



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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
**«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ARDUINO ΜΕ**  
**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ**  
**ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ**

**ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ ΖΙΑΚΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΙΩΑΝΝΙΝΑ**

**2026**



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

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**  
**«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ARDUINO ΜΕ**  
**ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΙΣ ΣΤΑΣΕΙΣ**  
**ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΣΤΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ**

ΖΑΧΑΡΟΥΛΑ ΖΙΑΚΑ

Μέλη τριμελούς εξεταστικής επιτροπής

Γεωργόπουλος Κωνσταντίνος, Μέλος ΕΔΙΠ, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,  
Σχολή Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων

Στύλος Γεώργιος, Μέλος ΕΔΙΠ, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή  
Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Κώτσης Κωνσταντίνος, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Σχολή  
Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

ΙΩΑΝΝΙΝΑ

2026

3



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών «Διδακτική και τεχνολογίες μάθησης Φυσικών Επιστημών», του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωση της.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, κ. Κωνσταντίνο Γεωργόπουλο, Μέλος ΕΔΙΠ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναλαμβάνοντας την επίβλεψη της παρούσας εργασίας, τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε, τις καθοριστικές συμβουλές, την πολύτιμη υποστήριξη του αλλά και την άψογη συνεργασία μας, με στόχο την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Κωνσταντίνο Κώτση, Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και Διευθυντή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών», για τη συμμετοχή τους στην τριμελή εξεταστική επιτροπή, τον χρόνο που αφιέρωσε να τη διαβάσει και να αξιολογήσει την παρούσα εργασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Στύλο, μέλος ΕΔΙΠ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων για την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές, την βοήθεια και την συνεργασία που είχαμε για την συγγραφή και ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Βασίλειο Νούση, καθηγητή Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και υπεύθυνο ΕΚΦΕ Θεσπρωτίας, για την καθοδήγηση, τις πολύτιμες συμβουλές και το χρόνο του για τη βοήθεια εξοικείωσης με τη πλατφόρμα του Arduino.



# Ενότητα 1<sup>η</sup>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη διερευνά τις στάσεις και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη χρήση του Arduino ως εκπαιδευτικού εργαλείου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Σκοπός της έρευνας ήταν να μελετηθεί η εφαρμογή της τεχνολογίας με απλά πειράματα στη διδασκαλία της Φυσικής, και να εξεταστεί η αποδοχής της και οι παράγοντες που επηρεάζουν την ενσωμάτωσή της στη διδακτική πρακτική. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις για την καταγραφή διαστάσεων όπως η παιδαγωγική αξία, η εμπλοκή, η κοινωνική διάσταση, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η πρόθεση χρήσης. Επιπλέον στην έρευνα εφαρμόστηκε διδακτική παρέμβαση προκειμένου να εξεταστεί η μεταβολή των στάσεων πριν και μετά την παρέμβαση.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής. Εφαρμόστηκαν μη παραμετρικές δοκιμασίες για τη διερεύνηση διαφορών και σχέσεων μεταξύ μεταβλητών, καθώς και έλεγχοι πριν και μετά την παρέμβαση για την αποτίμηση της επίδρασής της. Τα αποτελέσματα γενικά ανέδειξαν θετικές στάσεις απέναντι στη χρήση της τεχνολογίας, καθώς και στατιστικά σημαντικές βελτιώσεις σε επιμέρους διαστάσεις μετά την παρέμβαση. Παράλληλα, διαπιστώθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας, εμπλοκής και πρόθεσης χρήσης.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η εμπλοκή των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε βιωματικές δραστηριότητες με τη χρήση του συστήματος Arduino μπορεί να ενισχύσει την αποδοχή της τεχνολογίας και να υποστηρίξει την ουσιαστική ενσωμάτωσή της στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

**Λέξεις κλειδιά:** Arduino, Στάσεις μελλοντικών εκπαιδευτικών, Φυσικές Επιστήμες, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Τεχνολογίες μάθησης.



## **ABSTRACT**

### **The effect of implementing the Arduino system with experimental Physics activities on the attitudes of future Primary Education teachers towards Learning Technologies.**

**ZACHAROULA ZIACA**

*Department of Primary Education, School of Education, University of Ioannina, Greece*

The present study investigates the attitudes and perceptions of pre-service Primary Education teachers with the use of Arduino as an educational tool in Science teaching. The aim of the study was to examine the application of this technology through simple experiments in Physics instruction and to examine its acceptance and the factors that influence the intention to integrate it into teaching practice. Data were collected through questionnaires and interviews measuring dimensions such as pedagogical value, engagement, social interaction, perceived usefulness and intention to use in order to examine changes in participants' attitudes before and after the intervention.

Data analysis was conducted using descriptive and inferential statistical methods. Non-parametric tests were applied to explore relationships among variables and differences across demographic groups, while pre–post comparisons were used to evaluate the impact of the intervention. The findings generally revealed positive attitudes toward the use of technology and statistically significant improvements in selected dimensions following the intervention. Moreover, significant associations were identified among perceived usefulness, engagement, and intention to use.

The results suggest that experiential engagement with Arduino system can enhance pre-service teachers' acceptance of educational technologies and support their meaningful integration into Science teaching.

**Key words:** Arduino, Pre-service teachers' attitudes, Science education, Learning technologies, Primary education.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## Ενότητα 1<sup>η</sup>:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	7
ABSTRACT .....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	19

## Ενότητα 2<sup>η</sup>: Εισαγωγή στο Arduino

2.1 Τι είναι το Arduino; .....	22
2.2 Προγραμματισμός του Arduino .....	24
2.3 Είδη Πλακετών του Arduino.....	25
2.3.1 Arduino UNO .....	25
2.3.2 Arduino Nano .....	22
2.3.3 Arduino Mega 2560 .....	22
2.3.4 ESP8266/ESP32 .....	22
2.3.4 Arduino MKR, Nano ESP32 και Giga R1 WiFi .....	22
2.4 Εφαρμογές του Arduino .....	29
2.4.1 Εφαρμογές στη Φυσική και στις Φυσικές Επιστήμες .....	29
2.4.2 Εφαρμογές στην Εκπαίδευση.....	29
2.4.3 Πολυαισθητηριακές και Διεπιστημονικές Εφαρμογές.....	30
2.4.4 Εφαρμογές Internet of Things (IoT).....	30
2.5 Εφαρμογές του Arduino στην Εκπαίδευση.....	30
2.5.1 Δια ζώσης Εκπαίδευση .....	30
2.5.2 Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση.....	31
2.6 Παιδαγωγική Αξία του Arduino .....	31
2.6.1 Ενεργητική και Βιωματική Μάθηση .....	32
2.6.2 Ανάπτυξη Υπολογιστικής και Κριτικής Σκέψης .....	32
2.6.3 Ενίσχυση της Δημιουργικότητας και της Συνεργασίας .....	32

2.6.4 Διαφοροποιημένη Μάθηση και Ένταξη .....	33
2.6.5 Ολιστική και Διεπιστημονική Προσέγγιση .....	33
<b>2.7 Εκπαιδευτικά Οφέλη από τη Χρήση του Arduino.....</b>	<b>33</b>
2.7.1 Ανάπτυξη Δεξιοτήτων STEM.....	34
2.7.2 Ενίσχυση της Υπολογιστικής Σκέψης .....	34
2.7.3 Καλλιέργεια Δημιουργικότητας και Καινοτομίας .....	34
2.7.4 Συνεργατική και Κοινωνική Μάθηση .....	34
2.7.5 Αυτορρυθμιζόμενη και Διαφοροποιημένη Μάθηση.....	35
2.7.6 Ενίσχυση του ψηφιακού και επιστημονικού εγγραμματισμού .....	35
<b>2.8 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Arduino.....</b>	<b>35</b>
2.8.1 Πλεονεκτήματα.....	35
2.8.2 Μειονεκτήματα και Περιορισμοί .....	37

### **Ενότητα 3<sup>η</sup>: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση**

<b>3.1 Ανάλυση Πειραμάτων με Χρήση Arduino στις Φυσικές Επιστήμες .....</b>	<b>39</b>
3.1.1 Χρήση Arduino σε Πειράματα Μηχανικής .....	39
3.1.2 Χρήση Arduino σε Πειράματα Θερμότητας.....	41
3.1.3 Χρήση Arduino σε Πειράματα Ηλεκτρισμού και Ηλεκτρομαγνητισμού .....	43
3.1.4 Χρήση Arduino σε Πειράματα Οπτικής.....	44
3.1.5 Χρήση Arduino σε Πειράματα Ήχου .....	46
3.1.6 Χρήση Arduino σε Πειράματα Ρευστομηχανικής .....	47
<b>3.2 Εκπαιδευτική Αξιοποίηση του Arduino: Βαθμίδες Εκπαίδευσης, Αντιλήψεις και Παιδαγωγικές Διαστάσεις .....</b>	<b>47</b>
3.2.1 Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση .....	47
3.2.2 Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	48
3.2.3 Τριτοβάθμια Εκπαίδευση .....	49
3.2.4 Αντιλήψεις και Στάσεις Μαθητών .....	50
3.2.5 Αντιλήψεις, Στάσεις και Επιμόρφωση Εκπαιδευτικών .....	50

3.2.6 Άλλες Παιδαγωγικές και Κοινωνικο-τεχνολογικές Διαστάσεις.....	50
<b>Ενότητα 4<sup>η</sup>: Μεθοδολογία</b>	
4.1 Σκοπός της Έρευνας και Ερευνητικά Ερωτήματα .....	52
4.2 Δείγμα-Διαδικασία Έρευνας.....	52
4.3 Ερευνητικά Εργαλεία.....	54
4.4 Στατιστικές Αναλύσεις .....	59
<b>Ενότητα 5<sup>η</sup>: Ανάλυση</b>	
5.1 Περιγραφική Στατιστική.....	60
5.1.1 Δημογραφικά Στοιχεία.....	60
5.1.2 Απαντήσεις Φοιτητών στο 1 <sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη Χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση.....	60
5.1.3 Απαντήσεις Φοιτητών στο 2 <sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη Χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση.....	73
5.1.4 Απαντήσεις Φοιτητών στο Ερωτηματολόγιο για τις Στάσεις Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες Πριν και Μετά την Παρέμβαση .....	87
5.2 Στατιστικοί Έλεγχοι.....	104
5.2.1 Στατιστική Ανάλυση 1 <sup>ου</sup> Ερωτηματολογίου για τη χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση.....	29
5.2.2 Στατιστική Ανάλυση 2 <sup>ου</sup> Ερωτηματολογίου για τη Χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση.....	106
5.2.3 Συσχετίσεις Ανάμεσα στα δυο Ερωτηματολόγια Σχετικά με τη Χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση .....	108
5.2.4 Στατιστική Ανάλυση του Ερωτηματολογίου για τις Στάσεις και τις Αντιλήψεις Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες Πριν και Μετά την Παρέμβαση .....	109
5.3 Ποιοτική Ανάλυση Δεδομένων.....	112
5.3.1 Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων .....	112
5.3.2 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων.....	113
5.3.3 Διαδικασία Κωδικοποίησης και Ανάδυσης Θεμάτων.....	113

5.3.4 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Ανάλυσης .....	115
5.3.5 Ηθικές Διαστάσεις της Έρευνας .....	115
5.3.6 Ανάλυση των Parent Codes.....	115
<b>Ενότητα 6<sup>η</sup>:</b>	
6.1 Συζήτηση.....	134
6.2 Συμπεράσματα.....	138
6.3 Περιορισμοί και Μελλοντική Έρευνα .....	139
<b>Ενότητα 7<sup>η</sup>:</b>	
Βιβλιογραφία .....	141
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	146
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	167

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

**Σχήμα 1:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q01.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 2:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q02.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 3:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q03.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 4:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q04.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 5:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q05.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 6:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q06.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 7:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q07.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 8:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q08.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 9:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q09.....**Σφάλμα!**

**Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 10:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q10.....**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 11:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q11.....**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 12:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q12.....**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**

**Σχήμα 13:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q13.....68

**Σχήμα 14:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q14.....69

**Σχήμα 15:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q15.....69

**Σχήμα 16:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q16.....70

**Σχήμα 17:**Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q17.....**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.**



Σχήμα 35:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q14.....	82
Σχήμα 36:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q15.....	83
Σχήμα 37:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q16.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 38:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q17.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 39:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q18.....	85
Σχήμα 40:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q19.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 41:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q20.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 42:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2_Q21.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 43:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q01.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 44:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q02.....	88
Σχήμα 45:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q03.....	89
Σχήμα 46:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q04.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 47:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q05.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 48:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q06.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 49:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q07.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 50:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q08.....	92
Σχήμα 51:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q09.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 52:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q10.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>
Σχήμα 53:Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q11.....	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>

<b>Σχήμα 54:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q12.....	<b>Σφάλμα!</b>
<b>Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>	
<b>Σχήμα 55:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q13.....	96
<b>Σχήμα 56:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q14.....	<b>Σφάλμα!</b>
<b>Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>	
<b>Σχήμα 57:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q15.....	97
<b>Σχήμα 58:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q16.....	98
<b>Σχήμα 59:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q17.....	98
<b>Σχήμα 60:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q18	<b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b> 99
<b>Σχήμα 61:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q19.....	100
<b>Σχήμα 62:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q20.....	100
<b>Σχήμα 63:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q21.....	101
<b>Σχήμα 64:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q22.....	102
<b>Σχήμα 65:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q23.....	102
<b>Σχήμα 66:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q24.....	103
<b>Σχήμα 67:</b> Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q25.....	104

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

<b>Πίνακας 1:</b> Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης.....	116
<b>Πίνακας 2:</b> Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση.....	118
<b>Πίνακας 3:</b> Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα.....	120
<b>Πίνακας 4:</b> Υποθέματα σχετικά με τη Κοινωνικοποίηση και τη Συνεργατική Μάθηση.....	121
<b>Πίνακας 5:</b> Υποθέματα σχετικά με την Καταλληλότητα του Arduino στην Εκπαίδευση.....	123
<b>Πίνακας 6:</b> Υποθέματα σχετικά με τις Στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες.....	124
<b>Πίνακας 7:</b> Υποθέματα σχετικά με τη Στάση ως προς τη Χρήση.....	126
<b>Πίνακας 8:</b> Υποθέματα σχετικά με τον Τεχνολογικό Εγγραματισμό.....	128
<b>Πίνακας 9:</b> Υποθέματα σχετικά με την Εξάρτηση Χρήσης από τις Ανάγκες των Μαθητών...	129
<b>Πίνακας 10:</b> Υποθέματα σχετικά με τη Θέση στη Γενική Εκπαίδευση.....	131

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών αποτελεί μία από τις σημαντικότερες σύγχρονες προκλήσεις της εκπαιδευτικής πράξης. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση καινοτόμων εργαλείων ανοικτού κώδικα, όπως το Arduino, έχει αναδειχθεί ως ιδιαίτερα αποτελεσματική προσέγγιση για την ενίσχυση της διερευνητικής και βιωματικής μάθησης, καθώς δίνει τη δυνατότητα στη διδασκαλία να συνδεθεί η θεωρητική γνώση με την πειραματική εφαρμογή μέσω μετρήσεων πραγματικού χρόνου και ενεργητικής εμπλοκής των μαθητών. Η επιτυχής ενσωμάτωση των τεχνολογικών εργαλείων στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τεχνικές ή παιδαγωγικές δυνατότητες των ίδιων των εργαλείων, αλλά σε μεγάλο βαθμό από τις στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών που καλούνται να τα αξιοποιήσουν. Στο πλαίσιο αυτό, καθίσταται αναγκαία η συστηματική διερεύνηση των στάσεων και αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η εργασία μελετά την επίδραση της εφαρμογής του συστήματος Arduino, μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων Φυσικής, στις στάσεις και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης απέναντι στις τεχνολογίες μάθησης, διερευνώντας παράλληλα τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή και την πρόθεση ενσωμάτωσής του στη διδακτική πρακτική.

Αποτελείται από τις ακόλουθες ενότητες:

1<sup>η</sup> Ενότητα: Περίληψη και Εισαγωγή, όπου παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας, αναδεικνύεται η σημασία της ενσωμάτωσης των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα διερεύνησης των στάσεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση του Arduino ως εκπαιδευτικού εργαλείου.

2<sup>η</sup> Ενότητα: Εισαγωγή στο Arduino, όπου περιγράφεται η πλατφόρμα ως εργαλείο ανοικτού κώδικα, οι βασικές τεχνικές και προγραμματιστικές του δυνατότητες, καθώς και η εκπαιδευτική του αξία στη σύνδεση θεωρίας και πειραματικής διερεύνησης.

3<sup>η</sup> Ενότητα: Βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου παρουσιάζονται ερευνητικά ευρήματα σχετικά με την αξιοποίηση του Arduino σε πειράματα Φυσικών Επιστημών, όπως στη μηχανική και τη θερμότητα, καθώς και η συμβολή του στη διερευνητική μάθηση και στην κατανόηση φυσικών φαινομένων.

4<sup>η</sup> Ενότητα: Μεθοδολογία, όπου περιγράφονται ο σκοπός της έρευνας, τα ερευνητικά ερωτήματα, το δείγμα των συμμετεχόντων, η διαδικασία της διδακτικής παρέμβασης με πειραματικές δραστηριότητες και τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων.

5<sup>η</sup> Ενότητα: Ανάλυση, όπου παρουσιάζονται τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων και αναλύονται τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις μέσω περιγραφικής και επαγωγικής στατιστικής.

6<sup>η</sup> Ενότητα: Συζήτηση, Συμπεράσματα και Περιορισμοί, όπου ερμηνεύονται τα ευρήματα της έρευνας, αναδεικνύεται η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης στις στάσεις των συμμετεχόντων και εξετάζονται οι περιορισμοί της μελέτης.

7<sup>η</sup> Ενότητα: Βιβλιογραφία και Παράρτημα, όπου παρατίθενται οι βιβλιογραφικές πηγές που υποστήριξαν το θεωρητικό και ερευνητικό πλαίσιο της μελέτης, καθώς και το υποστηρικτικό υλικό των δραστηριοτήτων και των ερευνητικών εργαλείων.

Η σύγχρονη βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι το Arduino λειτουργεί ως ευέλικτη και χαμηλού κόστους πλατφόρμα που υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM, την υπολογιστική σκέψη και την εννοιολογική κατανόηση περίπλοκων φυσικών φαινομένων μέσα από πειραματικές δραστηριότητες σε πεδία όπως η μηχανική, η θερμοδυναμική και ο ηλεκτρομαγνητισμός . Παράλληλα, η χρήση του σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα έχει συσχετιστεί με αυξημένη μαθησιακή εμπλοκή και ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων, επιβεβαιώνοντας τη συμβολή του στη μετάβαση προς μαθητοκεντρικά και διερευνητικά μοντέλα μάθησης.

Ωστόσο, η επιτυχής ενσωμάτωση τεχνολογικών εργαλείων στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τεχνικές ή παιδαγωγικές δυνατότητες των ίδιων των εργαλείων, αλλά σε μεγάλο βαθμό από τις στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών που καλούνται να τα αξιοποιήσουν. Όπως επισημαίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία, η αποδοχή εκπαιδευτικών τεχνολογιών συνδέεται άμεσα με την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την ευκολία χρήσης και τη συνολική στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στην καινοτομία . Ειδικότερα, η πρόθεση ενσωμάτωσης του Arduino στη διδασκαλία σχετίζεται με θετικές στάσεις απέναντι στην STEM εκπαίδευση, την αυτοπεποίθηση στη χρήση τεχνολογιών και τη διαθεσιμότητα κατάλληλων υποδομών και επιμόρφωσης. Συνεπώς, η διερεύνηση των στάσεων των εκπαιδευτικών δεν αποτελεί δευτερεύον ζήτημα, αλλά βασική προϋπόθεση για την επιτυχή ενσωμάτωση και βιώσιμη αξιοποίηση τεχνολογικών εργαλείων στη σχολική πράξη.

Στο πλαίσιο αυτό, καθίσταται αναγκαία η συστηματική διερεύνηση των στάσεων και αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση του Arduino ως εκπαιδευτικού εργαλείου. Η κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή ή την επιφυλακτικότητα απέναντι στην τεχνολογία μπορεί να συμβάλει στον σχεδιασμό αποτελεσματικότερων προγραμμάτων επιμόρφωσης και στην προώθηση της ουσιαστικής ενσωμάτωσης των ψηφιακών τεχνολογιών στη διδακτική πρακτική.

## Ενότητα 2<sup>η</sup> : Εισαγωγή στο Arduino

### 2.1 Τι είναι το Arduino;

Το Arduino αποτελεί μία από τις πλέον διαδεδομένες πλατφόρμες ανοικτού κώδικα στον χώρο των ηλεκτρονικών και των ενσωματωμένων συστημάτων, με κύριο στόχο τη διευκόλυνση της πρόσβασης στον προγραμματισμό μικροελεγκτών και τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ θεωρητικής γνώσης και πρακτικής εφαρμογής. Η ανάπτυξή του ξεκίνησε το 2005 στο Interaction Design Institute Ivrea (IDII) της Ιταλίας, υπό την καθοδήγηση των Massimo Banzi και David Cuartielles, ως μια εκπαιδευτική πρωτοβουλία που αποσκοπούσε στη δημιουργία ενός προσιτού, οικονομικού και εύχρηστου εργαλείου για φοιτητές και ερευνητές χωρίς εξειδικευμένο υπόβαθρο στην ηλεκτρονική (Νούσης, 2024b).

Ως πλατφόρμα ανάπτυξης ενσωματωμένων συστημάτων, το Arduino συνδυάζει απλό υλικό (hardware) με φιλικό λογισμικό (software), επιτρέποντας την υλοποίηση ευέλικτων εφαρμογών χαμηλού κόστους. Βασίζεται σε μικροελεγκτές τύπου ATmega, οι οποίοι είναι σε θέση να συλλέγουν δεδομένα από αισθητήρες και να ελέγχουν ενεργοποιητές μέσω αναλογικών και ψηφιακών εισόδων/εξόδων, καθιστώντας το κατάλληλο για τη μέτρηση και επεξεργασία φυσικών μεγεθών (El-Abd, 2017; Kubínová & Šlégr, 2015). Η αρχιτεκτονική αυτή επιτρέπει την ανάπτυξη συστημάτων πραγματικού χρόνου με άμεση ανατροφοδότηση, γεγονός που είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για εκπαιδευτικές και πειραματικές εφαρμογές.

Το λογισμικό του Arduino βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού Wiring, μια απλοποιημένη παραλλαγή της C/C++, και υποστηρίζεται από το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης Arduino IDE. Το περιβάλλον αυτό επιτρέπει τη συγγραφή, μεταγλώττιση και αποστολή κώδικα στην πλακέτα με τρόπο απλό και διαφανή, ακόμη και για αρχάριους χρήστες (García-Tudela & Marín-Marín, 2023). Επιπλέον, η υποστήριξη οπτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού, όπως τα mBlock και ArduBlock, ενισχύει περαιτέρω τη μαθησιακή προσβασιμότητα, καθιστώντας το Arduino ιδιαίτερα φιλικό για εκπαιδευτικούς και μαθητές (Kinchin, 2018; Νούσης, 2024b).

Από τεχνικής πλευράς, το πλέον διαδεδομένο μοντέλο, Arduino Uno, βασίζεται στον 8-bit μικροελεγκτή ATmega328 και διαθέτει 14 ψηφιακές και 6 αναλογικές εισόδους 10-bit, δυνατότητα εξόδων PWM, συχνότητα λειτουργίας 16 MHz και σύνδεση μέσω USB. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη διασύνδεση με ευρύ φάσμα αισθητήρων και ενεργοποιητών,

καθιστώντας το Arduino ισχυρό εργαλείο συλλογής, ανάλυσης και αναπαράστασης δεδομένων από φυσικά φαινόμενα (Organtini, 2018; Uzal, 2022; Saporon et al., 2023).

Κεντρικό στοιχείο της επιτυχίας και της ευρείας διάδοσης του Arduino αποτελεί η φιλοσοφία του ανοικτού κώδικα και του ανοικτού σχεδιασμού. Το ελεύθερα διαθέσιμο λογισμικό, οι κοινόχρηστες βιβλιοθήκες και η ύπαρξη μιας εκτεταμένης παγκόσμιας κοινότητας χρηστών έχουν συμβάλει καθοριστικά στη συνεχή εξέλιξη της πλατφόρμας. Διαδικτυακά περιβάλλοντα και κοινότητες, όπως τα Instructables και Adafruit, προωθούν τη συνεργατική μάθηση, την ανταλλαγή γνώσης και την επαναχρησιμοποίηση εκπαιδευτικών και τεχνικών λύσεων (Gonçalves et al., 2023; Sahjwani, 2023).

Η ανοικτή και διαλειτουργική φύση του Arduino έχει ενισχύσει σημαντικά τη χρήση του στην εκπαίδευση, καθώς μπορεί να λειτουργήσει σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα (Windows, macOS, Linux) και να προσαρμοστεί σε πλήθος εφαρμογών STEM. Η πλατφόρμα ενδυναμώνει τη διερευνητική και δημιουργική μάθηση, επιτρέποντας στους μαθητές να σχεδιάζουν και να υλοποιούν δικά τους έργα, συνδέοντας τη θεωρητική γνώση με την πρακτική κατασκευή (Pabuşcu-Akış, 2024). Παράλληλα, έχει ενταχθεί σε εθνικές και διεθνείς εκπαιδευτικές στρατηγικές που προωθούν τον ψηφιακό εγγραμματοισμό και τη διεπιστημονικότητα, όπως το πρόγραμμα «Czech Republic 2030+» (Danel & Richtěrek, 2024).

Στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, το Arduino έχει καθιερωθεί ως βασικό εργαλείο πειραματισμού και μέτρησης, προσφέροντας τη δυνατότητα παρατήρησης φυσικών φαινομένων και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Η ευκολία χρήσης, το χαμηλό κόστος και η μεγάλη διαθεσιμότητα αισθητήρων και επεκτάσεων (shields) το καθιστούν ιδιαίτερα κατάλληλο για σχολικά και πανεπιστημιακά εργαστήρια Φυσικής (Νούσης et.al., 2023). Όπως επισημαίνεται στη βιβλιογραφία, το Arduino λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα στη θεωρητική γνώση και την πρακτική εφαρμογή, ενισχύοντας τη βιωματική μάθηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης, προγραμματισμού και επίλυσης προβλημάτων (Sahjwani, 2023).

Συνεπώς, το Arduino συνιστά μια ολοκληρωμένη και ευέλικτη εκπαιδευτική πλατφόρμα που ενοποιεί τα πεδία των ηλεκτρονικών, της πληροφορικής και των φυσικών επιστημών. Η εκπαιδευτική του αξία έγκειται τόσο στη δυνατότητα διερεύνησης και μοντελοποίησης φυσικών φαινομένων όσο και στην καλλιέργεια υπολογιστικής σκέψης, δημιουργικότητας και καινοτομίας, προσφέροντας ένα σύγχρονο υπόδειγμα τεχνολογικά ενδυναμωμένης μάθησης (Sahjwani, 2023).

## 2.2 Προγραμματισμός του Arduino

Ο προγραμματισμός του Arduino πραγματοποιείται μέσω του Arduino Integrated Development Environment (IDE), το οποίο παρέχεται δωρεάν στο διαδίκτυο και αποτελεί το επίσημο λογισμικό για την ανάπτυξη και μεταγλώττιση προγραμμάτων (*sketches*) που εκτελούνται στις πλακέτες Arduino (Νούσης, 2024b). Το IDE προσφέρει ένα απλό και κατανοητό περιβάλλον γραμμένο στη γλώσσα C/C++, βασισμένη στη Wiring, και στηρίζεται στο περιβάλλον Processing (García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

Η βασική δομή ενός προγράμματος Arduino περιλαμβάνει δύο κύριες συναρτήσεις:

- `void setup()` – εκτελείται μία φορά κατά την εκκίνηση και χρησιμοποιείται για την αρχικοποίηση εισόδων, εξόδων και μεταβλητών,
- `void loop()` – επαναλαμβάνεται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας και περιέχει τον κύριο κορμό του προγράμματος (Uzal, 2022).

Το IDE διαθέτει editor για τη συγγραφή κώδικα, κονσόλα μηνυμάτων, καθώς και τα εργαλεία Serial Monitor και Serial Plotter, τα οποία επιτρέπουν τη σειριακή επικοινωνία με τον υπολογιστή και την απεικόνιση δεδομένων αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο (Νούσης, 2024a; Uzal, 2022). Μέσω της σειριακής σύνδεσης UART (TX/RX), ο χρήστης μπορεί να στέλνει και να λαμβάνει πληροφορίες από τον μικροελεγκτή, ενώ η ανάλυση των αναλογικών εισόδων 10 bit επιτρέπει διακριτική ικανότητα τάξης 5 mV.

Η ευκολία προγραμματισμού ενισχύεται από τη διαθεσιμότητα βιβλιοθηκών (*libraries*), οι οποίες επεκτείνουν τις δυνατότητες της πλατφόρμας, διευκολύνοντας την επικοινωνία με αισθητήρες, οθόνες και δίκτυα (Νούσης, 2024b). Επιπλέον, μέσω των πλακετών επέκτασης (*shields*), οι χρήστες μπορούν να ενσωματώνουν νέες λειτουργίες — όπως ασύρματη επικοινωνία, έλεγχο κινητήρων ή απεικόνιση σε LCD — χωρίς να απαιτούνται σύνθετες γνώσεις ηλεκτρονικών (El-Abd, 2017).

Στο πεδίο της εκπαίδευσης, έχουν υιοθετηθεί τόσο παραδοσιακές μορφές προγραμματισμού (*text-based*) μέσω IDE όσο και οπτικά περιβάλλοντα (*block-based coding*), όπως τα Scratch, Blockly και mBlock, τα οποία επιτρέπουν τη δημιουργία κώδικα με χρήση εικονικών μπλοκ εντολών (Pabuşcu-Akış, 2024). Αυτές οι προσεγγίσεις έχουν αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικές για μαθητές χωρίς εμπειρία προγραμματισμού, καθώς ενισχύουν τη λογική και αλγοριθμική σκέψη και διευκολύνουν την κατανόηση της σχέσης ανάμεσα στον κώδικα και τη φυσική συμπεριφορά του κυκλώματος (Ntourou et al., 2021).

Σε ανώτερο επίπεδο, ο προγραμματισμός του Arduino μπορεί να επεκταθεί σε χαμηλότερο επίπεδο κώδικα (Assembly) μέσω του AVR Studio, επιτρέποντας τη μελέτη της εσωτερικής λειτουργίας του μικροελεγκτή (El-Abd, 2017). Αυτή η προσέγγιση αξιοποιείται κυρίως στην πανεπιστημιακή εκπαίδευση, προκειμένου οι φοιτητές να αποκτήσουν εις βάθος κατανόηση της αρχιτεκτονικής και των μηχανισμών ελέγχου του συστήματος.

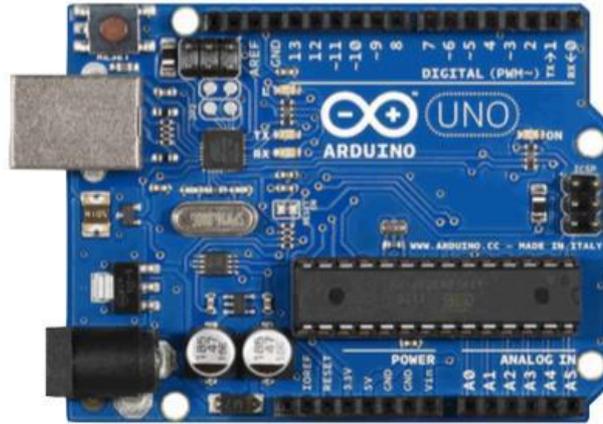
Τέλος, ο προγραμματισμός με Arduino λειτουργεί όχι μόνο ως τεχνική δεξιότητα, αλλά και ως διδακτικό εργαλείο που συνδέει τη θεωρία των φυσικών φαινομένων με την πρακτική πειραματική διερεύνηση. Μέσω του σχεδιασμού και της υλοποίησης πειραμάτων από τους ίδιους τους μαθητές, η μάθηση μετατοπίζεται από την παθητική κατανόηση έτοιμων αποτελεσμάτων προς την ενεργή εφαρμογή της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η διαδικασία αυτή προάγει τη συστημική σκέψη, την κατανόηση της διαδικασίας μέτρησης και των πηγών σφάλματος, καθώς και την ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής μοντελοποίησης, επιτρέποντας στους μαθητές να κατανοούν όχι μόνο το αποτέλεσμα αλλά και τον τρόπο παραγωγής του. Με τον τρόπο αυτό, ο μαθητής αναλαμβάνει ενεργό ρόλο ως ερευνητής στη μαθησιακή διαδικασία (Organtini, 2018; Sahjwani, 2023).

## **2.3 Είδη Πλακετών Arduino**

Η οικογένεια του Arduino περιλαμβάνει πλήθος διαφορετικών πλακετών που διαφέρουν ως προς τον τύπο μικροελεγκτή, τη μνήμη, τις εισόδους/εξόδους, την ισχύ επεξεργασίας και τις δυνατότητες συνδεσιμότητας (USB, Wi-Fi, Bluetooth). Αυτή η ποικιλία επιτρέπει την επιλογή της κατάλληλης πλακέτας ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών και τον εκπαιδευτικό σκοπό (Νούσης, 2024b).

### **2.3.1 Arduino Uno**

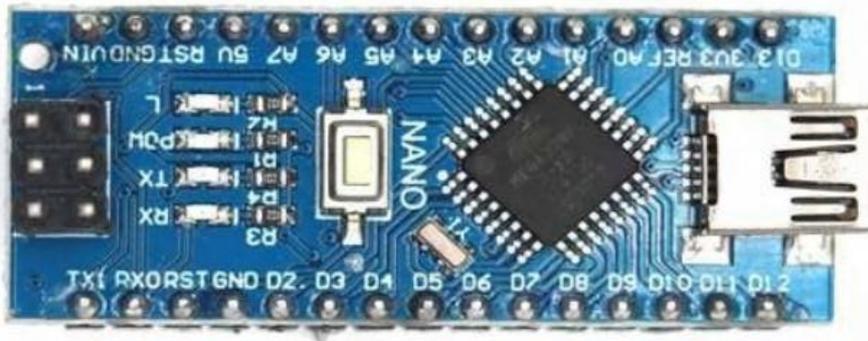
Η Uno είναι η πιο δημοφιλής πλακέτα και θεωρείται η «αναφορά» της σειράς Arduino. Διαθέτει μικροελεγκτή ATmega328P, 14 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 6 αναλογικές εισόδους, ρολόι 16 MHz, μνήμη 32 KB και τροφοδοσία 5 V. Είναι πλήρως συμβατή με το Arduino IDE και χρησιμοποιείται για βασικά εργαστηριακά πειράματα Φυσικής, όπως μετρήσεις χρόνου, θερμοκρασίας, πίεσης ή φωτός (Νούσης, 2024a; Sahjwani, 2023).



*Εικόνα 1: Πλακέτα Arduino UNO(Νούσης, 2023).*

### **2.3.2 Arduino Nano**

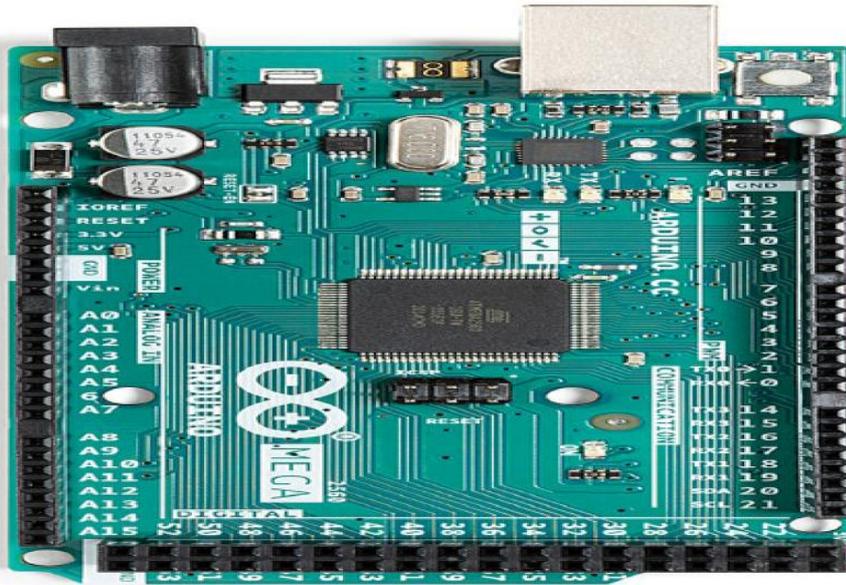
Η Nano αποτελεί μικρογραφημένη εκδοχή της Uno, με ίδιο μικροελεγκτή (ATmega328P) αλλά σε μικρότερο μέγεθος. Συνδέεται μέσω mini-USB και μπορεί να τοποθετηθεί σε breadboard, διευκολύνοντας τη συναρμολόγηση κυκλωμάτων. Είναι κατάλληλη για πειράματα μικρής κλίμακας ή κινηματικής, όπου απαιτείται ελαφρύ και συμπαγές κύκλωμα (Νούσης, 2024b; Sahjwani, 2023).



*Εικόνα 2: Πλακέτα Arduino Nano (online shop Alibaba.com)*

### **2.3.3 Arduino Mega 2560**

Η Mega 2560 χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούν πολλές εισόδους/εξόδους ή μεγαλύτερη μνήμη. Περιλαμβάνει μικροελεγκτή ATmega2560, 54 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 16 αναλογικές εισόδους, 256 KB μνήμη προγράμματος, 4 σειριακές θύρες και ρολόι 16 MHz. Είναι ιδανική για πολυκαναλικές μετρήσεις και ρομποτικές εφαρμογές (Νούσης, 2024b; Sahjwani, 2023).



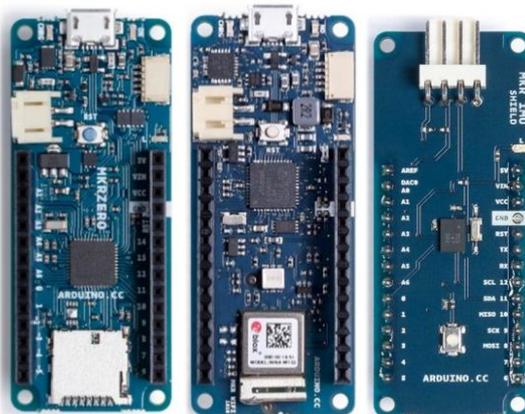
Εικόνα 3: Πλακέτα Arduino Mega 2560 (Νούσης, 2023)

### 2.3.4 ESP8266 / ESP32

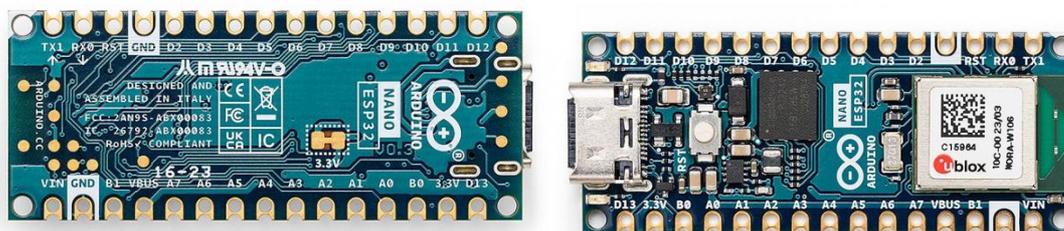
Οι ESP8266 και ESP32 θεωρούνται μικροελεγκτές νέας γενιάς, με ενσωματωμένες δυνατότητες Wi-Fi και Bluetooth. Βασίζονται σε επεξεργαστές Tensilica LX6 με συχνότητα 160–240 MHz, και υποστηρίζουν προγραμματισμό μέσω του Arduino IDE. Χρησιμοποιούνται για πειράματα εξ αποστάσεως και IoT (Internet of Things), επιτρέποντας τη μετάδοση δεδομένων ή τη δημιουργία web servers για online απεικόνιση αποτελεσμάτων (Νούσης, 2024a).

### 2.3.4 Arduino MKR, Nano ESP32 και Giga R1 WiFi

Οι νεότερες εκδόσεις, όπως οι MKR1000, MKR WiFi 1010, Nano ESP32 και Giga R1 WiFi, ενσωματώνουν χαμηλή κατανάλωση, Wi-Fi/Bluetooth, και επεξεργαστές ARM Cortex-M7 ή ESP32. Είναι κατάλληλες για προχωρημένα πανεπιστημιακά έργα, αυτόματα πειραματικά συστήματα και ρομποτική φυσικής (Νούσης, 2024b).



Εικόνα 4: Πλακέτες της οικογένειας MKR, Από αριστερά: MKR Zero, MKR WiFi 1010, MKR IMU Shield (Νούσης 2023).



Εικόνα 5: Arduino Nano ESP32 (Grobotronics)



Εικόνα 6: Arduino Giga R1 WiFi (Εκπαιδευτική Ρομποτική: Out of the Ordinary)

Πλακέτα	Μικροελεγκτής	Κύρια χαρακτηριστικά	Εκπαιδευτική χρήση
Uno	ATmega328P	14 Ψ/Ε, 6 Αναλ., 5 V, 16 MHz	Βασική εκπαίδευση, εργαστηριακά πειράματα
Nano	ATmega328P	Μικρό μέγεθος, breadboard ready	Κινηματική, μικρές διατάξεις
Mega 2560	ATmega2560	54 Ψ/Ε, 16 Αναλ., 256 KB flash	Πολυκαναλικές μετρήσεις, ρομποτική
ESP8266 / ESP32	Tensilica LX6	Wi-Fi / Bluetooth, 160–240 MHz	Εξ αποστάσεως πειράματα, IoT Φυσικής

MKR / Giga / Nano ESP32	ARM / ESP32	Υψηλή ισχύς, σύγχρονη συνδεσιμότητα	Προχωρημένα projects, πανεπιστημιακή έρευνα
-------------------------	-------------	-------------------------------------	---

Η εξέλιξη της οικογένειας Arduino επιτρέπει την κάλυψη ενός ευρέος φάσματος αναγκών — από απλές εκπαιδευτικές εφαρμογές έως προηγμένα συστήματα μέτρησης και IoT — καθιστώντας το Arduino ένα ευέλικτο και επεκτάσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Νούσης, 2024b; Sahjwani, 2023).

## 2.4 Εφαρμογές του Arduino

Το Arduino έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πιο ευέλικτα και πολυδιάστατα εργαλεία στη διδασκαλία, την έρευνα και τη πειραματική φυσική, καθώς επιτρέπει τη σύνδεση θεωρητικών εννοιών με πρακτικές δραστηριότητες μέσα από τη χρήση αισθητήρων, ενεργοποιητών και προγραμματιστικών περιβαλλόντων (Νούσης, 2024a; Sahjwani, 2023).

### 2.4.1 Εφαρμογές στη Φυσική και στις Φυσικές Επιστήμες

Το Arduino χρησιμοποιείται ευρέως σε πειράματα φυσικής για την εκτέλεση πειραμάτων μηχανικής, θερμοδυναμικής, ηλεκτρισμού και μαγνητισμού, προσφέροντας τη δυνατότητα μέτρησης και απεικόνισης φυσικών μεγεθών σε πραγματικό χρόνο (Νούσης, 2024a; Kubínová & Šlégr, 2015; Kinchin, 2018; Saporon et al., 2023).

Επιπλέον, το Arduino έχει ενσωματωθεί σε συστήματα απομακρυσμένων εργαστηρίων (remote labs), επιτρέποντας την εξ αποστάσεως παρακολούθηση πειραμάτων και τη μεταφορά δεδομένων μέσω IoT (El-Abd, 2017; Νούσης, 2024a).

### 2.4.2. Εφαρμογές στην Εκπαίδευση

Η πλατφόρμα έχει ενταχθεί σε προγράμματα STEM και STEAM σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Pabuşcu-Akış, 2024; García-Tudela & Marín-Marín, 2023):

- Πρωτοβάθμια εκπαίδευση: στη διερεύνηση φυσικών φαινομένων (φως, θερμοκρασία, ηλεκτρικό ρεύμα) και ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης μέσα από ρομποτικά projects και παιχνίδια.
- Δευτεροβάθμια εκπαίδευση: στη σχεδίαση και τον προγραμματισμό συσκευών, όπως ρομπότ, μετρητές φωτός ή αυτόματα συστήματα μέτρησης.
- Ανώτατη εκπαίδευση: σε εργαστήρια μικροελεγκτών, ενσωματωμένων συστημάτων, ρομποτικής και φυσικών μετρήσεων.

### **2.4.3. Πολυαισθητηριακές και Διεπιστημονικές Εφαρμογές**

Το Arduino υποστηρίζει την ταυτόχρονη χρήση πολλαπλών αισθητήρων (θερμικών, φωτεινών, μαγνητικών, ακουστικών), επιτρέποντας την ανάπτυξη διεπιστημονικών πειραμάτων που συνδυάζουν Φυσική, Πληροφορική, Μηχανική και Μαθηματικά. Πειράματα τα οποία σχετίζονται με τα παραπάνω αντικείμενα πραγματοποιούνται διαδραστικά, ενισχύοντας τη βιωματική μάθηση στην εκπαίδευση (Sahjwani, 2023).

### **2.4.4. Εφαρμογές Internet of Things (IoT)**

Με την ενσωμάτωση των ESP8266 και ESP32, το Arduino απέκτησε δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης δεδομένων, επιτρέποντας:

- αποστολή πειραματικών δεδομένων μέσω Wi-Fi/Bluetooth,
- δημιουργία δικτυακών διεπαφών (web dashboards),
- και εξ αποστάσεως ανάλυση μέσω εφαρμογών όπως PhyPhox και ThingSpeak (Νούσης, 2024a)

## **2.5 Εφαρμογές του Arduino στην Εκπαίδευση**

Το Arduino έχει εδραιωθεί ως ένα από τα πιο αποτελεσματικά εργαλεία στην εκπαιδευτική πράξη, ενισχύοντας τη βιωματική, διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Η απλότητα στη χρήση του, ο χαμηλός οικονομικός του χαρακτήρας και η συμβατότητα με πλήθος αισθητήρων το καθιστούν ιδανικό μέσο τόσο για δια ζώσης διδασκαλία όσο και για εξ αποστάσεως εκπαιδευτικές δραστηριότητες (Νούσης, 2024a; Pabuşcu-Akış, 2024; García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

### **2.5.1 Δια ζώσης εκπαίδευση**

Στα σχολικά και πανεπιστημιακά εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, το Arduino χρησιμοποιείται ως πειραματικό εργαλείο μέτρησης και παρατήρησης φαινομένων, επιτρέποντας στους μαθητές να καταγράφουν δεδομένα πραγματικού χρόνου και να εξάγουν συμπεράσματα μέσα από ενεργητική διερεύνηση (Νούσης, 2023; Kinchin, 2018; Kubínová & Šlégr, 2015).

Τυπικές δια ζώσης εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- πειράματα μηχανικής (μέτρηση χρόνου, ταχύτητας, επιτάχυνσης),
- ηλεκτρομαγνητισμού (νόμος του Ohm, πηνία, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή),
- θερμοδυναμικής (με αισθητήρες θερμοκρασίας ή πίεσης),
- και οπτικής (μετρήσεις έντασης φωτός, σκέδασης και ανάκλασης).

Η χρήση του Arduino μεταμορφώνει το εργαστήριο Φυσικής σε διαδραστικό χώρο πειραματισμού, επιτρέποντας στους μαθητές να λειτουργούν ως μικροί ερευνητές που συνδέουν τη θεωρία με την πράξη. Οι διδάσκοντες μπορούν να σχεδιάζουν ολοκληρωμένα μαθησιακά σενάρια STEM, όπου ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία σχεδίασης, προγραμματισμού και ελέγχου ενός φυσικού φαινομένου (Danel & Richt'ërek, 2024).

Στο πανεπιστημιακό επίπεδο, το Arduino αξιοποιείται σε μαθήματα ενσωματωμένων συστημάτων, αυτοματισμού, ρομποτικής και φυσικών μετρήσεων, προσφέροντας ευκαιρίες για πειραματική διερεύνηση χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένου ή ακριβού εξοπλισμού (El-Abd, 2017).

### **2.5.2 Εξ αποστάσεως εκπαίδευση**

Η ενσωμάτωση των πλακετών ESP8266 και ESP32 προσέδωσε στο Arduino τη δυνατότητα ασύρματης δικτύωσης και αποστολής δεδομένων μέσω διαδικτύου, καθιστώντας το ιδανικό εργαλείο για εξ αποστάσεως εκπαιδευτικές εφαρμογές (Νούσης, 2024a).

Σε αυτή τη μορφή διδασκαλίας, οι μαθητές ή φοιτητές μπορούν:

- να πραγματοποιούν πειράματα από το σπίτι, συνδέοντας αισθητήρες στο Arduino και μεταδίδοντας τις μετρήσεις τους σε πλατφόρμες όπως το *ThingSpeak* ή το *Google Sheets*,
- να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την εξέλιξη φυσικών μεταβολών μέσω διαδικτυακών dashboards,
- και να συνεργάζονται εξ αποστάσεως για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων μέσω εργαλείων cloud.

Έχει αναφερθεί ότι το Arduino λειτουργεί ως «εργαλείο γεφύρωσης» ανάμεσα στη θεωρητική κατανόηση και την ψηφιακή διερεύνηση, επιτρέποντας την αναπαραγωγή πειραμάτων σε ψηφιακό ή διαδικτυακό περιβάλλον. Παράλληλα, η δυνατότητα προγραμματισμού μέσω online IDE (όπως το *Arduino Web Editor*) καθιστά την εξ αποστάσεως διδασκαλία ακόμα πιο προσιτή (Νούσης, 2024a).

Σύμφωνα με συγγραφείς (El-Abd, 2017; Sahjwani, 2023) η εξ αποστάσεως αξιοποίηση του Arduino ευνοεί τη δημιουργία “virtual labs”, στα οποία οι φοιτητές μπορούν να εκτελούν και να ελέγχουν πειράματα μέσα από διαδικτυακές διεπαφές, καλλιεργώντας δεξιότητες ψηφιακού εγγραμματισμού και αυτορρυθμιζόμενης μάθησης.

## **2.6 Παιδαγωγική Αξία του Arduino**

Η εκπαιδευτική αξιοποίηση του Arduino έχει αναδειχθεί ως μια από τις πιο επιδραστικές πρακτικές στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), καθώς ενισχύει τη διεπιστημονική προσέγγιση, τη βιωματική μάθηση και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών (Pabuşcu-Akış, 2024; García-Tudela & Marín-Marín, 2023; Νούσης, 2024a).

### **2.6.1 Ενεργητική και βιωματική μάθηση**

Το Arduino ενθαρρύνει τη μάθηση μέσω δράσης (learning by doing), επιτρέποντας στους μαθητές να κατανοήσουν θεωρητικές έννοιες μέσα από τη χειραγώγηση πραγματικών αντικειμένων και τη συλλογή πειραματικών δεδομένων. Ο μαθητής δεν είναι πλέον παθητικός δέκτης της γνώσης, αλλά ενεργός δημιουργός, που σχεδιάζει, προγραμματίζει, παρατηρεί και εξάγει συμπεράσματα από το πείραμα (Νούσης, 2023; Kinchin, 2018).

Η προσέγγιση αυτή ενισχύει την εννοιολογική κατανόηση δύσκολων εννοιών των Φυσικών Επιστημών, καθώς ο μαθητής εμπλέκεται σε διερευνητικές δραστηριότητες όπου συνδυάζονται παρατήρηση, υπόθεση, πειραματισμός και ερμηνεία αποτελεσμάτων (Kubínová & Šlégr, 2015).

### **2.6.2 Ανάπτυξη υπολογιστικής και κριτικής σκέψης**

Η διαδικασία σχεδίασης και προγραμματισμού με Arduino απαιτεί ανάλυση προβλημάτων, αλγοριθμική σκέψη και λογική οργάνωση. Οι μαθητές μαθαίνουν να δομούν τον συλλογισμό τους, να εντοπίζουν λάθη και να αναθεωρούν τον τρόπο σκέψης τους, καλλιεργώντας δεξιότητες μεταγνωστικής επίγνωσης και κριτικής επίλυσης προβλημάτων (Pabuşcu-Akış, 2024; Ntourou et al., 2021).

Επιπλέον, μέσα από τη χρήση οπτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού, όπως το *mBlock* και το *Blockly*, ακόμα και οι μικρότεροι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν βασικές αρχές αλγοριθμικής σκέψης και να αναπτύξουν προγραμματιστικές δεξιότητες, χωρίς να απαιτείται πρότερη γνώση σύνταξης κώδικα (García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

### **2.6.3 Ενίσχυση της δημιουργικότητας και της συνεργασίας**

Η κατασκευή διατάξεων με Arduino προάγει τη συνεργατική και δημιουργική μάθηση. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, ανταλλάσσουν ιδέες, δοκιμάζουν διαφορετικές προσεγγίσεις και κατασκευάζουν λύσεις που συνδυάζουν Φυσική, Τεχνολογία και Προγραμματισμό. Αυτή η διαδικασία ευνοεί την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως η επικοινωνία, η ομαδικότητα και η επίλυση συγκρούσεων (García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

Παράλληλα, η φύση του Arduino ως ανοικτής τεχνολογικής πλατφόρμας ενισχύει τη δημιουργική σκέψη, αφού επιτρέπει την ελεύθερη εξερεύνηση, την τροποποίηση και την προσαρμογή έργων, χωρίς τεχνολογικούς περιορισμούς (Νούσης, 2024b; Sahjwani, 2023).

#### **2.6.4 Διαφοροποιημένη μάθηση και ένταξη**

Η προσβασιμότητα και η ευκολία χρήσης του Arduino το καθιστούν πολυμορφικό εργαλείο μάθησης, κατάλληλο για μαθητές διαφορετικών επιπέδων γνώσης και ρυθμών μάθησης. Η ευχρηστία της πλατφόρμας προσαρμόζεται για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, απλοποιώντας την διαδικασία καταγραφής των πειραματικών δεδομένων και ενισχύοντας τη συμμετοχή τους στο επόμενο επίπεδο που αποτελεί την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων. Ειδικά σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, επιτρέπει την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, καθώς οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν αυτόνομα και να μοιραστούν αποτελέσματα μέσω διαδικτυακών εργαλείων (El-Abd, 2017; Νούσης, 2024a). Η δυνατότητα αυτή προάγει μια περιεκτική εκπαιδευτική εμπειρία, όπου κάθε μαθητής μπορεί να προοδεύει με βάση τις δικές του ικανότητες, αποκτώντας δεξιότητες αυτονομίας και υπευθυνότητας στη μάθηση (Sahjwani, 2023).

#### **2.6.5 Ολιστική και διεπιστημονική προσέγγιση**

Το Arduino ενώνει στοιχεία Φυσικής, Μαθηματικών, Πληροφορικής και Μηχανικής, προσφέροντας μια ολιστική μαθησιακή εμπειρία. Μέσα από τη σχεδίαση και την εκτέλεση διαθεματικών έργων (projects), οι μαθητές συνδέουν γνώσεις από διαφορετικά γνωστικά πεδία, εφαρμόζοντας τη θεωρία στην επίλυση προβλημάτων (Manu et al., 2025; Danel & Richt'ěrek, 2024).

### **2.7 Εκπαιδευτικά Οφέλη από τη Χρήση του Arduino**

Η εισαγωγή του Arduino στην εκπαίδευση έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές και οι φοιτητές προσεγγίζουν τη μάθηση, ιδιαίτερα στους τομείς των Φυσικών Επιστημών, της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας. Η πλατφόρμα προσφέρει ένα πολυδιάστατο παιδαγωγικό και γνωστικό εργαλείο, το οποίο προάγει τη διεπιστημονική, βιωματική και ενεργητική μάθηση.

Επίσης, η ευχρηστία και η προσαρμοστικότητα της πλατφόρμας Arduino μπορούν να λειτουργήσουν υποστηρικτικά για μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αντιμετωπίζουν μαθησιακές δυσκολίες. Μέσω της βιωματικής εφαρμογής των φυσικών φαινομένων και της δυνατότητας ενεργού πειραματισμού, η πλατφόρμα παρέχει εναλλακτικούς τρόπους προσέγγισης της γνώσης,

μειώνοντας τα γνωστικά εμπόδια και ενισχύοντας τη συμμετοχή όλων των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. (Νούσης, 2024a; Pabuşcu-Akıs, 2024; García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

### **2.7.1 Ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM**

Η χρήση του Arduino συμβάλλει ουσιαστικά στην καλλιέργεια δεξιοτήτων STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), ενισχύοντας την ικανότητα των μαθητών να συνδέουν θεωρητική γνώση με πρακτική εφαρμογή (Manu et al., 2025). Λόγω της ευκολίας καταγραφής δεδομένων υπάρχει η δυνατότητα της επανάληψης του πειράματος, μια διαδικασία που χρησιμοποιείται στις STEM εφαρμογές. Μέσα από την κατασκευή και τον προγραμματισμό συσκευών, οι μαθητές μαθαίνουν να συνδυάζουν αρχές φυσικής, μαθηματικών και μηχανικής, καλλιεργώντας τη διεπιστημονική σκέψη και τη λογική επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

Επιπλέον, η διερεύνηση φυσικών φαινομένων με τη βοήθεια αισθητήρων (θερμοκρασίας, φωτός, πίεσης κ.ά.) προσφέρει τη δυνατότητα ποσοτικής ανάλυσης και οπτικοποίησης δεδομένων, ενισχύοντας τις δεξιότητες παρατήρησης, πειραματισμού και μαθηματικής μοντελοποίησης (Kubínová & Šlégr, 2015; Νούσης, 2024a).

