

**Μετρήσεις με διατάξεις Arduino Uno και Arduino Nano BLE:
Αποτελέσματα έρευνας με μαθητές δημοτικού σχολείου**

<https://doi.org/10.69685/KCAK2275>

Παπαναγιώτου Ζωγραφιά

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ
zograpapan@gmail.com

Γκιόλμας Αριστοτέλης

Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΑΠΘ
agkiolm@eled.auth.gr

Παπαναγιώτου Αλεξάνδρα -Τριανταφυλλιά

Φοιτήτρια, ΣΕΜΦΕ Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
alextrap@gmail.com

Στούμπα Αρτεμής

Επιστημονικός Συνεργάτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ

Χαλκίδης Άνθιμος

Επιστημονικός Συνεργάτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ
achalkid@gmail.com

Κατσιαμπούρα Γιάννα

Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ
katsiaioan@primedu.uoa.gr

Σκορδούλης Κωνσταντίνος

Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης ΕΚΠΑ
kskordul@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αναλύονται τα αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης και της συνακόλουθης έρευνας σχετικής με την ηλιακή ακτινοβολία και την θερμοκρασία. Η μέτρηση των παραπάνω μεγεθών γίνεται με εκπαιδευτικές ρομποτικές διατάξεις με βάση το Arduino Nano BLE και το Arduino Uno. Το δείγμα της έρευνας που θα παρουσιαστεί αποτέλεσαν μαθητές των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου και ειδικότερα της ΣΤ' τάξης. Μετά την σύντομη παρουσίαση των μερών που συναποτελούν τις διατάξεις των μετρητών της ακτινοβολίας και στο πλαίσιο τεσσάρων διδακτικών ωρών, αρχικά πραγματοποιείται συζήτηση στο πλαίσιο της ολομέλειας για τις έννοιες της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Στην συνέχεια οι μαθητές λαμβάνουν μετρήσεις για την ηλιακή ακτινοβολία και την θερμοκρασία, και τέλος συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους. Σκοπό της διδακτικής παρέμβασης αποτελεί η εξοικείωση με έννοιες και φυσικά μεγέθη των Φυσικών Επιστημών όπως η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία μέσα από διεξαγωγή μετρήσεων με διατάξεις εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

Λέξεις κλειδιά: ηλιακή ακτινοβολία, Arduino Nano BLE, Arduino Uno, μετρήσεις

Εισαγωγή

Στο πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα στο πλαίσιο του μαθήματος των «Φυσικών» του Δημοτικού Σχολείου, οι διάφορες έννοιες διερευνώνται σε θεωρητικό κυρίως επίπεδο. Η θεωρητική αυτή προσέγγιση, μπορεί να δημιουργήσει παρανοήσεις στους μαθητές και τις μαθήτριες, οι οποίοι προσεγγίζοντας τις διαφορετικές έννοιες με τις αισθήσεις τους κυρίως, μπορεί να δυσκολευτούν να αντιληφθούν την πραγματική διάσταση των εννοιών. Σημαντικές έννοιες που διερευνώνται στο μάθημα «Φυσικά: Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της ΣΤ τάξης του δημοτικού σχολείου, αποτελούν οι έννοιες/μεγέθη της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας. Οι έννοιες/μεγέθη αυτές αναφέρονται στο πλαίσιο του σχολικού εγχειριδίου σε διαφορετικά κεφάλαια συνοπτικά και παρατίθενται ορισμένα πειράματα σχετικά με την μέτρηση θερμοκρασίας με βάση το όργανο του θερμομέτρου. Ως προς την ηλιακή ακτινοβολία δεν αναφέρεται κάποιο συγκεκριμένο όργανο μέτρησης.

