο προετοιμασμένοι και καταρτισμένοι όσον αφορά το συγκεκριμένο πεδίο των επιστημών (Dorph et al., 2011; Olson & Labov, 2009). Οι εκπαιδευτικοί που δεν έχουν αναπτύξει το αίσθημα της αυτοαποτελεσματικότητας είναι πιθανό να αποφεύγουν να καταπιάνονται με δύσκολες έννοιες και να μην αφιερώνουν το δέοντα χρόνο στα μαθήματα αυτά (Cakiroglu et al., 2012). Η έννοια της αυτοαποτελεσματικότητας αποτελεί μια πολύ σημαντική μεταβλητή που συνδέεται άμεσα με τις επιλογές των εκπαιδευτικών, την ψυχική ανθεκτικότητά τους και μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (Deehan et al., 2017)

# 1. Αυτοαποτελεσματικότητα

## 1.1 Η έννοια της αυτοαποτελεσματικότητας

Η αυτοαποτελεσματικότητα (self-efficacy) είναι μια έννοια που εισήχθη στο πλαίσιο της κοινωνικογνωστικής θεωρίας (social cognitive theory), της οποίας κύριος εκφραστής ήταν ο διακεκριμένος ψυχολόγος και ακαδημαϊκός Albert Bandura. Η αυτοαποτελεσματικότητα ορίζεται ως η πεποίθηση ενός ατόμου ότι μπορεί να οργανώσει και να εκτελέσει μια σειρά ενεργειών με σκοπό να πετύχει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Η πεποίθηση αυτή καθορίζει τα συναισθήματα και τον τρόπο σκέψης του ενώ παράλληλα μπορεί να αποτελέσει κινητήριο δύναμη και να δώσει την ανάλογη ώθηση, προκειμένου το άτομο να ολοκληρώσει επιτυχώς ένα έργο (Bandura, 1997; Benight & Bandura, 2004). Ο Bandura (1997) επισημαίνει πως η αυτοαποτελεσματικότητα μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά και την απόδοση του ατόμου σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι οι ίδιες οι ικανότητές του. Η έννοια αυτή δεν αντικατοπτρίζει τις πραγματικές ικανότητες του ατόμου, έτσι όπως αυτές αξιολογούνται εξωτερικά, αλλά εκφράζει το βαθμό εμπιστοσύνης που έχει το άτομο στις ικανότητές του, δηλαδή την αυτοαντίληψη της ικανότητας (Tschannen-Moran & Hoy, 1998; Tschannen-Moran et al., 2007).

Τα άτομα τα οποία έχουν αυξημένη αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητας τείνουν να εμπλέκονται περισσότερο σε απαιτητικές δραστηριότητες καθώς τις αντιμετωπίζουν ως πρόκληση. Θεωρούν πως μπορούν να τις διαχειριστούν επιτυχώς όσο δύσκολες και αν φαίνονται σε αντίθεση με τα άτομα που έχουν έλλειψη αυτοαποτελεσματικότητας. Σε περίπτωση αποτυχίας, τα άτομα αυτά δεν εγκαταλείπουν το στόχο και καταβάλλουν μεγαλύτερες προσπάθειες προκειμένου να τον πραγματώσουν. Στον αντίποδα, τα άτομα που αμφιβάλουν για τις δυνατότητές τους αποδίδουν τις αποτυχίες τους στην ανεπάρκειά τους και ενδεχομένως να φτάσουν στο σημείο να μειώσουν τις προσπάθειές τους ή ακόμα και να παραιτηθούν (Bandura, 1997 Γκόλια, 2014).

Η αυτοαποτελεσματικότητα μπορεί να καθοριστεί με βάση τις δύο παρακάτω ανεξάρτητες διαστάσεις (Menon & Sadler, 2017):

- α) την προσδοκία ικανότητας
- β) την προσδοκία αποτελέσματος

Η πρώτη συνιστώσα έχει να κάνει με το κατά πόσο ένα άτομο πιστεύει πως είναι σε θέση να εκδηλώσει επιτυχώς τη συμπεριφορά που απαιτείται έτσι ώστε να επιτύχει ένα στόχο. Η προσδοκία ικανότητας δεν καθορίζεται από τη συμπεριφορά του ατόμου. Αντίθετα η δεύτερη συνιστώσα σχετίζεται με την πεποίθηση ενός ατόμου ότι η υιοθέτηση μιας συγκεκριμένης συμπεριφοράς θα οδηγήσει σε συγκεκριμένα αποτελέσματα. Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί πως η προσδοκία ικανότητας δε συνεπάγεται την προσδοκία αποτελέσματος, καθώς ανάμεσα στις δύο αυτές συνιστώσες μεσολαβεί η συμπεριφορά του ατόμου (Bandura, 1977). Η διαφοροποίηση των δύο έγκειται στο ότι μπορεί το άτομο να πιστεύει ότι μια συγκεκριμένη πράξη θα έχει μια συγκεκριμένη έκβαση (Κουλλαπή & Λύρα, 2020). Ωστόσο, εάν δημιουργηθεί η αμφιβολία για το αν όντως είναι σε θέση να επιτύχει το επιθυμητό αποτέλεσμα, αυτή η διεργασία θα επηρεάσει κατ' επέκταση και το τελικό αποτέλεσμα (Bandura, 1977)

## **1.2 Πηγές αυτοαποτελεσματικότητας**

Σύμφωνα με τη θεωρία του Bandura (1977), το άτομο ζει μέσα σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, που διαμορφώνει τα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας. Καθώς αλλάζουν συνεχώς οι προσλαμβάνουσές του, καλείται να τις επεξεργαστεί, να τις αξιολογήσει και να τις αξιοποιήσει ανάλογα με τις ανάγκες και τους στόχους του. Το άτομο δεν αποτελεί ένα παθητικό δέκτη των περιβαλλοντικών επιρροών, αλλά διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ρύθμιση της μελλοντικής του συμπεριφοράς (αυτορρύθμιση) (Feltz, Short, & Sullivan, 2008).

Η αυτοαποτελεσματικότητα ενός ατόμου αρχίζει να δομείται από τα πρώτα χρόνια της ζωής του. Η διαδικασία της δόμησης εξελίσσεται συνεχώς μιας και το άτομο στη διάρκεια της ζωής του αποκτά καινούριες εμπειρίες και έρχεται αντιμέτωπο με απρόβλεπτες καταστάσεις. Στο πλαίσιο αυτής της συνεχούς διαδικασίας, το άτομο οφείλει να εκτιμά εκ νέου τις ικανότητές του έτσι ώστε να μπορεί να αντεπεξέρχεται στις νέες συνθήκες.

Η αυτοαποτελεσματικότητα διαμορφώνεται μέσα από τη διαδικασία επεξεργασίας των εισερχόμενων πληροφοριών που δέχεται το άτομο οι προέρχονται από τέσσερις πηγές πληροφόρησης, οι οποίες είναι οι εξής (Bandura, 1997; (Schunk & Pajares, 2009;):

*Εμπειρίες επίτευξης (Mastery experiences):* Οι εμπειρίες αυτές αποτελούν προσωπικές εμπειρίες του ατόμου και ασκούν τη μεγαλύτερη επιρροή όσον αφορά τη διαμόρφωση του αισθήματος αυτοαποτελεσματικότητας. Τα επιτεύγματα που έχει καταφέρει ένα άτομο στο παρελθόν μπορούν να σταθεροποιήσουν και να τονώσουν το αίσθημα αυτοαποτελεσματικότητας σε αντίθεση με τις αρνητικές εμπειρίες και τις αποτυχίες που μπορούν να το υπονομεύσουν. Οι προσωπικές εμπειρίες ενός ατόμου επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την αυτοαποτελεσματικότητα, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο θα αντιμετωπίσει στο μέλλον τις προκλήσεις και τα εμπόδια που θα προκύψουν. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται μια κυκλική διαδικασία (Feltz & Mugno, 1983).

*Αντιπροσωπευτικές εμπειρίες ή εμπειρίες μέσω προτύπων (vicarious experiences):* Μια δεύτερη πηγή είναι η πληροφόρηση που παίρνει το άτομο για την αυτοαποτελεσματικότητά του μέσω εμπειριών που προέρχονται από την παρακολούθηση της απόδοσης άλλων ατόμων. Η παρατήρηση της συμπεριφοράς άλλων ατόμων εμπλουτίζουν τις εμπειρίες του ατόμου και διαμορφώνουν με έμμεσο τρόπο τη συμπεριφορά του. Βασική προϋπόθεση προκειμένου το άτομο να επηρεαστεί από την παρακολούθηση της δράσης άλλων ατόμων είναι να θεωρεί τα υπό παρακολούθηση άτομα όμοιά του και να υπάρχει σημαντικός βαθμός ταύτισης μαζί τους. Τα πρότυπα αυτά θα πρέπει να έχουν τις ίδιες εμπειρίες με αυτό, το ίδιο φύλο και την ίδια ηλικία (Gould & Weiss, 1981).

*Λεκτική/κοινωνική πειθώ (Verbal /social persuasion):* Η κοινωνική-λεκτική πειθώ αποτελεί τον τρίτο κατά σειρά παράγοντα που συμβάλλει στη διαμόρφωση της αυτοαποτελεσματικότητας του ατόμου. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το αίσθημα της αυτοαποτελεσματικότητας αντλείται είτε μέσω ενθάρρυνσης που προέρχεται από άλλα άτομα τα οποία θεωρεί αξιόπιστα είτε μέσω του ίδιου του ατόμου. Εάν ένα άτομο λάβει θετική ανατροφοδότηση από το περιβάλλον του όσον αφορά τις ικανότητές του, τότε είναι πιθανό να καταβάλει μεγαλύτερη προσπάθεια για να ολοκληρώσει επιτυχώς μια εργασία (Schunk, 1989). Για να δράσει ενισχυτικά η κοινωνική-λεκτική πειθώ στην ανάπτυξη της αυτοαποτελεσματικότητας, θα πρέπει να κινείται εντός ρεαλιστικού πλαισίου και να συνοδεύεται και από τα αντίστοιχα θετικά αποτελέσματα των προσπαθειών του ατόμου (Bandura, 1995).

*Σωματική και Ψυχολογική Κατάσταση (Physiological and Emotional State)*: Στην τέταρτη θέση της λίστας απαντώνται η σωματική και συναισθηματική κατάσταση του ατόμου. Οι σωματικές και συναισθηματικές αντιδράσεις ενός ατόμου σε στρεσογόνες και απαιτητικές καταστάσεις μπορούν να του δημιουργήσουν αρνητικά συναισθήματα ως προς την αυτό-αποτελεσματικότητά του καθώς μπορεί να τις εκλάβει ως ένδειξη πιθανής αποτυχίας. Σύμφωνα με το Bandura (1997), η επίδραση των αντιδράσεων αυτών (θετική ή αρνητική) δεν έχει να κάνει με την έντασή τους αλλά με τον τρόπο που τις ερμηνεύει το άτομο.

### **1.3 Αυτοαποτελεσματικότητα και Εκπαιδευτικοί**

Η θεωρία της αυτοαποτελεσματικότητας βρίσκει εφαρμογή, μεταξύ άλλων, και στον τομέα της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με το Bandura, η αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών διαδραματίζει σημαίνοντα ρόλο στην εκπαιδευτική διαδικασία (Bandura, 1997), καθώς επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, τις διδακτικές πρακτικές και την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών (Klassen & Tze, 2014). Η αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών έχει προσελκύσει σταδιακά έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον. Σύμφωνα με τους Mojavezi & Tamiz (2012), οι περισσότερες έρευνες πάνω στο συγκεκριμένο θέμα βασίστηκαν στην κοινωνικογνωστική θεωρία του Bandura (Bandura, 1997; Bandura, 2006).

Η έννοια της αυτοαποτελεσματικότητας του εκπαιδευτικού αναφέρεται στην πεποίθησή του ότι μπορεί να αντεπεξέλθει επιτυχώς σε καθήκοντα, υποχρεώσεις και προκλήσεις που σχετίζονται με τον επαγγελματικό του ρόλο (π.χ. διδακτικά καθήκοντα, διαχείριση προβλημάτων πειθαρχίας στην τάξη, κ.λπ.) (Caprara et al., 2006). Ένας άλλος ορισμός την περιγράφει ως την πίστη που έχει ο εκπαιδευτικός ότι μπορεί να επιφέρει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα ακόμη και υπό αντίξοες συνθήκες (Schunk et al., 2008). Οι Guskey & Passaro (1994) αναφέρουν ότι η αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών αντικατοπτρίζει την αίσθησή τους ότι μπορούν να επιτελέσουν το έργο τους και να επιτύχουν τους εκπαιδευτικούς τους στόχους ακόμα και όταν έχουν να κάνουν με «δύσκολους» ή χωρίς κίνητρο μαθητές. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως ένας εκπαιδευτικός δε μπορεί χαρακτηριστεί επιτυχημένος μόνο χάρη στην αυξημένη αυτοαποτελεσματικότητά του (Darling-Hammond & Sykes, 2003).

Σύμφωνα με την έρευνα των Tschannen-Moran et al. (1998) οι εκπαιδευτικοί που έχουν υψηλό επίπεδο πίστης στις ικανότητές τους είναι πιο ανοιχτοί σε καινούριες ιδέες, πειραματίζονται και αναζητούν συνεχώς καινοτόμες μεθόδους. Αυτή η προσέγγιση φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στις επιδόσεις και τα κίνητρα των μαθητών (Bruce et al., 2010; Thoonen et al., 2011). Οι εκπαιδευτικοί με ισχυρή αυτοαποτελεσματικότητα χαρακτηρίζονται από υψηλό επίπεδο οργανωτικότητας και σχεδιασμού και είναι αφοσιωμένοι στο διδακτικό τους έργο (Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Μια άλλη έρευνα έχει δείξει ότι βιώνουν υψηλότερα επίπεδα εργασιακής ικανοποίησης, χαμηλότερα επίπεδα εργασιακού άγχους και αντιμετωπίζουν λιγότερες δυσκολίες στην αντιμετώπιση προβληματικής συμπεριφοράς των μαθητών (Caprara et al., 2003). Επίσης είναι λιγότερο επικριτικοί όταν έρχονται αντιμέτωποι με τα λάθη των μαθητών και αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στην προσπάθειά τους να τους βοηθήσουν να ξεπεράσουν τις δυσκολίες τους. Γενικά, τείνουν να αναπτύσσουν καλύτερες σχέσεις με τους μαθητές τους (Mashburn et al., 2006).

Στον αντίποδα, οι εκπαιδευτικοί με χαμηλή αίσθηση της αυτοαποτελεσματικότητας, μειονεκτούν σε επίπεδο οργάνωσης και διαχείρισης της τάξης. Επίσης, τείνουν να θέτουν χαμηλότερους στόχους, αντιμετωπίζουν με δυσκολία τα όποια εμπόδια συναντούν, δεν καταβάλουν προσπάθεια να τα υπερκεράσουν και διακατέχονται συχνά από το αίσθημα της παραίτησης (Mojavezi & Tamiz, 2012). Επιπροσθέτως, είναι πιο πιθανό να αναπτύξουν υψηλά επίπεδα εργασιακού άγχους και να επηρεαστούν από την επαγγελματική εξουθένωση (Collie et al., 2012; Aloe et al., 2014).

#### **1.4 Πηγές διαμόρφωσης της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών**

Η διεθνής βιβλιογραφία έχει αναδείξει πολλούς παράγοντες που επηρεάζουν ή/και προβλέπουν την αυτοαποτελεσματικότητα. Η κοινωνικογνωστική θεωρία του Bandura (1997) αποτελεί ένα σημαντικό θεωρητικό υπόβαθρο για τη διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών, αναλύοντας πληροφορίες που προέρχονται από τέσσερις κύριες πηγές όπως προσδιορίστηκαν προηγουμένως.

Αυτές οι πηγές διαδραματίζουν σημαίνοντα ρόλο όσον αφορά τον προσδιορισμό της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών (Bandura, 1997; Morris et al., 2017; Tschannen-Moran et al., 1998).

Οι εμπειρίες επίτευξης του παρελθόντος αποτελούν τον πιο ισχυρό παράγοντα για την ενίσχυση της αντιληπτής αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών. Ένας εκπαιδευτικός μπορεί να αντλήσει αυτοπεποίθηση μέσα από τις επιτυχίες του παρελθόντος γεγονός που θα δημιουργήσει προσδοκίες για μελλοντικές επιτυχίες. Σύμφωνα με την Palmer (2006a) οι επαναλαμβανόμενες επιτυχίες (ειδικά σε δύσκολες συνθήκες) διαμορφώνουν μια ισχυρή αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητας. Όταν ένα άτομο έχει δημιουργήσει μια αίσθηση ανθεκτικότητας, μπορεί γρήγορα να ανακάμψει από περιστασιακές αποτυχίες. Σύμφωνα με μελέτες, οι εμπειρίες επίτευξης επηρεάζουν θετικά την αυτοαποτελεσματικότητα των προϋπηρεσιακών εκπαιδευτικών όσον αφορά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Bautista, 2011).

Οι αντιπροσωπευτικές εμπειρίες περιλαμβάνουν την παρατήρηση της επιτυχημένης απόδοσης άλλων δασκάλων στην τάξη ή την παρακολούθηση βίντεο δασκάλων που χρησιμοποιούν αποτελεσματικά μοντέλα διδασκαλίας (Bautista, 2011; Gunning & Mensah, 2011) Ο βαθμός στον οποίο ταυτίζεται ο εκπαιδευτικός (που αποτελεί εξωτερικό παρατηρητή) με το υπό παρατήρηση πρότυπο μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση του αισθήματος αυτοαποτελεσματικότητας.

Η λεκτική πειθώ είναι η θετική ανατροφοδότηση και η γενικότερη ενθάρρυνση που λαμβάνει από το περιβάλλον του ο εκπαιδευτικός, όταν επιτυγχάνει τους στόχους του. Ως περιβάλλον ενός εκπαιδευτικού θεωρούνται οι άλλοι συνάδελφοι, ο διευθυντής τους σχολείου, οι γονείς των μαθητών, οι μέντορες, οι σχολικοί σύμβουλοι αλλά και η οικογένειά του (Bandura, 1997; Bautista, 2011).

Η τέταρτη πηγή αυτοαποτελεσματικότητας, αναφέρεται στις φυσιολογικές και συναισθηματικές καταστάσεις κάποιου οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν τα επίπεδα άγχους και στρες όπως επίσης και να διαμορφώσουν περαιτέρω την απόδοση ενός ατόμου. Οι φυσιολογικές και συναισθηματικές καταστάσεις εκπαιδευτικών μπορεί να επηρεάσουν την ικανότητά τους να χειρίζονται το άγχος κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και να καθορίσουν το πόσο καλά οι δάσκαλοι μπορούν να χειριστούν απρόβλεπτα γεγονότα ή προκλήσεις σε μια τάξη (Bandura, 1997; Bautista, 2011; Gunning & Mensah, 2011).

## **1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την αυτοαποτελεσματικότητα σχετικά με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Οι ερευνητές έχουν μελετήσει την επίδραση και άλλων παραγόντων στην αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών. Η έρευνα των Mintzes et al. (2013) για την αυτοαποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών που διδάσκουν Φυσικές Επιστήμες ανέδειξε ορισμένους παράγοντες που συσχετίζονται με υψηλά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας και γενικά με την ανάπτυξη ενός ισχυρού επιστημονικού υπόβαθρου, όπως: τον αριθμό των μαθημάτων Φυσικών Επιστημών που παρακολούθησαν στο Λύκειο (Mullholland et al. 2004; (Ginns et al., 1995) τον αριθμό των πανεπιστημιακών μαθημάτων που παρακολούθησαν, την εννοιολογική κατανόηση των κεντρικών ιδεών των Φυσικών Επιστημών (Schoon & Boone, 1998) τα χρόνια διδασκαλίας φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο (Cantrell et al., 2003), τα μαθήματα διδακτικής μεθοδολογίας για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Yilmaz-Tuzun, 2008) και την προτίμηση για διδασκαλία βασισμένη σε δραστηριότητες και όχι σε σχολικά βιβλία (Epochs et al., 1995).

Όσον αφορά την επιστημονική εννοιολογική κατανόηση και τον αντίκτυπό της στην αυτοαποτελεσματικότητα, οι μελέτες που διενεργήθηκαν κατέληξαν σε αντικρουόμενα αποτελέσματα. Τα ευρήματα από τη μελέτη που διεξήχθη από τους Schoon & Boone (1998) έδειξαν ότι οι βαθμολογίες των προϋπηρεσιακών δασκάλων σε ένα τεστ φυσικών επιστημών και κατά συνέπεια οι επιδόσεις τους σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας. Αντίθετα, αποτελέσματα από μελέτη που διεξήχθη από τους Lindgren & Bleicher (2005) έδειξαν ότι η επιστημονική εννοιολογική κατανόηση δε συσχετίζεται με τις πεποιθήσεις προσδοκώμενου αποτελέσματος της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών.

Ο Tosun (2000) μελέτησε την επίδραση της προηγούμενης εμπειρίας και των επιτευγμάτων στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα έκανε σύγκριση μεταξύ δύο ομάδων φοιτητών: (1) εκείνων με μεγάλη εμπειρία/ιστορικό επιτευγμάτων και (2) εκείνων με μικρή εμπειρία/ιστορικό επιτευγμάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εμπειρία και τα επιτεύγματα στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών έχουν μικρή επίδραση στην αίσθηση αυτοαποτελεσματικότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών.



Άλλες μελέτες που διερεύνησαν τη σχέση μεταξύ αριθμού προπτυχιακών μαθημάτων και αυτοαποτελεσματικότητας έχουν επισημάνει ότι οι προϋπηρεσιακοί εκπαιδευτικοί που ολοκληρώνουν περισσότερα προπτυχιακά μαθήματα Φυσικών Επιστημών έχουν αναπτύξει υψηλότερα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας (Enochs & Riggs, 1990; Ramey-Gassert et al., 1996). Οι Aydin & Boz (2010) βρήκαν ότι οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών έχουν αναπτύξει ελαφρώς υψηλότερο αίσθημα αυτοαποτελεσματικότητας σε σχέση με τους πρωτοετείς ή δευτεροετείς φοιτητές. Αυτό φαίνεται να σχετίζεται με το γεγονός ότι οι φοιτητές μεγαλύτερων ετών είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν περισσότερα μαθήματα που σχετίζονταν με Φυσικές Επιστήμες από ότι οι φοιτητές μικρότερων ετών. Ωστόσο, σε άλλες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν δε βρέθηκε κάποια σύνδεση μεταξύ μαθημάτων επιστημονικού περιεχομένου και αυτοαποτελεσματικότητας (Morrell & Carroll, 2003; Lindgren & Bleicher, 2005). Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να σχετίζεται με τον τρόπο διδασκαλίας των μαθημάτων αυτών (Gray, 2017).

Επίσης, ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει εξετάσει την επίδραση των δημογραφικών χαρακτηριστικών, όπως το φύλο (Cantrell et al., 2003; Mulholland et al., 2004; Riggs, 1991). Ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι υπάρχει μια στατιστικά σημαντική διαφορά στην αντίληψη της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών προϋπηρεσίας ανάλογα με το φύλο (Aktas et al., 2013; Britner & Pajares, 2006). Οι Cantrell et al. (2003) αναφέρουν ότι οι άντρες έχουν υψηλότερα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας όσον αφορά τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών από ότι οι γυναίκες. Επισήμαναν το γεγονός ότι οι άνδρες του δείγματός τους έδειξαν περισσότερο ενδιαφέρον για τα μαθήματα Φυσικών Επιστημών στο σχολείο, όπως αποδεικνύεται από την παρακολούθηση περισσότερων μαθημάτων και την αυξημένη συμμετοχή τους σε εξωσχολικές επιστημονικές δραστηριότητες. Η έρευνα του Azar (2010) έρχεται σε αντίθεση με αυτά τα ευρήματα, καθώς διαπιστώθηκε πως δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στις πεποιθήσεις αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών προϋπηρεσίας ανάλογα με το φύλο κάτι που επιβεβαιώθηκε και από άλλες μελέτες (Cakiroglu et al., 2005; Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Οι γυναίκες φάνηκε να έχουν χαμηλότερη ακαδημαϊκή αυτοαποτελεσματικότητα, παρά το γεγονός ότι είχαν παρόμοια επίπεδα προηγούμενων επιδόσεων και αποτελεσμάτων.

## 1.6 Μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας του εκπαιδευτικού

Υπό το φως αυτών των μελετών, είναι σαφές ότι οι εκπαιδευτικοί ερευνητές έπρεπε να εστιάσουν στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών των δασκάλων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν γίνει πολλές προσπάθειες, που βασίστηκαν στη θεωρία του Bandura, για την ανάπτυξη ενός εργαλείου μέτρησης της αυτοαποτελεσματικότητας των εκπαιδευτικών (Gibson & Dembo, 1984; Enochs & Riggs, 1990; Tschannen-Moran & Hoy, 2001). Ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται συχνά είναι το Science Teaching Efficiency Beliefs Instrument (STEBI).

Βασιζόμενοι στη θεωρητική προσέγγιση και το ερευνητικό εργαλείο των Gibson & Dembo (1984), οι Enochs & Riggs (1990) ανέπτυξαν το ερωτηματολόγιο STEBI-A (Science Teaching Efficacy Belief Instrument) που έχει σχεδιαστεί για τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας των εν ενεργεία εκπαιδευτικών στη διδασκαλία μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών. Στη συνέχεια τροποποίησαν το STEBI-A και δημιούργησαν το ερωτηματολόγιο STEBI-B, το οποίο είχε ως στόχο τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών. Οι δηλώσεις του STEBI-B είναι γραμμένες σε μελλοντικό χρόνο.

Το STEBI-B έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε παγκόσμια κλίμακα για τη μέτρηση της αυτοαποτελεσματικότητας των δασκάλων των Φυσικών Επιστημών (Ginns et al., 2005; Cakiroglu et al., 2005; Schoon & Boone, 1998; Tosun, 2000; Gencer & Cakiroglu, 2007). Το εργαλείο αυτό έχει επίσης χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορα κράτη, όπως η Αυστραλία (Mulholland & Wallace, 2001; Mulholland et al., 2004), Νότια Αφρική (Kiviet & Mji, 2003), η Τουρκία (Tekkaya et al., 2004; Cakiroglu et al., 2005; Gencer & Cakiroglu, 2007) και η Σιγκαπούρη (Ng, 2011). Σε όλες τις παραπάνω έρευνες το STEBI-B έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο (Gray, 2017). Οι Cakiroglu et al. (2005) σημείωσαν ότι οι παρατηρούμενες διαφορές στις βαθμολογίες STEBI-B μπορούν να αποδοθούν στις πολιτισμικές διαφορές μεταξύ των χωρών που χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο.

## 2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

### 2.1 Εναλλακτικές ιδέες και Φυσικές Επιστήμες

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν ένα σύνθετο και πολυδιάστατο επιστημονικό πεδίο και οι μελέτες που εστιάζουν στην εκπαίδευσή τους βρίθουν παρανοήσεων και λανθασμένων αντιλήψεων τόσο των μαθητών όσο και των φοιτητών (Garbett, 2011). Υπάρχουν πολλές μελέτες για τις αντιλήψεις αυτές σε διάφορα πεδία της φυσικής και πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει τη συχνότητα εμφάνισης και την επικράτησή τους σε πολλές βασικές έννοιες και αρχές των Φυσικών Επιστημών (Duit et al., 2007; Taber 2009). Βασικό χαρακτηριστικό των αντιλήψεων αυτών είναι πως ανατρέπονται δύσκολα και συνήθως παραμένουν αμετάβλητες.

Οι λανθασμένες αντιλήψεις και η γενικότερη δυσκολία κατανόησης βασικών εννοιών οδηγούν σε χαμηλές επιδόσεις των μαθητών στην Ελλάδα κάτι που αποτυπώθηκε και στο διεθνές πρόγραμμα της PISA (Programme for International Student Assessment). Το πρόγραμμα αυτό υλοποιείται από τον ΟΟΣΑ (OECD) (Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη-Organisation for Economic Co-operation and Development) κάθε τρία χρόνια και οι μαθητές αξιολογούνται σε θέματα ανάγνωσης, φυσικών επιστημών και μαθηματικών. Αποτελεί ίσως τη σημαντικότερη εκπαιδευτική έρευνα αξιολόγησης του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος της Υποχρεωτικής τους Εκπαίδευσης (δηλαδή σε ηλικία 15 ετών). Βασικός του στόχος είναι η σκιαγράφηση των γνώσεων και των αντιλήψεων των μαθητών βάσει των οποίων διαμορφώνεται, σε μεγάλο βαθμό, η ενεργή συμμετοχή τους στις σύγχρονες κοινωνίες (OECD, 2019b). Ο επιστημονικός εγγραμματισμός πλέον αποτελεί πεδίο σύγκρισης σε διεθνές επίπεδο για τους μαθητές (Dillon, 2009).

Στη βιβλιογραφία οι αντιλήψεις αυτές αναφέρονται ως εναλλακτικές ιδέες/απόψεις, προϋπάρχουσες αντιλήψεις, διαισθητικές ιδέες, νοητικές αναπαραστάσεις νοητικά μοντέλα και παρανοήσεις (Driver et al, 1998; Κόκκοτας, 2002).

Τα αποτελέσματα των μελετών δείχνουν ότι οι μαθητές έρχονται στις τάξεις με τις ήδη υπάρχουσες αντιλήψεις τους τις οποίες έχουν οικοδομήσει με βάση τις αισθητηριακές εμπειρίες τους και τα βιώματά τους (Fetherstonhaugh & Treagust, 1992). Οι εναλλακτικές ιδέες δεν προκύπτουν αυθαίρετα, αλλά βασίζονται στην προσπάθεια των

μαθητών να κατανοήσουν και να εξηγήσουν τα φυσικά φαινόμενα. Ένα άτομο δημιουργεί τις δικές του εξηγήσεις για το περιβάλλον και τον κόσμο γύρω του ερμηνεύοντάς τον με τρόπο που συμβιβάζει τις εμπειρίες του με την υπάρχουσα γνώση (Vygotsky, 2011). Συνήθως, οι εξηγήσεις αυτές είναι απλοϊκές και ακολουθούν τους μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους. Αποτελεί γεγονός πως οι μαθητές έχουν την τάση να οικοδομούν ένα σύστημα πεποιθήσεων που πολύ συχνά αντιτίθεται στις επιστημονικές θεωρίες (Stylos et al., 2021). Η Driver (1985) αναφέρει επίσης ότι οι πιθανές πηγές παρανοήσεων των μαθητών είναι: η σχολική διδασκαλία, η διδασκαλία εκτός σχολείου, οι καθημερινές εμπειρίες, το κοινωνικό περιβάλλον και η διαίσθηση.

Για να υποστηρίξουν τη μάθηση στην επιστήμη, οι δάσκαλοι πρέπει να αναγνωρίσουν τις υπάρχουσες δομές που έχουν δημιουργήσει οι μαθητές για να εξηγήσουν τον κόσμο τους και τις οποίες φέρνουν στην τάξη. Αποτελεί μέρος της γνώσης παιδαγωγικού περιεχομένου των εκπαιδευτικών (PCK) η κατανόηση των πιθανών εναλλακτικών αντιλήψεων που υπάρχουν σε έναν συγκεκριμένο κλάδο και η ανάπτυξη στρατηγικών για την αντιμετώπισή τους.

## **2.2 Εναλλακτικές ιδέες και Θερμότητα**

Η κατανόηση των θερμικών εννοιών αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές προκλήσεις στη διδασκαλία της επιστήμης, καθώς αυτές οι έννοιες αποτελούν βασικό πυλώνα των Φυσικών Επιστημών. Ανατρέχοντας στη βιβλιογραφία, τόσο στην ελληνική όσο και στην ξενόγλωσση, παρατηρείται ότι στις Φυσικές Επιστήμες έχουν γίνει πολλές μελέτες που επεξεργάζονται και ερμηνεύουν τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τα θερμικά φαινόμενα (Chiou & Anderson, 2009; Georgiou & Sharma, 2011; Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000; Κώτσης & Κοτσίνιας 2011; Στύλος & Κώτσης, 2016). Οι Driver et al, 1998 (1998), επισημαίνουν ότι το θέμα της θερμότητας αποτελεί ένα από τα πιο δυσνόητα των Φυσικών Επιστημών καθώς οι έννοιες θερμοκρασία, θερμότητα, ροή θερμότητας προκαλούν σύγχυση στους μαθητές καθώς τις θεωρούν παρόμοιες και δυσκολεύονται να τις διαχωρίσουν.

### 2.2.1 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα

Η κατανόηση της έννοιας της θερμότητας έχει αναδειχθεί ως ένα σημαντικό ζήτημα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργήσουν συνδέσεις μεταξύ των επιστημονικών κλάδων. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα αφορούν κυρίως: (1) τη φύση της θερμότητας (2) το είδος του φυσικού μεγέθους (3) τη χρήση μιας ή δυο οντοτήτων της θερμότητας για εξήγηση των θερμικών φαινομένων και (4) τη διατήρηση ή μη της θερμότητας. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για κάθε κατηγορία.

*(1) Ως προς τη φύση*

*Σε ό,τι αφορά τη φύση της θερμότητας, τα βιβλιογραφικά ευρήματα κάνουν φανερή την ύπαρξη δύο αντιλήψεων. Η θερμότητα, θεωρείται ουσία (ρευστό) ή κίνηση των σωματιδίων της ύλης.*

- *Η θερμότητα παρουσιάζει χαρακτηριστικά ουσίας*

Πρόσφατες μελέτες έχουν επισημάνει ότι οι μαθητές πιστεύουν πως η θερμότητα αποτελεί "ουσία" (Stylos, et. al, 2021; Στύλος & Κώτσης, 2017; 2018) που μπορεί να αποθηκεύεται στα αντικείμενα. Θεωρούν ότι είναι μια αόρατη, φευγαλέα "ουσία" (πχ. ρευστό) που μπορεί να ρέει μεταξύ των σωμάτων και να μεταβάλει τη θερμική τους κατάσταση. Επίσης φαντάζονται πως και το κρύο αντίστοιχα είναι μια οντότητα, όπως και η θερμότητα, η οποία παρουσιάζει επίσης χαρακτηριστικά υλικής ουσίας (Σκουμιός, 2012). Τα παιδιά πιστεύουν πως πρόκειται για δύο διαφορετικά φαινόμενα και πιο συγκεκριμένα πως το ψυχρό είναι το αντίθετο του θερμού και αποτελούν δύο ξεχωριστές οντότητες. Η θεώρηση της θερμότητας ως ουσίας χρησιμοποιείται ευρέως από τους μαθητές στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν τα θερμικά φαινόμενα (Driver, Guesne, & Tiberghien, 1993). Η αντίληψη αυτή, εκτός από τους μαθητές, απαντάται και σε σημαντικό ποσοστό φοιτητών παιδαγωγικών τμημάτων και τμημάτων θετικών επιστημών όπως επίσης και σε δασκάλους και καθηγητές φυσικών επιστημών (Καρανίκας, 1996).

- *Η θερμότητα ως κίνηση σωματιδίων της ύλης*

Η δεύτερη εναλλακτική αντίληψη που σχετίζεται με τη φύση της θερμότητας έχει να κάνει με το ότι οι μαθητές θεωρούν πως η θερμότητα σχετίζεται με την κίνηση των σωματιδίων της ύλης (Carlton, 2000). Τα παιδιά πιστεύουν πως όταν θερμαίνεται ένα αντικείμενο (α) τα σωματίδια τα οποία το απαρτίζουν κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα με αποτέλεσμα να θερμαίνεται το αντικείμενο (Maskil et al., 1997) ή (β) τα σωματίδια συγκρούονται μεταξύ τους και παράγεται θερμότητα (Kesidou & Duit, 1993). Ακόμα, έχουν την τάση να συγχέουν τη θερμότητα με την εσωτερική ενέργεια ή με τη θερμική ενέργεια και τη θερμοκρασία, θεωρώντας ότι η θερμοκρασία εκφράζει τη θερμότητα που παράγεται από τις κινήσεις ή τις συγκρούσεις των σωματιδίων (Van Roon et al., 1994).

## (2) Είδος του φυσικού μεγέθους

Σχετικά με το ζήτημα του είδους φυσικού μεγέθους (ποιοτικό ή ποσοτικό μέγεθος), όπως προκύπτει από τα βιβλιογραφικά ευρήματα, ορισμένοι μαθητές αποδίδουν στη θερμότητα χαρακτηριστικά ποιοτικού μεγέθους, ενώ άλλοι την αντιλαμβάνονται ως ένα ποσοτικό μέγεθος (Kesidou & Duit, 1993; Σκουμιός, 2012).