### **2.7.2 Ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης**

Ο προγραμματισμός του Arduino σε γλώσσα C/C++ ή μέσω οπτικών περιβαλλόντων (block-based coding) προάγει την αλγοριθμική και υπολογιστική σκέψη, καθώς οι μαθητές μαθαίνουν να αναλύουν προβλήματα, να οργανώνουν τη λογική τους και να επιλέγουν τις κατάλληλες εντολές για να επιτύχουν συγκεκριμένα αποτελέσματα (Ntourou et al., 2021). Αυτή η διαδικασία ενισχύει τη μεταγνωστική επίγνωση, την αναλυτική ικανότητα και τη δομημένη σκέψη — δεξιότητες απαραίτητες στον ψηφιακό κόσμο του 21ου αιώνα.

### **2.7.3 Καλλιέργεια δημιουργικότητας και καινοτομίας**

Η ανοιχτή φύση της πλατφόρμας επιτρέπει στους μαθητές να πειραματίζονται, να δοκιμάζουν διαφορετικές λύσεις και να αναπτύσσουν πρωτότυπα έργα που συνδυάζουν επιστήμη, τεχνολογία και τέχνη (STEAM). Μέσα από τη διαδικασία σχεδίασης και δημιουργίας, οι μαθητές καλλιεργούν τη φαντασία, την καινοτομία και την αισθητική σκέψη, ενώ η δυνατότητα άμεσης οπτικοποίησης των αποτελεσμάτων ενισχύει την αίσθηση επίτευξης και αυτενέργειας (Sahjwani, 2023; García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

### **2.7.4 Συνεργατική και κοινωνική μάθηση**

Η εργασία σε ομάδες γύρω από έργα Arduino προάγει τη συνεργατική μάθηση. Οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλους, επικοινωνούν, λαμβάνουν αποφάσεις και επιλύουν προβλήματα συλλογικά, αναπτύσσοντας δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας και ηγεσίας (Pabuşcu-Akış, 2024). Το Arduino λειτουργεί έτσι ως κοινωνικο-γνωστικό εργαλείο, που ενισχύει τη διάδραση, την ομαδικότητα και τη συλλογική κατασκευή της γνώσης.

### **2.7.5 Αυτορρυθμιζόμενη και διαφοροποιημένη μάθηση**

Το Arduino προσφέρει ευκαιρίες για αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, καθώς κάθε μαθητής μπορεί να πειραματιστεί με το δικό του ρυθμό, να δοκιμάσει εναλλακτικές προσεγγίσεις και να αναστοχαστεί πάνω στα αποτελέσματά του. Παράλληλα, η βιοματική διερεύνηση των φυσικών φαινομένων μέσω πρακτικής εφαρμογής δημιουργεί πολλαπλές οδούς κατανόησης, διευκολύνοντας τη συμμετοχή μαθητών με διαφορετικά μαθησιακά χαρακτηριστικά και μειώνοντας πιθανά γνωστικά εμπόδια. Η προσβασιμότητα της πλατφόρμας και η πληθώρα εκπαιδευτικών κοινοτήτων και ανοικτών πηγών (π.χ. Instructables, Arduino Project Hub) επιτρέπουν στους μαθητές να μαθαίνουν μέσα από την κοινότητα και να αναπτύξουν δεξιότητες αυτοκαθοδήγησης (El-Abd, 2017; Νούσης, 2024b).

### **2.7.6 Ενίσχυση του ψηφιακού και επιστημονικού εγγραμματισμού**

Μέσα από τη χρήση του Arduino, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες ψηφιακού εγγραμματισμού, όπως κατανόηση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, αισθητήρων, δεδομένων και αυτοματισμών, καθώς και επιστημονικού εγγραμματισμού, δηλαδή ικανότητα να συλλέγουν, να αναλύουν και να ερμηνεύουν δεδομένα πειραματικά (Νούσης, 2023; Sahjwani, 2023). Αυτές οι δεξιότητες είναι απαραίτητες για την προετοιμασία των μαθητών για τα σύγχρονα πεδία της επιστήμης και της τεχνολογίας.

## **2.8 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα του Arduino**

### **2.8.1 Πλεονεκτήματα**

Το Arduino αναγνωρίζεται ως ένα από τα πιο προσιτά και αποτελεσματικά εργαλεία για την ενίσχυση της βιοματικής μάθησης και την προώθηση της STEM εκπαίδευσης (García-Tudela & Marín-Marín, 2023; Νούσης, 2024a; El-Abd, 2017). Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της χρήσης του Arduino είναι:

α) Οικονομική προσιτότητα και ανοικτή πρόσβαση

Η χαμηλή τιμή του Arduino και η ευρεία διαθεσιμότητά του το καθιστούν κατάλληλο για σχολεία και πανεπιστήμια με περιορισμένους πόρους. Οι βασικές πλακέτες (π.χ. Arduino

Υπο) είναι διαθέσιμες στην αγορά σε χαμηλό κόστος, προσφέροντας πλήρη λειτουργικότητα με ελάχιστο εξοπλισμό (Kinchin, 2018; Kubínová & Šlégr, 2015). Επιπλέον, η ανθεκτικότητα του Arduino εξασφαλίζει τη μακροχρόνια χρήση του υπάρχοντος εξοπλισμού.

β) Ευκολία χρήσης και ανοικτός κώδικας

Το φιλικό περιβάλλον προγραμματισμού (IDE) και η πληθώρα ελεύθερων βιβλιοθηκών επιτρέπουν την ταχεία εκμάθηση, ακόμη και από αρχάριους χρήστες. Η ανοικτού κώδικα αρχιτεκτονική ενθαρρύνει τη συνεργασία και τη συνεχή εξέλιξη μέσω της παγκόσμιας κοινότητας χρηστών (García-Tudela & Marín-Marín, 2023).

γ) Ευελιξία και πολυχρηστικότητα

Το Arduino υποστηρίζει πληθώρα αισθητήρων και ενεργοποιητών, επιτρέποντας πειράματα σε πολλά αντικείμενα των Θετικών Επιστημών (Saparov et al., 2023; Organtini, 2018). Επιπλέον, η δυνατότητα διασύνδεσης με Wi-Fi ή Bluetooth (μέσω πλακετών ESP32, MKR WiFi 1010) διευρύνει το φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων πειραμάτων IoT. Ταυτόχρονα, η συμβατότητά του με τον ήδη διαθέσιμο εργαστηριακό εξοπλισμό ενισχύει την αξιοποίησή του στο εκπαιδευτικό περιβάλλον, χωρίς να απαιτείται η αντικατάσταση υφιστάμενων υποδομών.

δ) Παιδαγωγική αξία και ανάπτυξη δεξιοτήτων

Η χρήση του Arduino ενισχύει τη μάθηση μέσω πράξης (constructionism) και καλλιεργεί δεξιότητες του 21ου αιώνα — συνεργασία, δημιουργικότητα, υπολογιστική σκέψη και τεχνολογικό εγγραμματισμό (Pabuşcu-Akış, 2024; Danel & Richt'ěrek, 2024). Οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία σχεδίασης, προγραμματισμού και πειραματισμού, αποκτώντας κριτική και επιστημονική σκέψη.

ε) Αυξημένο ενδιαφέρον και μαθησιακή εμπλοκή

Η ερευνητική βιβλιογραφία δείχνει ότι το Arduino αυξάνει σημαντικά τα κίνητρα και τη συμμετοχή των μαθητών, καθώς συνδέει τη θεωρία με την πράξη και επιτρέπει τη δημιουργία απτών αποτελεσμάτων (García-Tudela & Marín-Marín, 2023; Sahjwani, 2023).

στ) Ευκολία Καταγραφής Δεδομένων

Η πλατφόρμα Arduino παρέχει τη δυνατότητα αυτόματης καταγραφής των δεδομένων, επιτρέποντας στους μαθητές να επικεντρωθούν περισσότερο στην ερμηνεία των φαινομένων αντί στη διαδικασία καταγραφής των δεδομένων. Με αυτό τον τρόπο, κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ενισχύεται η εμβάθυνση της επιστημονικής γνώσης.

ζ) Ενίσχυση εξ αποστάσεως μάθησης

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εξ αποστάσεως πειράματα, επιτρέποντας στους μαθητές να πραγματοποιούν εργασίες από το σπίτι με ασφαλή και οικονομικό εξοπλισμό. Έτσι, υπάρχει πρόσβαση σε πειράματα που διαφορετικά δεν θα υπήρχε η δυνατότητα υλοποίησης λόγω πολύπλοκου και ακριβού εξοπλισμού. (Pratidhina et al. ,2021).

### **2.8.2 Μειονεκτήματα και Περιορισμοί**

Παρά τα σημαντικά οφέλη του, η χρήση του Arduino παρουσιάζει ορισμένους τεχνικούς, παιδαγωγικούς και οργανωτικούς περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη (Νούσης, 2024a· El-Abd, 2017). Μερικοί από αυτούς είναι:

#### **α) Περιορισμένη ακρίβεια μετρήσεων**

Η πλατφόρμα διαθέτει αναλογικό μετατροπέα 10-bit (ADC), που περιορίζει τη διακριτική ικανότητα σε περίπου 4,9 mV για εύρος 5V. Αν και επαρκές για εκπαιδευτικούς σκοπούς, αυτό καθιστά το Arduino λιγότερο κατάλληλο για επιστημονικές εφαρμογές υψηλής ακρίβειας (Νούσης, 2024a; Kubínová & Šlégr, 2015).

#### **β) Τεχνικές απαιτήσεις και ανάγκη επιμόρφωσης**

Η αποτελεσματική χρήση του Arduino προϋποθέτει βασική κατανόηση ηλεκτρονικής και προγραμματισμού, γεγονός που καθιστά αναγκαία την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. Πέρα από τις τεχνικές δεξιότητες, απαιτείται και παιδαγωγική υποστήριξη, ώστε η χρήση του να ενταχθεί ουσιαστικά σε διδακτικά σενάρια και να μη περιοριστεί σε αποσπασματικές τεχνολογικές εφαρμογές. Η έλλειψη κατάλληλης παιδαγωγικής προετοιμασίας μπορεί να περιορίσει τη διδακτική του αξιοποίηση, καθώς οι εκπαιδευτικοί ενδέχεται να δυσκολευτούν να συνδέσουν τις τεχνικές δυνατότητες της πλατφόρμας με τους μαθησιακούς στόχους (El-Abd, 2017). Επιπλέον, η επιμόρφωση συμβάλλει στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησης των εκπαιδευτικών και στη διαμόρφωση αποτελεσματικών στρατηγικών ένταξης του Arduino σε περιβάλλοντα διερευνητικής και συνεργατικής μάθησης.

#### **γ) Διαφορετική ποιότητα εξοπλισμού**

Η ύπαρξη πολλών “κλώνων” του Arduino και φθηνών αισθητήρων διαφορετικής ποιότητας ενδέχεται να προκαλέσει προβλήματα συμβατότητας ή αστάθειας, επηρεάζοντας την αξιοπιστία των μετρήσεων (Νούσης, 2024b; Kinchin, 2018).

#### **δ) Περιορισμοί λογισμικού και πολυπλοκότητας**

Η πλατφόρμα δεν προσφέρει πρόσβαση σε χαμηλού επιπέδου λειτουργίες του μικροελεγκτή χωρίς χρήση Assembly, γεγονός που περιορίζει τη διδασκαλία προηγμένων εννοιών ενσωματωμένων συστημάτων (El-Abd, 2017).

ε) Ασυνέχεια και αποσπασματική εφαρμογή

Πολλά εκπαιδευτικά προγράμματα Arduino έχουν πιλοτικό ή βραχυπρόθεσμο χαρακτήρα, χωρίς ενσωμάτωση στο αναλυτικό πρόγραμμα. Αυτό περιορίζει τη μακροπρόθεσμη επίδραση στη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών (Manu et al. ,2025).

στ) Έλλειψη θεσμικής ένταξης

Παρότι το Arduino αναγνωρίζεται για τη διδακτική του αξία, δεν έχει ακόμη ενσωματωθεί συστηματικά στα επίσημα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών. Η απουσία θεσμικής υποστήριξης οδηγεί στην αποσπασματική και προαιρετική του εφαρμογή (Νούσης, 2024a).

## Ενότητα 3<sup>η</sup>: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 3.1 Ανάλυση πειραμάτων με χρήση Arduino στις Φυσικές Επιστήμες

#### 3.1.1 Χρήση Arduino σε πειράματα Μηχανικής

Οι πρώτες εφαρμογές της πλατφόρμας Arduino στη φυσική εκπαίδευση επικεντρώθηκαν στη διερεύνηση θεμελιωδών εννοιών της μηχανικής μέσω πειραμάτων δυναμικής και ταλαντώσεων. Οι Gonçaves et al. (2017) αξιοποίησαν το Arduino για τη μελέτη της συντονισμένης ταλάντωσης, επιτρέποντας τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και ενισχύοντας τη διερευνητική προσέγγιση στη διδασκαλία των ταλαντώσεων. Στη συνέχεια, οι Espíndola et al. (2018) υλοποίησαν πείραμα πειραματικής επαλήθευσης του θεωρήματος ώθησης–ορμής, χρησιμοποιώντας αισθητήρες δύναμης (load cells) συνδεδεμένους με Arduino, αποδεικνύοντας τη δυνατότητα ακριβούς μέτρησης μεταβολών ορμής και δυνάμεων κρούσης.

Παράλληλα, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη μελέτη της ελεύθερης πτώσης. Ο Moya (2018) παρουσίασε πείραμα ελεύθερης πτώσης με χρήση υπερηχητικού αισθητήρα, επιτρέποντας την άμεση μέτρηση της επιτάχυνσης της βαρύτητας μέσω της καταγραφής της μεταβολής της θέσης συναρτήσει του χρόνου. Ακολούθως, οι Pili και Violanda (2019) χρησιμοποίησαν εκκρεμές εξοπλισμένο με αισθητήρα θέσης, σε συνδυασμό με Arduino, για τον ακριβή υπολογισμό του  $g$ , προσφέροντας έτσι μια εναλλακτική προσέγγιση με αυξημένη ακρίβεια. Στη συνέχεια, οι El Hadi et al. (2020) ανέπτυξαν πείραμα ελεύθερης πτώσης σε πραγματικό χρόνο με χρήση υπέρυθρων αισθητήρων και αυτόματη συλλογή δεδομένων μέσω λογισμικού υπολογιστικών φύλλων (Excel). Κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, οι Casaburo (2021) και Firdaus et al. (2024) κατέδειξαν ότι πειράματα ελεύθερης πτώσης με Arduino μπορούν να υλοποιηθούν αποτελεσματικά σε οικιακό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας χαμηλού κόστους και εύκολα προσβάσιμα υλικά. Πιο πρόσφατα, οι Georgopoulos et al. (2024) υλοποίησαν απλοποιημένη εκδοχή του πειράματος με υπερηχητικό αισθητήρα, εξάγοντας την επιτάχυνση της βαρύτητας μέσω της ανάλυσης της καμπύλης θέσης–χρόνου.

Συναφώς, η περιοδική κίνηση μέσω εκκρεμούς μελετήθηκε εκτενώς με τη χρήση Arduino. Οι Pili και Violanda (2019) αξιοποίησαν αισθητήρα θέσης για την καταγραφή της ταλάντωσης και τον υπολογισμό της επιτάχυνσης της βαρύτητας, επιτρέποντας την

πειραματική διερεύνηση της σχέσης περιόδου–μήκους και τη σύγκριση με το θεωρητικό πρότυπο της απλής αρμονικής ταλάντωσης.

Περαιτέρω διεύρυνση της εφαρμογής του Arduino στη μηχανική πραγματοποιήθηκε στο πεδίο της στροφικής κίνησης, όπου ο Moya (2019) ανέπτυξε πείραμα μέτρησης γωνιακής ταχύτητας και γωνιακής επιτάχυνσης με χρήση Arduino, καθιστώντας δυνατή την οπτικοποίηση της σχέσης μεταξύ ροπής, ροπής αδράνειας και γωνιακής επιτάχυνσης. Το έργο αυτό έθεσε τις βάσεις για την αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino στη διδασκαλία της κινηματικής και δυναμικής στερεού σώματος.

Αντίστοιχα, η διερεύνηση της τριβής αποτέλεσε αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας. Ο Sari (2019) ανέπτυξε πείραμα κίνησης σε κεκλιμένο επίπεδο, αποδεικνύοντας ότι το Arduino μπορεί να καταγράψει με ακρίβεια τη μεταβολή της ταχύτητας, καταλήγοντας στη συνέχεια μέσω υπολογισμών στο προσδιορισμό του συντελεστή τριβής. Στη συνέχεια, ο Çoban (2020) και οι συνεργάτες του (Çoban & Boyacı, 2021) επέκτειναν το πείραμα, χρησιμοποιώντας αισθητήρες απόστασης HC-SR04 και αισθητήρες δύναμης. Οι μελέτες αυτές άνοιξαν τον δρόμο για σειρά συναφών ερευνών έως το 2022. Πιο πρόσφατα, οι Georgopoulos et al. (2024) παρουσίασαν απλοποιημένη εκδοχή του πειράματος, επιτρέποντας την εξαγωγή της επιτάχυνσης μέσω της καμπύλης θέσης–χρόνου.

Επιπλέον, η πλατφόρμα Arduino χρησιμοποιήθηκε εκτενώς για την πειραματική επαλήθευση θεμελιωδών νόμων της μηχανικής. Οι Çoban και Çoban (2020) υλοποίησαν πείραμα για τον υπολογισμό της σταθεράς ελατηρίου βάσει του νόμου του Hooke. Παράλληλα, οι Van Bien και Hai (2019) ανέπτυξαν ασύρματο όχημα βασισμένο στο Arduino, ικανό να διερευνήσει πειραματικά τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα. Ακολούθως, οι Çoban και Erol (2021a) παρουσίασαν αντίστοιχο πείραμα επαλήθευσης του δεύτερου νόμου, ενώ οι Çoban και Erol (2021b) διερεύνησαν πειραματικά το θεώρημα έργου–ενέργειας, καταδεικνύοντας την ευελιξία της πλατφόρμας σε σύνθετα πειραματικά σενάρια. Στο πεδίο της κινηματικής, οι Çoban και Erol (2022) διερεύνησαν την κινηματική δύο διαστάσεων με χρήση Arduino, παρέχοντας στους φοιτητές δυνατότητα ανάλυσης τροχιών και ταχυτήτων. Παράλληλα, οι Karakotsou και Zafiriadis (2023) ανέπτυξαν εκπαιδευτική δραστηριότητα για την ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, χρησιμοποιώντας υπερηχητικούς αισθητήρες και ασύρματη μετάδοση δεδομένων σε κινητές συσκευές μέσω Bluetooth.

Επίσης, οι Çoban και Büyükdede (2024) αξιοποίησαν το Arduino για την ανάλυση της κίνησης κατακόρυφης βολής αντικειμένων, προσφέροντας ολοκληρωμένη διδακτική ενότητα κατανόησης κινηματικών μεγεθών σε πλαίσιο STEM. Παράλληλα, οι Schnider και

Hörmöstreij (2024) τεκμηρίωσαν με στατιστικά δεδομένα ότι η διδασκαλία της κινηματικής μέσω δραστηριοτήτων υποστηριζόμενων από Arduino βελτιώνει σημαντικά τόσο τη γνωστική επίδοση όσο και τη στάση των μαθητών απέναντι στη Φυσική.

Ομοίως, εφαρμογές εντοπίζονται και στην υδροστατική, όπου οι Espíndola et al. (2018) σχεδίασαν πείραμα για τη μελέτη της άνωσης, αξιοποιώντας δύο αισθητήρες δύναμης (load cells) συνδεδεμένους με Arduino. Το πείραμα επέτρεψε την άμεση πειραματική επαλήθευση του νόμου του Αρχιμήδη μέσω σύγκρισης του βάρους σώματος στον αέρα και εντός υγρού, ενισχύοντας τη μαθησιακή κατανόηση της έννοιας της άνωσης μέσω πραγματικών μετρήσεων.

Τέλος, στον τομέα της πίεσης, οι Moya και Merino (2022) ανέπτυξαν ψηφιακό βαρόμετρο με χρήση αισθητήρα BMP180, εισάγοντας έννοιες ατμοσφαιρικής πίεσης και μετεωρολογίας στη φυσική εκπαίδευση. Αργότερα, οι dos Santos και Nunes (2024) επαναπροσδιόρισαν το πείραμα του Γαλιλαίου, χρησιμοποιώντας φωτοαισθητήρες και ηχητικά σήματα για τη μελέτη της σχέσης χρόνου–απόστασης.

### **3.1.2 Χρήση Arduino σε πειράματα Θερμότητας**

Η αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino στη διδασκαλία της θερμότητας και της θερμοδυναμικής έχει γνωρίσει σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία έτη, προσφέροντας νέες δυνατότητες για πειραματική διερεύνηση θερμικών φαινομένων μέσω χαμηλού κόστους και επαναλήψιμων μετρήσεων με μεγάλη ακρίβεια. Οι πρώτες εφαρμογές της πλατφόρμας Arduino στη διδασκαλία της θερμότητας επικεντρώθηκαν στη μέτρηση μεταβολών θερμοκρασίας σε απλά θερμικά συστήματα. Οι dos Reis et al. (2021) αξιοποίησαν ψηφιακούς αισθητήρες θερμοκρασίας DS18B20 σε συνδυασμό με Arduino, προκειμένου να μελετήσουν τη μεταφορά θερμικής ενέργειας και την επίτευξη θερμικής ισορροπίας. Η μελέτη ανέδειξε ότι ο συνδυασμός πειραματικής πράξης και υπολογιστικού σχεδιασμού συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης εννοιών όπως η θερμότητα και το έργο, ενισχύοντας τη διερευνητική μάθηση.

Στη συνέχεια, σημαντική ερευνητική δραστηριότητα αναπτύχθηκε γύρω από τη μελέτη του νόμου ψύξης του Νεύτωνα. Ο Casaburo (2022) σχεδίασε πείραμα μέτρησης της σταθεράς χρόνου της ψύξης, χρησιμοποιώντας αισθητήρα θερμοκρασίας συνδεδεμένο με Arduino, επιτρέποντας την παρακολούθηση της εκθετικής μεταβολής της θερμοκρασίας συναρτήσει του χρόνου. Το πείραμα παρείχε επίσης και τη δυνατότητα πειραματικής εκτίμησης της παραμέτρου χρόνου και τη σύνδεσή της με ανάλογα φαινόμενα σε ηλεκτρικά κυκλώματα

RC, προσφέροντας συνεκτικό πλαίσιο εισαγωγής στη θερμική κινητική και στη μαθηματική μοντελοποίηση φυσικών διεργασιών.

Σε πιο εφαρμοσμένο και βιωματικό πλαίσιο, οι Prasitrong et al. (2023) εισήγαγαν πείραμα «μαγειρικής φυσικής», μελετώντας τη θέρμανση στιγμιαίων noodles μέσω της εξώθερμης αντίδρασης  $\text{CaO-H}_2\text{O}$ . Με τη χρήση θερμοστοιχείων συνδεδεμένων σε Arduino, οι φοιτητές υπολόγισαν την απελευθερωμένη θερμική ενέργεια και μοντελοποίησαν τη διαδικασία ψύξης βάσει του νόμου ψύξης του Νεύτωνα. Το πείραμα ενίσχυσε τη διαισθητική κατανόηση της θερμικής μεταφοράς και της εκθετικής συμπεριφοράς των θερμικών συστημάτων.

Επιπλέον, η πλατφόρμα Arduino αξιοποιήθηκε για τη μελέτη ενεργειακών ροών σε θερμοδυναμικές διεργασίες μέσω καινοτόμων εργαστηριακών ασκήσεων. Ο Erol (2024) παρουσίασε πειραματικές δραστηριότητες που συνδυάζουν την ποσοτική ανάλυση της θερμικής ισορροπίας με την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων και προγραμματισμού. Αντίστοιχα, οι Martins et al. (2024) ανέπτυξαν θερμοδυναμικό εργαστήριο βασισμένο στο Arduino για τη μοντελοποίηση της μετάδοσης θερμότητας, δείχνοντας ότι η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στον σχεδιασμό των διατάξεων ενισχύει την κατανόηση πολύπλοκων συστημάτων και την κριτική σκέψη.

Στο ίδιο πλαίσιο της πειραματικής επαλήθευσης του πρώτου νόμου της θερμοδυναμικής, οι Stylos et al. (2024) ανέπτυξαν σύστημα θερμικής ισορροπίας με χρήση Arduino Uno και δύο αισθητήρων θερμοκρασίας DS18B20. Η διάταξη επιτρέπει την ταυτόχρονη καταγραφή της θερμοκρασίας δύο σωμάτων και αποδεικνύει πειραματικά ότι η θερμική ενέργεια που αποβάλλεται από το θερμό σώμα ισούται με την ενέργεια που απορροφά το ψυχρό, προσφέροντας σαφή και προσιτή εισαγωγή στις βασικές αρχές της θερμοδυναμικής.

Επίσης, η μελέτη της θερμικής ακτινοβολίας ενισχύθηκε μέσω της ανάπτυξης καινοτόμων Arduino-based διατάξεων. Οι Pickup και Roch (2025) σχεδίασαν συσκευή μέτρησης υπέρυθρης ακτινοβολίας βασισμένη σε Arduino Nano και αισθητήρα MLX90614 για το κλασικό πείραμα του κύβου Leslie. Η διάταξη αυτή, επιτρέπει σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να μετρούν την εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας από διαφορετικές επιφάνειες, ενισχύοντας τη διδασκαλία της θερμικής ακτινοβολίας και τη συσχέτιση θεωρίας και πραγματικών δεδομένων

Τέλος, οι Vitkóczy et al. (2025) παρουσίασαν ένα διπλό θερμομέτρο βασισμένο σε Arduino και αισθητήρες NTC, ικανό να μετρά ταυτόχρονα δύο θερμοκρασίες σε πραγματικό χρόνο. Η μελέτη ανέδειξε τη σημασία των διεπιστημονικών προσεγγίσεων STEM/STEAM, καθώς

οι μαθητές συμμετείχαν ενεργά στην κατασκευή, τον προγραμματισμό και την αξιολόγηση της διάταξης, ενισχύοντας την κατανόηση θερμικών και θερμοδυναμικών φαινομένων.

### **3.1.3 Χρήση της πλατφόρμας Arduino σε πειράματα Ηλεκτρισμού και Ηλεκτρομαγνητισμού**

Η πρώτη συστηματική εφαρμογή του Arduino σε πειράματα ηλεκτρισμού αφορούσε τη μελέτη κυκλωμάτων RC. Ο Pereira (2016) ανέπτυξε διάταξη μέτρησης της σταθεράς χρόνου φόρτισης και εκφόρτισης πυκνωτή, χρησιμοποιώντας το Arduino ως γεννήτρια σημάτων, σύστημα συλλογής δεδομένων και εργαλείο οπτικοποίησης δημιουργώντας ένα πλήρως ολοκληρωμένο εργαστηριακό πλαίσιο. Το πείραμα ενίσχυσε την κατανόηση της εκθετικής συμπεριφοράς των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και τη σύνδεσή τους με τα αντίστοιχα μαθηματικά μοντέλα.

Στη συνέχεια, σε πιο σύνθετα ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα, στον τομέα του μαγνητισμού, οι Bezerra et al. (2019) παρουσίασαν χαμηλού κόστους διάταξη μέτρησης μαγνητικού πεδίου με χρήση αισθητήρων Hall και Arduino. Η διάταξη επέτρεψε τη μελέτη της εξάρτησης του μαγνητικού πεδίου από την ένταση του ρεύματος και την απόσταση, διευκολύνοντας την εισαγωγή των μαθητών σε δύσκολες έννοιες όπως τον νόμο Biot–Savart μέσω πειραματικών δεδομένων πραγματικού χρόνου.

Παράλληλα, η μελέτη της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής αποτέλεσε βασικό πεδίο εφαρμογής του Arduino. Οι Oliveira et al. (2019) διερεύνησαν την αμοιβαία επαγωγή μεταξύ δύο πηνίων, επιτρέποντας στους μαθητές να παρατηρήσουν άμεσα τη μεταβολή της ηλεκτρεγερτικής δύναμης επαγωγής συναρτήσει του χρόνου και της σχετικής γεωμετρίας. Το πείραμα αυτό ενίσχυσε την πειραματική κατανόηση του νόμου του Faraday και της επαγωγικής σύζευξης, μέσα από μετρήσεις πραγματικού χρόνου. Αντίστοιχα, ο Erol (2023), για τη διδασκαλία του νόμου Faraday για την ηλεκτρομαγνητική επαγωγή ανέπτυξε διάταξη καταγραφής της χρονικής εξέλιξης της επαγόμενης ηλεκτρεγερτικής δύναμης μέσω μεταβαλλόμενου μαγνήτη και αισθητήρα τάσης. Τα πειράματα αυτά επέτρεψαν τη δυναμική οπτικοποίηση του νόμου του Faraday και τη βαθύτερη κατανόηση της επαγωγικής σύζευξης.

Στο ίδιο πλαίσιο, οι Ouariach et al. (2020) ανέπτυξαν εκπαιδευτικό τεσλάμετρο βασισμένο σε Arduino και αισθητήρα Hall KY-024, σε συνδυασμό με εφαρμογή smartphone μέσω Bluetooth, για τη μέτρηση μαγνητικών πεδίων που παράγονται από πηνία Helmholtz. Τα

αποτελέσματα παρουσίασαν άριστη συμφωνία με τα θεωρητικά πρότυπα, αναδεικνύοντας τη δυναμική του Arduino στη σύγχρονη εργαστηριακή εκπαίδευση.

Επιπλέον, η ηλεκτροστατική διερευνήθηκε μέσω Arduino-based πειραματικών διατάξεων. Οι Hachmi et al. (2022) ανέπτυξαν μηχανισμό μέτρησης της δύναμης Coulomb με χρήση αισθητήρων δύναμης και τρισδιάστατα εκτυπωμένων εξαρτημάτων, επιτρέποντας την πειραματική επιβεβαίωση του νόμου του Coulomb με υψηλή ακρίβεια.

Αντίστοιχα, έγινε απόπειρα από τους Pratihina et al. (2022) για μια καινοτόμο προσέγγιση εξ αποστάσεως διδασκαλίας της φυσικής, εστιάζοντας στη διερεύνηση του νόμου του Ohm με τη χρήση Arduino Uno και block-based προγραμματισμού μέσω της πλατφόρμας Common-Coding Builder (CCB). Η κυριότερη πρόκληση της τηλεεκπαίδευσης είναι πώς μπορεί να διατηρηθεί η πειραματική διάσταση της φυσικής μάθησης χωρίς φυσική παρουσία στο εργαστήριο. Τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαίωσαν τη γραμμική σχέση μεταξύ αντίστασης και μήκους του αγωγού, καθώς και την αντίστροφη αναλογία μεταξύ αντίστασης και διατομής, σύμφωνα με τον θεωρητικό τύπο  $R = \rho \frac{l}{A}$ . Επιβεβαιώθηκε πως η δραστηριότητα αυτή προσφέρει μια χειροπιαστή κατανόηση της μικροσκοπικής φύσης της αγωγιμότητας, προωθώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων, πειραματικής ακρίβειας και σύνδεσης θεωρίας-πράξης. Παιδαγωγικά, η μελέτη αποδεικνύει πως η συνδυασμένη χρήση Arduino και block-based προγραμματισμού μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα ανάμεσα στη φυσική και την πληροφορική, προωθώντας τις δεξιότητες STEM. Το πείραμα παρέχει άμεση ανάδραση μέσω μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο, καλλιεργώντας ενεργό συμμετοχή, διερευνητική σκέψη και εμπλοκή των μαθητών σε όλη τη διαδικασία. Επιπλέον, το γεγονός ότι το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σπίτι καθιστά το Arduino ένα πολυδιάστατο εργαλείο εξ αποστάσεως μάθησης, ιδιαίτερα σε περιόδους όπου η φυσική παρουσία στο εργαστήριο δεν είναι εφικτή.

Πιο πρόσφατα, οι Moya και Macías (2024) παρουσίασαν Arduino-based διάταξη ανίχνευσης μαγνητικής πολικότητας και έντασης πεδίου, χρησιμοποιώντας αναλογικό αισθητήρα Hall 49E και LED για την οπτική απεικόνιση της κατεύθυνσης και του μέτρου του μαγνητικού πεδίου. Η προσέγγιση αυτή καθιστά το πείραμα ιδιαίτερα κατάλληλο για εισαγωγικά μαθήματα ηλεκτρομαγνητισμού.

### **3.1.4 Χρήση Arduino σε πειράματα Οπτικής**

Η διερεύνηση της ολικής εσωτερικής ανάκλασης αποτέλεσε μία από τις πρώιμες εφαρμογές του Arduino στην οπτική φυσική. Ο Atkin (2018) ανέπτυξε διάταξη ελεγχόμενη από

Arduino, η οποία αξιοποιεί φωτοδίοδο και LED για τη μελέτη των συνθηκών διάδοσης και ανάκλασης του φωτός σε πρίσματα. Η εργασία κατέδειξε ότι τέτοιου τύπου Arduino-based συστήματα μπορούν να υποκαταστήσουν σύνθετες και δαπανηρές εργαστηριακές οπτικές συσκευές, διατηρώντας όμως την επαρκή ακρίβεια των μετρήσεων και τη δυνατότητα για επανάληψη του. Παράλληλα, παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι είναι προσιτά και υλοποιήσιμα ακόμη και από μαθητές.

Στη συνέχεια, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη χρήση απλών φωτοαισθητήρων για ποσοτική μέτρηση της φωτεινότητας και εισαγωγή σε πρακτικές επεξεργασίας δεδομένων. Ο Kinchin (2020) χρησιμοποίησε LDR (Light Dependent Resistor) ως φωτοαισθητήρα σε διάταξη Arduino, πραγματοποιώντας βαθμονόμηση της αντίστασης ως συνάρτηση της φωτεινότητας. Μέσω της διαδικασίας, οι φοιτητές μετρούν την ένταση του φωτός, διερευνούν τη μη γραμμική συμπεριφορά του αισθητήρα και εφαρμόζουν αναλυτικές μεθόδους προσαρμογής δεδομένων (power law fit), αναδεικνύοντας τη διδακτική αξία απλών και προσβάσιμων αισθητήρων για την κατανόηση βασικών αρχών της οπτικής και της πειραματικής μεθοδολογίας.

Η πόλωση του φωτός και τα σχετικά πειράματα αποτέλεσαν αντικείμενο συστηματικής αξιοποίησης του Arduino σε πιο σύνθετες διατάξεις. Οι Jesus και Castro (2022) ανέπτυξαν Arduino-ελεγχόμενη συσκευή για τη μέτρηση της γωνίας Brewster, η οποία επιτρέπει αυτοματοποιημένη σάρωση γωνιών πρόσπτωσης και ανάκλασης με τη χρήση stepper motor. Η διάταξη παρέχει ακριβή δεδομένα για τον υπολογισμό της γωνίας Brewster σε διαφορετικά υλικά και ενισχύει τη διερευνητική μάθηση, καθώς συνδυάζει στοιχεία οπτικής φυσικής, μηχανικής και προγραμματισμού, προάγοντας τον πειραματικό σχεδιασμό και την ανάλυση δεδομένων.

Στο ίδιο θεματικό πεδίο της πόλωσης, οι Phayphung et al. (2023) σχεδίασαν φωτόμετρο (lux meter) βασισμένο σε Arduino και αισθητήρα φωτός GY-30, με στόχο τη μελέτη της πόλωσης και την πειραματική επαλήθευση του νόμου του Malus. Στο πλαίσιο της δραστηριότητας, οι φοιτητές παρακολουθούσαν σε πραγματικό χρόνο τη μεταβολή της έντασης του φωτός συναρτήσει της γωνίας μεταξύ δύο πολωτών, ενώ παράλληλα αξιολόγησαν την ικανότητα πόλωσης διαφορετικών τύπων γυαλιών ηλίου. Η προσέγγιση αυτή αναδεικνύει την παιδαγωγική αξία των μετρήσεων πραγματικού χρόνου στην κατανόηση τριγωνομετρικών εξαρτήσεων και στη διερεύνηση οπτικών ιδιοτήτων υλικών.

Τέλος, η οπτική υποστηρίχθηκε επίσης από διεπιστημονικές εφαρμογές που συνδέουν φυσική, ηλεκτρονική και υπολογιστικά περιβάλλοντα. Οι Hahn et al. (2023) υλοποίησαν

πείραμα πρόσθεσης χρωμάτων με συνδυασμό Arduino και Processing, όπου οι φοιτητές ρύθμιζαν την ένταση των καναλιών RGB LED μέσω ποτενσιόμετρων και συνέκριναν το παραγόμενο χρώμα με την απόδοση χρώματος σε οθόνη υπολογιστή. Η δραστηριότητα εντάσσεται στο πλαίσιο της Technology-Enhanced Learning, καθώς παρέχει διπλή αναπαράσταση του φαινομένου (φυσική και ψηφιακή), ενισχύοντας τη σύνδεση φυσικής και πληροφορικής και καλλιεργώντας δεξιότητες πειραματικού ελέγχου και οπτικής ερμηνείας δεδομένων.

### **3.1.5 Χρήση Arduino σε πειράματα Ήχου**

Η ακουστική αποτέλεσε ένα από τα πεδία της φυσικής όπου το Arduino αξιοποιήθηκε επιτυχώς για την υλοποίηση πειραμάτων με υψηλή ακρίβεια. Οι Puantha et al. (2019) ανέπτυξαν πειραματική διάταξη σωλήνων συντονισμού, στην οποία το Arduino συνδυάστηκε με αισθητήρες ήχου και διεπαφή LabVIEW. Η διάταξη επέτρεπε την αυτόματη ανίχνευση της μέγιστης έντασης του ήχου και τον υπολογισμό του μήκους της ηχητικής στήλης για διαφορετικές αρμονικές. Μέσω της διαδικασίας αυτής επιτεύχθηκε προσδιορισμός της ταχύτητας του ήχου με σφάλματα μικρότερα του 5%, αναδεικνύοντας την αξιοπιστία της μεθόδου σε εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Σε παρόμοια κατεύθυνση, οι Çoban και Çoban (2020) χρησιμοποίησαν αισθητήρα ήχου KY-038 σε διάταξη διπλού ανοικτού σωλήνα, καταγράφοντας διαδοχικές αρμονικές συχνότητες. Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στον υπολογισμό της θεμελιώδους συχνότητας με σφάλμα της τάξης του 1,5%, αποδεικνύοντας ότι οικονομικός και απλός εξοπλισμός μπορεί να υποκαταστήσει αποτελεσματικά πιο πολύπλοκες εργαστηριακές συσκευές στη διδασκαλία του φαινομένου του συντονισμού.

Η μέτρηση της ταχύτητας του ήχου αποτέλεσε χαρακτηριστικό παράδειγμα διεπιστημονικής εφαρμογής του Arduino. Οι Bazak et al. (2019) σχεδίασαν Arduino-based πείραμα μέτρησης απόστασης μέσω υπερήχων, όπου οι φοιτητές προγραμματίζουν το Arduino ώστε να καταγράφουν τον χρόνο διάδοσης του ήχου και να υπολογίζουν την ταχύτητά του. Το πείραμα συνδύαζε έννοιες φυσικής, ηλεκτρονικής και προγραμματισμού, ενισχύοντας τη διεπιστημονική προσέγγιση STEM και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στη διαδικασία συλλογής και ανάλυσης δεδομένων.

Τέλος, πιο σύνθετες ακουστικές έννοιες διερευνήθηκαν μέσω της μελέτης του φαινομένου Doppler. Οι Phayphung et al. (2024) υλοποίησαν πείραμα στο οποίο smartphone χρησιμοποιήθηκε ως περιστρεφόμενη πηγή ήχου, ενώ το Arduino λειτούργησε ως

καταγραφέας της μεταβαλλόμενης συχνότητας. Η διάταξη επέτρεψε την ακριβή αποτύπωση της μεταβολής της συχνότητας συναρτήσει της σχετικής κίνησης πηγής και παρατηρητή, οδηγώντας σε πειραματική επιβεβαίωση της εξίσωσης Doppler με πολύ μικρές αποκλίσεις από τις θεωρητικές τιμές. Το πείραμα ανέδειξε τη δυνατότητα του Arduino να υποστηρίζει μετρήσεις πραγματικού χρόνου σε δυναμικά ακουστικά φαινόμενα.

### **3.1.6 Χρήση Arduino σε πειράματα Ρευστομηχανικής**

Στο πεδίο της ρευστομηχανικής, έχουν αναπτυχθεί Arduino-based διατάξεις για τη μελέτη της εκροής υγρών από δοχεία, με έμφαση στην πειραματική επαλήθευση της εξίσωσης του Torricelli. Ο Atkin (2018) σχεδίασε πειραματική διάταξη στην οποία χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας διαφορικής πίεσης MPX5010DP συνδεδεμένος με Arduino για την καταγραφή της μεταβολής του ύψους της υδάτινης στήλης σε πραγματικό χρόνο. Η προσέγγιση αυτή υποκατέστησε τις παραδοσιακές μεθόδους χειροκίνητου χρονισμού, προσφέροντας αυξημένη ακρίβεια και επαναληψιμότητα.

Το σύστημα βαθμονομήθηκε ώστε να παρουσιάζει γραμμική σχέση μεταξύ της τάσης εξόδου του αισθητήρα και του ύψους της στήλης του υγρού, επιτρέποντας την αξιόπιστη εξαγωγή πειραματικών δεδομένων. Η ανάλυση της χρονικής εξέλιξης του ύψους έδειξε ότι τα αποτελέσματα βρίσκονται εντός των θεωρητικών ορίων που υπαγορεύονται από την παράμετρο  $k$  της διαφορικής εξίσωσης που περιγράφει την παροχέτευση, επιβεβαιώνοντας τόσο την εγκυρότητα της θεωρίας όσο και την καταλληλότητα χαμηλού κόστους ηλεκτρονικών διατάξεων για εκπαιδευτικά πειράματα ρευστομηχανικής.

## **3.2 Εκπαιδευτική αξιοποίηση του Arduino: Βαθμίδες εκπαίδευσης, αντιλήψεις και παιδαγωγικές διαστάσεις**

Η σύγχρονη ερευνητική βιβλιογραφία των τελευταίων ετών καταδεικνύει με σαφήνεια ότι το Arduino έχει αναδειχθεί σε καθοριστική τεχνολογική πλατφόρμα για τη μεταμόρφωση της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας και του προγραμματισμού σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Ως ανοικτή, χαμηλού κόστους και ευέλικτη πλατφόρμα, το Arduino υποστηρίζει τη διερευνητική και πειραματική μάθηση, τη σύνδεση θεωρίας και πράξης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων STEM, λειτουργώντας ως γέφυρα ανάμεσα στη φυσική, την υπολογιστική σκέψη και τον πραγματικό κόσμο.

### **3.2.1 Πρωτοβάθμια εκπαίδευση**

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, η χρήση του Arduino εντάσσεται κυρίως σε πλαίσια STEM και μεθοδολογίες project-based learning, με έμφαση στον πειραματισμό, τη

δημιουργικότητα και την εισαγωγή βασικών εννοιών προγραμματισμού και ηλεκτρονικής. Η συστηματική ανασκόπηση των García-Tudela και Marín-Marín (2023) δείχνει ότι η αξιοποίηση του Arduino σε μικρές ηλικίες προάγει την αλγοριθμική σκέψη, την ενεργή συμμετοχή και τη μαθησιακή εμπλοκή, ενώ παράλληλα διευκολύνει την κατανόηση βασικών φυσικών και τεχνολογικών εννοιών μέσα από βιωματικές δραστηριότητες. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν ότι το Arduino μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο πρόωμης εξοικείωσης με την επιστημονική σκέψη και τον πειραματισμό, χωρίς να απαιτεί υψηλό τεχνικό υπόβαθρο.

Η ενσωμάτωση του Arduino στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών έχει επίσης συνδεθεί με την ανάπτυξη δεξιοτήτων τεχνολογικού γραμματισμού. Οι Erwinsyah et al. (2025) εξέτασαν την αποτελεσματικότητα της χρήσης Arduino στη μαθησιακή διαδικασία μαθητών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπου τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες τεχνολογικού γραμματισμού, καθώς και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού, επίλυσης προβλημάτων και συνεργασίας. Παράλληλα, η χρήση πρακτικών δραστηριοτήτων συνέβαλε στη γεφύρωση μεταξύ αφηρημένων επιστημονικών εννοιών και βιωματικής εμπειρίας.

Επιπλέον, η χρήση Arduino σε συνδυασμό με περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού έχει διερευνηθεί ως μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης και κατανόησης εννοιών της φυσικής. Οι Ntourou et al. (2021) μελέτησαν την επίδραση της χρήσης Arduino και Scratch στη διδασκαλία εννοιών ηλεκτρισμού σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση συνέβαλε ουσιαστικά στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών και στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, μέσω της σύνδεσης φυσικών φαινομένων με υπολογιστικές διαδικασίες.

### **3.2.2 Δευτεροβάθμια εκπαίδευση**

Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το Arduino χρησιμοποιείται εκτενώς στη διδασκαλία της Φυσικής, της Τεχνολογίας και σε διαθεματικά STEAM έργα. Η συστηματική ανασκόπηση των Marín-Marín, García-Tudela και Duo-Terron (2024) καταδεικνύει ότι η πλατφόρμα υποστηρίζει αποτελεσματικά τη διερευνητική μάθηση, την ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και την εκμάθηση προγραμματισμού, αξιοποιώντας την ποικιλία αισθητήρων και ενεργοποιητών.

Σε πραγματικά σχολικά περιβάλλοντα, η μελέτη των Danel και Richterek (2024) δείχνει ότι το Arduino μπορεί να υποστηρίξει αξιόπιστες μετρήσεις σε πλήθος φυσικών φαινομένων

(LED και ημιαγωγοί, νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής, αισθητήρες Hall, φωτοβολταϊκά και θερμοηλεκτρικά στοιχεία). Παράλληλα, λειτουργεί ως εργαλείο διεπιστημονικής μάθησης που συνδέει φυσική, μαθηματική ανάλυση και προγραμματισμό, με τους μαθητές να εμφανίζουν αυξημένη εμπλοκή και βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση επιβεβαιώνοντας με αυτό το τρόπο τη διδακτική αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας.

Παράλληλα, η αξιοποίηση του Arduino στη δημιουργία εκπαιδευτικών παιχνιδιών έχει προταθεί ως μέσο ενίσχυσης της συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Οι Agraci et al. (2023) μελέτησαν την επίδραση ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού βασισμένου σε Arduino στη διδασκαλία της γενετικής σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αν και δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ακαδημαϊκή επίδοση μεταξύ πειραματικής και ομάδας ελέγχου, διαπιστώθηκε ότι η χρήση του παιχνιδιού συνέβαλε στην αύξηση της συμμετοχής, του ενδιαφέροντος και της κινητοποίησης των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

### **3.2.3 Τριτοβάθμια εκπαίδευση**

Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, το Arduino αξιοποιείται τόσο στη διδασκαλία της φυσικής όσο και στην εκπαίδευση σε ενσωματωμένα συστήματα και εφαρμογές Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT). Η έρευνα της Wahid (2020) δείχνει ότι η αποδοχή του Arduino ως εργαλείου ανάπτυξης IoT εφαρμογών σχετίζεται άμεσα με την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την ευχρηστία και την αίσθηση δημιουργικότητας που προσφέρει η μάθηση με μικροελεγκτές.

Η αξιοποίηση του Arduino στο πλαίσιο της μεθοδολογίας Project-Based Learning (PBL) έχει μελετηθεί εκτενώς ως εναλλακτική διδακτική προσέγγιση για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και της ρομποτικής. Οι Nannim et al. (2025) διερεύνησαν την επίδραση της χρήσης Arduino-robotics δραστηριοτήτων στην ακαδημαϊκή επίδοση και την επιμονή των φοιτητών σε δραστηριότητες προγραμματισμού, μέσω της εφαρμογής της μεθόδου Project-Based Arduino Robot Application (PARA). Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι φοιτητές που συμμετείχαν σε δραστηριότητες βασισμένες σε Arduino παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερα επίπεδα επίδοσης και μεγαλύτερη επιμονή στην ολοκλήρωση σύνθετων εργασιών, σε σύγκριση με όσους διδάχθηκαν μέσω συμβατικών μεθόδων. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται σε μαθητοκεντρικές δραστηριότητες και ενισχύει την ενεργητική εμπλοκή των εκπαιδευομένων στη διαδικασία μάθησης.

Παράλληλα, η μελέτη των Yusro et al. (2019) τεκμηριώνει ότι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί φυσικής που σχεδιάζουν πειράματα βασισμένα στο Arduino αναπτύσσουν ουσιαστικές δεξιότητες σχεδιασμού, μέτρησης, ανάλυσης δεδομένων και εφαρμογής εννοιών ηλεκτρονικής και πειραματικής μεθοδολογίας. Σε επίπεδο ομαδοσυνεργατικής μάθησης, οι Krelja Kurelovic et al. (2020) δείχνουν ότι τα Arduino projects ενισχύουν τη δημιουργικότητα, την υπολογιστική σκέψη και τη συνεργασία, επιβεβαιώνοντας τον ρόλο του Arduino ως εργαλείου επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων.

### **3.2.4 Αντιλήψεις και στάσεις μαθητών**

Οι αντιλήψεις των μαθητών αναδεικνύονται ως κρίσιμος παράγοντας για την επιτυχή ενσωμάτωση του Arduino στη διδασκαλία. Η μελέτη των Ismail et al. (2025), σε μαθητές αγροτικών περιοχών, καταδεικνύει ότι η αποδοχή των μικροελεγκτών επηρεάζεται από την αυτοπεποίθηση των μαθητών, τις στάσεις τους απέναντι στην τεχνολογία και το κοινωνικο-εκπαιδευτικό τους περιβάλλον.

Σε μη τυπικά μαθησιακά περιβάλλοντα, η έρευνα των Araújo και Saúde (2025) δείχνει ότι η συμμετοχή σε εργαστήρια Arduino ενισχύει σημαντικά το ενδιαφέρον, τα κίνητρα και την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μάθηση φυσικών επιστημών και προγραμματισμού, προσφέροντας εμπειρίες υψηλής βιωματικής αξίας.

### **3.2.5 Αντιλήψεις, στάσεις και επιμόρφωση εκπαιδευτικών**

Η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στο Arduino αποτελεί επίσης καθοριστικό παράγοντα υιοθέτησής του. Η ανάπτυξη ψυχομετρικών εργαλείων, όπως η κλίμακα στάσεων της Yıldız (2020), τεκμηριώνει ότι η πρόθεση των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν το Arduino στη διδασκαλία σχετίζεται με τη θετική τους στάση απέναντι στη STEM εκπαίδευση και την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης της πλατφόρμας.

Οι Güven και Kozcu Çakır (2020) επισημαίνουν ότι, παρότι οι εκπαιδευτικοί που επιμορφώνονται στη ρομποτική και στο Arduino αναγνωρίζουν την υψηλή παιδαγωγική του αξία, η συστηματική εφαρμογή στην τάξη εξαρτάται από παράγοντες όπως ο διαθέσιμος χρόνος, οι υποδομές και η θεσμική υποστήριξη. Στο πλαίσιο της επαγγελματικής ανάπτυξης, οι Piccione et al. (2024) δείχνουν ότι η ενσωμάτωση μικροελεγκτών σε προγράμματα επιμόρφωσης ενισχύει τις δεξιότητες των εκπαιδευτικών στη μέτρηση, την ανάλυση δεδομένων και τη μοντελοποίηση φυσικών φαινομένων, διευρύνοντας το εύρος θεματικών που μπορούν να διδάξουν.

### **3.2.6 Άλλες παιδαγωγικές και κοινωνικο-τεχνολογικές διαστάσεις**

Σε επίπεδο ενσωματωμένων συστημάτων, το Arduino λειτουργεί ως μοχλός «εκδημοκρατισμού» της εκπαίδευσης μικροελεγκτών. Όπως επισημαίνει ο El-Abd (2017), η χαμηλή πολυπλοκότητα, η ανοικτή αρχιτεκτονική και η πληθώρα διαθέσιμων εκπαιδευτικών πόρων επιτρέπουν τη μετάβαση από θεωρητικά μοντέλα διδασκαλίας σε πρακτικές, σχεδιοκεντρικές δραστηριότητες που ενισχύουν την κατανόηση της αλληλεπίδρασης υλικού και λογισμικού.

Παράλληλα, η εργασία των Petry et al. (2016) δείχνει ότι η συστηματική εργαστηριακή χρήση Arduino σε πειράματα οπτικής, θερμοδυναμικής και κυματικής αυξάνει τη συμμετοχή και τον ενθουσιασμό των μαθητών, ακόμη και σε περιβάλλοντα με περιορισμένους πόρους. Τέλος, οι Wijnen, Walma van der Molen και Voogt (2024) υπογραμμίζουν ότι η υιοθέτηση εκπαιδευτικών τεχνολογιών, όπως το Arduino, επηρεάζεται από γνωστικούς, κοινωνικούς και συμπεριφορικούς παράγοντες, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη έγκυρων εργαλείων μέτρησης στάσεων για τον σχεδιασμό αποτελεσματικών παρεμβάσεων.

Τέλος, κατά την περίοδο της πανδημίας COVID-19, στη μελέτη της Arada (2025) διερευνήθηκε η χρήση της πλατφόρμας Tinkercad για τη διδασκαλία προγραμματισμού Arduino σε περιβάλλον εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, παρά το γεγονός ότι η πλατφόρμα συνέβαλε στη διατήρηση της εκπαιδευτικής συνέχειας, η αποκλειστική χρήση προσομοιώσεων δεν μπορεί να υποκαταστήσει πλήρως την εργαστηριακή εμπειρία, υπογραμμίζοντας την ανάγκη συνδυασμού ψηφιακών και πρακτικών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία τεχνολογικών αντικειμένων.

Συνολικά, τα ευρήματα της διεθνούς βιβλιογραφίας συγκλίνουν στο ότι το Arduino συνιστά μια ισχυρή παιδαγωγική πλατφόρμα υψηλής εκπαιδευτικής αξίας. Ενισχύει την ενεργητική και διερευνητική μάθηση, υποστηρίζει οικονομικά και αξιόπιστα πειράματα, αναπτύσσει ψηφιακές, αναλυτικές και συνεργατικές δεξιότητες και συνδέει ουσιαστικά τη θεωρητική γνώση με τον πραγματικό κόσμο, προσφέροντας ένα μοντέλο σύγχρονης, συμμετοχικής και τεχνολογικά ενδυναμωμένης εκπαίδευσης.

## **Ενότητα 4<sup>η</sup>: Μεθοδολογία**

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

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της επίδραση της εφαρμογής του συστήματος Arduino με πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής, στις στάσεις και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης απέναντι στις Τεχνολογίες Μάθησης. Τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης διατυπώθηκαν ως εξής:

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Ποιες είναι οι στάσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση του Arduino στη διδακτική διαδικασία μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης;
- Σε ποιο βαθμό οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αποδέχονται την πλατφόρμα Arduino ως εκπαιδευτικό εργαλείο, ως προς την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την ευκολία χρήσης, τη συνολική στάση και την πρόθεση μελλοντικής χρήσης της;
- Πώς ερμηνεύουν οι ίδιοι οι συμμετέχοντες, μέσα από τις εμπειρίες τους, τον ρόλο και τη συμβολή του Arduino και των νέων τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία και στη μελλοντική τους διδακτική πρακτική;
- Ποιες είναι οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη δυνατότητα ενσωμάτωσης του Arduino στη μελλοντική τους διδακτική πρακτική στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση;
- Ποια είναι η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης με πειραματικές δραστηριότητες Φυσικής βασισμένες στο Arduino στις στάσεις και αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης απέναντι στις Τεχνολογίες Μάθησης;

### **4.2 Δείγμα - Διαδικασία της έρευνας**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2025 – 2026 και αφορούσε 25 τριτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που συμμετείχαν στο μάθημα «Εργαστηριακή προσέγγιση εννοιών της Φυσικής». Οι φοιτητές διαμόρφωσαν ομάδες 3-4 ατόμων η κάθε μια. Η διδακτική παρέμβαση κράτησε 3 εβδομάδες και αποτελούνταν από 3 εργαστηριακά μαθήματα τρίωρης διάρκειας και στηρίχτηκε στη διερευνητική μάθηση και συγκεκριμένα στη καθοδηγούμενη διερεύνηση. Ένα ερωτηματολόγιο κλειστού τύπου μοιράστηκε πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ άλλα δύο μετά τη διαδικασία της παρέμβασης. Η χρονική διάρκεια συμπλήρωσης του κάθε ερωτηματολογίου ήταν 10 λεπτά. Για την ομαλή και αποτελεσματική διεξαγωγή των πειραμάτων, στους φοιτητές παρασχέθηκαν αναλυτικές και σαφείς οδηγίες που αφορούσαν την πειραματική διάταξη, τη συνδεσμολογία των κυκλωμάτων, καθώς και τους αντίστοιχους κώδικες προγραμματισμού

που απαιτήθηκαν για την υλοποίηση δραστηριοτήτων. Τα φύλα εργασίας με τις αντίστοιχες οδηγίες που δόθηκαν στους φοιτητές παρατίθενται στο Παράρτημα Α.