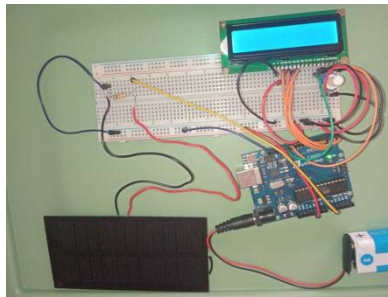
Εντός του παραπάνω θεωρητικού πλαισίου επιχειρήθηκε να διερευνηθούν μέσω μίας διδακτικής παρέμβασης που αξιολογήθηκε μέσα από ανώνυμα ερωτηματολόγια, οι απόψεις των μαθητών και των μαθητριών για τις έννοιες της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας, αλλά και το πώς μπορούν αυτές να μετρηθούν μέσα από σύγχρονα εύχρηστα και με μικρό κόστος εργαλεία. Τα πυρανόμετρα (όργανα μέτρησης της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας) που πωλούνται άλλωστε στο εμπόριο, έχουν μεγάλο κόστος σε σχέση με τα κατασκευασμένα από πιο απλά υλικά πυρανόμετρα (Δημητρέντσης κ.ά., 2017). Ειδικότερα σκοπό της παρούσας έρευνας αποτέλεσε η καταγραφή των απόψεων των μαθητών και των μαθητριών για την ηλιακή ακτινοβολία και την θερμοκρασία. Ερευνητικά ερωτήματα αποτέλεσαν αν η επαφή με τους μετρητές στο πλαίσιο της παρέμβασης μπορεί να συνδράμει στην εξοικείωση των μαθητών και των μαθητριών με την ευκολία μέτρησης της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω συγκεκριμένων εργαλείων.

Ακόμη, όπως έχει επισημανθεί από την βιβλιογραφία στις Φυσικές επιστήμες και στην διδασκαλία τους εμπλέκονται η καθ'αυτό φυσικο-επιστημονική γνώση, η σχολική της εκδοχή, αλλά και η καθημερινή-βιωματική γνώση των μαθητών (Δημόπουλος & Κουλαϊδής, 2001), που πολλές φορές μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους κατά την διάρκεια της διδακτικής πράξης. Η οπτικοποίηση του μεγεθών μέσα από την οθόνη ενός εργαλείου μπορεί να επιτρέψει την καλύτερη κατανόηση των διαστάσεων κάθε μεγέθους και των ιδιοτήτων του και να μειώσει τυχόν παρανοήσεις των μικρών μαθητών και μαθητριών (Koulaïdis & Christidou, 1999).

Οι διατάξεις-όργανα που αξιοποιήθηκαν

Τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν για την προσέγγιση των εννοιών της ηλιακής ακτινοβολίας αποτέλεσαν το πυρανόμετρο κατασκευασμένο με Arduino Uno και το Arduino Nano BLE, συνδεδεμένο μέσω Bluetooth με κινητό τηλέφωνο. Ειδικότερα για την δημιουργία του πυρανομέτρου πάνω στην πλακέτα του Arduino Uno, όπως αυτό φαίνεται στην Εικόνα 1, ενσωματώθηκαν τα αντίστοιχα εξαρτήματα hardware όπως καλώδια, διαφορετικές αντιστάσεις, μπαταρία, οθόνη LCD και solar panel. Η ηλιακή ακτινοβολία όπως προσπίπτει πάνω στο ηλιακό πάνελ μετράται σε W/m^2 αποτυπώνεται στην οθόνη υγρού κρυστάλλου (LCD) (Παπαναγιώτου κ.ά., 2022). Το έργο του πυρανομέτρου έχει δημοσιευτεί στην πλατφόρμα-παγκόσμιο αποθετήριο Arduino project Hub (<https://projecthub.arduino.cc/zogrpapan/measuring-solar-radiation-with-a-pyranometer-527ede>) από όπου παρουσιάστηκε στους μαθητές και στις μαθήτριες. Η χρήση της πλατφόρμας του Arduino Uno επιτρέπει την δημιουργία ενός εργαλείου εύχρηστου, με μικρό κόστος και απλές συνδέσεις, τις οποίες μπορούν και οι ίδιοι οι μαθητές να κατασκευάσουν. Το άλλο εργαλείο το οποίο μετρά την θερμοκρασία είναι το Arduino Nano BLE, ένας μικροελεγκτής που έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με το κινητό τηλέφωνο μέσω Bluetooth. Οι μετρήσεις που λαμβάνει ο αισθητήρας θερμοκρασίας της πλατφόρμας,

αποτυπώνονται στην εφαρμογή Arduino Science Journal σε βαθμούς Κελσίου, όπως παρουσιάζεται στις Εικόνες 2 και 3.