- *Η θερμότητα ως ποιοτικό μέγεθος*

Οι μαθητές που αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ποιοτικό μέγεθος, θεωρούν πως είναι εγγενής ιδιότητα ή χαρακτηριστικό των σωμάτων και δεν εμφανίζει ποσοτικά χαρακτηριστικά. Οι μαθητές που υιοθετούν τη συγκεκριμένη προσέγγιση, χαρακτηρίζουν τη θερμότητα με βάση την «έντασή» της, δηλαδή η μεγάλης έντασης θερμότητα γίνεται αντιληπτή ως κάτι το πολύ θερμό, ενώ η μικρότερης έντασης ως κάτι ψυχρό (Σκουμιός, 2012).

- *Η θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος*

Στον αντίποδα, οι μαθητές που αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος, δεν τη χαρακτηρίζουν από την έντασή της, αλλά της αποδίδουν αποκλειστικά ποιοτικά χαρακτηριστικά (Kesidou & Duit, 1993; Σκουμιός, 2012). Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, τείνουν να τη θεωρούν ως έκφραση της κατάστασης θέρμανσης ενός σώματος και κατ' επέκταση να την εξισώσουν με τη θερμοκρασία. Με βάση τη

βιβλιογραφία, η θεώρηση της θερμότητας ως ποσοτικού μεγέθους παραμένει δημοφιλής ακόμη και στα υψηλότερα επίπεδα της εκπαίδευσης (Wiser, 1986).

*(3) Χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων*

Για την εξήγηση των φαινομένων που σχετίζονται με τη θερμότητα, οι περισσότεροι μαθητές χρησιμοποιούν μία οντότητα, τη θερμότητα, ενώ άλλοι δύο οντότητες, τη θερμότητα και το ψύχος (Σκουμιός, 2012).

- *Η αντίληψη της θερμότητας ως μίας οντότητας*

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι μαθητές υποστηρίζουν πως η θερμότητα έχει μια οντότητα η οποία ευθύνεται τόσο για τη θέρμανση των σωμάτων όσο και για την ψύξη τους. Υπό το πρίσμα αυτή της παρανόησης, οι μαθητές θεωρούν πως όταν αγγίζουν ένα θερμό αντικείμενο, η θερμότητα του αντικειμένου κατευθύνεται προς το χέρι τους. Στη αντίθετη περίπτωση, όταν αγγίζουν ένα ψυχρό σώμα, η θερμότητα κατευθύνεται από το χέρι τους προς το ψυχρό αντικείμενο (Erickson, 1979). Η αντίληψη αυτή εμφανίζεται στην ηλικία των 12 και άνω (Engel & Driver, 1985).

- *Η αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων*

Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη, η θερμότητα και το ψύχος αποτελούν δύο ξεχωριστές και αντίθετες οντότητες και πιο συγκεκριμένα, η θερμότητα ευθύνεται για τη θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος ευθύνεται για την ψύξη των σωμάτων (Erickson 1979, Καρανίκας 1996, Καρύδας & Κουμαράς, 2000). Οι μαθητές που συμμερίζονται τη συγκεκριμένη παρανόηση, υποστηρίζουν ότι όταν αγγίζουν ένα θερμό αντικείμενο, η αίσθηση του θερμού που νιώθουν οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το χέρι τους. Όταν όμως, αγγίζουν ένα ψυχρό αντικείμενο θεωρούν αντίστοιχα ότι θα λάβει χώρα αυθόρμητη ροή ψύχους που αφήνει το ψυχρό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους (Σκουμιός, 2012). Το ψύχος όπως και η θερμότητα, σύμφωνα με αυτή την αντίληψη, έχουν τη δυνατότητα να ρέουν από το ένα σώμα στο άλλο. Η αντίληψη αυτή απαντάται στους μαθητές από 10 ετών και άνω (Engel & Driver, 1985).

#### *(δ) Διατήρηση ή μη της θερμότητας*

Όσον αφορά τη διατήρηση της θερμότητας, οι αντιλήψεις των μαθητών χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: τη διατήρηση της και τη μη διατήρηση της.

- *Η αντίληψη της διατήρησης της θερμότητας*

Οι μαθητές που ανήκουν σε αυτή την κατηγορία πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια των θερμικών φαινομένων η συνολική θερμότητα του συστήματος των σωμάτων διατηρείται. Την αντίληψη αυτή ενστερνίζονται οι μαθητές που θεωρούν πως η θερμότητα χαρακτηρίζεται από την ποσότητά της (Meltzer, 2001) και υποστηρίζουν ότι το ένα σώμα κερδίζει ακριβώς την ίδια ποσότητα θερμότητας που χάνει ένα άλλο.

- *Η αντίληψη της μη διατήρησης της θερμότητας*

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν μαθητές που πιστεύουν πως κατά τη διάρκεια των θερμικών φαινομένων υπάρχει μεταβολή της συνολικής θερμότητας των σωμάτων και πιο συγκεκριμένη μείωσή της (Wiser 1986). Την αντίληψη αυτή έχουν κυρίως οι μαθητές οι οποίοι χαρακτηρίζουν τη θερμότητα με βάση την έντασή της (δηλαδή ποσοτικά) (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002).

### **2.2.2 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία**

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών προκύπτει ότι τα ζητήματα ως προς τα οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία αφορούσαν: στη μη διαφοροποίηση των εννοιών θερμοκρασίας και θερμότητας και στον προσδιορισμό των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η θερμοκρασία που αποκτούν τα σώματα όταν βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον τους (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002).

#### ***(1) Αντιλήψεις των μαθητών μη διάκριση των εννοιών θερμότητα – θερμοκρασία***

Η διάκριση των εννοιών θερμότητας-θερμοκρασίας έχει μελετηθεί εκτεταμένα από πολλούς ερευνητές. Μια σειρά από μελέτες έχει επισημάνει σαφώς πως οι μαθητές αλλά και οι φοιτητές συγχέουν τις δύο αυτές βασικές έννοιες και η πλειοψηφία τις



ταυτίζει (Erickson 1979, Kesidou & Duit, 1993, Καρανίκας 1996, Καρύδας & Κουμαράς 2000, Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002).

Μια διαδεδομένη αντίληψη μεταξύ των μαθητών είναι πως η θερμοκρασία συνδέεται άμεσα με την ένταση της θερμότητας ενός σώματος και πιο συγκεκριμένα ότι αποτελεί ένα μέτρο της (Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς τους μαθητές η θερμοκρασία γίνεται αντιληπτή ως ένα εντατικό μέγεθος και κατά συνέπεια είναι ανεξάρτητη από τη μάζα του εκάστοτε σώματος. Έτσι, σύμφωνα με τους μαθητές, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, πιστεύεται ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης (Σκουμιός, 2012).

Επίσης, μια άλλη αντίληψη που προκύπτει από την έρευνα είναι πως η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο της θερμότητας ή της ψυχρότητας των σωμάτων (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002). Οι μαθητές που υιοθετούν τη συγκεκριμένη αντίληψη, πιστεύουν ότι η θερμοκρασία αποτελεί ένδειξη της θερμότητας που βρίσκεται σε μία ουσία, μπορεί να μεταφερθεί από το ένα σώμα στο άλλο και μπορεί να προσδιοριστεί από την αφή ή το δέρμα (Stylos et al., 2021). Η προσθήκη ή η αφαίρεση της θερμότητας οδηγεί αντίστοιχα στην αύξηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας του σώματος.

Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στο Ισραήλ (Stavy & Berkovitz, 1980) είχε ως στόχο να διερευνήσει το βαθμό στον οποίο τα παιδιά θα προέβλεπαν την τελική θερμοκρασία του νερού που θα πρόκυπτε από την ανάμειξη ίσων ποσοτήτων νερού τόσο των ίδιων όσο και διαφορετικών θερμοκρασιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι μαθητές θεωρούν πως το άθροισμα των θερμοκρασιών τόσο πριν όσο και μετά την ανάμειξη των ποσοτήτων του νερού θα πρέπει να παραμένει σταθερό, γιατί αλλιώς θα πρόκυπτε διαφοροποίηση στη συνολική θερμότητα του συστήματος.

*(2) Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η θερμοκρασία που αποκτούν τα σώματα*

Με βάση τα βιβλιογραφικά ευρήματα, οι παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος είναι:

(α) εξάρτηση της θερμοκρασίας από το μέγεθός του, τη μάζα ή τον όγκο

Πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο της ποσότητας της θερμότητας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Βασιζόμενοι σε αυτή την άποψη, πιστεύουν ότι ένα μεγάλο αντικείμενο θα περικλείει περισσότερη ενέργεια, από ότι ένα μικρότερο στις ίδιες συνθήκες, και κατά συνέπεια η θερμοκρασία του θα είναι

μεγαλύτερη. Οι συγκεκριμένοι μαθητές τείνουν να μη λαμβάνουν υπόψιν τους την επίδραση του περιβάλλοντα χώρου στη θερμική αλληλεπίδραση (Erickson, 1979).

(β) εξάρτηση από το υλικό κατασκευής του

Αρκετοί μαθητές πιστεύουν πως ένα υλικό μπορεί να είναι θερμό ή ψυχρό από τη φύση του, για παράδειγμα πιστεύουν πως ένα σιδερένιο δοχείο είναι ψυχρότερο από ένα ξύλινο δοχείο (Tiberghien, 1980). Για αυτούς τους μαθητές, η θερμοκρασία αποτελεί ιδιότητα του υλικού και όχι μια φυσική παράμετρο που περιγράφει την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το σώμα. Η συγκεκριμένη παρανόηση ενισχύεται από τη θερμική αίσθηση που έχουν οι μαθητές όταν αγγίζουν αντικείμενα που είναι καλοί ή κακοί αγωγοί της θερμότητας (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

### **2.2.3 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία**

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τη θερμική ισορροπία και την τελική θερμοκρασία των σωμάτων αναφέρουν ότι:

(1) η θερμική ισορροπία αποτελεί μια πιθανή κατάσταση και όχι μια αναγκαιότητα (Kesidou & Duit, 1993). Οι μαθητές θεωρούν πως τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο μέσα στο ίδιο περιβάλλον, είναι πιθανό αλλά όχι βέβαιο πως θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία.

(2) η θερμική ισορροπία είναι αναγκαία (και όχι μια πιθανή κατάσταση) και όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον για αρκετό χρόνο, θα πρέπει απαραίτητως να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία (Arnold & Millar, 1996). Για ορισμένους μαθητές, τα σώματα που βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον για αρκετό χρόνο, πρέπει πάντα να αποκτήσουν απαραίτητα την ίδια θερμοκρασία (Aiello–Nicosia & Sperandeo–Mineo 2000).

### **2.2.4 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική αγωγιμότητα**

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτουν οι ακόλουθες εναλλακτικές αντιλήψεις για τη θερμική αγωγιμότητα (Erickson, 1980; Clough & Driver, 1985) :

- *Οι μονωτές παράγουν θερμότητα.*

Αρκετοί μαθητές υποστηρίζουν ότι κάποιοι μονωτές, όπως για παράδειγμα τα μάλλινα και τα βαμβακερά υφάσματα, έχουν την ιδιότητα να παράγουν και να απορροφούν θερμότητα (Stylianidou, 1997). Οι μαθητές που ενστερνίζονται τη συγκεκριμένη άποψη θεωρούν πως αυτά τα υλικά μας ζεσταίνουν γιατί παράγουν θερμότητα και όχι γιατί επιβραδύνουν τη ροή θερμότητας που εκπέμπεται από το σώμα μας προς το περιβάλλον (Lewis & Linn 1994).

Επιπλέον, σχετικά με τους μονωτές ορισμένοι μαθητές πιστεύουν ότι ενεργούν ως φράγματα και ως εκ τούτου δεν επιτρέπουν καμία μεταφορά θερμότητας. Αυτοί επιτρέπουν τη μεταφορά θερμότητας και κρύου και μπορούν να «μονώσουν» τη ζέστη και το κρύο (Georgiou & Sharma, 2012; Stylos et al., 2021).

- *Οι αγωγοί έλκουν θερμότητα σε θερμό περιβάλλον και ψύχος σε ψυχρό περιβάλλον.*

Αναφορικά με αυτή την αντίληψη, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν το ψύχος ή τη θερμότητα (Σκουμιός, 2012). Σύμφωνα με τους Adadan & Yavuzkaya (2018), όπως αναφέρεται στη μελέτη των Stylos et al. (2021), ειδικά για τα μέταλλα υπάρχει η εντύπωση ότι «έχουν την ικανότητα να προσελκύουν, να κρατούν, να εντείνουν ή να απορροφούν τη θερμότητα και το κρύο» ως φυσική ιδιότητα. Τα μέταλλα θερμαίνονται πιο γρήγορα από τα ξύλινα ή πλαστικά σώματα λόγω της έμφυτης έλξης τους για θερμότητα και της τάσης που έχουν να τη διατηρούν (Driver et al., 1993). Οι μαθητές πιστεύουν πως ένας αγωγός χρησιμοποιείται ως περίβλημα (π.χ. μεταλλικό δοχείο ή αλουμινόχαρτο) γιατί έχει την ιδιότητα να διατηρεί υψηλή τη θερμοκρασία του εσωτερικού του (Σκουμιός, 2012). Σε αυτήν την περίπτωση, οι μαθητές συγχέουν τις διαδικασίες μεταφοράς ενέργειας (θερμότητας) με τη θερμοκρασία ενός υλικού.

Από αυτή την παρανόηση πηγάζει και η αντίληψη ότι τα μέταλλα είναι μονωτές, αφού, όπως έχει αναφερθεί, τα μέταλλα είναι ιδανικά στο να κρατούν τα πράγματα θερμά ή ψυχρά, δηλαδή έχουν μονωτικές ιδιότητες. Αυτό ενισχύεται περισσότερο από τον τρόπο που χρησιμοποιούνται τα υλικά αυτά στην καθημερινή ζωή.

Η ανάλογη αντίληψη ισχύει και στην περίπτωση του «ψύχους». Οι μαθητές θεωρούν ότι σε ψυχρό περιβάλλον, οι αγωγοί έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να

απορροφούν το ψύχος. Αντίστοιχα, ένας αγωγός (μέταλλο) σε ψυχρό περιβάλλον, σύμφωνα με τους μαθητές, θα έχει χαμηλή θερμοκρασία, επειδή έλκει, απορροφά ή διατηρεί το ψύχος (Σκουμιός, 2012). Αυτό συμβαίνει διότι οι μαθητές αισθάνονται τα μέταλλα πιο ψυχρά σε σχέση με τα άλλα υλικά σε ψυχρό περιβάλλον.

- Τα σώματα είναι αποκλειστικά είτε αγωγοί είτε μονωτές.

Οι διάφορες κατηγορίες σωμάτων ταξινομούνται αποκλειστικά σε αγωγούς και μονωτές. Πιο συγκεκριμένα, η κατηγοριοποίηση ενός σώματος είτε ως αγωγού είτε ως μονωτή, αποτελεί αποκλειστικά ιδιότητα του σώματος, και δεν εξαρτάται από το σώμα με το οποίο συγκρίνεται (Brook et al., 1984).

### **2.2.5 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τις αλλαγές φάσης**

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για τις αλλαγές φάσης έχουν αποτυπωθεί σε αρκετές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε μεγάλη γκάμα ηλικιών (από μαθητές Δημοτικού μέχρι φοιτητές). Γενικά, παρατηρείται μια δυσκολία στην κατανόηση των αλλαγών φάσης σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης κάτι που αποδίδεται κυρίως στην ελλιπή κατανόηση της λειτουργίας των σωματιδιακών μοντέλων.

Ένα σημείο το οποίο πολλοί μαθητές δε φαίνεται να έχουν κατανοήσει σαφώς είναι το λόγο για τον οποίο η θερμοκρασία παραμένει αμετάβλητη κατά τη διάρκεια μιας μεταβολής φάσης (Driver, 1993). Υποστηρίζουν ότι το νερό δε μπορεί να υπάρξει ως υγρό στους 0°C και ότι ο πάγος βρίσκεται πάντα στους 0°C (Stylos et. al., 2021).

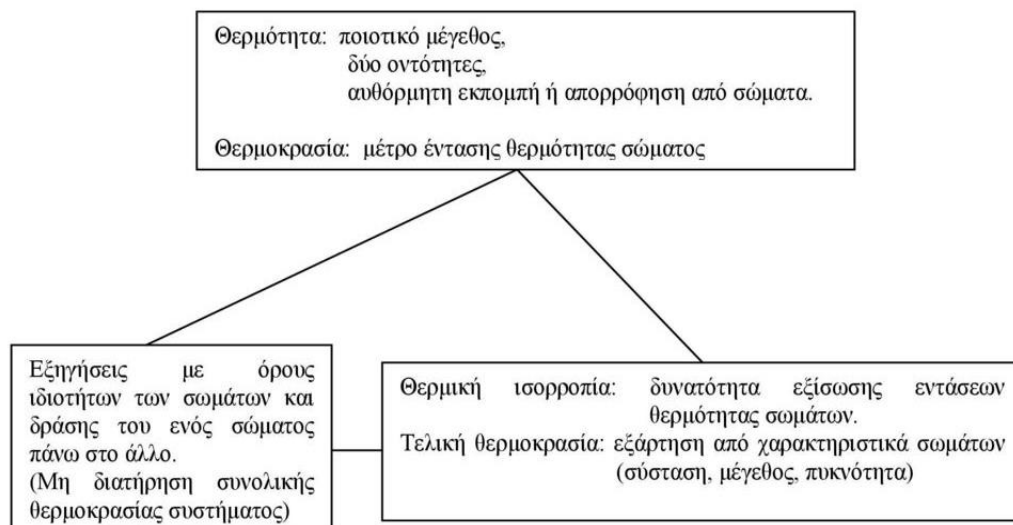
Οι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία του νερού που βράζει θα αυξηθεί, εάν αυξήσουμε απότομα το ρυθμό παροχής θερμότητας ή αν αυξήσουμε το χρόνο βρασμού. Η συντριπτική πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι το σημείο βρασμού του νερού μεταβάλλεται ανάλογα με την παροχή θερμότητας (Ευαγγέλλου & Κώτσης, 2014). Οι μαθητές νομίζουν πως κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βρασμού, η θέρμανση οδηγεί πάντα σε αύξηση της θερμοκρασίας και ο ατμός πάνω από το βρασμένο νερό υπερβαίνει τη θερμοκρασία των 100°C. Η παρανόηση αυτή σχετίζεται δυσκολία που έχουν οι μαθητές να διακρίνουν τη θερμότητα από τη θερμοκρασία. Όσον αφορά τη φύση των φυσαλίδων που εμφανίζονται κατά το βρασμό, οι μαθητές

θεωρούν ότι περιέχουν: «αέρα», «οξυγόνο», «θερμότητα», «υδρογόνο», «ατμό» ή «τίποτα» (Stylos et. al., 2021).

### 2.2.6 Μοντέλα σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία

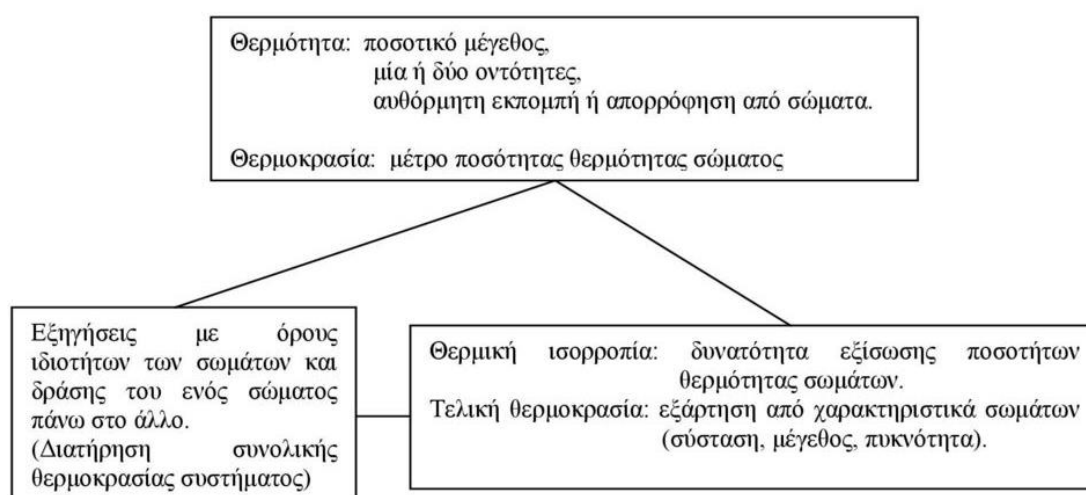
Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας – θερμοκρασίας ταξινομούνται στα ακόλουθα μοντέλα σκέψης των μαθητών. Τα μοντέλα αυτά συνδυάζουν, τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές περιγράφουν τα θερμικά φαινόμενα, με τις αντιλήψεις τους για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τη θερμική ισορροπία. Διαπιστώθηκε ότι τα μοντέλα παρουσιάζουν ορισμένα κοινά στοιχεία και διαφοροποιούνται σε κάποια άλλα στοιχεία (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000, 2002):

ΜΟΝΤΕΛΟ Ι: Η θερμότητα και το κρύο είναι ποιοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται αυθόρμητα από τα σώματα και η θερμοκρασία είναι μέτρο της έντασης τους. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους ιδιοτήτων και δράσης ενός σώματος πάνω στο άλλο. Η συνολική θερμοκρασία του συστήματος των σωμάτων δεν διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια πιθανή κατάσταση στην οποία τα σώματα αποκτούν θερμότητες ίσων εντάσεων. Η τελική θερμοκρασία των σωμάτων εξαρτάται από ορισμένα χαρακτηριστικά τους (σύσταση, μέγεθος, πυκνότητα) .



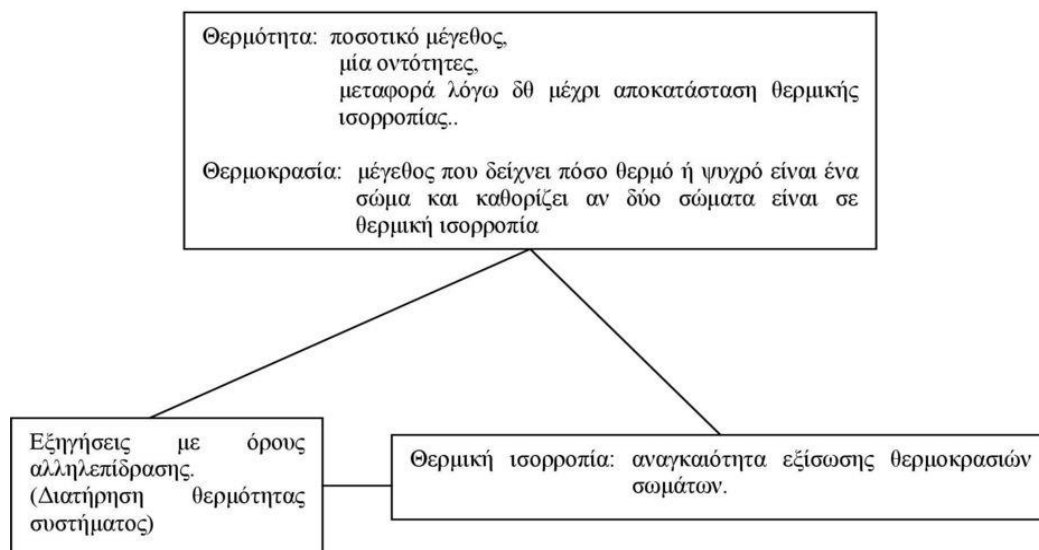
Μοντέλο I σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

ΜΟΝΤΕΛΟ II: Η θερμότητα και το κρύο είναι ποσοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται αυθόρμητα από τα σώματα και η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας τους. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους ιδιοτήτων και δράσης του ενός σώματος πάνω στο άλλο. Η συνολική θερμοκρασία του συστήματος των σωμάτων διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια πιθανή κατάσταση στην οποία τα σώματα αποκτούν ίσες ποσότητες θερμότητας. Η τελική θερμοκρασία των σωμάτων εξαρτάται από ορισμένα χαρακτηριστικά τους (σύσταση, μέγεθος, πυκνότητα)



Μοντέλο II σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).

ΜΟΝΤΕΛΟ III: Η θερμότητα είναι ποσοτικό μέγεθος, που μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας από ένα σώμα υψηλότερης σε ένα άλλο χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέχρι αυτά να φθάσουν σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας. Η θερμοκρασία είναι ένα μέγεθος που δείχνει το πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα και που καθορίζει αν δύο ή περισσότερα σώματα είναι σε θερμική ισορροπία ή όχι. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους αλληλεπίδρασης. Η συνολική θερμότητα του συστήματος των σωμάτων διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια αναγκαιότητα που χαρακτηρίζεται από εξίσωση των θερμοκρασιών των σωμάτων



*Μοντέλο III σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000).*

Τα μοντέλα αυτά συνδυάζουν, τις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τη θερμική ισορροπία, με τις κατηγορίες εξήγησης για τα θερμικά φαινόμενα. Σε ό,τι αφορά όμως τα παραπάνω μοντέλα, πρέπει να γίνουν οι εξής επισημάνσεις: α) δεν περιλαμβάνουν παράγοντες του πλαισίου από τους οποίους πιθανά να εξαρτώνται οι αντιλήψεις των μαθητών οι οποίες συγκροτούν τα μοντέλα και β) διαμορφώθηκαν με βάση τα ευρήματα ερευνών για τις αντιλήψεις μαθητών κυρίως της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, αφού είναι περιορισμένος ο αριθμός των εργασιών με μαθητές που φοιτούν στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση και των φοιτητών της Τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Αυτές οι διαπιστώσεις εγείρουν το ζήτημα της εκ νέου συγκρότησης των μοντέλων σκέψης των μαθητών και των φοιτητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας. Αυτό θα συμβεί με βάση τα εμπειρικά δεδομένα που θα έχουν συλλεχθεί από μαθητές του δημοτικού σχολείου και φοιτητές στην Ελλάδα και θα απαντούν στο ερώτημα των επιπτώσεων ορισμένων παραγόντων που χαρακτηρίζουν το πλαίσιο στις αντιλήψεις τους για την εν λόγω εννοιολογική περιοχή (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2002).

### 3. ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ

Το ξέσπασμα της πανδημίας COVID-19 έχει αλλάξει πολλές πτυχές της καθημερινής ζωής και η εκπαίδευση δεν αποτελεί εξαίρεση. Η ταχεία εξάπλωση του νέου ιού ανάγκασε τις περισσότερες κυβερνήσεις να κλείσουν τα εκπαιδευτικά ιδρύματα σε μια προσπάθεια να ελέγξουν την εξάπλωση και να μεταβούν στην εξ αποστάσεως υλοποίηση όλων των ακαδημαϊκών δραστηριοτήτων (Sangster et al., 2020).

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση έγινε κορυφαία προτεραιότητα για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα με στόχο την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της πανδημίας στην εκπαίδευση. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων μεταπήδησε από τη συμβατική στην εξ αποστάσεως διδασκαλία και μάθηση, πράγμα που σήμαινε ότι οι διδακτικές προσεγγίσεις, τα εργαλεία αξιολόγησης και οι τρόποι επικοινωνίας εκπαιδευτικού-μαθητή έπρεπε να τροποποιηθούν για να ανταποκριθούν στις προκλήσεις του νέου τρόπου διδασκαλίας.

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να λάβει διάφορες μορφές και να υποστηρίζεται από διαφορετικά συστήματα και εφαρμογές (Ajayi et al., 2019). Το επίκεντρο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας είναι η διευκόλυνση της ανταλλαγής πληροφοριών, η οποία επιτρέπει την αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή γνώσεων μεταξύ των μαθητών ανά πάσα στιγμή. Επιπλέον, η εξ αποστάσεως διδασκαλία είναι συμβατή με άλλες μεθόδους διδασκαλίας και τεχνολογίες μάθησης με την έννοια ότι μπορεί να συνεχίσει να υποστηρίζει τα παραδοσιακά εργαλεία μάθησης. Αυτός ο τύπος αλληλεπίδρασης επεκτείνει τη μάθηση πέρα από τα όρια των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και ελαχιστοποιεί ορισμένους από τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη μάθηση, όπως η απόσταση και ο χώρος (Ally & Prieto-Blázquez, 2014).

Μια πρόσφατη έρευνα (Grynyuk et al., 2022) στην οποία συμμετείχαν 65 ουκρανικά ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης έδειξε ότι η μαζική μετάβαση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτέλεσε πρόκληση για τα περισσότερα πανεπιστήμια της χώρας: μόνο το 45,5% των ερωτηθέντων ανέφεραν εμπειρίες σχετικά με τη διδασκαλία/μάθηση στο διαδίκτυο πριν από την πανδημία. Το 4% από αυτούς ανέφερε περιορισμένη (μόνιμη ή περιστασιακή) πρόσβαση σε τεχνολογικούς πόρους. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν ότι τόσο οι καθηγητές όσο και οι φοιτητές ήταν ικανοποιημένοι με την ταχεία μετάβαση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση λόγω της πανδημίας COVID-19.



Μια άλλη έρευνα (Klein et al., 2021) είχε ως στόχο να αναλύσει τις στρατηγικές εξ αποστάσεως μάθησης στη διδασκαλία της Φυσικής κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 στο Πανεπιστήμιο Musamus της Ινδονησίας. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το 34,4% των ερωτηθέντων υποστήριξε ότι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση ήταν αποτελεσματική, ενώ το 62,5% υποστήριξε ότι ήταν λιγότερο αποτελεσματική και το 3,1% ότι ήταν αναποτελεσματική λόγω πολλών εμποδίων στην εφαρμογή της (έλλειψη ικανότητας χρήσης της τεχνολογίας, κακή σύνδεση στο Ίντερνετ κ.α.). Οι μαθητές επίσης δεν κατανοούν καλά τις έννοιες που δίνονται κατά την εξ αποστάσεως εκπαίδευση λόγω της έλλειψης βοήθειας από τους διδάσκοντες. Η εφαρμογή της μάθησης επικεντρώνεται πολύ περισσότερο στην παροχή υλικού και επιστημονικών εργασιών. Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εξ αποστάσεως διδασκαλία της Φυσικής κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 δεν επέφερε τα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα.

## **4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **4.1 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικά ερωτήματα**

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνήσει την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης, που πραγματοποιήθηκε εξ αποστάσεως, στην αυτοαποτελεσματικότητα ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής και τις γνώσεις σχετικά με τις έννοιες θερμοκρασία-θερμοκρασία των προπτυχιακών φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- Ποιο είναι το επίπεδο της αυτοαποτελεσματικότητας των συμμετεχόντων φοιτητών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Ποια είναι τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα από τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση;
- Ποιο είναι το επίπεδο των γνώσεων και οι εναλλακτικές ιδέες των φοιτητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας και πώς αυτές διαμορφώθηκαν μετά τη διδακτική παρέμβαση;

## 4.2 Ερευνητική διαδικασία

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους φοιτητές και στις φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων σε ηλεκτρονική μορφή και όχι δια ζώσης λόγω της πανδημίας Covid-19, η οποία την περίοδο της έρευνας βρισκόταν σε έξαρση. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2020 – 2021 σε τέσσερις φάσεις. Στην πρώτη φάση επιλέχθηκαν τα ερευνητικά εργαλεία (ερωτηματολόγια κλειστού τύπου). Όσον αφορά τη διερεύνηση της αυτοαποτελεσματικότητας των φοιτητών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής επιλέχθηκε μια τροποποιημένη έκδοση του Science Teaching Efficacy Belief Instrument STEBI-B (Bleicher, 2004, Enochs & Riggs, 1990;). Μετά από βιβλιογραφική ανασκόπηση για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας, επιλέχθηκαν ερωτήσεις από το ερευνητικό ερωτηματολόγιο Thermal Concept Evaluation (TCE) των Yeo & Zadnik (2001) το οποίο προσαρμόστηκε στα ελληνικά από τους Stylos et.al (2021). Στη δεύτερη φάση, το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε 46 τριτοετείς φοιτητές που επρόκειτο να παρακολουθήσουν μια διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του μαθήματος «Εργαστηριακή προσέγγιση εννοιών της Φυσικής» η οποία θα πραγματοποιείτο τη συγκεκριμένη περίοδο διαδικτυακά λόγω της πανδημίας Covid-19. Στη συγκεκριμένη παρέμβαση δόθηκε βαρύτητα στην πειραματική προσέγγιση των εννοιών της θερμότητας. Η συνολική διάρκειά της ανήλθε σε 5 τρίωρα και καλύφθηκαν οι ενότητες: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ – ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ακολουθώντας το παρακάτω πρόγραμμα:

1-2: Αλλαγή Φάσης (Τήξη, Πήξη, Εξάτμιση, Βρασμός)

3-5: Διάδοση θερμότητας – Μονωτές

Οι φοιτητές παρακολουθούσαν το μάθημα και την επόμενη εβδομάδα παρέδιδαν μια ομαδική εργασία η οποία περιλάμβανε πειράματα που εκτέλεσαν στο σπίτι τους. Στην τρίτη φάση και μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης, το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε ξανά στους φοιτητές ηλεκτρονικά. Μετά την συμπλήρωσή τους, τα ερωτηματολόγια, συλλέχθηκαν και αξιολογήθηκαν. Στην τελευταία φάση, έγινε ανάλυση των δεδομένων και εξήχθησαν τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα.

### 4.3 Ερευνητικά εργαλεία

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν δύο ερωτηματολόγια:

1) *Physics Teaching Efficacy Belief Instrument (PTEBI-B)*: Το ένα από τα δύο εργαλεία που χρησιμοποιήθηκε για αυτή τη μελέτη είναι μια τροποποιημένη έκδοση του Science Teaching Efficacy Belief Instrument (STEBI-B; L. G. Enochs & Riggs, 1990; R. E. Bleicher, 2004). Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 23 προτάσεις/δηλώσεις σε πεντάβαθμη κλίμακα τύπου Likert, όπου υπάρχουν οι εξής δυνατότητες επιλογής: 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 που αντικατοπτρίζουν τη θεωρία του Bandura: Η υποκλίμακα POTE (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 (Physics 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.

Στο ερωτηματολόγιο έχουμε προσθέσει επίσης και δημογραφικές ερωτήσεις σχετικά με το δείγμα π.χ. φύλο, κατεύθυνση που ακολουθήθηκε στο Λύκειο (Θεωρητική, Θετική και Τεχνολογική). Για την αξιολόγηση των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκαν επίσης και έξι επιπλέον μεμονωμένες ερωτήσεις που αφορούν:

- (1) το προσωπικό ενδιαφέρον για τη Φυσική (Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής;)
- (2) το προσωπικό ενδιαφέρον για τη διδασκαλία της φυσικής (Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για τη διδασκαλία της Φυσικής;)
- (3) την επιλογή περί αποφυγής της διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο (Εάν είχατε την επιλογή, θα αποφεύγατε να διδάξετε το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο;)
- (4) την πεποίθηση περί αποτελεσματικότητας στη μελλοντική διδασκαλία της Φυσικής (Πόσο αποτελεσματικός πιστεύετε πως θα είστε ως μελλοντικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής;)

(5) την εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τις έννοιες της Φυσικής (Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στις έννοιες της Φυσικής;)

(6) την εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής (Πόση εμπιστοσύνη νιώθετε για τις γνώσεις σας στη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής;) (Jarret, 1999; L. G. Enochs et al., 1995; Pell & Jarvis, 2003).

2) *Thermal Concept Evaluation (TCE)*: Το ερωτηματολόγιο Thermal Concept Evaluation (TCE) που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε από τους Yeo & Zadnik (2001) για να αξιολογήσουν το βαθμό στον οποίο οι μαθητές είχαν υιοθετήσει επιστημονικά αποδεκτές αντιλήψεις σχετικά με βασικές θερμικές έννοιες όπως: η θερμότητα, η θερμοκρασία, η θερμική αγωγιμότητα και οι αλλαγές φάσης. Το ερωτηματολόγιο TCE περιλαμβάνει 26 στοιχεία τα οποία βασίστηκαν σε καθημερινά θερμικά φαινόμενα που οι μαθητές έχουν πιθανώς βιώσει στο παρελθόν. Κάθε ερώτηση δημιουργήθηκε γύρω από ένα σενάριο που ακολουθήθηκε από διαθέσιμες επιλογές που περιλαμβάνουν μία ή περισσότερες εναλλακτικές αντιλήψεις. Το τεστ έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές σε διαφορετικά επίπεδα εκπαίδευσης (Luera et al., 2006; Chu et al., 2012; Adadan & Yavuzkaya, 2018). Οι Chu et al. (2012) ανέλυσαν τη δομή του TCE και κατηγοριοποίησαν τις ερωτήσεις του TCE ως εξής:

(I) μεταφορά θερμότητας και αλλαγές θερμοκρασίας (στοιχεία 7, 10, 13, 15, 22, 23 και 25)

(II) βρασμός (στοιχεία 4, 5 και 6)

(III) θερμική αγωγιμότητα και θερμική ισορροπία (στοιχεία 14, 16, 17, 18, 24 και 26)

(IV) πήξη και τήξη (στοιχεία 1, 2 και 11).