Το σύνολο των πειραμάτων σχεδιάστηκε με βάση τις πειραματικές δραστηριότητες που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο «Φυσικά» της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού, εξασφαλίζοντας τη συνάφεια της παρέμβασης με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι δραστηριότητες που πραγματοποίησαν οι φοιτητές.

#### Δραστηριότητα 1<sup>η</sup> : Εισαγωγή στο Arduino και Ηλεκτρομαγνητισμός

Η πρώτη εργαστηριακή δραστηριότητα είχε ως στόχο την εξοικείωση των φοιτητών με τα βασικά στοιχεία του Arduino UNO και του breadboard, καθώς και με τις βασικές λειτουργίες απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Αρχικά, οι συμμετέχοντες υλοποίησαν πείραμα ανάμματος ενός LED με χρήση Arduino, ενώ στη συνέχεια προχώρησαν στο άναμμα τριών LED χρησιμοποιώντας αντιστάσεις διαφορετικών τιμών. Μέσα από τη διαδικασία αυτή ανέπτυξαν δεξιότητες συναρμολόγησης απλών κυκλωμάτων και κατανόησαν τον ρόλο της αντίστασης στην προστασία του LED μέσω περιορισμού της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Παράλληλα, διαπίστωσαν πειραματικά ότι η φωτεινότητα του LED μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή της αντίστασης.

Στη συνέχεια, οι φοιτητές διερεύνησαν την αγωγιμότητα διαφορετικών υλικών χρησιμοποιώντας το Arduino ως ανιχνευτή σε ηλεκτρικό κύκλωμα. Μέσα από τον πειραματισμό μπόρεσαν να διακρίνουν υλικά σε αγωγούς και μονωτές, κατανοώντας ότι οι αγωγοί επιτρέπουν τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος και «κλείνουν» το κύκλωμα, ενώ οι μονωτές την εμποδίζουν. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μελέτη μαγνητικού πεδίου με χρήση αισθητήρα Hall, μέσα από την οποία οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν τον ρόλο του μεταλλικού πυρήνα στην ενίσχυση του μαγνητικού πεδίου και εξοικειώθηκαν με τη χρήση του αισθητήρα για την ανίχνευση και μέτρησή του.

#### Δραστηριότητα 2<sup>η</sup> : Θερμότητα

Η δεύτερη εργαστηριακή δραστηριότητα επικεντρώθηκε στη μελέτη θερμικών φαινομένων με χρήση Arduino και αδιάβροχου αισθητήρα θερμοκρασίας DS18B20. Αρχικά, οι φοιτητές παρατήρησαν πειραματικά τη μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού κατά τη διαδικασία του βρασμού, καταγράφοντας δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Μέσα από το πείραμα του βρασμού, διαπίστωσαν ότι η θερμοκρασία του νερού παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της αλλαγής φάσης από υγρό σε αέριο, συνδέοντας τη σταθερότητα αυτή με τη μεταβολή της κατάστασης της ύλης.

Στη συνέχεια, μελέτησαν το φαινόμενο της θερμικής ισορροπίας, χρησιμοποιώντας δύο αδιάβροχους αισθητήρες θερμοκρασίας DS18B20, διερευνώντας την αλληλεπίδραση υγρών διαφορετικής θερμοκρασίας. Μέσω των μετρήσεων κατανόησαν ότι η θερμότητα μεταφέρεται από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα μέχρι να επιτευχθεί θερμική ισορροπία. Παράλληλα, εξοικειώθηκαν με τη χρήση ψηφιακών αισθητήρων για ακριβείς μετρήσεις και κατέγραψαν μεταβολές θερμοκρασίας, κατανοώντας ότι η θερμική ισορροπία δεν συνεπάγεται απουσία θερμότητας αλλά εξίσωση θερμοκρασιών.

Δραστηριότητα 3<sup>η</sup> : Μηχανική

Η τρίτη εργαστηριακή δραστηριότητα αφορούσε τη μελέτη της κίνησης σώματος με σταθερή επιτάχυνση, χρησιμοποιώντας Arduino και αισθητήρα υπερήχων. Οι φοιτητές μέτρησαν τη θέση και τον χρόνο ενός σώματος που κυλούσε πάνω σε επίπεδο και διερεύνησαν τη μεταβολή της ταχύτητάς του.

Μέσα από την ανάλυση των δεδομένων διαπίστωσαν ότι η ταχύτητα αυξάνεται με τον χρόνο, ενώ συνέδεσαν την επιτάχυνση της κίνησης με τη συνιστώσα της δύναμης της βαρύτητας. Τέλος, ερμήνευσαν πειραματικά τη μεταβολή της ταχύτητας ως αποτέλεσμα της επίδρασης δυνάμεων, ενισχύοντας την κατανόηση βασικών εννοιών της κινηματικής.

### **4.3 Ερευνητικά εργαλεία**

Το ερευνητικό εργαλείο αποτελείται από τέσσερα μέρη. Το πρώτο μέρος, για τη διερεύνηση των απόψεων και αντιλήψεων των φοιτητών απέναντι στις νέες τεχνολογίες επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο Teachers' Attitudes towards New Technology (TANT) που δόθηκε πριν και μετά τη διαδικασία παρέμβασης. (Wijnen et al, 2024)

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 26 ερωτήσεις σε πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert, με τις εξής δυνατές απαντήσεις: 1= «Διαφωνώ Απόλυτα», 2= «Διαφωνώ», 3= «Ούτε Διαφωνώ – Ούτε Συμφωνώ», 4= «Συμφωνώ», 5= «Συμφωνώ Απόλυτα».

Το TANT questionnaire (Teachers' Attitudes towards New Technology use in teaching) είναι ένα ψυχομετρικά τεκμηριωμένο ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε για να μετρά τις στάσεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης απέναντι στη χρήση νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία, καθώς και την πραγματική χρήση αυτών των τεχνολογιών.

Το ερωτηματολόγιο TANT αποτελείται από έξι υποκλίμακες στάσεων και μία υποκλίμακα πραγματικής χρήσης νέας τεχνολογίας. (α) την Αντιλαμβανόμενη Σχετικότητα (Perceived Relevance), η οποία αφορά τις πεποιθήσεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη σημασία της χρήσης νέας τεχνολογίας για την προετοιμασία των μαθητών για το μέλλον, (β) την

Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness), που αποτυπώνει τις αντιλήψεις για τα οφέλη της τεχνολογίας στη διδακτική διαδικασία, (γ) την Αντιλαμβανόμενη Δυσκολία (Perceived Difficulty), η οποία περιλαμβάνει αντιλήψεις άγχους και προσπάθειας κατά τη χρήση νέας τεχνολογίας, (δ) την Αυτοαποτελεσματικότητα (Self-Efficacy), που αφορά την αντιλαμβανόμενη ικανότητα των εκπαιδευτικών να ενσωματώνουν νέες τεχνολογίες στη διδασκαλία τους, (ε) την Εξάρτηση από το Πλαίσιο (Context Dependency), η οποία σχετίζεται με την ανάγκη ύπαρξης υποστηρικτικών συνθηκών, όπως τεχνική υποστήριξη ή επιμόρφωση, και (στ) τους Υποκειμενικούς Κανόνες (Subjective Norms), που αναφέρονται στην αντίληψη των εκπαιδευτικών σχετικά με τις προσδοκίες του σχολικού περιβάλλοντος για χρήση νέας τεχνολογίας.

Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει την υποκλίμακα Χρήσης Νέας Τεχνολογίας (New Technology Use), η οποία καταγράφει τη συχνότητα με την οποία οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν την τεχνολογία στη διδακτική πράξη, όπως για την επίλυση προβλημάτων, τη δημιουργία ψηφιακών προϊόντων, τις παρουσιάσεις ή τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Ωστόσο, για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας, οι κλίμακες του ερωτηματολογίου προσαρμόστηκαν και ομαδοποιήθηκαν λειτουργικά, με στόχο τη διευκόλυνση της ανάλυσης σε σχεδιασμό πριν και μετά την παρέμβαση ως εξής:

Η πρώτη κλίμακα, Στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες, περιλαμβάνει δηλώσεις που αφορούν τόσο τη σημασία της νέας τεχνολογίας για το μέλλον των μαθητών όσο και τα διδακτικά της οφέλη, όπως η δυνατότητα διαφοροποίησης της διδασκαλίας και παροχής μεγαλύτερης ποικιλίας μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Η δεύτερη κλίμακα, Άγχος/Τεχνοφοβία, αποτυπώνει συναισθήματα άγχους, έντασης ή αντίληψης αυξημένης προσπάθειας κατά τη χρήση νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία.

Η τρίτη κλίμακα, Αυτοαποτελεσματικότητα, εξετάζει τον βαθμό στον οποίο οι εκπαιδευτικοί αισθάνονται ικανοί να επιλέγουν και να ενσωματώνουν νέες τεχνολογίες με παιδαγωγικά κατάλληλο τρόπο.

Η τέταρτη κλίμακα, Θεσμική Υποστήριξη/Σχολική Κουλτούρα, αφορά τον βαθμό στον οποίο η χρήση νέων τεχνολογιών επηρεάζεται από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα επιμόρφωσης ή τεχνικής υποστήριξης.

Το δεύτερο μέρος, αφορά ερωτηματολόγιο στάσεων για τη χρήση του Arduino στα μαθήματα (The Attitude Scale for Arduino Use in Courses) και αποτελείται από μία ενιαία υποκλίμακα στάσεων, η οποία αποτυπώνει τη συνολική στάση εκπαιδευτικών και

μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση της πλατφόρμας Arduino στη διδακτική διαδικασία.

Η υποκλίμακα αυτή περιλαμβάνει 21 ερωτήσεις και διερευνά αντιλήψεις που σχετίζονται με τα εκπαιδευτικά οφέλη, την καταλληλότητα του Arduino για διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, ηλικίες και επίπεδα μαθητών, τη βιωματική, συνεργατική και διερευνητική μάθηση, καθώς και τη βελτίωση της ποιότητας και της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας μέσω της χρήσης του Arduino (Yildiz, 2020).

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 21 ερωτήσεις σε πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert, με τις εξής δυνατές απαντήσεις: 1= «Διαφωνώ Απόλυτα», 2= «Διαφωνώ», 3= «Ούτε Διαφωνώ – Ούτε Συμφωνώ», 4= «Συμφωνώ», 5= «Συμφωνώ Απόλυτα».

Ομοίως με πριν για τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου διαμορφώθηκαν σε κλίμακες ως εξής:

Η πρώτη κλίμακα, Παιδαγωγική Αξία του Arduino, περιλαμβάνει δηλώσεις που σχετίζονται με τη συμβολή του Arduino στην εμπειρική και ενεργητική μάθηση, την κατανόηση αφηρημένων εννοιών, την οικοδόμηση γνώσης από τους μαθητές και τον εμπλουτισμό του διδακτικού περιεχομένου.

Η δεύτερη κλίμακα, Κίνητρο και Εμπλοκή Μαθητών, αποτυπώνει τον βαθμό στον οποίο η χρήση του Arduino ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών, καθιστά το μάθημα πιο ελκυστικό και συνδέεται με τη μαθησιακή επιτυχία.

Η τρίτη κλίμακα, Κοινωνικές και Συνεργατικές Δεξιότητες, αφορά την επίδραση του Arduino στην ανάπτυξη της συνεργασίας, της επικοινωνίας και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μέσα στην τάξη.

Η τέταρτη κλίμακα, Καταλληλότητα και Ευελιξία Χρήσης, εξετάζει την αντιλαμβανόμενη δυνατότητα ενσωμάτωσης του Arduino σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, ηλικιακές ομάδες και επίπεδα μαθητών.

Τέλος, η πέμπτη κλίμακα, Πρόθεση Χρήσης Arduino, αποτυπώνει τη διάθεση των εκπαιδευτικών να εντάξουν το Arduino στη διδακτική τους πρακτική στο μέλλον.

Η συγκεκριμένη ομαδοποίηση πραγματοποιήθηκε με στόχο τη συστηματική διερεύνηση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση του Arduino και τη διευκόλυνση της συγκριτικής ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Το τρίτο μέρος, αφορά ερωτηματολόγιο αποδοχής της πλατφόρμας Arduino ως εργαλείου ανάπτυξης εφαρμογών IoT είναι ένα ερευνητικό εργαλείο βασισμένο στο Technology Acceptance Model (TAM) και στην έννοια της αντιλαμβανόμενης παιγνιώδους διάθεσης,

το οποίο στοχεύει στη μέτρηση των στάσεων και της πρόθεσης χρήσης φοιτητών απέναντι στην πλατφόρμα Arduino στο πλαίσιο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Το ερωτηματολόγιο διερευνά παράγοντες όπως η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, η ευκολία χρήσης, η εσωτερική παρακίνηση και η στάση απέναντι στη χρήση, συμβάλλοντας στην κατανόηση της αποδοχής της πλατφόρμας Arduino ως εκπαιδευτικού εργαλείου.

Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από 21 ερωτήσεις σε πενταβάθμια κλίμακα τύπου Likert, με τις εξής δυνατές απαντήσεις: 1= «Διαφωνώ Απόλυτα», 2= «Διαφωνώ», 3= «Ούτε Διαφωνώ – Ούτε Συμφωνώ», 4= «Συμφωνώ», 5= «Συμφωνώ Απόλυτα».

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από τέσσερις υποκλίμακες αποδοχής της τεχνολογίας και μία υποκλίμακα πρόθεσης χρήσης. Η υποκλίμακα Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (Perceived Usefulness – PU) αφορά τον βαθμό στον οποίο οι φοιτητές θεωρούν ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino βελτιώνει την απόδοσή τους και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 1- 3. Η υποκλίμακα Αντιλαμβανόμενης Ευκολίας Χρήσης (Perceived Ease of Use – PEOU) σχετίζεται με το πόσο εύκολη θεωρείται η εκμάθηση και η χρήση της πλατφόρμας Arduino και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 4- 8.

Η υποκλίμακα Αντιλαμβανόμενης Παιγνιώδους Διάθεσης (Perceived Playfulness – PP) αναφέρεται στην εσωτερική παρακίνηση, την απόλαυση και τη γνωστική εμπλοκή κατά τη χρήση της πλατφόρμας Arduino και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 9-15. Η υποκλίμακα Στάσης απέναντι στη Χρήση (Attitude Towards Using – ATU) αποτυπώνει τη θετική συναισθηματική στάση των φοιτητών απέναντι στη χρήση της πλατφόρμας Arduino και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 16-18.

Τέλος, η υποκλίμακα Πρόθεσης Συμπεριφοράς για Χρήση (Behavioural Intention to Use – BI) αφορά την πρόθεση των φοιτητών να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον και περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 19-21.(Wahid, 2020).

Ομοίως με πριν, οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου διαμορφώθηκαν σε κλίμακες ως εξής: Η πρώτη κλίμακα, Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness – PU), εξετάζει τον βαθμό στον οποίο η χρήση του Arduino συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της παραγωγικότητας και της ταχύτητας ολοκλήρωσης εργασιών.

Η δεύτερη κλίμακα, Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use – PEOU), αφορά τον βαθμό στον οποίο η εκμάθηση και η χρήση της πλατφόρμας Arduino θεωρείται απλή και κατανοητή, χωρίς να απαιτεί σημαντική προσπάθεια.

Η τρίτη κλίμακα, Εμβάθυνση (DEEP), αποτυπώνει το επίπεδο γνωστικής απορρόφησης των χρηστών κατά την αλληλεπίδρασή τους με την πλατφόρμα, όπως η αίσθηση απώλειας του χρόνου ή η δυσκολία διακοπής της χρήσης.

Η τέταρτη κλίμακα, Απόλαυση και Εσωτερικό Κίνητρο (ENJ), εξετάζει τα θετικά συναισθήματα που συνδέονται με τη χρήση του Arduino, όπως η ευχαρίστηση, η περιέργεια, η δημιουργικότητα και η διάθεση για εξερεύνηση.

Τέλος, η πέμπτη κλίμακα, Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT), αποτυπώνει τη μελλοντική πρόθεση των συμμετεχόντων να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Arduino.

Η ομαδοποίηση των δηλώσεων σε αυτές τις κλίμακες πραγματοποιήθηκε με στόχο την ολοκληρωμένη αποτύπωση της εμπειρίας χρήσης του Arduino, συνδυάζοντας γνωστικές, συναισθηματικές και συμπεριφορικές διαστάσεις, καθώς και τη διερεύνηση της πρόθεσης μελλοντικής αξιοποίησης της τεχνολογίας.

Το τελευταίο και τέταρτο μέρος της έρευνας, αποτελείται από συνεντεύξεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης και την συμπλήρωση των παραπάνω ερωτηματολογίων.

Στις συνεντεύξεις πήραν μέρος οι 17 από τους 25 συμμετέχοντες και είχαν μέση διάρκεια 10-12 λεπτά ο καθένας ατομικά. Το πρωτόκολλο ανοικτών ερωτήσεων συνέντευξης αποτελείται από οκτώ θεματικές ενότητες, οι οποίες έχουν παραχθεί με βάση τα χρησιμοποιούμενα ερωτηματολόγια και στοχεύουν στη σε βάθος διερεύνηση των στάσεων, αντιλήψεων και εμπειριών των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρήση της πλατφόρμας Arduino και των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Οι θεματικές ενότητες καλύπτουν την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, την αντιλαμβανόμενη απόλαυση/διασκέδαση, τη συνολική στάση απέναντι στη χρήση, καθώς και την πρόθεση μελλοντικής χρήσης του Arduino. Επιπλέον, περιλαμβάνονται ενότητες που διερευνούν τις γενικότερες στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι στις νέες τεχνολογίες (TANT), τον ρόλο του Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία και τις αντιλήψεις για τη συμβολή του στην προσωπική, κοινωνική και τεχνολογική ανάπτυξη των μαθητών.

Τέλος στα ερωτηματολόγια έχουν προστεθεί και δημογραφικές ερωτήσεις σχετικά με το δείγμα π.χ. φύλο, ηλικία καθώς και ένας ξεχωριστός κωδικός για κάθε συμμετέχοντα που εξασφαλίζει την ανωνυμία μεταξύ τους.

Τα παραπάνω ερωτηματολόγια καθώς και η αντίστοιχη διαμόρφωσή τους στις επιμέρους κλίμακες για τις απαιτήσεις της παρούσας εργασίας και οι ερωτήσεις των συνεντεύξεων παρατίθενται στο Παράρτημα Β.

## 4.4 Στατιστικές Αναλύσεις

Για την ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων που προέκυψαν από τα παραπάνω ερωτηματολόγια σχετικά με τη χρήση του Arduino και τις Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο IBM SPSS v.25. Αρχικά δημιουργήθηκαν σύνθετες κλίμακες μέσω ομαδοποίησης επιμέρους ερωτήσεων, από τις οποίες υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι και βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία.

Πιο συγκεκριμένα, έγινε έλεγχος κανονικότητας από τον οποίο προέκυψε ότι δεν ακολουθούν όλες οι μεταβλητές κανονική κατανομή, γεγονός που οδήγησε στην εφαρμογή μη παραμετρικών δοκιμασιών. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των υποκλιμάκων, αναδεικνύοντας στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ των περισσότερων διαστάσεων. Για τη διερεύνηση της επίδρασης της παρέμβασης πραγματοποιήθηκε σύγκριση των μέσων όρων πριν και μετά τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών μέσω του μη παραμετρικού ελέγχου Wilcoxon Signed-Rank Test για εξαρτημένα δείγματα, καθώς οι διαφορές δεν ακολουθούσαν κανονική κατανομή.

Επίσης, για τη συστηματική οργάνωση και ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τις συνεντεύξεις των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ATLAS.ti, το οποίο διευκόλυνε τη διαδικασία κωδικοποίησης, τη σύνδεση αποσπασμάτων λόγου με κώδικες, την ανάδυση θεματικών κατηγοριών και την ανάλυση των δεδομένων.

Παράλληλα, η περιγραφική ανάλυση των ερωτήσεων πραγματοποιήθηκε με χρήση του Microsoft Excel 2016. Συνεπώς, έγινε ανάλυση των ερωτήσεων του κάθε ερωτηματολογίου για να διαπιστωθεί η συνολική βαθμολογία των συμμετεχόντων. Τέλος, με βάση αυτά τα δεδομένα δημιουργήθηκαν τα κατάλληλα διαγράμματα.

## Ενότητα 5<sup>η</sup>: Ανάλυση

### 5.1 Περιγραφική στατιστική

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, ενώ αναλύονται και παρουσιάζονται επίσης σε διαγράμματα η συχνότητα των απαντήσεων των φοιτητών στα δυο ερωτηματολόγια σχετικά με τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση καθώς και οι απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο σχετικά με τις στάσεις και τις αντιλήψεις τους απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες πριν και μετά την παρέμβαση. Τέλος, ακολουθεί η ανάλυση των ημιδομημένων συνεντεύξεων, οι οποίες επέτρεψαν αφενός τη συσχέτιση των απαντήσεων και αφετέρου την ευελιξία για την ανάδυση νέων θεμάτων κατά τη διάρκεια της συζήτησης.

#### 5.1.1 Δημογραφικά Στοιχεία

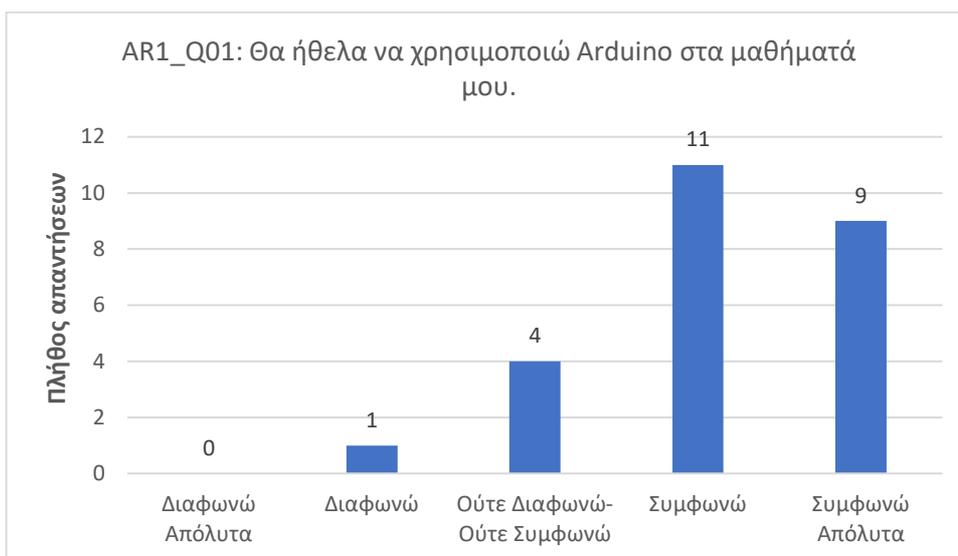
Στη μελέτη συμμετείχαν 25 φοιτητές εκ των οποίων το 72% ( $N_1=18$ ) ήταν γυναίκες, ενώ το υπόλοιπο 28% ( $N_2=7$ ) ήταν άντρες. Όσον αφορά την ηλικία των συμμετεχόντων το 92% ( $N_3=23$ ) αντιστοιχεί σε ηλικία 18-24 ετών, ενώ το υπόλοιπο 8% ( $N_4=2$ ) αντιστοιχεί σε ηλικία 31-35 ετών. Όλοι οι συμμετέχοντες αποτελούσαν τριτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που συμμετείχαν στο μάθημα «Εργαστηριακή προσέγγιση εννοιών της Φυσικής».

#### 5.1.2 Απαντήσεις φοιτητών στο 1<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι κατανομές των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σχετικά με τις στάσεις τους απέναντι στη χρήση του Arduino στα μαθήματα.

Ερώτηση AR1\_Q01:

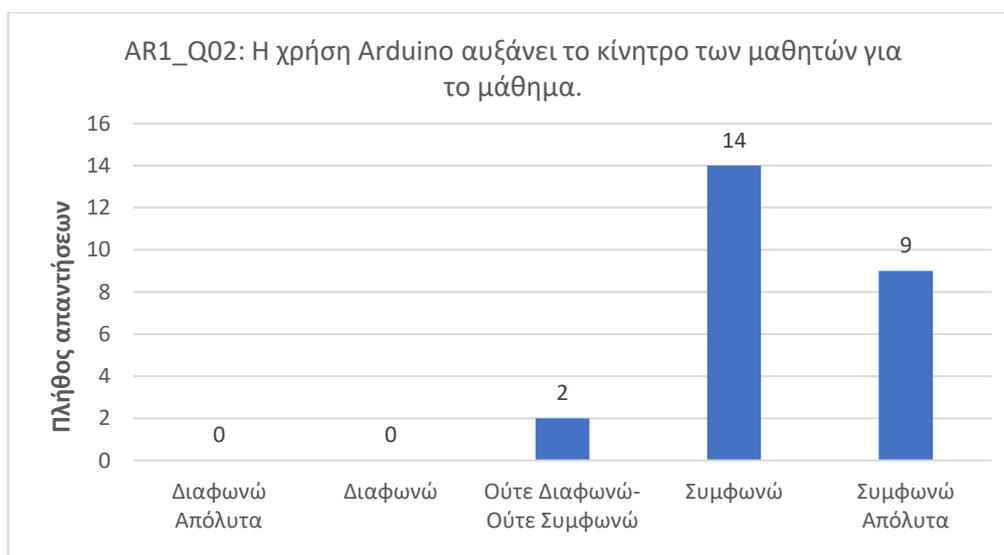
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών ( $n=20$ ) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι θα ήθελε να χρησιμοποιεί το Arduino στα μαθήματά του. Παράλληλα, ένα ποσοστό ( $n=4$ ) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και ( $n=1$ ) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 1).



Σχήμα 1: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q01.

Ερώτηση AR1\_Q02:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=23) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino αυξάνει το κίνητρο των μαθητών για το μάθημα. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=2) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 2).

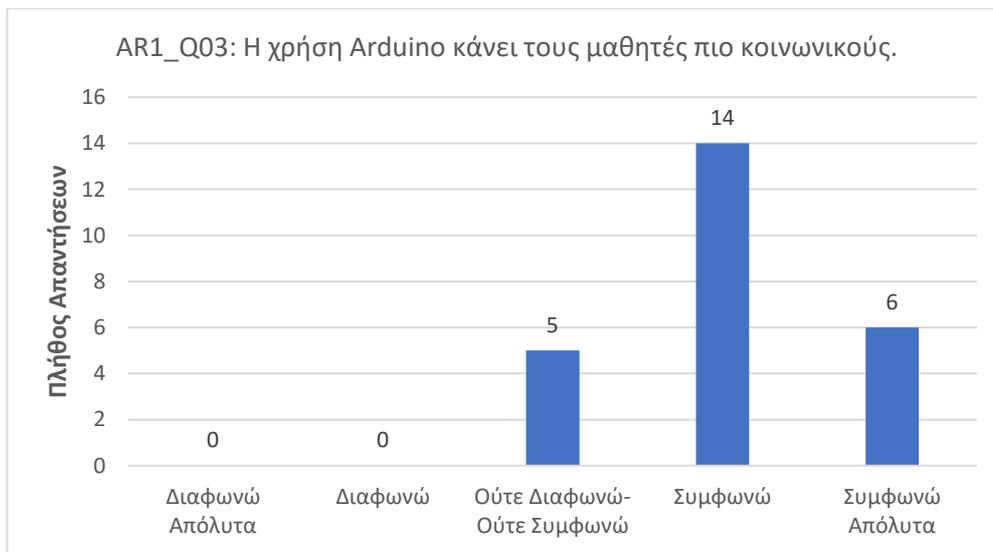


Σχήμα 2: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q02.

Ερώτηση AR1\_Q03:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino κάνει τους μαθητές πιο κοινωνικούς..

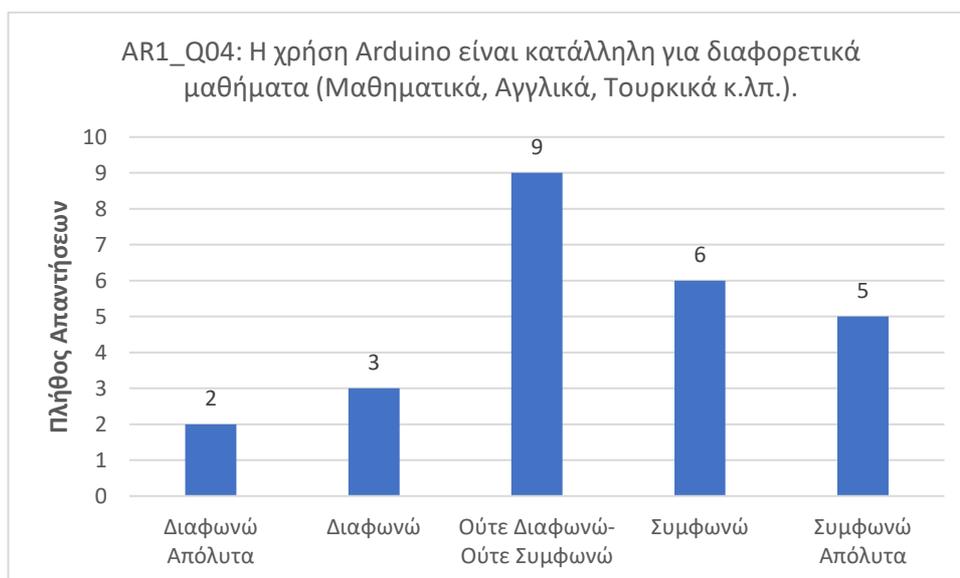
Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q03.

Ερώτηση AR1\_Q04:

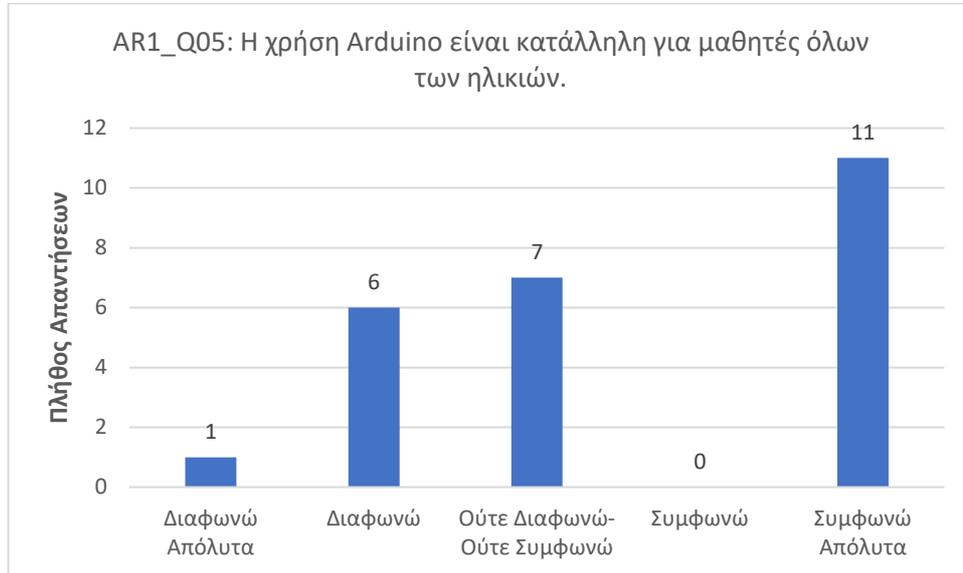
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=11) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για διαφορετικά μαθήματα (Μαθηματικά, Αγγλικά, Τουρκικά κ.λπ.). Ωστόσο, ένα ποσοστό (n=9) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (n=5) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 4).



Σχήμα 4: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q04.

Ερώτηση AR1\_Q05:

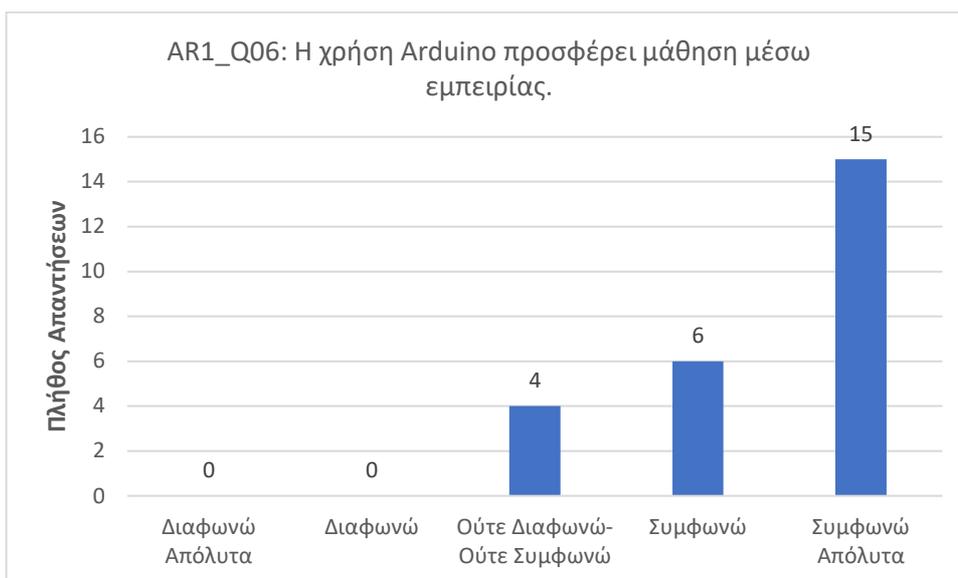
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=11) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των ηλικιών. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (n=7) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q05.

Ερώτηση AR1\_Q06:

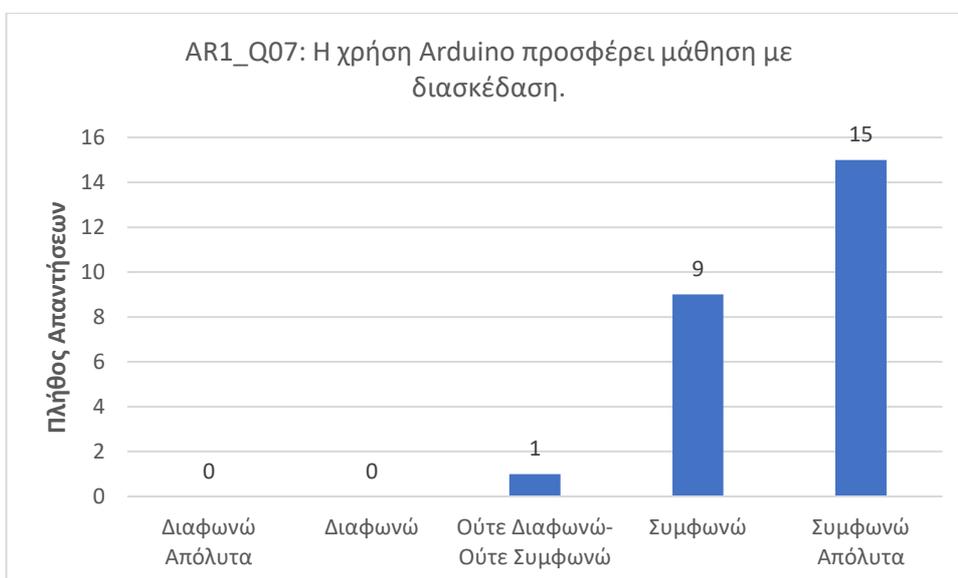
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=21) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση μέσω εμπειρίας. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=4) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q06.

Ερώτηση AR1\_Q07:

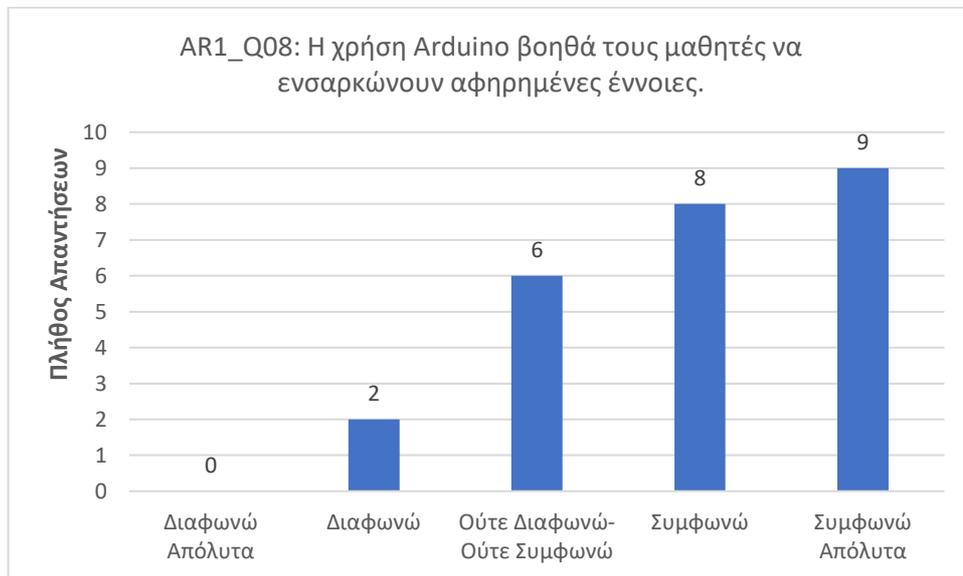
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση με διασκέδαση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=1) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q07.

Ερώτηση AR1\_Q08:

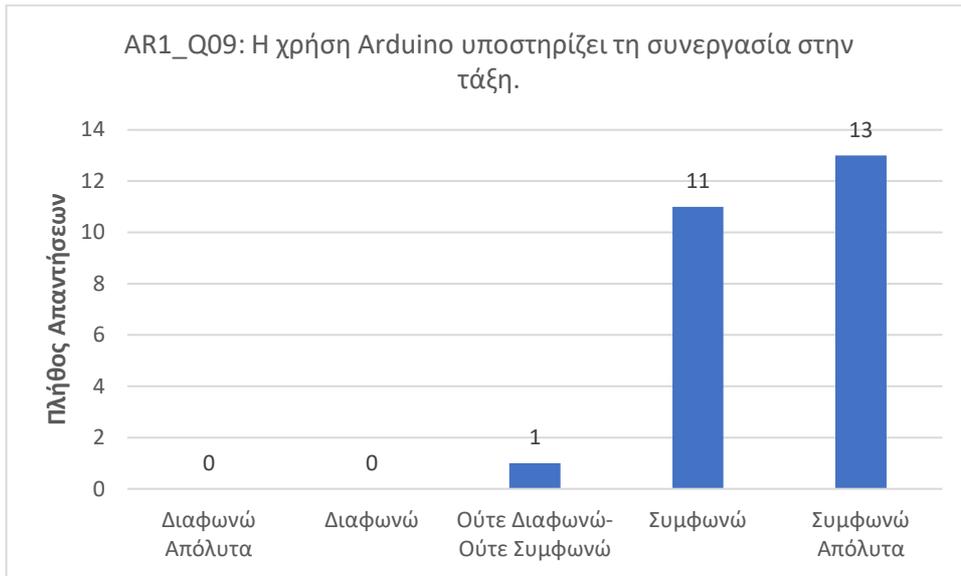
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=17) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino βοηθά τους μαθητές να ενσαρκώσουν αφηρημένες έννοιες. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=6) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και (n=2) πως «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q08.

Ερώτηση AR1\_Q09:

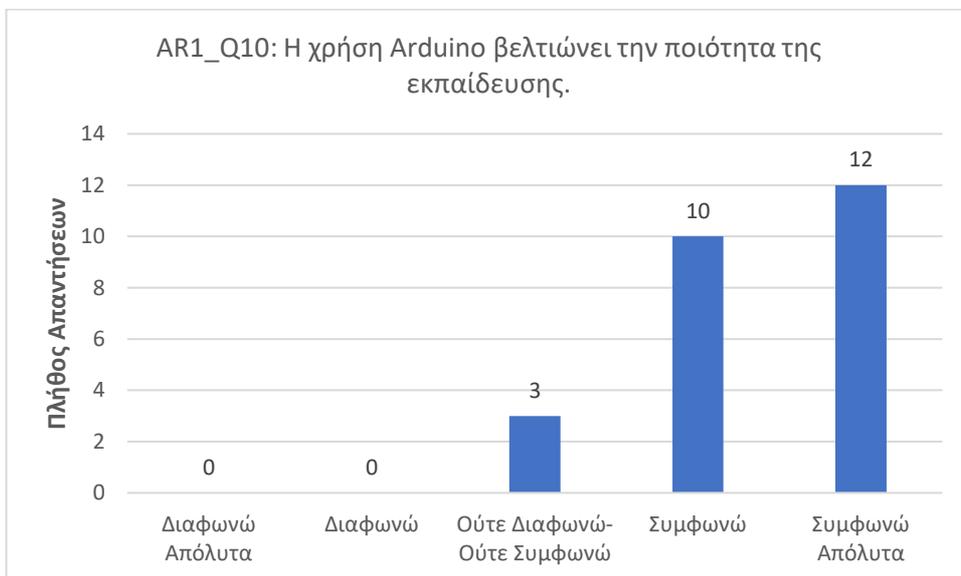
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=24) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino υποστηρίζει τη συνεργασία στη τάξη. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=1) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 9).



Σχήμα 9: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q09.

Ερώτηση AR1\_Q10:

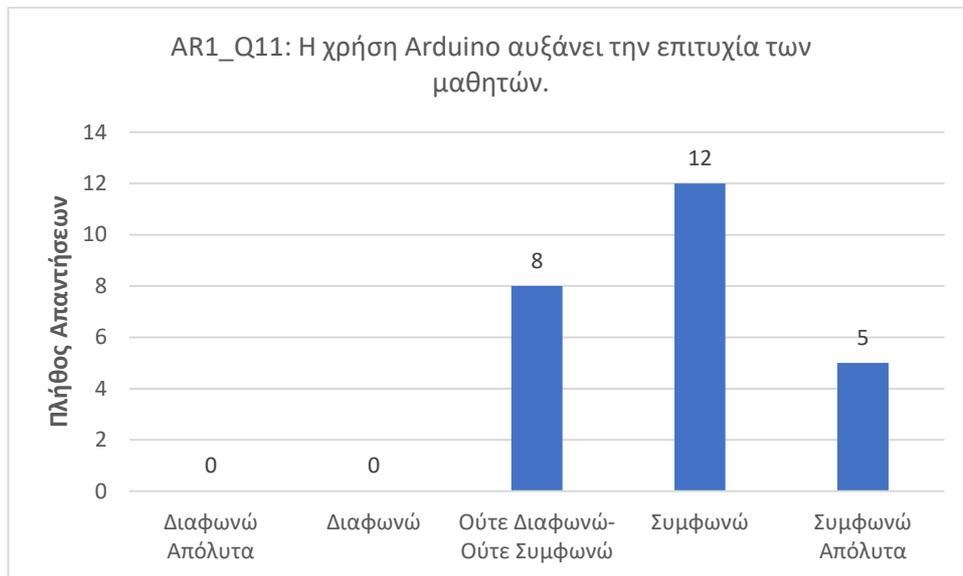
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino βελτιώνει την ποιότητα της εκπαίδευσης. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 10).



Σχήμα 10: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q10.

Ερώτηση AR1\_Q11:

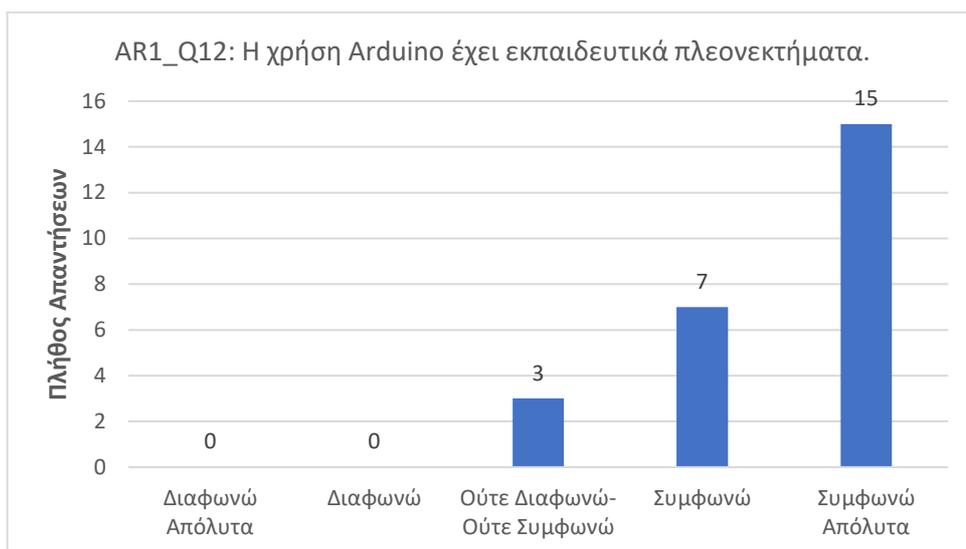
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=17) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino αυξάνει την επιτυχία των μαθητών. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=8) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 11).



Σχήμα 11: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q11.

Ερώτηση AR1\_Q12:

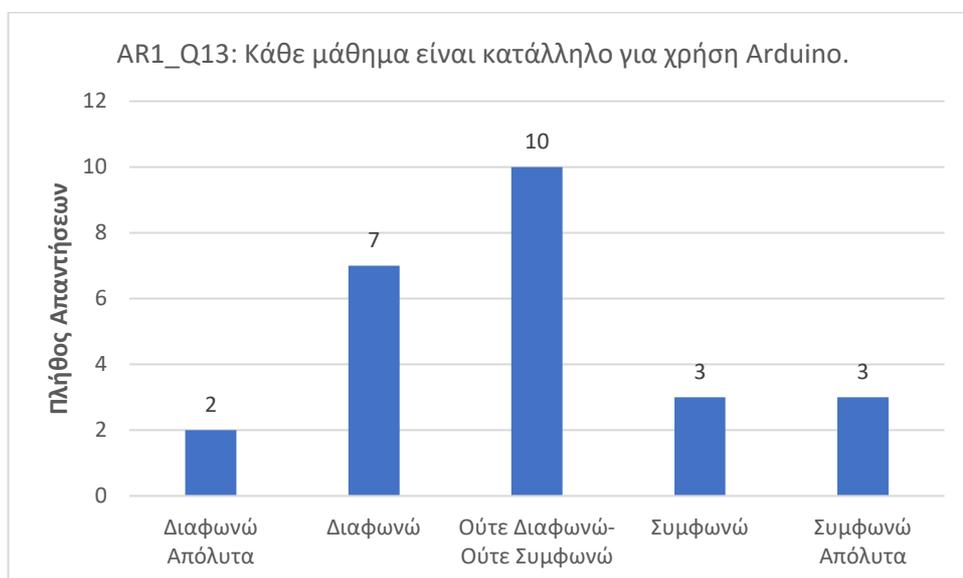
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino έχει εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 12).



Σχήμα 12: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q12.

Ερώτηση AR1\_Q13:

Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=6) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι κάθε μάθημα είναι κατάλληλο για χρήση του Arduino. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=10) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=9) θεωρεί πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 13).

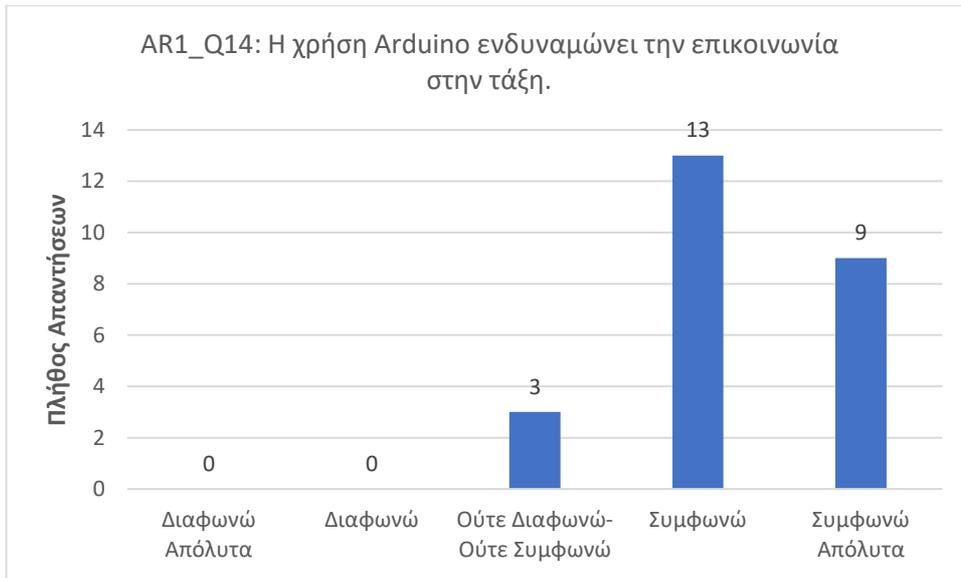


Σχήμα 13: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q13.

Ερώτηση AR1\_Q14:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino ενδυναμώνει την επικοινωνία στη τάξη.

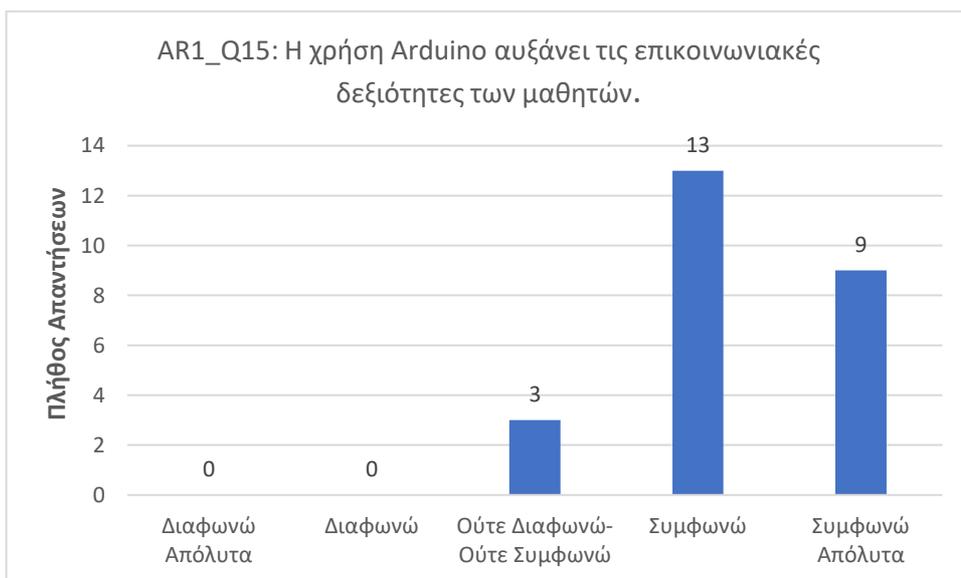
Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 14).



Σχήμα 14: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q14..

Ερώτηση AR1\_Q15:

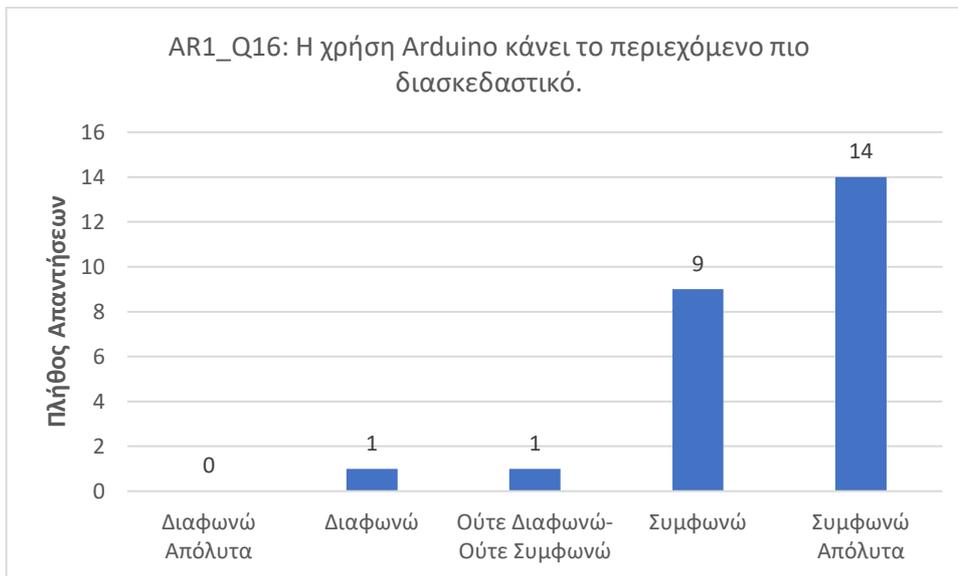
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino αυξάνει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 15).



Σχήμα 15: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q15.

Ερώτηση AR1\_Q16:

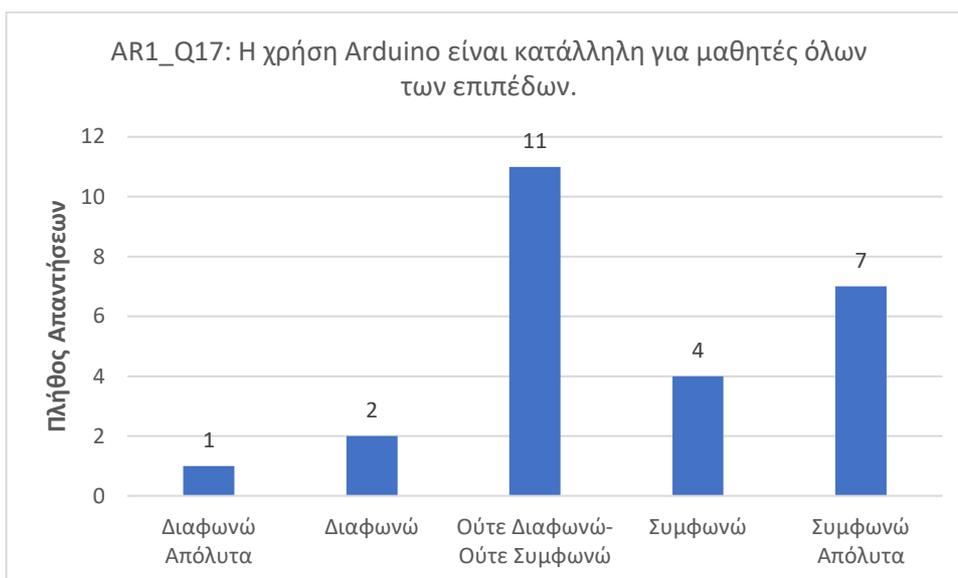
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=23) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino κάνει το περιεχόμενο πιο διασκεδαστικό. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=1) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και (n=1) πως «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 16).



Σχήμα 16: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q16.

Ερώτηση AR1\_Q17:

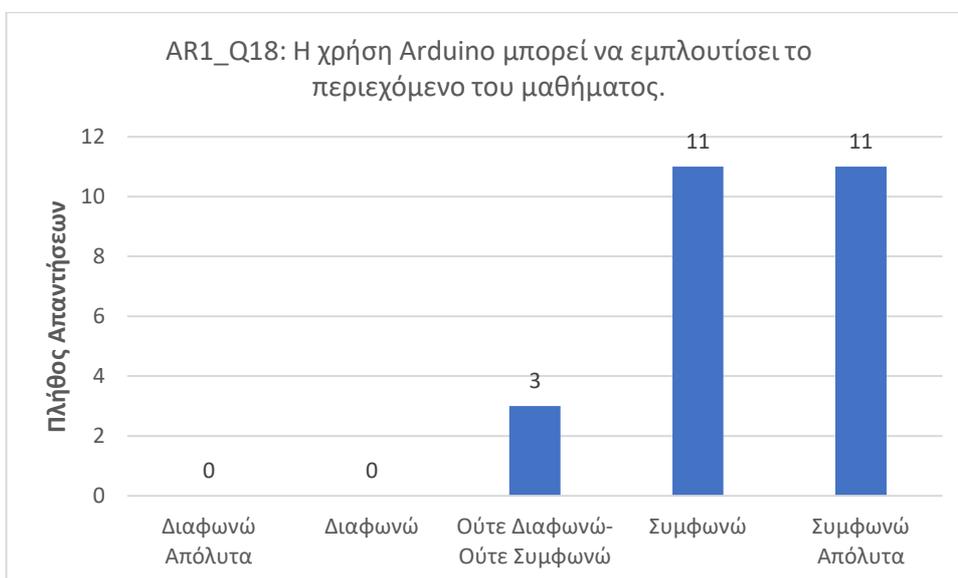
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=11) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση του Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των επιπέδων. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=11) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q17.

Ερώτηση AR1\_Q18:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino μπορεί να εμπλουτίσει το περιεχόμενο του μαθήματος. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 18).

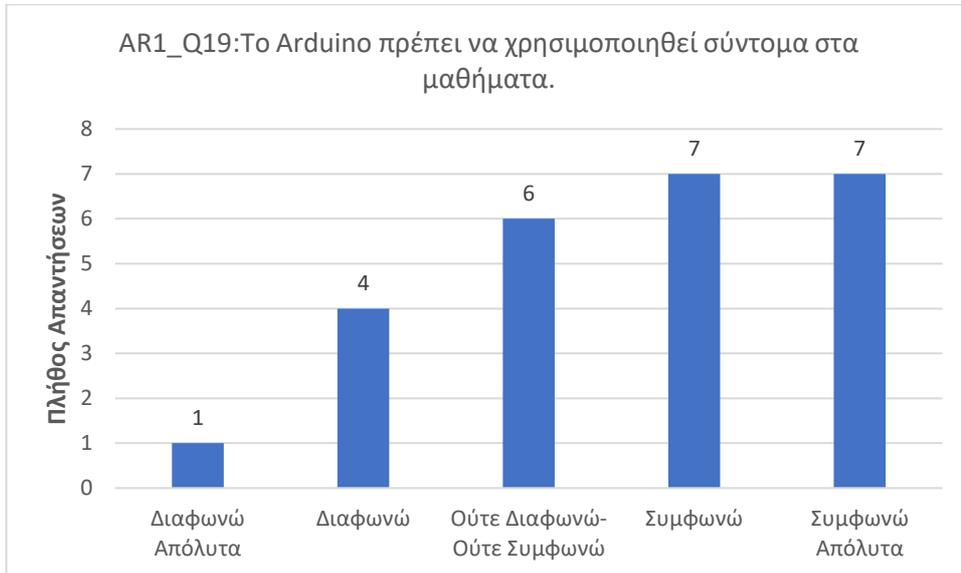


Σχήμα 18: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q18.