Εικόνα 1. Η διάταξη του πυρανομέτρου με βάση το Arduino Uno



Εικόνα 2. Η διάταξη του μετρητή θερμοκρασίας με βάση το Arduino Nano BLE

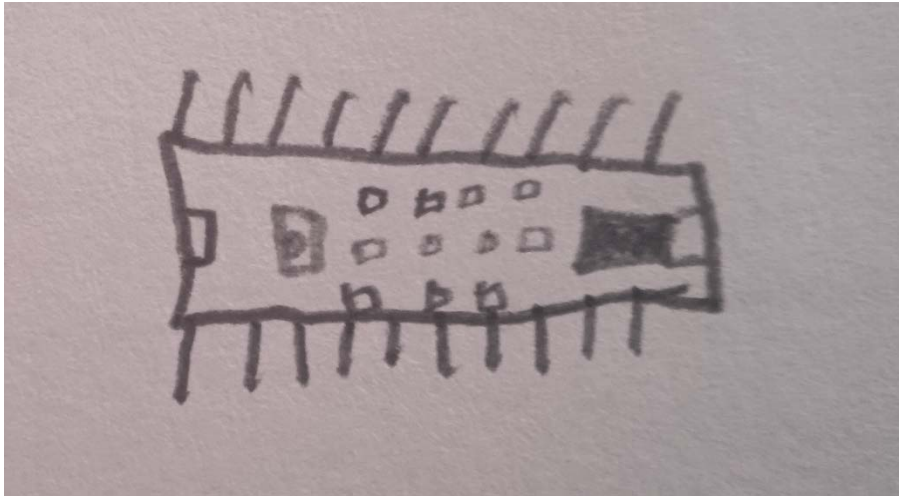


Εικόνα 3. Οι μετρήσεις όπως αποτυπώνονται στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου

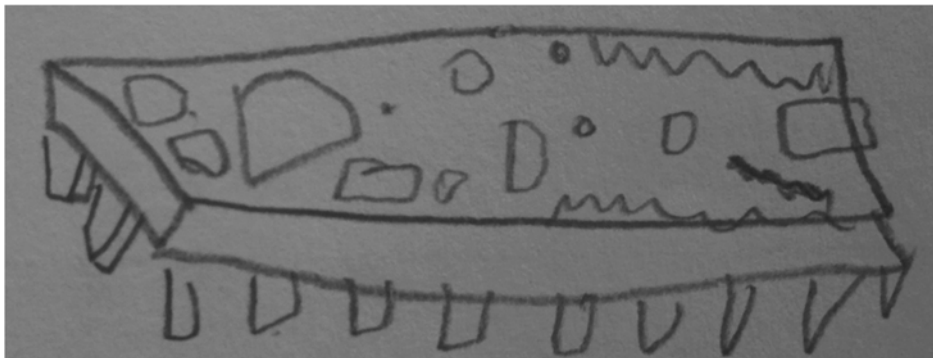
Τα ερωτηματολόγια που μοιράστηκαν στους μαθητές και στις μαθήτριες της Στ τάξης του δημοτικού Σχολείου, ήταν ανώνυμα και περιείχαν 12 ερωτήσεις κλειστού τύπου σε κλίμακα Likert, με πιθανές απαντήσεις Καθόλου-Λίγο-Μέτρια-Πολύ. Οι μαθητές συμπληρώνοντας τα φύλλα εργασίας κλήθηκαν να σχεδιάσουν τους μετρητές παρατηρώντας τους προσεκτικά, να διατυπώσουν την άποψη τους για τον ορισμό της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας και να αξιολογήσουν αν τους άρεσε η παρέμβαση καθώς και αν τα εργαλεία-όργανα που παρουσιάστηκαν ήταν χρήσιμα. Στην έρευνα το δείγμα αποτέλεσαν N=32 μαθητές και μαθήτριες της Στ τάξης δημόσιου δημοτικού σχολείου.