#### **4.4 Στατιστική ανάλυση**

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v.25, ενώ αξιοποιήθηκε και το λογισμικό Microsoft Office Excel 2016.

*Περιγραφική ανάλυση:* Αρχικά έγινε περιγραφική ανάλυση των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου για να διαπιστωθεί η συνολική επίδοση των συμμετεχόντων. Υπολογίστηκαν συγκεκριμένοι στατιστικοί δείκτες (μέσος όρος, συχνότητα, τυπική απόκλιση, ποσοστά κλπ.) και δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα διαγράμματα και πίνακες για την οπτική απεικόνιση των μεταβλητών.

*Έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας και σύγκριση αριθμητικών μέσων:* Στη συνέχεια έγινε έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας μεταξύ μέσων όρων έτσι ώστε να ελεγχθεί η διαφορά της βαθμολογίας (σκορ) και των απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση. Συγκεκριμένα, θέλουμε να βρούμε αν υπάρχουν διαφορές στη διάμεσο της εξαρτημένης μεταβλητής (π.χ. σκορ) μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post). Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon Signed-rank test καθώς το δείγμα δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

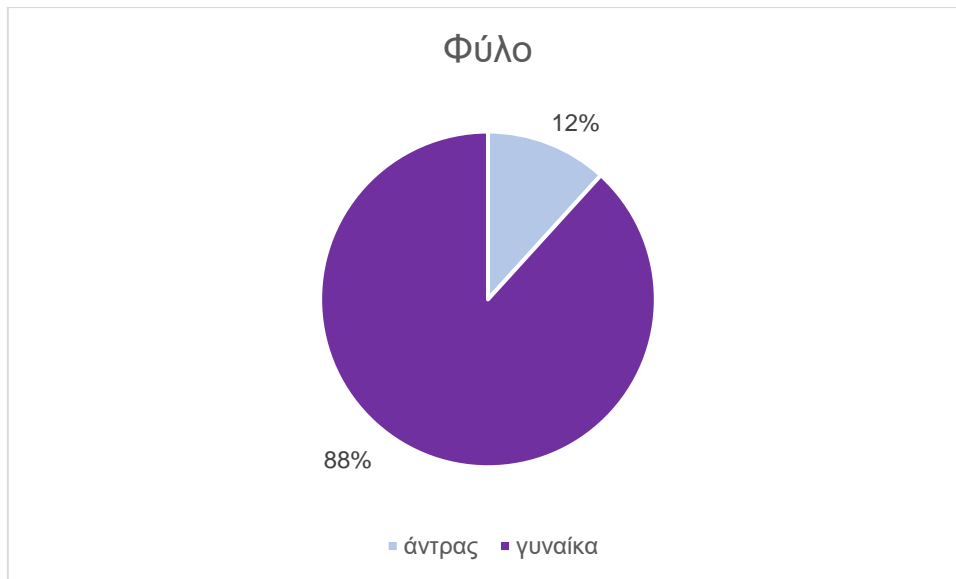
## **5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **5.1 Περιγραφική στατιστική**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων σε σχέση με το φύλο, την κατεύθυνση σπουδών που ακολουθήθηκε στο Λύκειο και τα προπτυχιακά μαθήματα που παρακολούθησαν. Επίσης αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις των ενοτήτων PSTE και PTOE του ερωτηματολογίου PTEBI-B καθώς και οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο TCE πριν και μετά την παρέμβαση.

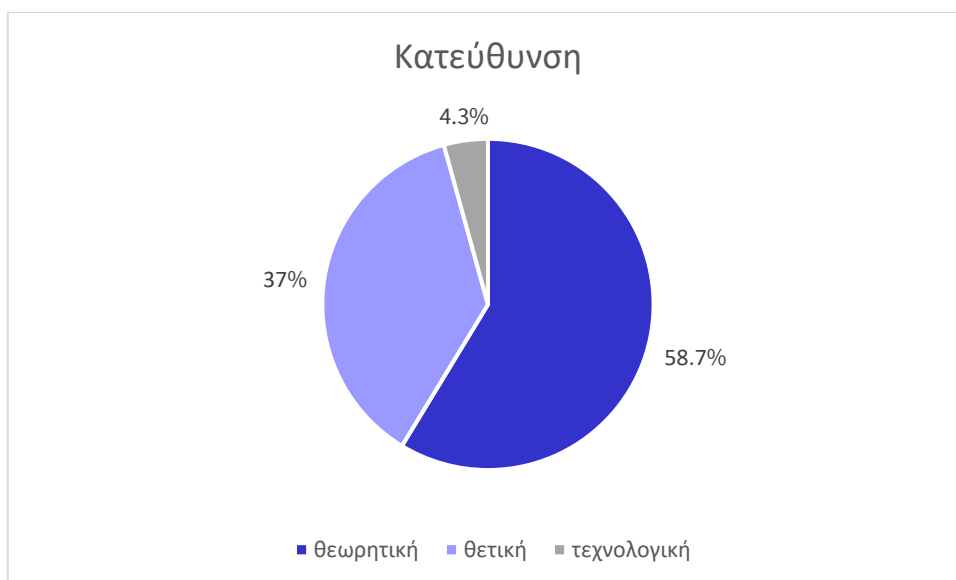
#### **5.1.1 Στατιστική ανάλυση των δημογραφικών χαρακτηριστικών του δείγματος**

Στην έρευνα συμμετείχαν 46 φοιτητές εκ των οποίων το 81,9% (N=41) είναι γυναίκες και το 10,9% (N=5) είναι άντρες. Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα παρουσιάζεται η κατανομή του δείγματος ως προς το φύλο.



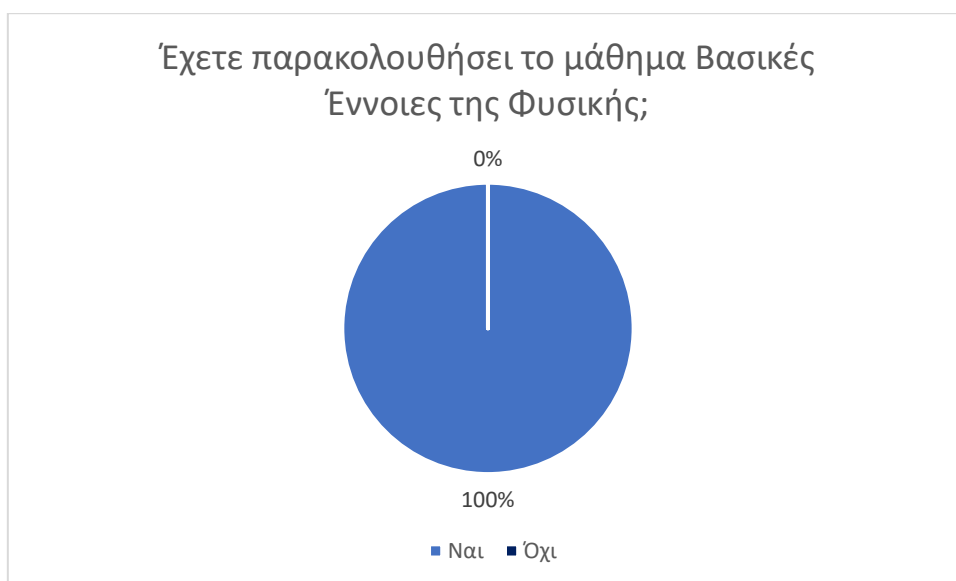
**Σχήμα 1:** Κατανομή των φοιτητών ως προς το φύλο

Η κατεύθυνση που ακολούθησαν οι φοιτητές στο Λύκειο απεικονίζεται στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα συχνοτήτων. Η πλειοψηφία των φοιτητών και πιο συγκεκριμένα ποσοστό 58,7% (N=27) ακολούθησε τη θεωρητική κατεύθυνση. Το 37% (N=17) των συμμετεχόντων ακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση, ενώ το 4,3% (N=2) την τεχνολογική.



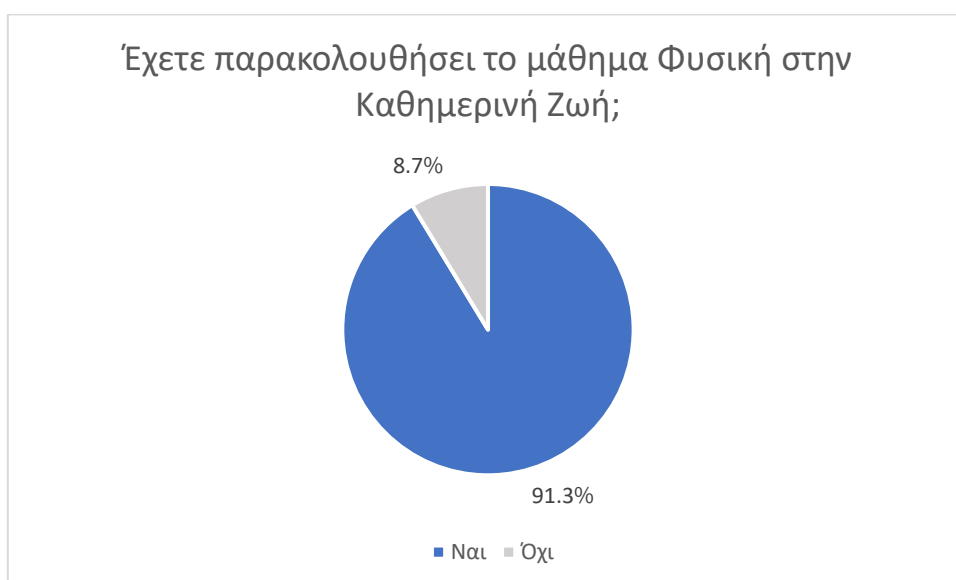
**Σχήμα 2:** Κατανομή των φοιτητών ως προς την κατεύθυνση που ακολούθησαν στο Λύκειο

Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα απεικονίζεται το ποσοστό των φοιτητών που έχουν παρακολουθήσει το μάθημα Βασικές έννοιες της Φυσικής. Το 100% των συμμετεχόντων δήλωσε πως έχει παρακολουθήσει το μάθημα αυτό.



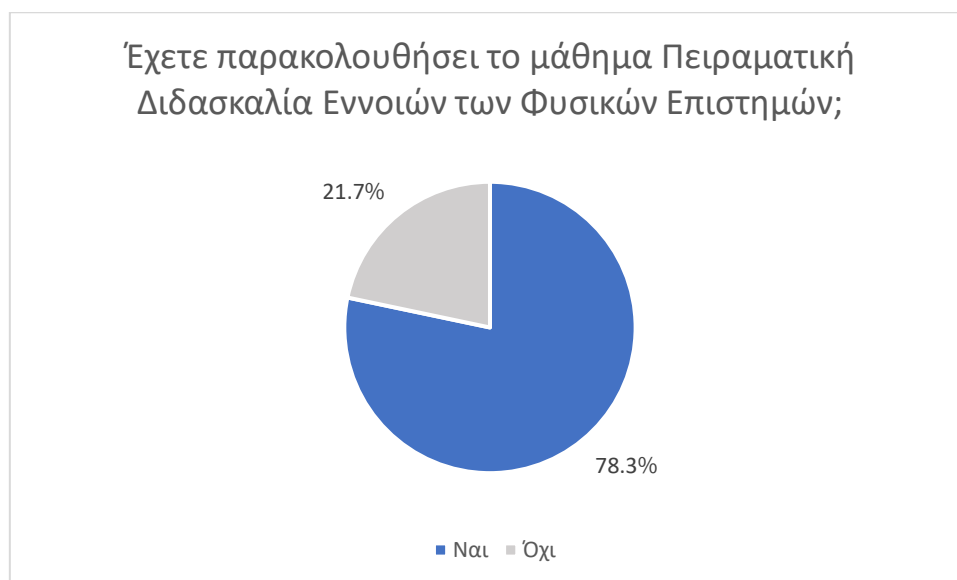
*Σχήμα 3: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Έχετε παρακολουθήσει το μάθημα "Βασικές Έννοιες της Φυσικής";*

Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα απεικονίζεται το ποσοστό των φοιτητών που έχουν παρακολουθήσει το μάθημα Φυσική στην Καθημερινή Ζωή. Το 91,3% των συμμετεχόντων στην έρευνα δηλώνει πως έχει παρακολουθήσει το μάθημα αυτό.



*Σχήμα 4: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Έχετε παρακολουθήσει το μάθημα Φυσική στην Καθημερινή Ζωή;*

Στο παρακάτω κυκλικό διάγραμμα απεικονίζεται το ποσοστό των φοιτητών που έχουν παρακολουθήσει το μάθημα Πειραματική Διδασκαλία Εννοιών των Φυσικών Επιστημών. Το 78,3% των συμμετεχόντων στην έρευνα δηλώνει πως έχει παρακολουθήσει το συγκεκριμένο μάθημα.



*Σχήμα 5: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Έχετε παρακολουθήσει το μάθημα Πειραματική Διδασκαλία Εννοιών των Φυσικών Επιστημών;*

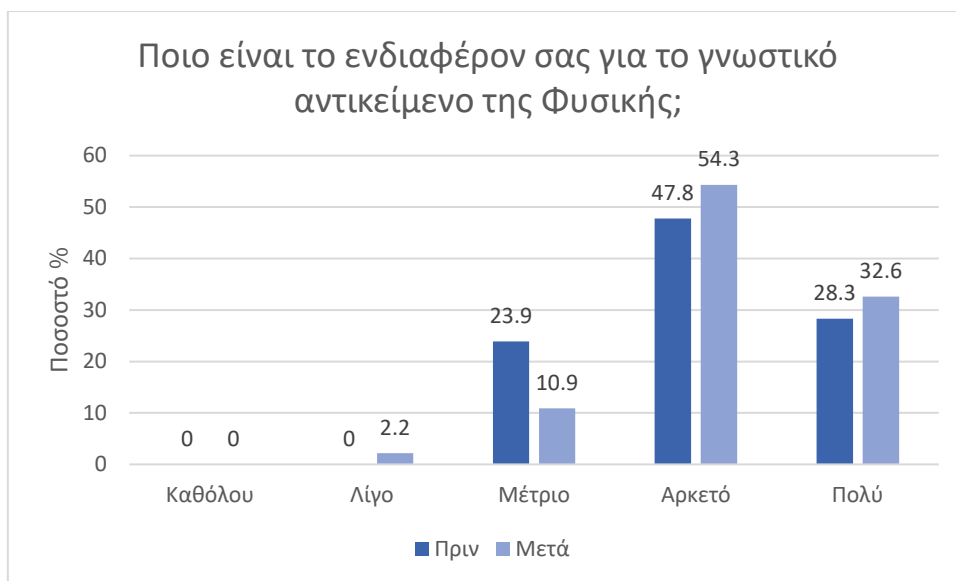
### 5.1.2 Ανάλυση των απαντήσεων σχετικά με την αυτοαποτελεσματικότητα

Στην ενότητα αυτή αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι απαντήσεις των φοιτητών τόσο στις μεμονωμένες ερωτήσεις που συνοδεύουν το ΡΤΕΒΙ-Β όσο και στο ίδιο το ερωτηματολόγιο.

1) Ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής:

Πριν τη διδασκαλία, η πλειοψηφία των φοιτητών και πιο συγκεκριμένα το 47,8% των ερωτηθέντων δήλωσε πως ενδιαφέρεται για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής αρκετά ενώ το 28,3% δήλωσε πως ενδιαφέρεται πολύ. Μετά τη διδασκαλία, τα ποσοστά αυτά διαμορφώθηκαν σε 54,3% και 32,6% αντίστοιχα.

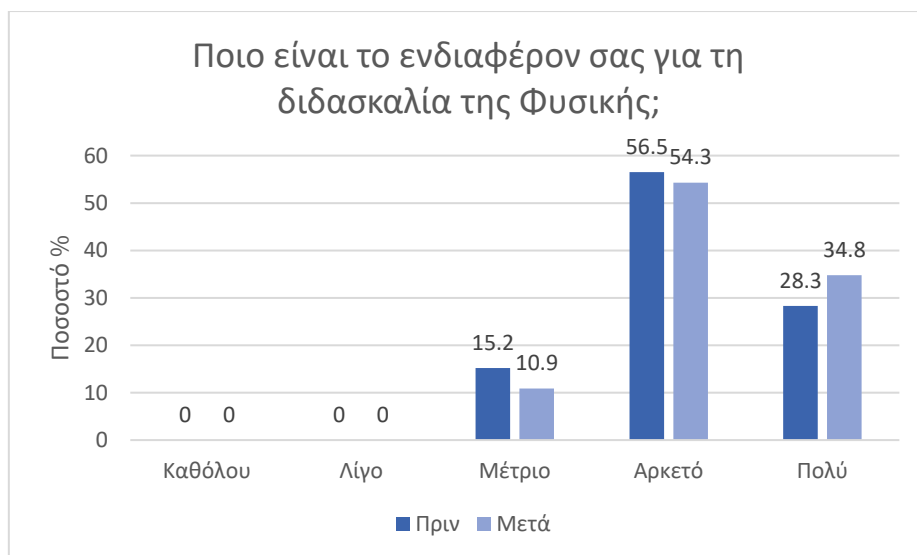




**Σχήμα 6:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής;

## 2) Ενδιαφέρον για τη διδασκαλία της Φυσικής

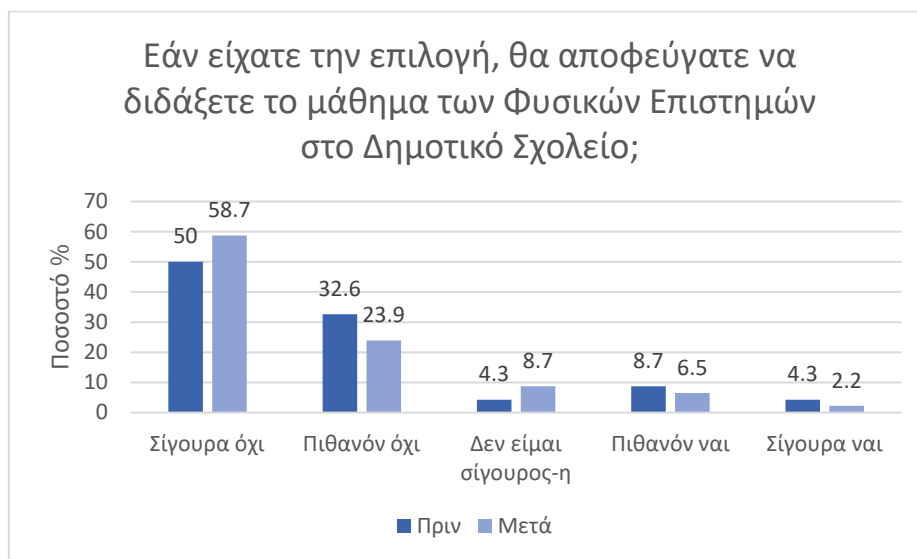
Πάνω από ένας στους δύο φοιτητές δήλωσε ότι ενδιαφέρεται αρκετά για τη διδασκαλία της Φυσικής. Πριν τη διδασκαλία το ποσοστό αυτό διαμορφώθηκε σε 56,5%, ενώ μετά από αυτή δεν υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση και το ποσοστό διαμορφώθηκε στο 54,3%.



**Σχήμα 7:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Ποιο είναι το ενδιαφέρον σας για τη διδασκαλία της Φυσικής;

### 3) Αποφυγή διδασκαλίας των Φυσικώς Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο

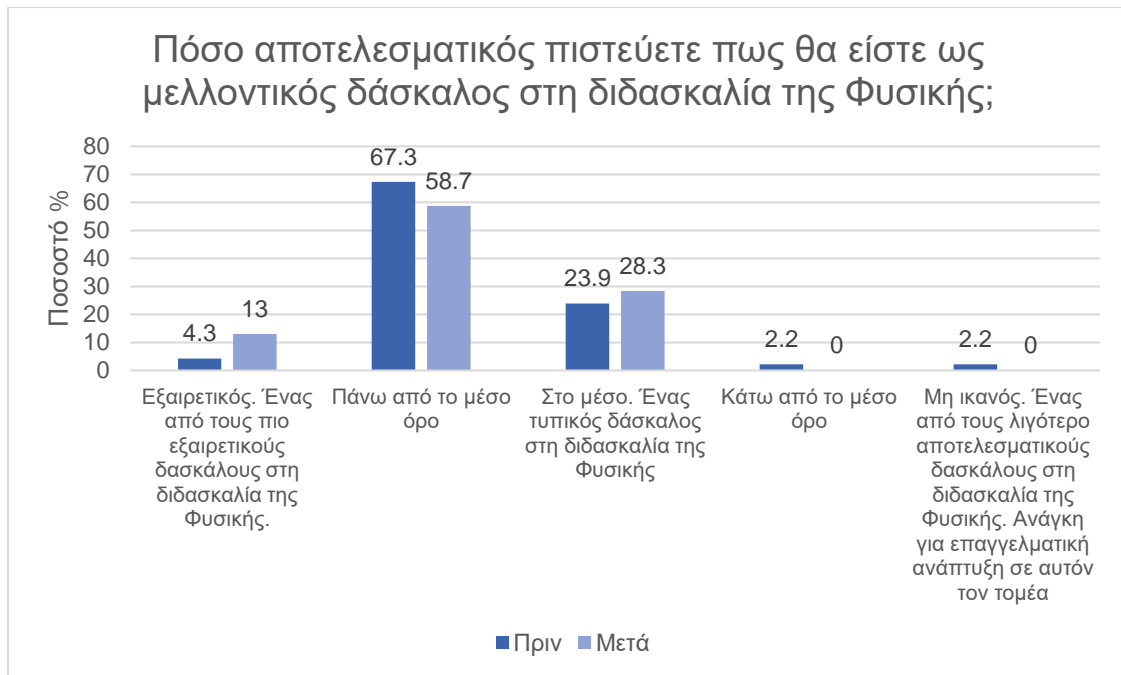
Πριν τη διδασκαλία, ένας στους δύο ερωτηθέντες φοιτητές (ποσοστό 50%) δήλωσε πως σίγουρα δε θα απέφυγε να διδάξει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο, εάν είχε την επιλογή. Το αντίστοιχο ποσοστό μετά τη διδασκαλία αυξήθηκε και έφτασε στο 58,7%.



**Σχήμα 8:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Εάν είχατε την επιλογή, θα αποφεύγατε να διδάξετε το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο;

### 4) Αποτελεσματικότητα ως μελλοντικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής

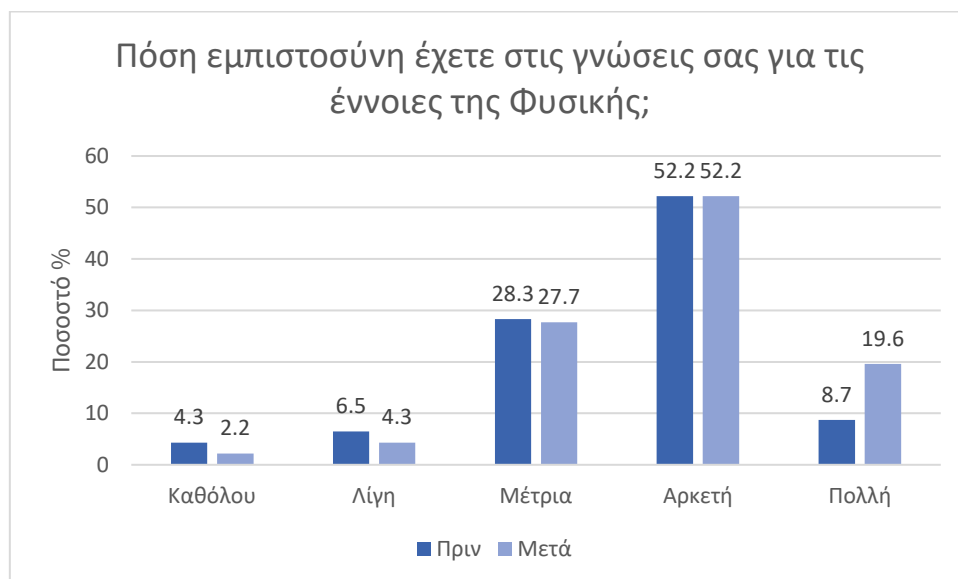
Οι περισσότεροι φοιτητές δήλωσαν πως η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας τους ως μελλοντικοί δάσκαλοι της Φυσικής θα κινείται σε επίπεδα πάνω από το μέσο όρο (ποσοστό 67,3% πριν τη διδασκαλία και 58,7% μετά από αυτή). Χαρακτηριστικό αποτελεί πως μετά τη διδασκαλία το 13% δηλώνει πως θα είναι εξαιρετικά αποτελεσματικό (από 4,3% που ήταν πριν).



**Σχήμα 9:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Πόσο αποτελεσματικός πιστεύετε πως θα είστε ως μελλοντικός δάσκαλος στη διδασκαλία της Φυσικής;

#### 5) Εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τις έννοιες της Φυσικής

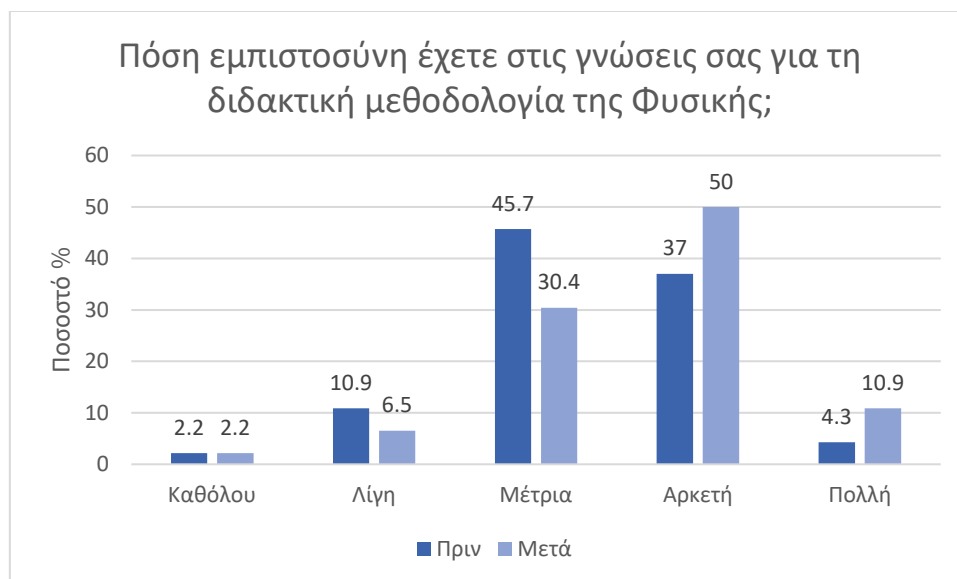
Πριν τη διδασκαλία, περίπου ένας στους δύο συμμετέχοντες στην έρευνα (ποσοστό 52,2%) δήλωσε ότι έχει αρκετή εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τις έννοιες της Φυσικής, το 28,3% δήλωσε πως έχει μέτρια εμπιστοσύνη και το 8,7% πολλή. Τα ποσοστά αυτά μετά τη διδασκαλία διαμορφώθηκαν σε 52,2%, 27,8% και 19,6% αντίστοιχα.



**Σχήμα 10:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Πόση εμπιστοσύνη έχετε στις γνώσεις σας για τις έννοιες της Φυσικής;

## 6) Εμπιστοσύνη στις γνώσεις για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής

Πριν τη διδασκαλία, το 45,7% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι έχει μέτρια εμπιστοσύνη στις γνώσεις του για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής, ενώ το 37% δήλωσε πως έχει αρκετή. Τα ποσοστά αυτά, μετά τη διδασκαλία διαμορφώθηκαν σε 30,4%, και 50% αντίστοιχα.

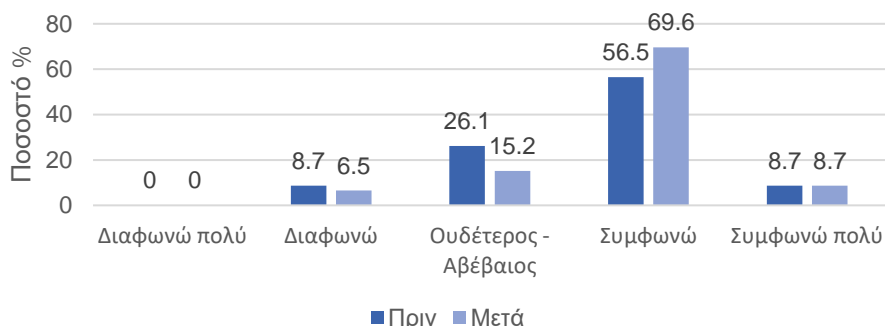


*Σχήμα 11: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση: Πόση εμπιστοσύνη έχετε στις γνώσεις σας για τη διδακτική μεθοδολογία της Φυσικής;*

### Ανάλυση των απαντήσεων του ΡΤΕΒΙ-Β

Ερώτηση 1: Πάω από τους μισούς φοιτητές (56,5%) πριν το μάθημα συμφωνούσαν με το ότι αν ο δάσκαλος καταβάλει λίγη περισσότερη προσπάθεια, τότε ο μαθητής θα τα πάει καλύτερα από ότι συνήθως. Μετά το μάθημα το ποσοστό αυτό αυξάνεται και φτάνει στο 69,6%.

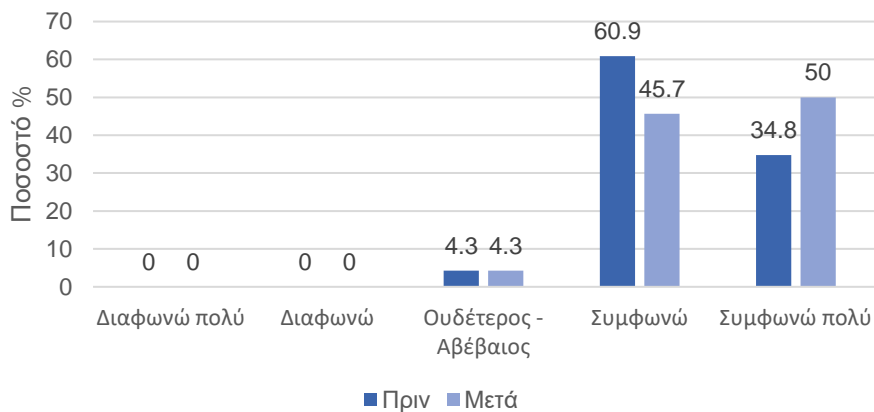
**Όταν ένας μαθητής τα πάει καλύτερα από ότι συνήθως στη Φυσική, οφείλεται συχνά, στο γεγονός ότι ο δάσκαλος κατέβαλε λίγη παραπάνω προσπάθεια.**



*Σχήμα 12: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 1*

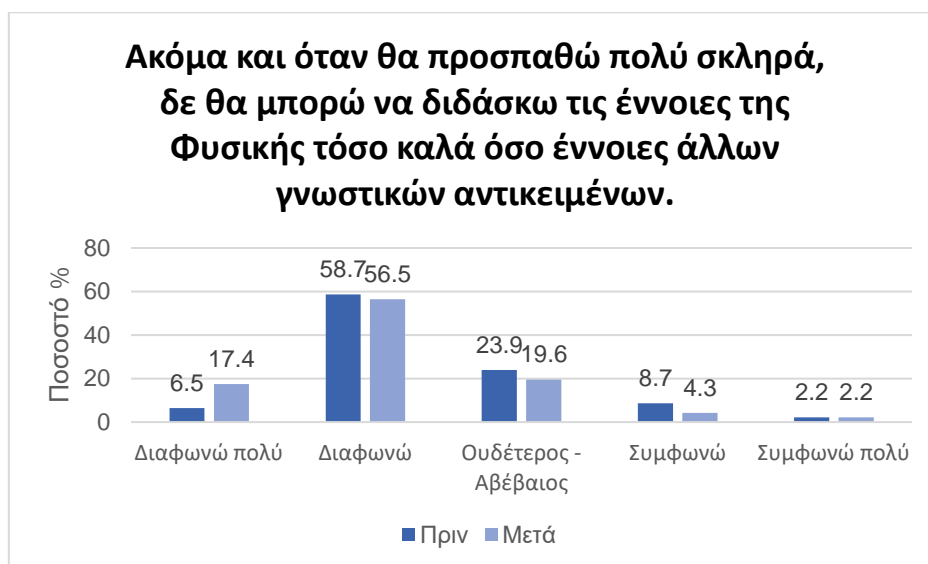
Ερώτηση 2: Στην πλειοψηφία τους οι φοιτητές (ποσοστό 60,9%) συμφωνούν με το ότι θα αναζητούν συνεχώς αποτελεσματικότερους τρόπος για να διδάξουν τις έννοιες της Φυσικής, ενώ μετά το μάθημα το αντίστοιχο ποσοστό μειώνεται σε 45,7% και αυξάνεται το ποσοστό αυτών που συμφωνούν απόλυτα (ποσοστό 50%).

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



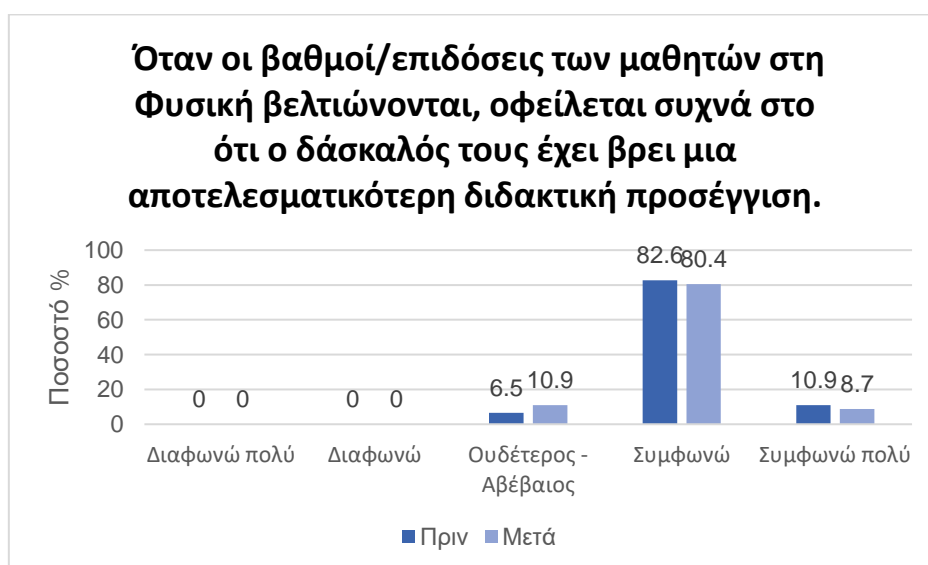
*Σχήμα 13: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 2*

Ερώτηση 3: Το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων και συγκεκριμένα ποσοστό που ανέρχεται σε 58,7% διαφωνούν με τη θέση πως όσο σκληρά και να προσπαθούν δε θα διδάσκουν τις έννοιες της Φυσικής, όπως θα έκαναν και τα υπόλοιπα τα μαθήματα, ενώ μετά το μάθημα το ποσοστό μειώνεται σε 56,3%.



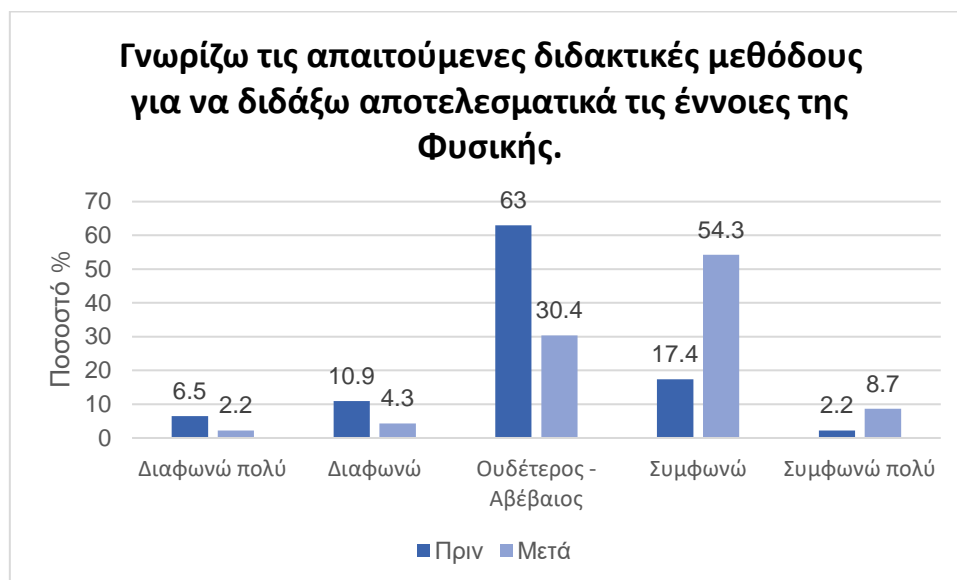
*Σχήμα 14: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 3*

Ερώτηση 4: Οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα πριν την παρακολούθηση συμφωνούν κατά πλειοψηφία και συγκεκριμένα σε ποσοστό 82,6% στο 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 80,4%.