Ερώτηση AR1\_Q19:

Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=14) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση του Arduino πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύντομα στα μαθήματα.

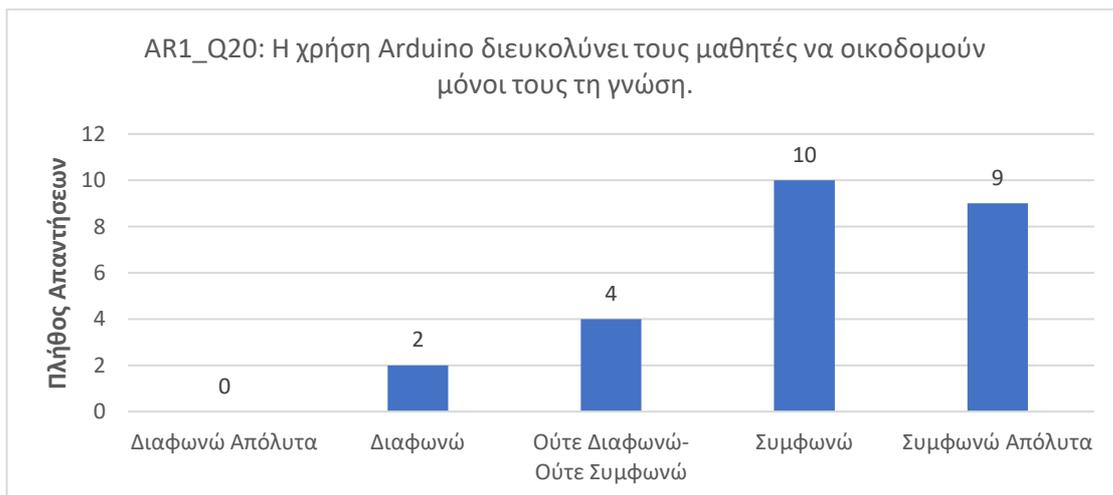
Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=6) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 19).



Σχήμα 19: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q19.

Ερώτηση AR1\_Q20:

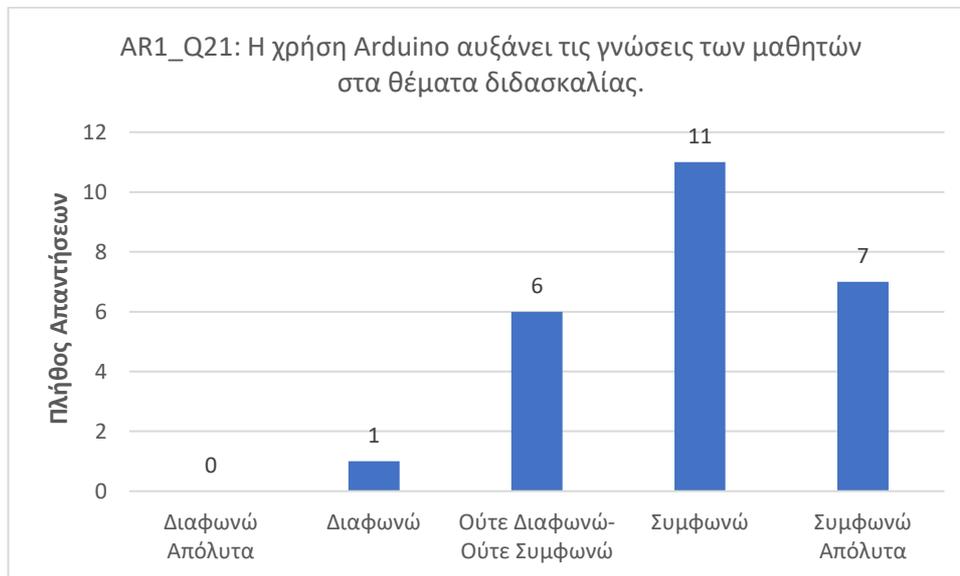
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=19) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino διευκολύνει τους μαθητές να οικοδομούν μόνοι τους τη γνώση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=4) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» (Σχήμα 20).



Σχήμα 20: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q20.

Ερώτηση AR1\_Q21:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=18) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση Arduino αυξάνει τις γνώσεις των μαθητών στα θέματα διδασκαλίας. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=6) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=1) «Διαφωνεί» (Σχήμα 21).



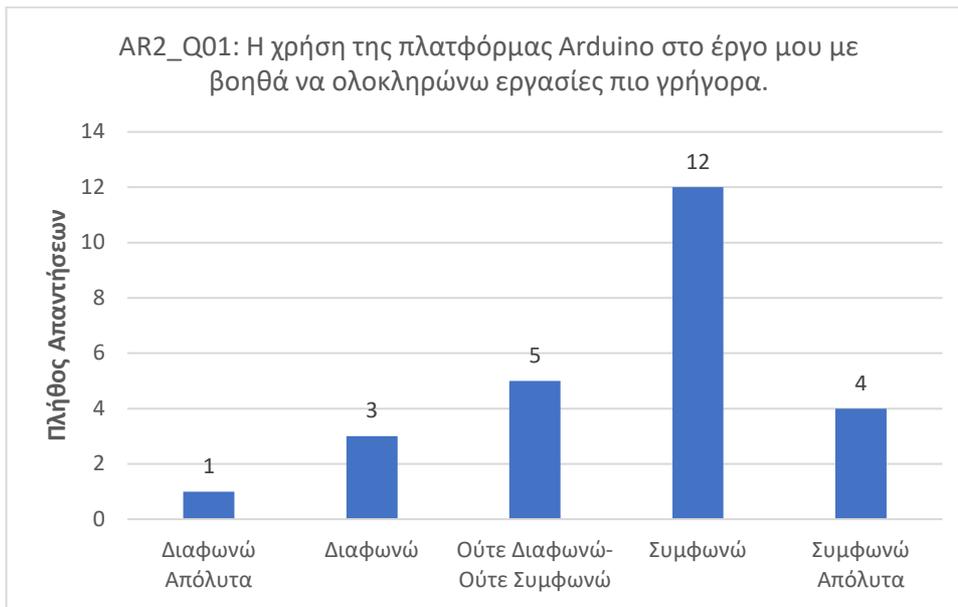
Σχήμα 21: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR1\_Q21.

### 5.1.3 Απαντήσεις φοιτητών στο 2<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι κατανομές των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σχετικά με τις στάσεις τους απέναντι στη χρήση του Arduino στη διδασκαλία.

Ερώτηση AR2\_Q01:

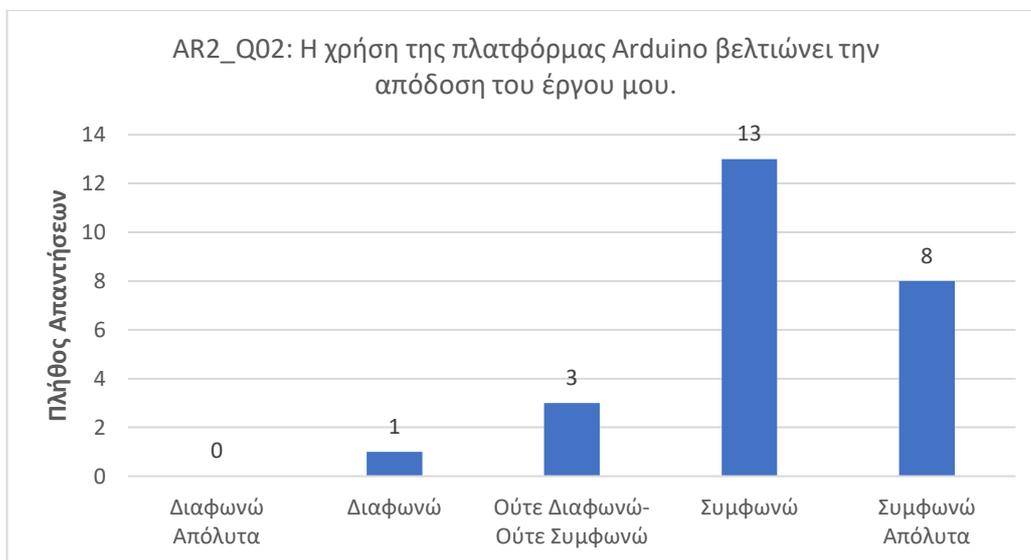
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=16) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino στο έργο τους, βοηθά να ολοκληρώσουν τις εργασίες τους πιο γρήγορα. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και ποσοστό (n=4) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 22).



Σχήμα 22: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q01.

Ερώτηση AR2\_Q02:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=21) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino βελτιώνει την απόδοση του έργου τους. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» έως και «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=1) «Διαφωνεί» (Σχήμα 23).

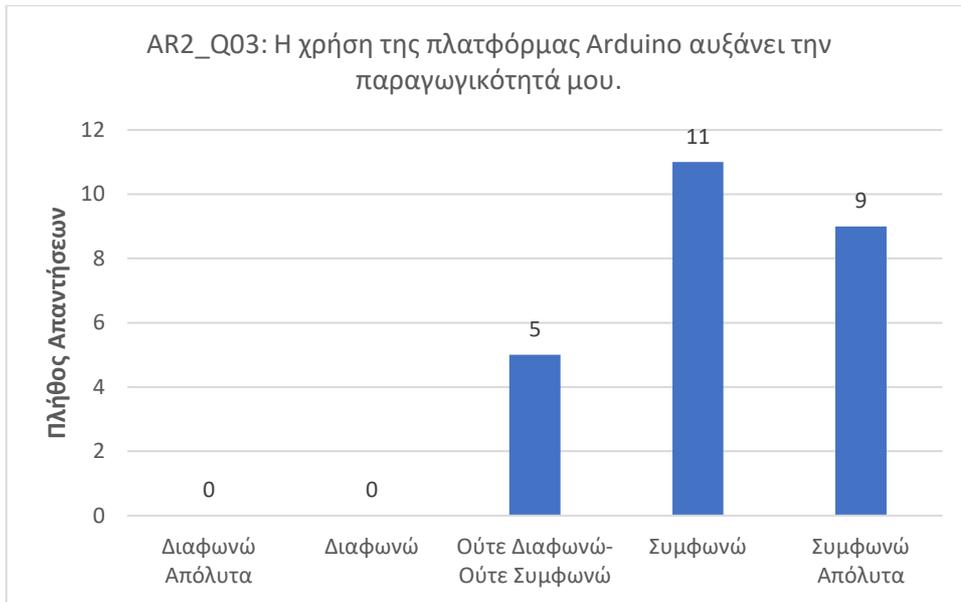


Σχήμα 23: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q02.

Ερώτηση AR2\_Q03:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino αυξάνει την

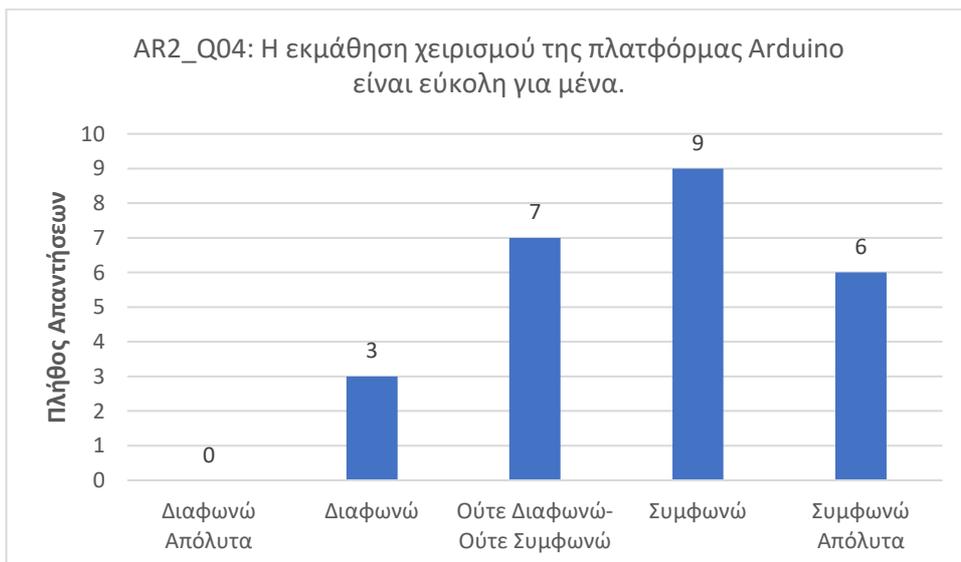
παραγωγικότητα τους. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 24).



Σχήμα 24: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q03.

Ερώτηση AR2\_Q04:

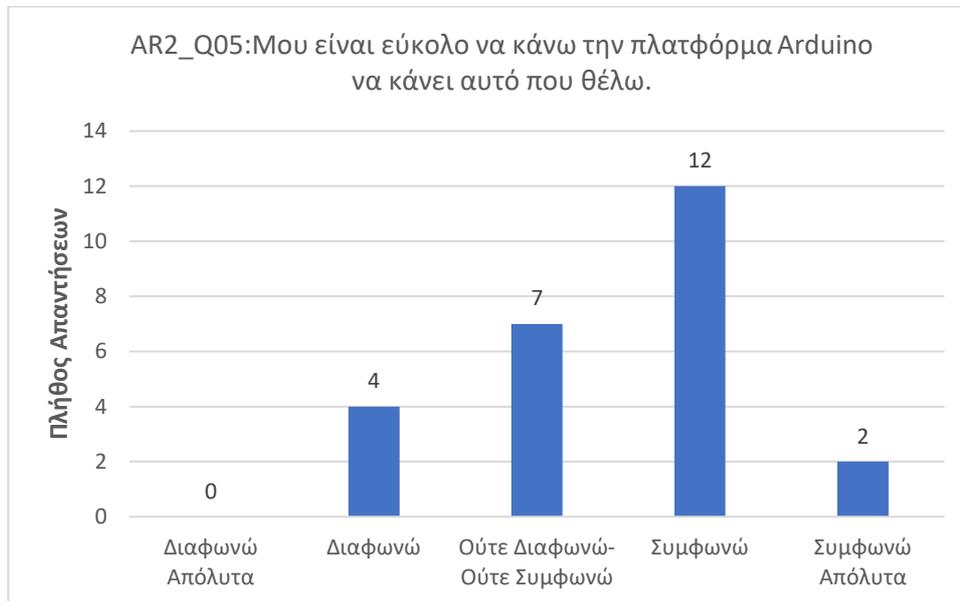
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=15) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η εκμάθηση χειρισμού της πλατφόρμας Arduino είναι εύκολη. Ωστόσο, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (n=3) «Διαφωνεί» (Σχήμα 25).



Σχήμα 25: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q04.

Ερώτηση AR2\_Q05:

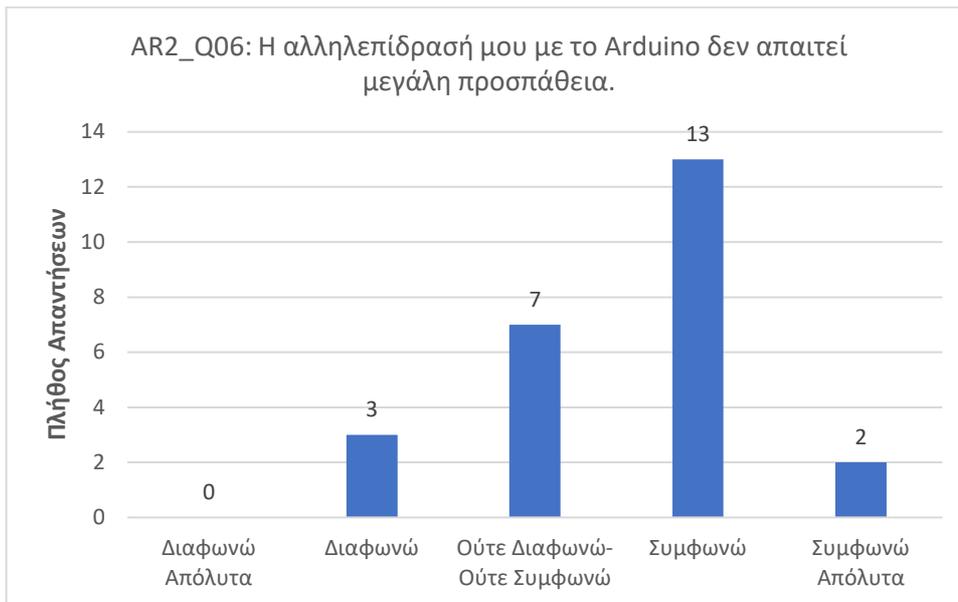
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=11) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι είναι εύκολο να κάνουν την πλατφόρμα Arduino να κάνει αυτό που θέλουν. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό (n=4) «Διαφωνεί» (Σχήμα 26).



Σχήμα 26: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q05.

Ερώτηση AR2\_Q06:

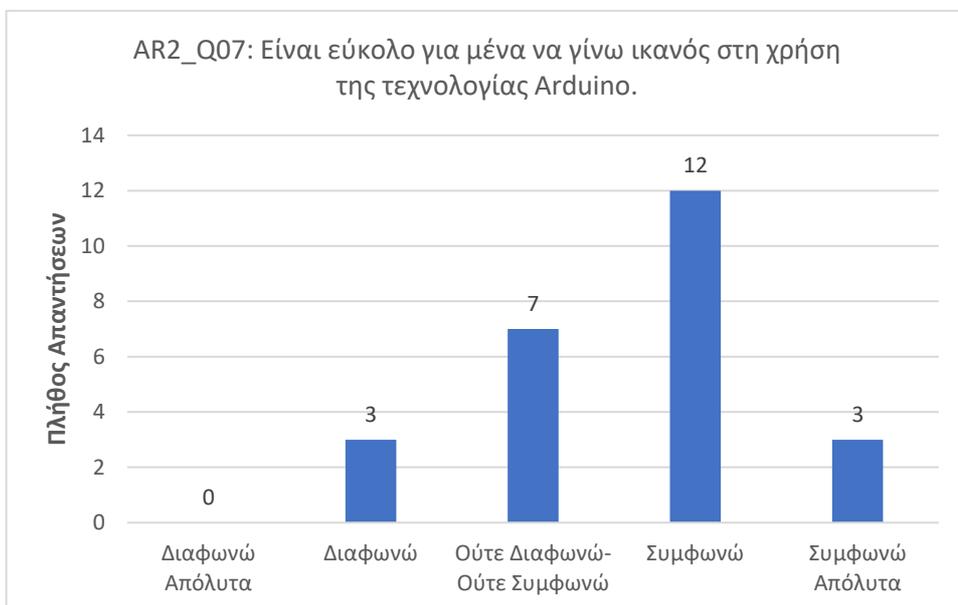
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=15) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η αλληλεπίδραση με το Arduino δεν απαιτεί μεγάλη προσπάθεια. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=3) «Διαφωνεί» (Σχήμα 27).



Σχήμα 27: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q06.

Ερώτηση AR2\_Q07:

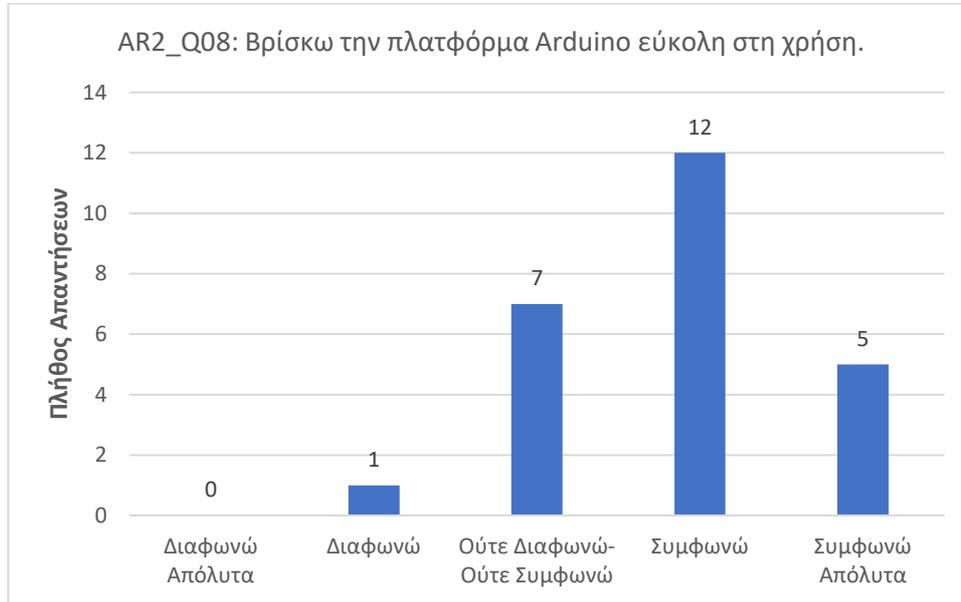
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=15) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι είναι εύκολο να γίνουν ικανοί στη χρήση της τεχνολογίας του Arduino. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=3) «Διαφωνεί» (Σχήμα 28).



Σχήμα 28: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q07.

Ερώτηση AR2\_Q08:

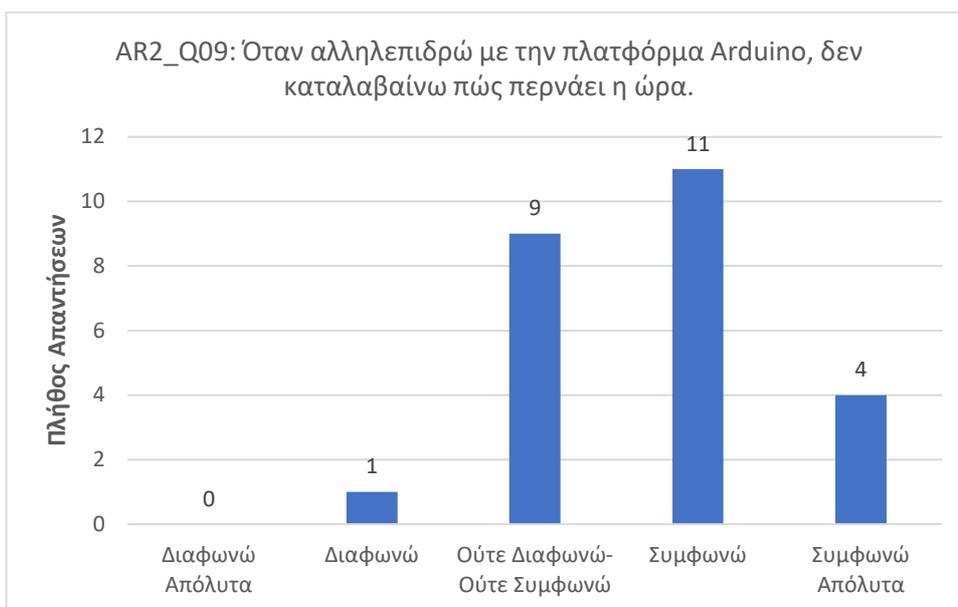
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=17) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino είναι εύκολο στη χρήση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=8) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και ένα ποσοστό (n=1) πως «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 29).



Σχήμα 29: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q08.

Ερώτηση AR2\_Q09:

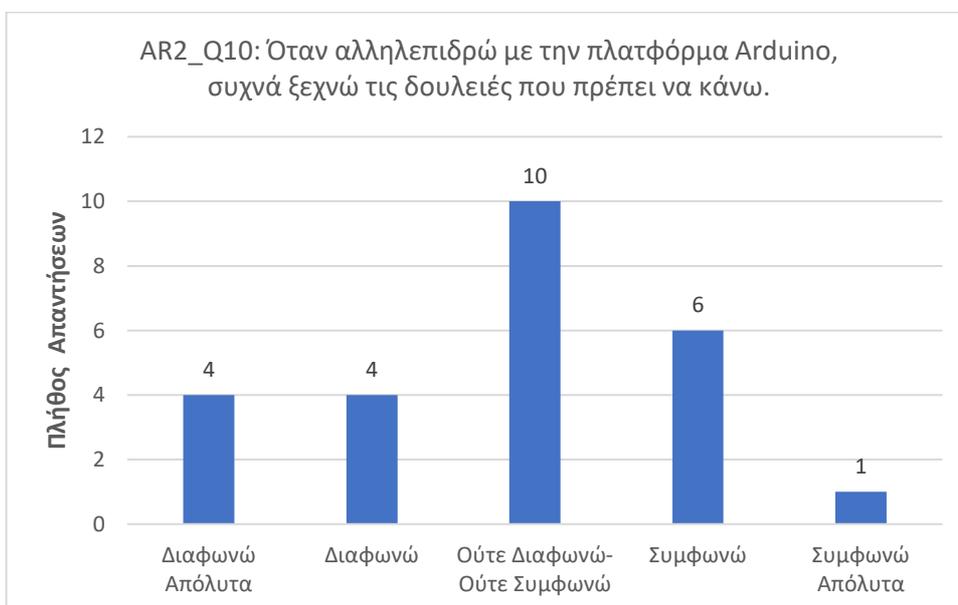
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=24) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι όταν αλληλοεπιδρούν με την πλατφόρμα Arduino δεν καταλαβαίνουν πως περνάει η ώρα. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=9) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και πως ένα ποσοστό (n=1) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 30).



Σχήμα 30: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q09.

Ερώτηση AR2\_Q10:

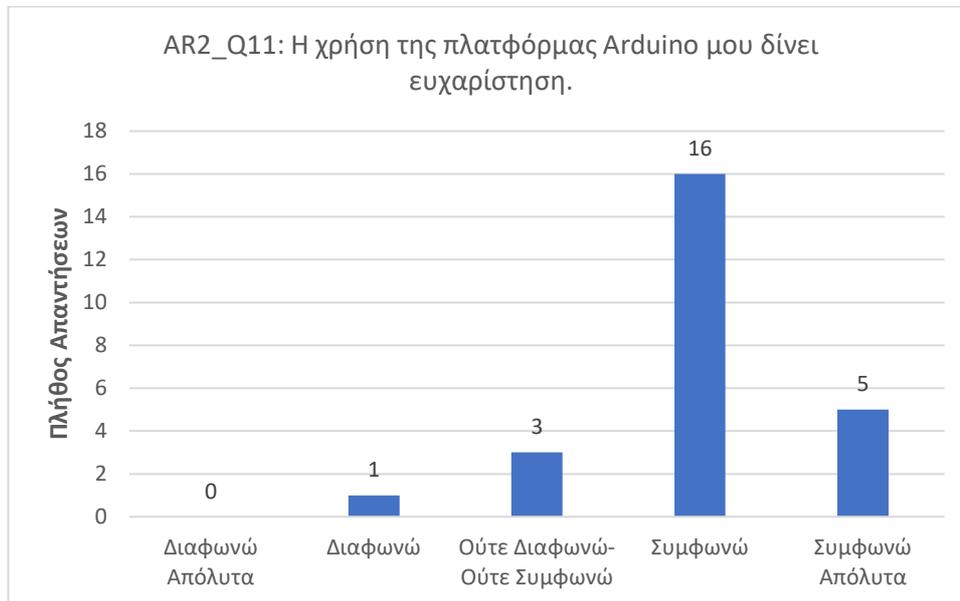
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=7) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι όταν αλληλοεπιδρούν με την πλατφόρμα Arduino συχνά ξεχνούν τις δουλειές που πρέπει να κάνουν. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=10) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=8) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 31).



Σχήμα 31: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q10.

Ερώτηση AR2\_Q11:

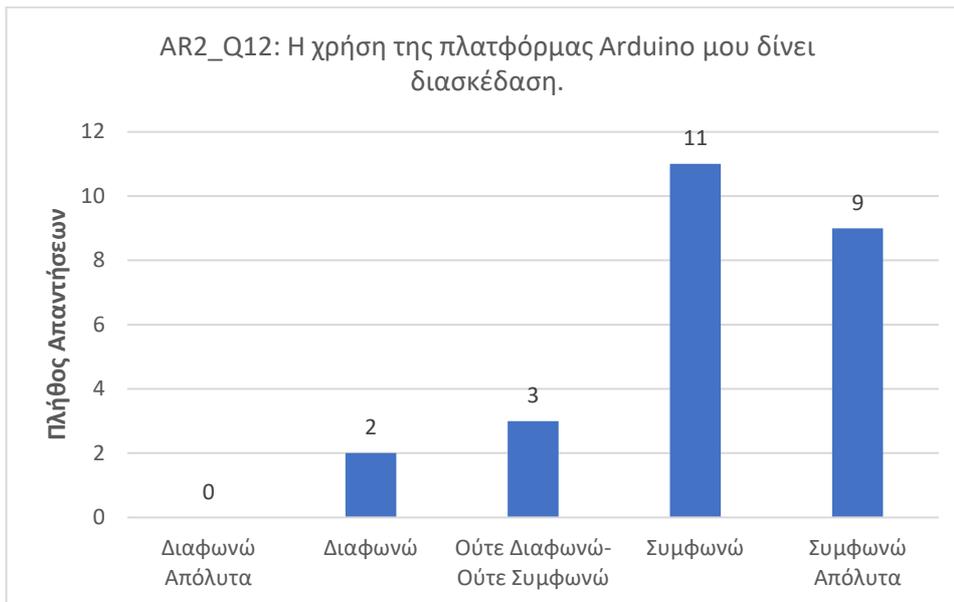
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=21) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino τους δίνει ευχαρίστηση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και πως ένα ποσοστό (n=1) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 32).



Σχήμα 32: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q11.

Ερώτηση AR2\_Q12:

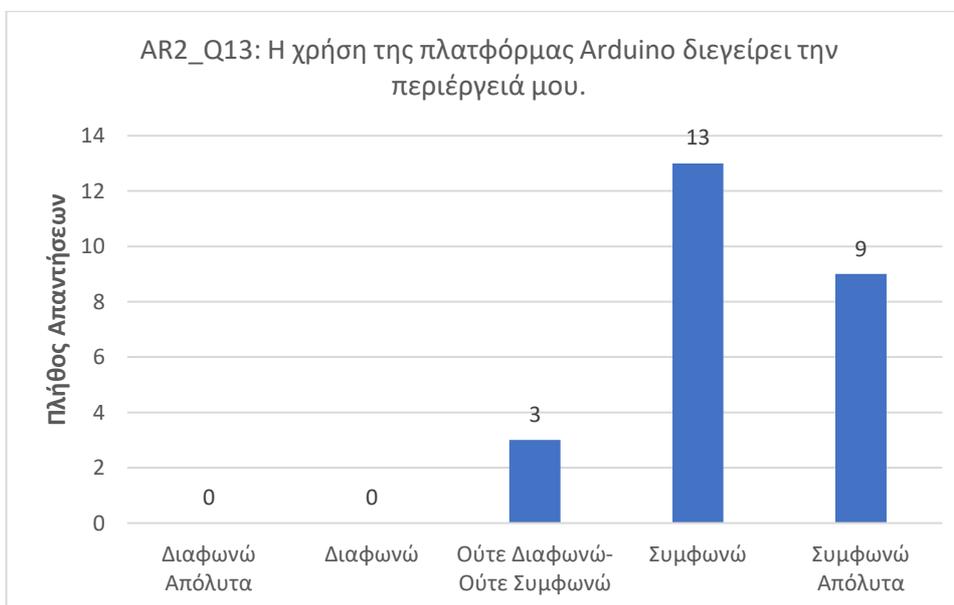
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino τους δίνει διασκέδαση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και πως ένα ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 33).



Σχήμα 33: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q12.

Ερώτηση AR2\_Q13:

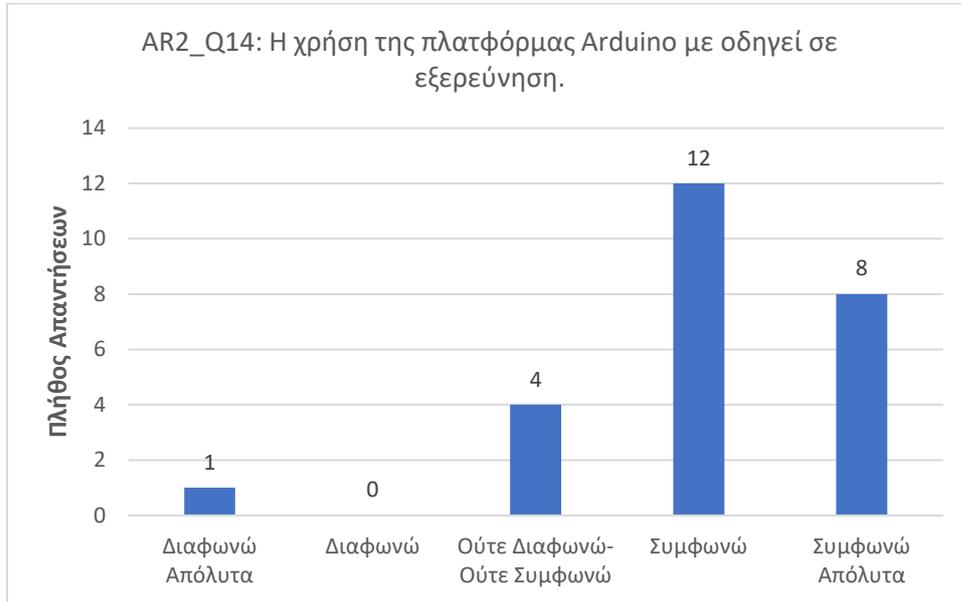
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=22) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας του Arduino διεγείρει την περιέργειά τους. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 34).



Σχήμα 34: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q13.

Ερώτηση AR2\_Q14:

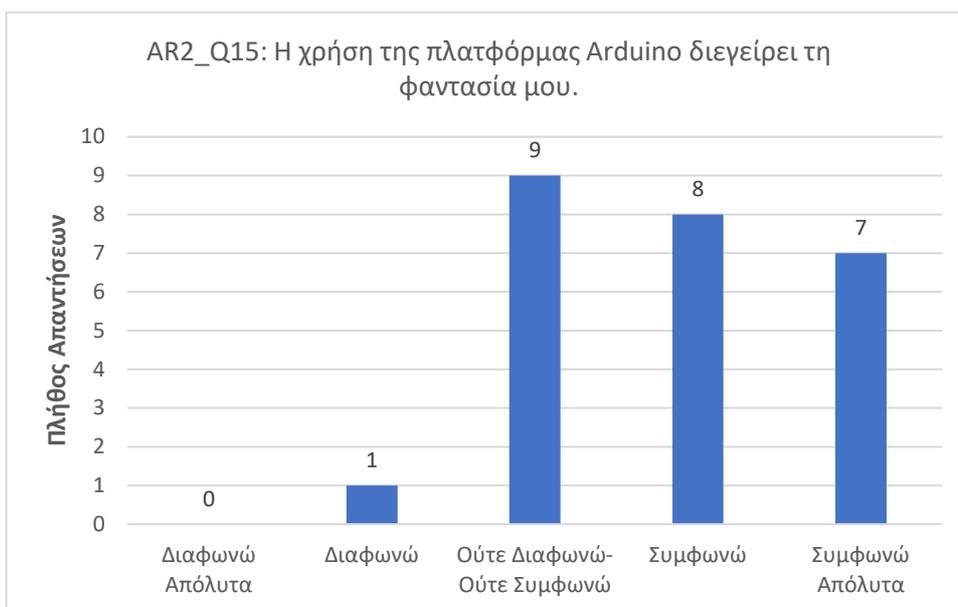
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino τους οδηγεί σε εξερεύνηση. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και πως «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 35).



Σχήμα 35: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q14.

Ερώτηση AR2\_Q15:

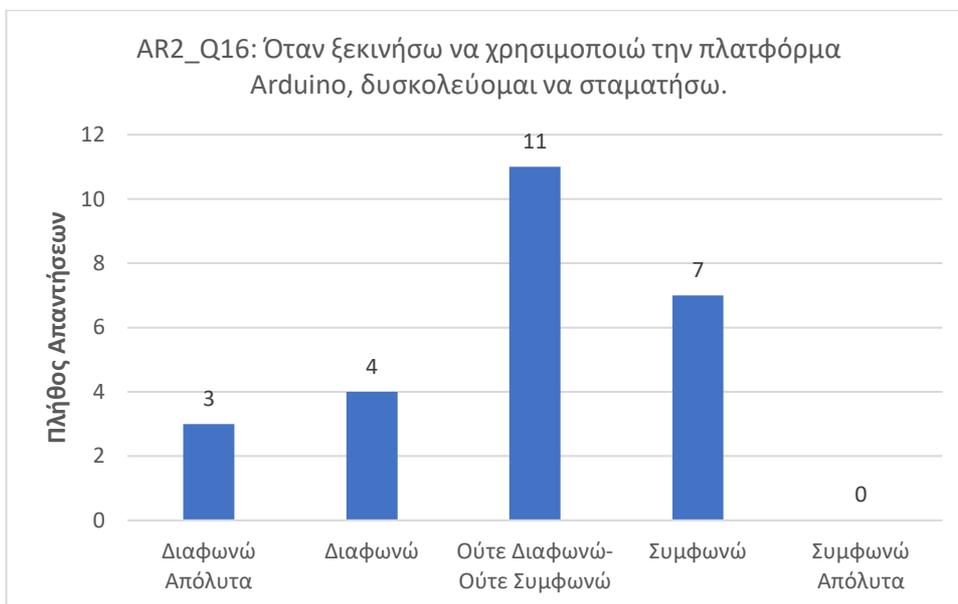
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=15) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino διεγείρει τη φαντασία τους. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=9) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και πως ένα ποσοστό (n=1) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 36).



Σχήμα 36: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q15.

Ερώτηση AR2\_Q16:

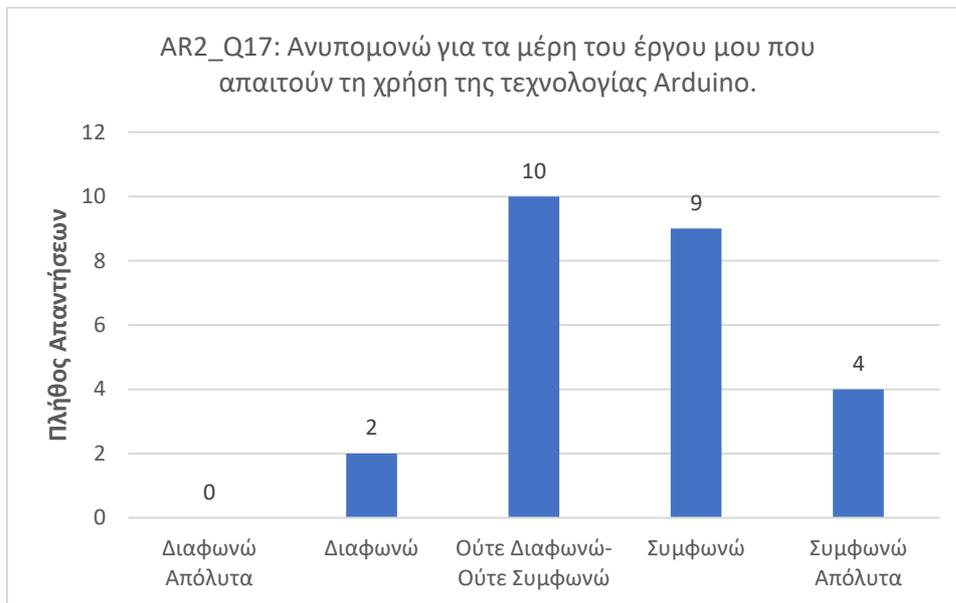
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=7) «Συμφωνεί» στο ότι όταν χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Arduino, δυσκολεύονται να σταματήσουν. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=11) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» αλλά και ένα ποσοστό (n=7) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 37).



Σχήμα 37: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q16.

Ερώτηση AR2\_Q17:

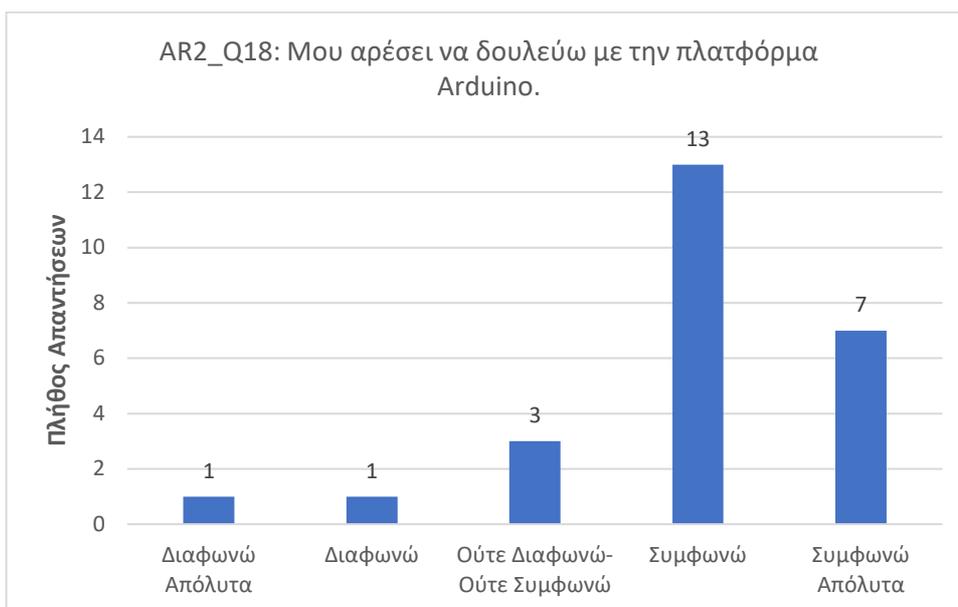
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=13) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι ανυπομονούν για τα μέρη του έργου τους που απαιτούν τη χρήση της τεχνολογίας του Arduino. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=10) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=2) θεωρεί πως «Διαφωνεί» (Σχήμα 38).



Σχήμα 38: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q17.

#### Ερώτηση AR2\_Q18:

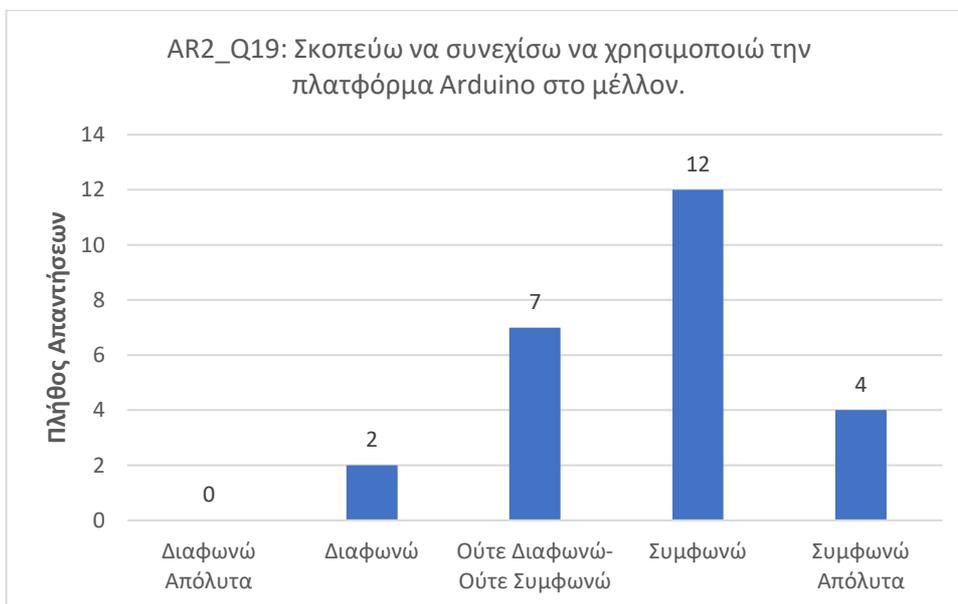
Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=20) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι τους αρέσει να δουλεύουν με την πλατφόρμα Arduino. Παράλληλα ένα ποσοστό (n=3) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη αλλά και πως ένα ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» (Σχήμα 39).



Σχήμα 39: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q18.

Ερώτηση AR2\_Q19:

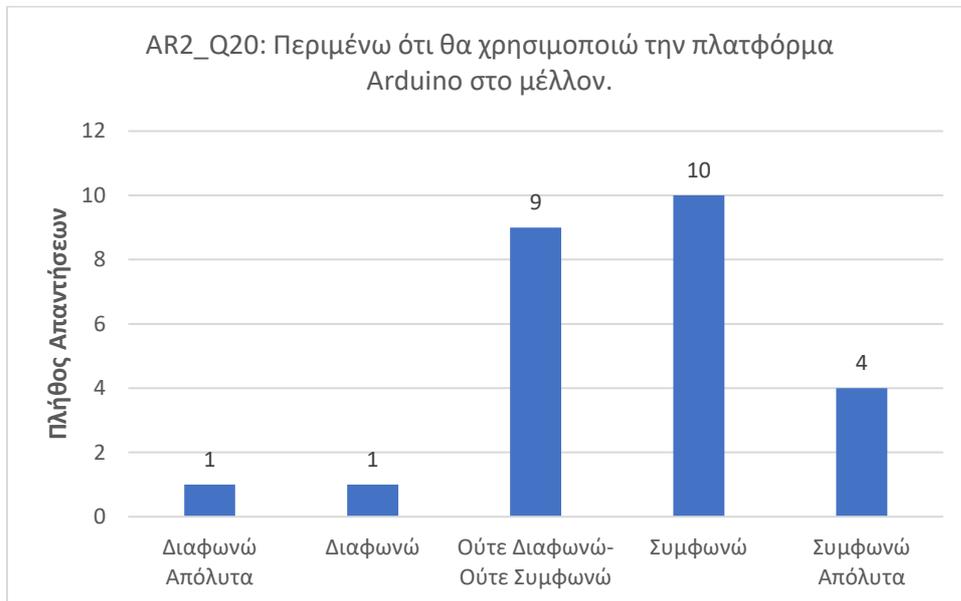
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=16) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι σκοπεύουν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=7) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=2) θεωρεί πως «Διαφωνεί» (Σχήμα 40).



Σχήμα 40: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q19.

Ερώτηση AR2\_Q20:

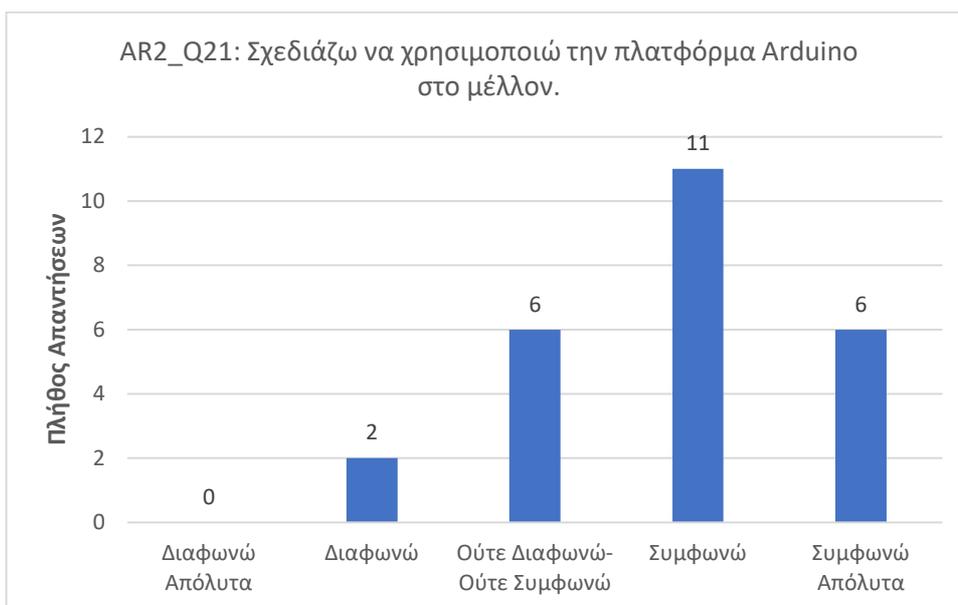
Ένα ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=14) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι περιμένουν να χρησιμοποιούν τη πλατφόρμα Arduino στο μέλλον. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=9) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα»(Σχήμα 41).



Σχήμα 41: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q20.

Ερώτηση AR2\_Q21:

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=17) «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι σχεδιάζουν να χρησιμοποιούν την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον. Παράλληλα, ένα ποσοστό (n=6) θεωρεί πως «Ούτε Διαφωνεί – Ούτε Συμφωνεί» με αυτή την άποψη, ενώ ένα ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» (Σχήμα 42).



Σχήμα 42: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση AR2\_Q21.

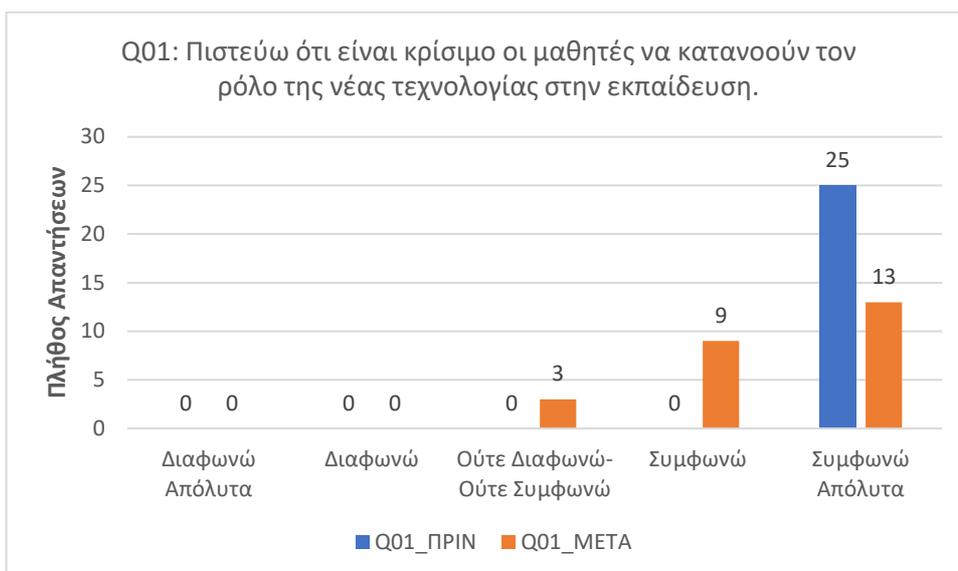
#### 5.1.4 Απαντήσεις φοιτητών στο Ερωτηματολόγιο για τις στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες πριν και μετά την παρέμβαση

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται και παρουσιάζονται σε διαγράμματα οι κατανομές των απαντήσεων των φοιτητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου σχετικά με τις στάσεις και τις αντιλήψεις τους απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες.

Ερώτηση Q01:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύει ότι είναι κρίσιμο οι μαθητές να κατανοούν τον ρόλο της νέας τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=22) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» αλλά και ένα ποσοστό (n=3) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 43).

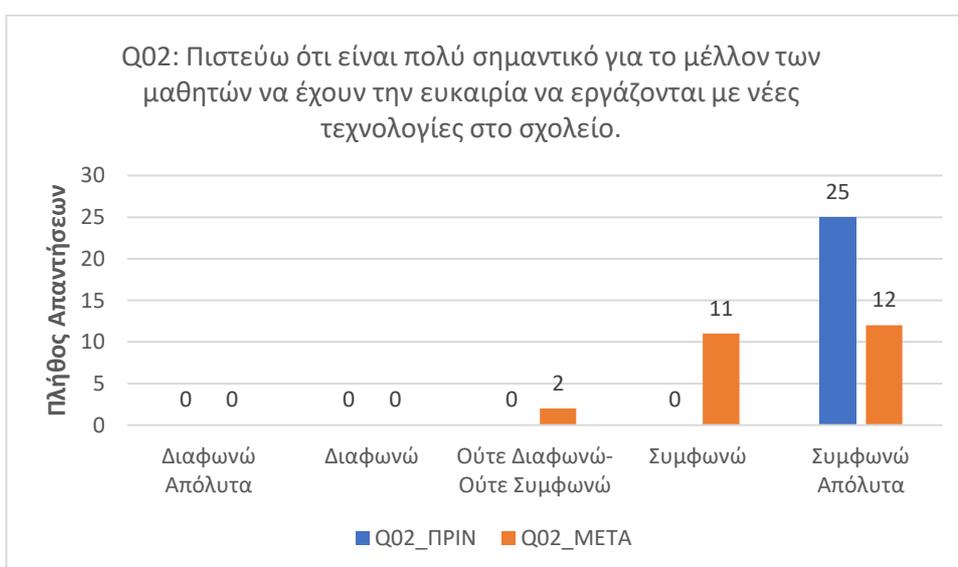


Σχήμα 43: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q01.

#### Ερώτηση Q02:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύουν ότι είναι πολύ σημαντικό για το μέλλον των μαθητών να έχουν την εύκαιρα να εργάζονται με νέες τεχνολογίες στο σχολείο.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=23) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» αλλά και ένα ποσοστό (n=2) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 44).

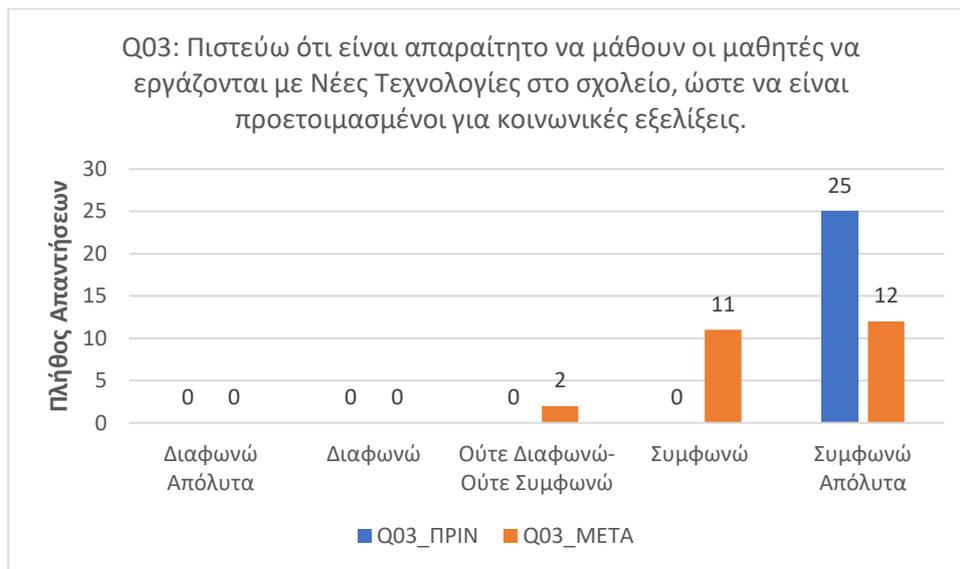


Σχήμα 44: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q02.

#### Ερώτηση Q03:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύει ότι είναι απαραίτητο να μάθουν οι μαθητές να εργάζονται με νέες τεχνολογίες στο σχολείο, ώστε να είναι προετοιμασμένοι για κοινωνικές εξελίξεις.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=23) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» αλλά και ένα ποσοστό (n=2) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 45).

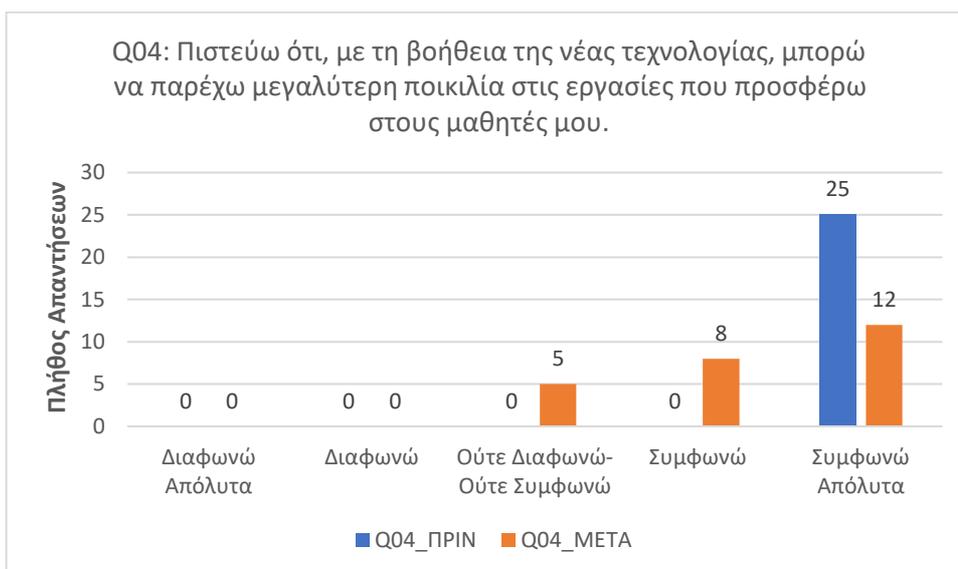


Σχήμα 45: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q03.

#### Ερώτηση Q04:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύει ότι με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορούν να παρέχουν μεγαλύτερη ποικιλία στις εργασίες που προσφέρουν στους μαθητές τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=20) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» αλλά και ένα ποσοστό (n=5) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 46).