Η έρευνα και τα ερωτηματολόγια

Στο πλαίσιο της παρέμβασης οι μαθητές και οι μαθήτριες παρατήρησαν τα διαφορετικά μέρη και εξαρτήματα των εργαλείων και τα σχεδίασαν στο αντίστοιχο πεδίο του φύλλου εργασίας, όπως φαίνεται και στις Εικόνες 4 και 5.



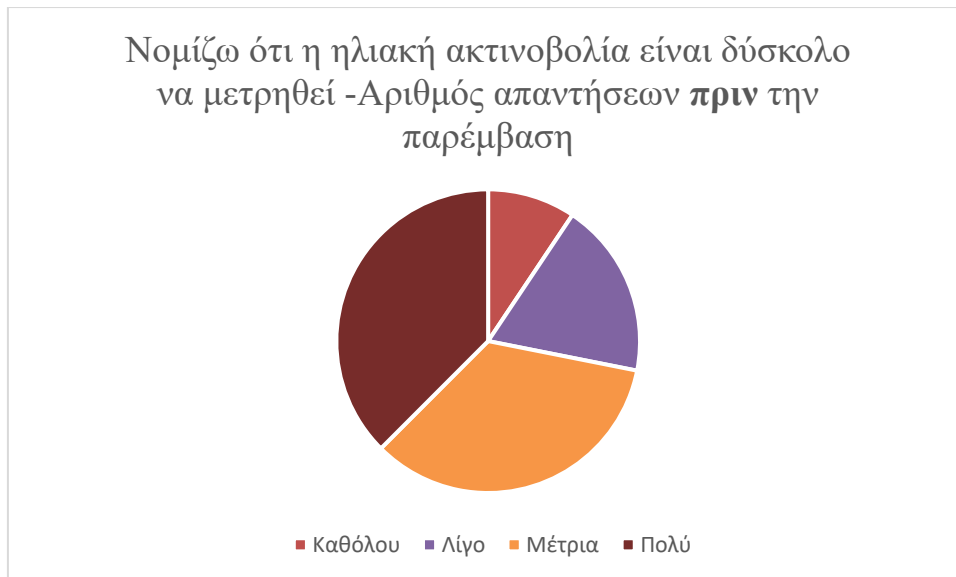
Εικόνα 4. Σχέδια μαθητών/μαθητριών για τον μετρητή θερμοκρασίας



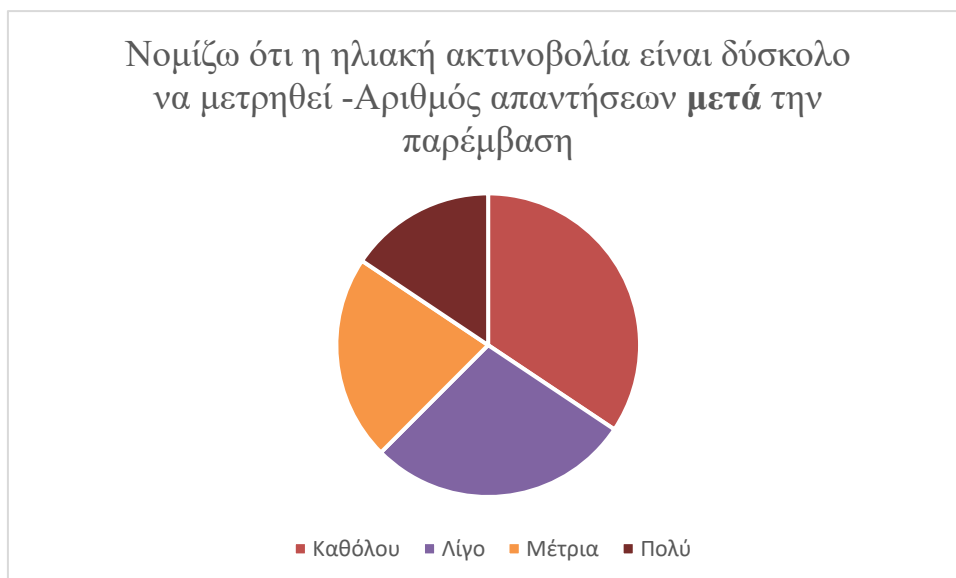
Εικόνα 5. Σχέδια μαθητών/μαθητριών για τον μετρητή θερμοκρασίας