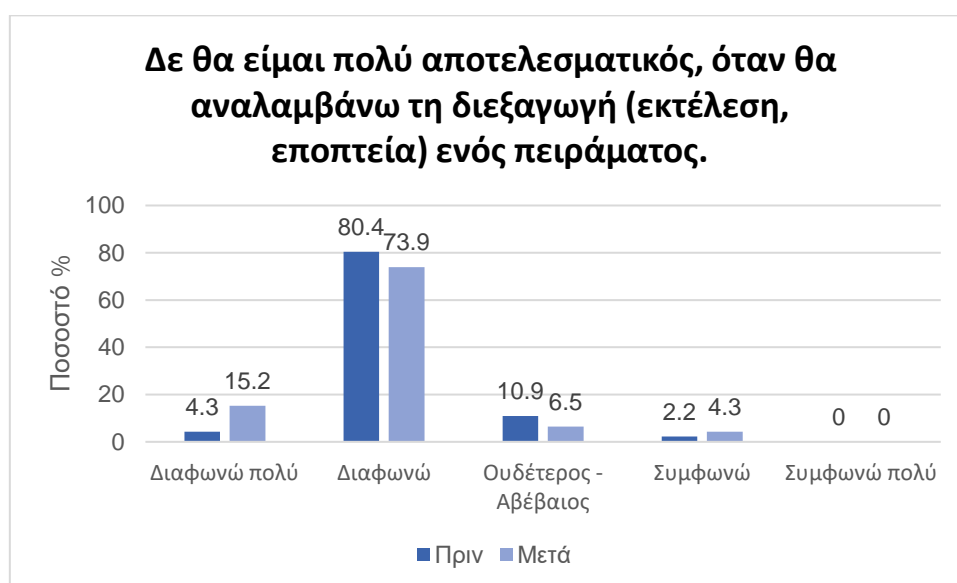
*Σχήμα 15: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 4*

Ερώτηση 5: Οι φοιτητές πριν την παρακολούθηση δηλώνουν αβέβαιοι/ουδέτεροι σε ποσοστό 63% για το αν γνωρίζουν τις κατάλληλες διδακτικές μεθόδους για την αποτελεσματική διδασκαλία της Φυσικής, ενώ μετά την παρακολούθηση το ποσοστό αυτό μειώνεται σημαντικά (30,4%) και πλέον η πλειοψηφία δηλώνει σε ποσοστό 54,3% ότι συμφωνεί με την άποψη αυτή.



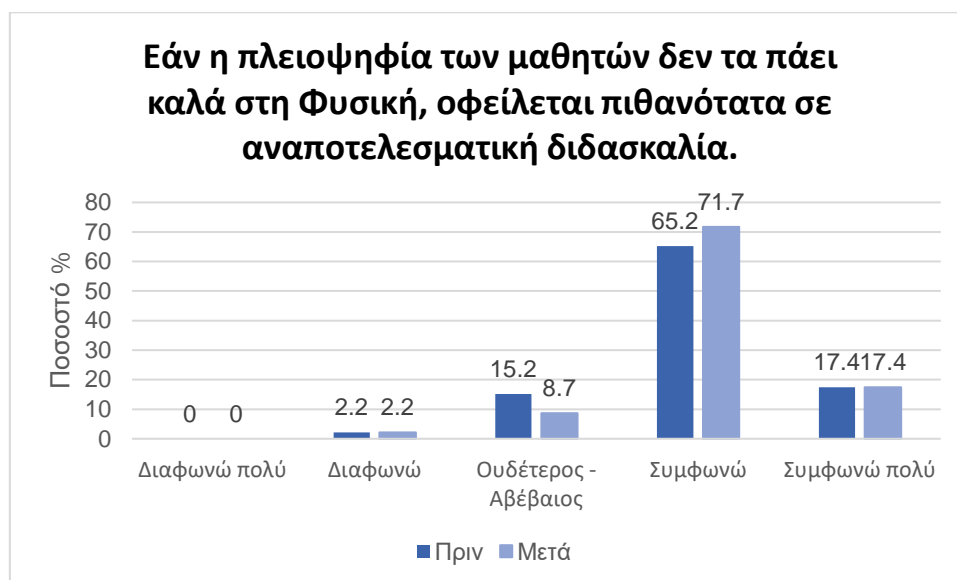
*Σχήμα 16: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 5*

Ερώτηση 6: Πριν την παρακολούθηση του μαθήματος οι συμμετέχοντες στην έρευνα διαφωνούν κατά πλειοψηφία και πιο συγκεκριμένα σε ποσοστό 80,4% με το ότι δεν είναι τόσο αποτελεσματικοί στη διεξαγωγή των πειραμάτων, ενώ μετά την παρακολούθηση το ποσοστό αυτό μειώνεται και διαμορφώνεται σε 73,9% .



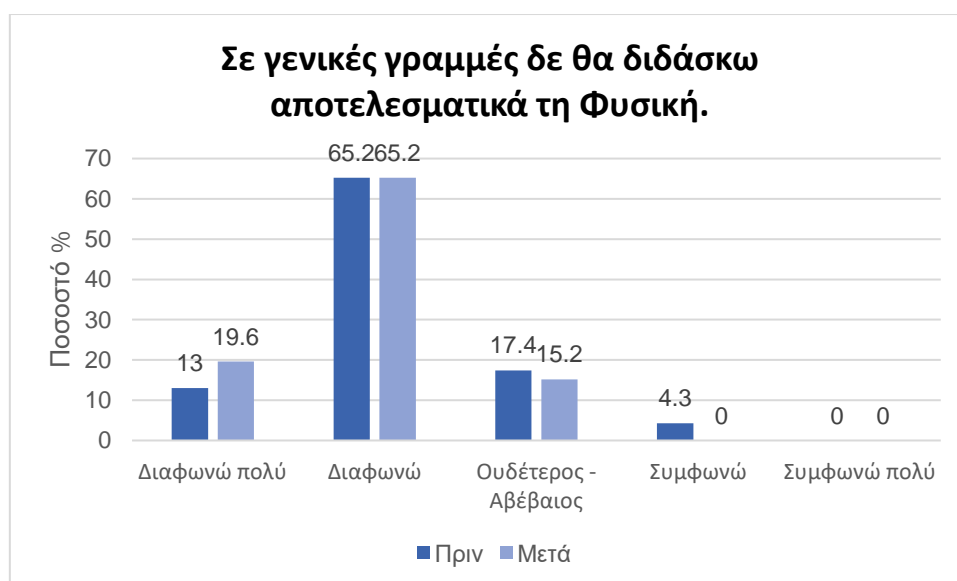
*Σχήμα 17: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 6*

Ερώτηση 7: Πριν την παρακολούθηση πάνω από ένας στους δύο φοιτητές (65,2%) 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 αύξηση και αγγίζει το 71,7%.



*Σχήμα 18: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 7*

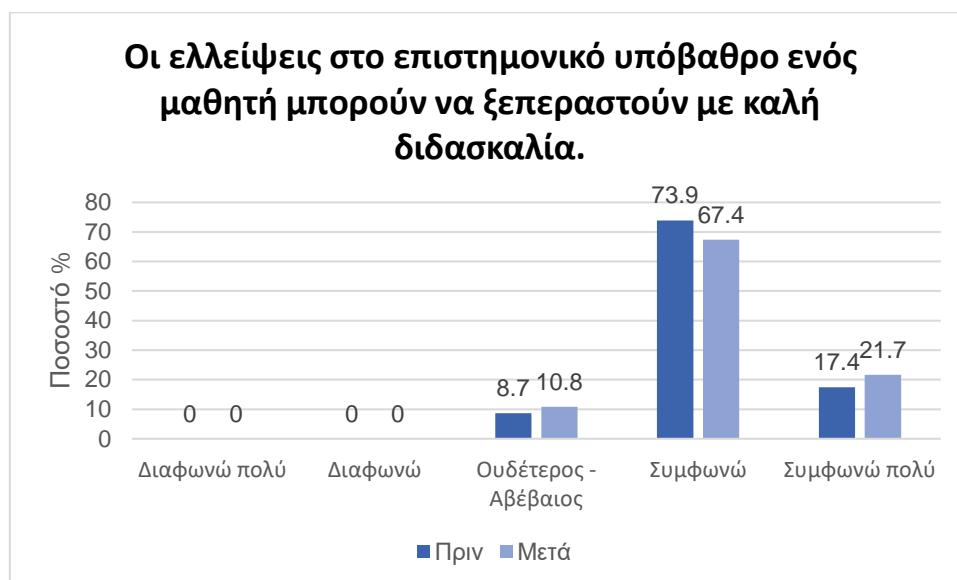
Ερώτηση 8: Τόσο πριν όσο και μετά την παρακολούθηση του μαθήματος, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα διαφωνούν σε ποσοστό 65,2% με το ότι δε θα διδάξουν τη Φυσική αποτελεσματικά.



*Σχήμα 19: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 8*

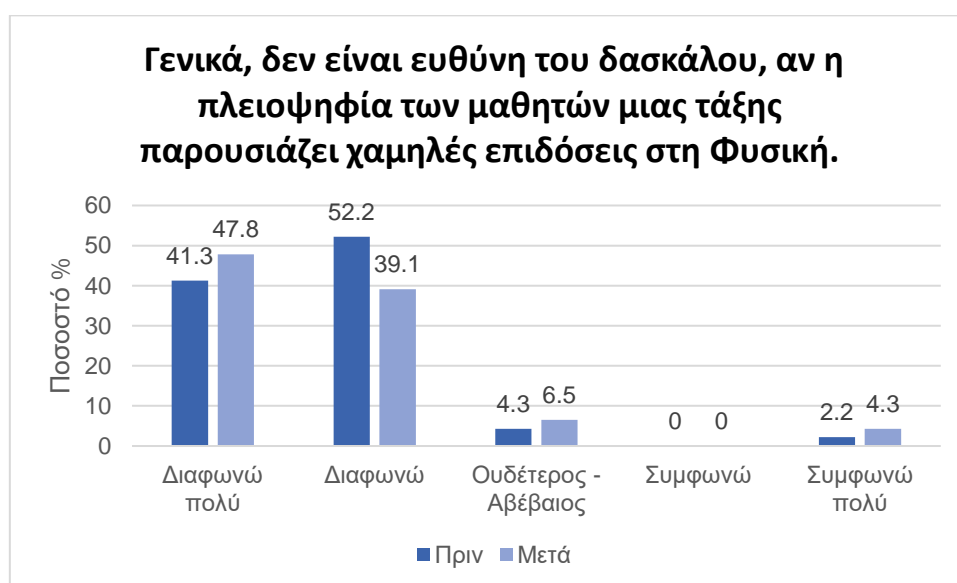


Ερώτηση 9: Η πλειοψηφία των φοιτητών πριν τη διδασκαλία συμφωνεί με τη θέση πως οι ελλείψεις στο επιστημονικό υπόβαθρό ενός μαθητή μπορούν να ξεπεραστούν με μια καλή διδασκαλία, ενώ μετά τη διδασκαλία το αντίστοιχο ποσοστό διαμορφώνεται σε 67,4%.



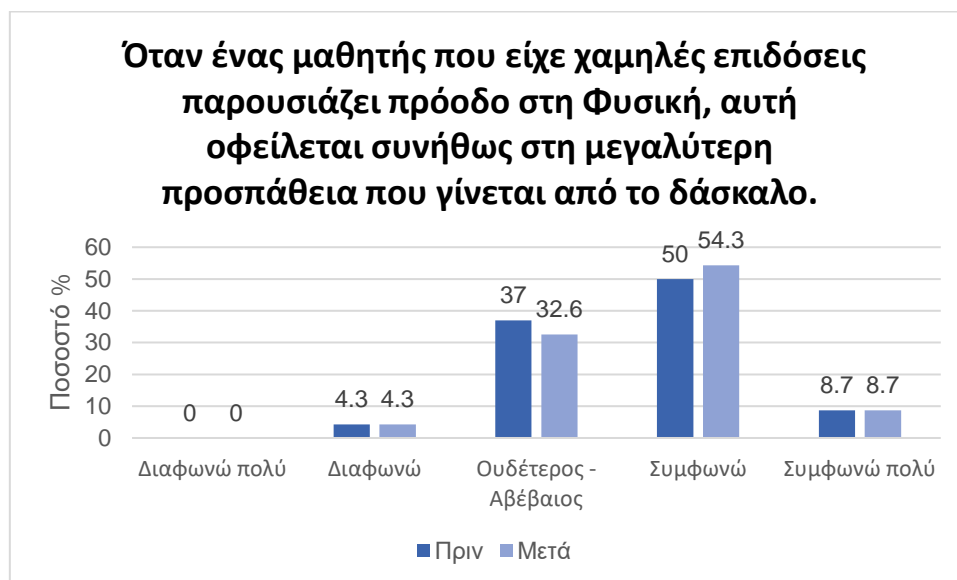
*Σχήμα 20: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 9*

Ερώτηση 10: Οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα κυρίως διαφωνούν ή διαφωνούν πολύ σε ποσοστό 52,2% και 41,3% αντίστοιχα με το ότι οι χαμηλές επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική δεν αποτελούν ευθύνη του δασκάλου. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος τα ποσοστά αυτά διαμορφώνονται σε 39,1% και 47,8% αντίστοιχα.



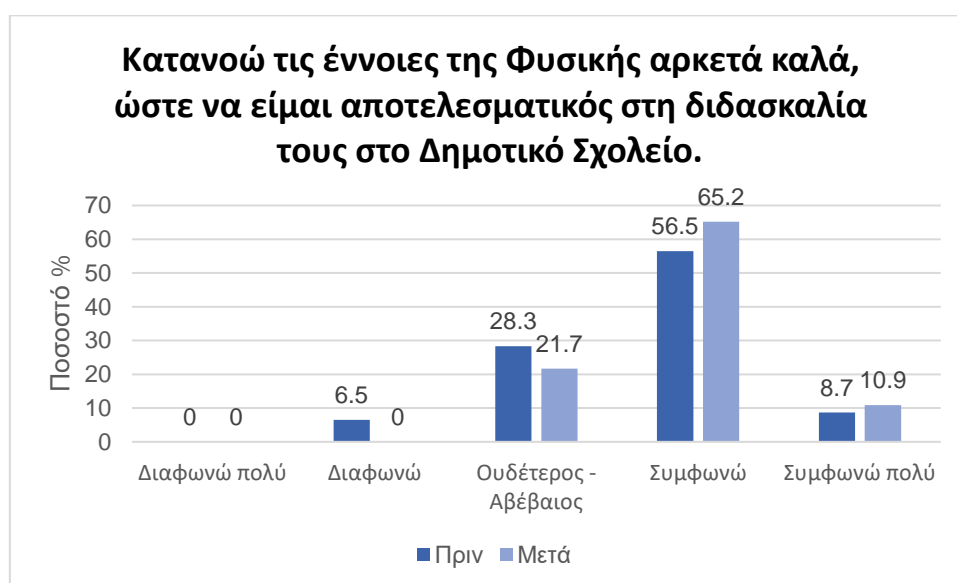
*Σχήμα 21: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 10*

Ερώτηση 10: Οι μισοί φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα (50%), 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 το αντίστοιχο ποσοστό αυξάνεται και φτάνει στο 54,3%.



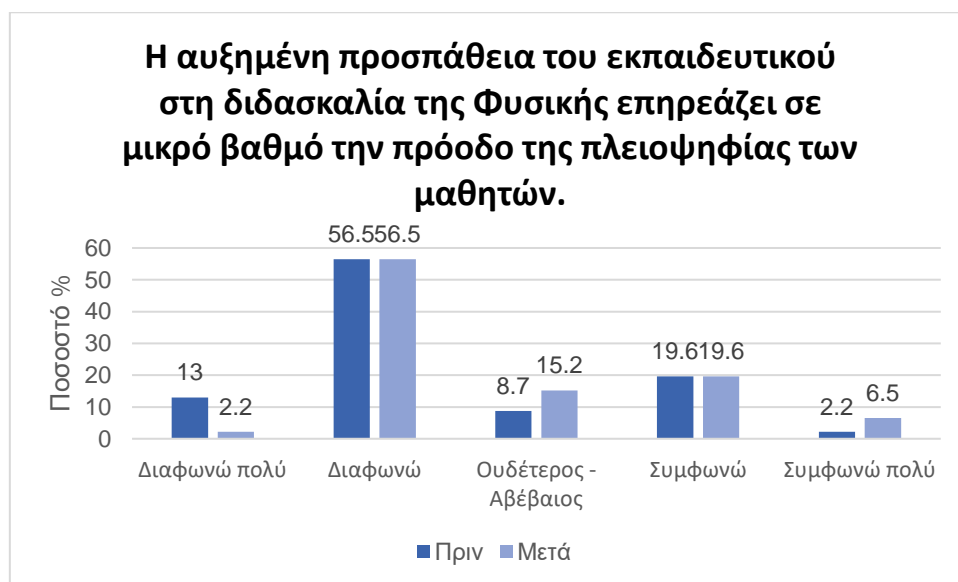
*Σχήμα 22: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 11*

Ερώτηση 12: Οι συμμετέχοντες στην έρευνα φοιτητές δηλώνουν σε ποσοστό 56,5% πως συμφωνούν με τη δήλωση ότι κατανοούν σε μεγάλο βαθμό της έννοιες της Φυσικής, ώστε να είναι αποτελεσματικοί στη διδασκαλία του μαθήματος. Το αντίστοιχο ποσοστό αυξάνεται σε 57,5% μετά τη διδασκαλία.



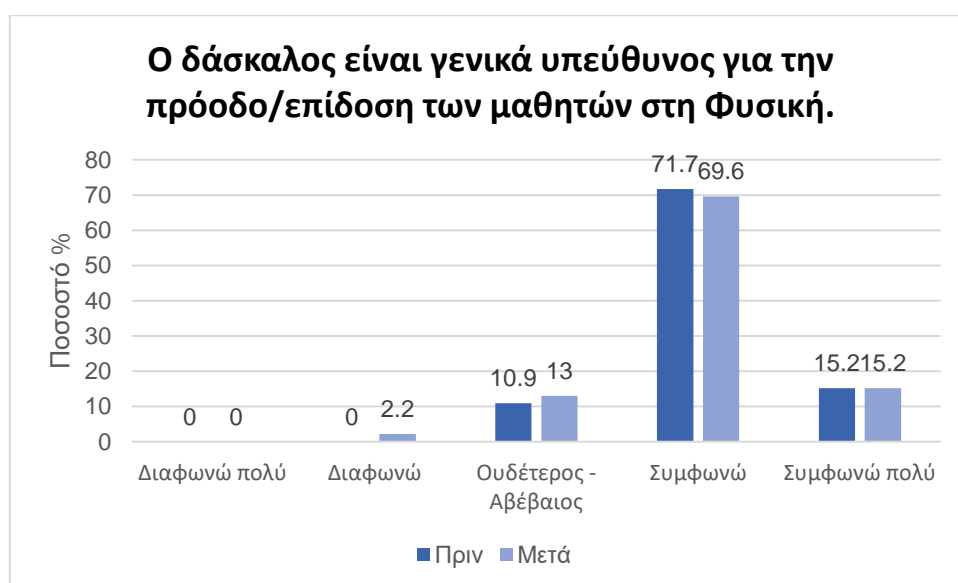
*Σχήμα 23: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 12*

Ερώτηση 13: Πάνω από ένας στους δύο φοιτητές (ποσοστό 56,5%) διαφωνεί 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 παραμένει ίδιο.



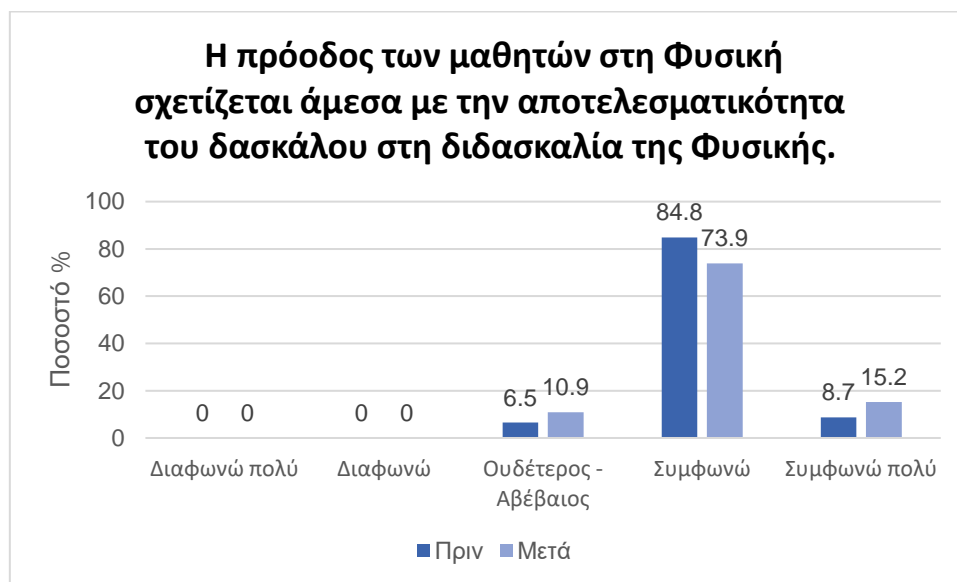
*Σχήμα 24: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 13*

Ερώτηση 14: Πριν τη διδασκαλία, η πλειοψηφία των φοιτητών συμφωνεί σε ποσοστό 71,7% με το ότι ο δάσκαλος είναι γενικά υπεύθυνος για τις επιδόσεις των μαθητών στη Φυσική. Μετά τη διδασκαλία το αντίστοιχο ποσοστό μειώνεται ελάχιστα και διαμορφώνεται σε 69,6% .



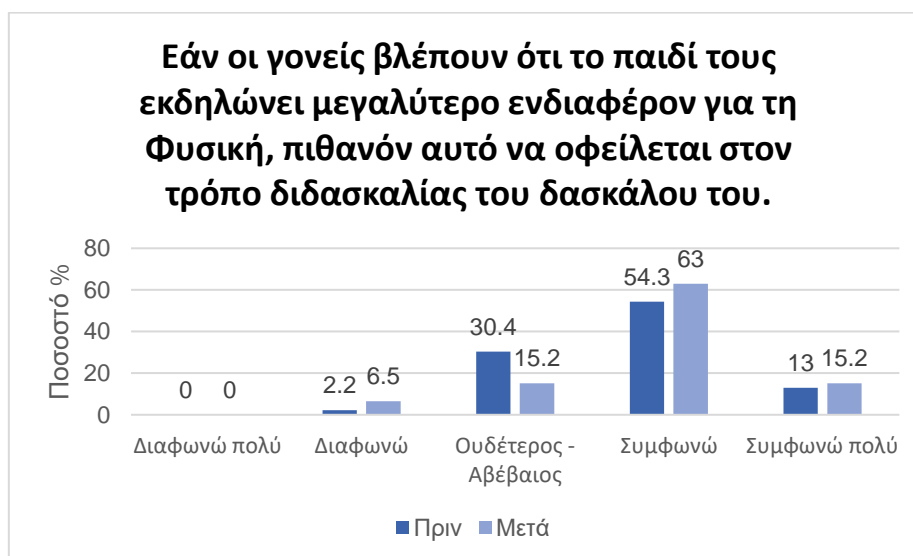
*Σχήμα 25: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 14*

Ερώτηση 15: Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές σε ποσοστό 84,8% 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 73,6%, ωστόσο παρουσιάζει αύξηση το ποσοστό αυτών που συμφωνούν πολύ μετά τη διδασκαλία (γίνεται 15,2%).



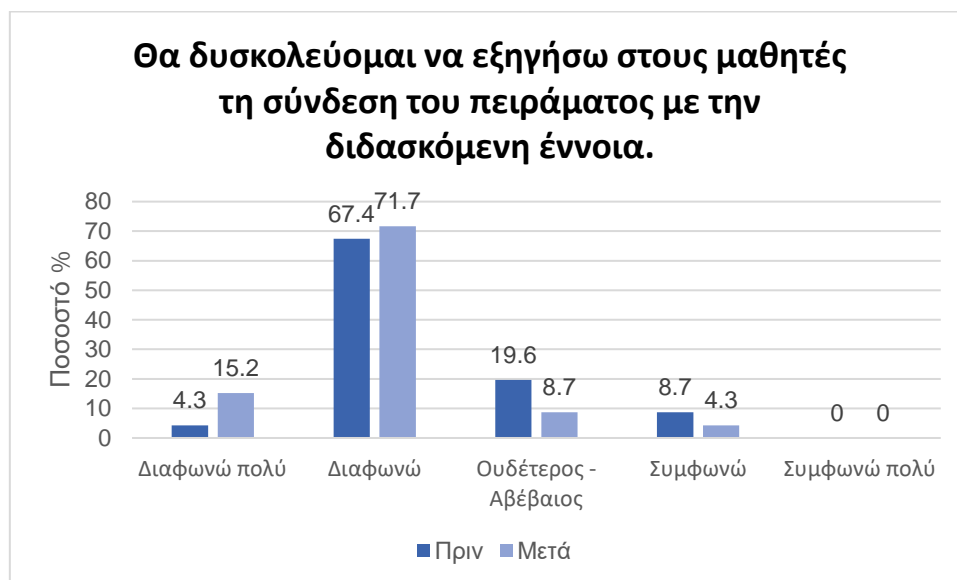
*Σχήμα 26: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 15*

Ερώτηση 16: Περίπου ένας στους δύο φοιτητές (ποσοστό 54,3%) πριν τη διδασκαλία δηλώνει ότι συμφωνεί 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 διδασκαλίας. Το αντίστοιχο ποσοστό μετά τη διδασκαλία διαμορφώνεται σε 63%.



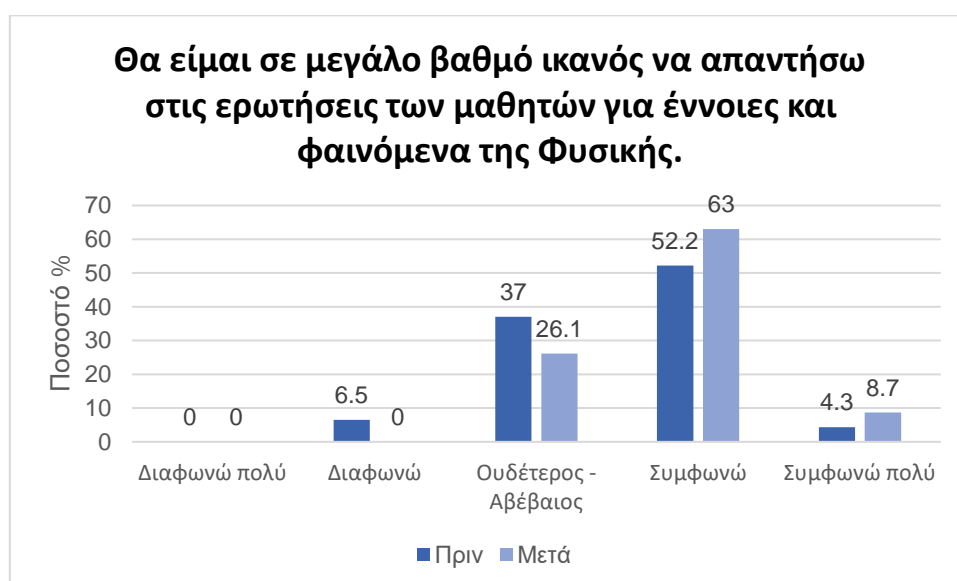
*Σχήμα 27: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 16*

Ερώτηση 17: 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 67,4%. Το ποσοστό αυτό μετά τη διδασκαλία αυξάνεται και αγγίζει το 71,7%. Επίσης αυξάνεται και το ποσοστό εκείνων που διαφωνούν πολύ και γίνεται 15,2% (από 4,3%).



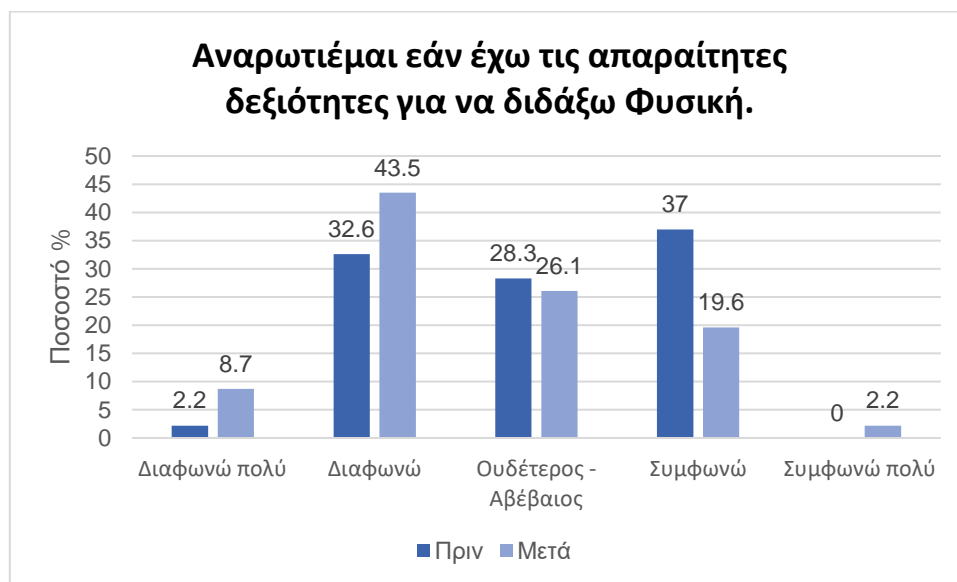
*Σχήμα 28: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 17*

Ερώτηση 18: Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές συμφωνούν σε ποσοστό 52,2% με το ότι θα είναι ικανοί να απαντήσουν στις ερωτήσεις των μαθητών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα τη Φυσικής. Το ποσοστό αυτό αυξάνεται και φτάνει στο 63% μετά τη διδασκαλία.



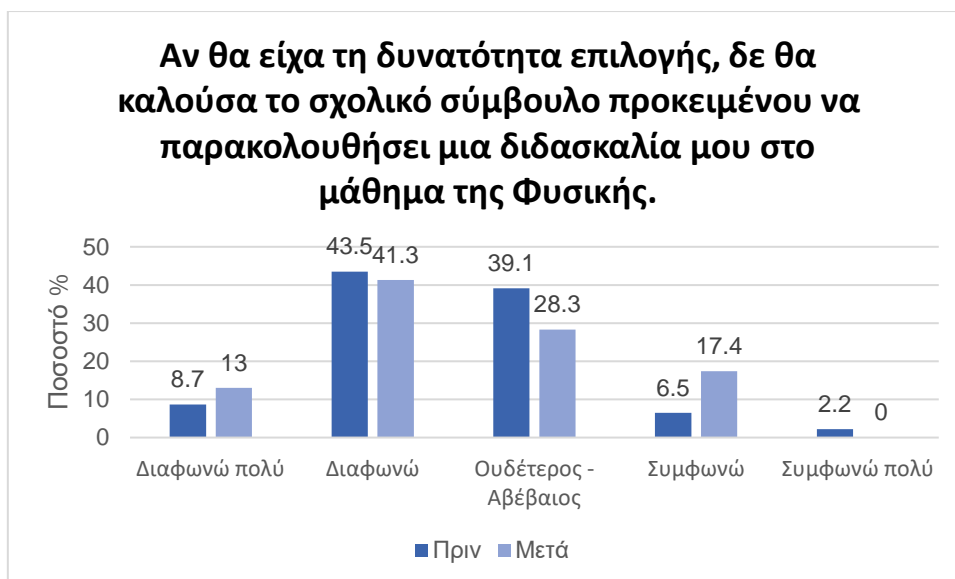
*Σχήμα 29: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 18*

Ερώτηση 19: Πριν τη διδασκαλία, τα ποσοστά των φοιτητών σχετικά με τη δήλωση ότι αναρωτιούνται αν θα έχουν τις απαραίτητες δεξιότητες ώστε να διδάξουν Φυσική διαμορφώνονται ως εξής: το 32,6% διαφωνεί, το 28,3% δηλώνει ουδέτερο/αβέβαιο, ενώ το 37% συμφωνεί. Μετά τη διδασκαλία τα ποσοστά αυτά έχουν ως εξής: το 43,5% διαφωνεί, το 26,1% δηλώνει ουδέτερο/αβέβαιο, ενώ το 19,6% συμφωνεί.



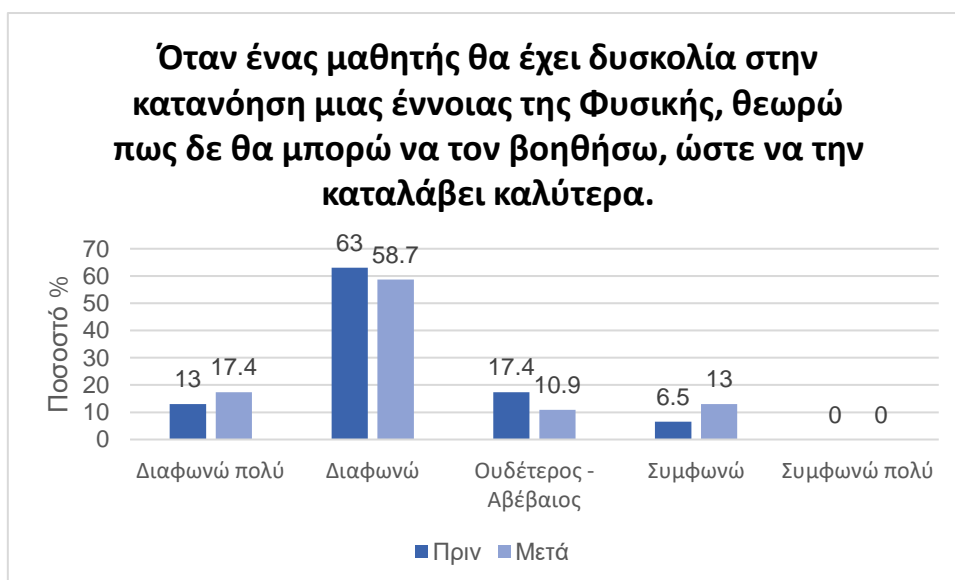
*Σχήμα 30: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 19*

Ερώτηση 20: Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές δηλώνουν σε ποσοστό 43,5% πως διαφωνούν και σε ποσοστό 39,1% 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. Τα ποσοστά αυτά μετά τη διδασκαλία μειώνονται και διαμορφώνονται αντίστοιχα σε 41,3% και 28,3%, ενώ αύξηση παρουσιάζει το ποσοστό που πλέον συμφωνεί (17,4% από 6,5%).



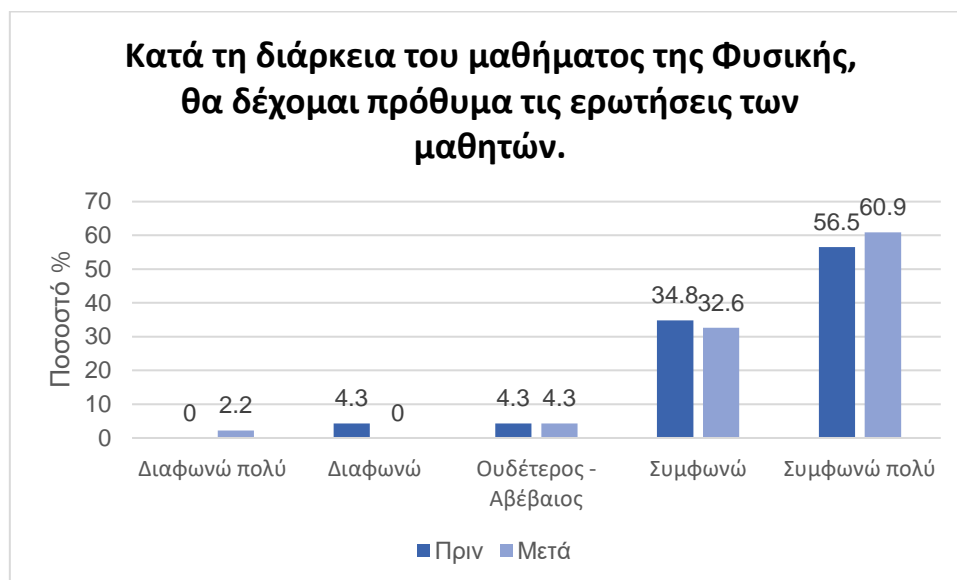
*Σχήμα 31: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 20*

Ερώτηση 21: Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές διαφωνούν σε ποσοστό 63% με το ότι όταν ένας μαθητής θα δυσκολεύεται να κατανοήσει μια έννοια της Φυσικής, δε θα είναι σε θέση να τον βοηθήσουν έτσι ώστε να την κατανοήσει καλύτερα. Μετά τη διδασκαλία του μαθήματος το ποσοστό αυτό μειώνεται στο 58,7%.