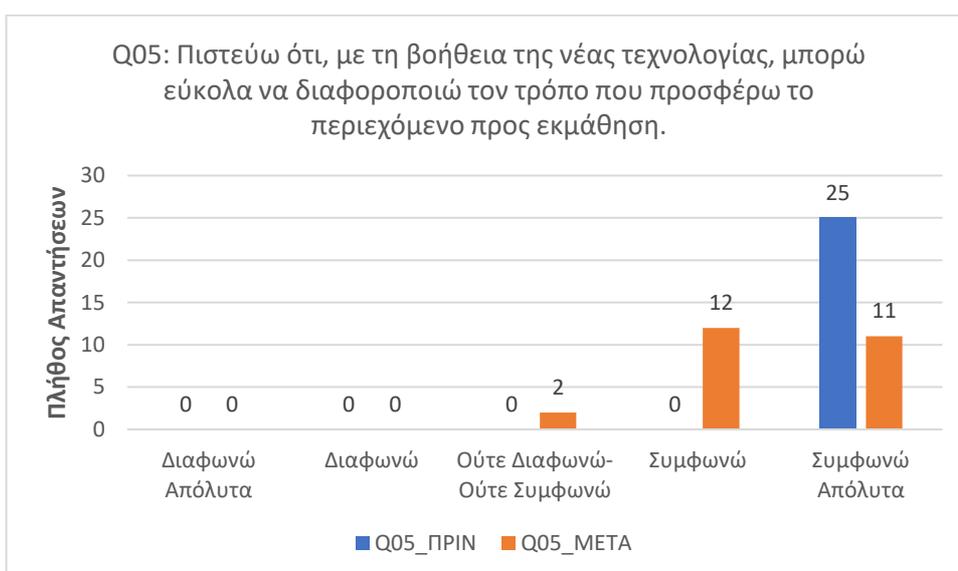


Σχήμα 46: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q04.

Ερώτηση Q05:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύει ότι με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορούν εύκολα να διαφοροποιούν τον τρόπο που προσφέρουν το περιεχόμενο προς εκμάθηση.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=23) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα» αλλά και ένα ποσοστό (n=2) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 47).

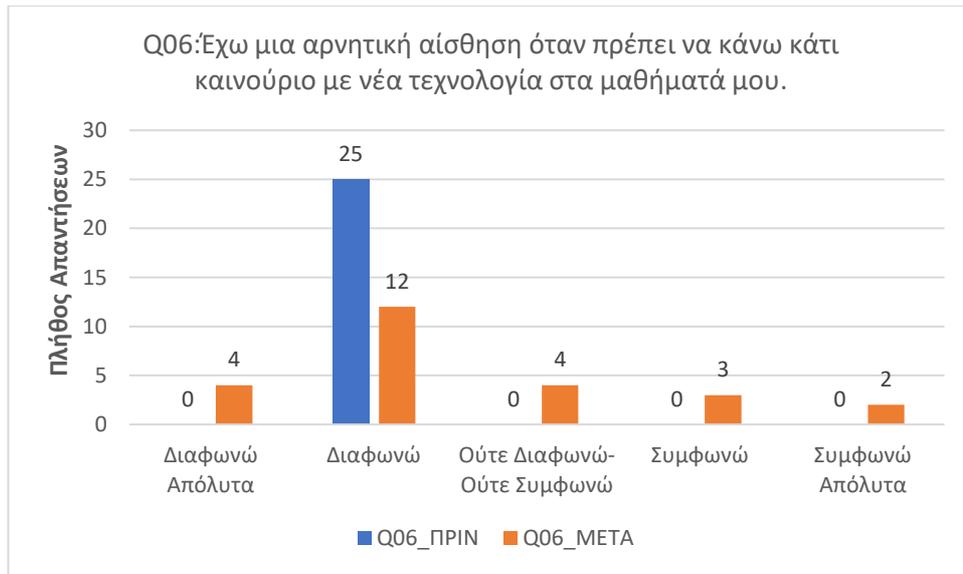


Σχήμα 47: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q05.

Ερώτηση Q06:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι έχουν μια αρνητική αίσθηση όταν πρέπει να κάνουν κάτι καινούργιο με νέα τεχνολογία στα μαθήματά τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=4) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=16) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 48).

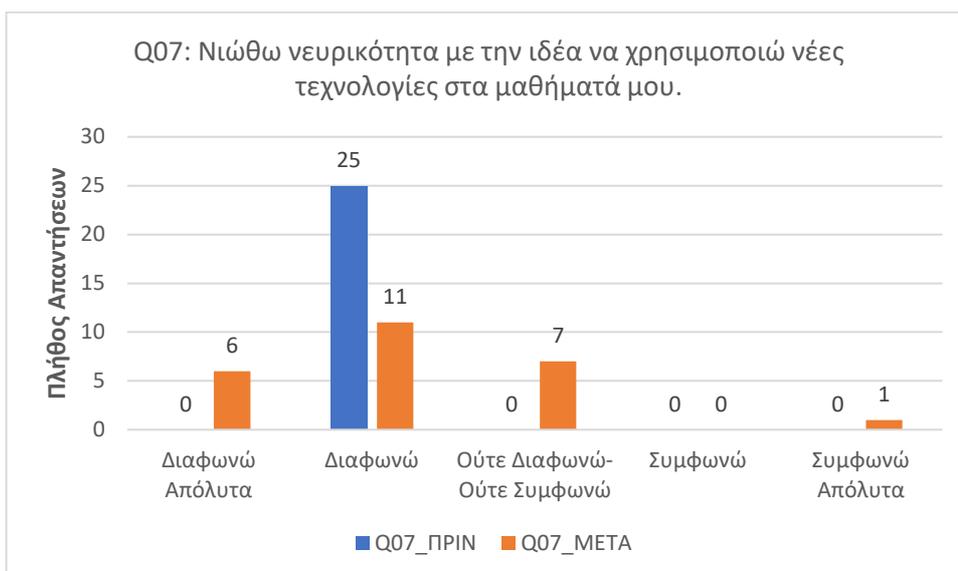


Σχήμα 48: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q06.

Ερώτηση Q07:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι νιώθουν νευρική με την ιδέα να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες στα μαθήματά τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=1) θεωρεί πως «Συμφωνεί», ένα ποσοστό (n=7) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=17) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 49).

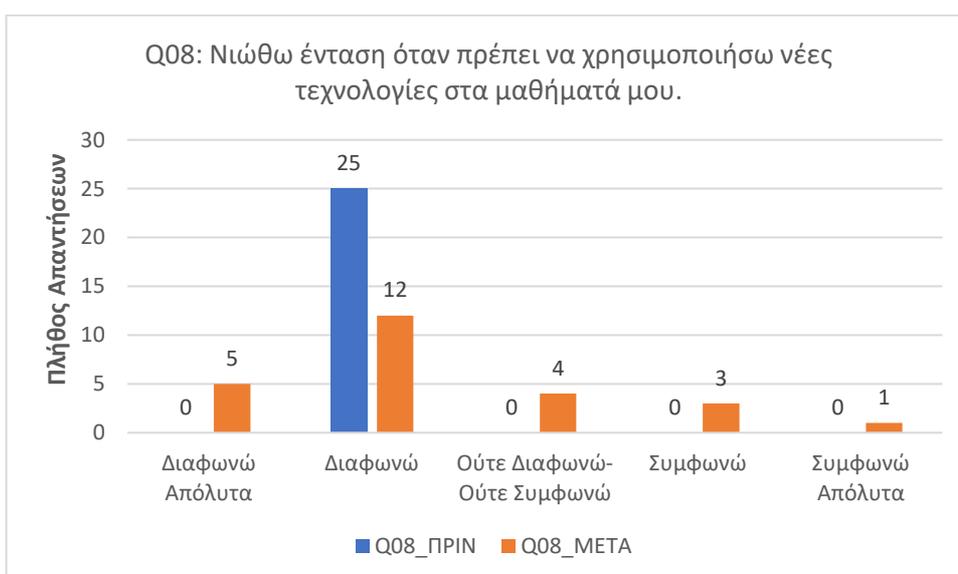


Σχήμα 49: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q07.

Ερώτηση Q08:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι νιώθουν ένταση όταν πρέπει να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες στα μαθήματά τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=4) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=4) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=17) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 50).

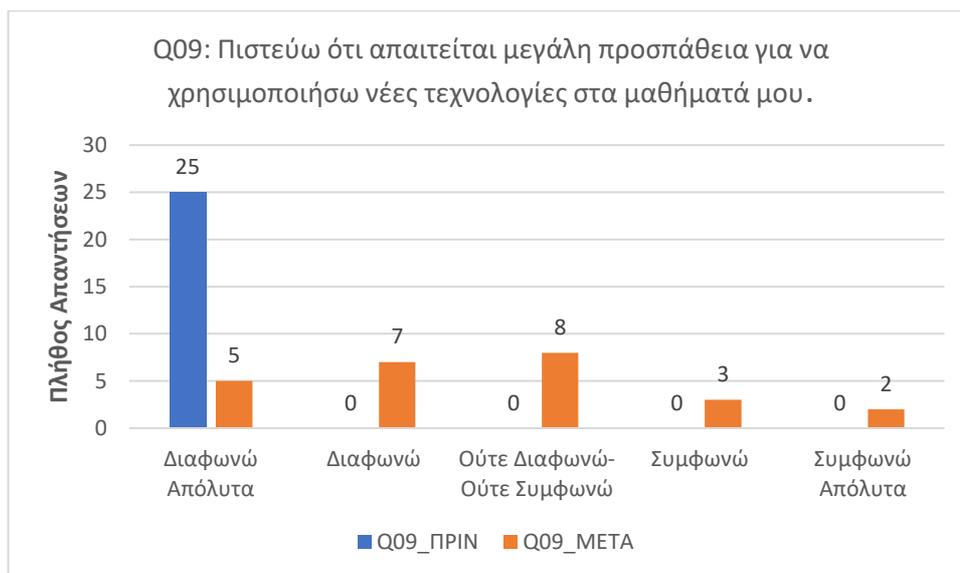


Σχήμα 50: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q08.

### Ερώτηση Q09:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύουν ότι απαιτείται μεγάλη προσπάθεια για να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=5) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=8) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=12) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 51).

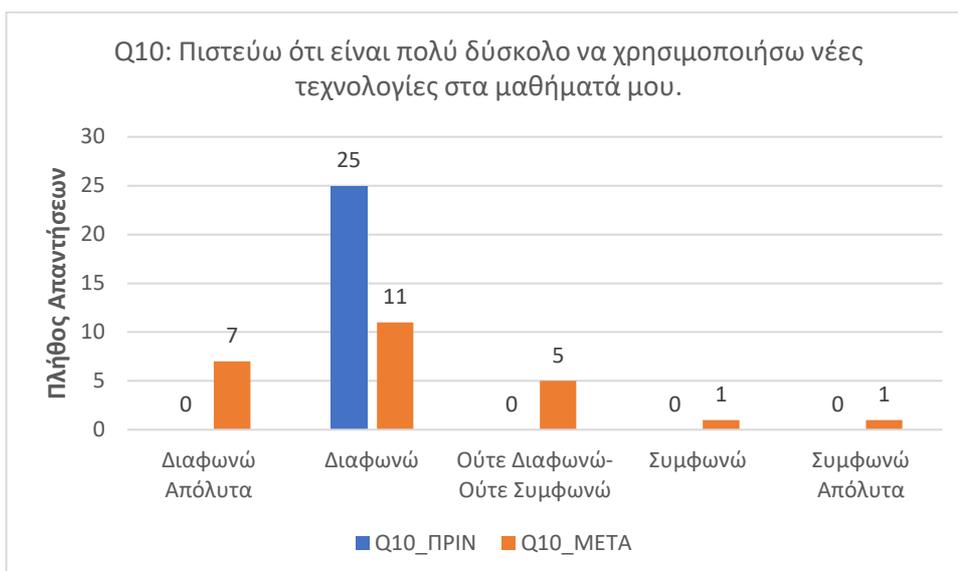


Σχήμα 51: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q09.

### Ερώτηση Q10:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί Απόλυτα» στο ότι πιστεύουν ότι είναι δύσκολο να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=2) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=5) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=18) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 52).

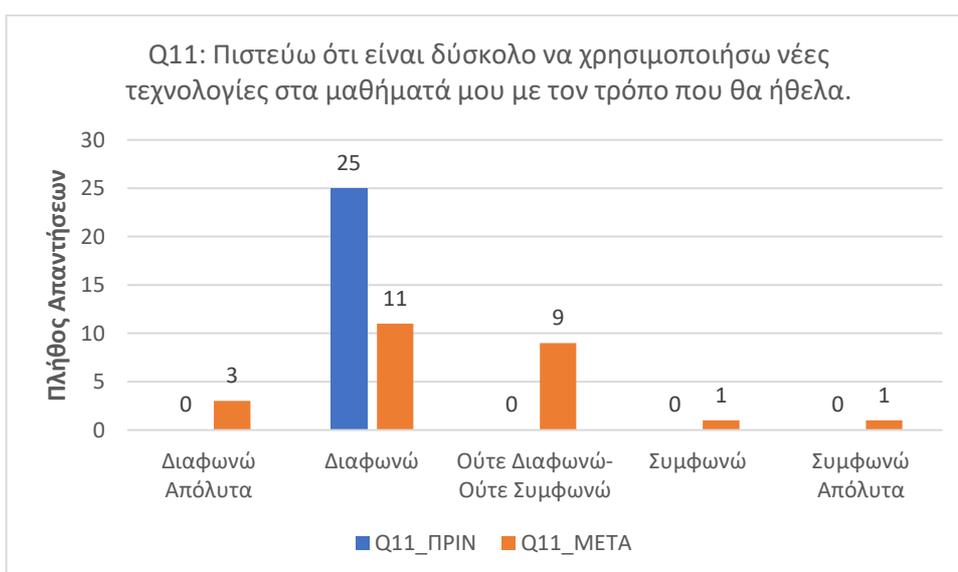


Σχήμα 52: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q10.

Ερώτηση Q11:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι πιστεύουν ότι είναι δύσκολο να χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους με τον τρόπο που θα ήθελαν.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=2) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=9) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=14) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 53).

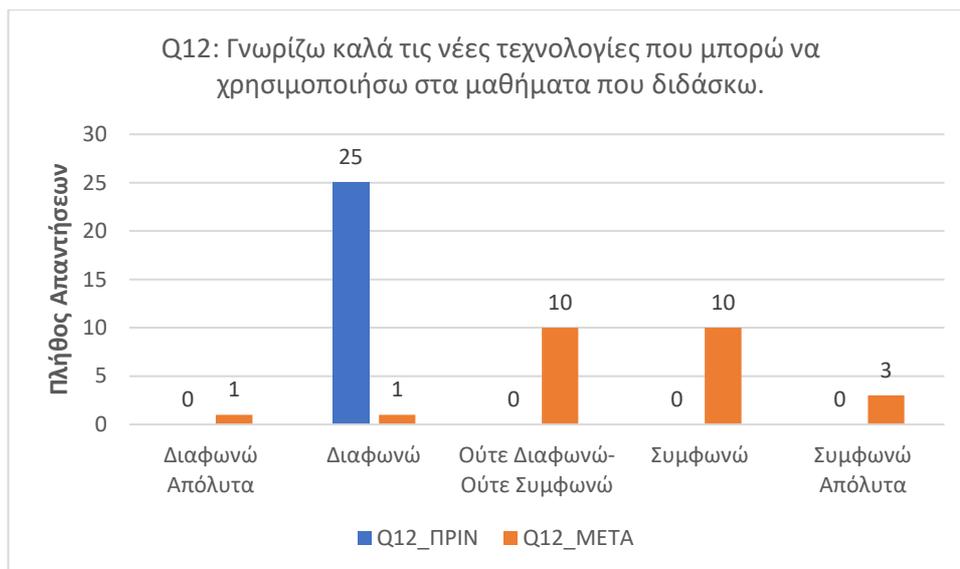


Σχήμα 53: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q11.

Ερώτηση Q12:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι γνωρίζουν καλά τις νέες τεχνολογίες που μπορούν να χρησιμοποιήσουν στα μαθήματα που διδάσκουν.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=13) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=10) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=2) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 54).

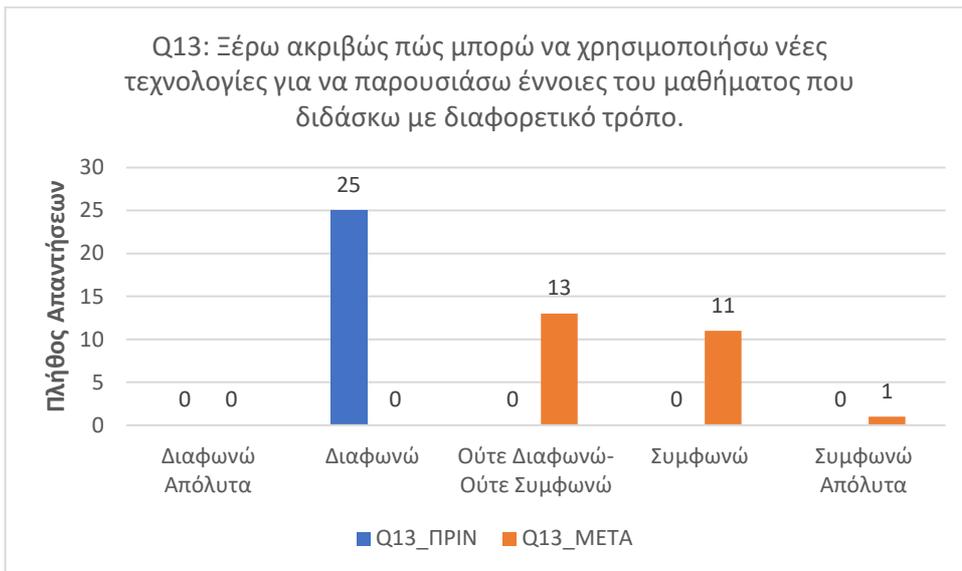


Σχήμα 54: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q12.

#### Ερώτηση Q13:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι ξέρουν ακριβώς πώς μπορούν να χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες για να παρουσιάσουν έννοιες του μαθήματος που διδάσκουν με διαφορετικό τρόπο.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=12) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=13) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 55).

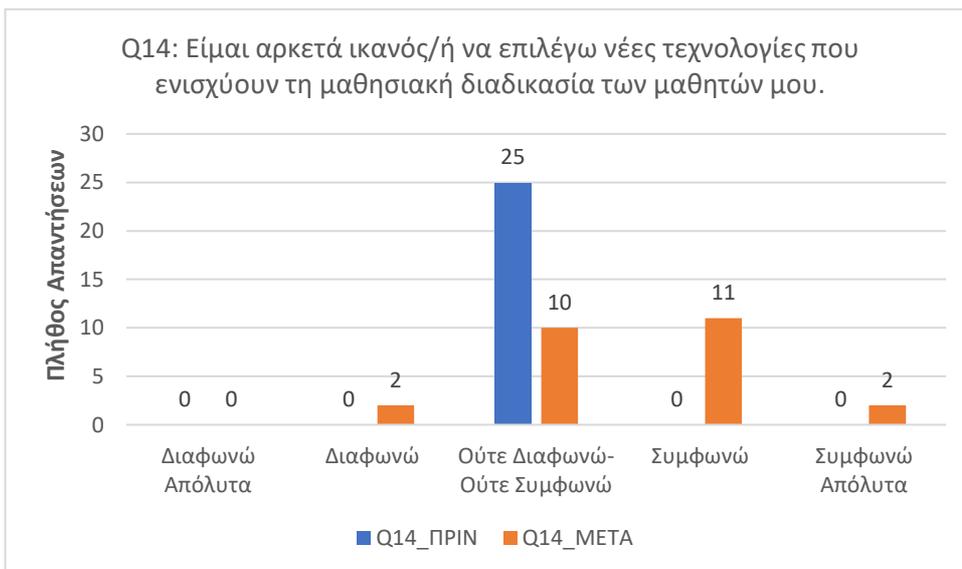


Σχήμα 55: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q13.

#### Ερώτηση Q14:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι είναι αρκετά ικανοί να επιλέγουν νέες τεχνολογίες που ενισχύουν τη μαθησιακή διαδικασία των μαθητών τους.

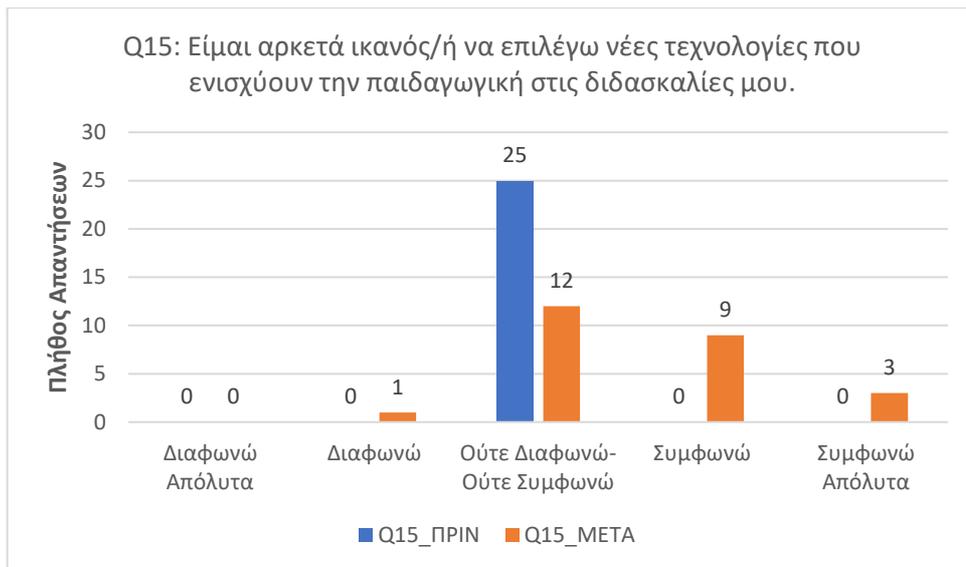
Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=13) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=10) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=2) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 56).



Σχήμα 56: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q14.

### Ερώτηση Q15:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι είναι αρκετά ικανοί να επιλέγουν νέες τεχνολογίες που ενισχύουν την παιδαγωγική στις διδασκαλίες του. Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=12) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=12) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα ποσοστό (n=1) πως «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 57).

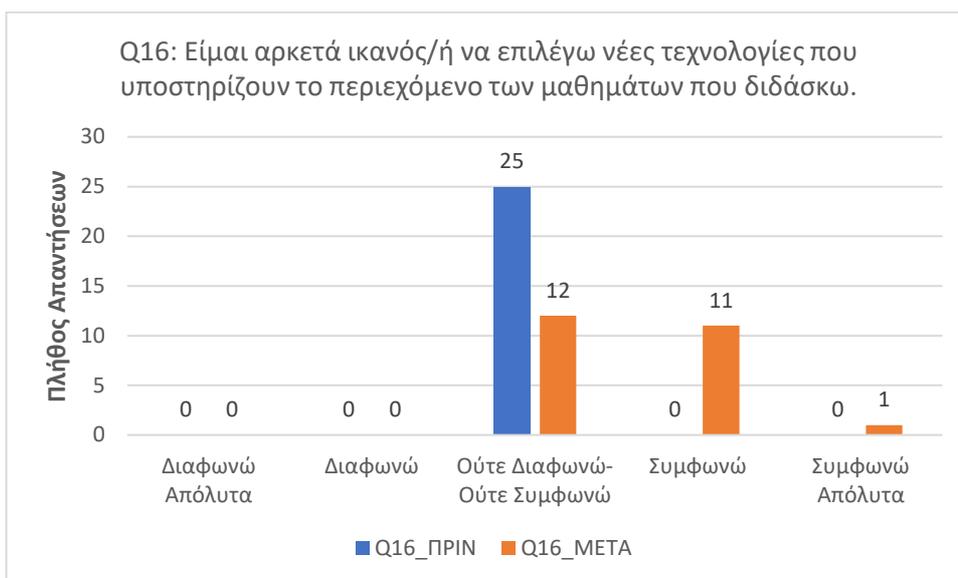


Σχήμα 57: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q15.

### Ερώτηση Q16:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι είναι αρκετά ικανοί να επιλέγουν νέες τεχνολογίες που υποστηρίζουν το περιεχόμενο των μαθητών που διδάσκουν.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=12) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=12) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 58).

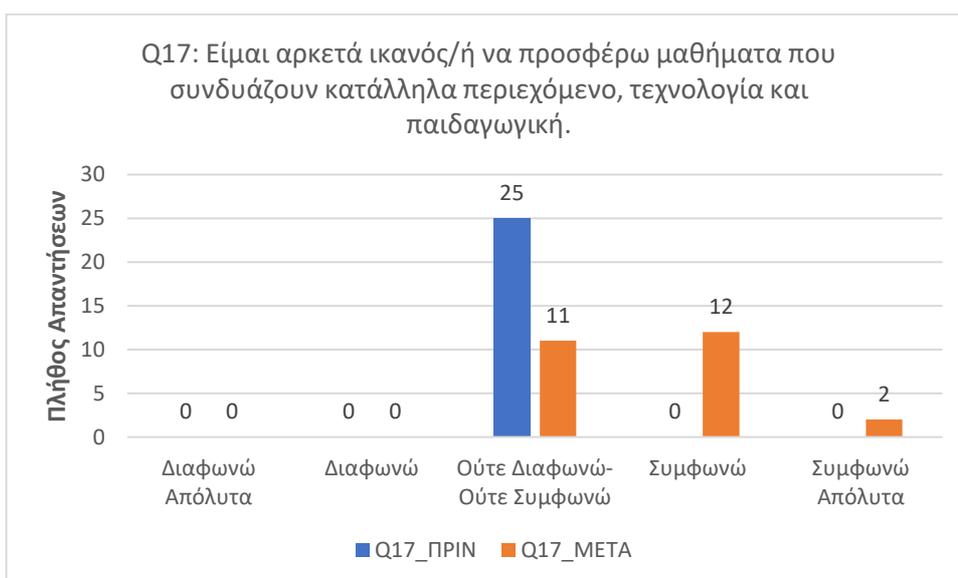


Σχήμα 58: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q16.

#### Ερώτηση Q17:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι είναι αρκετά ικανοί να προσφέρουν μαθήματα που συνδυάζουν κατάλληλα περιεχόμενο. Τεχνολογία και παιδαγωγική.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=14) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=11) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 59).

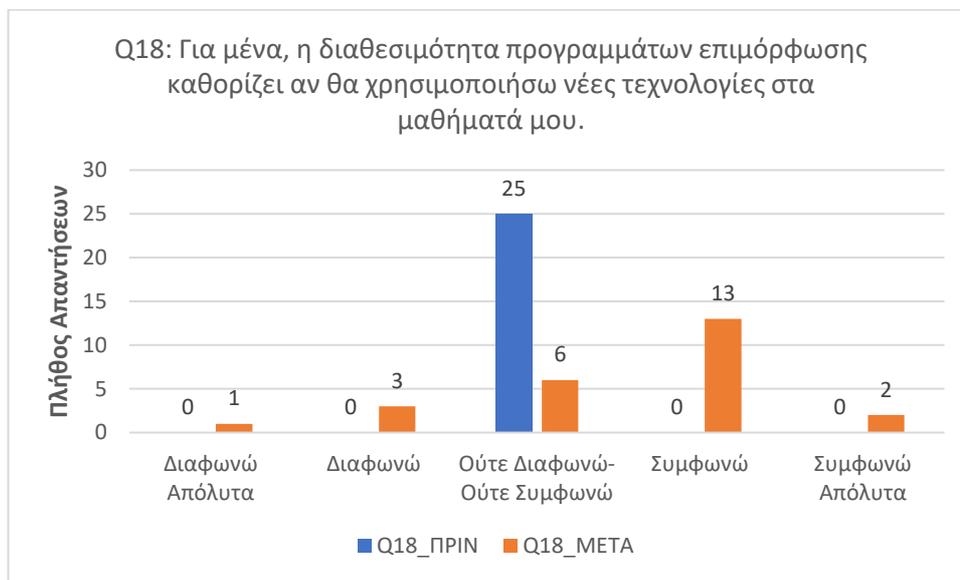


Σχήμα 59: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q17.

### Ερώτηση Q18:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι η διαθεσιμότητα προγραμμάτων επιμόρφωσης καθορίζει το αν θα χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=15) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=6) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=4) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 60).

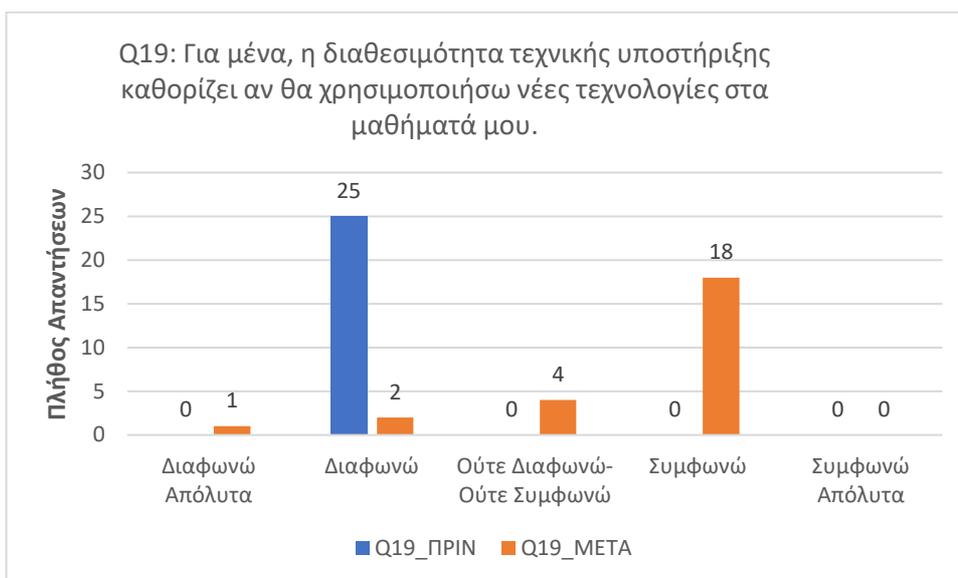


Σχήμα 60: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q18.

### Ερώτηση Q19:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Διαφωνεί» στο ότι η διαθεσιμότητα τεχνικής υποστήριξης καθορίζει το αν θα χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=18) θεωρεί πως «Συμφωνεί», ένα ποσοστό (n=4) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=3) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 61).

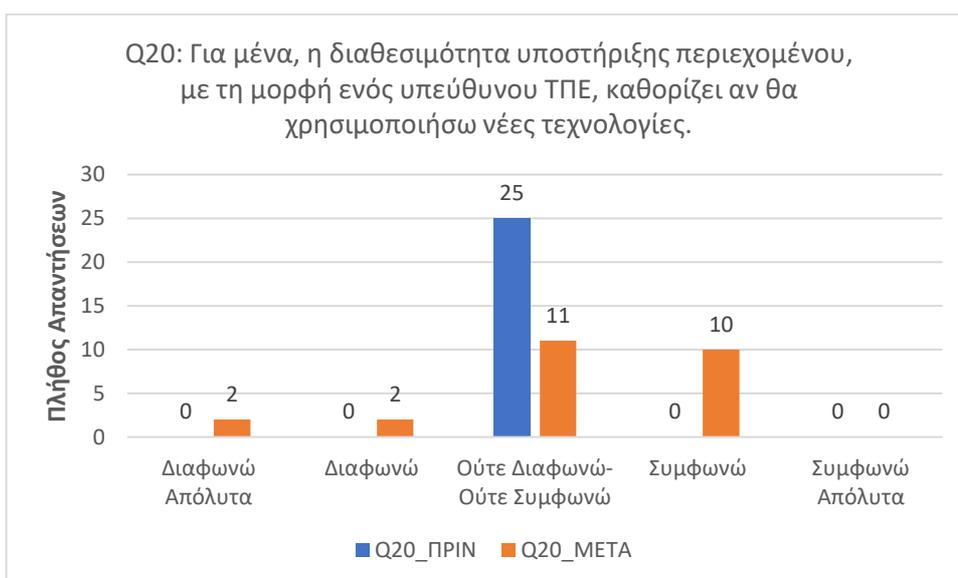


Σχήμα 61: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q19.

#### Ερώτηση Q20:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» στο ότι η διαθεσιμότητα υποστήριξης περιεχομένου, με τη μορφή ενός υπεύθυνου ΤΠΕ, καθορίζει το αν θα χρησιμοποιήσουν νέες τεχνολογίες στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=10) θεωρεί πως «Συμφωνεί», ένα ποσοστό (n=11) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=4) πως «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 62).

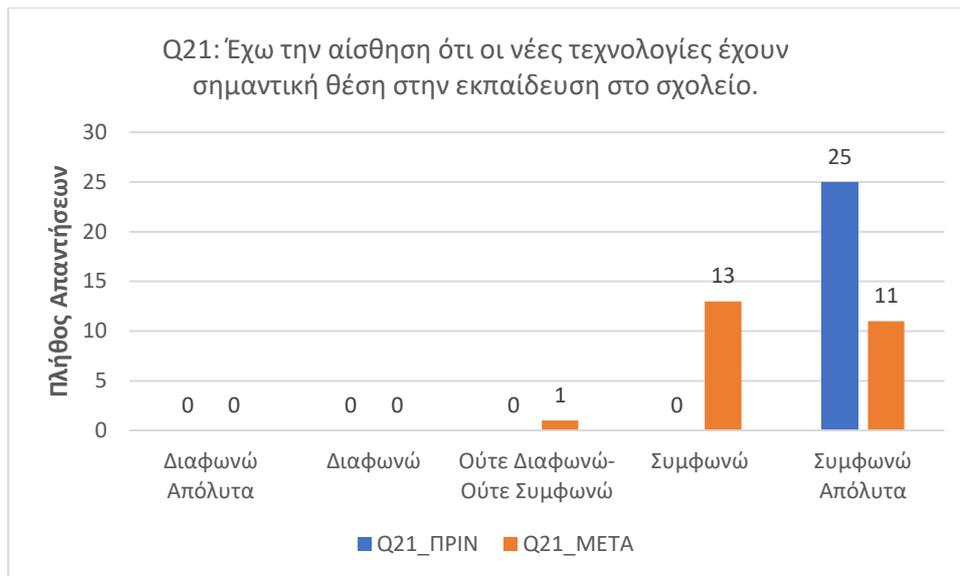


Σχήμα 62: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q20.

### Ερώτηση Q21:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι έχουν την αίσθηση ότι οι νέες τεχνολογίες έχουν σημαντική θέση στην εκπαίδευση στο σχολείο.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=24) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=1) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 63).

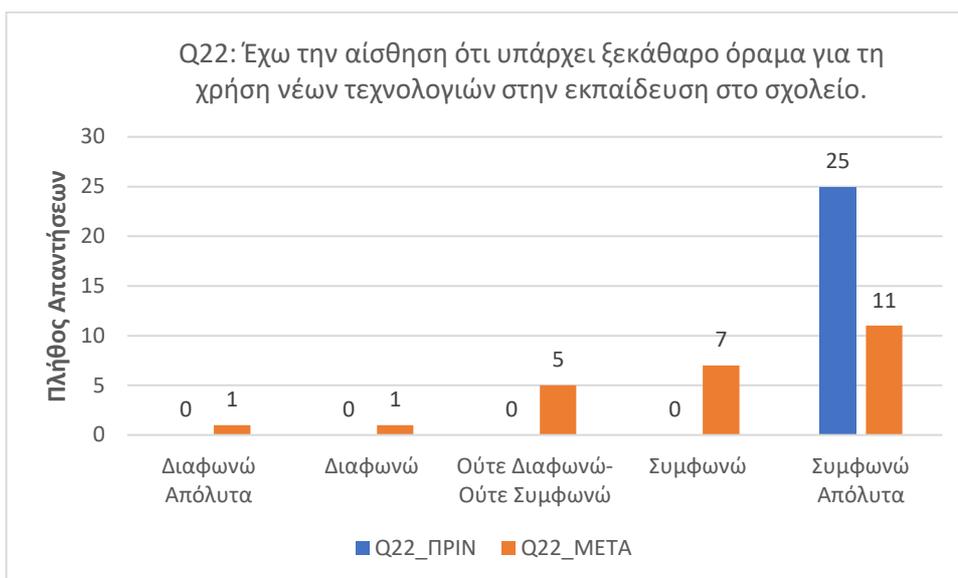


Σχήμα 63: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q21.

### Ερώτηση Q22:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι έχουν την αίσθηση ότι υπάρχει ξεκάθαρο όραμα για τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση στο σχολείο.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=18) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=5) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» έως και «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 64).

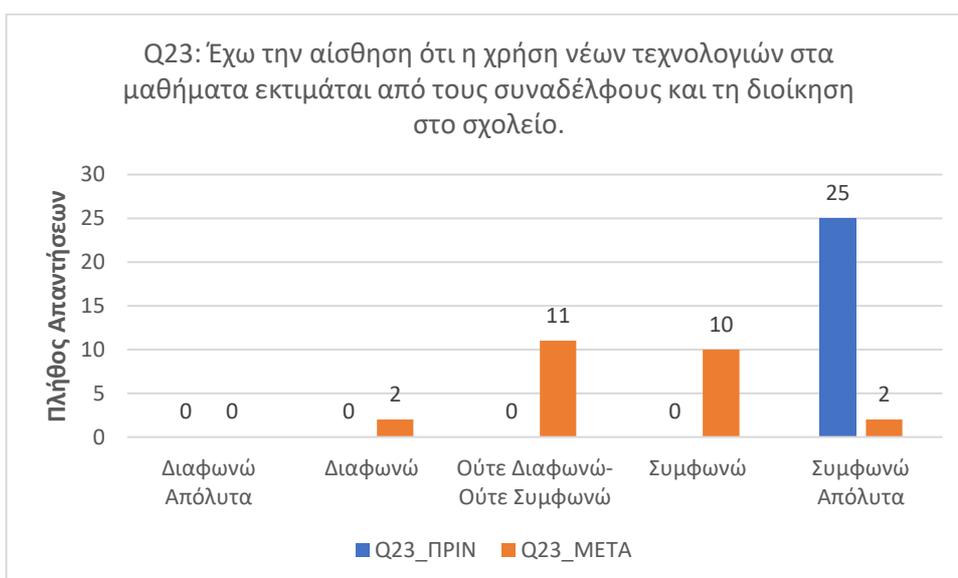


Σχήμα 64: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q22.

#### Ερώτηση Q23:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι έχουν την αίσθηση ότι η χρήση νέων τεχνολογιών στα μαθήματα εκτιμάται από τους συναδέλφους και τη διοίκηση στο σχολείο.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=12) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=11) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ ένα άλλο ποσοστό (n=2) «Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 65).

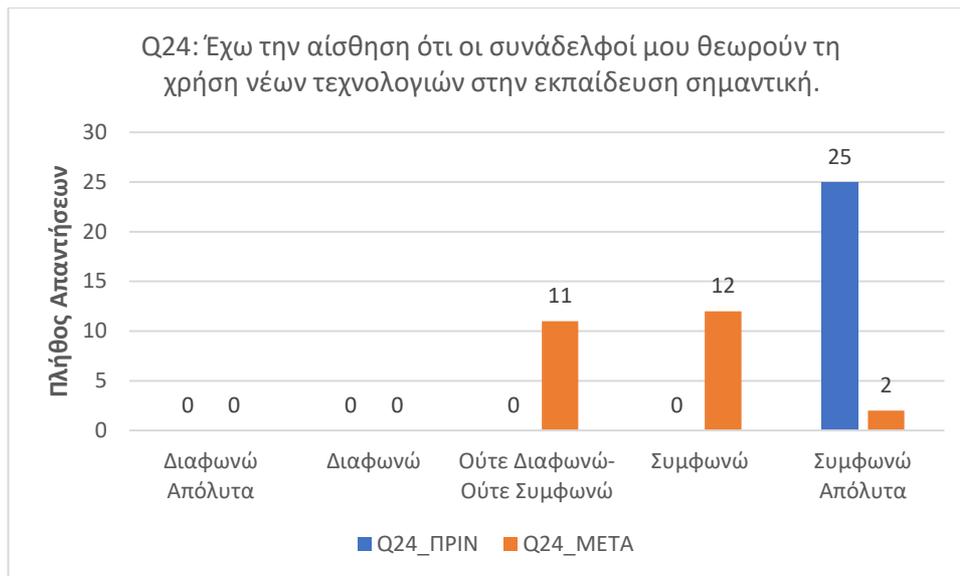


Σχήμα 65: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q23.

#### Ερώτηση Q24:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο ότι έχουν την αίσθηση ότι οι συνάδελφοί μου θεωρούν τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση σημαντική.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=14) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=11) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί» με αυτή την άποψη (Σχήμα 66).

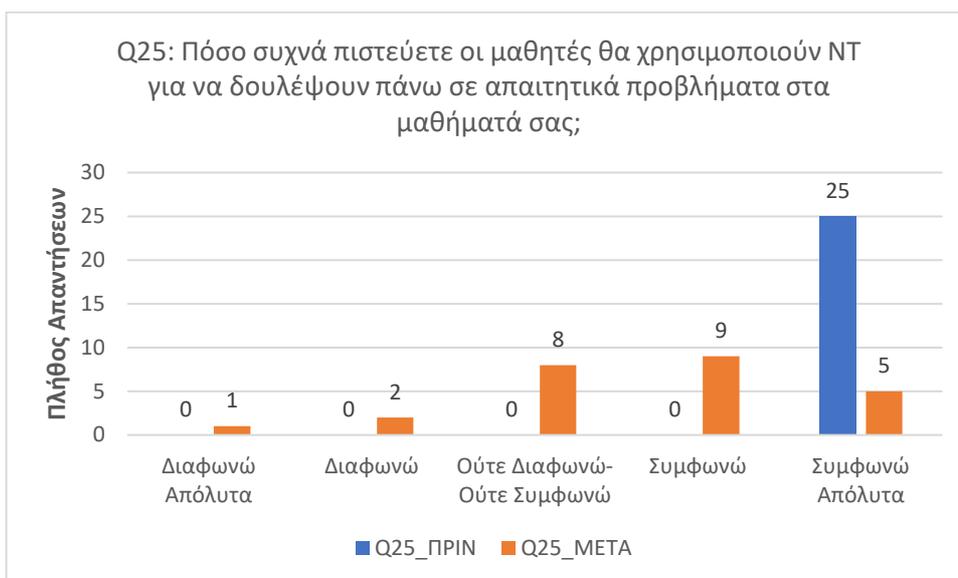


Σχήμα 66: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q24.

#### Ερώτηση Q25:

Πριν από τη διαδικασία της παρέμβασης, το μεγαλύτερο ποσοστό των συμμετεχόντων/ουσών (n=25) «Συμφωνεί Απόλυτα» στο πόσο συχνά πιστεύουν οι μαθητές θα χρησιμοποιούν νέες τεχνολογίες για να δουλέψουν πάνω σε απαιτητικά προβλήματα στα μαθήματα τους.

Μετά τη διαδικασία της παρέμβασης, ένα ποσοστό (n=14) θεωρεί πως «Συμφωνεί» έως και «Συμφωνεί Απόλυτα», ένα ποσοστό (n=8) πως «Ούτε Συμφωνεί – Ούτε Διαφωνεί», ενώ άλλο ποσοστό (n=3) πως «Διαφωνεί» έως «Διαφωνεί Απόλυτα» με αυτή την άποψη (Σχήμα 67).



Σχήμα 67: Κατανομή των απαντήσεων των φοιτητών στην ερώτηση Q25.

## 5.2 Στατιστικοί Έλεγχοι

### 5.2.1 Στατιστική Ανάλυση 1<sup>ου</sup> Ερωτηματολογίου για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση:

Για την απαραίτητη ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων έπειτα από την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων χρειάστηκε η δημιουργία σύνθετων κλιμάκων, όπως αναφέρεται και στη Μεθοδολογία στην Υποενότητα 3.3 Ερευνητικά Εργαλεία. Κάθε κλίμακα προέκυψε από την ομαδοποίηση επιμέρους ερωτήσεων και αποτυπώνει μία συγκεκριμένη διάσταση των στάσεων των συμμετεχόντων απέναντι στη χρήση του Arduino. Η διαμόρφωση των τελικών κλιμάκων αποδίδεται ως η εξής:

- Παιδαγωγική Αξία Arduino (PV), περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση μέσω εμπειρίας.
  2. Η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση με διασκέδαση.
  3. Η χρήση Arduino βοηθά τους μαθητές να ενσαρκώνουν αφηρημένες έννοιες.
  4. Η χρήση Arduino βελτιώνει την ποιότητα της εκπαίδευσης.
  5. Η χρήση Arduino έχει εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα.
  6. Η χρήση Arduino διευκολύνει τους μαθητές να οικοδομούν μόνοι τους τη γνώση.
  7. Η χρήση Arduino μπορεί να εμπλουτίσει το περιεχόμενο του μαθήματος.
  8. Η χρήση Arduino αυξάνει τις γνώσεις των μαθητών στα θέματα διδασκαλίας.
- Κίνητρο & Εμπλοκή Μαθητών (ENG), περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Η χρήση Arduino αυξάνει το κίνητρο των μαθητών για το μάθημα
  2. Η χρήση Arduino αυξάνει την επιτυχία των μαθητών.

3. Η χρήση Arduino κάνει το περιεχόμενο πιο διασκεδαστικό.
- Κοινωνικές & Συνεργατικές Δεξιότητες (SOC) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Η χρήση Arduino κάνει τους μαθητές πιο κοινωνικούς.
    2. Η χρήση Arduino υποστηρίζει τη συνεργασία στην τάξη.
    3. Η χρήση Arduino ενδυναμώνει την επικοινωνία στην τάξη.
    4. Η χρήση Arduino αυξάνει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών.
  - Καταλληλότητα & Ευελιξία Χρήσης (APR) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για διαφορετικά μαθήματα (Μαθηματικά, Αγγλικά, Τουρκικά κ.λπ.).
    2. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των ηλικιών.
    3. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των επιπέδων.
    4. Κάθε μάθημα είναι κατάλληλο για χρήση Arduino.
  - Πρόθεση Χρήσης Arduino (INT) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Θα ήθελα να χρησιμοποιώ Arduino στα μαθήματά μου.
    2. Το Arduino πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύντομα στα μαθήματα.

Έπειτα, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις ερωτήσεις της κάθε κλίμακας υπολογίστηκε ο μέσος όρος της κάθε μια αντίστοιχα ως PV\_MEAN, ENG\_MEAN, SOC\_MEAN, APR\_MEAN και INT\_MEAN, καθώς και βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία, όπως η ελάχιστη και μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση.

Δεδομένου ότι οι απαντήσεις βασίζονταν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου η τιμή 3 αντιστοιχεί σε ουδέτερη στάση, τιμές άνω του 3,5 ερμηνεύονται ως θετικές και τιμές κάτω του 2,5 ως αρνητικές στάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν θετική στάση των συμμετεχόντων στις περισσότερες διαστάσεις: Παιδαγωγική Αξία (PV\_MEAN = 4.29), Κίνητρο και Εμπλοκή (ENG\_MEAN = 4.20), Κοινωνικές Δεξιότητες (SOC\_MEAN = 4.25) και Πρόθεση Χρήσης (INT\_MEAN = 3.86), ενώ η Καταλληλότητα και Ευελιξία Χρήσης (APR\_MEAN = 3.35) κινήθηκε σε επίπεδα μεταξύ ουδέτερης και θετικής στάσης.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας, από τον οποίο προέκυψε ότι δεν ακολουθούν όλες οι μεταβλητές κανονική κατανομή. Ειδικότερα, μη κανονική κατανομή εμφάνισαν η Παιδαγωγική Αξία (PV), οι Κοινωνικές και Συνεργατικές Δεξιότητες (SOC) και Πρόθεση Χρήσης (INT), ενώ το Κίνητρο και η Εμπλοκή των Μαθητών (ENG) και η Καταλληλότητα και Ευελιξία Χρήσης (APR) παρουσίασαν κανονικότητα. Η μη ομοιογένεια αυτή οδήγησε στην εφαρμογή μη παραμετρικών μεθόδων και συγκεκριμένα του συντελεστή συσχέτισης Spearman για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των κλιμάκων.

Η ανάλυση συσχετίσεων ανέδειξε ισχυρές και θετικές σχέσεις μεταξύ των περισσότερων διαστάσεων, υποδηλώνοντας ότι οι στάσεις των συμμετεχόντων συνδέονται στενά μεταξύ τους. Ιδιαίτερα ισχυρή ήταν η σχέση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης Παιδαγωγικής Αξίας (PV) και του Κινήτρου (ENG) ( $\rho = .863, p < .001$ ), καθώς και μεταξύ της Καταλληλότητας Χρήσης (APR) και της Πρόθεσης Χρήσης (INT) ( $\rho = .754, p < .001$ ). Παράλληλα, σημαντικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ της Παιδαγωγικής Αξίας (PV) και των Κοινωνικών Δεξιοτήτων (SOC), καθώς και μεταξύ Κινήτρου & Εμπλοκής (ENG) και Πρόθεσης Χρήσης (INT). Αντίθετα, η σχέση μεταξύ Κοινωνικών Δεξιοτήτων (SOC) και Πρόθεσης Χρήσης (INT) δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $p > .05$ ).

Για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών ως προς το φύλο εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann–Whitney U, χωρίς να προκύψουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις υποκλίμακες ( $p > .05$ ). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι το φύλο δεν φαίνεται να επηρεάζει τις στάσεις, το κίνητρο, τις κοινωνικές δεξιότητες ή την πρόθεση χρήσης του Arduino.

Τέλος, δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τη σύγκριση πιθανών διαφορών ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες, καθώς μία από τις ηλικιακές ομάδες περιλάμβανε πολύ μικρό αριθμό συμμετεχόντων, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

\*Όλοι οι Πίνακες από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων επισυνάπτονται στο Παράρτημα Γ.

### **5.2.2 Στατιστική Ανάλυση 2<sup>ου</sup> Ερωτηματολόγιου για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση:**

Ομοίως με πριν, για την απαραίτητη ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων έπειτα από την συμπλήρωση των ερωτηματολογίων χρειάστηκε η δημιουργία σύνθετων κλιμάκων, όπως αναφέρεται και στη Μεθοδολογία στην Υποενότητα 3.3 Ερευνητικά Εργαλεία. Κάθε κλίμακα προέκυψε από την ομαδοποίηση επιμέρους ερωτήσεων και αποτυπώνει μία συγκεκριμένη διάσταση των στάσεων των συμμετεχόντων απέναντι στη χρήση του Arduino. Η διαμόρφωση των τελικών κλιμάκων αποδίδεται ως η εξής:

- Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino στο έργο μου με βοηθά να ολοκληρώνω εργασίες πιο γρήγορα.
  2. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino βελτιώνει την απόδοση του έργου μου.
  3. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino αυξάνει την παραγωγικότητά μου.
- Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (PEOU) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:

1. Η εκμάθηση χειρισμού της πλατφόρμας Arduino είναι εύκολη για μένα.
  2. Μου είναι εύκολο να κάνω την πλατφόρμα Arduino να κάνει αυτό που θέλω.
  3. Η αλληλεπίδρασή μου με το Arduino δεν απαιτεί μεγάλη προσπάθεια.
  4. Είναι εύκολο για μένα να γίνω ικανός στη χρήση της τεχνολογίας Arduino.
  5. Βρίσκω την πλατφόρμα Arduino εύκολη στη χρήση.
- Εμβάθυνση (DEEP) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Όταν αλληλεπιδρώ με την πλατφόρμα Arduino, δεν καταλαβαίνω πώς περνάει η ώρα.
    2. Όταν αλληλεπιδρώ με την πλατφόρμα Arduino, συχνά ξεχνώ τις δουλειές που πρέπει να κάνω.
    3. Όταν ξεκινήσω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino, δυσκολεύομαι να σταματήσω.
  - Απόλαυση & Εσωτερικό Κίνητρο (ENJ) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino μου δίνει ευχαρίστηση.
    2. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino μου δίνει διασκέδαση.
    3. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino διεγείρει την περιέργειά μου.
    4. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino με οδηγεί σε εξερεύνηση.
    5. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino διεγείρει τη φαντασία μου.
    6. Ανυπομονώ για τα μέρη του έργου μου που απαιτούν τη χρήση της τεχνολογίας Arduino.
    7. Μου αρέσει να δουλεύω με την πλατφόρμα Arduino.
  - Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
    1. Σκοπεύω να συνεχίσω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.
    2. Περιμένω ότι θα χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.
    3. Σχεδιάζω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.

Έπειτα, συμπεριλαμβάνοντας όλες τις ερωτήσεις της κάθε κλίμακας υπολογίστηκε ο μέσος όρος της κάθε μια αντίστοιχα ως PU\_MEAN, PEOU\_MEAN, DEEP\_MEAN, ENJ\_MEAN και CONT\_MEAN, καθώς και βασικά περιγραφικά στατιστικά στοιχεία, όπως η ελάχιστη και μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση.

Δεδομένου ότι οι απαντήσεις βασίστηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου η τιμή 3 αντιστοιχεί σε ουδέτερη στάση, τιμές άνω του 3,5 ερμηνεύονται ως θετικές και τιμές κάτω του 2,5 ως αρνητικές στάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν θετική στάση των συμμετεχόντων στις περισσότερες διαστάσεις του ερωτηματολογίου. Συγκεκριμένα, η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU\_MEAN = 3.96) και η Απόλαυση & Εσωτερικό Κίνητρο (ENJ\_MEAN = 3.97) παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές, υποδηλώνοντας θετική αξιολόγηση της εμπειρίας χρήσης του Arduino. Θετική στάση καταγράφηκε επίσης στην Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT\_MEAN = 3.72) και στην Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (PEOU\_MEAN =

3.64). Αντίθετα, η Εμβάθυνση στη Μάθηση (DEEP\_MEAN = 3.15) κινήθηκε σε επίπεδα μεταξύ ουδέτερης και θετικής στάσης.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν ακολουθούν όλες οι υποκλίμακες κανονική κατανομή. Συγκεκριμένα, μη κανονική κατανομή παρουσίασε η διάσταση της Εμβάθυνσης (DEEP), ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές (PU, PEOU, ENJ, CONT) δεν εμφάνισαν σημαντικές αποκλίσεις από την κανονικότητα. Η μερική αυτή μη κανονικότητα οδήγησε στην εφαρμογή μη παραμετρικών στατιστικών μεθόδων και συγκεκριμένα στη χρήση του συντελεστή συσχέτισης Spearman για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των κλιμάκων.

Η ανάλυση συσχετίσεων ανέδειξε ισχυρές και θετικές σχέσεις μεταξύ των περισσότερων διαστάσεων. Ιδιαίτερα ισχυρή ήταν η σχέση μεταξύ της Απόλαυσης & Εσωτερικού Κινήτρου (ENJ) και της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (CONT) ( $\rho = .792, p < .001$ ), καθώς και μεταξύ της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (PU) και της Απόλαυσης (ENJ) ( $\rho = .756, p < .001$ ). Επιπλέον, σημαντική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (PU) και της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (CONT) ( $\rho = .674, p < .001$ ), καθώς και μεταξύ της Ευκολίας Χρήσης (PEOU) και της Χρησιμότητας (PU) ( $\rho = .651, p < .001$ ). Αντίθετα, η Εμβάθυνση (DEEP) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική σχέση με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) ή την Ευκολία Χρήσης (PEOU), γεγονός που υποδηλώνει ότι η βαθύτερη μαθησιακή εμπλοκή δεν συνδέεται άμεσα με την αντίληψη της τεχνολογίας ως εργαλείο.

Για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών ως προς το φύλο εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann–Whitney U, χωρίς να προκύψουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις υποκλίμακες ( $p > .05$ ). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι το φύλο δεν φαίνεται να επηρεάζει τις αντιλήψεις χρησιμότητας, ευκολίας χρήσης, απόλαυσης ή πρόθεσης συνέχισης χρήσης του Arduino.

Τέλος, δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τη σύγκριση πιθανών διαφορών ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες, καθώς μία από τις ηλικιακές ομάδες περιλάμβανε πολύ μικρό αριθμό συμμετεχόντων, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

\*Όλοι οι Πίνακες από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων επισυνάπτονται στο Παράρτημα Γ.

### **5.2.3 Συσχετίσεις Ανάμεσα στα δυο Ερωτηματολόγια σχετικά με τη χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση**

Για την κατάλληλη συσχέτιση ανάμεσα στα δεδομένα των δυο ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε πλήρης ανάλυση συσχετίσεων Spearman μεταξύ όλων των υποκλιμάκων, προκειμένου να διερευνηθεί η συνοχή των διαστάσεων που αποτυπώνουν τις στάσεις απέναντι στη χρήση του Arduino. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν εκτεταμένες και στατιστικά σημαντικές θετικές σχέσεις μεταξύ των περισσότερων υποκλιμάκων ( $\rho = .318$  έως  $.863$ ,  $p < .05$ ), γεγονός που υποδηλώνει υψηλό βαθμό εννοιολογικής συνέπειας μεταξύ των δύο εργαλείων μέτρησης.

Ιδιαίτερα ισχυρές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν μεταξύ της Παιδαγωγικής Αξίας (PV) και του Κινήτρου (ENG) ( $\rho = .863$ ,  $p < .001$ ), της Απόλαυσης Χρήσης (ENJ) και της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (CONT) ( $\rho = .792$ ,  $p < .001$ ), καθώς και της Καταλληλότητας Χρήσης (APR) και της Πρόθεσης Χρήσης (INT) ( $\rho = .754$ ,  $p < .001$ ). Επιπλέον, ισχυρές θετικές σχέσεις διαπιστώθηκαν μεταξύ των κλιμάκων του πρώτου και του δεύτερου ερωτηματολογίου, όπως μεταξύ της Παιδαγωγικής Αξίας (PV) και της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (PU), καθώς και μεταξύ του Κινήτρου (ENG) και της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (PU). Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι όταν οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν την παιδαγωγική αξία του Arduino, τείνουν παράλληλα να το αντιλαμβάνονται ως χρήσιμο και ευχάριστο εργαλείο.