*Σχήμα 32: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 21*

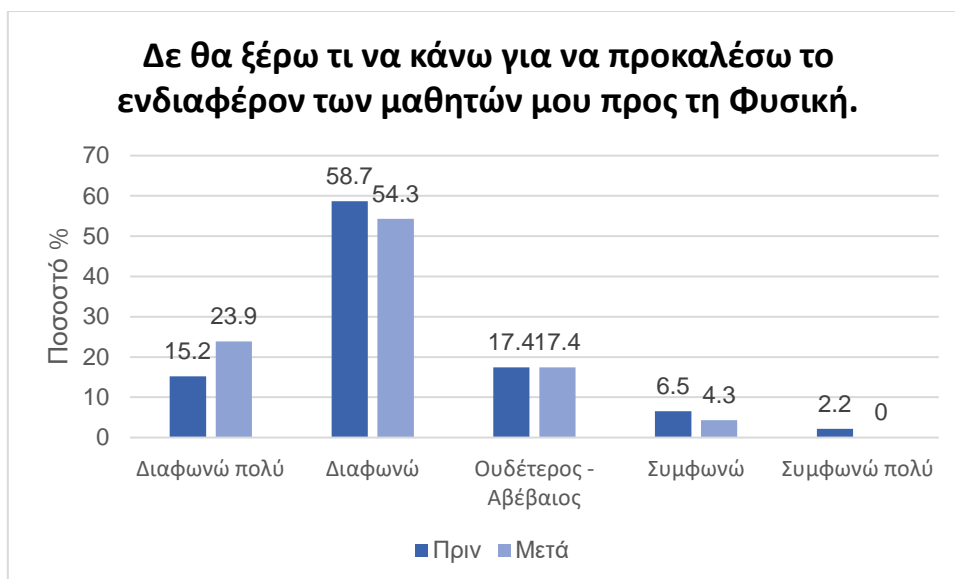
Ερώτηση 22: Πριν τη διδασκαλία, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα δηλώνουν κατά συντριπτική πλειοψηφία πως είτε απλώς συμφωνούν (σε ποσοστό 34,8%) είτε συμφωνούν απόλυτα (σε ποσοστό 56,5%) με τη θέση ότι θα δέχονται πρόθυμα τις ερωτήσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Μετά το μάθημα, τα ποσοστά αυτά διαμορφώνονται σε 32,6% και 60,9% αντίστοιχα.



*Σχήμα 33: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 22*

Ερώτηση 23: Πριν το μάθημα, οι φοιτητές που συμμετέχουν στην έρευνα δηλώνουν κατά κύριο λόγο πως είτε απλώς διαφωνούν (σε ποσοστό 58,7%) είτε πως διαφωνούν πολύ (σε 15,2%) με το ότι δεν ξέρουν με ποιο τρόπο να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για τη Φυσική, ενώ μετά τη διδασκαλία του μαθήματος τα ποσοστά αυτά ανέρχονται σε 54,3% και 23,9% αντίστοιχα. Το ποσοστό των φοιτητών που δηλώνει αβέβαιο/ουδέτερο τόσο πριν το μάθημα όσο και μετά από αυτό παραμένει αμετάβλητο στο 17,4%.





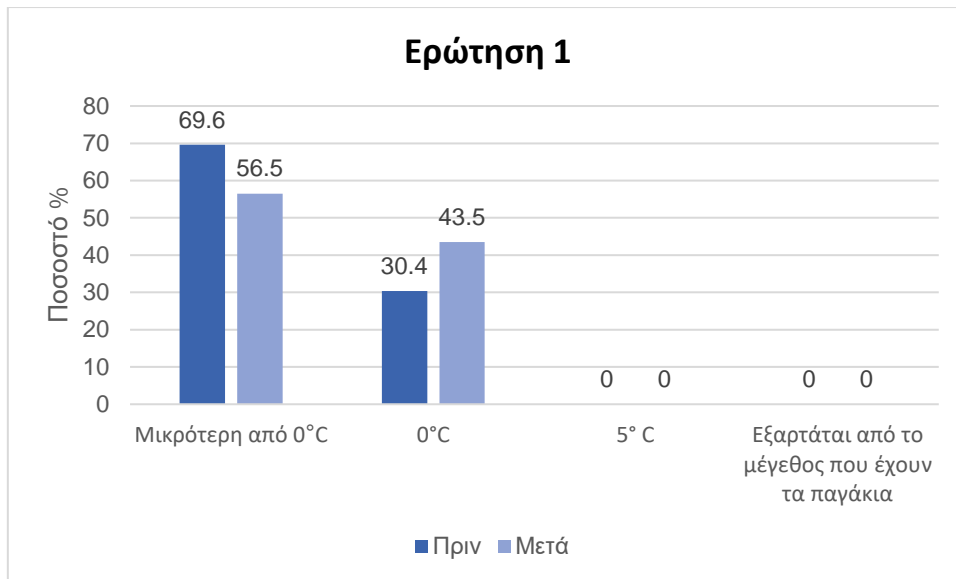
*Σχήμα 34: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 23*

### 5.1.3 Ανάλυση των απαντήσεων του ερωτηματολογίου γνώσεων TCE

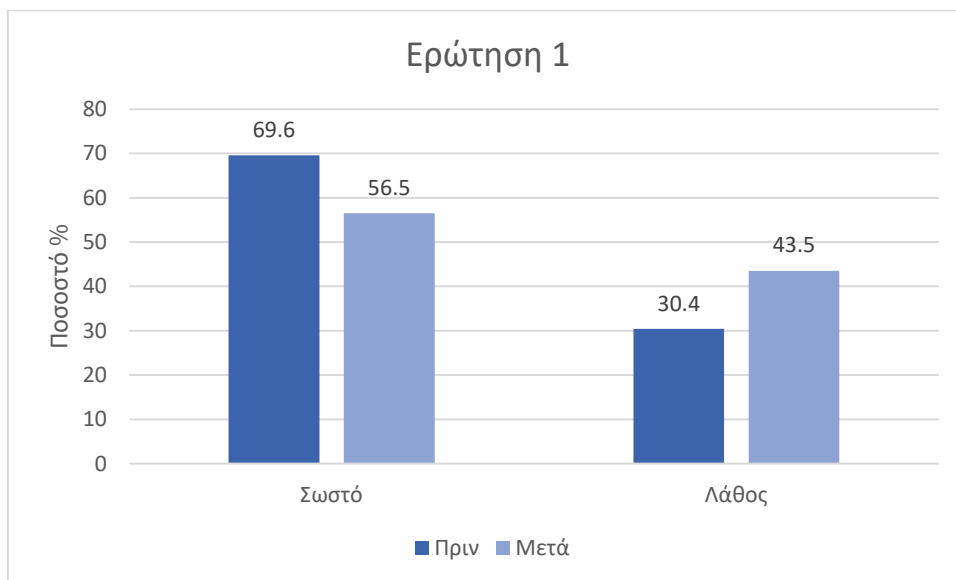
Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των απαντήσεων που δόθηκαν σε κάθε ερώτηση της ενότητας PTEBI-B. Υπολογίστηκαν τα ποσοστά σωστών και λάθος απαντήσεων καθώς και τα ποσοστά των μη απαντημένων και μη έγκυρων απαντήσεων.

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

Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως υπάρχει μείωση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων μετά τη διδασκαλία (από 69,6%, σε 56,5%). Η εναλλακτική ιδέα που παρουσιάζεται εδώ είναι πως ο πάγος βρίσκεται πάντα σε θερμοκρασία 0°C.



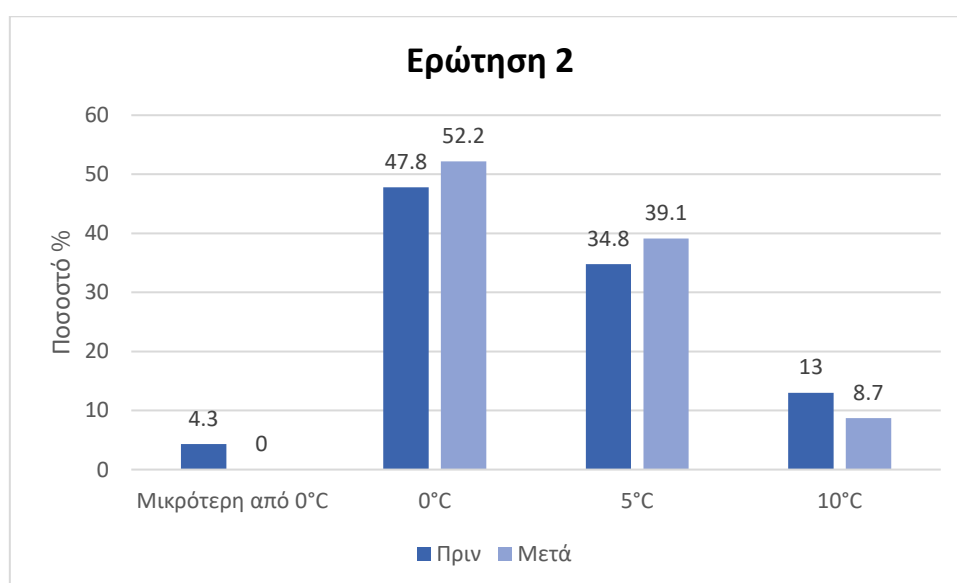
**Σχήμα 35:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 1



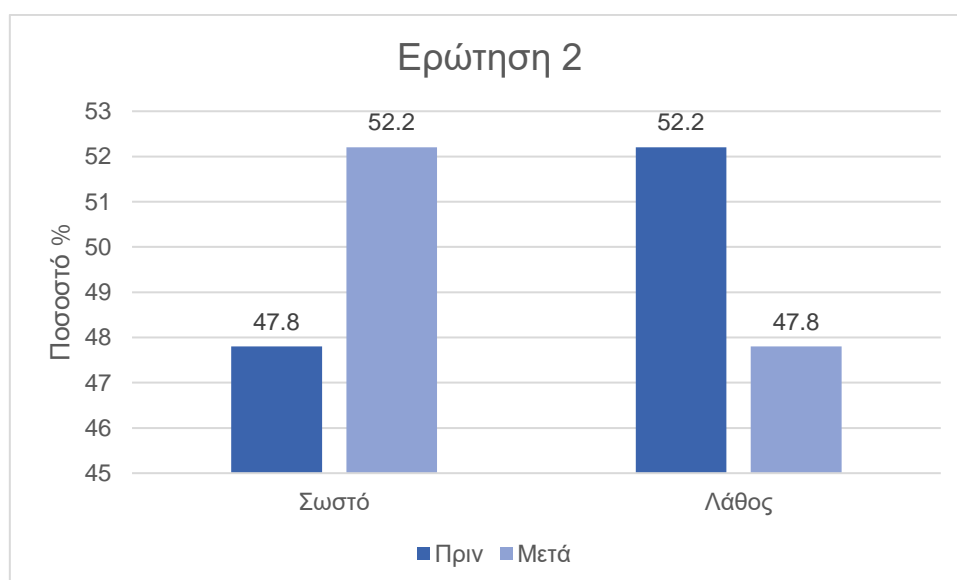
**Σχήμα 36:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 1

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 σταματήσουν να λιώνουν. Ποια είναι η πιο πιθανή θερμοκρασία του νερού σε αυτό το στάδιο;

Στην ερώτηση αυτή παρατηρούμε μια μικρή αύξηση των σωστών απαντήσεων μετά τη διδασκαλία του μαθήματος. Πιο συγκεκριμένα, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων των φοιτητών πριν τη διδασκαλία ανέρχεται στο 47,8%, ενώ μετά από αυτή ανέρχεται στο 52,2%. Περίπου ένας στους δύο φοιτητές δείχνει να μη συνδέει τη θερμοκρασία τήξης του πάγου με τις αλλαγές φάσης και ότι το νερό δε μπορεί να υπάρχει ως υγρό σε θερμοκρασία 0°C.



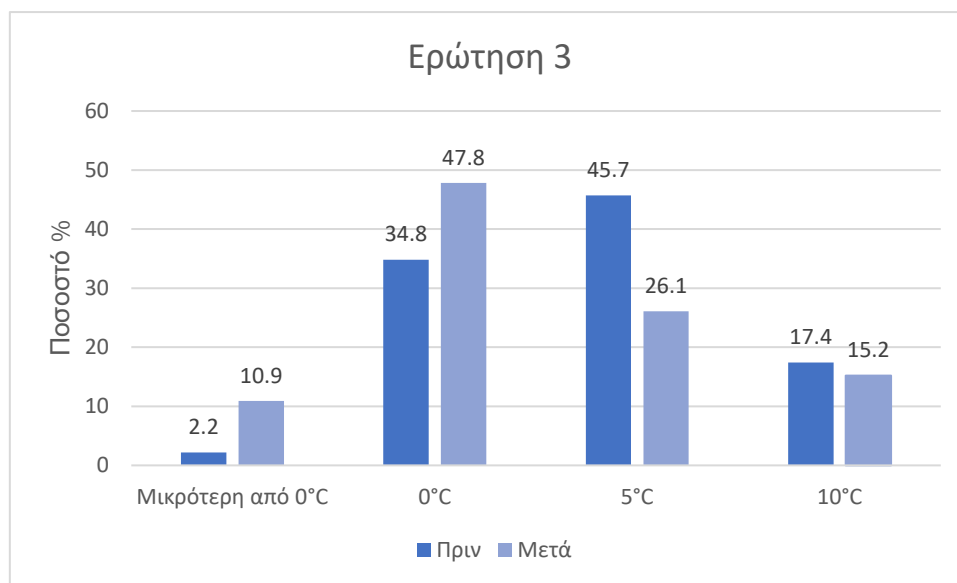
**Σχήμα 37:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 2



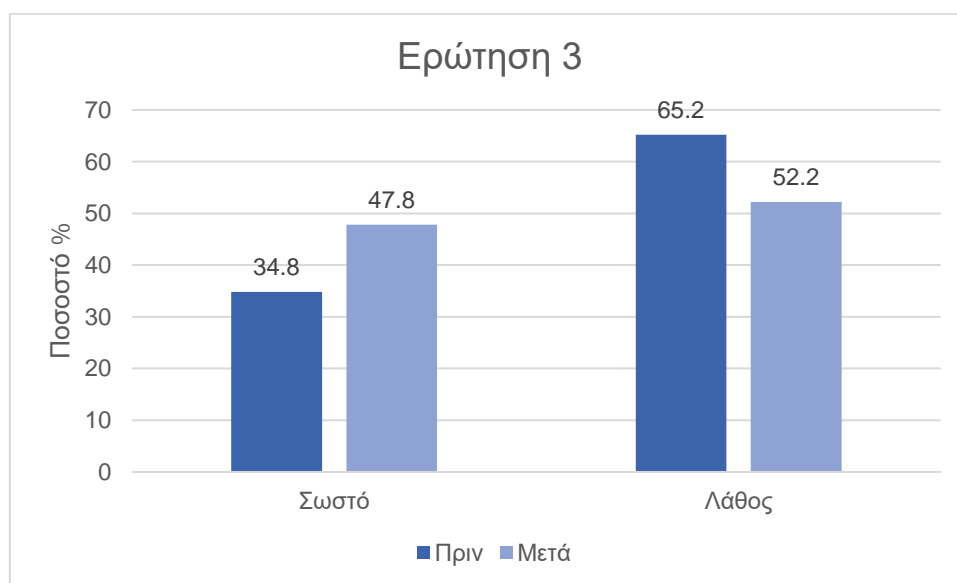
**Σχήμα 38:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 2

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 34,8%, ενώ μετά τη διδασκαλία αυξήθηκε και έφτασε στο 47,8%. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται ξανά είναι πως το νερό δε μπορεί να υπάρξει ως υγρό σε θερμοκρασία 0°C.



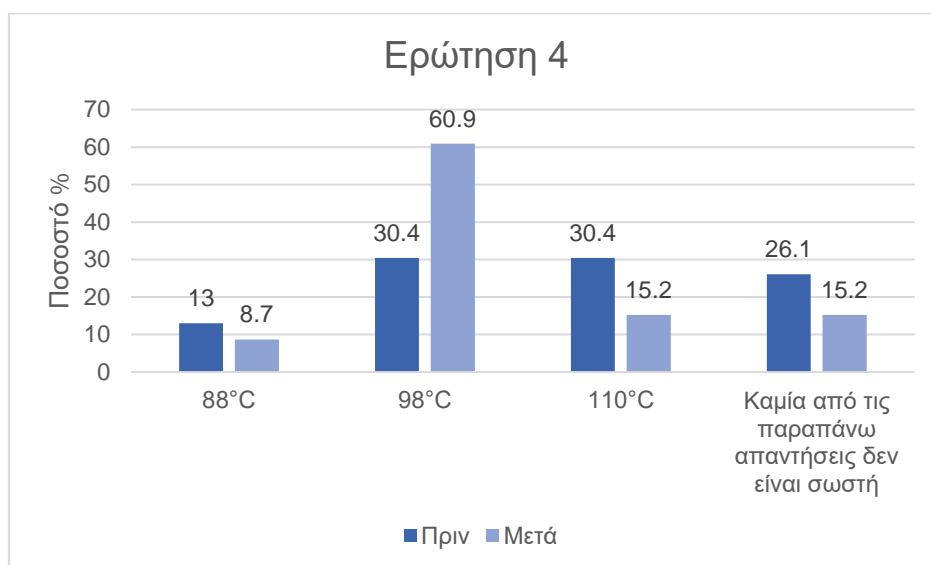
**Σχήμα 39:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 3



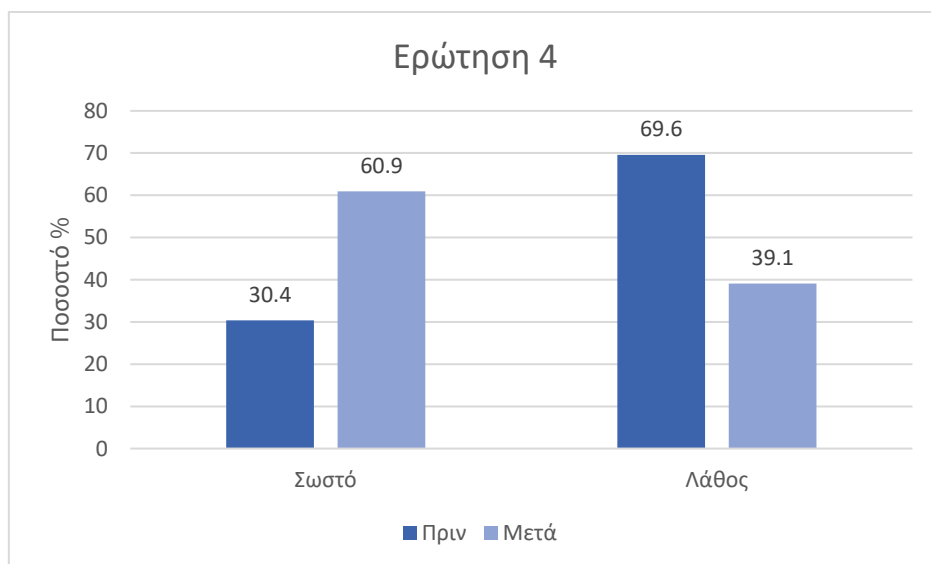
**Σχήμα 40:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 3

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 30,4% ενώ μετά από αυτό 60,9% πράγμα που σημαίνει πως υπάρχει σημαντική βελτίωση. Οι φοιτητές που δεν επέλεξαν τη σωστή απάντηση, δείχνουν να πιστεύουν είτε ότι η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι πάντα οι 100°C είτε πως κατά το βρασμό το νερό μπορεί να έχει θερμοκρασία πάνω από 100°C.



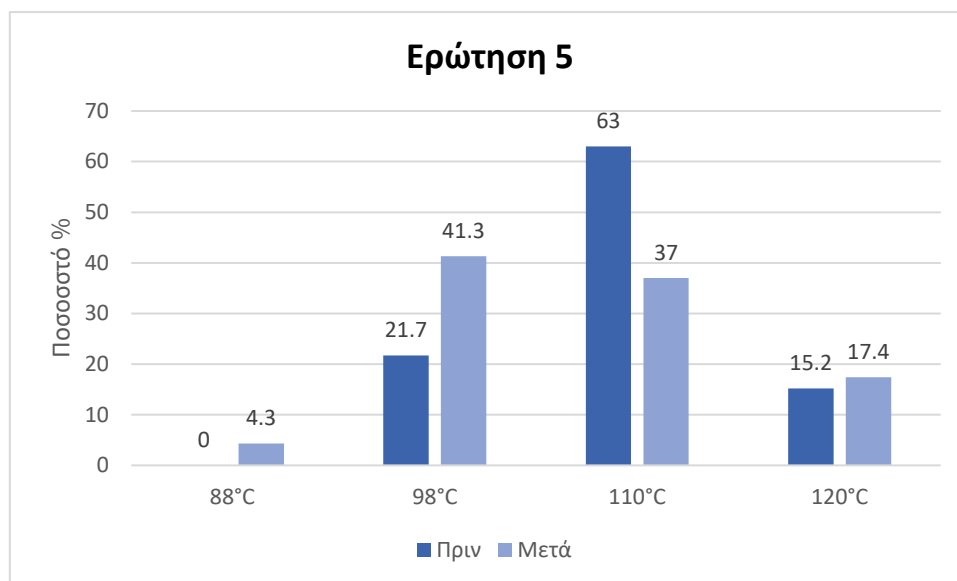
**Σχήμα 41:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 4



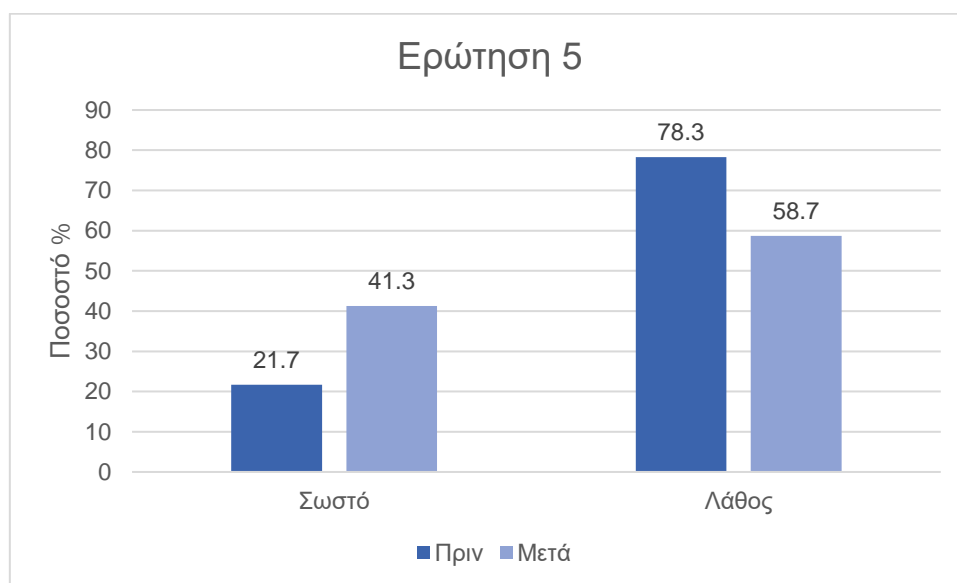
**Σχήμα 42:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 4

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 σχεδόν διπλασιάστηκε μετά τη διδασκαλία (από 21,7% σε 41,2%). Η πλειοψηφία των φοιτητών όμως απάντησε εσφαλμένα, καθώς επικράτησε η εναλλακτική ιδέα που θέλει τη θερμοκρασία κατά το βρασμό να μην παραμένει σταθερή.



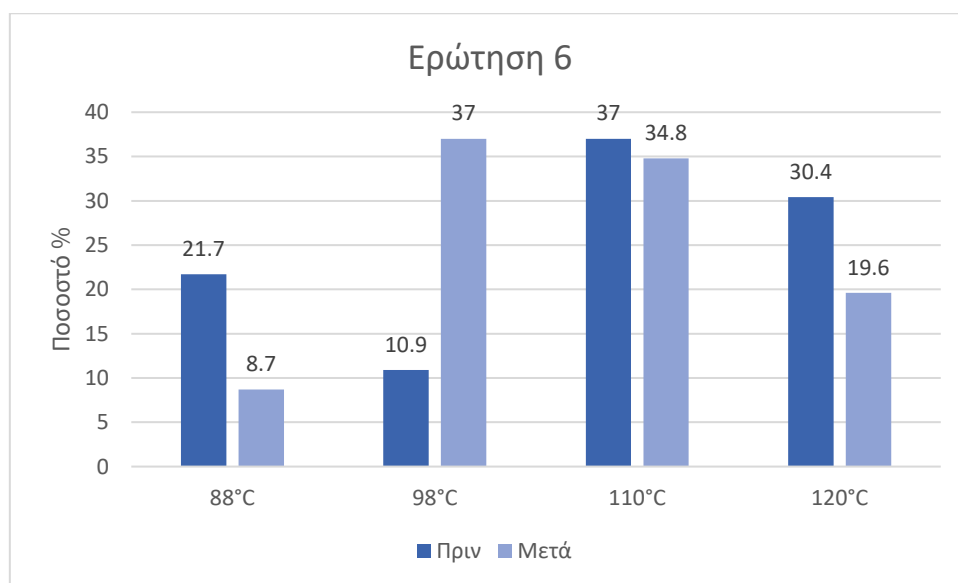
**Σχήμα 43:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 5



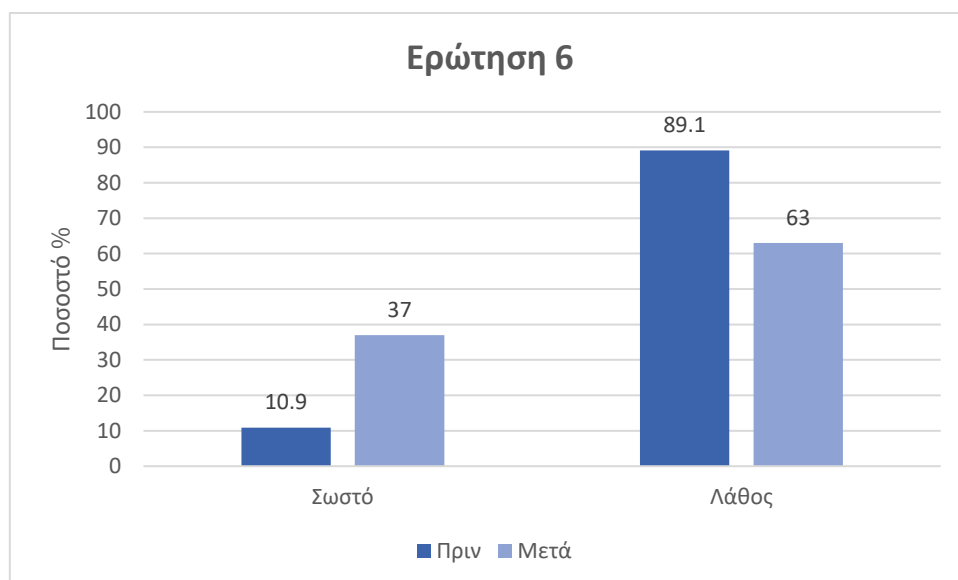
**Σχήμα 44:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 5

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 10,9% και 37% αντίστοιχα πράγμα που σημαίνει πως αυξήθηκε σημαντικά. Ωστόσο, παρατηρούμε πως ακόμα και μετά 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.



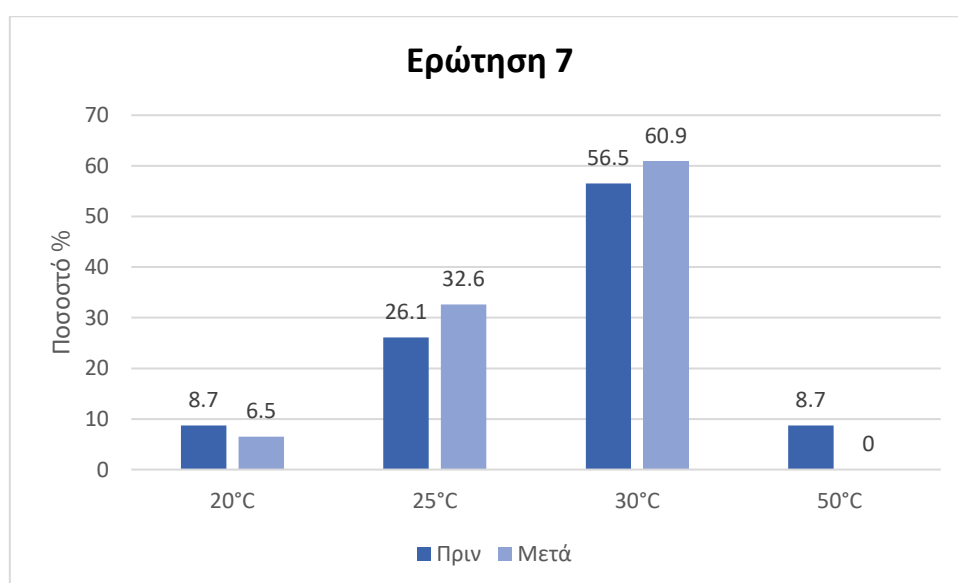
**Σχήμα 45:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 6



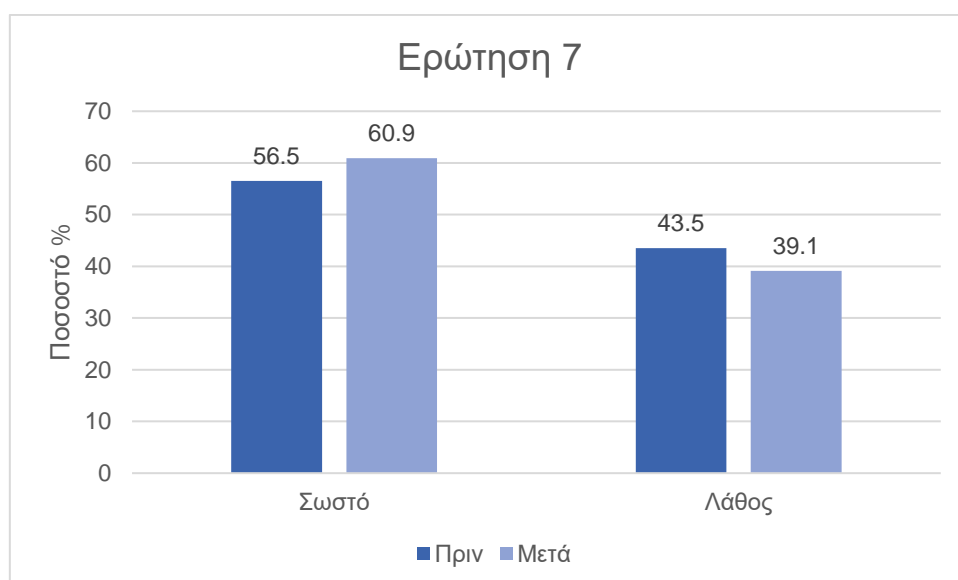
**Σχήμα 46:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 6

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 56,6% και 60% αντίστοιχα. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ είναι ότι η τελική θερμοκρασία του νερού προκύπτει από το μέσο όρο των δύο θερμοκρασιών.



**Σχήμα 47:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 7

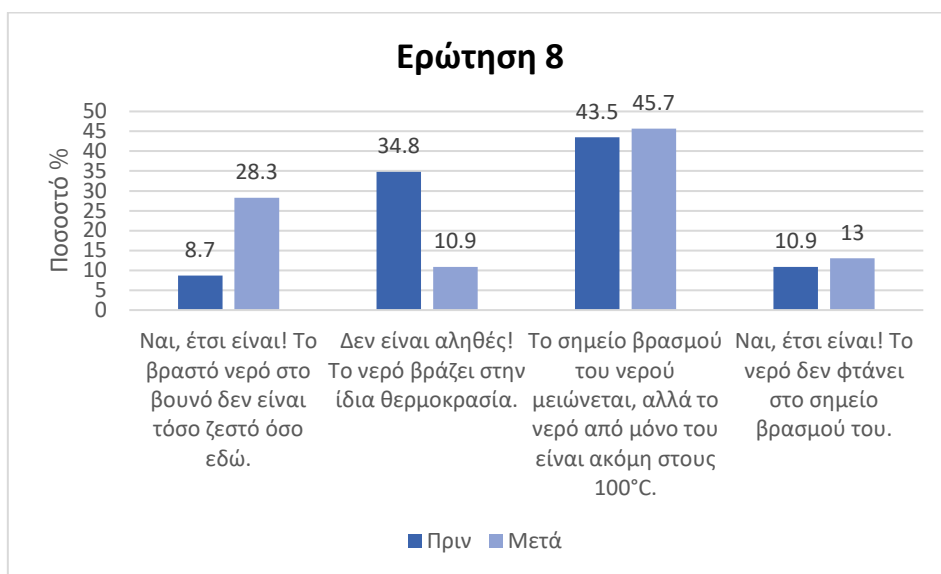


**Σχήμα 48:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 7

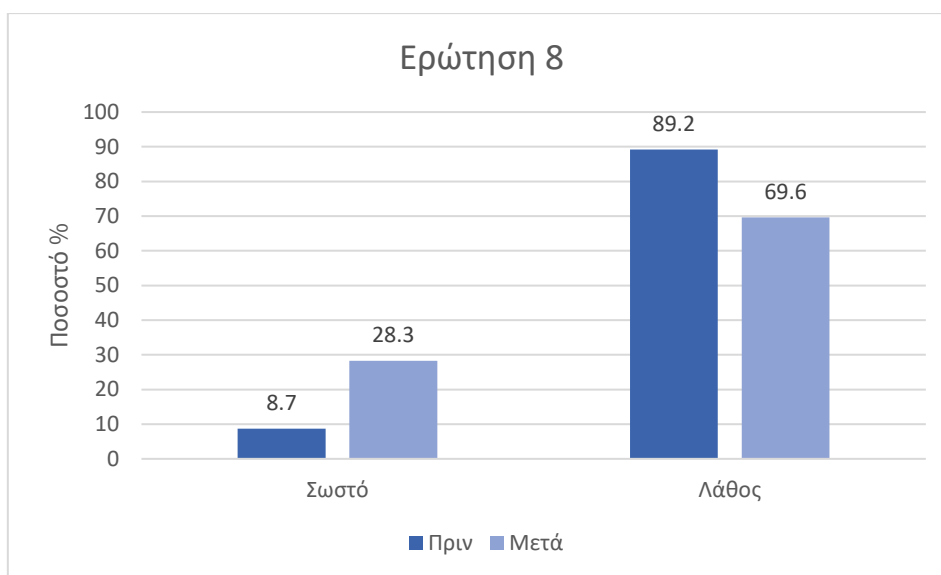


Ερώτηση 8: Ο Παναγιώτης θέλει να χρησιμοποιεί βραστό νερό (όχι απλά ζεστό) για να κάνει ένα φλιτζάνι τσάι. Ο ίδιος λέει στους φίλους του: «Δε θα μπορούσα να κάνω το τσάι αν ήμουν σε κάμπινγκ σε ένα ψηλό βουνό, διότι το νερό δε βράζει σε μεγάλα υψόμετρα.»

Στη συγκεκριμένη ερώτηση το ποσοστό των σωστών απαντήσεων πριν το μάθημα είναι χαμηλό και φτάνει στο 8,7%, ενώ μετά αυξήθηκε σημαντικά και έφτασε στο 28,3%. Η πλειοψηφία των φοιτητών απάντησε λανθασμένα καθώς θεωρεί πως η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι μόνο οι 100°C.



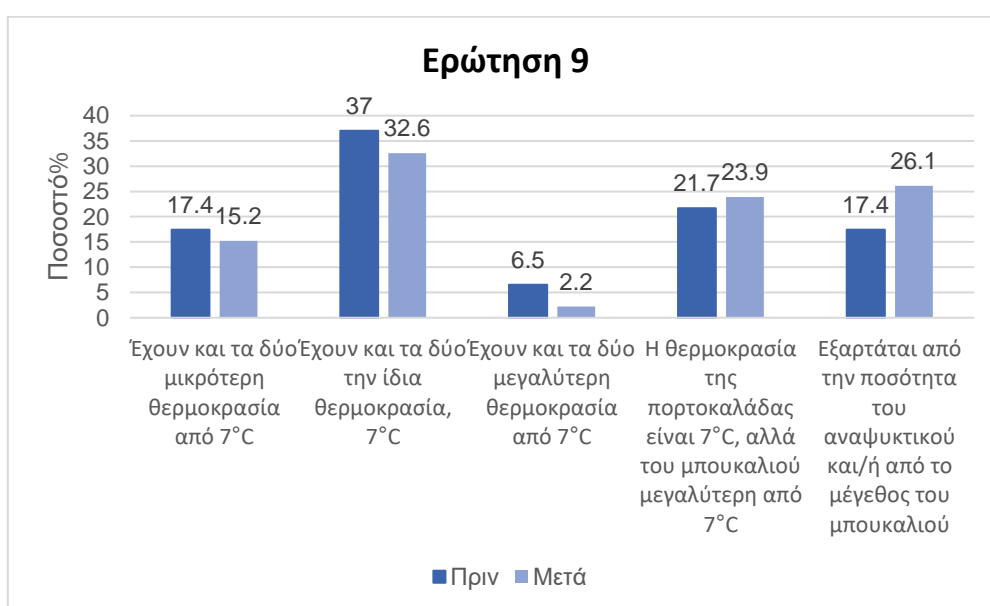
**Σχήμα 49:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 8



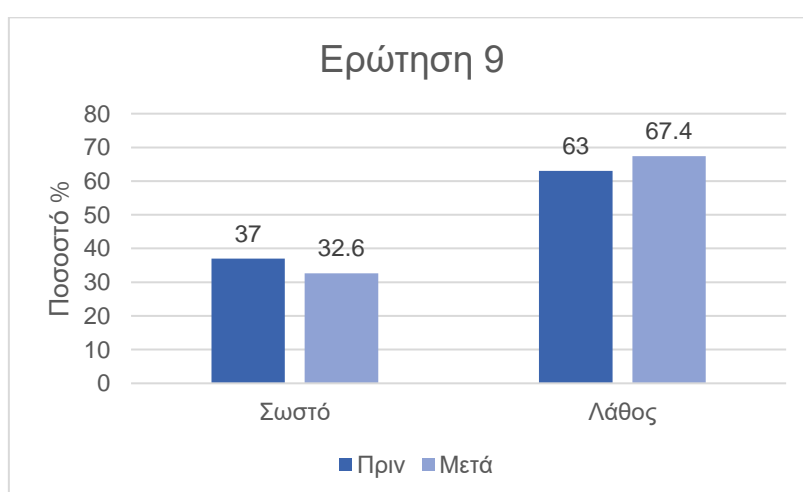
**Σχήμα 50:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 8

Ερώτηση 9: Η Μαρία παίρνει ένα αλουμινένιο τενεκεδάκι πορτοκαλάδας και ένα πλαστικό μπουκάλι πορτοκαλάδας από το ψυγείο, τα οποία ήταν εκεί καθ' όλη τη 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 37% ενώ μετά 32,6%, πράγμα που σημαίνει πως υπάρχει μια μικρή μείωση. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει με το ότι πολλοί φοιτητές θεωρούν πως η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αυτού καθ' αυτού του σώματος (π.χ. υλικό).