Παράλληλα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε όλες τις περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, η σχέση μεταξύ Κοινωνικών Δεξιοτήτων (SOC) και Πρόθεσης Χρήσης (INT) δεν ήταν σημαντική, ενώ οριακές ή μη σημαντικές σχέσεις εντοπίστηκαν μεταξύ του Κινήτρου (ENG) και της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (CONT), καθώς και μεταξύ της Αντιλαμβανόμενης Ευκολίας Χρήσης (PEOU) ή της Εμβάθυνσης (DEEP) και της Πρόθεσης Χρήσης (INT). Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι δεν επηρεάζουν όλες οι διαστάσεις στον ίδιο βαθμό την πρόθεση μελλοντικής αξιοποίησης του εργαλείου.

\*Όλοι οι Πίνακες από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων επισυνάπτονται στο Παράρτημα Γ.

#### **5.2.4 Στατιστική Ανάλυση του Ερωτηματολογίου για τις Στάσεις και τις Αντιλήψεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες πριν και μετά την παρέμβαση**

Για την ανάλυση των δεδομένων του ερωτηματολογίου που διερευνούσε τις στάσεις και αντιλήψεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες πριν και μετά την παρέμβαση, δημιουργήθηκαν σύνθετες κλίμακες μέσω ομαδοποίησης επιμέρους ερωτήσεων, όπως αναφέρεται και στη

Μεθοδολογία στην Υποενότητα 3.3 Ερευνητικά Εργαλεία. Η διαμόρφωση των τελικών κλιμάκων αποδίδεται ως η εξής:

- Στάση απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες (ΑΤΤ) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Πιστεύω ότι είναι κρίσιμο οι μαθητές να κατανοούν τον ρόλο της νέας τεχνολογίας στην εκπαίδευση.
  2. Πιστεύω ότι είναι πολύ σημαντικό για το μέλλον των μαθητών να έχουν την ευκαιρία να μάθουν να εργάζονται με νέες τεχνολογίες στο σχολείο.
  3. Πιστεύω ότι είναι απαραίτητο οι μαθητές να μάθουν να εργάζονται με ΝΤ στο σχολείο, ώστε να είναι προετοιμασμένοι για κοινωνικές εξελίξεις.
  4. Πιστεύω ότι, με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορώ να παρέχω μεγαλύτερη ποικιλία στις εργασίες που προσφέρω στους μαθητές μου.
  5. Πιστεύω ότι, με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορώ εύκολα να διαφοροποιώ τον τρόπο με τον οποίο προσφέρω το περιεχόμενο προς εκμάθηση.
- Άγχος / Τεχνοφοβία (ΑΝΧ) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Έχω μια αρνητική αίσθηση όταν πρέπει να κάνω κάτι καινούριο με νέα τεχνολογία στα μαθήματά μου.
  2. Νιώθω νευρικότητα με την ιδέα να χρησιμοποιώ νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
  3. Νιώθω ένταση όταν πρέπει να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
  4. Πιστεύω ότι απαιτείται μεγάλη προσπάθεια για να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου
  5. Πιστεύω ότι είναι πολύ δύσκολο να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
  6. Πιστεύω ότι είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου με τον τρόπο που θα ήθελα.
- Αυτοαποτελεσματικότητα (SELF\_EF) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Γνωρίζω καλά τις νέες τεχνολογίες που μπορώ να χρησιμοποιήσω στα μαθήματα που διδάσκω.
  2. Ξέρω ακριβώς πώς μπορώ να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες για να παρουσιάσω έννοιες του μαθήματος που διδάσκω με διαφορετικό τρόπο.
  3. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που ενισχύουν τη μαθησιακή διαδικασία των μαθητών μου.
  4. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που ενισχύουν την παιδαγωγική στις διδασκαλίες μου.
  5. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που υποστηρίζουν το περιεχόμενο των μαθημάτων που διδάσκω.
  6. Είμαι αρκετά ικανός/ή να προσφέρω μαθήματα που συνδυάζουν κατάλληλα περιεχόμενο, τεχνολογία και παιδαγωγική.
- Θεσμική Υποστήριξη / Σχολική Κουλτούρα (SCH) , περιλαμβάνει τις εξής ερωτήσεις:
  1. Για μένα, η διαθεσιμότητα προγραμμάτων επιμόρφωσης καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.

2. Για μένα, η διαθεσιμότητα τεχνικής υποστήριξης καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
3. Για μένα, η διαθεσιμότητα υποστήριξης περιεχομένου, με τη μορφή ενός υπεύθυνου ΤΠΕ, καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες.
4. Έχω την αίσθηση ότι οι νέες τεχνολογίες έχουν σημαντική θέση στην εκπαίδευση στο σχολείο.
5. Έχω την αίσθηση ότι υπάρχει ξεκάθαρο όραμα για τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση στο σχολείο.
6. Έχω την αίσθηση ότι η χρήση νέων τεχνολογιών στα μαθήματα εκτιμάται από τους συναδέλφους και τη διοίκηση στο σχολείο.
7. Έχω την αίσθηση ότι οι συνάδελφοί μου θεωρούν τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση σημαντική.
8. Πόσο συχνά πιστεύετε οι μαθητές θα χρησιμοποιούν ΝΤ για να δουλέψουν πάνω σε απαιτητικά προβλήματα στα μαθήματά σας;

Για κάθε κλίμακα υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι πριν και μετά την παρέμβαση, καθώς και βασικά περιγραφικά στατιστικά.

Στις μετρήσεις πριν την παρέμβαση παρατηρήθηκε μηδενική διακύμανση σε επιμέρους κλίμακες, γεγονός που δεν επέτρεψε τον υπολογισμό του δείκτη εσωτερικής συνοχής (Cronbach's  $\alpha$ ). Η ομοιομορφία των αρχικών απαντήσεων ενδέχεται να σχετίζεται με την αρχική στάση ή το επίπεδο ομοιογένειας του δείγματος.

Αντίθετα, στα POST δεδομένα ο δείκτης Cronbach's  $\alpha$  αντιστοιχεί σε ιδιαίτερα ψηλές τιμές ( $\alpha = .911, .938, .923$  και  $.741$ ) για τις ερωτήσεις κάθε υποκλίμακας, γεγονός που δηλώνει πολύ καλή αξιοπιστία μετά την παρέμβαση.

Για να ερευνηθεί η επίδραση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης, υπολογίστηκε η διαφορά των μέσων όρων των κλιμάκων πριν και μετά την παρέμβαση ως  $DIFF = POST\_MEAN - PRO\_MEAN$  για κάθε κλίμακα αντίστοιχα. Ακολούθησε έλεγχος κανονικότητας και δεδομένης της μη κανονικότητας σε μέρος των μεταβλητών, εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Wilcoxon Signed-Rank Test για τη σύγκριση των μεταβλητών πριν–μετά την παρέμβαση.

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υποκλίμακες Στάσεων (ATT) ( $Z = -3.738, p < .001$ ), Αυτοαποτελεσματικότητας (SELF\_EF) ( $Z = -4.253, p < .001$ ) και Θεσμικής Υποστήριξης (SCH) ( $Z = -2.703, p = .007$ ), ενώ στην υποκλίμακα Άγχους (ANX) δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική μεταβολή ( $p = .111$ ).

Προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος της επίδρασης, υπολογίστηκε ο δείκτης  $r$  βάσει της τιμής  $Z$  του ελέγχου Wilcoxon. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγάλα μεγέθη επίδρασης στις

υποκλίμακες Στάσεων (ATT) ( $r = .75$ ), Αυτοαποτελεσματικότητας (SELF\_EF) ( $r = .85$ ) και Θεσμικής Υποστήριξης (SCH) ( $r = .54$ ), ενώ στην υποκλίμακα Άγχους (ANX) το μέγεθος επίδρασης ήταν μέτριο ( $r = .32$ ), χωρίς ωστόσο να συνοδεύεται από στατιστικά σημαντική μεταβολή.

Για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών ως προς το φύλο εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann–Whitney U. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών στις περισσότερες διαστάσεις πριν και μετά την παρέμβαση. Συγκεκριμένα, δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις Στάσεις (ATT), στο Άγχος (ANX) ή στην Αυτοαποτελεσματικότητα (SELF\_EF), τόσο στις αρχικές όσο και στις τελικές μετρήσεις ( $p > .05$ ).

Αντίθετα, στην υποκλίμακα της Θεσμικής Υποστήριξης (SCH) μετά την παρέμβαση (SCH\_POST\_MEAN) παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ φύλων ( $Z = -2.375$ ,  $p = .018$ ), με τις γυναίκες να εμφανίζουν υψηλότερες μέσες τιμές κατάταξης σε σύγκριση με τους άνδρες. Παρόμοια διαφοροποίηση εντοπίστηκε και στη μεταβολή της συγκεκριμένης διάστασης (SCH\_DIFF), όπου επίσης καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p = .018$ ).

Για τη στατιστικά σημαντική διαφορά που εντοπίστηκε στη Θεσμικής Υποστήριξης (SCH) μετά την παρέμβαση υπολογίστηκε το μέγεθος επίδρασης ( $r$ ). Η τιμή του δείκτη ήταν  $r = .48$ , γεγονός που υποδηλώνει μέτριο προς μεγάλο μέγεθος επίδρασης του φύλου στη συγκεκριμένη διάσταση.

Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι, ενώ το φύλο δεν φαίνεται να επηρεάζει τις περισσότερες στάσεις και αντιλήψεις απέναντι στην τεχνολογία και την παρέμβαση, ενδέχεται να συνδέεται με διαφοροποιήσεις στη σχολική διάσταση μετά την εμπειρία χρήσης του Arduino.

Τέλος, δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τη σύγκριση πιθανών διαφορών ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες, καθώς μία από τις ηλικιακές ομάδες περιλάμβανε πολύ μικρό αριθμό συμμετεχόντων, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

\*Όλοι οι Πίνακες από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων επισυνάπτονται στο Παράρτημα Γ.

## **5.3 Ποιοτική Ανάλυση Δεδομένων**

### **5.3.1 Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων**

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων, οι οποίες επέτρεψαν αφενός τη συγκρισιμότητα των απαντήσεων και αφετέρου την ευελιξία για την ανάδυση νέων θεμάτων κατά τη διάρκεια της συζήτησης. Οι ερωτήσεις εστίαζαν:

- στην εμπειρία χρήσης του Arduino,
- στην αντιλαμβανόμενη ευκολία και χρησιμότητά του,
- στις παιδαγωγικές και κοινωνικές του διαστάσεις,
- στις δυσκολίες και προϋποθέσεις εφαρμογής στο σχολικό περιβάλλον,
- καθώς και στην πρόθεση μελλοντικής αξιοποίησής του στην εκπαίδευση.

Οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν αυτούσιες, ώστε να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η πληρότητα των δεδομένων.

### **5.3.2 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων**

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της θεματικής ανάλυσης (thematic analysis), ακολουθώντας επαγωγική προσέγγιση. Η θεματική ανάλυση επιλέχθηκε, καθώς επιτρέπει τον εντοπισμό, την οργάνωση και την ερμηνεία επαναλαμβανόμενων μοτίβων νοήματος εντός των ποιοτικών δεδομένων.

Για τη συστηματική οργάνωση και ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ATLAS.ti, το οποίο διευκόλυνε τη διαδικασία κωδικοποίησης, τη σύνδεση αποσπασμάτων λόγου με κώδικες, την ανάδυση θεματικών κατηγοριών και την ανάλυση των δεδομένων.

### **5.3.3 Διαδικασία Κωδικοποίησης και Ανάδυσης Θεμάτων**

Η διαδικασία ανάλυσης ακολούθησε τα παρακάτω στάδια:

#### **1. Εξοικείωση με τα δεδομένα**

Αρχικά πραγματοποιήθηκε επαναλαμβανόμενη ανάγνωση των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων, με στόχο τη συνολική κατανόηση του περιεχομένου και τον εντοπισμό αρχικών νοηματικών μοτίβων.

#### **2. Αρχική κωδικοποίηση (open coding)**

Στη συνέχεια, επιλέχθηκαν συγκεκριμένα αποσπάσματα λόγου, στα οποία αποδόθηκαν αρχικοί κώδικες (child codes), οι οποίοι αποτύπωναν με περιγραφικό τρόπο το νόημα των απαντήσεων (π.χ. συναισθήματα, δυσκολίες, χρησιμότητα, ενδιαφέρον, φόβος, συνεργασία).

#### **3. Ομαδοποίηση κωδίκων (parent codes)**

Οι αρχικοί κώδικες οργανώθηκαν σε ανώτερες κατηγορίες (parent codes), με βάση τις νοηματικές τους συνάψεις. Η διαδικασία αυτή συνέβαλε στη συστηματοποίηση των δεδομένων και στη μείωση της αποσπασματικότητας της αρχικής κωδικοποίησης.

#### 4. Ανάδυση θεμάτων (themes)

Μέσα από τη συνθετική ανάλυση των parent codes προέκυψαν τα τελικά θεματικά ευρήματα (themes), τα οποία αποτυπώνουν τις κυρίαρχες τάσεις και αντιλήψεις των συμμετεχόντων.

Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στη διαμόρφωση συγκεκριμένων θεματικών κατηγοριών (parent codes), οι οποίες περιλαμβάνουν επιμέρους child codes. Η αναλυτική διαμόρφωση των θεματικών κατηγοριών παρατίθεται στο Παράρτημα Β. Οι βασικές κατηγορίες παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

##### 1. Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης

Η κατηγορία αυτή αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τη δυσκολία ή ευκολία χρήσης του Arduino, καθώς και τη μεταβολή αυτής της αντίληψης με την εμπειρία και την καθοδήγηση.

##### 2. Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση

Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά τα συναισθήματα των συμμετεχόντων που συνοδεύονται με τη χρήση του Arduino και τον ρόλο στη διδακτική διαδικασία.

##### 3. Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα

Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με την εκπαιδευτική αξία του Arduino ως εργαλείου που βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και της πειραματικής διαδικασίας.

##### 4. Κοινωνικοποίηση και Συνεργατική Μάθηση

Η κατηγορία αναδεικνύει τη συμβολή του Arduino στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων και στη δημιουργία ενός συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

##### 5. Καταλληλότητα Arduino στην Εκπαίδευση

Εδώ αποτυπώνονται οι απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ηλικιακή καταλληλότητα και τα γνωστικά αντικείμενα στα οποία πιστεύουν ότι το Arduino μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά.

##### 6. Στάσεις Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες

Η κατηγορία αυτή αφορά τις προϋποθέσεις και τα εμπόδια για την νέων τεχνολογιών στο σχολικό πλαίσιο.

##### 7. Στάση ως προς τη Χρήση

Αποτυπώνει τη διάθεση των συμμετεχόντων να αξιοποιήσουν το Arduino στο μέλλον, υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

#### 8. Τεχνολογικός Εγγραμματισμός

Η κατηγορία αυτή αναδεικνύει τον ρόλο του Arduino στην ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων μαθητών.

#### 9. Εξάρτηση Χρήσης από τη Στάση των Μαθητών

Αποτυπώνει τη πρόθεση των συμμετεχόντων να αξιοποιήσουν το Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία ανάλογα τη δεκτικότητα των μαθητών ως προς τη πλατφόρμα.

#### 10. Θέση στη Γενική Εκπαίδευση

Αποτυπώνει τις απόψεις των συμμετεχόντων για την ενσωμάτωση του Arduino στο πρόγραμμα σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

### 5.3.4 Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Ανάλυσης

Για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας της έρευνας:

- η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε με συστηματικό και συνεπή τρόπο,
- τα themes βασίστηκαν σε επαναλαμβανόμενες αναφορές από διαφορετικές συνεντεύξεις,

### 5.3.5 Ηθικές Διαστάσεις της Έρευνας

Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και διασφαλίστηκε η ανωνυμία των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς και τηρήθηκαν βασικές αρχές δεοντολογίας της εκπαιδευτικής έρευνας.

### 5.3.6 Ανάλυση των Patent Codes

Έπειτα από τη διαμόρφωση των παραπάνω θεματικών κατηγοριών προέκυψαν τα τελικά θεματικά ευρήματα (themes), τα οποία αποτυπώνουν τις κυρίαρχες τάσεις και αντιλήψεις των συμμετεχόντων.

#### THEME 1: Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης

«Η ευκολία χρήσης του Arduino αξιολογείται γενικά ως θετική, αλλά εξαρτάται από την αρχική εξοικείωση, την καθοδήγηση και συγκεκριμένες τεχνικές δυσκολίες».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται το Arduino ως ένα εργαλείο που, σε γενικές γραμμές, είναι εύκολο και φιλικό στη χρήση. Ωστόσο, η εμπειρία ευκολίας δεν είναι ομοιόμορφη ούτε άμεση, καθώς επηρεάζεται από την προηγούμενη εμπειρία, την ύπαρξη σαφών οδηγιών και την αντιμετώπιση τεχνικών ζητημάτων, κυρίως στη συνδεσμολογία και στον

προγραμματισμό. Η ευκολία χρήσης εμφανίζεται ως μια διαδικασία εξέλιξης και όχι ως ένα σταθερό χαρακτηριστικό. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης απεικονίζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης.

<p>Υπόθεμα 1: «Αρχική δυσκολία και σταδιακή εξοικείωση».</p>	<p>Η συνολική εικόνα είναι θετική, ωστόσο πολλοί συμμετέχοντες αναφέρουν ότι στην αρχή ένιωσαν σύγχυση, δυσκολία ή άγχος, ιδιαίτερα επειδή επρόκειτο για κάτι άγνωστο. Η δυσκολία αυτή μειώνεται σταδιακά με την εξάσκηση, την επανάληψη και τη συμμετοχή στα μαθήματα, με αποτέλεσμα η διαδικασία να γίνεται πιο κατανοητή και εύκολη με τον χρόνο.</p>
<p>Υπόθεμα 2: «Ο ρόλος της καθοδήγησης και των οδηγιών».</p>	<p>Οι συμμετέχοντες δηλώνουν πως όταν λαμβάνουν σαφείς οδηγίες, έτοιμο κώδικα ή συγκεκριμένα βήματα, η διαδικασία γίνεται σημαντικά πιο εύκολη και λιγότερο αγχωτική. Αντίθετα, αρκετοί δηλώνουν ότι θα δυσκολεύονταν να ανταπεξέλθουν χωρίς υποστήριξη, γεγονός που δείχνει ότι η ευκολία χρήσης συνδέεται στενά με το πλαίσιο εφαρμογής και το επίπεδο υποστήριξης.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Γενική θετική αξιολόγηση της ευκολίας χρήσης και εξοικείωσης».</p>	<p>Η πλειονότητα των συμμετεχόντων περιγράφει το Arduino ως «αρκετά εύκολο», «φιλικό» ή «όχι ιδιαίτερα δύσκολο» εργαλείο. Σε αρκετές περιπτώσεις, η ευκολία αποτιμάται και ποσοτικά, με βαθμολογίες που</p>

	κυμαίνονται σε μεσαίο έως υψηλό επίπεδο (π.χ. 6–7/10, 7/10, 9/10, 4–4,5/5).
Υπόθεμα 4: «Τεχνικές δυσκολίες ως παράγοντες που επηρεάζουν την ευκολία».	Οι βασικότερες δυσκολίες που αναφέρονται αφορούν τη συνδεσμολογία και το κομμάτι του κώδικα, ιδιαίτερα στα αρχικά στάδια. Οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι ο έλεγχος της σωστής σύνδεσης και η κατανόηση του προγραμματισμού απαιτούν προσοχή και μπορούν να προκαλέσουν άγχος ή αβεβαιότητα. Παράλληλα, αναφέρονται και πρακτικά τεχνικά προβλήματα (π.χ. φθαρμένα καλώδια, προβλήματα σύνδεσης) που επηρέασαν την ευκολία χρήσης.
Υπόθεμα 5: «Επίδραση προηγούμενης εμπειρίας».	Η προηγούμενη ενασχόληση με παρόμοια αντικείμενα (π.χ. πληροφορική, συνδεσμολογία) φαίνεται να μειώνει την αρχική δυσκολία και να ενισχύει την αίσθηση ευκολίας. Οι συμμετέχοντες με σχετικές γνώσεις δηλώνουν ότι ήξεραν σε μεγάλο βαθμό τι έπρεπε να κάνουν, γεγονός που διευκολύνει την προσαρμογή τους στο Arduino.

## THEME 2: Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση

«Η εμπειρία χρήσης του Arduino προκαλεί έντονα θετικά συναισθήματα και ενεργοποιεί την περιέργεια, τη δημιουργικότητα και την επιθυμία για περαιτέρω διερεύνηση».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες περιγράφουν την εμπειρία χρήσης του Arduino ως ιδιαίτερα θετική σε συναισθηματικό επίπεδο. Κυρίαρχα συναισθήματα αποτελούν ο ενθουσιασμός, η χαρά και η ευχαρίστηση, τα οποία συνδέονται άμεσα με τη διαδικασία πειραματισμού, την επιτυχή λειτουργία των κατασκευών και τη δυνατότητα ενεργητικής δημιουργίας. Παράλληλα, η εμπειρία φαίνεται να διεγείρει έντονα την περιέργεια και τη φαντασία, ενισχύοντας τη διάθεση για περαιτέρω διερεύνηση και αξιοποίηση του Arduino. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση απεικονίζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση.

<p>Υπόθεμα 1: «Έντονα θετικά συναισθήματα».</p>	<p>Η πλειονότητα των συμμετεχόντων εκφράζει έντονα θετικά συναισθήματα κατά τη διάρκεια της εμπειρίας, χρησιμοποιώντας όρους όπως «ενθουσιασμός», «χαρά» και «ευχαρίστηση». Τα συναισθήματα αυτά εμφανίζονται επαναλαμβανόμενα και διαπερνούν σχεδόν όλες τις συνεντεύξεις, υποδηλώνοντας ότι η ενασχόληση με το Arduino αποτελεί μια ευχάριστη και συναισθηματικά ανταποδοτική εμπειρία.</p>
<p>Υπόθεμα 2: «Περιέργεια, φαντασία και δημιουργικότητα».</p>	<p>Η εμπειρία περιγράφεται ως διαδικασία που ενεργοποιεί έντονα την περιέργεια, τη φαντασία και τη δημιουργική σκέψη. Οι συμμετέχοντες αναφέρονται στη δυνατότητα εξερεύνησης, πειραματισμού και δημιουργίας προσωπικών κατασκευών, γεγονός που καθιστά τη δραστηριότητα ενδιαφέρουσα και ελκυστική.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Ίκανοποίηση από επιτυχή λειτουργία και αποτελέσματα».</p>	<p>Ένα σαφές μοτίβο που αναδύεται είναι η σύνδεση της θετικής συναισθηματικής εμπειρίας με τη στιγμή που η κατασκευή</p>

	ή το πείραμα λειτουργεί σωστά. Η επιβεβαίωση ότι «αυτό που φτιάχναμε είχε αποτέλεσμα» λειτουργεί ως πηγή ικανοποίησης και ενίσχυσης του ενθουσιασμού, προσδίδοντας νόημα στη διαδικασία πειραματισμού
Υπόθεμα 4: «Ενίσχυση της διάθεσης για περαιτέρω διερεύνηση και εκπαιδευτική αξιοποίηση».	Η θετική συναισθηματική εμπειρία δεν περιορίζεται στη συγκεκριμένη δραστηριότητα, αλλά επεκτείνεται σε μια γενικότερη διάθεση για συνέχιση και εμπάθυση. Αρκετοί συμμετέχοντες εκφράζουν πρόθεση να εξερευνήσουν περισσότερο το Arduino ή να το εντάξουν μελλοντικά στη διδακτική τους πρακτική, στοιχείο που υποδηλώνει εσωτερική παρακίνηση και μακροπρόθεσμο ενδιαφέρον.

### THEME 3: Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα

«Η χρήση του Arduino ενισχύει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας μέσω ταχύτερων, ακριβέστερων και πιο κατανοητών διαδικασιών».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται το Arduino ως εργαλείο που βελτιώνει ουσιαστικά την εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρησιμότητά του αποδίδεται κυρίως στην ταχύτητα παραγωγής αποτελεσμάτων, στη μεγαλύτερη ακρίβεια των μετρήσεων και στη μείωση λαθών και υπολογιστικών διαδικασιών. Παράλληλα, η άμεση οπτικοποίηση και ο βιωματικός χαρακτήρας συμβάλλουν στη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών και στην ενίσχυση της

απόδοσης του μαθήματος. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα απεικονίζονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Υποθέματα σχετικά με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα.

<p>Υπόθεμα 1: Αύξηση ταχύτητας και εξοικονόμηση χρόνου</p>	<p>Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι τα αποτελέσματα προκύπτουν γρήγορα, σε σύντομο χρονικό διάστημα, γεγονός που επιτρέπει την ολοκλήρωση πειραμάτων και δραστηριοτήτων χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες. Η εξοικονόμηση χρόνου συνδέεται τόσο με τη διεξαγωγή των πειραμάτων όσο και με τη συνολική ροή του μαθήματος.</p>
<p>Υπόθεμα 2: «Μεγαλύτερη ακρίβεια και μείωση λαθών»</p>	<p>Οι συμμετέχοντες αναφέρουν ότι οι μετρήσεις είναι πιο ακριβείς και αξιόπιστες, ενώ τα λάθη μειώνονται, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται έτοιμος κώδικας και προκαθορισμένα δεδομένα. Η μεγαλύτερη ακρίβεια συνδέεται άμεσα με την εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα και την ποιότητα της μαθησιακής διαδικασίας.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Απλοποίηση διαδικασιών και μείωση υπολογιστικού φόρτου»</p>	<p>Πολλοί συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι το Arduino απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία, καθώς δεν απαιτούνται πολλοί ή σύνθετοι υπολογισμοί. Η αυτοματοποίηση των μετρήσεων και των πράξεων μειώνει τον γνωστικό φόρτο και επιτρέπει στους χρήστες να εστιάσουν στην κατανόηση των φαινομένων αντί στους υπολογισμούς.</p>

Υπόθεμα 4: «Ενίσχυση της κατανόησης μέσω οπτικοποίησης και βιωματικής μάθησης»	Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι η άμεση οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων και η έμπρακτη εμπλοκή καθιστούν τις έννοιες πιο κατανοητές, ιδιαίτερα για τους μαθητές. Η σύνδεση θεωρίας και πράξης ενισχύει την αποτελεσματικότητα του μαθήματος.
--	---

#### THEME 4: Κοινωνικοποίηση και Συνεργατική Μάθηση

«Η χρήση του Arduino ενισχύει την κοινωνικοποίηση, τη συνεργασία και την ομαδικότητα των μαθητών μέσω ομαδοσυνεργατικών πρακτικών».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν έντονα την κοινωνική διάσταση της χρήσης του Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η εργασία σε ομάδες, η ανάγκη για επικοινωνία και ο κοινός στόχος της υλοποίησης δραστηριοτήτων δημιουργούν συνθήκες αυξημένης κοινωνικοποίησης και συνεργασίας. Το Arduino δεν λειτουργεί μόνο ως τεχνολογικό εργαλείο, αλλά και ως μέσο ενίσχυσης της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και της ενεργούς συμμετοχής των μαθητών. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με τη Κοινωνικοποίηση και τη Συνεργατική μάθηση απεικονίζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4: Υποθέματα σχετικά με τη Κοινωνικοποίηση και τη Συνεργατική Μάθηση.

Υπόθεμα 1: «Ενίσχυση της κοινωνικοποίησης και των διαπροσωπικών σχέσεων».	Οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι μέσα από τη χρήση του Arduino οι μαθητές έρχονται πιο κοντά, επικοινωνούν περισσότερο και αναπτύσσουν διαπροσωπικές σχέσεις. Η συνεργατική φύση των δραστηριοτήτων δημιουργεί ευκαιρίες για ανταλλαγή απόψεων, γνωριμία και ανάπτυξη κοινωνικών δεσμών, ακόμη και μεταξύ μαθητών που υπό άλλες συνθήκες δεν θα συνεργάζονταν.
Υπόθεμα 2: «Ανάπτυξη συνεργασίας και ομαδικής εργασίας».	Η ομαδική εργασία αναδεικνύεται ως βασικό στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας με Arduino. Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, μοιράζονται ρόλους και συντονίζουν τις ενέργειές τους, γεγονός που ενισχύει τη

	συνεργασία, την αλληλοϋποστήριξη και τη συλλογική επίλυση προβλημάτων.
Υπόθεμα 3: «Ενίσχυση της επικοινωνίας και της ενεργούς συμμετοχής».	Η χρήση του Arduino φαίνεται να αυξάνει την επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και να τους καθιστά πιο ενεργούς μέσα στην τάξη. Η συνεχής αλληλεπίδραση, οι συζητήσεις και οι μικρές διαπραγματεύσεις κατά τη διάρκεια της εργασίας συμβάλλουν στη δημιουργία ενός δυναμικού και συμμετοχικού μαθησιακού περιβάλλοντος.
Υπόθεμα 4: «Δημιουργία θετικού και ψυχαγωγικού μαθησιακού κλίματος».	Πέρα από τη μαθησιακή διάσταση, οι συμμετέχοντες αναφέρουν ότι η συνεργασία μέσω του Arduino έχει και ψυχαγωγικό χαρακτήρα. Η αλληλεπίδραση, το παιχνίδι ρόλων και η κοινή προσπάθεια δημιουργούν ένα θετικό κλίμα στην τάξη, το οποίο ενισχύει την εμπειρία των μαθητών και την επιθυμία συμμετοχής.
Υπόθεμα 5: «Υποστήριξη της ομαδοσυνεργατικής μάθησης».	Συνολικά, το Arduino αναγνωρίζεται ως εργαλείο που υποστηρίζει αποτελεσματικά την ομαδοσυνεργατική μάθηση. Μέσα από τη συλλογική δράση, οι μαθητές κοινωνικοποιούνται, αναπτύσσουν δεξιότητες συνεργασίας και συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

#### THEME 5: Καταλληλότητα Arduino στην Εκπαίδευση

«Η αποτελεσματική χρήση του Arduino εξαρτάται από την ηλικία των μαθητών, το γνωστικό αντικείμενο και τον βαθμό εξοικείωσης του εκπαιδευτικού».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες εκφράζουν θετική πρόθεση χρήσης του Arduino στην εκπαιδευτική πράξη, ωστόσο τονίζουν ότι η καταλληλότητά του δεν είναι ομοιόμορφη για όλες τις ηλικίες και όλα τα μαθήματα. Η εφαρμογή του θεωρείται πιο αποτελεσματική σε μεγαλύτερες τάξεις και σε μαθήματα με πρακτικό χαρακτήρα, ενώ καθοριστικό ρόλο παίζει και το επίπεδο άνεσης και κατανόησης του ίδιου του εκπαιδευτικού. Η παιδαγωγική αξία του

εργαλείου συνδέεται άμεσα με τη σωστή προσαρμογή στο πλαίσιο εφαρμογής. Τα ευρήματα σχετικά με την Καταλληλότητα Arduino στην Εκπαίδευση απεικονίζονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5: Υποθέματα σχετικά με την Καταλληλότητα Arduino στην Εκπαίδευση.

<p>Υπόθεμα 1: «Η ηλικία των μαθητών ως παράγοντας καταλληλότητας».</p>	<p>Η ηλικία των μαθητών αναδεικνύεται ως σημαντικός παράγοντας για την επιτυχή χρήση του Arduino. Πολλοί συμμετέχοντες θεωρούν ότι οι μεγαλύτερες τάξεις μπορούν να ανταπεξέλθουν καλύτερα, καθώς οι μαθητές είναι πιο ώριμοι, προσεκτικοί και ικανοί να κατανοήσουν τη λειτουργία και τα πιο ευαίσθητα μέρη του εξοπλισμού.</p>
<p>Υπόθεμα 2: «Καταλληλότητα ανάλογα με το γνωστικό αντικείμενο».</p>	<p>Οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι το Arduino δεν ταιριάζει εξίσου σε όλα τα μαθήματα, αλλά αξιοποιείται καλύτερα σε γνωστικά αντικείμενα με πρακτικό και βιωματικό χαρακτήρα. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη Φυσική, καθώς και στην Πληροφορική, ενώ αναφέρονται και δυνατότητες αξιοποίησης σε άλλα θετικά μαθήματα ή στη ζώνη δεξιοτήτων.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Ο ρόλος της εξοικείωσης και της άνεσης του εκπαιδευτικού».</p>	<p>Ένα σημαντικό εύρημα αφορά τον ρόλο του ίδιου του εκπαιδευτικού. Οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι η πρόθεση χρήσης και η επιτυχής εφαρμογή του Arduino εξαρτώνται από το κατά πόσο ο εκπαιδευτικός έχει κατανοήσει ο ίδιος τη λειτουργία του εργαλείου και νιώθει άνετα να το χρησιμοποιήσει. Η προσωπική</p>

	εξοικείωση λειτουργεί ως προϋπόθεση για τη μεταφορά της γνώσης στους μαθητές.
Υπόθεμα 4: «Σταδιακή εξοικείωση και αυξανόμενη άνεση χρήσης».	Τέλος, αναδεικνύεται η ιδέα της σταδιακής εξοικείωσης τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Όσο αυξάνεται η εμπλοκή και η πρακτική, το εργαλείο γίνεται πιο κατανοητό, πιο εύκολο και πιο διασκεδαστικό, γεγονός που ενισχύει τη διάθεση για περαιτέρω χρήση.

#### THEME 6: Στάσεις Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες

«Η εφαρμογή του Arduino στο σχολείο εξαρτάται από τις υλικοτεχνικές υποδομές, την επιμόρφωση και τεχνική υποστήριξη, καθώς και από τα αρχικά συναισθήματα ανασφάλειας των εκπαιδευτικών».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι, πέρα από την παιδαγωγική αξία του Arduino, η πρακτική εφαρμογή του στο σχολικό περιβάλλον προϋποθέτει συγκεκριμένες δομικές και υποστηρικτικές συνθήκες. Η ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού, τεχνικής υποστήριξης και επιμόρφωσης αναδεικνύεται ως καθοριστική, ενώ παράλληλα καταγράφονται αρχικά συναισθήματα άγχους, φόβου και νευρικότητας από την πλευρά των εκπαιδευτικών, τα οποία μπορούν να αμβλυνθούν μέσω καθοδήγησης και συνεργασίας. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με τις Στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες απεικονίζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6: Υποθέματα σχετικά με τις Στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες.

Υπόθεμα 1: «Αρχικά συναισθήματα άγχους, φόβου και ανασφάλειας».	Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στα συναισθήματα των εκπαιδευτικών κατά τα πρώτα στάδια επαφής με τις νέες τεχνολογίες. Άγχος, νευρικότητα και φόβος για λάθη ή αποτυχία εμφανίζονται συχνά, κυρίως λόγω του αγνώστου.
---	--

	Ωστόσο, τα συναισθήματα αυτά μειώνονται αισθητά με την εξοικείωση, την καθοδήγηση και την υποστήριξη.
Υπόθεμα 2: «Τεχνική υποστήριξη και θεσμική στήριξη».	Η τεχνική υποστήριξη από το σχολείο ή το κράτος θεωρείται απαραίτητη για τη βιώσιμη εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι χωρίς τεχνική υποστήριξη και σαφείς οδηγίες χρήσης, η εφαρμογή γίνεται δύσκολη και αγχωτική. Η ύπαρξη υποστήριξης μειώνει την ανασφάλεια και αυξάνει την πρόθεση χρήσης.
Υπόθεμα 3: «Υλικοτεχνικές υποδομές και πόροι του σχολείου».	Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι ο εξοπλισμός, οι εργαστηριακοί χώροι, το διαδίκτυο και γενικότερα οι πόροι του σχολείου αποτελούν βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η έλλειψη αυτών λειτουργεί ανασταλτικά, ιδιαίτερα στη σημερινή σχολική πραγματικότητα.
Υπόθεμα 4: «Επιμόρφωση και καθοδήγηση των εκπαιδευτικών».	Οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι η επιμόρφωση, ακόμη και σε βασικό επίπεδο, τους προσφέρει ασφάλεια, αυτοπεποίθηση και σαφήνεια ως προς τη χρήση του εργαλείου. Παράλληλα, η ανάγκη για αρχική καθοδήγηση ιδίως τις πρώτες φορές εμφανίζεται έντονα.
Υπόθεμα 5: «Ρόλος συνεργασίας και σχολικού κλίματος».	Αν και οι απόψεις διαφέρουν ως προς τη σημασία των συναδέλφων, αρκετοί συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι η συνεργασία με άλλους εκπαιδευτικούς,

	τη διεύθυνση και ειδικότερα με τον/την εκπαιδευτικό Πληροφορικής μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά. Ένα θετικό σχολικό κλίμα ενισχύει την αυτοπεποίθηση και διευκολύνει την εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών.
--	---

#### THEME 7: Στάση ως προς τη Χρήση

«Οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν ισχυρή πρόθεση μελλοντικής χρήσης του Arduino, υπό την προϋπόθεση επαρκούς χρόνου, υποδομών και προσωπικής άνεσης».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες εμφανίζονται ιδιαίτερα θετικοί απέναντι στη μελλοντική χρήση του Arduino στην εκπαιδευτική πράξη. Αναγνωρίζουν τη χρησιμότητά του, το ενδιαφέρον που προκαλεί και τις νέες παιδαγωγικές δυνατότητες που ανοίγει. Ωστόσο, η πρόθεση χρήσης συνοδεύεται από ρεαλιστικές επιφυλάξεις που σχετίζονται με τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο, το πρόγραμμα σπουδών, τις υποδομές και τον βαθμό προσωπικής εξοικείωσης του εκπαιδευτικού. Τα αναλυτικά ευρήματα σχετικά με τη Στάση ως προς τη Χρήση απεικονίζονται στον Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Υποθέματα σχετικά με τη Στάση ως προς τη Χρήση.

Υπόθεμα 1: «Ισχυρή θετική πρόθεση χρήσης στο μέλλον».	Η πλειονότητα των συμμετεχόντων δηλώνει ξεκάθαρα ότι θα ήθελε και θα ήταν πρόθυμη να χρησιμοποιήσει το Arduino στην τάξη, εφόσον της δοθεί η ευκαιρία. Η εμπειρία ενασχόλησης με το εργαλείο, η ευχαρίστηση και το ενδιαφέρον που προκάλεσε ενισχύουν αυτή την πρόθεση.
Υπόθεμα 2: «Αντίληψη μελλοντικής χρησιμότητας και παιδαγωγικής αξίας».	Οι συμμετέχοντες τοποθετούν τη χρησιμότητα του Arduino κυρίως στο μέλλον, θεωρώντας ότι μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση. Το εργαλείο αξιολογείται με

	<p>θετικό πρόσημο, ως καινοτόμο μέσο που «ανοίγει νέες πόρτες» και μπορεί να εμπλουτίσει τη μαθησιακή διαδικασία.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Ο ρόλος του ενδιαφέροντος και της προσωπικής εμπλοκής».</p>	<p>Η πρόθεση χρήσης συνδέεται άμεσα με το προσωπικό ενδιαφέρον και τη θετική εμπειρία των εκπαιδευτικών. Η περιέργεια, η χαρά και η επιθυμία για περαιτέρω διερεύνηση λειτουργούν ως κίνητρα που ενισχύουν τη διάθεση αξιοποίησης του εργαλείου.</p>
<p>Υπόθεμα 4: «Περιορισμοί χρόνου και προγράμματος σπουδών».</p>	<p>Παρά τη θετική στάση, αναδεικνύεται έντονα ο περιορισμένος διδακτικός χρόνος και η έκταση της σχολικής ύλης ως βασικό εμπόδιο για τη συχνή ή συστηματική χρήση του Arduino. Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η ενσωμάτωσή του στο υπάρχον πρόγραμμα σπουδών είναι δύσκολη χωρίς θεσμικές προσαρμογές.</p>
<p>Υπόθεμα 5: «Εξάρτηση από υποδομές και σχολικό πλαίσιο».</p>	<p>Η πρόθεση χρήσης συνδέεται με τη διαθεσιμότητα κατάλληλων υποδομών, εξοπλισμού και οικονομικών πόρων. Οι εκπαιδευτικοί τονίζουν ότι, χωρίς τα απαραίτητα μέσα, η εφαρμογή καθίσταται δύσκολη ή μη εφικτή, ανεξάρτητα από τη θετική τους διάθεση.</p>
<p>Υπόθεμα 6: «Προσωπική άνεση, αυτοπεποίθηση και όρια χρήσης».</p>	<p>Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν ότι η συχνότητα και η έκταση χρήσης του Arduino εξαρτώνται από το επίπεδο άνεσης και αυτοπεποίθησής τους. Κάποιοι δηλώνουν ότι θα το</p>

	χρησιμοποιούσαν περιστασιακά ή μόνο εφόσον ένιωθαν επαρκώς εξοικειωμένοι, ενώ άλλοι εκφράζουν επιφυλάξεις για αυτόνομη εφαρμογή χωρίς καθοδήγηση.
--	---

#### THEME 8: Τεχνολογικός Εγγραμματισμός

«Η χρήση του Arduino συμβάλλει ουσιαστικά στην ανάπτυξη τεχνολογικού εγγραμματισμού και στην εξοικείωση μαθητών και εκπαιδευτικών με την τεχνολογία».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν σε μεγάλο βαθμό τον ρόλο του Arduino ως εργαλείου εισαγωγής και εξοικείωσης με την τεχνολογία. Μέσα από τη χρήση του, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με βασικές έννοιες του προγραμματισμού, του υπολογιστή και της ψηφιακής τεχνολογίας, ενώ παράλληλα παρατηρούν άμεσα το αποτέλεσμα της δουλειάς τους στην οθόνη. Ταυτόχρονα, αναδεικνύεται και η ανάγκη οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί να παραμένουν τεχνολογικά ενήμεροι, ώστε να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις της σύγχρονης σχολικής πραγματικότητας. Τα ευρήματα σχετικά με τον Τεχνολογικό Εγγραμματισμό παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Υποθέματα σχετικά με τον Τεχνολογικό Εγγραμματισμό.

Υπόθεμα 1: Εξοικείωση των μαθητών με την τεχνολογία και τον προγραμματισμό	Η πιο συχνή αναφορά αφορά την επαφή των μαθητών με την τεχνολογία. Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι μέσω του Arduino οι μαθητές εξοικειώνονται με τον υπολογιστή, τις πλακέτες, τις συνδέσεις και βασικές έννοιες του προγραμματισμού, γεγονός που τους φέρνει πιο κοντά στον ψηφιακό κόσμο.
Υπόθεμα 2: «Καλλιέργεια θετικής στάσης απέναντι στην τεχνολογία».	Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η πρόωμη και βιωματική επαφή με την τεχνολογία μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να καλλιεργήσει θετική στάση απέναντι στη χρήση της στο μέλλον. Το Arduino αντιμετωπίζεται ως

	αφορμή για να συνεχίσουν οι μαθητές να ενδιαφέρονται για την τεχνολογία καθώς μεγαλώνουν.
Υπόθεμα 3: «Διαφοροποιήσεις στις αντιλήψεις».	Παρότι η κυρίαρχη τάση είναι θετική, καταγράφονται και μεμονωμένες επιφυλάξεις ως προς τον βαθμό συμβολής του Arduino στον τεχνολογικό εγγραμματισμό. Αυτό δείχνει ότι, αν και η γενική στάση είναι ευνοϊκή, δεν υπάρχει απόλυτη ομοφωνία.

#### THEME 9: Εξάρτηση Χρήσης από τις Ανάγκες των Μαθητών

«Η παιδαγωγική αξία του Arduino εξαρτάται από το ενδιαφέρον, το επίπεδο και τις ανάγκες των μαθητών, καθώς και από την ικανότητα προσαρμογής του εκπαιδευτικού».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι το Arduino μπορεί να καταστήσει το μάθημα ιδιαίτερα ενδιαφέρον και ελκυστικό για τους μαθητές, ωστόσο η αποτελεσματικότητά του δεν είναι καθολική. Η επιτυχής αξιοποίησή του φαίνεται να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά των μαθητών, όπως το ενδιαφέρον για την τεχνολογία, το γνωστικό επίπεδο, την ηλικία και τις ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες. Παράλληλα, αναδεικνύεται ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαφοροποίηση και στην ομαλή ένταξη όλων των μαθητών. Τα ευρήματα σχετικά με την Εξάρτηση Χρήσης από τις Ανάγκες των Μαθητών απεικονίζονται αναλυτικά στον Πίνακα 9.

Πίνακας 9: Υποθέματα σχετικά με την Εξάρτηση Χρήσης από τις Ανάγκες των Μαθητών.

Υπόθεμα 1: «Ενίσχυση ενδιαφέροντος και προσοχής των μαθητών».	Οι περισσότεροι συμμετέχοντες εκτιμούν ότι η χρήση του Arduino μπορεί να ενθουσιάσει τους μαθητές και να αυξήσει το ενδιαφέρον και την προσοχή τους στο μάθημα. Η διαδραστική και βιωματική φύση του εργαλείου θεωρείται ιδιαίτερα
---	--

	κατάλληλη για την ενεργοποίηση των μαθητών και τη διατήρηση της εμπλοκής τους, ειδικά όταν το μάθημα αποκτά πρακτικό χαρακτήρα.
Υπόθεμα 2: «Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από το ενδιαφέρον και τη συνεργασία των μαθητών».	Παρά τη θετική προδιάθεση, οι συμμετέχοντες επισημαίνουν ότι η επιτυχία της χρήσης του Arduino δεν είναι δεδομένη για όλους τους μαθητές. Η ύπαρξη ενδιαφέροντος, διάθεσης για συνεργασία και ενεργής συμμετοχής αποτελεί βασική προϋπόθεση, καθώς η απουσία τους μπορεί να περιορίσει σημαντικά τη μαθησιακή αξία της δραστηριότητας.
Υπόθεμα 3: «Διαφορετικά επίπεδα εξοικείωσης με την τεχνολογία».	Οι συμμετέχοντες τονίζουν ότι δεν έχουν όλοι οι μαθητές την ίδια σχέση με την τεχνολογία, γεγονός που μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες στην κατανόηση και στη συμμετοχή. Η ύπαρξη μαθητών με διαφορετικό επίπεδο γνώσεων ή δεξιοτήτων απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και υποστήριξη.
Υπόθεμα 4: «Ανάγκη προσαρμογής της πλατφόρμας στις εκπαιδευτικές ιδιαιτερότητες των μαθητών».	Η καταλληλότητα του Arduino συνδέεται άμεσα με τις ιδιαιτερότητες των μαθητών και τις ανάγκες της τάξης. Οι συμμετέχοντες αναφέρουν ότι σε περιπτώσεις μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ή συμπεριφορικές ανάγκες χρειάζεται περισσότερος χρόνος και προσπάθεια για την ένταξη του Arduino στη τάξη και στην εκπαιδευτική διαδικασία.

#### THEME 10: Θέση στη Γενική Εκπαίδευση

«Το Arduino θεωρείται χρήσιμο και παιδαγωγικά ελπιδοφόρο εργαλείο, το οποίο όμως απουσιάζει ακόμη από την τρέχουσα σχολική πραγματικότητα και η ένταξή του μετατίθεται κυρίως στο μέλλον».

Εισαγωγική περιγραφή του theme:

Οι συμμετέχοντες εκφράζουν σαφώς θετική στάση απέναντι στη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση, αναγνωρίζοντάς το ως ένα χρήσιμο εργαλείο με σημαντικές παιδαγωγικές δυνατότητες. Παράλληλα, ωστόσο, επισημαίνουν ότι το Arduino δεν φαίνεται να είναι ακόμη ουσιαστικά ενταγμένο στη σημερινή σχολική πραγματικότητα, ιδιαίτερα στη γενική εκπαίδευση και στο δημοτικό σχολείο. Η αξιοποίησή του τοποθετείται κυρίως σε ένα μελλοντικό πλαίσιο, υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Τα ευρήματα σχετικά με τη Θέση στη Γενική Εκπαίδευση παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 10.

Πίνακας 10: Υποθέματα σχετικά με τη Θέση στη Γενική Εκπαίδευση.

Υπόθεμα 1: «Θετική στάση και αναγνώριση της εκπαιδευτικής αξίας».	Οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν το Arduino χρήσιμο εργαλείο και εκφράζουν την άποψη ότι οι εκπαιδευτικοί θα ήταν ωφέλιμο να εξοικειωθούν με αυτό και να το εντάξουν στη διδασκαλία τους. Ιδιαίτερα για το δημοτικό σχολείο, το Arduino αναγνωρίζεται ως μια πρόταση που μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να εμπλουτίσει το εκπαιδευτικό περιβάλλον.
Υπόθεμα 2: «Περιορισμένη ή ανύπαρκτη τρέχουσα εφαρμογή στα σχολεία».	Παρά τη θετική στάση, σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες αναφέρουν ότι δεν έχουν παρατηρήσει τη χρήση του Arduino στα σχολεία σήμερα. Η απουσία του από την καθημερινή σχολική πρακτική εμφανίζεται ως κοινή εμπειρία, γεγονός που υποδηλώνει ένα χάσμα μεταξύ των

	<p>δυνατοτήτων του εργαλείου και της πραγματικής εφαρμογής του στο εκπαιδευτικό σύστημα.</p>
<p>Υπόθεμα 3: «Μελλοντική ένταξη ως ρεαλιστικό αλλά όχι άμεσο σενάριο».</p>	<p>Πολλοί συμμετέχοντες εκφράζουν την πεποίθηση ότι, παρότι το Arduino δεν είναι σήμερα ενταγμένο στη σχολική εκπαίδευση, είναι πιθανό να αξιοποιηθεί στο μέλλον. Η μελλοντική ένταξη παρουσιάζεται ως σταδιακή διαδικασία, η οποία εξαρτάται από την εξέλιξη της τεχνολογίας, την προβολή του εργαλείου και τη γενικότερη κατεύθυνση της εκπαίδευσης.</p>
<p>Υπόθεμα 4: «Προϋποθέσεις ένταξης: υποστήριξη, εξοπλισμός και σχολικό πλαίσιο».</p>	<p>Η δυνατότητα ένταξης του Arduino στη γενική εκπαίδευση συνδέεται άμεσα με συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Οι συμμετέχοντες αναφέρουν την ανάγκη για κατάλληλο εξοπλισμό, υποστήριξη και προσαρμογή στα δεδομένα του κάθε σχολείου. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στις δυσκολίες της σημερινής ελληνικής σχολικής πραγματικότητας για την παροχή του απαραίτητου εξοπλισμού του Arduino ή άλλων νέων τεχνολογιών.</p>
<p>Υπόθεμα 5: «Επιφυλάξεις για καθολική εφαρμογή».</p>	<p>Παρότι η στάση απέναντι στο Arduino είναι θετική, εκφράζονται επιφυλάξεις ως προς την πλήρη ή καθολική ένταξή του στο εκπαιδευτικό σύστημα. Ορισμένοι συμμετέχοντες θεωρούν ότι δεν είναι ρεαλιστικό να ενταχθεί στο 100% στο πλαίσιο των σχολείων ή των</p>

	μαθημάτων, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για στοχευμένη και προσαρμοσμένη αξιοποίηση.
--	--

## Ενότητα 6<sup>η</sup>

### 6.1 Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη αξιοποιεί συνδυασμό ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων με στόχο την κατανόηση της εμπειρίας χρήσης του Arduino στην εκπαίδευση. Η ανάλυση βασίστηκε σε τρία ερωτηματολόγια και σε θεματική ανάλυση συνεντεύξεων, επιτρέποντας τη διερεύνηση τόσο των στάσεων όσο και των εμπειριών των συμμετεχόντων.

Αρχικά, τα ποσοτικά δεδομένα έδειξαν θετική στάση ως προς την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (PEOU) της πλατφόρμας Arduino, ενώ η μεταβλητή αυτή παρουσίασε σημαντικές θετικές συσχετίσεις με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU), την Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT), την Παιδαγωγική Αξία (PV), την Καταλληλότητα (APR) και την Κοινωνική Διάσταση (SOC).

Η ποιοτική ανάλυση, ωστόσο, προσέφερε μια βαθύτερη ερμηνεία αυτής της σχέσης. Η συνολική μεταβλητή της Ευκολία Χρήσης διαμορφώνεται τελικά μέσα του THEME 1 (Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης), όπου αναφέρεται πως δεν αποτελεί άμεσο χαρακτηριστικό της πλατφόρμας, αλλά διαμορφώνεται σταδιακά μέσα από την καθοδήγηση και την εμπειρία. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν σε αρχικές τεχνικές δυσκολίες, οι οποίες ξεπεράστηκαν μέσω εξοικείωσης και υποστήριξης. Συνεπώς, τα ποσοτικά δεδομένα λειτουργούν ερμηνευτικά ως προς τα ποσοτικά ευρήματα, υποδηλώνοντας ότι όσο πιο εύχρηστο θεωρείται το Arduino, τόσο αυξάνεται η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) και η Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT).

Το εύρημα αυτό συνάδει με μελέτες που αναδεικνύουν τον ρόλο της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης στην αποδοχή εκπαιδευτικών τεχνολογιών, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι η πρόθεση ενσωμάτωσης εργαλείων όπως το Arduino σχετίζεται με το κατά πόσο αυτά θεωρούνται εύχρηστα από τους εκπαιδευτικούς (Yildiz, 2020 · Wahid, 2020).

Δεύτερον, τα ποσοτικά δεδομένα για τη Παιδαγωγική Αξία (PV) παρουσίασαν υψηλές τιμές και ισχυρή συσχέτιση με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU), καθώς και με την Πρόθεση Χρήσης (INT), την Καταλληλότητα (APR) και τη Πρόθεση Συνέχιση Χρήσης (INT). Η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) φαίνεται να λειτουργεί ως κεντρικός κόμβος μεταξύ των υπόλοιπων διαστάσεων.

Η ποιοτική ανάλυση που εστίαζε στην Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα THEME 3, προσέφερε ερμηνευτικό βάθος σε αυτή τη δομή συσχετίσεων, αναδεικνύοντας τις

συγκεκριμένες μορφές αξίας που αποδίδουν οι χρήστες στην πλατφόρμα. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν σε πρακτικά οφέλη όπως η ταχύτερη επίτευξη αποτελεσμάτων, η αυξημένη ακρίβεια στις δραστηριότητες και η βιωματική κατανόηση αφηρημένων εννοιών. Μέσα από αυτές τις εμπειρίες, η χρήση του Arduino δεν εκλαμβάνεται απλώς ως τεχνολογικό εργαλείο, αλλά ως μέσο που απλοποιεί σύνθετες διαδικασίες και ενισχύει ενεργά τη μαθησιακή εμπλοκή.

Υπό αυτό το πρίσμα, ο συνδυασμός των ποσοτικών και ποιοτικών ευρημάτων αποδίδουν στη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η Παιδαγωγική Αξία (PV) μεταφράζεται σε Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU). Ενώ τα ποσοτικά δεδομένα καταδεικνύουν τη στατιστική τους σύνδεση, οι δηλώσεις των συμμετεχόντων υποδεικνύουν ότι η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) συγκροτείται μέσα από απτές μαθησιακές βελτιώσεις που καθιστούν την τεχνολογία ιδιαίτερα χρήσιμη στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Κατά συνέπεια, τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) λειτουργεί ως κρίσιμος μηχανισμός μέσω του οποίου η παιδαγωγική αξία μιας τεχνολογίας μετατρέπεται σε πρόθεση χρήσης και συνέχισης αξιοποίησης.

Η ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (PU) και της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (INT) υποδηλώνει ότι η πρόθεση ενσωμάτωσης της τεχνολογίας δεν εξαρτάται μόνο από τη λειτουργικότητά της, αλλά κυρίως από το κατά πόσο αυτή θεωρείται παιδαγωγικά ωφέλιμη. Αντίστοιχα ευρήματα έχουν αναφερθεί και σε προηγούμενες μελέτες που βασίζονται σε μοντέλα αποδοχής τεχνολογίας, όπου η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα αναδεικνύεται ως βασικός παράγοντας υιοθέτησης εκπαιδευτικών τεχνολογιών (Yildiz, 2020; Wahid, 2020).

Στην παραπάνω σχέση συμβάλλει συμπληρωματικά και το THEME 8 (Τεχνολογικός Εγγραμματισμός), το οποίο αναδεικνύει ότι η παιδαγωγική αξία του Arduino δεν περιορίζεται στη διδακτική κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, αλλά επεκτείνεται και στην ανάπτυξη βασικών ψηφιακών και τεχνολογικών δεξιοτήτων. Οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν ότι μέσω της χρήσης του εργαλείου οι μαθητές εξοικειώνονται με τον προγραμματισμό, τη λογική των συνδέσεων και τη λειτουργία ψηφιακών συστημάτων, γεγονός που ενισχύει τη συνολική εκπαιδευτική του αξία. Με τον τρόπο αυτό, ο τεχνολογικός εγγραμματισμός λειτουργεί ως πρόσθετη διάσταση παιδαγωγικής ωφέλειας που ενισχύει την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα του εργαλείου, συμβάλλοντας έμμεσα στη διαμόρφωση θετικής πρόθεσης χρήσης και συνέχισης.

Τρίτον, η Απόλαυση (ENJ) και το Εσωτερικό Κίνητρο (ENG) εμφάνισαν ισχυρή συσχέτιση με την Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (INT). Η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) συνδέθηκε έντονα με την Απόλαυση (ENJ), ενώ η Παιδαγωγική Αξία (PV) σχετίστηκε με το Κίνητρο και την Εμπλοκή των Μαθητών (ENG).

Οι συνεντεύξεις επιβεβαίωσαν τα παραπάνω ευρήματα μέσω του THEME 2 (Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση), καθώς οι συμμετέχοντες περιέγραψαν συναισθήματα ενθουσιασμού, περιέργειας και ικανοποίησης απέναντι στη χρήση του Arduino, ιδιαίτερα όταν η πειραματική διαδικασία ολοκληρωνόταν επιτυχώς.

Έτσι, τα ποσοτικά δεδομένα δείχνουν ότι η Απόλαυση (ENJ) αποτελεί βασικό προγνωστικό παράγοντα της Πρόθεσης Συνέχισης Χρήσης (INT), ενώ τα ποιοτικά δεδομένα αναδεικνύουν τον συναισθηματικό μηχανισμό που στηρίζει αυτή τη σχέση. Συνεπώς, η Απόλαυση (ENJ) δεν αναδύεται μόνο ως «ευχάριστη εμπειρία», αλλά ως εσωτερική παρακίνηση που ενισχύει την επιθυμία για περαιτέρω διερεύνηση και μελλοντική εκπαιδευτική αξιοποίηση, ερμηνεύοντας άμεσα γιατί η θετική συναισθηματική εμπλοκή συνδέεται με τη συνέχιση χρήσης. Οι συμμετέχοντες φαίνεται να αξιολόγησαν την εμπειρία όχι μόνο ως αποτελεσματική αλλά και ως ενδιαφέρουσα και βιωματική. Παρόμοια ευρήματα έχουν καταγραφεί στη διεθνή βιβλιογραφία, όπου η εμπλοκή σε δραστηριότητες με Arduino συνδέεται με αυξημένο ενδιαφέρον και θετική στάση απέναντι στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (Araújo & Saúde, 2025; Arpacı et al., 2023; Petry et al., 2016).

Τέταρτον, η Κοινωνική Διάσταση (SOC) παρουσίασε υψηλή μέση τιμή και σημαντικές συσχετίσεις με την Παιδαγωγική Αξία (PV) και τη Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU), καθώς και μέτρια σχέση με τη Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης (CONT). Ωστόσο, δεν συνδέθηκε άμεσα με την Πρόθεση Χρήσης (INT). Η θεματική ανάλυση του THEME 4 (Κοινωνικοποίηση και Συνεργατική Μάθηση) ερμηνεύει το εύρημα, δείχνοντας ότι το Arduino λειτουργεί ως καταλύτης ομαδοσυνεργατικών πρακτικών (επικοινωνία, ρόλοι, ομαδικότητα, θετικό κλίμα). Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι η Κοινωνική Διάσταση (SOC) λειτουργεί υποστηρικτικά στη μαθησιακή εμπειρία, χωρίς όμως να αποτελεί τον κύριο παράγοντα λήψης απόφασης για μελλοντική χρήση. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι, αν και η συνεργασία ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία, δεν αποτελεί από μόνη της καθοριστικό παράγοντα υιοθέτησης της τεχνολογίας.

Η θετική αξιολόγηση της κοινωνικής διάστασης συνάδει με μελέτες που δείχνουν ότι δραστηριότητες βασισμένες στο Arduino ενισχύουν τη συνεργασία, τη συμμετοχή και την κοινωνική εμπλοκή των μαθητών, χωρίς όμως να αποτελούν από μόνες τους καθοριστικό

παράγοντα υιοθέτησης της τεχνολογίας (Krelja Kurelovic et al., 2020; Erwinsyah et al., 2025; Agraci et al., 2023).

Επιπροσθέτως, η Καταλληλότητα (APR) παρουσίασε μέτρια θετική στάση και ισχυρή σχέση με την Πρόθεση Χρήσης (INT) και την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU). Οι συμμετέχοντες ανέφεραν, μέσω των θεματικών ευρημάτων του THEME 5 (Καταλληλότητα στην Εκπαίδευση) και THEME 9 (Εξάρτηση από τις Ανάγκες των μαθητών), ότι η Καταλληλότητα (APR) εξαρτάται από την ηλικία των μαθητών, το γνωστικό αντικείμενο και το επίπεδο εξοικείωσης. Έτσι, η μέτρια αξιολόγηση της καταλληλότητας ερμηνεύεται μέσα από τις προϋποθέσεις που θέτουν οι εκπαιδευτικοί για την εφαρμογή της τεχνολογίας. Η ισχυρή συσχέτιση που παρουσιάζεται μεταξύ των κλιμάκων, ερμηνεύεται ως ένδειξη ότι όταν οι συμμετέχοντες βλέπουν ότι ταιριάζει το εργαλείο στο συγκεκριμένο μάθημα και πληθυσμό, τότε το αξιολογούν ως πιο χρήσιμο και εμφανίζουν ισχυρότερη πρόθεση χρήσης. Το εύρημα αυτό συνάδει με μελέτες που δείχνουν ότι η παιδαγωγική καταλληλότητα εκπαιδευτικών τεχνολογιών εξαρτάται από το μαθησιακό πλαίσιο, την ηλικία των μαθητών και το γνωστικό αντικείμενο, επηρεάζοντας την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και την πρόθεση χρήσης τους (García-Tudela & Marín-Marín, 2023 ; Marín-Marín et al., 2024 ; Ismail et al., 2025).

Επίσης, ιδιαίτερα σημαντική είναι η αύξηση της Αυτοαποτελεσματικότητας (SELF\_EF) και η βελτίωση των Στάσεων Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες (ATT), ενώ το Άγχος (ANX) δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή. Οι συνεντεύξεις ανέδειξαν αρχικό άγχος και ανάγκη επιμόρφωσης και τεχνικής υποστήριξης. Η θεματική ενότητα του THEME 6 (Στάσεις απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες) επιβεβαιώνει αυτό το αποτέλεσμα, αναδεικνύοντας ότι το αρχικό άγχος μειώνεται μέσω εμπειρίας, καθοδήγησης και επιμόρφωσης, αλλά δεν εξαφανίζεται πλήρως, επειδή συνδέεται και με δομικές/θεσμικές παραμέτρους (υποδομές, τεχνική υποστήριξη, πόροι, σχολικό πλαίσιο). Η σταθερότητα του άγχους στα ποσοτικά δεδομένα ερμηνεύεται, επομένως, ως μετασχηματισμός του: από φόβο του αγνώστου σε ρεαλιστική ανησυχία εφαρμογής σε πραγματικές σχολικές συνθήκες. Παράλληλα, το THEME 7 (Στάση ως προς τη χρήση) και το THEME 10 (Θέση στη γενική εκπαίδευση) ενισχύουν την ερμηνεία ότι η Πρόθεση Χρήσης (INT) είναι υψηλή, αλλά συχνά μετατίθεται χρονικά στο μέλλον λόγω περιορισμών χρόνου/προγράμματος και έλλειψης εξοπλισμού.

Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με έρευνες που δείχνουν ότι η πρακτική εμπλοκή σε δραστηριότητες STEM μπορεί να ενισχύσει την επαγγελματική αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών (Yusro et al., 2019; Piccione et al., 2024; Nannim et al., 2025. Παράλληλα,

η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι, παρότι η επιμόρφωση στο Arduino ενισχύει τις διδακτικές δεξιότητες, η συστηματική εφαρμογή του εξαρτάται και από υποστηρικτικούς παράγοντες του εκπαιδευτικού πλαισίου, όπως ο χρόνος και οι υποδομές (Güven & Kozcu Çakır, 2020).

Αντίθετα, το άγχος απέναντι στη χρήση νέων τεχνολογιών δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή. Το εύρημα αυτό διαφοροποιείται από ορισμένες μελέτες που καταγράφουν μείωση του τεχνολογικού άγχους μετά από συμμετοχή σε εργαστηριακές δραστηριότητες. Ενδεχομένως, η απουσία μεταβολής να οφείλεται στη σχετικά σύντομη διάρκεια της παρέμβασης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η μείωση του άγχους απαιτεί συστηματικότερη και μακροχρόνια έκθεση σε τεχνολογικά περιβάλλοντα. Η απουσία μεταβολής στο άγχος συνάδει με μελέτες που δείχνουν ότι η αποδοχή τεχνολογιών επηρεάζεται από στάσεις, αυτοπεποίθηση και παράγοντες του εκπαιδευτικού πλαισίου (Yıldız, 2020; Ismail et al., 2025; Wijnen et al., 2024).

Συνολικά, η σύγκλιση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας με τη διεθνή βιβλιογραφία ενισχύει την άποψη ότι το Arduino μπορεί να λειτουργήσει ως αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο που υποστηρίζει τη διερευνητική και βιωματική μάθηση, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών. (Marín-Marín et al., 2024; Danel & Richterek, 2024; García-Tudela & Marín-Marín, 2023)

## **6.2 Συμπεράσματα**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι οι συμμετέχοντες εμφάνισαν συνολικά θετική στάση απέναντι στη χρήση του Arduino στη διδακτική διαδικασία μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Η υψηλή αξιολόγηση της παιδαγωγικής αξίας του εργαλείου δείχνει ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αντιλήφθηκαν το Arduino όχι απλώς ως τεχνολογικό μέσο, αλλά ως εργαλείο που μπορεί να υποστηρίξει τη διερευνητική μάθηση και τη μαθητική εμπλοκή.

Συγκεκριμένα, η ενίσχυση της αυτοαποτελεσματικότητας υποδηλώνει ότι η άμεση εμπλοκή με τεχνολογικά εργαλεία μπορεί να ενισχύσει την εμπιστοσύνη των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς τις ικανότητές τους να αξιοποιούν την τεχνολογία στη διδακτική πράξη. Η μεταβολή αυτή βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική, γεγονός που δείχνει ότι η παρέμβαση συνέβαλε ουσιαστικά στην ανάπτυξη επαγγελματικής αυτοπεποίθησης, στοιχείο που συνάδει με έρευνες που αναδεικνύουν τη συμβολή της πρακτικής εμπειρίας

στην επαγγελματική ανάπτυξη και την αποδοχή εκπαιδευτικών τεχνολογιών (Ntourou et al., 2021; Erwinsyah et al., 2025). Παράλληλα, η βελτίωση των γενικών στάσεων απέναντι στις νέες τεχνολογίες υπογραμμίζει ότι η εμπειρική επαφή με εργαλεία όπως το Arduino μπορεί να ενισχύσει τη θετική διάθεση για μελλοντική ενσωμάτωσή τους στη διδακτική διαδικασία. Αντίθετα, το επίπεδο άγχους απέναντι στη χρήση τεχνολογίας δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή πριν και μετά την παρέμβαση, γεγονός που ενδέχεται να υποδηλώνει ότι η αποτελεσματική ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το Arduino απαιτεί χρόνο και ευνοϊκές συνθήκες εφαρμογής, όπως επισημαίνεται και στη σχετική βιβλιογραφία (Güven & Kozcu Çakır, 2020).

Επιπλέον, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η απόλαυση από τη χρήση του Arduino αναδείχθηκαν ως βασικοί μηχανισμοί διαμόρφωσης της πρόθεσης συνέχισης χρήσης, επιβεβαιώνοντας ότι η υιοθέτηση εκπαιδευτικών τεχνολογιών συνδέεται τόσο με την αντιλαμβανόμενη αξία όσο και με την εμπειρία χρήσης τους (Yıldız, 2020; Wahid, 2020). Η κοινωνική διάσταση της εμπειρίας συνέβαλε στην ενίσχυση της συνεργασίας και της μαθησιακής εμπλοκής, χωρίς όμως να λειτουργεί ως καθοριστικός παράγοντας υιοθέτησης, γεγονός που υποδηλώνει ότι η συνεργατική μάθηση υποστηρίζει την εμπειρία χρήσης χωρίς να επηρεάζει άμεσα την πρόθεση εφαρμογής, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από προηγούμενες έρευνες (Krelja Kurelovic et al., 2020; Erwinsyah et al., 2025; Arpacı et al., 2023).

Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η διδακτική παρέμβαση με χρήση του Arduino ως εκπαιδευτικό εργαλείο, συνέβαλε στην ενίσχυση της εμπλοκής, της αυτοαποτελεσματικότητας και των θετικών στάσεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη χρήση τεχνολογιών στη διδασκαλία, αναδεικνύοντας παράλληλα την ανάγκη για συνεχή υποστήριξη ώστε να μειωθεί σταδιακά το τεχνολογικό άγχος.

### **6.3 Περιορισμοί-Μελλοντική Έρευνα**

Βασικός περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι ότι το μικρό δείγμα, που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Μελλοντικές έρευνες με μεγαλύτερα δείγματα από περισσότερα Πανεπιστήμια, θα μπορούσαν να ενισχύσουν την αξιοπιστία των ευρημάτων.

Επιπλέον, η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε κυρίως στις στάσεις και αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών και όχι στην άμεση εφαρμογή του εργαλείου σε πραγματικές σχολικές συνθήκες. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν την αξιοποίηση του

Arduino σε πραγματικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδρασή του στη μαθησιακή διαδικασία και τη διδακτική πρακτική.

# Ενότητα 7<sup>η</sup>

## Βιβλιογραφικές αναφορές

### Ξένη βιβλιογραφία

- Araújo, J. L., & Saúde, I. (2025). *Exploring Arduino programming in non-formal education context: Enhancing middle school students' interest and motivation*. Research in Science & Technological Education. <https://doi.org/10.1080/02635143.2025.2472755>
- Arada, B. P. (2025). Arduino programming education using Tinkercad: A mixed-method study on usability and student engagement during the COVID-19 pandemic. *International Journal in Information Technology in Governance, Education and Business*, 7(1), 135–150.
- Arpaci, I., Kaya, A., & Bahari, M. (2023). Investigating the influence of an Arduino-based educational game on the understanding of genetics among secondary school students. *Sustainability*, 15(8), 6942. <https://doi.org/10.3390/su15086942>
- Atkin, J. (2018). *Investigating total internal reflection using an Arduino-based system*. *Physics Education*, 53(2), 025003. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa9f9b>
- Atkin, K. (2018). *Investigating the Torricelli law using a pressure sensor with the Arduino and MakerPlot*. *Physics Education*, 53(6), 065001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aad680>
- Bazak, J., & Szewczyk, G. (2019). Arduino-based light source used to demonstrate mixing of colors and as a simple system for luminescence observations. *Physics Education*, 54(2), 023005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaff7d>
- Bazak, H., Malka, D., & Yitzhaki, N. (2019). *Measuring distance using an Arduino-based ultrasonic sensor: An interdisciplinary physics experiment*. *Physics Education*, 54(2), 023005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aafc7c>
- Bezerra, A. Z. L. N., Cabreira, F. M., Freitas, W. P. S., Cena, C. R., Alves, D. C. B., Reis, D. D., & Goncalves, A. M. B. (2019). Using an Arduino to demonstrate Faraday's law. *Physics Education*, 54(4), 043011. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab1ce1>
- Bezerra, E. A., de Andrade, L. C. M., & Sobrinho, A. L. (2019). *Measuring magnetic fields using Arduino and Hall sensors: A low-cost educational approach*. *Physics Education*, 54(4), 043011. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab1a59>
- Casaburo, F. (2021). Teaching physics by Arduino during COVID-19 pandemic: The free falling body experiment. *Physics Education*, 56(6), 063001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac1b39>
- Casaburo, F. (2022). *Measurement of the Newton's cooling law time-constant by Arduino: An idea for STEM education in high schools*. *Physics Education*, 57(6), 063001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac8408>
- Çoban, A. (2020). *Determination of kinetic friction coefficient using an Arduino*. *Physics Education*, 55(6), 063009. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb88a>
- Çoban, A., & Çoban, N. (2020). *Determining of the spring constant using Arduino*. *Physics Education*, 55(6), 065028. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb58b>
- Çoban, A., & Çoban, N. (2020). *Using Arduino in physics experiments: Determining the speed of sound in air*. *Physics Education*, 55(4), 043005.
- Çoban, A., & Erol, M. (2021a). *Validation of Newton's second law using Arduino: STEM teaching material*. *Physics Education*, 56(1), 013004. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abc639>
- Çoban, A., & Erol, M. (2021b). *Arduino-based STEM education material: Work–energy theorem*. *Physics Education*, 56(2), 023008. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abd991>
- Çoban, A., & Erol, M. (2022). *Teaching kinematics via Arduino-based STEM education material*. *Physics Education*, 57(1), 015010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac342d>

- Çoban, A., & Büyükdede, M. (2024). *Exploring motion: Integrating Arduino in physics education for 21st century skills*. arXiv preprint arXiv:2405.06647v2
- Danel, R., & Richterek, L. (2024). *School physics experiments with Arduino in lower secondary education*. In GIREP 2025 Conference Proceedings. Palacký University Olomouc.
- dos Santos, J. F. M., & Nunes, L. A. O. (2024). *Investigating the time–distance relationship: An innovative approach to Galileo’s inclined plane experiment using Arduino*. *Physics Education*, 59(6), 065029. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad7c0d>
- dos Reis, P., & Martins, P. (2021). *Using Arduino to explore temperature variation and energy transfer in thermal systems*. *Physics Education*, 56(1), 013005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abc83a>
- dos Reis, W. P. N., Rodrigues, D. P., Rocha, I. L., Dutra, R. S., & Souza, P. V. S. (2021). An Arduino-based experiment designed to estimate the heat capacity of a nichrome resistor. *Physics Education*, 56(1), 013005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abc79a>
- El-Abd, M. (2017). *A review of embedded systems education in the Arduino age: Lessons learned and future directions*. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(2), 79–93. <https://doi.org/10.3991/ijep.v7i2.6845>
- El Hadi, M., et al. (2020). *Real time free fall investigation for educational purposes using Arduino Uno board*. *Physics Education*, 55(5), 055027. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aba12f>
- Espindola, P. R., Cena, C. R., Alves, D. C. B., Bozano, D. F., & Gonçalves, A. M. B. (2018). *Use of an Arduino to study buoyancy force*. *Physics Education*, 53(3), 035010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaa93a>
- Espindola, P. R., Cena, C. R., Alves, D. C. B., Bozano, D. F., & Gonçalves, A. M. B. (2018). *Impulse measurement using an Arduino*. *Physics Education*, 53(3), 035005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aaa920>
- Erol, M. (2023). *Exploring electromagnetic induction through Arduino-based experimental setups*. *Physics Education*, 58(4), 045001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1d2b>
- Erol, M., & Oğur, M. (2023). Teaching large angle pendulum via Arduino based STEM education material. *Physics Education*, 58, 045001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/accef4>
- Erwinsyah, A., Bakari, A., & Ahmad, H. (2025). Integration of Arduino media in science learning to improve the technological literacy of Madrasah Ibtidaiyah students. *Edukasia: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(1), 485–496. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v6i1.1440>
- Firdaus, M. A., Subhan, N. D. A., Zulkarnain, H., Hamzah, & Sabaryati, J. (2024). *Development of Arduino Uno-based free fall motion props to increase learning motivation towards practicum results of 11<sup>th</sup> grade students*. *Jurnal Educatio*, 10(2), 520–529. <https://doi.org/10.31949/educatio.v10i2.8494>
- García-Tudela, P., & Marín-Marín, J. A. (2023). *Use of Arduino in Primary Education: A Systematic Review*. *Education Sciences*, 13(2), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- Gonçalves, A. M. B., Cena, C. R., & Bozano, D. F. (2017). *Driven damped harmonic oscillator resonance with an Arduino*. *Physics Education*, 52(4), 043002. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aa6cf0>
- Gonçalves, A. M. B., Freitas W.P.S., & Calheiro L.B. (2023). *Resources on physics education using Arduino*. *Physics Education*, 58(4pp), 033002. <http://doi.org/10.1088/1361-6552/acb8a2>
- Güven, G., & Kozcu Çakır, N. (2020). *Investigation of the opinions of teachers who received in-service training for Arduino-assisted robotic coding applications*. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15(1), 253–276. <https://doi.org/10.29329/epasr.2020.236.14>
- Hachmi, A., El Hadi, M., & Bria, D. (2022). *Arduino-controlled Coulomb force apparatus for physics education*. *Physics Education*, 57(4), 045032. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac6e26>

- Hachmi, A., El Hadi, M., Essaadaoui, R., Mommadi, O., Ouariach, A., & El Moussaouy, A. (2022). Development of an educational device, based on Arduino, to facilitate the understanding of light diffraction. *Physics Education*, 57, 045032.
- Hahn, M. D., Carvalho, P. S., & Cruz, F. A. (2023). *Connecting Arduino and Processing for an RGB LED exploration: A new approach for technology-enhanced learning*. *Physics Education*, 58(6), 065020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acf829>
- Ismail, I., Anuar, N., Ali, F. Z., Ariffin, S. M. Z. S. Z., & Idris, N. M. (2025). *Attitude and perception towards microcontroller education among rural area students in Malaysia*. *International Journal of Advanced Research in Future Ready Learning and Education*, 38(1), 1–11. <https://doi.org/10.37934/frle.38.1.111>
- Jesus, G. C. C., & Castro, T. J. (2022). *Low-cost and easily replicable apparatus: An Arduino-controlled device for educational activities focused on measuring Brewster's angle*. *Physics Education*, 57(2), 025007. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac3f71>
- Kinchin, J. (2018). *Using an Arduino in Physics Teaching for Beginners*. *Physics Education*, 53(6), 063007. <http://doi.org/10.1088/1361-6552/aae350>
- Kinchin, J. (2020). *Using an Arduino in physics teaching: LDR as a simple light sensor*. *Physics Education*, 55(5), 053005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aba4c1>
- Krelja Kurelovic, E., Tomljanovic, J., & Kralj, M. (2020). *Students' attitudes about learning on Arduino projects*. In *INTED2020 Proceedings* (pp. 125–132). <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0078>
- Kubínová, Š., & Šlégr, J. (2015). *Physics Demonstrations with the Arduino Board*. *Physics Education*, 50(4), 472–475. <http://doi.org/10.1088/0031-9120/50/4/472>
- MaErol, M. (2024). *Investigating energy transfer and thermal equilibrium through Arduino-based experiments*. *Physics Education*, 59(3), 035023. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad55bc>
- Manu, F. A., Ramaila, S., & Ramnarain, U. (2025). *The Role of Arduino-Assisted Robotics Coding Application in Physics Learning: A Systematic Review*. *International Journal of Science, Mathematics and Technology Learning*, 32(2), 189–211.
- Marín-Marín, J.-A., García-Tudela, P. A., & Duo-Terrón, P. (2024). *Computational thinking and programming with Arduino in secondary education: A systematic review*. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29177>
- Martins, T. O. I., Cruz, F. A. O., Hahn, M. D., & Paes, J. L. (2024). *A new approach to determining the specific heat using the Arduino® platform and Newton's law of cooling*. *Physics Education*, 59, 025032. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad27a9>
- Martins, F., & Silva, R. P. (2024). *Arduino-based thermal conduction experiments for STEM learning*. *Physics Education*, 59(2), 025032. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad38b5>
- Moya, A. A. (2018). *An Arduino experiment to study free fall at schools*. *Physics Education*, 53(5), 055020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aad4c6>
- Moya, A. A. (2019). *Measuring angular speed and verifying rotational motion using Arduino*. *Physics Education*, 54(1), 015005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aae9cf>
- Moya, A. A., & Merino, A. (2022). *Building a digital barometer with Arduino to study forces due to atmospheric pressure and weather maps at schools*. *Physics Education*, 57(4), 045018. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac5c6e>
- Moya, A. A., & Macías, R. (2024). *An Arduino-based magnetic polarity detector and field intensity display*. *Physics Education*, 59(2), 023003. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1ba9>
- Nannim, F. A., Ibezim, N. E., Mosia, M., & Oguguo, B. C. E. (2025). *Project-based learning with Arduino robots: Impact on undergraduate students' achievement and task persistence in robotics programming*. *Frontiers in Robotics and AI*, 12, 1615427. <https://doi.org/10.3389/frobt.2025.1615427>

- Narzullóyev, U. A. (2025). *Using Arduino to complete physics lab work in the seventh grade while studying Ohm's law*. *Excellencia: International Multi-Disciplinary Journal of Education*, 3(1).
- Organtini, G. (2018). *Arduino as a Tool for Physics Experiments*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1076(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1076/1/012026>
- Oliveira, A. R., Moreira, M. M., & de Souza, M. A. (2019). *Exploring mutual induction phenomena using Arduino*. *Physics Education*, 54(5), 053001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab2557>
- Oliveira, V. (2019). Measuring time intervals in the classroom with the Arduino board and a Hall effect sensor. *Physics Education*, 54, 053001. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab26bf>
- Ouariach, A., El Hadi, M., El Moussaouy, A., Hachmi, A., Magrez, H., & Bria, D. (2020). *Development of an educational low-cost teslameter by using Arduino* <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab78dd>
- Pabuçcu-Akış, A. (2024). *Using Arduino in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Bibliometric Analysis*. *Science Education International*, 35(2), 73–84. <https://doi.org/10.33828/sei.v35.i2.1>
- Pereira, N. S. A. (2016). *Measuring the RC time constant with Arduino*. *Physics Education*, 51(6), 065007. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/51/6/065007>
- Petry, C. A., Pacheco, F. S., Lohmann, D., Correa, G. A., & Moura, P. (2016). *Project teaching beyond Physics: Integrating Arduino to the laboratory*. Proceedings of IEEE EDUCON.
- Phayphung, W., Phannarai, K., Prasitpong, S., & Rakkapao, S. (2023). *Explore the polarisation ability of sunglasses using Arduino-based lux meter*. *Physics Education*, 58(5), 055006. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ace1c6>
- Phayphung, W., Prasitpong, S., & Rakkapao, S. (2024). *Analysing the acoustic Doppler effect using an Arduino sensor*. *Physics Education*, 59(4), 045019.
- Pratidhina, E., Rosana, D., & Kuswanto, H. (2022). “Designing Physics Hands-On Experiment for Distance Learning Using Arduino and Block-Based Programming Language.” *TEM Journal*, 11(1), 374–378. DOI: 10.18421/TEM111-47
- Prasitpong, S., Phayphung, W., & Rakkapao, S. (2023). *Investigate the physics of instant noodles in a hot cup using Arduino temperature sensors*. *Physics Education*, 58(2), 025005. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/aca863>
- Piccione, A., Massa, A. A., Ruggiero, M. L., Serio, M., Rinaudo, M., Marocchi, D., & Marino, T. (2024). *Training teachers on new topics and new tools in Physics education*. *Journal of Physics: Conference Series*, 2693(012010). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2693/1/012010>
- Pickup, D. M., & Roch, G. E. (2025). *Arduino-based infrared power meter for use with a Leslie cube*. *Physics Education*, 60(3), 035010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/adba32>
- Pili, U., & Violanda, R. (2019). *Measurement of the gravitational acceleration using a simple pendulum apparatus, ultrasonic sensor, and Arduino*. *Physics Education*, 54(4), 043009. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab2011>
- Puantha, R., Khammarew, W., Tong-on, A., & Saphet, P. (2019). *The speed of sound in air of pipe acoustic resonance via the Arduino with LabVIEW interface*. *Physics Education*, 54(1), 015009. DOI 10.1088/1361-6552/aaea12
- Sahjwani, H. K. (2023). *Physics Experiments with Arduino: Out of Box Experiments*. New Delhi: Scientific International Publishing.
- Saparov, B., Allyyev, M., Kalandarov, D Uzal, G. (2022). *The Use of Arduino in Physics Laboratories*. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 21(3), 88–100.
- Sari, U. (2019). *Using the Arduino for the experimental determination of a friction coefficient by movement on an inclined plane*. *Physics Education*, 54(3), 035010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab0919>
- Schnider, D., & Hömöstrei, M. (2024). *Arduino-supported kinematics measurements*. *Physics Education*, 59(5), 055015. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad672a>
- Uzal, G. (2022). *The Use of Arduino in Physics Laboratories*. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 21(3), 88–100.
- Van Bien, N., & Hai, D. M. (2019). *An Arduino-based wireless measuring car designed to investigate Newton's II law*. *Physics Education*, 54(6), 063002. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab3f0a>

- Vitkóczy, F., Jenei, P., Piláth, K., & Kopasz, K. (2025). *Practical STEM project with Arduino: Classroom applications and constructing thermodynamic measurement tool*. *Physics Education*, 60(4), 045015. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/add980>
- Wahid, S. Z. (2020). *Analyze student acceptance of Arduino microcontroller board as IoT development tools*. ResearchGate preprint.
- Wijnen, F., Walma van der Molen, J., & Voogt, J. (2024). *Measuring primary school teachers' attitudes towards new technology use: Development and validation of the TANT questionnaire*. *SN Social Sciences*, 4, 32. <https://doi.org/10.1007/s43545-024-00836-6>
- Yıldız, B. (2020). *Developing the attitude scale for Arduino use in courses*. *Ilkogretim Online*, 19(2), 982–990. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.695841>
- Yusro, A. C., Pratama, H., Maduretno, T. W., & Hudha, M. N. (2019). *Analysis of the skills of physics teacher candidates in designing simple Arduino-based physics experiments*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(012051). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012051>

## Ελληνική βιβλιογραφία

- Georgopoulos, K., Stylos, G., Evangelou, E., Nousis, V., & Kotsis, K. T. (2024). *Measurement of kinetic friction coefficient using an Arduino*. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 13(7), 13326–13327. <https://doi.org/10.15680/IJIRSET.2024.1307098>
- Karakotsou, C., & Zafiriadis, I. (2023). *Teaching uniform linear motion using an Arduino sensor and a smartphone device*. *Physics Education*, 58(2), 025013. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acace2>
- Νούσης, Β., Στύλος, Γ., Γεωργόπουλος, Κ., Αναχωρήλης, Ε., & Κώτσης, Κ. (2023). *Η χρήση του Arduino σε πειράματα των Φυσικών Επιστημών*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Νούσης, Β. (2023). *Η χρήση του Arduino σε πειράματα των Φυσικών Επιστημών*. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.
- Νούσης, Β. (2024a). *Ο Arduino στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών*. Ηγουμενίτσα: Αυτοέκδοση.
- Νούσης, Β. (2024b). *Arduino για αρχάριους: με έμφαση στη χρήση του στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών*. Ηγουμενίτσα: Αυτοέκδοση.
- Ntourou, V., Kalogiannakis, M., & Psycharis, S. (2021). *A study of the impact of Arduino and visual programming in self-efficacy, motivation, computational thinking and 5th grade students' perceptions on electricity*. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(5), em1960. <https://doi.org/10.29333/ejmste/10842>
- Ntourou, M., Papatheocharous, E., & Papatheocharous, I. (2021). *Integrating Scratch and Arduino for Computational Thinking Development*. *Education and Information Technologies*, 26(4), 4527–4546
- Stylos, G., Georgopoulos, K., Nousis, V., & Kotsis, K. T. (2024). *Using Arduino in introductory thermal energy experiments: The case of thermal equilibrium*. *The Physics Teacher*, 62(9), 669–671. <https://doi.org/10.1119/5.0158176>

## Παράρτημα Α : Φύλλα Εργασίας

### Φύλλο Εργασίας 1

#### Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>: Εισαγωγή-Ηλεκτρομαγνητισμός

##### 1.1 Εισαγωγή στη χρήση Arduino – Δημιουργία Κυκλώματος με LED

##### 1.1.2 Χρησιμοποιώντας το Arduino UNO προσπαθήστε να ανάψετε ένα λαμπάκι LED.

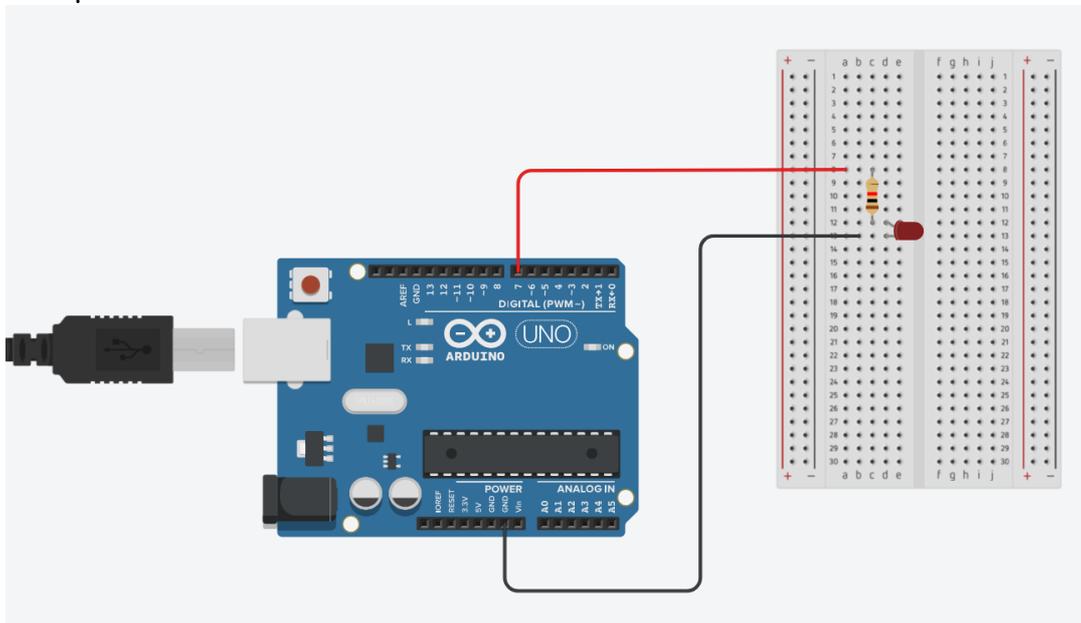
#### Υλικά:

- Arduino UNO – Breadboard
- Λαμπάκι LED
- Αντίσταση 220Ω

#### Εκτέλεση:

- 1 Συνδέστε το αρνητικό άκρο (καθόδιο) του LED στη γείωση (GND) του Arduino μέσω ενός καλωδίου.
- 2 Συνδέστε το θετικό άκρο (ανωδικό) του LED σε μία από τις ψηφιακές εξόδους του Arduino.
- 3 Τοποθετήστε την αντίσταση 220Ω σε σειρά με το θετικό άκρο του LED για να περιορίσετε το ρεύμα .
- 4 Χρησιμοποιώντας το Arduino UNO προσπαθήστε να ανάψετε το LED.

#### Κύκλωμα:



Εικόνα 6:Κύκλωμα για το άναμα ενός LED με τη χρήση Arduino (Δημιουργήθηκε μέσω Tinkercad).

#### Κώδικας:

```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  pinMode(7,OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop() {  
  // put your main code here, to run repeatedly:  
  digitalWrite(7,HIGH);  
}
```

### 1.1 .Χρησιμοποιώντας το Arduino UNO προσπαθήστε να ανάψετε τρία λαμπάκια LED σε σειρά χρησιμοποιώντας διαφορετικές αντιστάσεις.

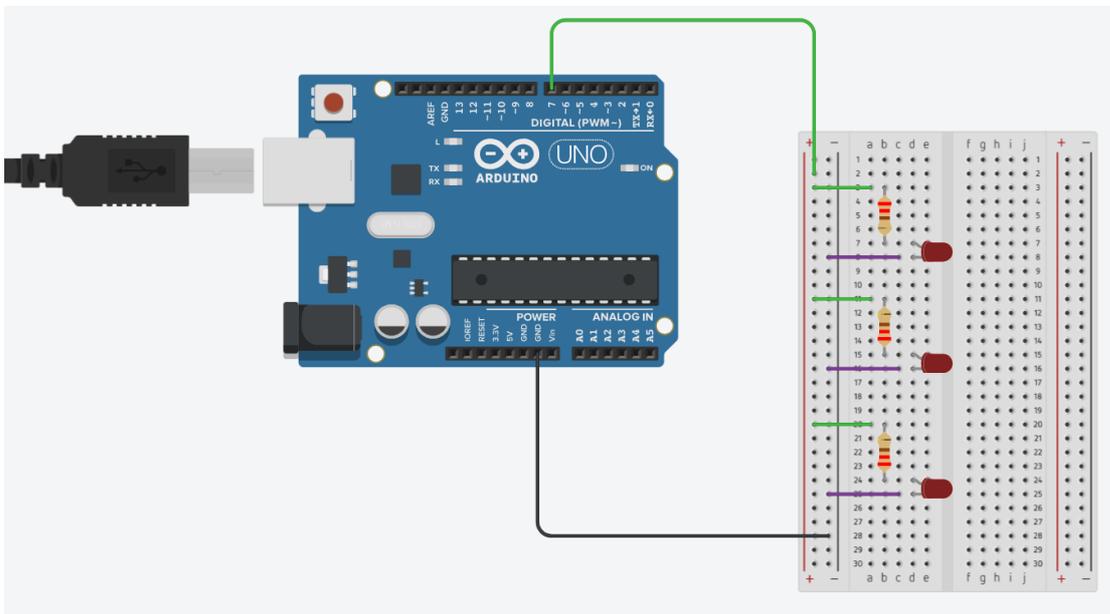
#### Υλικά:

- Arduino UNO – Breadboard
- 3 Λαμπάκια LED
- Αντίσταση 220Ω - 1kΩ - 10 kΩ

#### Εκτέλεση:

- 1 Συνδέστε κάθε LED όπως στην ενότητα 1.1.
- 2 Χρησιμοποιήστε μια αντίσταση 220Ω για το πρώτο LED, 1kΩ για το δεύτερο και 10kΩ για το τρίτο.
- 3 Παρατηρείστε την ένταση των LED σε κάθε τιμή της αντίστασης.

#### Κύκλωμα:



Εικόνα 7: Κύκλωμα για το άναμα ενός LED με τη χρήση Arduino (Δημιουργήθηκε μέσω Tinkercad).

#### Κώδικας:

Ίδιος κώδικας με 1.1.2

## 1.2 Πείραμα 1<sup>ο</sup> : Ανίχνευση Αγωγών και Μονωτών σε Ηλεκτρικό Κύκλωμα

Σύνδεση με σχολικό Βιβλίο: Φυσικά Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα 6 «Ηλεκτρισμός», Υποενότητα ΦΕ6: «Αγωγοί και Μονωτές», Πείραμα από το Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή σελίδα 112. Σκοπός: Να διερευνήσουμε ποια υλικά άγουν τον ηλεκτρισμό και ποια μονώνουν, χρησιμοποιώντας Arduino UNO ως ανιχνευτή αγωγιμότητας. Να κατανοήσουμε ότι οι αγωγοί «κλείνουν» το κύκλωμα επιτρέποντας στο ρεύμα να περάσει, ενώ οι μονωτές κρατούν το κύκλωμα «ανοιχτό». Φτιάξτε έναν ελεγκτή αγωγιμότητας: ακουμπήστε δύο «κροκοδειλάκια» πάνω στο υλικό που θέλετε να ελέγξετε. Αν το υλικό είναι αγωγός, θα ανάβει LED. Αν είναι μονωτής, τότε όχι.

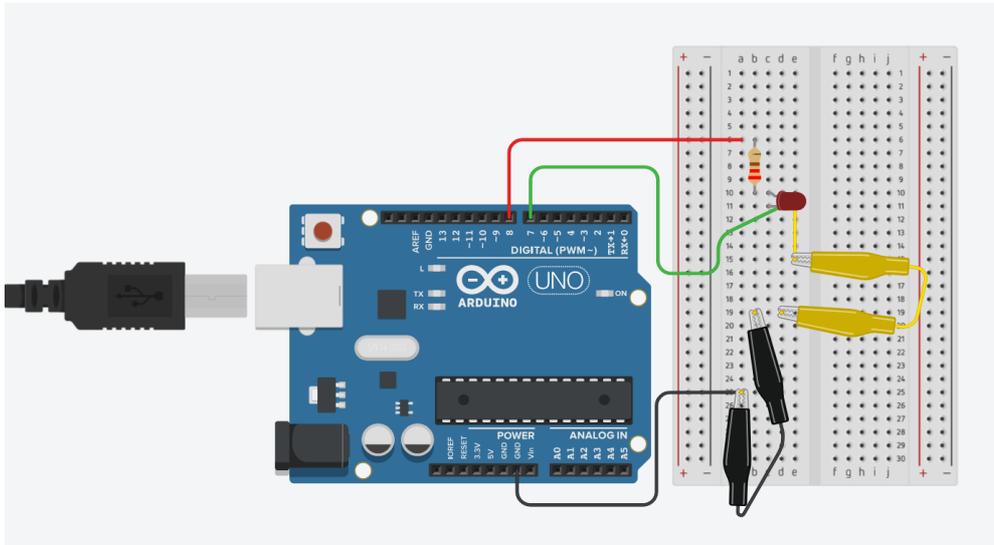
### Υλικά:

- Arduino UNO
- Breadboard
- 2 καλώδια με κροκοδειλάκια (probes)
- 1 LED (π.χ. κόκκινο)
- 1 αντιστάτης 1kΩ (για το LED)
- Δείγματα υλικών: συνδετήρας, κέρμα, πλαστικό, ξύλο.

### Πειραματική Διάταξη:

- Φτιάξε ένα απλό κύκλωμα ένδειξης με LED:
- Προσάρμοσε ένα καλώδιο με κροκοδειλάκι ώστε να ενώνεται με jumper (M–M) και να καταλήγει στο GND.
- Αντίστοιχα, ένα δεύτερο καλώδιο με κροκοδειλάκι να ενώνεται με jumper (M–M) και να καταλήγει σε ψηφιακή είσοδο του Arduino.
- Αυτά τα δύο κροκοδειλάκια είναι τα probes που ακουμπάμε πάνω στα υλικά. Αν το υλικό είναι αγωγός, κλείνει το κύκλωμα και το Arduino «βλέπει» ρεύμα να περνά και ανάβει το LED, αν είναι μονωτής, το κύκλωμα μένει ανοιχτό και δεν υπάρχει αντίδραση.

### Κύκλωμα:



Εικόνα 8:Κύκλωμα για ανίχνευση υλικών σε αγωγούς και μονωτές με τη χρήση Arduino (Δημιουργήθηκε μέσω Tinkercad).

### Κώδικας:

```
#define PROBE_PIN 7 // pin για probe (είσοδος)
#define LED_PIN 8 // pin για LED

void setup() {
  pinMode(PROBE_PIN, INPUT_PULLUP); // ενεργοποίηση εσωτερικής αντίστασης
  pull-up
  pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int reading = digitalRead(PROBE_PIN);

  if (reading == LOW) { // κύκλωμα κλειστό (αγωγός)
    digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
    Serial.println("Αγωγός");
  } else { // κύκλωμα ανοιχτό (μονωτής)
    digitalWrite(LED_PIN, LOW);
    Serial.println("Μονωτής");
  }

  delay(500);
}
```

### 1.3 Πείραμα 2<sup>ο</sup> : Ανίχνευση Μαγνητικού Πεδίου

Σύνδεση με σχολικό Βιβλίο: Φυσικά ΣΤ΄ Δημοτικού, Ενότητα 9 «Ηλεκτρομαγνητισμός», Υποενότητα ΦΕ3: «Από τον Ηλεκτρισμό Στον Μαγνητισμό – Ο Ηλεκτρομαγνήτης», Πείραμα από το Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή σελίδα 129.

Σκοπός: Η διαδικασία ανίχνευσης της έντασης του μαγνητικού πεδίου με χρήση του αισθητήρα Hall.

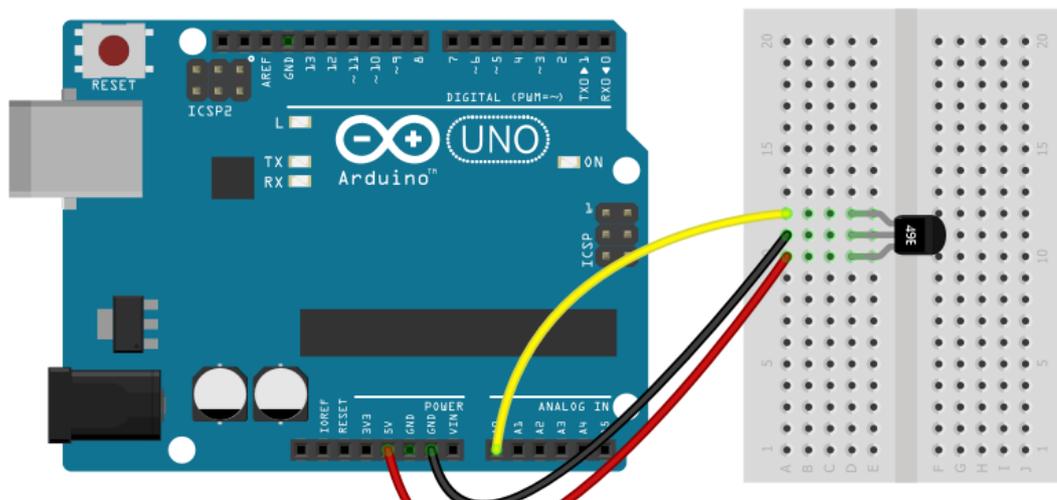
#### Υλικά:

- Arduino UNO – Breadboard
- Αισθητήρας Hall Sensor
- Μαγνήτες

#### Πειραματική Διάταξη:

- Συνδέστε τον αισθητήρα Hall με το Arduino.
- Παρατηρήστε την καταγραφή της μέτρησης του μαγνητικού πεδίου.
- Έπειτα πλησιάστε στον αισθητήρα διάφορους μαγνήτες και παρατηρήστε την τιμή του μαγνητικού πεδίου.

#### Κύκλωμα:



Εικόνα 9:Σύνδεση αισθητήρα Hall και Arduino (Δημιουργήθηκε μέσω Tinkercad).

#### Κώδικας:

```
#include <MsTimer2.h>
#define HALLSENS_PIN A0 // Η αναλογική είσοδος στην οποία συνδέεται ο
αισθητήρας μαγνητικού πεδίου
#define ADCZERO 505L// Η πειραματική τιμή που επιστρέφει ο A/D μετατροπέας με
τον αισθητήρα εκτός μαγνητικού πεδίου.
#define ADCVTOGAUSS 3.4877 // Συντελεστής μετατροπής της τιμής του A/D
μετατροπέα σε Gauss
// Πτητική μεταβλητή που όταν γίνεται true δηλώνει ότι είναι η κατάλληλη στιγμή
// για αποστολή των δεδομένων στη σειριακή κονσόλα
```

```

volatile boolean intEnabled = false;
// Η ρουτίνα διαχείρισης της διακοπής του χρονιστή #2.
// Όταν εκτελείται απλά θέτει την τιμή της μεταβλητής intEnabled σε true
void runADC()
{
intEnabled = true;
}
void setup()
{
Serial.begin(115200); //Ενεργοποίηση σειριακής επικοινωνίας
MsTimer2::set(500, runADC); // Η ρουτίνα runADC() θα εκτελείται κάθε 500 ms
// δηλ. ο ρυθμός δειγματοληψίας είναι 2 Hz.
}
void loop()
{
Serial.print("Send a key to start...");
while (Serial.available() == 0); // Αναμονή μέχρι τη σειριακή λήψη κάποιου χαρακτήρα
MsTimer2::start(); // Ενεργοποίηση της διακοπής του χρονιστή #2
do // Βρόχος do ... while
{
float gauss = (analogRead(HALLSENS_PIN) - ADCZERO) * ADCVTOGAUSS;
if (intEnabled)
{Serial.print(gauss, 2);
Serial.println(" Gauss ");
intEnabled = false;
}
}
while (Serial.read() != 'S'); // Επανάληψη μέχρι να ληφθεί ο χαρακτήρας 'S'
MsTimer2::stop(); // Απενεργοποίηση της διακοπής χρονιστή
}

```

## Φύλλο Εργασίας 2

### Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>: Θερμότητα

#### 2.1 Πείραμα 1<sup>ο</sup> : Βρασμός Νερού

Σύνδεση με σχολικό Βιβλίο: Φυσικά Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα 5 «Θερμότητα», Υποενότητα ΦΕ3: «Τήξη & Πήξη», Πείραμα από το Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή σελίδα 78.

Σκοπός: Με το πείραμα του βρασμού του νερού επιδιώκουμε να παρατηρήσουμε πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία του νερού καθώς θερμαίνεται και να διαπιστώσουμε ότι, όταν το νερό αρχίζει να βράζει, η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή. Στόχος είναι να κατανοήσουμε τη διαδικασία του βρασμού ως φυσικό φαινόμενο αλλαγής κατάστασης από υγρό σε αέριο και να συνδέσουμε την παρατήρηση με την έννοια της μεταβολής φάσης.

### Υλικά:

- Arduino UNO - Breadboard
- Αδιάβροχος αισθητήρας θερμοκρασίας DS18B20
- Νερό
- Δοχείο
- Γκαζάκι

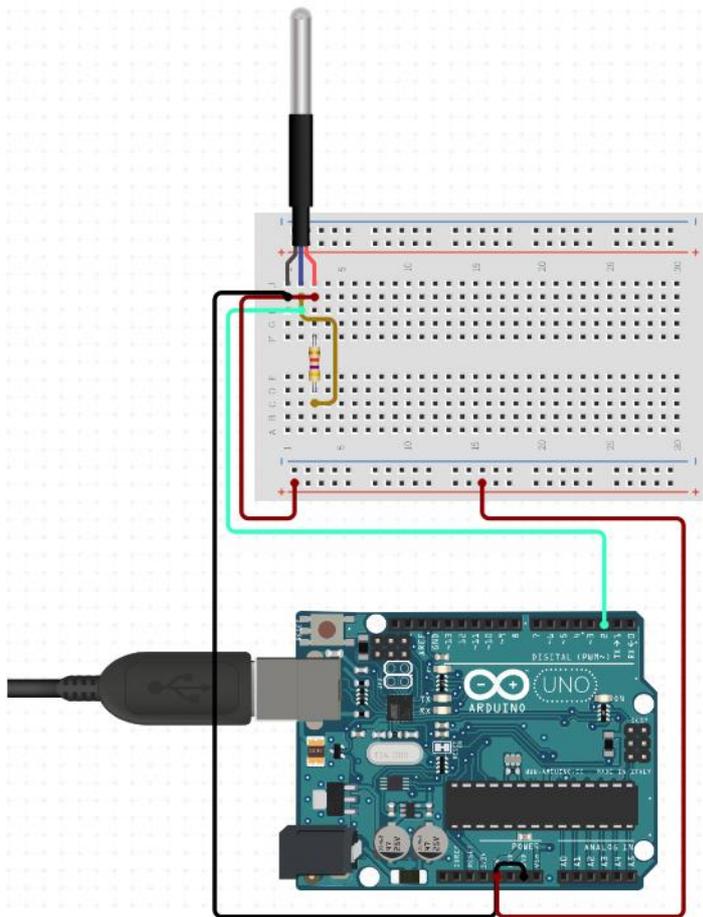
### Πειραματική Διάταξη

- Γεμίστε το δοχείο το νερό.
- Τοποθετήστε το δοχείο με το νερό πάνω στο αναμμένο μάτι/γκαζάκι.

### Εκτέλεση:

- 1 Τοποθετήστε τον ψηφιακό αισθητήρα θερμοκρασίας στο δοχείο.
- 2 Μετρήστε τις θερμοκρασίες κάθε 10 δευτερόλεπτα έως ότου φτάσετε στο βρασμό του νερού.
- 3 Καταγράψτε τις μετρήσεις σε έναν πίνακα για ανάλυση.

### Κύκλωμα:



Εικόνα 10: Σύνδεση αδιάβροχου αισθητήρα θερμοκρασίας DS18B20 με Arduino

(Δημιουργήθηκε μέσω Tinkercad).

**Κώδικας:**

```
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define DS18B20_PIN 7 // Το pin δεδομένων του αισθητήρα (σύνδεσέ το στο D7)

OneWire oneWire(DS18B20_PIN);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin(); // Εκκίνηση επικοινωνίας με τον αισθητήρα
}

void loop() {
  sensors.requestTemperatures(); // Ζήτα μέτρηση θερμοκρασίας
  float tempC = sensors.getTempCByIndex(0); // Διάβασε τη θερμοκρασία (°C)
  float time_s = millis() / 1000.0;

  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.print(tempC);
  Serial.print(" °C   Time= ");
  Serial.print(time_s, 1);
  Serial.println(" s");

  delay(10000); // 10 δευτερόλεπτα καθυστέρηση
}
```

**2.2 Πείραμα 2<sup>ο</sup>: Θερμική Ισορροπία**

Σύνδεση με σχολικό Βιβλίο: Φυσικά Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα 5 «Θερμότητα», Υποενότητα ΦΕ2: «Θερμοκρασία & Θερμότητα Δύο Διαφορετικές Έννοιες», Πείραμα από το Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή σελίδα 75.

Σκοπός: Μέτρηση θερμοκρασιών με ακρίβεια και να διαπιστώσουμε τη συμπεριφορά των υγρών σε διαφορετικές θερμοκρασίες έως ότου επέλθει θερμική ισορροπία.

### Υλικά:

- Arduino UNO - Breadboard
- 2 αδιάβροχους αισθητήρες θερμοκρασίας DS18B20
- Μεταλλικό αγωγίμο δοχείο
- Πλαστικό μονωτικό δοχείο (μεγαλύτερο του μονωτικού)
- Ζεστό νερό
- Νερό σε θερμοκρασία δωματίου

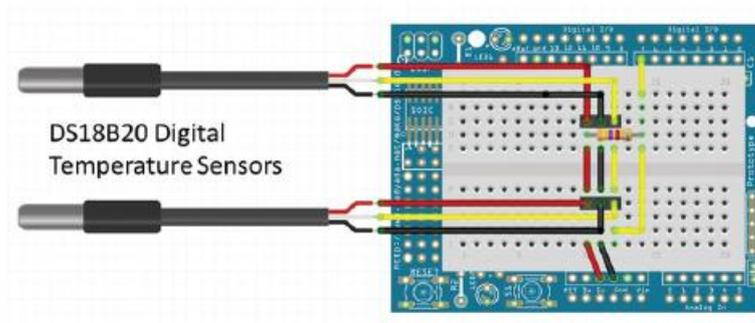
### Πειραματική Διάταξη:

- Στερεώστε το μεταλλικό δοχείο σταθερά μέσα στο πλαστικό δοχείο.
- Γεμίστε το μεταλλικό δοχείο με ζεστό νερό και το πλαστικό δοχείο με νερό σε θερμοκρασία δωματίου.

### Εκτέλεση:

- 1 Τοποθετήστε από έναν ψηφιακό αισθητήρα θερμοκρασίας σε κάθε δοχείο.
- 2 Προσθέστε το ζεστό νερό και ανακατέψτε ελαφρά ώστε να εξασφαλίσετε ομοιόμορφη θερμοκρασία, αποφεύγοντας διαφορές θερμοκρασίας σε διαφορετικά βάθη του υγρού.
- 3 Μετρήστε τις θερμοκρασίες κάθε 10 δευτερόλεπτα.
- 4 Καταγράψτε τις μετρήσεις σε έναν πίνακα για ανάλυση.

### Κύκλωμα:



Εικόνα 11: Σύνδεση δύο αδιάβροχων αισθητήρων θερμοκρασίας DS18B20 με Arduino (Χρησιμοποιήθηκε από την εργασία των Stylos et.al, 2024)

### Κώδικας:

```
#include <OneWire.h>
```

```
#include <DallasTemperature.h>
```

```
#define DS18B20_PIN 7 // Όλοι οι αισθητήρες στο ίδιο pin
```

```

OneWire oneWire(DS18B20_PIN);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.begin(); // Εκκίνηση επικοινωνίας με τους αισθητήρες
}

void loop() {
  sensors.requestTemperatures(); // Ζήτα μετρήσεις από όλους

  float tempC1 = sensors.getTempCByIndex(0); // 1ος αισθητήρας
  float tempC2 = sensors.getTempCByIndex(1); // 2ος αισθητήρας
  float time_s = millis() / 1000.0;

  Serial.print("Temperature 1 =");
  Serial.print(tempC1);
  Serial.print(" °C");
  Serial.print(" Temperature2 = ");
  Serial.print(tempC2);
  Serial.print(" °C Time= ");
  Serial.print(time_s, 1);
  Serial.println(" s");

  delay(10000); // Καθυστέρηση 10 δευτερολέπτων
}

```

### **Φύλλο Εργασίας 3**

#### **Δραστηριότητα 3: Μηχανική**

##### **3.1 Πείραμα 1<sup>ο</sup> : Κύλιση Σώματος**

Σύνδεση με σχολικό Βιβλίο: Φυσικά Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα 9 «Μηχανική», Υποενότητα ΦΕ1: «Ταχύτητα», Πείραμα από το Τετράδιο Εργασιών του Μαθητή σελίδα 162.

Σκοπός: Μελέτη της εξάρτησης της δύναμης της τριβής σε επιφάνεια από διαφορετικά υλικά.