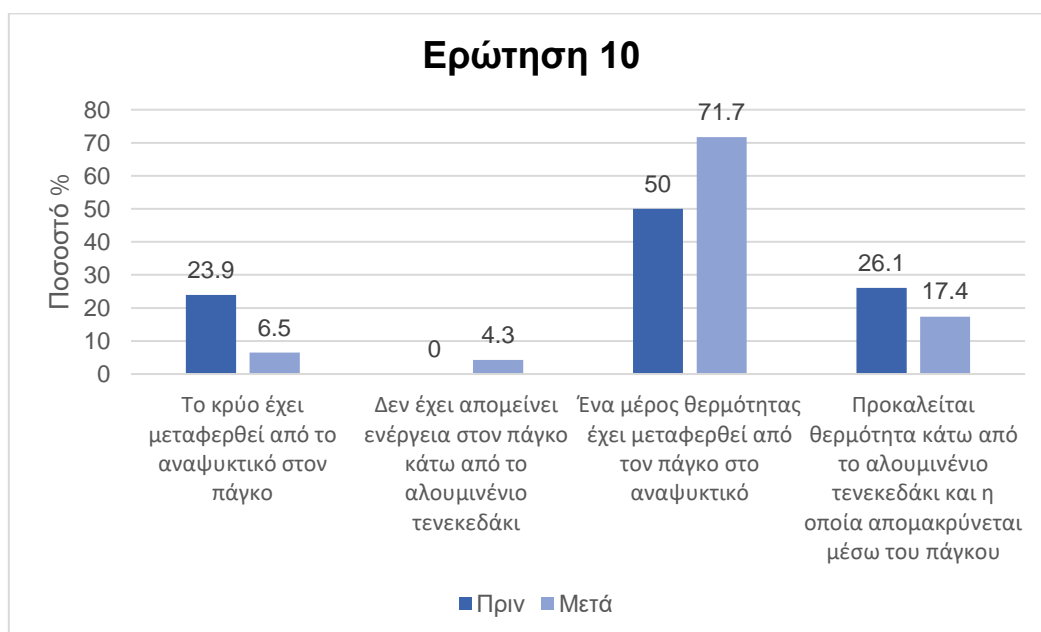
Σχήμα 51: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 9



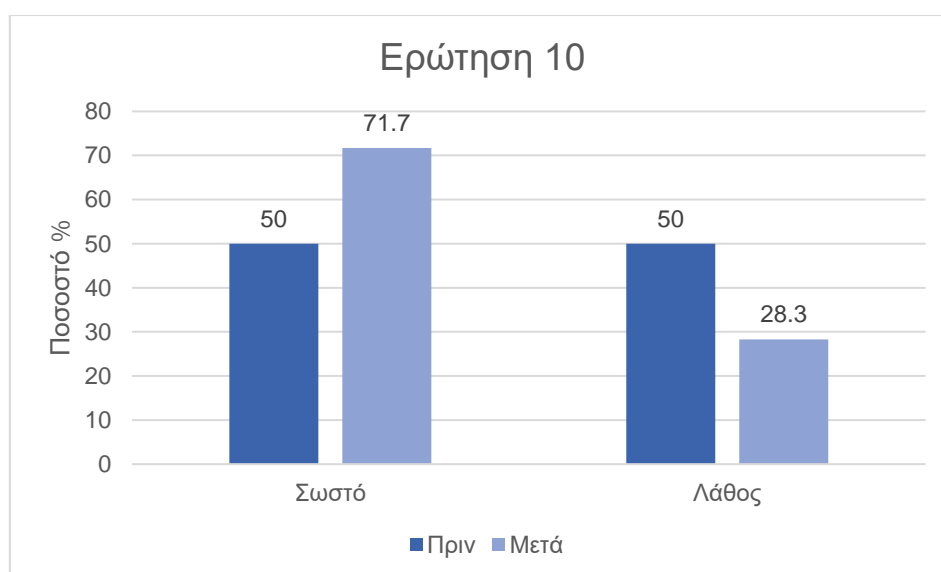
Σχήμα 52: Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 9

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 71,7%. Οι φοιτητές που απαντούν λανθασμένα θεωρούν ότι το θερμό και το ψυχρό αποτελούν δύο διαφορετικές οντότητες.



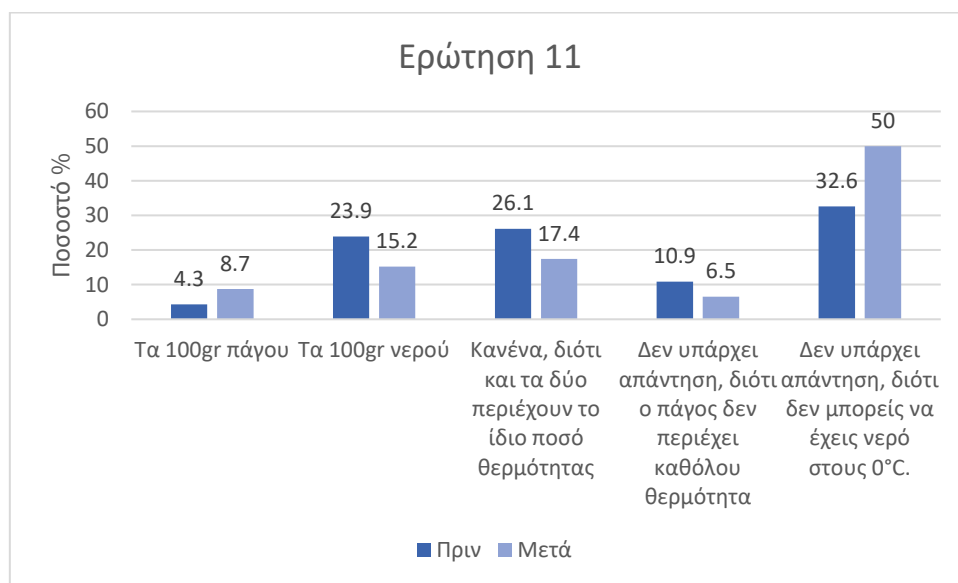
Σχήμα 53: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 10



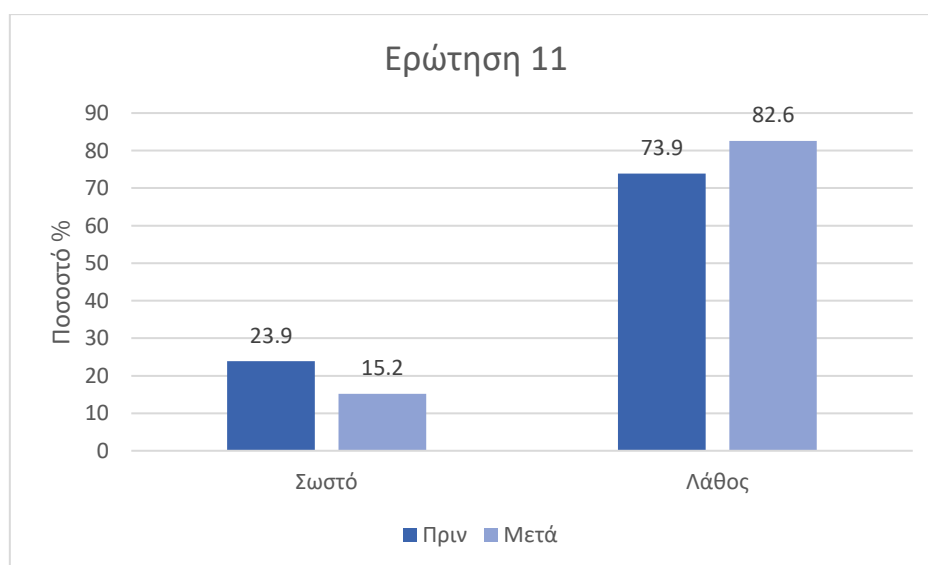
Σχήμα 54: Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 11

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 23,9%, ενώ μετά από αυτή στο 15,2%. Οι βασικές εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ είναι πως: (α) το νερό δε μπορεί να υπάρχει ως υγρό στους 0°C και (β) η θερμότητα είναι ανάλογη της θερμοκρασίας.



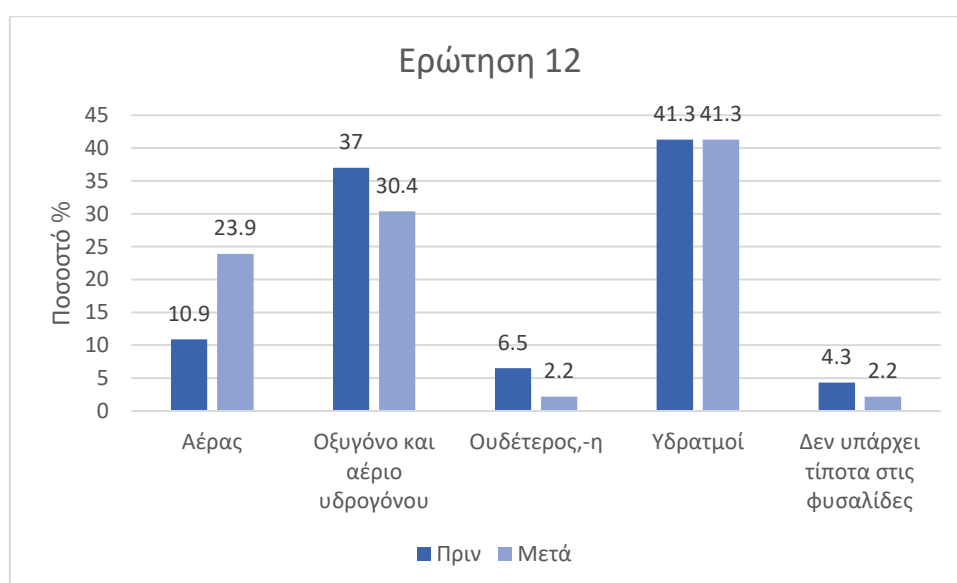
**Σχήμα 55:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 11



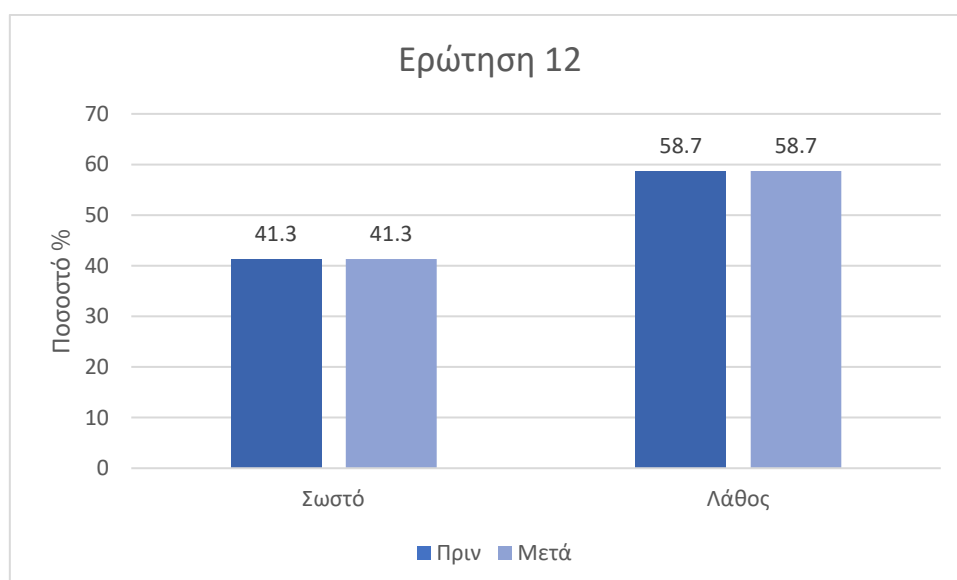
**Σχήμα 56:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση

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 τόσο τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων όσο και τα ποσοστά των λανθασμένων απαντήσεων πριν και μετά τη διδασκαλία παραμένουν αμετάβλητα (41,3% και 58,7% αντίστοιχα). Οι φοιτητές που έδωσαν λανθασμένη απάντηση θεωρούν πως οι φυσαλίδες που δημιουργούνται όταν το νερό βράζει περιέχουν «αέρα», «οξυγόνο», «θερμότητα», «υδρογόνο», «ατμό» ή «τίποτα».



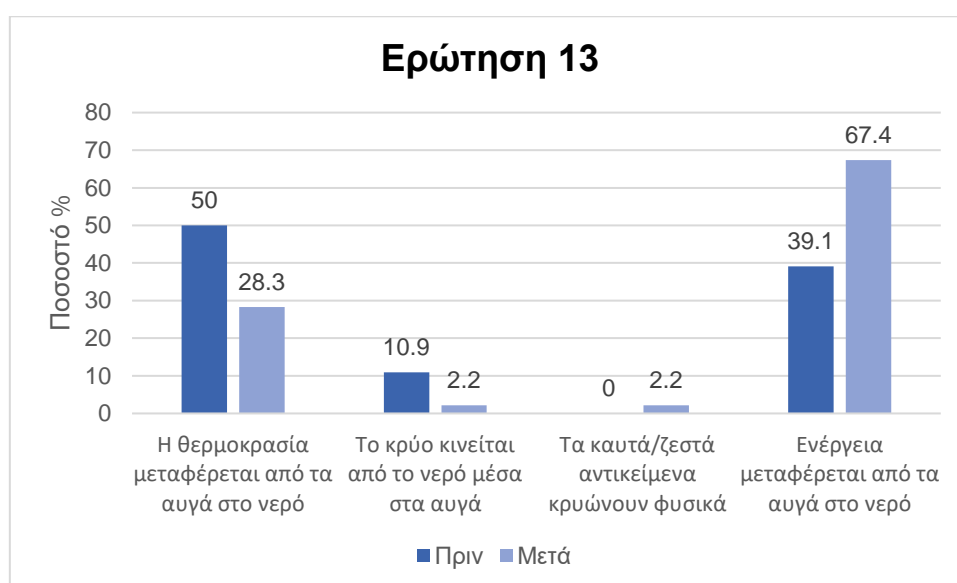
**Σχήμα 57:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 12



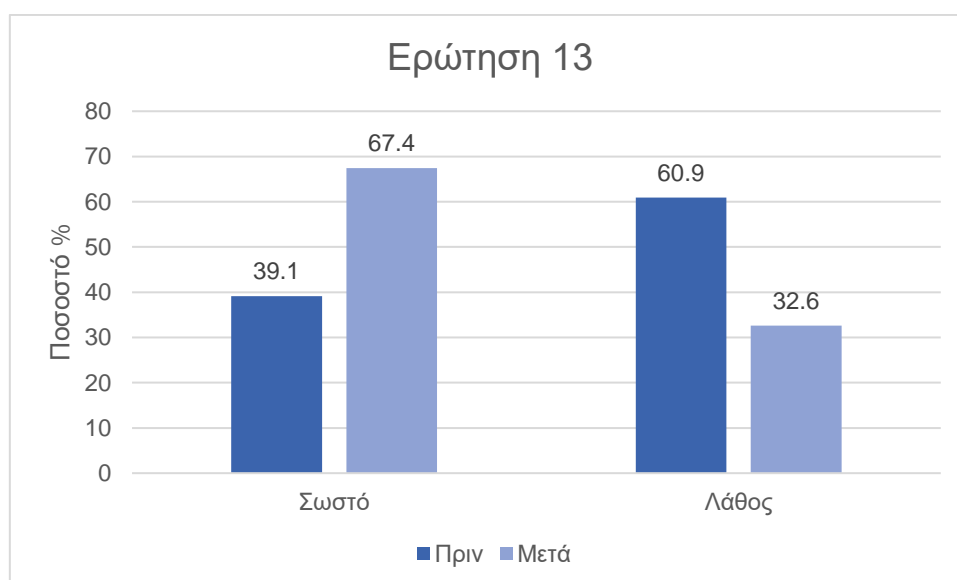
**Σχήμα 58:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 12

Ερώτηση 13: Μετά το μαγείρεμα μερικών αυγών σε βραστό νερό, ο Γρηγόρης κρύνει 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 39,1% (πριν το μάθημα) και 67,4% (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.



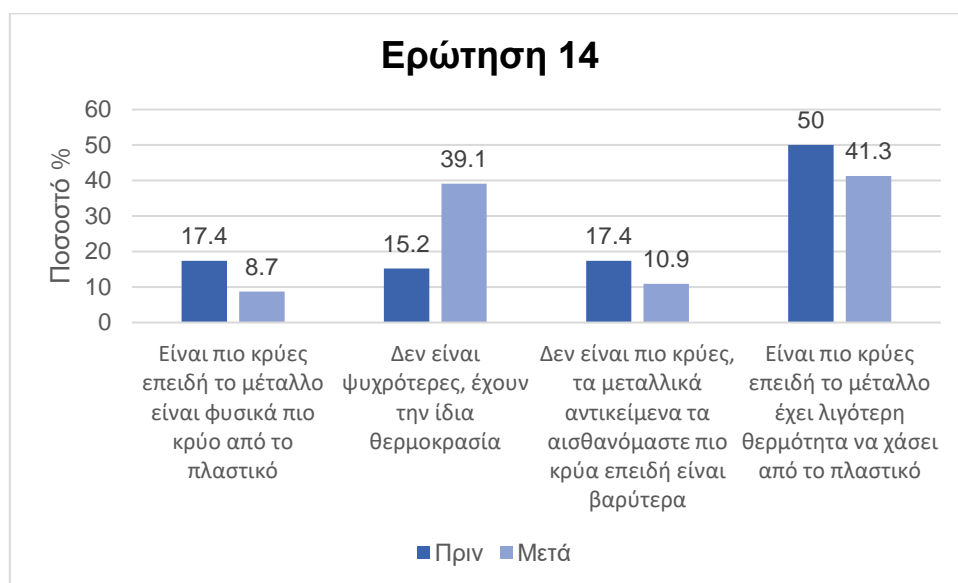
**Σχήμα 59:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 13



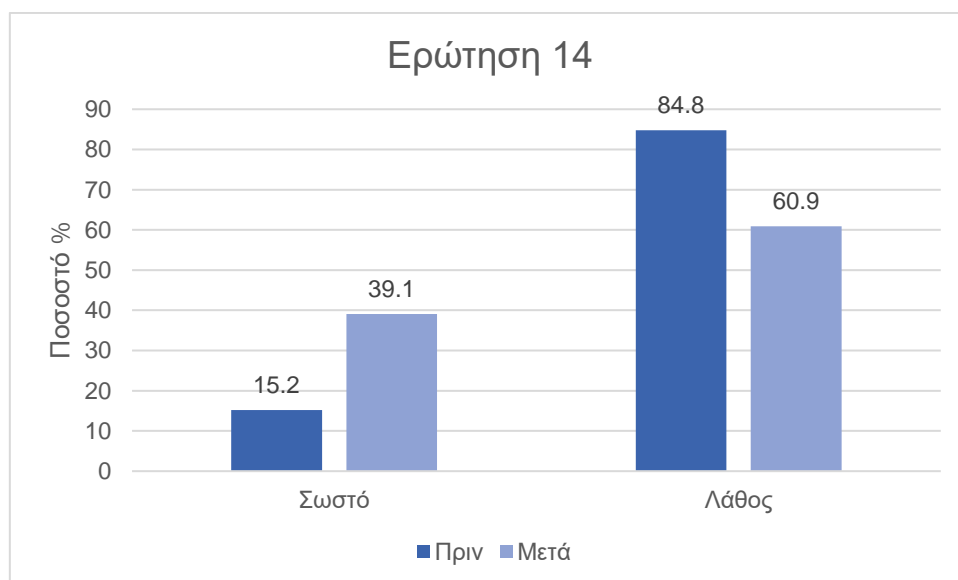
**Σχήμα 60:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 13

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 15,2% σε 39,1% μετά τη διδασκαλία. Σημαντικός αριθμός φοιτητών δείχνει να ενστερνίζεται τη λανθασμένη αντίληψη ότι το ποσό της θερμότητας που περιέχει ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί και γενικά συγχέει τις διαδικασίες μεταφοράς ενέργειας με τη θερμοκρασία ενός υλικού.



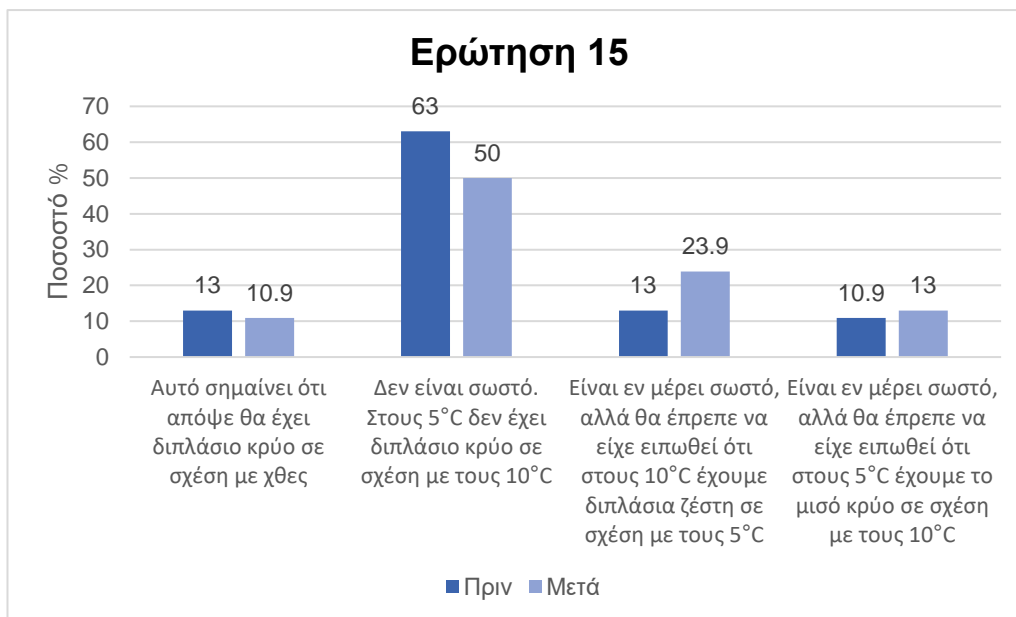
**Σχήμα 61:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 14



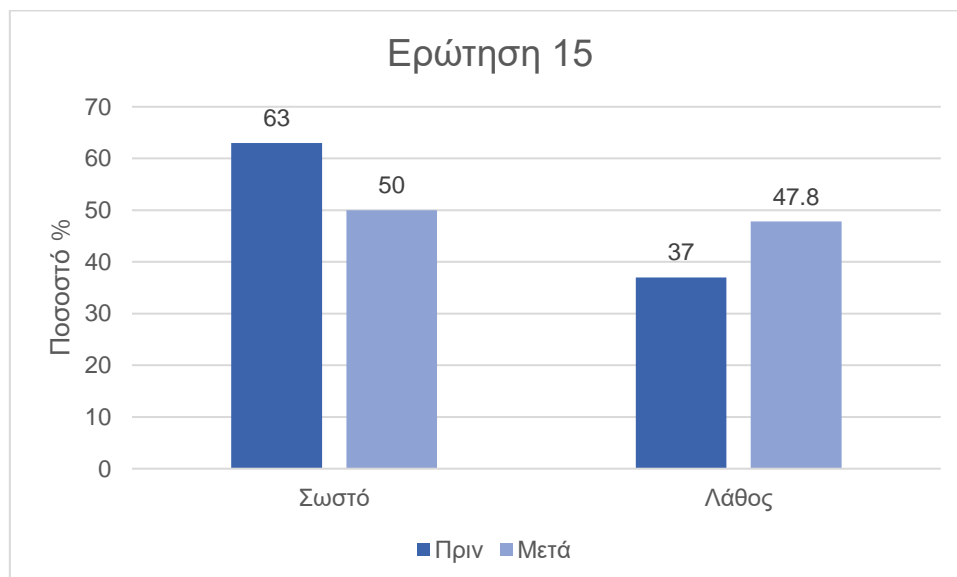
**Σχήμα 62:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 14

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 μειώθηκε από 63% (πριν τη διδασκαλία) σε 50% 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 63:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 15

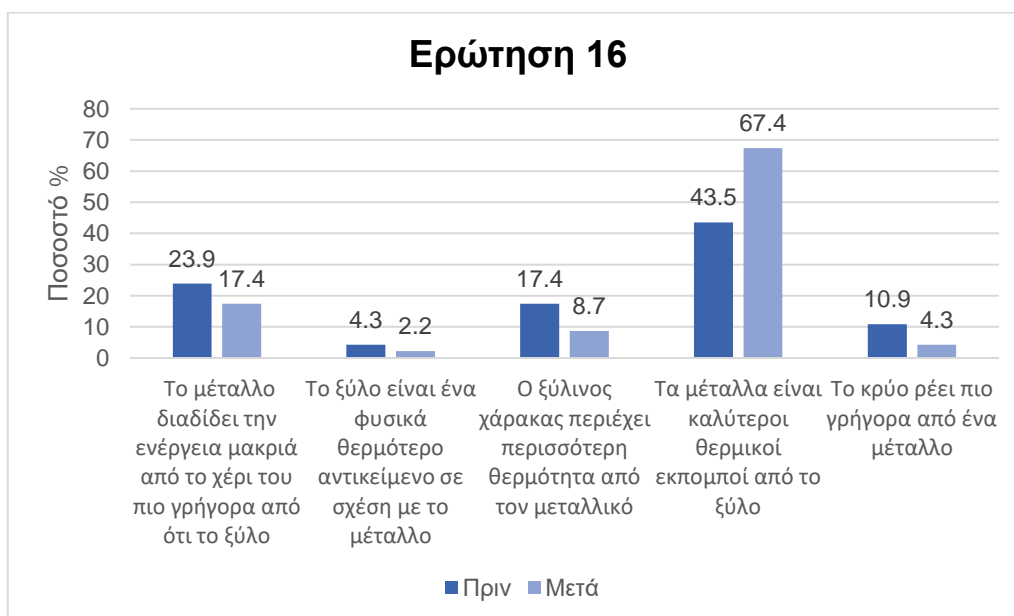


**Σχήμα 64:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 15

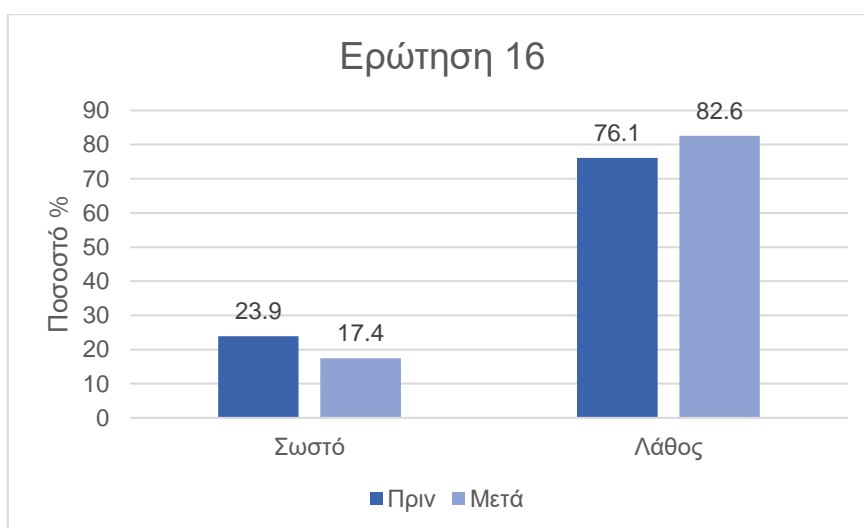


Ερώτηση 16: Ο Θανάσης παίρνει ένα μεταλλικό και έναν ξύλινο χάρακα από τη μολυβοθήκη του. Αισθάνεται το μεταλλικό χάρακα πιο κρύο από τον ξύλινο.

Στη συγκεκριμένη ερώτηση παρατηρούμε πως τα επίπεδα των σωστών απαντήσεων κινείται σε χαμηλά επίπεδα, τόσο πριν τη διδασκαλία (23,9%) όσο και μετά από αυτή (17,4%) και μάλιστα παρατηρείται μείωση. Οι φοιτητές που έδωσαν λανθασμένη απάντηση θεωρούν κατά κύριο λόγο πως τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να προσελκύουν, να κρατούν, να εντείνουν ή να απορροφούν τη θερμότητα και το κρύο και γενικά είναι καλύτεροι θερμικοί εκπομποί από άλλα υλικά.



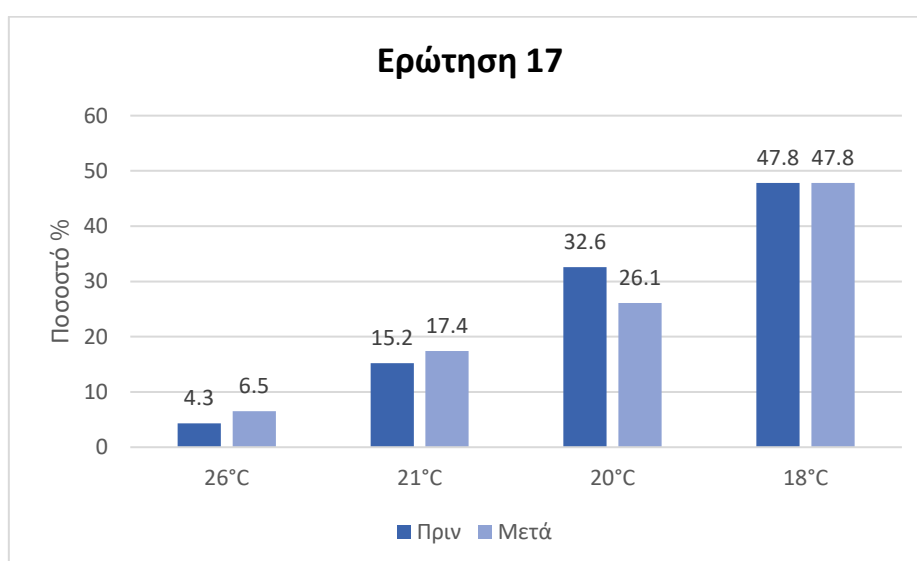
**Σχήμα 65:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 16



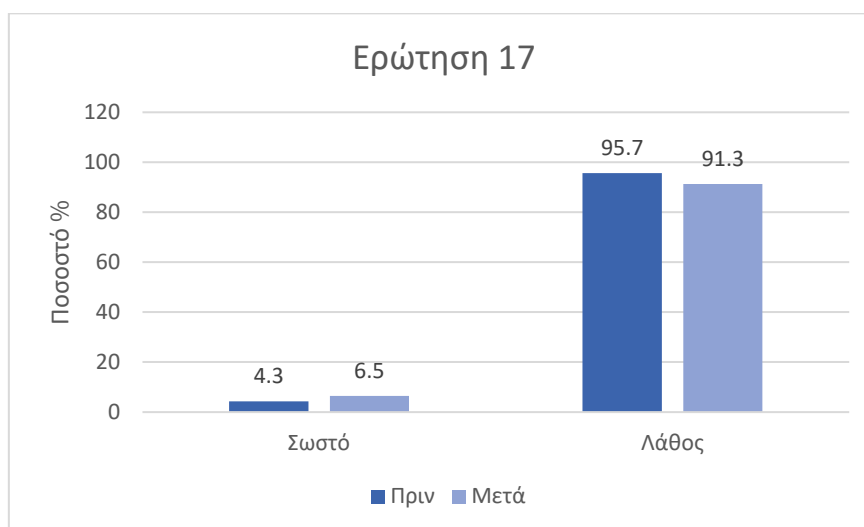
**Σχήμα 66:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 16

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 τη βρεγμένη πετσέτα τι θερμοκρασία έχει;

Τα ποσοστά τόσο πριν όσο και μετά το μάθημα είναι εξαιρετικά χαμηλά (4,3% και 6,5% αντίστοιχα). Η συντριπτική πλειοψηφία των φοιτητών έδωσε λανθασμένη απάντηση βασιζόμενη στην ιδέα ότι θερμική ισορροπία είναι πιθανόν να συμβεί και δεν είναι αναγκαία. Πιστεύουν ότι τα αντικείμενα που έρχονται σε επαφή για κάποια χρονικό διάστημα δεν είναι απαραίτητο να αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία.



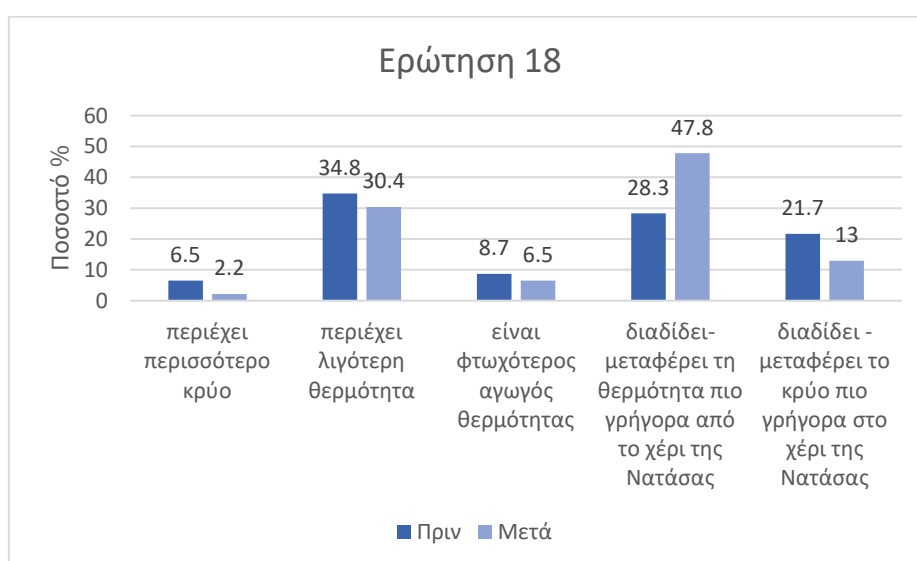
**Σχήμα 44:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 17



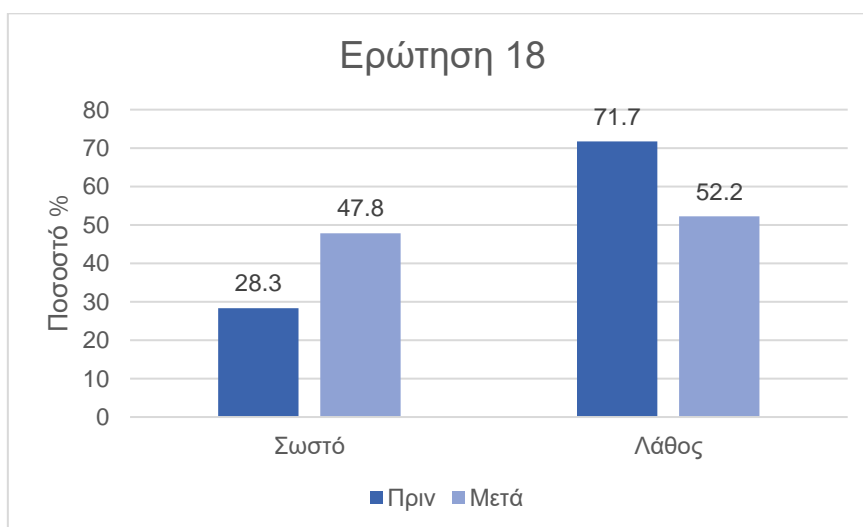
**Σχήμα 67:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 17

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 28,3% έφτασε στο 47,8%. Ωστόσο πολλοί φοιτητές θεωρούν 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.



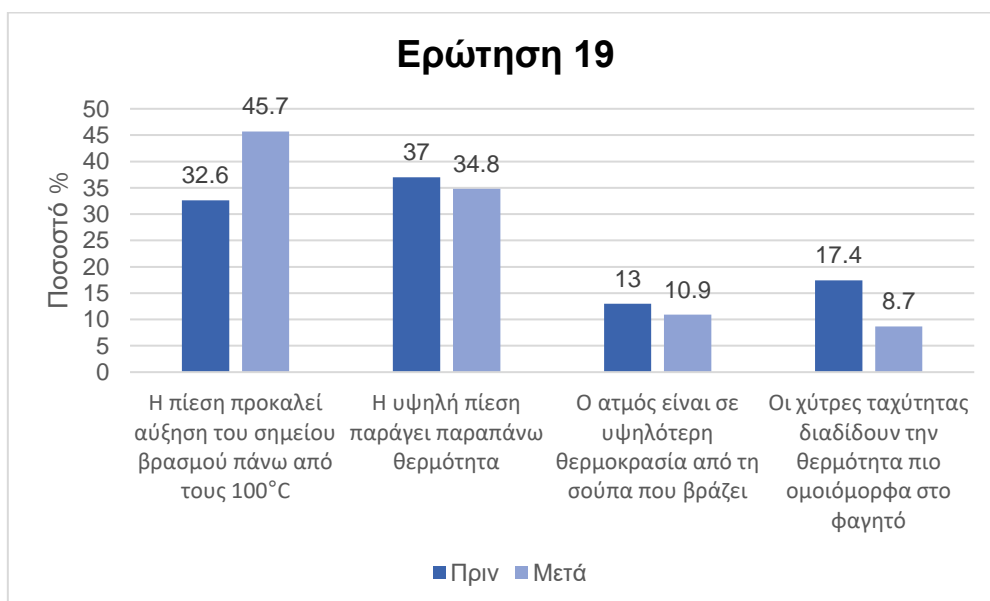
**Σχήμα 68:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 18



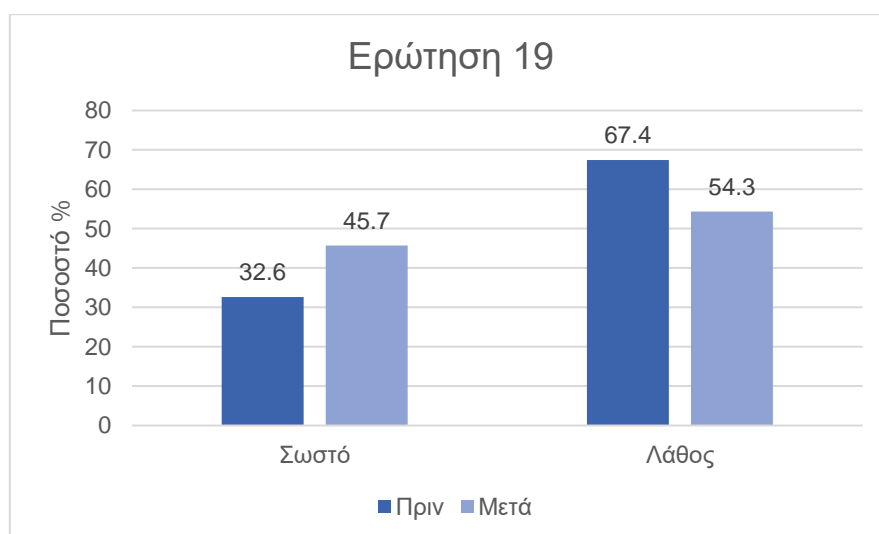
**Σχήμα 69:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 18

Ερώτηση 19: Ο Κωνσταντίνος παρατηρεί ότι η μητέρα του μαγειρεύει σούπα σε μια χύτρα ταχύτητας, γιατί μαγειρεύεται γρηγορότερα από ότι 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 32,6% πριν τη διδασκαλία και 45,7% μετά από αυτή. Οι εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ είναι ότι η πίεση προκαλεί θερμότητα και ότι ο ατμός πάνω από το νερό που βράζει είναι σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του νερού.



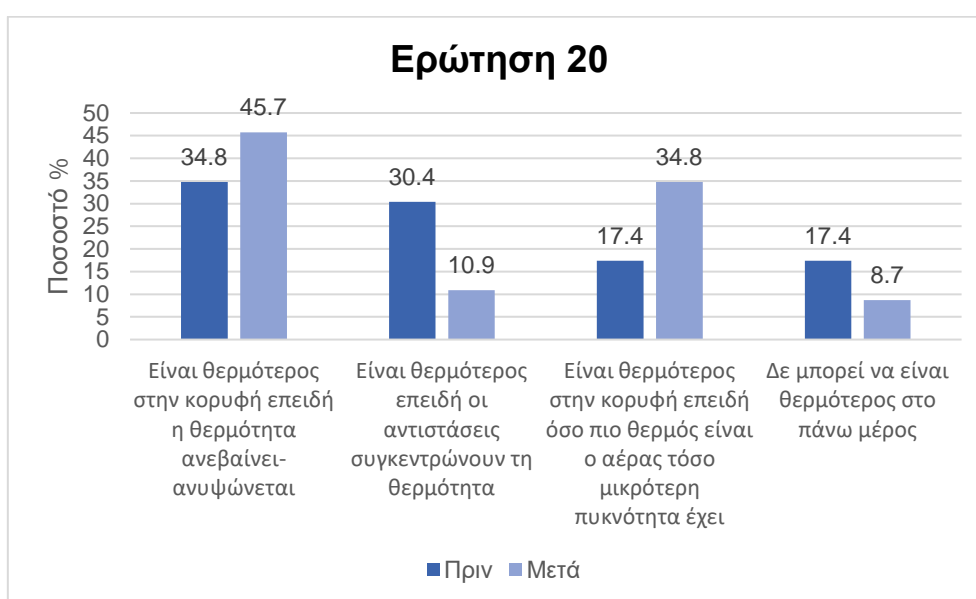
**Σχήμα 70:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 19



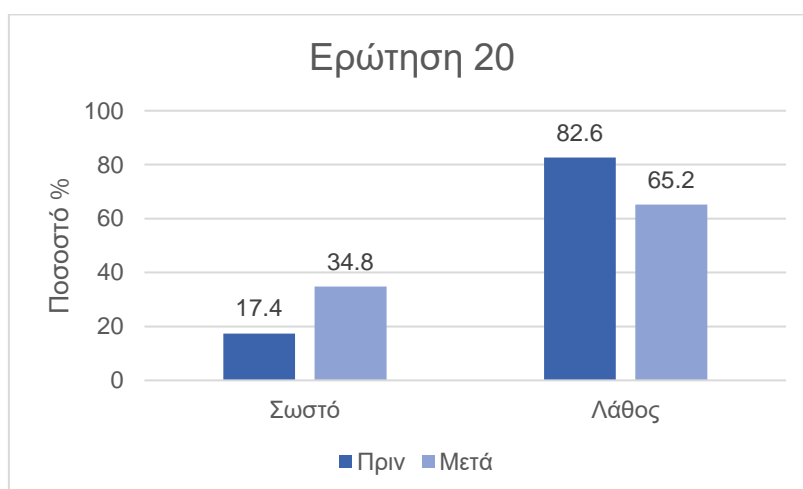
**Σχήμα 71:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 19

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

Τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία τα ποσοστά των σωστών απαντήσεων κινήθηκαν σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (17,4% και 34,8% αντίστοιχα). Η πλειοψηφία των φοιτητών έδωσε λανθασμένη απάντηση βασιζόμενη στις εναλλακτικές ιδέες: (α) η θερμότητα ακολουθεί ανοδική πορεία ή κινείται ανοδικά και (β) τα μέταλλα έχουν την ικανότητα να προσελκύουν, να κρατούν, να εντείνουν ή να απορροφούν τη θερμότητα.



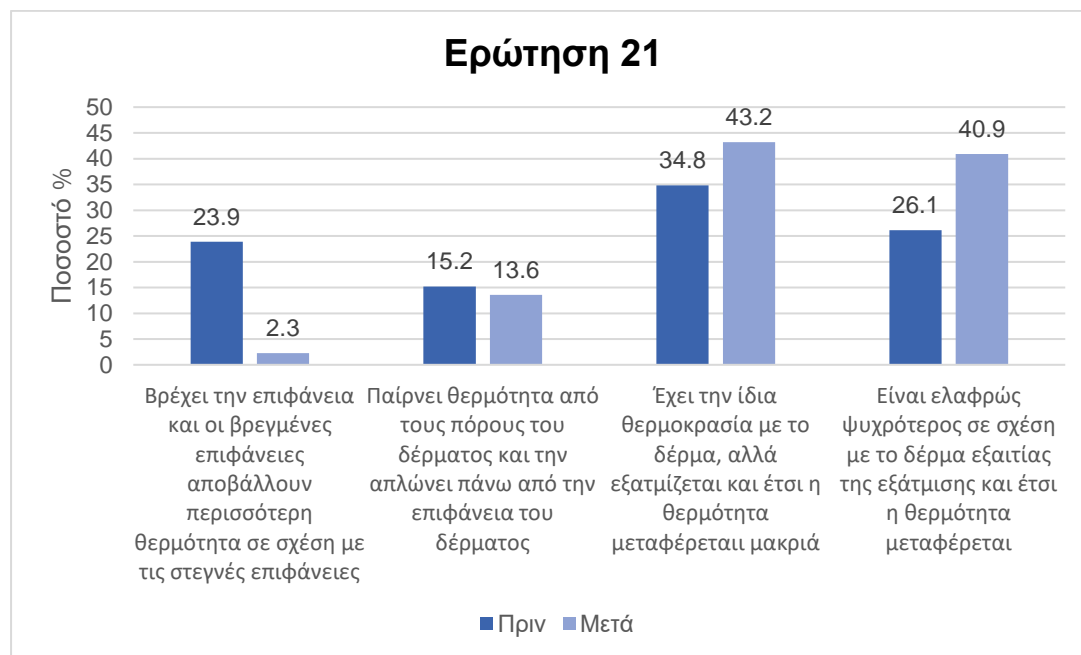
Σχήμα 72: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 20



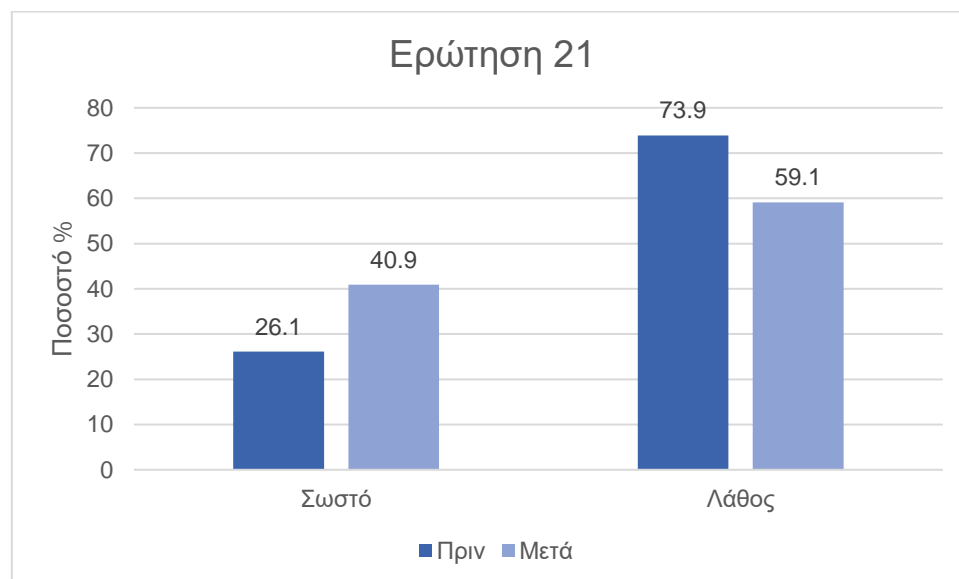
Σχήμα 73: Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 20

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

Στην ερώτηση αυτή, τα ποσοστά πριν και μετά το μάθημα διαμορφώθηκαν σε 26,1% και 40,9% αντίστοιχα (υπήρξε βελτίωση). Οι φοιτητές που έδωσαν λάθος απάντηση κατά κύριο λόγο θεωρούν πως το δέρμα και ο ιδρώτας έχουν την ίδια θερμοκρασία.



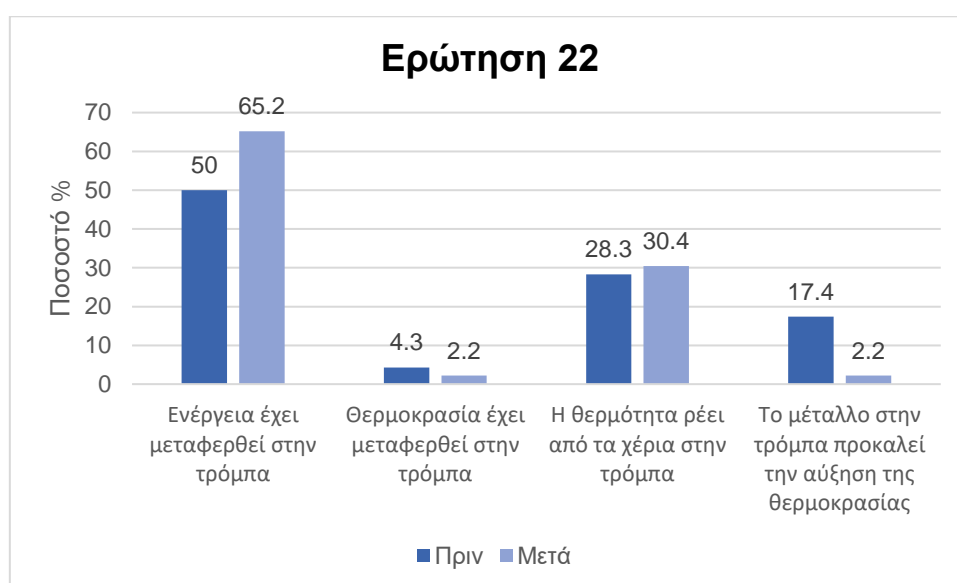
**Σχήμα 74:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 21



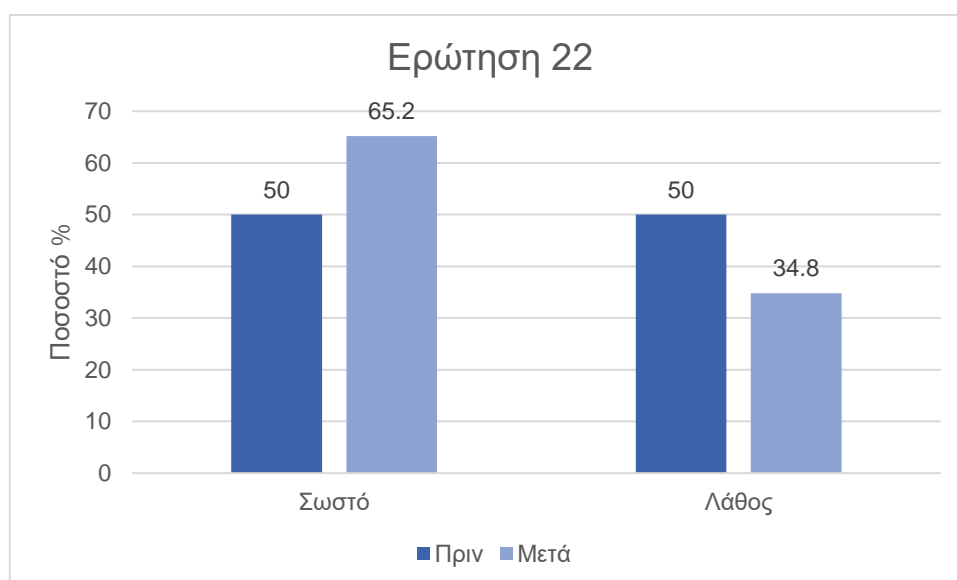
**Σχήμα 75:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 21

Ερώτηση 22: Όταν ο Δημήτρης χρησιμοποιεί μια τρόμπα για να φουσκώσει τα λάστιχα του ποδήλατού 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 50%, ενώ μετά από αυτή υπήρξε βελτίωση και το ποσοστό ανήλθε στο 65,2%). Οι εναλλακτικές ιδέες που εμφανίζονται εδώ έχουν να κάνουν κυρίως με την πεποίθηση των φοιτητών ότι η θερμότητα δρα σα ρευστό. Είναι σαφές ότι δε γίνονται κατανοητές οι διαδικασίες μεταφοράς της.



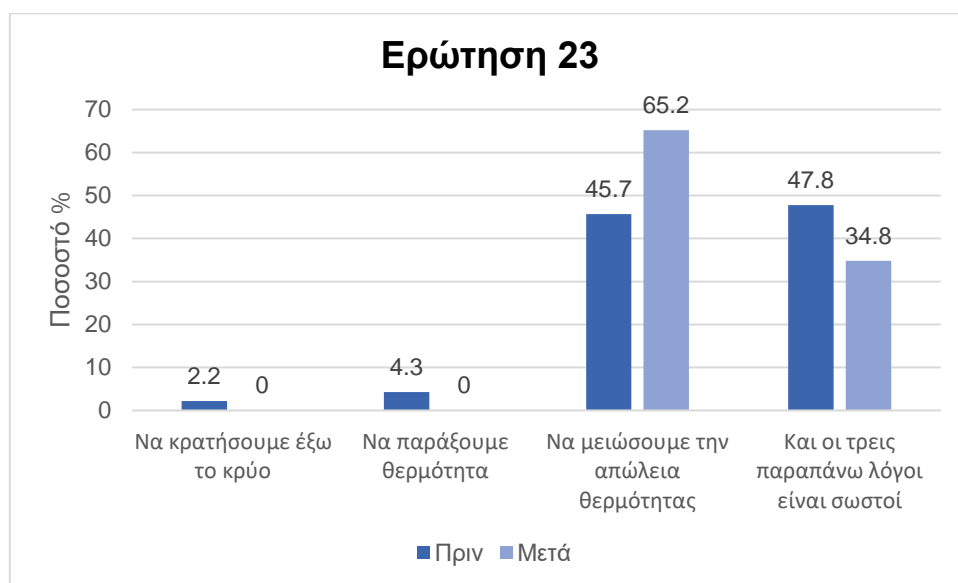
*Σχήμα 76: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 22*



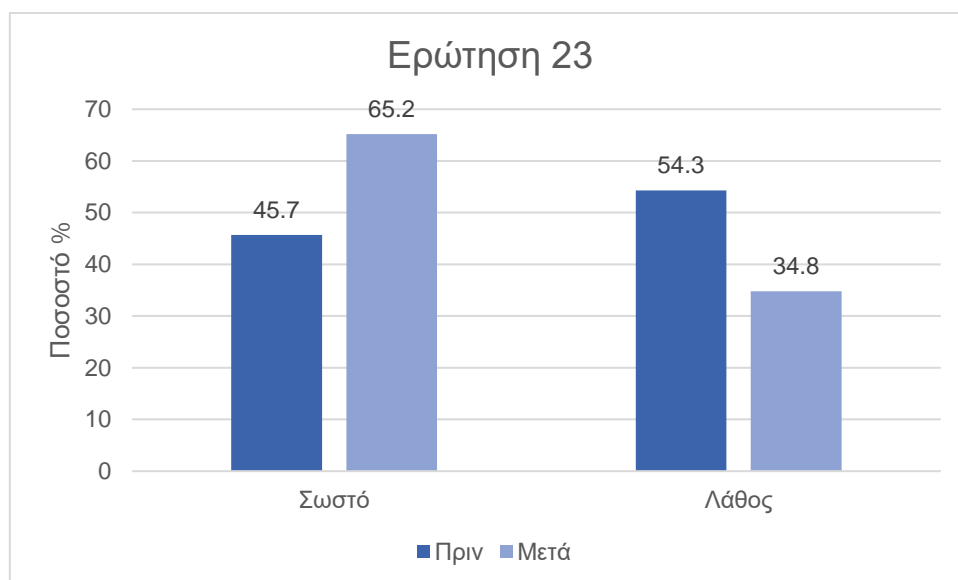
*Σχήμα 77: Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 22*

Ερώτηση 23: Γιατί φοράμε πουλόβερ όταν έχει κρύο;

Πριν τη διδασκαλία το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ανήλθε σε 45,7%, ενώ μετά από αυτή σημειώθηκε σημαντική βελτίωση και το ποσοστό άγγιξε το 65,2%. Για τους φοιτητές που απάντησαν λανθασμένα, παρατηρήθηκε ξανά δυσκολία στην κατανόηση των διαδικασιών μεταφοράς της θερμότητας. Επίσης εμφανίστηκε και η αντίληψη ότι ορισμένα υλικά π.χ. μάλλινο έχουν την ιδιότητα να θερμαίνουν τα αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή.



Σχήμα 78: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 23

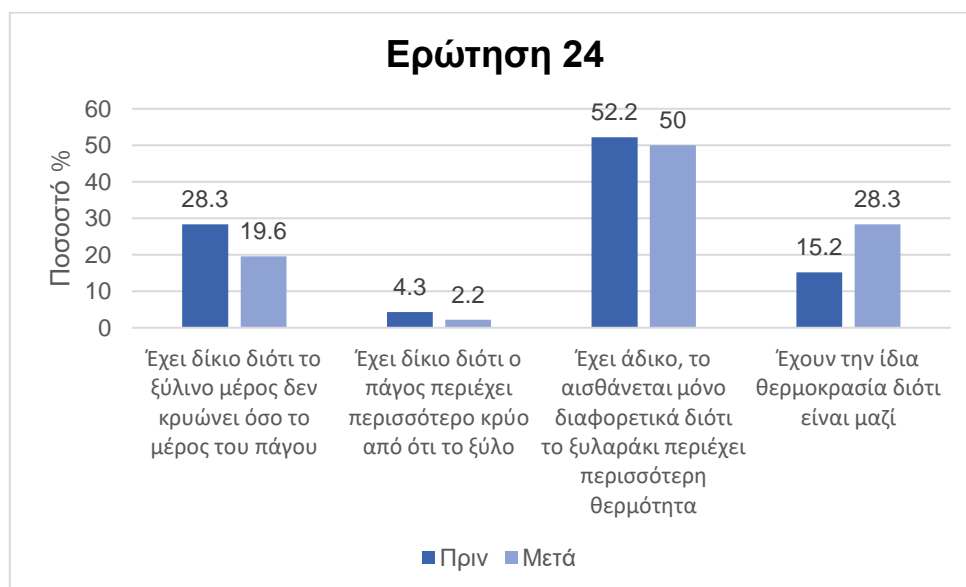


Σχήμα 79: Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 23

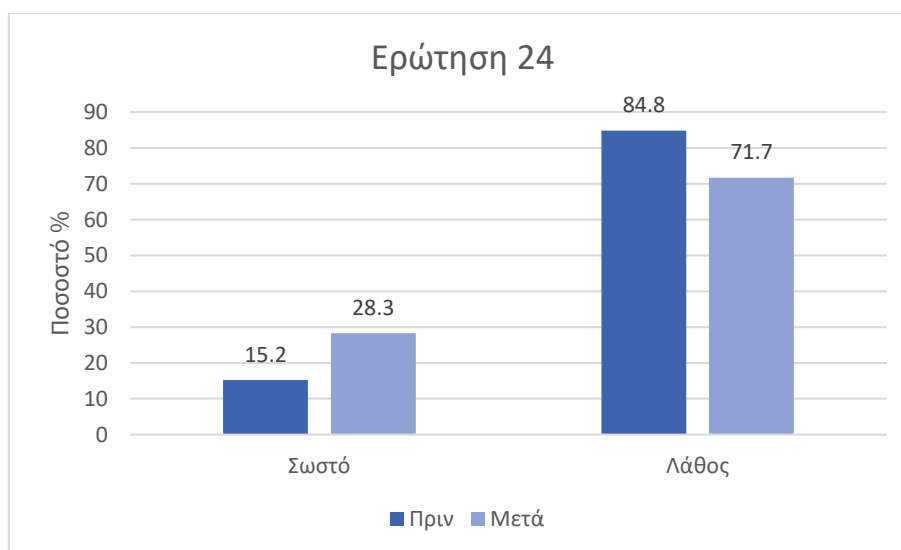


Ερώτηση 24: Ο Γιώργος παίρνει μερικές γρανίτες από την κατάψυξη, όπου τις είχε τοποθετήσει μια ημέρα πριν, και λέει σε όλους ότι τα ξυλάκια έχουν μεγαλύτερη θερμοκρασία από τη γρανίτα. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείτε;

Στη συγκεκριμένη ερώτηση, το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων είναι υψηλό σε αυτή ερώτηση και πιο συγκεκριμένα το ποσοστό αυτό πριν και μετά το μάθημα είναι 84,8% και 71,7% αντίστοιχα. Παρατηρούμε πως η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ είναι πως η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται σε ένα αντικείμενο εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του.



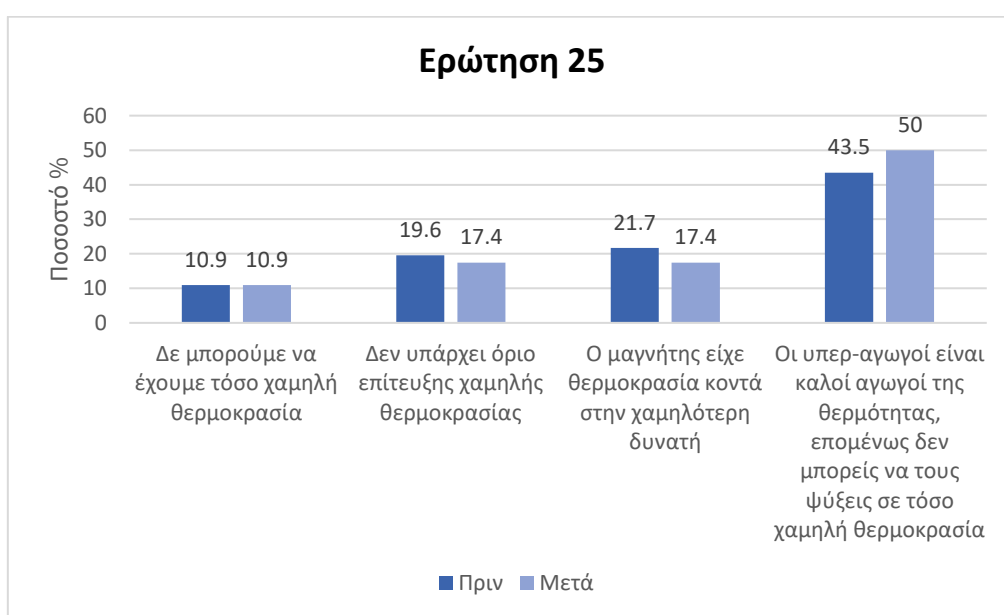
**Σχήμα 80:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 24



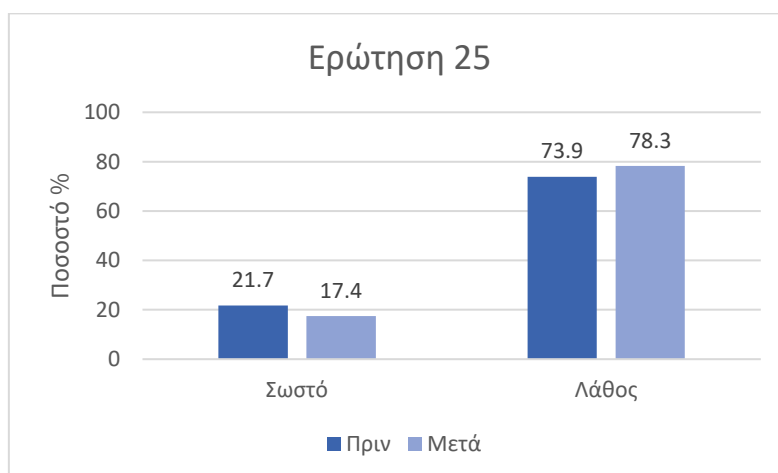
**Σχήμα 81:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 24

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, τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, παρατηρούμε πως η πλειοψηφία των φοιτητών απαντά λανθασμένα σε ποσοστά 73,9% και 78,3% αντίστοιχα πράγμα που σημαίνει πως οι λανθασμένες απαντήσεις αυξήθηκαν. Οι κυρίαρχες εναλλακτικές ιδέες εδώ είναι πως (α) δεν υπάρχει όριο στη χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί να επιτευχθεί και (β) τα αντικείμενα που γίνονται εύκολα θερμά δε γίνονται και εύκολα ψυχρά.



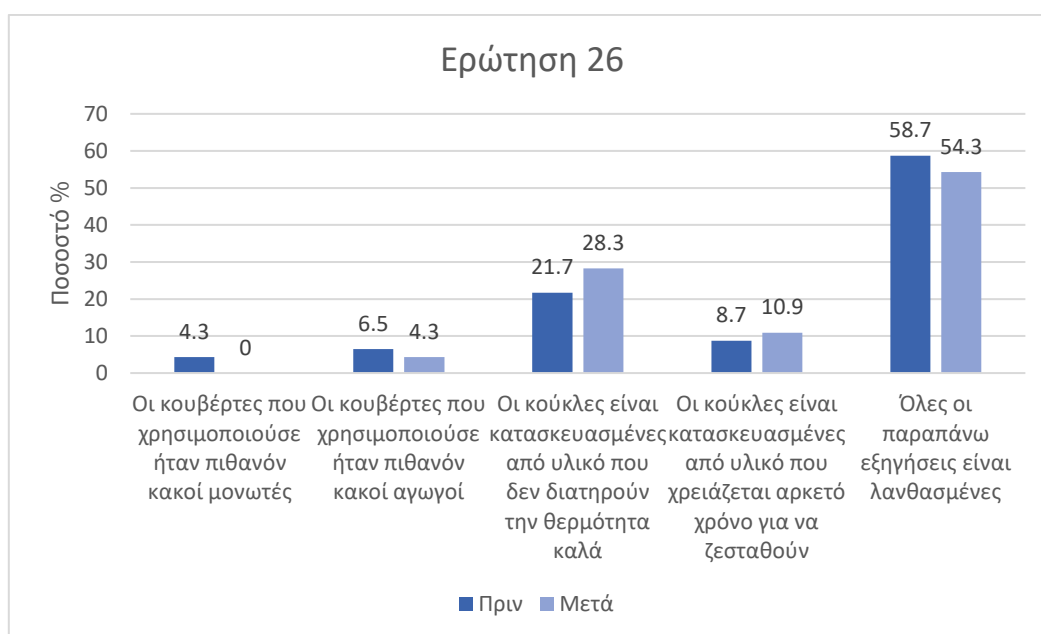
**Σχήμα 82:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 25



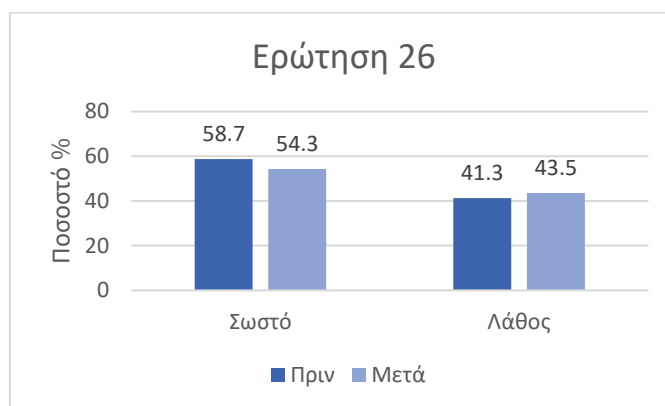
**Σχήμα 83:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 25

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 (58,7% πριν και 54,3% μετά το μάθημα) έχουν δώσει τη σωστή απάντηση και δεν υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση μετά το μάθημα. Η εναλλακτική ιδέα που εμφανίζεται εδώ έχει να κάνει με το ότι οι κάποιοι από τους φοιτητές θεωρούν πως οι κούκλες δε ζεσταίνονται καθώς το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένες παρουσιάζει αντίσταση κατά τη θέρμανση.



**Σχήμα 84:** Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 26



**Σχήμα 85:** Κατανομή των σωστών και λανθασμένων απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση 25

## 5.2 Στατιστικές αναλύσεις

### 5.2.1 Υπολογισμός βαθμολογίας των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο TCE

Σε πρώτο στάδιο, έγινε η κωδικοποίηση του ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια, έγινε επανακωδικοποίηση των μεταβλητών 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 στατιστικές ιδιότητες των 26 ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν σε πρώτη φάση έτσι ώστε να εντοπιστούν οι ερωτήσεις που θα αποκλείοντουσαν 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 τεστ 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 ή P-value) και (β) το δείκτη διακριτικότητας (discrimination index ή D-value).

Ο δείκτης δυσκολίας εκφράζει το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν σωστά στην εκάστοτε ερώτηση σε σχέση με το σύνολο των ερωτηθέντων και υπολογίζεται με βάση τον εξής τύπο (Ζέτου, Βερναδάκης, Πασπαλά και Κιουμουρτζόγλου, 2008):

Δείκτης Δυσκολίας =  $B/J \cdot 100\%$  όπου,

- B = αριθμός των συμμετεχόντων που απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις
- J = ο συνολικός αριθμός των συμμετεχόντων

Ο δείκτης δυσκολίας παίρνει τιμές από 0% έως 100% και οι αποδεκτές τιμές του κυμαίνονται ως εξής:  $30\% < P\text{-value} < 70\%$ . Οι ακραίες τιμές του δείκτη δυσκολίας δε βοηθούν στον προσδιορισμό του επιπέδου γνώσεων των ερωτηθέντων, καθώς υψηλές τιμές του δείκτη δυσκολίας σημαίνουν μικρό επίπεδο δυσκολίας (η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δίνει σωστή απάντηση), ενώ χαμηλές τιμές σημαίνουν μεγάλο επίπεδο δυσκολίας (η πλειοψηφία απαντά λανθασμένα).

Ο δείκτης διακριτικότητας εκφράζει την ικανότητα που έχει μια ερώτηση να διαχωρίζει τους συμμετέχοντες σε ένα τεστ σε κατηγορίες (π.χ. καλούς και αδύναμους φοιτητές) μέσω της διαφοροποίησης της απόδοσής τους. Εν ολίγοις, ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για να εντοπιστούν οι κατάλληλες ερωτήσεις που θα διακρίνουν τους καλούς από τους αδύναμους φοιτητές. Αρχικά, για να υπολογίσουμε το δείκτη αυτό ταξινομούμε τα συνολικά σκορ που έχουν επιτύχει οι φοιτητές σε φθίνουσα σειρά. Λαμβάνουμε το 27% των σκορ όλων των συμμετεχόντων, ξεκινώντας από εκείνο με το υψηλότερο σκορ και σταματώντας σε εκείνο που ολοκληρώνει το συγκεκριμένο ποσοστό σχηματίζοντας την ανώτερη ομάδα φοιτητών, που ονομάζεται και ομάδα Α. Αντίστοιχα, ξεκινάμε από το χαμηλότερο σκορ και ακολουθούμε την ίδια διαδικασία και για την κατώτερη ομάδα φοιτητών ή ομάδα Β και κάνουμε τον εξής υπολογισμό:

$$D=(O_A-O_B)/N \text{ όπου}$$

$O_A$ : ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στην εξεταζόμενη ερώτηση των  $N_A$  φοιτητών με τα υψηλότερα σκορ (ανώτερη ομάδα φοιτητών)

$O_B$ : ο αριθμός των σωστών απαντήσεων στην εξεταζόμενη ερώτηση των  $N_B$  φοιτητών με τα χαμηλότερα σκορ (κατώτερη ομάδα φοιτητών)

$N$ : το 27% επί του συνολικού αριθμού των φοιτητών που εξετάστηκαν

Οι περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν πως για να θεωρηθεί κατάλληλη μια ερώτηση θα πρέπει να έχει δείκτη διακριτικότητας άνω του 0,2. Οι ερωτήσεις που δεν πληρούν αυτό το κριτήριο και έχουν δείκτη διακριτικότητας κάτω του 0,2 ή ακόμα και αρνητικό δείκτη θα πρέπει να απορρίπτονται.

Με βάση τα παραπάνω, οι ερωτήσεις που κρίνονται ακατάλληλες και απορρίπτονται είναι οι εξής: 1, 4, 6, 8, 11, 12, 17, 18, 25 και 26.

### 5.2.2 Υπολογισμός βαθμολογίας των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο ΡΤΕΒΙ-Β

Στη συνέχεια, υπολογίζουμε το σκορ που πέτυχε ο κάθε φοιτητής στο τελικό ερωτηματολόγιο, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση ως εξής:

Αρχικά, έγινε η κωδικοποίηση της πενταβάθμιας κλίμακας Likert 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 αναστροφής της πολικότητας (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 PPTE), τόσο πριν (PPTEPRE και PTOEPRE) όσο και μετά (PPTEPOST και PTOEPOST) τη διδασκαλία του μαθήματος.