**Υλικά:**

- Arduino UNO - Breadboard
- Αισθητήρας υπερήχων Ultrasonic Sensor
- Αυτοκινητάκι
- Σώμα μάζας  $m$
- Σκοινί
- Κολλητική ταινία ή πλαστελίνη

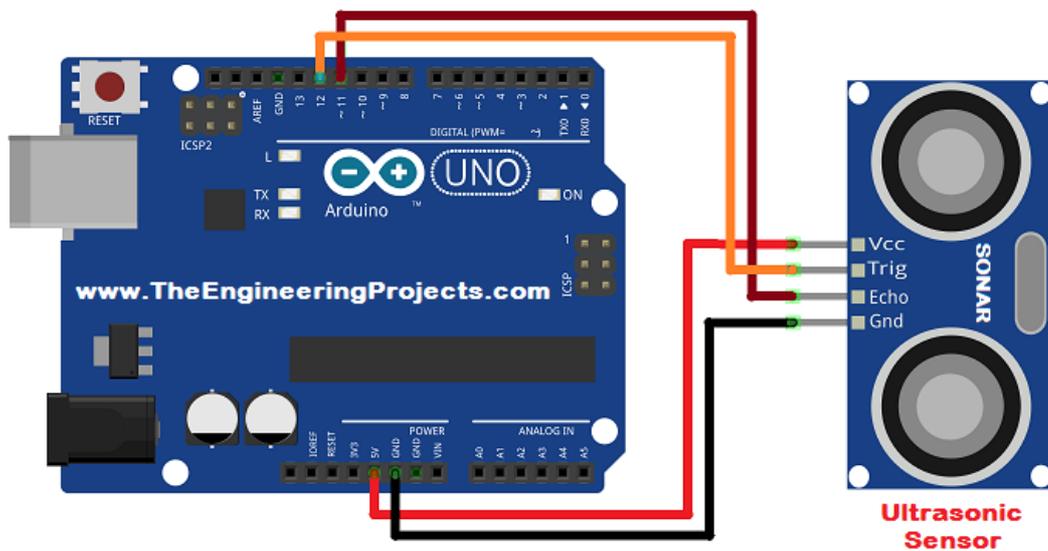
**Πειραματική Διάταξη**

- Στερεώνουμε τον αισθητήρα υπερήχων ώστε να «βλέπει» το αυτοκινητάκι που θα σύρεται πάνω σε διαφορετικές επιφάνειες. Σταθεροποιούμε τη βάση του αισθητήρα με κολλητική ταινία ή πλαστελίνη.
- Το αυτοκινητάκι συνδέεται με το σώμα μάζας  $m$ .
- Το σώμα μάζας  $m$  αφήνεται στο κενό από την άκρη του οριζόντιου επιπέδου.
- Η μετατόπιση του αυτοκινήτου καταγράφεται σε συνάρτηση του χρόνου από τον αισθητήρα.

**Εκτέλεση:**

- 1 Καταγράψτε τις τιμές απόστασης από τον αισθητήρα και χρόνου.
- 2 Συγκρίνετε τα αποτελέσματα σας.

**Κύκλωμα:**



Εικόνα 12:Σύνδεση αισθητήρα υπερήχων με Arduino (Δημιουργήθηκε μέσω (Tinkercad).

### Κώδικας:

```
#include <NewPing.h> // Συμπερίληψη βιβλιοθήκης NewPing
#define TRIGGER_PIN 12 // Ακίδα του Arduino συνδεδεμένη στην ακίδα Trigger του
αισθητήρα
#define ECHO_PIN 11 // Ακίδα του Arduino συνδεδεμένη στην ακίδα Echo του αισθητήρα
NewPing us_sensor(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN); // Δημιουργία-ρύθμιση αντικειμένου
NewPing
void setup()
{
Serial.begin(9600); // Ενεργοποίηση σειριακής επικοινωνίας στα 9600 bps
}
void loop()
{
float time_s = millis() / 1000.0;
Serial.print("Distance: ");
Serial.print(us_sensor.ping_cm()); // Απόσταση σε cm
Serial.print(" cm Time=");
Serial.print(time_s, 1);
Serial.println(" s");
```

```
delay(200); // Αναμονή  
}
```

## **Παράρτημα Β: Ερωτηματολόγιο**

**Ερωτηματολόγιο: Νέες Τεχνολογίες (πριν και μετά την παρέμβαση) (Wijnen et al, 2024)**

1. Πιστεύω ότι είναι κρίσιμο οι μαθητές να κατανοούν τον ρόλο της νέας τεχνολογίας στην εκπαίδευση.
2. Πιστεύω ότι είναι πολύ σημαντικό για το μέλλον των μαθητών να έχουν την ευκαιρία να μάθουν να εργάζονται με νέες τεχνολογίες στο σχολείο.
3. Πιστεύω ότι είναι απαραίτητο οι μαθητές να μάθουν να εργάζονται με NT στο σχολείο, ώστε να είναι προετοιμασμένοι για κοινωνικές εξελίξεις.
4. Πιστεύω ότι, με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορώ να παρέχω μεγαλύτερη ποικιλία στις εργασίες που προσφέρω στους μαθητές μου.
5. Πιστεύω ότι, με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας, μπορώ εύκολα να διαφοροποιώ τον τρόπο με τον οποίο προσφέρω το περιεχόμενο προς εκμάθηση.
6. Έχω μια αρνητική αίσθηση όταν πρέπει να κάνω κάτι καινούριο με νέα τεχνολογία στα μαθήματά μου.
7. Νιώθω νευρικότητα με την ιδέα να χρησιμοποιώ νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
8. Νιώθω ένταση όταν πρέπει να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
9. Πιστεύω ότι απαιτείται μεγάλη προσπάθεια για να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου
10. Πιστεύω ότι είναι πολύ δύσκολο να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
11. Πιστεύω ότι είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου με τον τρόπο που θα ήθελα.
12. Γνωρίζω καλά τις νέες τεχνολογίες που μπορώ να χρησιμοποιήσω στα μαθήματα που διδάσκω.
13. Ξέρω ακριβώς πώς μπορώ να χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες για να παρουσιάσω έννοιες του μαθήματος που διδάσκω με διαφορετικό τρόπο.
14. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που ενισχύουν τη μαθησιακή διαδικασία των μαθητών μου.
15. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που ενισχύουν την παιδαγωγική στις διδασκαλίες μου.
16. Είμαι αρκετά ικανός/ή να επιλέγω νέες τεχνολογίες που υποστηρίζουν το περιεχόμενο των μαθημάτων που διδάσκω.

17. Είμαι αρκετά ικανός/ή να προσφέρω μαθήματα που συνδυάζουν κατάλληλα περιεχόμενο, τεχνολογία και παιδαγωγική.
18. Για μένα, η διαθεσιμότητα προγραμμάτων επιμόρφωσης καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
19. Για μένα, η διαθεσιμότητα τεχνικής υποστήριξης καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες στα μαθήματά μου.
20. Για μένα, η διαθεσιμότητα υποστήριξης περιεχομένου, με τη μορφή ενός υπεύθυνου ΤΠΕ, καθορίζει αν θα χρησιμοποιήσω νέες τεχνολογίες.
21. Έχω την αίσθηση ότι οι νέες τεχνολογίες έχουν σημαντική θέση στην εκπαίδευση στο σχολείο.
22. Έχω την αίσθηση ότι υπάρχει ξεκάθαρο όραμα για τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση στο σχολείο.
23. Έχω την αίσθηση ότι η χρήση νέων τεχνολογιών στα μαθήματα εκτιμάται από τους συναδέλφους και τη διοίκηση στο σχολείο.
24. Έχω την αίσθηση ότι οι συνάδελφοί μου θεωρούν τη χρήση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση σημαντική.
25. Πόσο συχνά πιστεύετε οι μαθητές θα χρησιμοποιούν ΝΤ για να δουλέψουν πάνω σε απαιτητικά προβλήματα στα μαθήματά σας;

### **1<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση(Υıldız, 2020)**

1. Θα ήθελα να χρησιμοποιώ Arduino στα μαθήματά μου.
2. Η χρήση Arduino αυξάνει το κίνητρο των μαθητών για το μάθημα.
3. Η χρήση Arduino κάνει τους μαθητές πιο κοινωνικούς.
4. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για διαφορετικά μαθήματα (Μαθηματικά, Αγγλικά, Τουρκικά κ.λπ.).
5. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των ηλικιών.
6. Η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση μέσω εμπειρίας.
7. Η χρήση Arduino προσφέρει μάθηση με διασκέδαση.
8. Η χρήση Arduino βοηθά τους μαθητές να ενσαρκώνουν αφηρημένες έννοιες.
9. Η χρήση Arduino υποστηρίζει τη συνεργασία στην τάξη.
10. Η χρήση Arduino βελτιώνει την ποιότητα της εκπαίδευσης.
11. Η χρήση Arduino αυξάνει την επιτυχία των μαθητών.
12. Η χρήση Arduino έχει εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα.
13. Κάθε μάθημα είναι κατάλληλο για χρήση Arduino.
14. Η χρήση Arduino ενδυναμώνει την επικοινωνία στην τάξη.
15. Η χρήση Arduino αυξάνει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών
16. Η χρήση Arduino κάνει το περιεχόμενο πιο διασκεδαστικό.
17. Η χρήση Arduino είναι κατάλληλη για μαθητές όλων των επιπέδων.
18. Η χρήση Arduino μπορεί να εμπλουτίσει το περιεχόμενο του μαθήματος.

19. Το Arduino πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύντομα στα μαθήματα.
20. Η χρήση Arduino διευκολύνει τους μαθητές να οικοδομούν μόνοι τους τη γνώση.
21. Η χρήση Arduino αυξάνει τις γνώσεις των μαθητών στα θέματα διδασκαλίας.

## **2<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση (Wahid, 2020)**

1. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino στο έργο μου με βοηθά να ολοκληρώνω εργασίες πιο γρήγορα.
2. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino βελτιώνει την απόδοση του έργου μου.
3. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino αυξάνει την παραγωγικότητά μου.
4. Η εκμάθηση χειρισμού της πλατφόρμας Arduino είναι εύκολη για μένα.
5. Μου είναι εύκολο να κάνω την πλατφόρμα Arduino να κάνει αυτό που θέλω.
6. Η αλληλεπίδρασή μου με το Arduino δεν απαιτεί μεγάλη προσπάθεια.
7. Είναι εύκολο για μένα να γίνω ικανός στη χρήση της τεχνολογίας Arduino.
8. Βρίσκω την πλατφόρμα Arduino εύκολη στη χρήση.
9. Όταν αλληλεπιδρώ με την πλατφόρμα Arduino, δεν καταλαβαίνω πώς περνάει η ώρα.
10. Όταν αλληλεπιδρώ με την πλατφόρμα Arduino, συχνά ξεχνώ τις δουλειές που πρέπει να κάνω.
11. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino μου δίνει ευχαρίστηση.
12. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino μου δίνει διασκέδαση.
13. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino διεγείρει την περιέργειά μου.
14. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino με οδηγεί σε εξερεύνηση.
15. Η χρήση της πλατφόρμας Arduino διεγείρει τη φαντασία μου.
16. Όταν ξεκινήσω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino, δυσκολεύομαι να σταματήσω.
17. Ανυπομονώ για τα μέρη του έργου μου που απαιτούν τη χρήση της τεχνολογίας Arduino.
18. Μου αρέσει να δουλεύω με την πλατφόρμα Arduino.
19. Σκοπεύω να συνεχίσω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.
20. Περιμένω ότι θα χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.
21. Σχεδιάζω να χρησιμοποιώ την πλατφόρμα Arduino στο μέλλον.

Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στη διαμόρφωση συγκεκριμένων ερωτήσεων σε επιμέρους κλίμακες. Η τελική διαμόρφωση των κλιμάκων προκύπτει ως εξής:

Ερωτηματολόγιο: Νέες Τεχνολογίες (πριν και μετά την παρέμβαση)

Στάση απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες (ATT), περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 1, 2, 3, 4 και 5.

Άγχος / Τεχνοφοβία (ANX), περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 6, 7, 8, 9, 10 και 11.

Αυτοαποτελεσματικότητα (SELF\_EF), περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 12, 13, 14, 15, 16 και 17.

Θεσμική Υποστήριξη / Σχολική Κουλτούρα (SCH), περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 και 25.

### **1<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση:**

Παιδαγωγική Αξία Arduino (PV) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 6, 7, 8, 10, 12, 18, 20 και 21.

Κίνητρο & Εμπλοκή Μαθητών(ENG) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 2, 11 και 16.

Κοινωνικές & Συνεργατικές Δεξιότητες(SOC) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 3, 9, 14 και 15.

Καταλληλότητα & Ευελιξία Χρήσης(APR) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 4, 5, 17 και 13.

Πρόθεση Χρήσης Arduino(INT) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 1 και 19.

2<sup>ο</sup> Ερωτηματολόγιο για τη χρήση του Arduino στην εκπαίδευση

Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (PU) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 1, 2 και 3.

Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (PEOU) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 4, 5, 6,7 και 8.

Εμβύθιση(DEEP) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 9, 10 και 16.

Απόλαυση & Εσωτερικό Κίνητρο(ENJ) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 11, 12, 13, 14, 15, 17 και 18.

Πρόθεση Συνέχισης Χρήσης(CONT) περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 19, 20 και 21.

### **Ερωτήσεις Συνεντεύξεων:**

Λίστα ανοικτών ερωτήσεων συνέντευξης (παράγωγη από τα ερωτηματολόγια)

1. Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα Arduino

Η πλατφόρμα Arduino επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της εργασίας σας;

(συνολική απόδοση, ταχύτητα)

1. Πώς θεωρείτε ότι η χρήση της πλατφόρμας Arduino επηρεάζει την ταχύτητα και την αποτελεσματικότητα της εργασίας σας;

2. Με ποιους τρόπους θεωρείτε ότι βελτιώνει ή δεν βελτιώνει την απόδοση του έργου/μαθήματός σας;

2. Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης

Πώς βιώσατε τη διαδικασία εξοικείωσης, εκμάθησης και χρήσης του Arduino;

(φιλικότητα, ευκολία χρήσης, υπήρχαν απαιτητικά σημεία)

3. Πώς βιώσατε τη διαδικασία εκμάθησης και εξοικείωσης με το Arduino;

4. Πόσο εύκολο ή δύσκολο ήταν να κάνετε το Arduino να λειτουργήσει όπως θέλατε;

5. Ποια στοιχεία της αλληλεπίδρασης με την πλατφόρμα σας φάνηκαν πιο απαιτητικά και γιατί;

6. Πώς αξιολογείτε τη συνολική ευκολία χρήσης της τεχνολογίας Arduino;

### 3. Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση / Διασκέδαση

Ποια συναισθήματα βιώσατε κατά τη εφαρμογή του συστήματος Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία;

(περιέργεια, φαντασία, βαθμός ευχαρίστησης, επιθυμία για διερεύνηση)

7. Πώς νιώθετε όταν εργάζεστε ή πειραματίζεστε με το Arduino;

8. Σε ποιο βαθμό η χρήση του Arduino διεγείρει την περιέργεια, τη φαντασία ή την επιθυμία για εξερεύνηση;

9. Τι σας ευχαριστεί περισσότερο και τι λιγότερο στη χρήση του Arduino;

### 4. Στάση ως προς τη Χρήση

Από τη συνολική σας εμπειρία, θεωρείτε ότι η εφαρμογή της πλατφόρμας Arduino είναι χρήσιμη;

(θέλετε να την χρησιμοποιείτε και γιατί;)

10. Τι σας κάνει να θέλετε (ή να μη θέλετε) να χρησιμοποιείτε Arduino στο έργο σας;

11. Πώς θα περιγράφατε τη συνολική εμπειρία σας δουλεύοντας με την πλατφόρμα;

### 5. Πρόθεση Χρήσης στο Μέλλον

Πιστεύετε ότι η εφαρμογή της πλατφόρμας Arduino θα σας είναι χρήσιμη μελλοντικά;

(γενικά, παράγοντες που θεωρείτε χρήσιμους ή όχι για την εφαρμογή του)

12. Πόσο πιθανό θεωρείτε ότι θα συνεχίσετε να χρησιμοποιείτε Arduino στο μέλλον;

13. Ποιοι παράγοντες θα καθόριζαν την απόφασή σας να το χρησιμοποιήσετε περισσότερο ή λιγότερο;

### 6. Στάσεις Εκπαιδευτικών απέναντι στη Νέα Τεχνολογία (TANT)

Θεωρείτε ότι η χρήση των Νέων Τεχνολογιών, επηρεάζει συνολικά το πλαίσιο λειτουργίας του σχολείου;

Ειδικότερα: τον εκπαιδευτικό - σαν άνθρωπο, τη διδασκαλία του, την επαγγελματική του εξέλιξη, τη συνεργασία του με άλλους εκπαιδευτικούς – και το σχολείο (τη σχολική τάξη, την κουλτούρα του σχολείου).

14. Ποιες δυσκολίες ή συναισθήματα (π.χ. άγχος, νευρικότητα) σας δημιουργεί η χρήση νέας τεχνολογίας;

15. Ποια θεωρείτε τα μεγαλύτερα εμπόδια στη χρήση νέων τεχνολογιών στην τάξη σας;

16. Σε ποιο βαθμό επηρεάζουν την απόφασή σας παράγοντες όπως επιμόρφωση, τεχνική υποστήριξη ή υποστήριξη από συναδέλφους;

### 7. Θεωρήσεις για τον ρόλο του Arduino στην Εκπαίδευση (Attitude Scales)

Θεωρείτε ότι η χρήση του Arduino στην Εκπαίδευση είναι κατάλληλη για τις μαθητές; (ανάλογα με το μάθημα, την ηλικία, παρέχει εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα)

17. Πόσο κατάλληλο θεωρείτε το Arduino για διάφορα μαθήματα ή ηλικιακές ομάδες;

18. Με ποιους τρόπους πιστεύετε ότι το Arduino επηρεάζει τη μάθηση, τη συνεργασία και την κοινωνική αλληλεπίδραση των μαθητών;

19. Ποια εκπαιδευτικά πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα θεωρείτε ότι προσφέρει;

8. Αντιλήψεις για το Arduino ως μέσο προσωπικής, κοινωνικής και τεχνολογικής ανάπτυξης  
Θεωρείτε ότι η χρήση του Arduino συνεισφέρει στην απόκτηση τεχνολογικού εγγραμματισμού;

(ολοκληρώνει την μελλοντική τεχνολογική προετοιμασία των μαθητών, συνεισφέρει στην γενική τους εκπαίδευση;)

20. Πώς βλέπετε τη θέση του Arduino στη γενική εκπαίδευση των μαθητών;

Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε στη διαμόρφωση συγκεκριμένων θεματικών κατηγοριών (parent codes), οι οποίες περιλαμβάνουν επιμέρους child codes. Οι βασικές κατηγορίες παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

1. Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης

Child codes:

- Αρχική Δυσκολία
- Ανάγκη Καθοδήγησης
- Ευκολία Εξοικείωσης
- Ευκολία Χρήσης
- Τεχνικές Δυσκολίες

Η κατηγορία αυτή αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τη δυσκολία ή ευκολία χρήσης του Arduino, καθώς και τη μεταβολή αυτής της αντίληψης με την εμπειρία και την καθοδήγηση.

2. Αντιλαμβανόμενη Απόλαυση

Child codes:

- Ενθουσιασμός
- Περιέργεια
- Ευχαρίστηση
- Κίνητρο για διερεύνηση

Η συγκεκριμένη κατηγορία αφορά τα συναισθήματα που συνοδεύουν τη χρήση του Arduino και τον ρόλο τους στην εμπλοκή των εκπαιδευτικών στη διδακτική διαδικασία.

3. Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα

Child codes:

- Αύξηση Ταχύτητας
- Ακρίβεια Αποτελεσμάτων
- Απλοποίηση Διαδικασιών
- Βελτίωση Απόδοσης

Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με την εκπαιδευτική αξία του Arduino ως εργαλείου που βελτιώνει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και της πειραματικής διαδικασίας.

#### 4. Κοινωνικοποίηση και Συνεργατική Μάθηση

Child codes:

- Κοινωνικοποίηση Μαθητών

Η κατηγορία αναδεικνύει τη συμβολή του Arduino στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων και στη δημιουργία ενός συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

#### 5. Καταλληλότητα Arduino στην Εκπαίδευση

Child codes:

- Καταλληλότητα για Μεγαλύτερες Τάξεις
- Καταλληλότητα για Θετικά Μαθήματα
- Μη Καταλληλότητα για Θεωρητικά Μαθήματα
- Εξάρτηση από την Εξοικείωση

Εδώ αποτυπώνονται οι απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με την ηλικιακή καταλληλότητα και τα γνωστικά αντικείμενα στα οποία πιστεύουν ότι το Arduino μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά.

#### 6. Στάσεις Απέναντι στις Νέες Τεχνολογίες

Child codes:

- Άγχος/Νευρικότητα
- Ανάγκη Τεχνικής Υποστήριξης
- Εμπόδια Υποδομών
- Σημασία Επιμόρφωσης
- Σημασία Συνεργασίας Συναδέλφων

Η κατηγορία αυτή αφορά τις προϋποθέσεις και τα εμπόδια για την νέων τεχνολογιών στο σχολικό πλαίσιο.

#### 7. Στάση ως προς τη Χρήση

Child codes:

- Θετική Στάση
- Θετική Στάση Μελλοντικής Χρήσης
- Υπο προϋποθέσεις Χρήση

- Επιφυλακτική Στάση

Αποτυπώνει τη διάθεση των εκπαιδευτικών να αξιοποιήσουν το Arduino στο μέλλον, υπό συγκεκριμένες συνθήκες.

#### 8. Τεχνολογικός Εγγραμματισμός

Child codes:

- Ανάπτυξη Τεχνολογικών Δεξιοτήτων
- Προετοιμασία για το Μέλλον

Η κατηγορία αυτή αναδεικνύει τον ρόλο του Arduino στην ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων μαθητών και εκπαιδευτικών.

#### 9. Εξάρτηση Χρήσης από τη Στάση των Μαθητών

Child codes:

- Ανάγκες των Μαθητών
- Εξάρτηση από το Ενδιαφέρον των Μαθητών

Αποτυπώνει τη πρόθεση των εκπαιδευτικών να αξιοποιήσουν το Arduino στην εκπαιδευτική διαδικασία ανάλογα τη δεκτικότητα των μαθητών ως προς τη πλατφόρμα.

#### 10. Θέση στη Γενική Εκπαίδευση

Child codes:

- Θέση στη Γενική Εκπαίδευση

Αποτυπώνει τις απόψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών για την ενσωμάτωση του Arduino στο πρόγραμμα σπουδών της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

## Παράρτημα Γ: Πίνακες στατιστικής Ανάλυσης SPSS

### Statistics

N	Valid	25	25
	Missing	0	0
Mean		.16	.28
Median		.00	.00
Mode		0	0
Std. Deviation		.554	.458
Variance		.307	.210
Range		2	1
Minimum		0	0
Maximum		2	1
Sum		4	7

### Frequency Table

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	18-24	23	92.0	92.0	92.0
	31-35	2	8.0	8.0	100.0
	Total	25	100.0	100.0	

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Female	18	72.0	72.0	72.0
	Male	7	28.0	28.0	100.0
	Total	25	100.0	100.0	

### Descriptive Statistics

Statistic			Bootstrap <sup>a</sup>			
			Bias	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
PV_MEAN	N	25	0	0	25	25
	Minimum	3.10				
	Maximum	5.00				
	Mean	4.2880	-.0016	.1169	4.0560	4.5080
	Std. Deviation	.60850	-.01367	.06011	.47002	.70703
ENG_MEAN	N	25	0	0	25	25
	Minimum	3.00				
	Maximum	5.00				
	Mean	4.2000	.0015	.1136	3.9733	4.4133
	Std. Deviation	.58531	-.01683	.06093	.44181	.68799
SOC_MEAN	N	25	0	0	25	25
	Minimum	3.25				
	Maximum	5.00				
	Mean	4.2500	-.0032	.0988	4.0600	4.4400
	Std. Deviation	.50518	-.01296	.05925	.37583	.60807
APR_MEAN	N	25	0	0	25	25
	Minimum	2.00				
Statistic			Bootstrap <sup>a</sup>			
			Bias	Std. Error	95% Confidence Interval	
					Lower	Upper
	Maximum	5.00				
	Mean	3.3500	-.0046	.1718	3.0200	3.6900
	Std. Deviation	.87797	-.03008	.09491	.64607	1.01670
INT_MEAN	N	25	0	0	25	25
	Minimum	2.50				
	Maximum	5.00				
	Mean	3.8600	-.0024	.1684	3.5200	4.2000
	Std. Deviation	.84804	-.02168	.08223	.66144	.97980
Valid N (listwise)	N	25	0	0	25	25

a. Unless otherwise noted, bootstrap results are based on 1000 bootstrap samples

### Case Processing Summary

		Valid		Missing		Total	
N		Percent	N	Percent	N	Percent	
PV_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%	
ENG_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%	
SOC_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%	
APR_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%	
INT_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%	

### Descriptives

Statistic			Std. Error	
PV_MEAN	Mean		4.2880	.12170
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.0368	
		Upper Bound	4.5392	
	5% Trimmed Mean		4.3122	
	Median		4.4000	
	Variance		.370	
	Std. Deviation		.60850	
	Minimum		3.10	
	Maximum		5.00	
	Range		1.90	
	Interquartile Range		1.05	
	Skewness		-.495	.464
	Kurtosis		-1.052	.902
	ENG_MEAN	Mean		4.2000
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	3.9584	
		Upper Bound	4.4416	
5% Trimmed Mean		4.2185		
Median		4.3333		
Variance		.343		
Std. Deviation		.58531		
Minimum		3.00		
Maximum		5.00		
Range		2.00		
Interquartile Range		1.00		
Skewness		-.281	.464	
Kurtosis		-.912	.902	
SOC_MEAN		Mean		4.2500
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.0415	
		Upper Bound	4.4585	
	5% Trimmed Mean		4.2611	
	Median		4.0000	
	Variance		.255	
	Std. Deviation		.50518	
	Minimum		3.25	
	Maximum		5.00	
	Range		1.75	
Interquartile Range		.75		
Skewness		.132	.464	
Kurtosis		-.635	.902	
APR_MEAN	Mean		3.3500	.17559
	95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	2.9876
			Upper Bound	3.7124
	5% Trimmed Mean		3.3306	
	Median		3.0000	
	Variance		.771	
	Std. Deviation		.87797	

	Minimum	2.00	
	Maximum	5.00	
	Range	3.00	
	Interquartile Range	1.38	
	Skewness	.509	.464
	Kurtosis	-.817	.902
INT_MEAN	Mean	3.8600	.16961
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.5099
		Upper Bound	4.2101
	5% Trimmed Mean	3.8722	
	Median	4.0000	
	Variance	.719	
	Std. Deviation	.84804	
	Minimum	2.50	
	Maximum	5.00	
	Range	2.50	
	Interquartile Range	1.50	
	Skewness	-.023	.464
	Kurtosis	-1.089	.902

### Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PV_MEAN	.173	25	.052	.908	25	.028
ENG_MEAN	.150	25	.149	.934	25	.109
SOC_MEAN	.210	25	.006	.890	25	.011
APR_MEAN	.185	25	.027	.928	25	.077
INT_MEAN	.151	25	.147	.907	25	.026

a. Lilliefors Significance Correction

### Correlations

		PV_MEAN	ENG_MEAN	SOC_MEAN	
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	1.000	.863**	.711**
		Sig. (2-tailed)	.	<.001	<.001
		N	25	25	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.863**	1.000	.588**
		Sig. (2-tailed)	<.001	.	.002
		N	25	25	25
	SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.711**	.588**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	.002	.
		N	25	25	25
	APR_MEAN	Correlation Coefficient	.724**	.679**	.406*
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.044
		N	25	25	25
	INT_MEAN	Correlation Coefficient	.646**	.633**	.339
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.098

		N	25	25	25
--	--	---	----	----	----

### Correlations

			APR_MEAN	INT_MEAN
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	.724**	.646**
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001
		N	25	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.679**	.633**
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001
		N	25	25
	SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.406*	.339
		Sig. (2-tailed)	.044	.098
		N	25	25
	APR_MEAN	Correlation Coefficient	1.000	.754**
		Sig. (2-tailed)	.	<.001
		N	25	25
	INT_MEAN	Correlation Coefficient	.754**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	.
		N	25	25

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Spearman's rho

#### Correlations Highly

**Positive:** (None)

> **Positive:** (PV\_MEAN <---> ENG\_MEAN), (PV\_MEAN <---> SOC\_MEAN), (PV\_MEAN <---> APR\_MEAN ), (PV\_MEAN <---> INT\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> SOC\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> APR\_MEAN ), (ENG\_MEAN <---> INT\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> APR\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> INT\_MEAN), (APR\_MEAN <---> INT\_MEAN)

**No Linear Correlation:** (None)

**Negative:** (None)

**Highly Negative:** (None)

Note: Curated Help is calculated based on actual cell values, not the formatted values.

### Mann-Whitney Test

### Ranks

	N		Mean Rank	Sum of Ranks
PV_MEAN		18	13.97	251.50
		7	10.50	73.50
	Total	25		
ENG_MEAN		18	13.86	249.50
		7	10.79	75.50
	Total	25		
SOC_MEAN		18	14.31	257.50
		7	9.64	67.50
	Total	25		
APR_MEAN		18	13.17	237.00
		7	12.57	88.00
	Total	25		
INT_MEAN		18	12.47	224.50
		7	14.36	100.50
	Total	25		

### Test Statistics<sup>a</sup>

	PV_MEAN	ENG_MEAN	SOC_MEAN	APR_MEAN	INT_MEAN
Mann-Whitney U	45.500	47.500	39.500	60.000	53.500
Wilcoxon W	73.500	75.500	67.500	88.000	224.500
Z	-1.064	-.952	-1.479	-.183	-.586
Asymp. Sig. (2-tailed)	.287	.341	.139	.855	.558
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.297 <sup>b</sup>	.357 <sup>b</sup>	.158 <sup>b</sup>	.883 <sup>b</sup>	.574 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable:

b. Not corrected for ties.

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PU_MEAN	25	2.67	5.00	3.9600	.66889
PEOU_MEAN	25	2.20	5.00	3.6400	.73485
DEEP_MEAN	25	1.67	4.33	3.1467	.77627
ENJ_MEAN	25	2.14	5.00	3.9657	.68422
CONT_MEAN	25	1.67	5.00	3.7200	.86965
Valid N (listwise)	25				

### Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
PU_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

PEOU_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
DEEP_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
ENJ_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
CONT_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

Descriptives				
			Statistic	Std. Error
PU_MEAN	Mean		3.9600	.13378
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.6839	
		Upper Bound	4.2361	
	5% Trimmed Mean		3.9741	
	Median		4.0000	
	Variance		.447	
	Std. Deviation		.66889	
	Minimum		2.67	
	Maximum		5.00	
	Range		2.33	
	Interquartile Range		.83	
	Skewness		-.259	.464
	Kurtosis		-.462	.902
PEOU_MEAN	Mean		3.6400	.14697
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.3367	
		Upper Bound	3.9433	
	5% Trimmed Mean		3.6467	
	Median		3.6000	
	Variance		.540	
	Std. Deviation		.73485	
	Minimum		2.20	
	Maximum		5.00	
	Range		2.80	
	Interquartile Range		1.10	
	Skewness		-.206	.464
	Kurtosis		-.336	.902
DEEP_MEAN	Mean		3.1467	.15525
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.8262	
		Upper Bound	3.4671	
	5% Trimmed Mean		3.1630	
	Median		3.3333	
	Variance		.603	
	Std. Deviation		.77627	
	Minimum		1.67	
	Maximum		4.33	
	Range		2.67	
	Interquartile Range		.67	
Skewness		-.477	.464	

	Kurtosis		-.247	.902
ENJ_MEAN	Mean		3.9657	.13684
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.6833	
		Upper Bound	4.2481	
	5% Trimmed Mean		3.9968	
	Median		3.8571	
	Variance		.468	
	Std. Deviation		.68422	
	Minimum		2.14	
	Maximum		5.00	
	Range		2.86	
	Interquartile Range		1.07	
	Skewness		-.309	.464
	Kurtosis		.632	.902
	CONT_MEAN	Mean		3.7200
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	3.3610	
		Upper Bound	4.0790	
5% Trimmed Mean		3.7593		
Median		4.0000		
Variance		.756		
Std. Deviation		.86965		
Minimum		1.67		
Maximum		5.00		
Range		3.33		
Interquartile Range		1.17		
Skewness		-.465	.464	
Kurtosis		.235	.902	

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PU_MEAN	.124	25	.200*	.954	25	.309
PEOU_MEAN	.088	25	.200*	.979	25	.866
DEEP_MEAN	.225	25	.002	.906	25	.025
ENJ_MEAN	.123	25	.200*	.928	25	.077
CONT_MEAN	.186	25	.025	.927	25	.072
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

### Mann-Whitney Test

Ranks				
	Φύλο	N	Mean Rank	Sum of Ranks
PU_MEAN	Γυναίκα	18	13.22	238.00
	Αντρας	7	12.43	87.00
	Total	25		
PEOU_MEAN	Γυναίκα	18	13.56	244.00
	Αντρας	7	11.57	81.00
	Total	25		
DEEP_MEAN	Γυναίκα	18	13.81	248.50
	Αντρας	7	10.93	76.50
	Total	25		
ENJ_MEAN	Γυναίκα	18	13.31	239.50
	Αντρας	7	12.21	85.50
	Total	25		
CONT_MEAN	Γυναίκα	18	13.69	246.50
	Αντρας	7	11.21	78.50
	Total	25		

Test Statistics <sup>a</sup>					
	PU_MEAN	PEOU_MEAN	DEEP_MEAN	ENJ_MEAN	CONT_MEAN
Mann-Whitney U	59.000	53.000	48.500	57.500	50.500
Wilcoxon W	87.000	81.000	76.500	85.500	78.500
Z	-.245	-.607	-.896	-.335	-.774
Asymp. Sig. (2-tailed)	.807	.544	.370	.738	.439
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.836 <sup>b</sup>	.574 <sup>b</sup>	.389 <sup>b</sup>	.745 <sup>b</sup>	.458 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: Φύλο					
b. Not corrected for ties.					

### Correlations

PV_MEAN			ENG_MEAN	SOC_MEAN	
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	1.000	.863 <sup>**</sup>	.711 <sup>**</sup>
		Sig. (2-tailed)	.	<.001	<.001
		N	25	25	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.863 <sup>**</sup>	1.000	.588 <sup>**</sup>
		Sig. (2-tailed)	<.001	.	.002
		N	25	25	25
	SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.711 <sup>**</sup>	.588 <sup>**</sup>	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	.002	.
		N	25	25	25
	APR_MEAN	Correlation Coefficient	.724 <sup>**</sup>	.679 <sup>**</sup>	.406 <sup>*</sup>

		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.044
		N	25	25	25
	INT_MEAN	Correlation Coefficient	.646**	.633**	.339
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.098
		N	25	25	25
	PU_MEAN	Correlation Coefficient	.727**	.592**	.511**
		Sig. (2-tailed)	<.001	.002	.009
		N	25	25	25
	PEOU_MEAN	Correlation Coefficient	.486*	.318	.530**
		Sig. (2-tailed)	.014	.121	.006
		N	25	25	25
	DEEP_MEAN	Correlation Coefficient	.399*	.429*	.297
		Sig. (2-tailed)	.048	.032	.149
		N	25	25	25
	ENJ_MEAN	Correlation Coefficient	.539**	.435*	.457*
		Sig. (2-tailed)	.005	.030	.022
		N	25	25	25
	CONT_MEAN	Correlation Coefficient	.409*	.394	.466*
		Sig. (2-tailed)	.042	.051	.019
		N	25	25	25

			APR_MEAN	INT_MEAN	PU_MEAN
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	.724**	.646**	.727**
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	<.001
		N	25	25	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.679**	.633**	.592**
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.002
		N	25	25	25
	SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.406*	.339	.511**
		Sig. (2-tailed)	.044	.098	.009
		N	25	25	25
	APR_MEAN	Correlation Coefficient	1.000	.754**	.703**
		Sig. (2-tailed)	.	<.001	<.001
		N	25	25	25
	INT_MEAN	Correlation Coefficient	.754**	1.000	.729**
		Sig. (2-tailed)	<.001	.	<.001
		N	25	25	25
	PU_MEAN	Correlation Coefficient	.703**	.729**	1.000
		Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.
		N	25	25	25
	PEOU_MEAN	Correlation Coefficient	.325	.251	.651**
		Sig. (2-tailed)	.113	.225	<.001
		N	25	25	25
	DEEP_MEAN	Correlation Coefficient	.476*	.221	.294
		Sig. (2-tailed)	.016	.289	.153
		N	25	25	25
	ENJ_MEAN	Correlation Coefficient	.531**	.437*	.756**

		Sig. (2-tailed)	.006	.029	<.001
		N	25	25	25
	CONT_MEAN	Correlation Coefficient	.511**	.537**	.674**
		Sig. (2-tailed)	.009	.006	<.001
		N	25	25	25

			PEOU_MEAN	DEEP_MEAN	ENJ_MEAN
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	.486*	.399*	.539**
		Sig. (2-tailed)	.014	.048	.005
		N	25	25	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.318	.429*	.435*
		Sig. (2-tailed)	.121	.032	.030
		N	25	25	25
	SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.530**	.297	.457*
		Sig. (2-tailed)	.006	.149	.022
		N	25	25	25
	APR_MEAN	Correlation Coefficient	.325	.476*	.531**
		Sig. (2-tailed)	.113	.016	.006
		N	25	25	25
	INT_MEAN	Correlation Coefficient	.251	.221	.437*
		Sig. (2-tailed)	.225	.289	.029
		N	25	25	25
	PU_MEAN	Correlation Coefficient	.651**	.294	.756**
		Sig. (2-tailed)	<.001	.153	<.001
		N	25	25	25
	PEOU_MEAN	Correlation Coefficient	1.000	.262	.545**
		Sig. (2-tailed)	.	.206	.005
		N	25	25	25
	DEEP_MEAN	Correlation Coefficient	.262	1.000	.549**
		Sig. (2-tailed)	.206	.	.005
		N	25	25	25
	ENJ_MEAN	Correlation Coefficient	.545**	.549**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.005	.005	.
		N	25	25	25
CONT_MEAN	Correlation Coefficient	.535**	.435*	.792**	
	Sig. (2-tailed)	.006	.030	<.001	
	N	25	25	25	

### Correlations

		CONT_MEAN	
Spearman's rho	PV_MEAN	Correlation Coefficient	.409*
		Sig. (2-tailed)	.042
		N	25
	ENG_MEAN	Correlation Coefficient	.394
		Sig. (2-tailed)	.051
		N	

	N	25
SOC_MEAN	Correlation Coefficient	.466*
	Sig. (2-tailed)	.019
	N	25
APR_MEAN	Correlation Coefficient	.511**
	Sig. (2-tailed)	.009
	N	25
INT_MEAN	Correlation Coefficient	.537**
	Sig. (2-tailed)	.006
	N	25
PU_MEAN	Correlation Coefficient	.674**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	25
PEOU_MEAN	Correlation Coefficient	.535**
	Sig. (2-tailed)	.006
	N	25
DEEP_MEAN	Correlation Coefficient	.435*
	Sig. (2-tailed)	.030
	N	25
ENJ_MEAN	Correlation Coefficient	.792**
	Sig. (2-tailed)	<.001
	N	25
CONT_MEAN	Correlation Coefficient	1.000
	Sig. (2-tailed)	.
	N	25

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Spearman's rho Correlations

**Highly Positive:** (None)

**Positive:** (PV\_MEAN <---> ENG\_MEAN), (PV\_MEAN <---> SOC\_MEAN), (PV\_MEAN <---> APR\_MEAN), (PV\_MEAN <---> INT\_MEAN), (PV\_MEAN <---> PU\_MEAN), (PV\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (PV\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (PV\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (PV\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> SOC\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> APR\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> INT\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> PU\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (ENG\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> APR\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> INT\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> PU\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (SOC\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (APR\_MEAN <---> INT\_MEAN), (APR\_MEAN <---> PU\_MEAN), (APR\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (APR\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (APR\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (APR\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (INT\_MEAN <---> PU\_MEAN), (INT\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (INT\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (INT\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (INT\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (PU\_MEAN <---> PEOU\_MEAN), (PU\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (PU\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (PU\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (PEOU\_MEAN <---> DEEP\_MEAN), (PEOU\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (PEOU\_MEAN <---> CONT\_MEAN)

<---> CONT\_MEAN), (DEEP\_MEAN <---> ENJ\_MEAN), (DEEP\_MEAN <---> CONT\_MEAN), (ENJ\_MEAN <---> CONT\_MEAN)

**No Linear Correlation:** (None)

**Negative:** (None)

**Highly Negative:** (None)

Note: Curated Help is calculated based on actual cell values, not the formatted values.

**Descriptive Statistics**

N		Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ATT_PRO_MEAN	25	5.00	5.00	5.0000	.00000
ATT_POST_MEAN	25	3.00	5.00	4.3680	.59071
ANX_PRO_MEAN	25	2.00	2.00	2.0000	.00000
ANX_POST_MEAN	25	1.00	5.00	2.3533	.92085
SELF_EF_PRO_MEAN	25	2.67	2.67	2.6667	.00000
SELF_EF_POST_MEAN	25	2.33	5.00	3.5600	.61966
SCH_PRO_MEAN	25	4.00	4.00	4.0000	.00000
SCH_POST_MEAN	25	2.13	4.25	3.6700	.51776
Valid N (listwise)	25				

**Reliability**

Mean	Std. Deviation	N	
Q 1 _ P R O :	5.000	.0000	25
Q 2 _ P R O :	5.000	.0000	25
Q 3 _ P R O :	5.000	.0000	25
Q 4 _ P R O :	5.000	.0000	25

Q 5 _ P R O : , . .	5.000	.0000	25
---------------------------	-------	-------	----

Scale: ALL VARIABLES

**Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.911	5

	Mean	Std. Deviation	N
Q 1 _ P O S T : . .	4.40	.707	25
Q 2 _ P O S T : . .	4.40	.645	25
Q 3 _ P O S T : . .	4.40	.645	25
Q 4 _ P O S T : , . .	4.28	.792	25

Q5_POST: , . .	4.36	.638	25
----------------------	------	------	----

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q1_POST: .	17.44	5.673	.757	.895
Q2_POST: .	17.44	5.757	.823	.882
Q3_POST: , .	17.44	5.840	.791	.888
Q4_POST: , . .	17.56	5.507	.697	.912
Q5_POST: , . .	17.48	5.760	.835	.880

Scale: ALL VARIABLES

**Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Mean		Std. Deviation	N
Q 6 _ P R O :	2.00	.000	25
Q 7 _ P R O :	2.00	.000	25
Q 8 _ P R O :	2.00	.000	25
Q 9 _ P R O :	2.00	.000	25
Q 1 0 _ P R O :	2.00	.000	25
Q 1 1 _ P R O :	2.00	.000	25

#### Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
12.00	.000	.000	6

Scale: ALL VARIABLES

#### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

#### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.938	6

Mean	Std. Deviation	N	
Q 6 _ P O S T :	2.48	1.159	25
Q 7 _ P O S T :	2.16	.943	25
Q 8 _ P O S T :	2.32	1.069	25
Q 9 _ P O S T :	2.60	1.190	25
Q 10 _ P O S T :	2.12	1.013	25
Q 11 _ P O S T :	2.44	.917	25

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q 6 _ P O S T :	11.64	20.657	.809	.928
Q 7 _ P O S T :	11.96	21.623	.913	.916
Q 8 _ P O S T :	11.80	21.333	.815	.927

Q9_POST:	11.52	20.593	.788	.932
Q10_POST:	12.00	21.083	.905	.916
Q11_POST:	11.68	23.477	.699	.940

Scale: ALL VARIABLES

### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

	Mean	Std. Deviation	N
Q12_PRO:	2.00	.000	25
Q13_PRO:	2.00	.000	25
Q14_PRO:	3.00	.000	25
Q15_PRO:	3.00	.000	25

Q 1 6 _ P R O :	3.00	.000	25
Q 1 7 _ P R O :	3.00	.000	25

### Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
16.00	.000	.000	6

### Reliability

Scale: ALL VARIABLES

### Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

### Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.923	6

	Mean	Std. Deviation	N
Q 1 2 _ P O S T :	3.52	.918	25
Q 1 3 _ P O S T :	3.52	.586	25

Q14_POST: /	3.52	.770	25
Q15_POST: /	3.56	.768	25
Q16_POST: /	3.60	.645	25
Q17_POST: /	3.64	.638	25

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q12_POST: /	17.84	8.807	.766	.916
Q13_POST: /	17.84	10.640	.743	.915
Q14_POST: /	17.84	9.473	.792	.907
Q15_POST: /	17.80	9.167	.874	.895
Q16_POST: /	17.76	9.857	.876	.898

Q17_POST: /	17.72	10.543	.694	.920
,				
.				

Scale: ALL VARIABLES

### Case Processing Summary

N		%	
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Mean		Std. Deviation	N
Q18_PRO: ,	3.00	.000	25
.			
Q19_PRO: ,	2.00	.000	25
.			
Q20_PRO: ,	2.00	.000	25
,			
,			
.			
Q21_PRO:	5.00	.000	25
.			
Q22_PRO:	5.00	.000	25
.			
Q23_PRO:	5.00	.000	25
.			

Q 2 4 _ P R O :	5.00	.000	25
Q 2 5 _ P R O :	5.00	.000	25

**Scale Statistics**

Mean	Variance	Std. Deviation	N of Items
32.00	.000	.000	8

**Case Processing Summary**

		N	%
Cases	Valid	25	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	25	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

Cronbach's Alpha	N of Items
.741	8

	Mean	Std. Deviation	N
Q 1 8 _ P O S T : ,	3.48	.963	25
Q 1 9 _ P O S T : ,	3.56	.821	25
Q 2 0 _ P O S T : ,	3.16	.898	25
,			
,			
.			

Q21_POST:	4.40	.577	25
Q22_POST:	4.04	1.098	25
Q23_POST:	3.48	.770	25
Q24_POST:	3.64	.638	25
Q25_POST:	3.60	1.041	25

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q18_POST: ,	25.88	13.777	.343	.734
Q19_POST: ,	25.80	14.250	.360	.728
Q20_POST: ,	26.20	13.417	.446	.712
,				
,				
.				
Q21_POST:	24.96	14.873	.438	.720

Q22_POST:	25.32	10.727	.726	.642
Q23_POST:	25.88	13.193	.602	.686
Q24_POST:	25.72	15.627	.223	.747
Q25_POST:	25.76	13.107	.394	.726

### Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
ATT_PRO_MEAN	25	5.00	5.00	5.0000	.00000
ATT_POST_MEAN	25	3.00	5.00	4.3680	.59071
ANX_PRO_MEAN	25	2.00	2.00	2.0000	.00000
ANX_POST_MEAN	25	1.00	5.00	2.3533	.92085
SELF_EF_PRO_MEAN	25	2.67	2.67	2.6667	.00000
SELF_EF_POST_MEAN	25	2.33	5.00	3.5600	.61966
SCH_PRO_MEAN	25	4.00	4.00	4.0000	.00000
SCH_POST_MEAN	25	2.13	4.25	3.6700	.51776
Valid N (listwise)	25				

### Case Processing Summary

	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ATT_PRO_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
ATT_POST_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
ANX_PRO_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
ANX_POST_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SELF_EF_PRO_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SELF_EF_POST_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SCH_PRO_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SCH_POST_MEAN	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

	Statistic	Std. Error
--	-----------	------------

ATT_PRO_MEAN	Mean		5.0000	.00000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	5.0000	
		Upper Bound	5.0000	
	5% Trimmed Mean		5.0000	
	Median		5.0000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.00000	
	Minimum		5.00	
	Maximum		5.00	
	Range		.00	
	Interquartile Range		.00	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
ATT_POST_MEAN	Mean		4.3680	.11814
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.1242	
		Upper Bound	4.6118	
	5% Trimmed Mean		4.4044	
	Median		4.6000	
	Variance		.349	
	Std. Deviation		.59071	
	Minimum		3.00	
	Maximum		5.00	
	Range		2.00	
	Interquartile Range		1.00	
	Skewness		-.621	.464
	Kurtosis		-.571	.902
ANX_PRO_MEAN	Mean		2.0000	.00000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.0000	
		Upper Bound	2.0000	
	5% Trimmed Mean		2.0000	
	Median		2.0000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.00000	
	Minimum		2.00	
	Maximum		2.00	
	Range		.00	
	Interquartile Range		.00	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
ANX_POST_MEAN	Mean		2.3533	.18417
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.9732	
		Upper Bound	2.7334	
	5% Trimmed Mean		2.2907	
	Median		2.1667	
	Variance		.848	

	Std. Deviation	.92085	
	Minimum	1.00	
	Maximum	5.00	

	Range		4.00	
	Interquartile Range		1.33	
	Skewness		1.071	.464
	Kurtosis		1.454	.902
SELF_EF_PRO_MEAN	Mean		2.6667	.00000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	2.6667	
		Upper Bound	2.6667	
	5% Trimmed Mean		2.6667	
	Median		2.6667	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.00000	
	Minimum		2.67	
	Maximum		2.67	
	Range		.00	
	Interquartile Range		.00	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.
	SELF_EF_POST_MEAN	Mean		3.5600
95% Confidence Interval for Mean		Lower Bound	3.3042	
		Upper Bound	3.8158	
5% Trimmed Mean			3.5481	
Median			3.5000	
Variance			.384	
Std. Deviation			.61966	
Minimum			2.33	
Maximum			5.00	
Range			2.67	
Interquartile Range			1.08	
Skewness			.278	.464
Kurtosis			-.197	.902
SCH_PRO_MEAN		Mean		4.0000
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	4.0000	
		Upper Bound	4.0000	
	5% Trimmed Mean		4.0000	
	Median		4.0000	
	Variance		.000	
	Std. Deviation		.00000	
	Minimum		4.00	
	Maximum		4.00	
	Range		.00	
	Interquartile Range		.00	
	Skewness		.	.
	Kurtosis		.	.

	Kurtosis		.	.
SCH_POST_MEAN	Mean		3.6700	.10355
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	3.4563	
		Upper Bound	3.8837	
	5% Trimmed Mean		3.7139	
	Median		3.8750	

	Variance	.268	
	Std. Deviation	.51776	
	Minimum	2.13	
	Maximum	4.25	
	Range	2.13	
	Interquartile Range	.81	
	Skewness	-1.120	.464
	Kurtosis	1.627	.902

### Case Processing Summary

	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
ATT_DIFF	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
ANX_DIFF	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SELF_EF_DIFF	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%
SCH_DIFF	25	100.0%	0	0.0%	25	100.0%

			Statistic	Std. Error
ATT_DIFF	Mean		-.6320	.11814
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-.8758	
		Upper Bound	-.3882	
	5% Trimmed Mean		-.5956	
	Median		-.4000	
	Variance		.349	
	Std. Deviation		.59071	
	Minimum		-2.00	
	Maximum		.00	
	Range		2.00	
	Interquartile Range		1.00	
	Skewness		-.621	.464
	Kurtosis		-.571	.902
ANX_DIFF	Mean		.3533	.18417
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-.0268	
		Upper Bound	.7334	
	5% Trimmed Mean		.2907	
	Median		.1667	
	Variance		.848	
	Std. Deviation		.92085	
	Minimum		-1.00	
	Maximum		3.00	
	Range		4.00	
	Interquartile Range		1.33	
	Skewness		1.071	.464
	Kurtosis		1.454	.902
SELF_EF_DIFF	Mean		.8933	.12393
	95% Confidence Interval for	Lower Bound	.6375	

	Mean	Upper Bound	1.1491	
	5% Trimmed Mean		.8815	
	Median		.8333	
	Variance		.384	
	Std. Deviation		.61966	
	Minimum		-.33	
	Maximum		2.33	
	Range		2.67	
	Interquartile Range		1.08	
	Skewness		.278	.464
	Kurtosis		-.197	.902
SCH_DIFF	Mean		-.3300	.10355
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	-.5437	
		Upper Bound	-.1163	
	5% Trimmed Mean		-.2861	
	Median		-.1250	
Variance		.268		

	Std. Deviation	.51776	
	Minimum	-1.88	
	Maximum	.25	
	Range	2.13	
	Interquartile Range	.81	
	Skewness	-1.120	.464
	Kurtosis	1.627	.902

### Tests of Normality

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>				Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ATT_DIFF	.173	25	.053	.896	25	.015
ANX_DIFF	.140	25	.200*	.932	25	.096
SELF_EF_DIFF	.137	25	.200*	.958	25	.385
SCH_DIFF	.174	25	.049	.893	25	.013

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

### *Wilcoxon Signed Ranks Test*

#### Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
ATT_POST_MEAN - ATT_PRO_MEAN	Negative Ranks	18 <sup>a</sup>	9.50	171.00
	Positive Ranks	0 <sup>b</sup>	.00	.00
	Ties	7 <sup>c</sup>		
	Total	25		
ANX_POST_MEAN -	Negative Ranks	8 <sup>d</sup>	9.69	77.50

ANX_PRO_MEAN	Positive Ranks	14 <sup>c</sup>	12.54	175.50
	Ties	3 <sup>f</sup>		
	Total	25		
SELF_EF_POST_MEAN - SELF_EF_PRO_MEAN	Negative Ranks	1 <sup>g</sup>	5.00	5.00
	Positive Ranks	24 <sup>h</sup>	13.33	320.00
	Ties	0 <sup>i</sup>		
	Total	25		
SCH_POST_MEAN - SCH_PRO_MEAN	Negative Ranks	15 <sup>j</sup>	12.87	193.00
	Positive Ranks	6 <sup>k</sup>	6.33	38.00
	Ties	4 <sup>l</sup>		
	Total	25		

- a. ATT\_POST\_MEAN < ATT\_PRO\_MEAN  
b. ATT\_POST\_MEAN > ATT\_PRO\_MEAN  
c. ATT\_POST\_MEAN = ATT\_PRO\_MEAN  
d. ANX\_POST\_MEAN < ANX\_PRO\_MEAN  
e. ANX\_POST\_MEAN > ANX\_PRO\_MEAN  
f. ANX\_POST\_MEAN = ANX\_PRO\_MEAN  
g. SELF\_EF\_POST\_MEAN < SELF\_EF\_PRO\_MEAN  
h. SELF\_EF\_POST\_MEAN > SELF\_EF\_PRO\_MEAN  
i. SELF\_EF\_POST\_MEAN = SELF\_EF\_PRO\_MEAN  
j. SCH\_POST\_MEAN < SCH\_PRO\_MEAN  
k. SCH\_POST\_MEAN > SCH\_PRO\_MEAN  
l. SCH\_POST\_MEAN = SCH\_PRO\_MEAN

### Test Statistics

	ATT_POST_MEAN - ATT_PRO_MEAN N	ANX_POST_MEAN - ANX_PRO_MEAN N	SELF_EF_POST_MEAN - SELF_EF_PRO_MEAN	SCH_POST_MEAN - SCH_PRO_MEAN N
Z	-3.738 <sup>b</sup>	-1.595 <sup>c</sup>	-4.253 <sup>c</sup>	-2.703 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001	.111	<.001	.007

- a.  
Wilcoxon Signed Ranks Test  
b. Based on positive ranks.  
c. Based on negative ranks.

### Mann-Whitney Test

#### Ranks

	Φύλο	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ATT_PRO_MEAN	Γυναίκα	18	13.00	234.00
	Άντρας	7	13.00	91.00
	Total	25		
ATT_POST_MEAN	Γυναίκα	18	14.25	256.50
	Άντρας	7	9.79	68.50
	Total	25		

ANX_PRO_MEAN	Γυναίκα	18	13.00	234.00
	Άντρας	7	13.00	91.00
	Total	25		
ANX_POST_MEAN	Γυναίκα	18	12.75	229.50
	Άντρας	7	13.64	95.50
	Total	25		
SELF_EF_PRO_MEAN	Γυναίκα	18	13.00	234.00
	Άντρας	7	13.00	91.00
	Total	25		
SELF_EF_POST_MEAN	Γυναίκα	18	13.25	238.50
	Άντρας	7	12.36	86.50
	Total	25		
SCH_PRO_MEAN	Γυναίκα	18	13.00	234.00
	Άντρας	7	13.00	91.00
	Total	25		
SCH_POST_MEAN	Γυναίκα	18	15.17	273.00
	Άντρας	7	7.43	52.00
	Total	25		

Test Statistics <sup>a</sup>					
	ATT_PRO_MEAN	ATT_POST_MEAN	ANX_PRO_MEAN	ANX_POST_MEAN	SELF_EF_PRO_MEAN
Mann-Whitney U	63.000	40.500	63.000	58.500	63.000
Wilcoxon W	91.000	68.500	91.000	229.500	91.000
Z	.000	-1.386	.000	-.273	.000
Asymp. Sig. (2-tailed)	1.000	.166	1.000	.785	1.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1.000 <sup>b</sup>	.178 <sup>b</sup>	1.000 <sup>b</sup>	.790 <sup>b</sup>	1.000 <sup>b</sup>

Test Statistics <sup>a</sup>			
	SELF_EF_POST_MEAN	SCH_PRO_MEAN	SCH_POST_MEAN
Mann-Whitney U	58.500	63.000	24.000
Wilcoxon W	86.500	91.000	52.000
Z	-.275	.000	-2.375
Asymp. Sig. (2-tailed)	.783	1.000	.018
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.790 <sup>b</sup>	1.000 <sup>b</sup>	.017 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Φύλο

b. Not corrected for ties.

## Mann-Whitney Test

### Ranks

	Φύλο	N	Mean Rank	Sum of Ranks
ATT_DIFF	Γυναίκα	18	14.25	256.50
	Άντρας	7	9.79	68.50
	Total	25		
ANX_DIFF	Γυναίκα	18	12.75	229.50
	Άντρας	7	13.64	95.50
	Total	25		
SELF_EF_DIFF	Γυναίκα	18	13.25	238.50
	Άντρας	7	12.36	86.50
	Total	25		
SCH_DIFF	Γυναίκα	18	15.17	273.00
	Άντρας	7	7.43	52.00
	Total	25		

Test Statistics <sup>a</sup>				
	ATT_DIFF	ANX_DIFF	SELF_EF_DIFF	SCH_DIFF
Mann-Whitney U	40.500	58.500	58.500	24.000
Wilcoxon W	68.500	229.500	86.500	52.000
Z	-1.386	-.273	-.275	-2.375
Asymp. Sig. (2-tailed)	.166	.785	.783	.018
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.178 <sup>b</sup>	.790 <sup>b</sup>	.790 <sup>b</sup>	.017 <sup>b</sup>
a. Grouping Variable: Φύλο				
b. Not corrected for ties.				