### 5.3 Συγκρίσεις ως προς τις βαθμολογίες πριν και μετά την παρέμβαση

Θέλουμε να βρούμε αν υπάρχουν διαφορές ως προς τις βαθμολογίες μετά τη διδακτική παρέμβαση. Συγκεκριμένα, θα δούμε εάν υπάρχουν διαφορές στο μέσο όρο της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή του σκορ μεταξύ αρχικής (pre) και τελικής μέτρησης (post). Θα χρησιμοποιήσουμε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon Signed-rank test για να ερευνηθεί εάν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά. Το συγκεκριμένο τεστ χρησιμοποιείται όταν το δείγμα δεν ακολουθεί κανονική κατανομή και είναι μικρό, κάτι που ισχύει στην περίπτωση μας.

Για το ερωτηματολόγιο PTEBI-B (υποκλίμακες PPTE και PTOE) μετά την εφαρμογή του Wilcoxon Signed-rank test προκύπτουν τα εξής:

*Πίνακας 1: Περιγραφική ανάλυση των σκορ για τις δύο υποκλίμακες του ερωτηματολογίου PTEBI-B*

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
PPTEPRE	45	48,2889	6,05889	29,00	65,00
PTOEPRE	45	39,0889	3,73450	30,00	50,00
PPTEPOST	45	50,8444	6,03383	34,00	63,00
PTOEPOST	45	39,2000	3,52007	33,00	48,00

Πίνακας 2: Αποτελέσματα ελέγχου του Wilcoxon

Ranks		N	Mean Rank	Sum of Ranks
PPTEPOST-PPTEPRE	Negative Ranks	9 <sup>a</sup>	13,50	121,50
	Positive Ranks	30 <sup>b</sup>	21,95	658,50
	Ties	5 <sup>c</sup>		
	Total	44		
PTOEPOST - PTOEPRE	Negative Ranks	20 <sup>d</sup>	17,10	342,00
	Positive Ranks	16 <sup>e</sup>	20,25	324,00
	Ties	8 <sup>f</sup>		
	Total	44		

a. PPTEPOST < PPTEPRE

b. PPTEPOST > PPTEPRE

c. PPTEPOST = PPTEPRE

d. PTOEPOST < PTOEPRE

e. PTOEPOST > PTOEPRE

f. PTOEPOST = PTOEPRE

Test Statistics<sup>a</sup>

	PPTEPOST - PPTEPRE	PTOEPOST - PTOEPRE
Z	-3,756 <sup>b</sup>	-,142 <sup>c</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,887

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Υποκλίμακα PSTE: Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $Z = -3.765$ ,  $p < .05$ ) όσον αφορά τα σκορ για την αυτοαποτελεσματικότητα. Παρατηρούμε ότι μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, ο μέσος όρος του σκορ των συμμετεχόντων ( $M = 50,84$ ) ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο πριν την παρέμβαση ( $M = 48,28$ ). Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διδακτική παρέμβαση που παρακολούθησαν οι συμμετέχοντες είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση των βαθμολογιών στην υποκλίμακα PPTE.

Υποκλίμακα ΡΤΟΕ: Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $Z = -0.142$ ,  $p > .05$ ) όσον αφορά τα σκορ για τα προσδοκώμενα αποτελέσματα (Πίνακας 2). Παρατηρούμε ότι μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης, ο μέσος όρος του σκορ των συμμετεχόντων ( $M=39,2$ ) δε διαφοροποιήθηκε ιδιαίτερα από τον αντίστοιχο πριν την παρέμβαση ( $M = 39,08$ ). Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η διδακτική παρέμβαση δεν είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του σκορ στην υποκλίμακα ΡΤΟΕ.

Για το ερωτηματολόγιο γνώσεων ΤCE, προκύπτουν τα εξής:

Πίνακας 3: Περιγραφική ανάλυση των σκορ για το ερωτηματολόγιο ΤCE

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
SCOREPREFINAL1	46	5,8478	3,20394	,00	13,00
SCOREPOSTFINAL1	43	7,5814	2,92145	3,00	14,00

Πίνακας 4: Αποτελέσματα ελέγχου του Wilcoxon

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
	Negative Ranks	9 <sup>a</sup>	17,06	153,50
SCOREPOSTFINAL1	- Positive Ranks	29 <sup>b</sup>	20,26	587,50
SCOREPREFINAL1	Ties	5 <sup>c</sup>		
	Total	43		

a. SCOREPOSTFINAL1 < SCOREPREFINAL1

b. SCOREPOSTFINAL1 > SCOREPREFINAL1

c. SCOREPOSTFINAL1 = SCOREPREFINAL1

Test Statistics<sup>a</sup>

	SCOREPOSTFI NAL1 - SCOREPREFI NAL1
Z	-3,165 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.



Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $Z = -3.165$ ,  $p < .05$ ) όσον αφορά τα σκορ για την αυτοαποτελεσματικότητα (Πίνακας 4). Παρατηρούμε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση, ο μέσος όρος της βαθμολογίας των συμμετεχόντων ( $M = 7,58$ ) ήταν μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο στην αρχική μέτρηση ( $M = 5,84$ ). Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που παρακολούθησαν οι συμμετέχοντες είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της βαθμολογίας τους.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας διερευνήθηκαν οι γνώσεις των φοιτητών για τις έννοιες θερμότητα-θερμοκρασία αλλά και τα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας τόσο πριν όσο και μετά από μια διδακτική παρέμβαση που υλοποιήθηκε εξ αποστάσεως κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19.

### **Σύνοψη των αποτελεσμάτων για τις γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τις έννοιες θερμότητα-θερμοκρασία**

Στο γενικό σύνολο των φοιτητών, παρατηρείται ότι το επίπεδο των γνώσεων σε σχέση με τις έννοιες θερμότητας-θερμοκρασίας κυμαίνεται σε μέτρια προς χαμηλά επίπεδα, παρόλο που υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα σκορ που πέτυχαν πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι πιθανοί λόγοι για τους οποίους το σκορ μετά την παρέμβαση παρέμεινε χαμηλό είναι ότι δεν έγινε ιδιαίτερη εμβάθυνση σε ερωτήσεις στην καθημερινότητα των φοιτητών ή ότι δεν υπήρξε αλληλεπίδραση και ανατροφοδότηση τόσο πριν όσο και μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Οι χαμηλές επιδόσεις μπορεί να σχετίζονται επίσης με τη βαρύτητα που δόθηκε στο πειραματικό μέρος και πιο συγκεκριμένα στην παρατήρηση και την ερμηνεία. Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι ισχυρές και δύσκολα ανατρέψιμες εναλλακτικές ιδέες. Τέλος ήταν δύσκολο να γνωρίζουμε το βαθμό στον οποίο συμμετείχε και συνέβαλε το κάθε μέλος της εκάστοτε ομάδας στην εκπόνηση των εργασιών που ήταν υποχρεωμένοι να υποβάλουν.

Η έρευνα ανέδειξε ένα ευρύ φάσμα από εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τις έννοιες αυτές. Ενδεικτικά, η θερμότητα και η θερμοκρασία δε μπορούν να διακριθούν από ένα σημαντικό ποσοστό φοιτητών. Οι φοιτητές κατά μεγάλο ποσοστό πιστεύουν ότι η θερμοκρασία μπορεί να μεταφερθεί από το ένα σώμα στο άλλο (Ερώτηση 13), η θερμότητα είναι ανάλογη της θερμοκρασίας (Ερώτηση 15), τα υλικά όπως το ξύλο έχουν την ικανότητα να θερμαίνουν τα αντικείμενα με τα οποία έρχονται σε επαφή (Ερώτηση 23) και οι όροι «ζεστό» και «κρύο» είναι δύο διαφορετικές οντότητες. Η ικανότητα των φοιτητών να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας και γενικά οι γνώσεις τους για τις θερμικές ιδιότητες των υλικών είναι

ζωτικής σημασίας προκειμένου να ανταποκριθούν σε αυτά τα θέματα με επιστημονικό τρόπο (Adadan & Yavuzkaya, 2018).

Τα αποτελέσματα που αφορούν το βρασμό έδειξαν ότι οι φοιτητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκειά του δεν παραμένει σταθερή (Ερώτηση 5). Επίσης πιστεύουν πως η θέρμανση έχει πάντα ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας (Ερώτηση 4) και πως η θερμοκρασία του βραστού νερού είναι πάντα οι 100°C (Ερώτηση 4). Ο λόγος για τον οποίο υπάρχει χαμηλό επίπεδο κατανόησης σχετικά με το βρασμό είναι ότι δε δίνεται η δέουσα έμφαση στα σχολικά προγράμματα σπουδών και επίσης πως υπάρχει περιορισμένη αναφορά σε παραδείγματα που εφαρμόζουν αυτές τις βασικές επιστημονικές αντιλήψεις για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία στην καθημερινή ζωή (Chu et al., 2012).

Οι ερωτήσεις που σχετίζονται με την πήξη και την τήξη έφεραν στην επιφάνεια δύο βασικές εναλλακτικές αντιλήψεις. Οι φοιτητές υποστηρίζουν ότι το νερό δε μπορεί να υπάρξει ως υγρό στους 0°C (Ερώτηση 2, Ερώτηση 3 και Ερώτηση 11) και ότι ο πάγος βρίσκεται πάντα στους 0°C ανεξάρτητα από τις εξωτερικές συνθήκες (Ερώτηση 1). Οι γνώσεις για τα φαινόμενα αυτά συνήθως δε βασίζονται στην αντίστοιχη παρατήρηση κατά την εκτέλεση πειραμάτων, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει στην ισχυροποίηση των λανθασμένων ιδεών (Adadan & Yavuzkaya, 2018).

Σχετικά με τη θερμική ισορροπία και τη θερμική αγωγιμότητα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φοιτητές θεωρούν ότι το ποσό της θερμότητας που περιέχει ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό από το οποίο έχει κατασκευαστεί (Ερώτηση 14 και Ερώτηση 24). Επίσης οι φοιτητές εξέφρασαν την αντίληψη ότι η θερμική ισορροπία είναι πιθανόν να συμβεί και δεν είναι αναγκαία. Επίσης πιστεύουν ότι τα αντικείμενα που έρχονται σε επαφή για κάποια χρονικό διάστημα δεν είναι απαραίτητο να αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία (Ερώτηση 18). Ένας τρόπος που μπορεί να οδηγήσει στην καλύτερη εννοιολογική κατανόηση της θερμικής αγωγιμότητας είναι μέσω της μικροσκοπικής της ερμηνείας (Stylos et al., 2021).

## **Σύνοψη των αποτελεσμάτων για την αυτοαποτελεσματικότητα των φοιτητών ως προς τη διδασκαλία της Φυσικής και των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων**

Το STEBI-B έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα αξιολογών ερευνών καθ' όλη τη διάρκεια της ύπαρξής του. Συγκεκριμένα, έχει χρησιμοποιηθεί ως βάση για συνεντεύξεις (Tosun, 2000), ως μέσο αξιολόγησης των πεποιθήσεων για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών σε σχέση με άλλες μεταβλητές (Serin και Bayraktar 2014) και ακόμη και ως ένας τρόπος αξιολόγησης των ολόκληρων εκπαιδευτικών προγραμμάτων για δασκάλους (Ginns et al. 1995). Ωστόσο, οι αναφορές στη βιβλιογραφία που αφορούν τη χρήση του STEBI-B σε παρεμβάσεις που βασίζονται στο πείραμα είναι ελάχιστες (Deehan, 2017).

Στην παρούσα εργασία το ερωτηματολόγιο PTEBI-B χρησιμοποιήθηκε μέσα σε ένα πειραματικό πλαίσιο και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα:

### *Αποτελέσματα σχετικά με την υποκλίμακα PPTe:*

Στο γενικό σύνολο των φοιτητών, παρατηρείται ότι το επίπεδο των γνώσεων σε σχέση με τα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας των φοιτητών κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα πιο συγκεκριμένα, η υποκλίμακα PPTe (που αναφέρεται στη πεποίθηση που έχουν οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί για την ικανότητά τους να επηρεάζουν θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών) βρίσκεται σε υψηλό επίπεδο τόσο πριν όσο και τη διδασκαλία και για την ακρίβεια παρατηρείται αύξηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά όσον αφορά την αυτοαποτελεσματικότητα για τη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι φοιτητές συμφωνούν περισσότερο με το ότι συνεχώς θα βρίσκουν τρόπους να διδάξουν Φυσική, με το ότι όταν ένας μαθητής δυσκολεύεται να κατανοήσει μια έννοια της Φυσικής, εκείνοι πάντα θα είναι σε διαδικασία αναζήτησης για το πως θα βοηθήσουν τον μαθητή να τη κατανοήσει καλύτερα και τέλος με το ότι καθώς θα διδάσκουν Φυσική πάντα θα είναι ευπρόσδεκτες οι ερωτήσεις των μαθητών.

### *Αποτελέσματα σχετικά με την υποκλίμακα PTOE:*

Με βάση τα δεδομένα, τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα κυμαίνονται σε μέτρια επίπεδα τόσο πριν όσο και μετά τη διδακτική παρέμβαση και δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά. Η υποκλίμακα PTOE αναφέρεται στη πεποίθηση των (υποψήφιων) εκπαιδευτικών για το αν η εκμάθηση των φυσικών επιστημών από μέρους

των μαθητών οφείλεται στην αποτελεσματική διδασκαλία, η οποία βρίσκεται και αυτή σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο πριν το μάθημα ενώ μετά τη διδασκαλία του εξαμηνιαίου μαθήματος συνεχίζει να βρίσκεται σε ενδιάμεσο επίπεδο. Τόσο πριν, όσο και μετά τη διδασκαλία του μαθήματος οι φοιτητές σε υψηλό επίπεδο συμφωνούν περισσότερο με το ότι τα κενά που έχει ένας μαθητής όσον αφορά τη Φυσική μπορούν να καλυφθούν από μια καλή διδασκαλία και με το ότι τα επιτεύγματα των μαθητών είναι άμεσα συνδεδεμένα με την αποτελεσματικότητα του δασκάλου στη διδασκαλία της. Επίσης συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με το ότι ο δάσκαλος είναι γενικά υπεύθυνος για τις επιδόσεις των μαθητών όσον αφορά τη Φυσική.

Τα σκορ που αφορούν την υποκλίμακα ΡΤΟΕ παρατηρούμε ότι είναι χαμηλότερα από τα αντίστοιχα της υποκλίμακας ΡΡΤΕ, κάτι που βρίσκεται σε συμφωνία με τη βιβλιογραφία (Deehan, 2017). Οι έρευνες στις οποίες συνέβη το αντίστροφο ήταν ελάχιστες (Bayraktar, 2011; Deehan, 2013). Ορισμένοι ερευνητές εκφράζουν αμφιβολίες τόσο για την εγκυρότητα όσο και για την αξιοπιστία της υποκλίμακας ΣΤΟΕ και προτείνουν την αφαίρεσή της από το εργαλείο (Andersen et al. 2004; Velthuis et al. 2014). Γενικά, η αξιοπιστία της υποκλίμακας ΣΤΟΕ είναι χαμηλότερη από την υποκλίμακα ΡΣΤΕ (Aydın & Boz 2010; Bleicher 2004; Deehan 2013; Enochs & Riggs 1990). Ωστόσο, οι Cannon Scharmann (1996) δε λαμβάνουν τόσο υπόψιν την αξιοπιστία της υποκλίμακας ΣΤΟΕ, ενώ παράλληλα υποστηρίζουν πως οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δεν έχουν πλήρη εικόνα για το επάγγελμα του εκπαιδευτικού γεγονός που επηρεάζει τις απαντήσεις τους όσον αφορά τη συγκεκριμένη υποκλίμακα.

## **Περιορισμοί -Μελλοντική Έρευνα**

Μετά την ολοκλήρωση της έρευνας, αξίζει να αναφερθούν οι περιορισμοί της έρευνας και οι μελλοντικές κατευθύνσεις. Βασικό περιορισμό της έρευνας αποτέλεσε το γεγονός η έρευνα πραγματοποιήθηκε μόνο με τη χρήση ερωτηματολογίου το οποίο μοιράστηκε ηλεκτρονικά λόγω της πανδημίας Covid-19 γεγονός που αποτελεί έναν επιπρόσθετο περιορισμό, καθώς δεν μπορεί να υπάρξει παρατήρηση των φοιτητών και των φοιτητριών. Ένας πιθανός συνδυασμός ερωτηματολογίου και συνεντεύξεων θα μπορούσε να δώσει πιο ακριβή αποτελέσματα όσον αφορά τη συμβολή ενός εξ αποστάσεως προγράμματος πειραματικών δραστηριοτήτων στις γνώσεις και την αυτοαποτελεσματικότητα των φοιτητών απέναντι στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Επίσης θα παρουσίαζε ερευνητικό ενδιαφέρον η διερεύνηση της συμβολής μιας δια ζώσης διδακτικής παρέμβασης στην αυτοαποτελεσματικότητα και τις γνώσεις των φοιτητών.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

### Ξένη βιβλιογραφία

- 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
- Aiello–Nicosia, M.L., & Sperandeo–Mineo, R.M. (2000). Educational reconstruction of physics content to be taught and of pre-service teacher training: a case study. *International Journal of Science Education*, 22(10), 1085-1097.
- Ajayi, A., Ayo, C. K., & Olamide, O. (2019). Mobile learning and accounting students' readiness in tertiary and professional institutions in Nigeria. *Cogent Arts & Humanities*, 6(1).
- Aktaş, M., Kurt, H., Aksu, O. & Ekici, G. (2013). Gender and experience as predictor of biology teachers' education process self-efficacy perception and perception of responsibility from student success. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(3), 37-47.
- Ally, M., & Prieto-Blázquez, J. (2014). Quin és el futur de l'aprenentatge mòbil en l'educació? *RUSC. Revista de Universitat Y Societat Del Conocimiento*, 11(1), 142. <https://doi.org/10.7238/rusc.v11i1.2033>
- Aloe, A. M., Shisler, S. M., Norris, B. D., Nickerson, A. B., & Rinker, T. W. (2014). A multivariate meta-analysis of student misbehavior and teacher burnout. *Educational Research Review*, 12, 30–44.
- 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.
- Arnold, M., & Millar, R. (1996). Learning the scientific “story”: A case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80(3), 249–281.

- Aydin, S. & Boz, Y. (2010). Pre-service elementary science teachers' science teaching efficacy beliefs and their sources. *Elementary Education Online*, 9(2), 694-704
- 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). Guide for constructing self-efficacy scales. In T. Urdan & F. Pajares (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (Vol. 5, pp. 307–337). Information Age Publishing.
- Bautista, N. U. (2011). Investigating the Use of Vicarious and Mastery Experiences in Influencing Early Childhood Education Majors' Self-Efficacy Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 333–349.
- Bayraktar, S. (2011). Turkish preservice primary school teachers' science teaching efficacy beliefs and attitudes toward science: The effect of a primary teacher education program. *School Science and Mathematics*, 111(3), 83–92. Bhattacharyya, S., Volk, T., & Lumpe, A. (2009). The i
- Benight, C. C., & Bandura, A. (2004). Social cognitive theory of posttraumatic recovery: the role of perceived self-efficacy. *Behaviour Research and Therapy*, 42(10), 1129–1148.
- Bleicher, R. E. (2004). Revisiting the STEBI-B: Measuring Self-Efficacy in Preservice Elementary Teachers. *School Science and Mathematics*, 104(8), 383–391.
- Britner, S. L., & Pajares, F. (2006). Sources of science self-efficacy beliefs of middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 485–499.
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B., & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat: Full report, Children's learning in science project*. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, UK.



- Bruce, N., Manber, R., Shapiro, S., & Constantino, M. (2010). "Psychotherapist mindfulness and the psychotherapy process": Correction to Bruce et al. (2010).. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 47(2), 168–168.
- 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
- Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y., & Hoy, A. W. (2012). Science teaching efficacy beliefs. In B. Fraser, K. Tobin, & M. C (Eds.), *Second international handbook of science education* (pp. 449–461). Springer International Handbooks of Education, Springer
- Cannon, J. R., & Scharmann, L. C. (1996). Influence of a cooperative early field experience on preservice elementary teachers' science self-efficacy. *Science Education*, 80(4), 419–436.
- 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.
- Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Borgogni, L., & Steca, P. (2003). Efficacy Beliefs as Determinants of Teachers' Job Satisfaction. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 821–832.
- Caprara, G. V., Barbaranelli, C., Steca, P., & Malone, P. S. (2006). Teachers' self-efficacy beliefs as determinants of job satisfaction and students' academic achievement: A study at the school level. *Journal of School Psychology*, 44(6), 473–490.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(2), 101–105.
- 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.

- Collie, R. J., Shapka, J. D., & Perry, N. E. (2012). School climate and social–emotional learning: Predicting teacher stress, job satisfaction, and teaching efficacy. *Journal of Educational Psychology, 104*(4), 1189–1204.
- Darling-Hammond, L. (2003). Keeping good teachers: Why it matters, what leaders can do. *Educational Leadership, 60* (8), 6-14.
- Deehan, M. (2013). How do I measure up? A longitudinal investigation of a cohort of Australian pre-service primary teachers' science experiences. Unpublished Honours Thesis. Charles Sturt University, Bathurst, 1–190
- 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.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *International Journal of Environmental & Science Education, 4*, 201–213.
- Dorph, R., Shields, P., Tiffany-Morales, J., Hartry, A., & McCaffrey, T. (2011). High hopes – Few opportunities: The status of elementary science education in California. The Center for the Future of Teaching and Learning at WestEd.
- Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (1985). Some features of children's ideas. In Driver, R., Guesne, E., and Tiberghien, A. (Eds.), *Children's Ideas in Science*, Open University Press, Philadelphia, pp. 193–201.
- Driver R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες* (Θ. Κρητικός, Μετ.). Αθήνα: Τροχαλία.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών* (Κοκκοτάς Β. Π., Μετ.). Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Duit, R., Niedderer, H., & Schecker, H. (2007). Teaching physics. In S. K. Abell, & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook on research on science education* (pp. 599–629). Routledge

- 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.
- Enochs, L. G., Smith, P. L., & Huinker, D. (2000). Establishing Factorial Validity of the Mathematics Teaching Efficacy Beliefs Instrument. *School Science and Mathematics*, 100(4), 194–202.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(2), 221–230.
- Feltz, D. L., & Mugno, D. A. (1983). A Replication of the Path Analysis of the Causal Elements in Bandura's Theory of Self-efficacy and the Influence of Autonomic Perception. *Journal of Sport Psychology*, 5(3), 263–277.
- Feltz, D. L., Short, S. E., & Sullivan, P. J. (2008). *Self-efficacy in sport: Research and strategies for working with athletes, teams and coaches*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Fetherstonhaugh, T., & Treagust, D. F. (1992). Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Science Education*, 76(6), 653–672.
- FIVES, H., HUEBNER, W., BIRNBAUM, A. S., & NICOLICH, M. (2014). Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students. *Science Education*, 98(4), 549–580.
- Garbett, D. (2011). Constructivism Deconstructed in Science Teacher Education. *Australian Journal of Teacher Education*, 36(6).
- 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.
- Gibson, S., & Dembo, M. H. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 569–582.

- Ginns, I. S., & Watters, J. J. (1995). An analysis of scientific understandings of preservice elementary teacher education students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 205–222.
- Gould, D., & Weiss, M. (1981). The Effects of Model Similarity and Model Talk on Self-efficacy and Muscular Endurance. *Journal of Sport Psychology*, 3(1), 17–29.
- 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.
- Grynyuk, S., Kovtun, O., Sultanova, L., Zheludenko, M., Zasluzhena, A., & Zaytseva, I. (2022). Distance Learning During the COVID-19 Pandemic: The Experience of Ukraine's Higher Education System. *Electronic Journal of E-Learning*, 20(3), pp242-256.
- Gunning, A. M., & Mensah, F. M. (2011). Preservice Elementary Teachers' Development of Self-Efficacy and Confidence to Teach Science: A Case Study. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2), 171–185.
- Guskey, T. R., & Passaro, P. D. (1994). Teacher Efficacy: A Study of Construct Dimensions. *American Educational Research Journal*, 31(3), 627–643.
- Hewson, M.G. and Hamlin, D. (1984), " The influence of intellectual environment on conceptions of heat", *European Journal of Science Education* 6(3): 245-62
- Jarrett, O. S. (1999). Science interest and confidence among preservice elementary teachers. *Journal of Elementary Science Education*, 11(1), 49–59.
- 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.
- Kiviet, A. M., & Mji, A. (2003). Sex Differences in Self-Efficacy Beliefs of Elementary Science Teachers. *Psychological Reports*, 92(1), 333–338.
- Klassen, R. M., & Tze, V. M. C. (2014). Teachers' self-efficacy, personality, and teaching effectiveness: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 12, 59–76. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2014.06.001>
- Klein, E. A., Richards, D., Cohn, A., Tummala, M., Lapham, R., Cosgrove, D., Chung, G., Clement, J., Gao, J., Hunkapiller, N., Jamshidi, A., Kurtzman, K. N., Seiden, M. V.,

- Swanton, C., & Liu, M. C. (2021). Clinical validation of a targeted methylation-based multi-cancer early detection test using an independent validation set. *Annals of Oncology*, 32(9), 1167–1177.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lewis, E. L. & Linn. M. C. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(6). 657-677.
- Lindgren, J., & Bleicher, R. E. (2005). Learning the Learning Cycle: The Differential Effect on Elementary Preservice Teachers. *School Science and Mathematics*, 105(2), 61–72.
- Luera, G. R., Otto, C. A., & Zitzewitz, P. W. (2006). Use of the Thermal Concept Evaluation to Focus Instruction. *The Physics Teacher*, 44(3), 162–166.
- Mashburn, A. J., Hamre, B. K., Downer, J. T., & Pianta, R. C. (2006). Teacher and Classroom Characteristics Associated with Teachers' Ratings of Prekindergartners' Relationships and Behaviors. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24(4), 367–380.
- Maskill, R., Cachapuz, A. F. C. and Koulaidis, V. (1997). Young pupil's ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries. *International Journal of Science Education*, 19(6), 631-645.
- M. Aurah, C., & J. McConnell, T. (2014). Comparative Study on Pre-Service Science Teachers' Self-Efficacy Beliefs of Teaching in Kenya and the United States of America; USA. *American Journal of Educational Research*, 2(4), 233–239.
- 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.
- Mintzes, J. J., Marcum, B., Messerschmidt-Yates, C., & Mark, A. (2013). Enhancing Self-Efficacy in Elementary Science Teaching With Professional Learning Communities. *Journal of Science Teacher Education*, 24(7), 1201–1218.

- 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).
- Morrell, P. D., & Carroll, J. B. (2003). An Extended Examination of Preservice Elementary Teachers' Science Teaching Self-Efficacy. *School Science and Mathematics*, 103(5), 246–251.
- 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.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2001). Teacher induction and elementary science teaching: enhancing self-efficacy. *Teaching and Teacher Education*, 17(2), 243–261.
- Mulholland, J., Dorman, J. P., & Odgers, B. M. (2004). Assessment of Science Teaching Efficacy of Preservice Teachers in an Australian University. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 313–331.
- Ng, W.-L. 2011. A study of Singapore female primary teachers selfefficacy for teaching science [Ph.D. dissertation]. Durham, England: Durham University. p. 205.
- OECD (2017), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition, PISA, Paris: OECD Publishing.
- OECD (2019a), PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, PISA, Paris: OECD Publishing,
- Olson, S., & Labov, J. (2009). Nurturing and sustaining effective programs in science education for grades K-8. The national Academies Press.
- Palmer, D. (2006a). Sources of self-efficacy in a science methods course for primary teacher education students. *Research in Science Education*, 36(4), 337–353.
- Palmer, D. (2006b). Durability of changes in self-efficacy of preservice primary teachers. *International Journal of Science Education*, 28(6), 655–671.
- Pell, A., & Jarvis, T. (2003). Developing attitude to science education scales for use with primary teachers. *International Journal of Science Education*, 25(10), 1273–1295.

- Ramey-Gassert, L., Shroyer, M. G., & Staver, J. R. (1996). A qualitative study of factors influencing science teaching self-efficacy of elementary level teachers. *Science Education, 80*, 283–315.
- Riggs, I. M. (1991). Gender differences in elementary Science teacher self-efficacy [Paper presentation]. The Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, Illinois.
- Sangster, A., Stoner, G., & Flood, B. (2020). Insights into accounting education in a COVID-19 world. *Accounting Education, 29*(5), 1–132.
- Schoon, K. J., & Boone, W. J. (1998). Self-efficacy and alternative conceptions of science of preservice elementary teachers. *Science Education, 82*, 553 – 568.
- Schunk, D. H. (1989). Self-efficacy and achievement behaviors. *Educational Psychology Review, 1*(3), 173–208.
- Schunk, D. H., & Pajares, F. (2009). Self-Efficacy Theory. In *Handbook of motivation at school* (pp. 49-68). Routledge.
- Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2008). *Motivation in education : theory, research, and applications*. Merrill.
- Serin, K., & Bayraktar, Ş. (2014). Pre-service classroom teachers' science teaching efficacy beliefs and their locus of control status. In *Conference proceedings. New perspectives in science education* (p. 319). *libreriauniversitaria. it Edizioni*.
- Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education, 64*(5), 679–692.
- Stylianidou, F. (1997). Children's learning about energy and processes of change. *School science Review, 79* (286), 91-97.
- 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.
- Taber, K. S. (2009). *Progressing Science Education: Constructing the scientific research programme into the contingent nature of learning science*. Dordrecht: Springer.

- Tekkaya, C., Cakiroglu, J., & Ozkan, O. (2004). Turkish pre-service science teachers' understanding of science and their confidence in teaching it. *Journal of Education for Teaching, 30*(1), 57–68.
- Thoonen, E. E. J., Slegers, P. J. C., Oort, F. J., Peetsma, T. T. D., & Geijsel, F. P. (2011). How to Improve Teaching Practices. *Educational Administration Quarterly, 47*(3), 496–536.
- Tiberghien, G. (1980). Rappel et reconnaissance: les processus d'encodage et de recherche. *L'année Psychologique, 80*(2), 501–521.
- Tosun, C. (2000). Limits to community participation in the tourism development process in developing countries. *Tourism Management, 21*(6), 613–633.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2001). Teacher efficacy: capturing an elusive construct. *Teaching and Teacher Education, 17*(7), 783–805.
- Tschannen-Moran, M., & Hoy, A. W. (2007). The differential antecedents of self-efficacy beliefs of novice and experienced teachers. *Teaching and Teacher Education, 23*(6), 944–956.
- Tschannen-Moran, M., Hoy, A. W., & Hoy, W. K. (1998). Teacher Efficacy: Its Meaning and Measure. *Review of Educational Research, 68*(2), 202–248.
- 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.
- Van Roon, P. H., van Sprang, H. F., & Verdonk, A. H. (1994). “Work” and “Heat”: on a road towards thermodynamics. *International Journal of Science Education, 16*(2), 131–144.
- Vygotsky, L. S. (2011). The Dynamics of the Schoolchild's Mental Development in Relation to Teaching and Learning. *Journal of Cognitive Education and Psychology, 10*(2), 198–211.
- Wiser, M. (1986). The differentiation of heat and temperature: *An evaluation of the effect of microcomputer teaching on students' misconceptions*. Technical report. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education.



Yilmaz-Tuzun, O. (2008). Preservice Elementary Teachers' Beliefs About Science Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 19(2), 183–204.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

- Γκόλια, Α. (2014). Μετασχηματιστική ηγεσία και επαγγελματική ικανοποίηση εκπαιδευτικών: ο ρόλος της αυτό-αποτελεσματικότητας (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας).
- Ευαγγέλλου, Χ., & Κώτσης, Θ.Κ. (2015). Σενάριο διδασκαλίας για το φαινόμενο του βρασμού του νερού με τη χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Σ.Ε.Π. σε μαθητές Ε΄ και Στ΄ τάξης δημοτικού σχολείου. *Επετηρίδα ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*, Vol.26, 58-85.
- Ζέτου, Ε., Βερναδάκης, Ν., Πασπαλά, Ο., Κιουμουρτζόγλου, Ε. (2008). Έλεγχος της αξιοπιστίας και εγκυρότητας ενός εργαλείου αξιολόγησης των γνωστικών στοιχείων στην Πετοσφαίριση. *Φυσική αγωγή - Αθλητισμός – Υγεία*. Τεύχος 22-23, 109-129.
- Καρανίκας, Ι. (1996). *Μελέτη των προβλημάτων της Διδασκαλίας των θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των θερμικών φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές τους ΠΤΔΕ* (Διδακτορική διατριβή). Διαθέσιμο από: Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών.
- Καρύδας, Α., & Κουμαράς, Π., (2002). Διεθνείς τάσεις στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών στην προοπτική του Επιστημονικού και Τεχνολογικού Αλφαριθμητισμού. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 126, 103-118.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών - Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών* (3η έκδοση βελτιωμένη). Αθήνα: Γρηγόρη.
- Κοτσίνας Γ. και Κώτσης Κ.Θ.,(2011), Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σε έννοιες της θερμότητας, στο «Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες», Παπαγεωργίου, Γ. & Κουντουριώτης, Γ. (επ), Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση Αλεξανδρούπολη 542-550.

- Κουλλαπή, Κ., & Λύρα, Ό. (2020). Η αυτοαποτελεσματικότητα και η συλλογική αποτελεσματικότητα των δασκάλων της Κύπρου σε τάξεις συνεκπαίδευσης με μαθητές στο φάσμα του αυτισμού. *Preschool and Primary Education*, 8(1), 31.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα. *Επιθεώρηση της Φυσικής*, 31, 58-71.
- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β., (2002). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα και θερμοκρασία. Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Μιχαηλίδης (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο*. 9-11 Μαΐου 2002: Πρακτικά (σ. 316-324). Ρέθυμνο.
- Σκουμιός, Μ. (2012). *Αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών και διδακτική τους αντιμετώπιση, Σημειώσεις*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Στύλος, Γ., & Κώτσης, Κ. (2016). Αντιλήψεις Εκπαιδευτικών για τα Σχολικά Εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο. Στο Μ., Σκουμιός & Χ., Σκουμπουρδή (Επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Το εκπαιδευτικό υλικό στα Μαθηματικά και το εκπαιδευτικό υλικό στις Φυσικές Επιστήμες: μοναχικές πορείες ή αλληλεπιδράσεις;»*, 495-505. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος, 14-16 Οκτωβρίου 2016.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **Ερωτηματολόγιο Έρευνας**

**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

**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΕ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ**

**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 θερμοόμετρο στην πορτοκαλάδα που βρίσκεται στο αλουμινένιο τενεκεδάκι**

- 1 Έχουν και τα δύο μικρότερη θερμοκρασία από  $7^{\circ}\text{C}$
- 2 Έχουν και τα δύο την ίδια θερμοκρασία,  $7^{\circ}\text{C}$
- 3 Έχουν και τα δύο μεγαλύτερη θερμοκρασία από  $7^{\circ}\text{C}$
- 4 Η θερμοκρασία της πορτοκαλάδας είναι  $7^{\circ}\text{C}$ , αλλά του μπουκαλιού μεγαλύτερη από  $7^{\circ}\text{C}$
- 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  $0^{\circ}\text{C}$ , 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  $0^{\circ}\text{C}$ .

**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 κρύνουν 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 ζέστη 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 διαβάσει 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 μεταφέρεται μακριά

4 Είναι ελαφρώς ψυχρότερος σε σχέση με το δέρμα εξαιτίας της εξατμίσεως και έτσι η θερμότητα μεταφέρεται

**Q22. Όταν ο Δημήτρης χρησιμοποιεί μια τρόμπα για να φουσκώσει τα λάστιχα του ποδήλατού 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 δε 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.

## **Ερωτηματολόγιο ΡΤΕΒΙ**

**Q1. 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

**Q2. Θα αναζητώ διαρκώς αποτελεσματικότερους τρόπους να διδάσκω τις έννοιες της Φυσικής.**

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

**Q3. 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

**Q4. 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

**Q5. 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

**Q6. Δε 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

**Q7. 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

**Q8. Σε γενικές γραμμές δε θα διδάσκω αποτελεσματικά τη Φυσική.**

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

**Q9. 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

**Q10. 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

**Q11. 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

**Q12. 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

**QF13. 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

**Q14. 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

**Q15. 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

**Q16. 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

**Q17. Θα δυσκολεύομαι να εξηγήσω στους μαθητές τη σύνδεση του πειράματος με τη διδασκόμενη έννοια.**

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

**Q18. 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

**Q19. Αναρωτιέμαι εάν έχω τις απαραίτητες δεξιότητες για να διδάξω Φυσική.**

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

**Q20. 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

**Q21. Όταν ένας μαθητής θα έχει δυσκολία στην κατανόηση μιας έννοιας της Φυσικής, θεωρώ πως δε θα μπορώ να τον βοηθήσω, ώστε να την καταλάβει καλύτερα.**

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

**Q22. 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

**Q23. 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

.