Στην διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί κυρίως οι παρανοήσεις των μαθητών και οι εναλλακτικές τους ιδέες για την θερμοκρασία (Driver κ.ά., 2000). Η θερμοκρασία για τα παιδιά συνήθως αποτελεί το μέσο μέτρησης της θερμότητας, ή ταυτίζεται με την θερμότητα, ενώ τείνουν να θεωρούν τη θερμοκρασία ως τη μίξη θερμού και ψυχρού μέσα σε ένα αντικείμενο (Driver κ.ά., 2000). Παρόμοιες απόψεις εντοπίζονται και στις απαντήσεις των μαθητών και των μαθητριών στα φύλλα εργασίας για την θερμοκρασία και την ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία ορίστηκε ως οι φωτεινές ακτίνες του ήλιου, το φως του ήλιου που φτάνει στη γη, αλλά και ως η ζέστη που βγάζει ο ήλιος. Η θερμοκρασία αναλύθηκε πριν την παρέμβαση στο αντίστοιχο φύλλο εργασίας ως κάτι που μετρά το πόσο ζεστό είναι ένα μέρος, και επίσης ορίστηκε ως οι βαθμοί Κελσίου. Ακόμη ορίστηκε και ως οι βαθμοί του ήλιου. Στις παραπάνω αντιλήψεις παρατηρείται μία σύγχυση των μαθητών και των μαθητριών ως προς την διάκριση ηλιακής ακτινοβολίας και θερμοκρασίας. Ως προς την ερμηνεία και την προέλευση των απόψεων αυτών, στα σχέδια των μαθητών και των μαθητριών στα φύλλα εργασίας, κεντρικό ρόλο έχει ο ήλιος, ενώ δεν παρουσιάζεται έντονα η αλληλεπίδρασή του με την Γη.

Ακόμη στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας θα παρατεθούν τα αποτελέσματα από τρεις ερωτήσεις κεντρικές που εντάχθηκαν στο ερωτηματολόγιο.

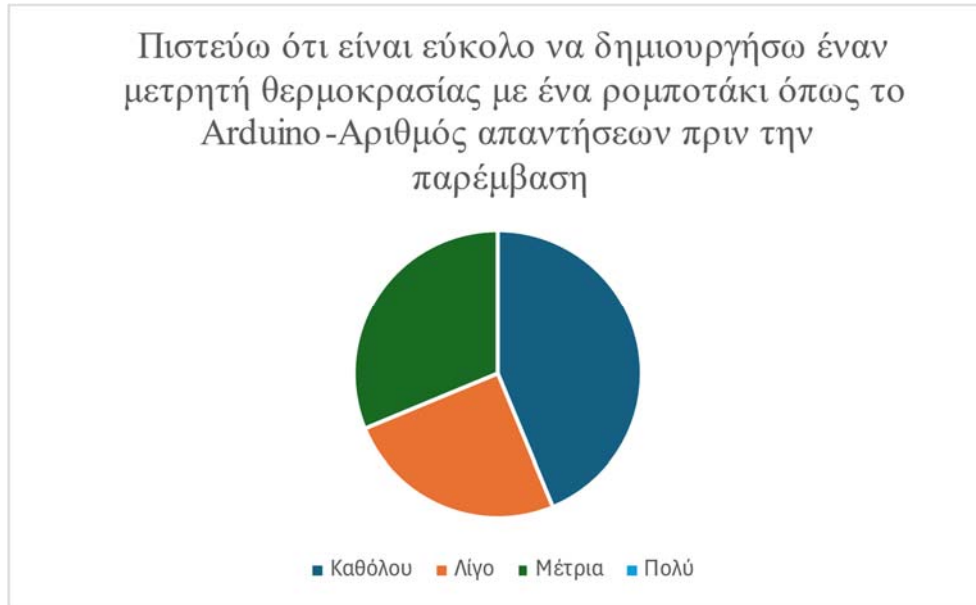


Γράφημα 6. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών πριν την παρέμβαση

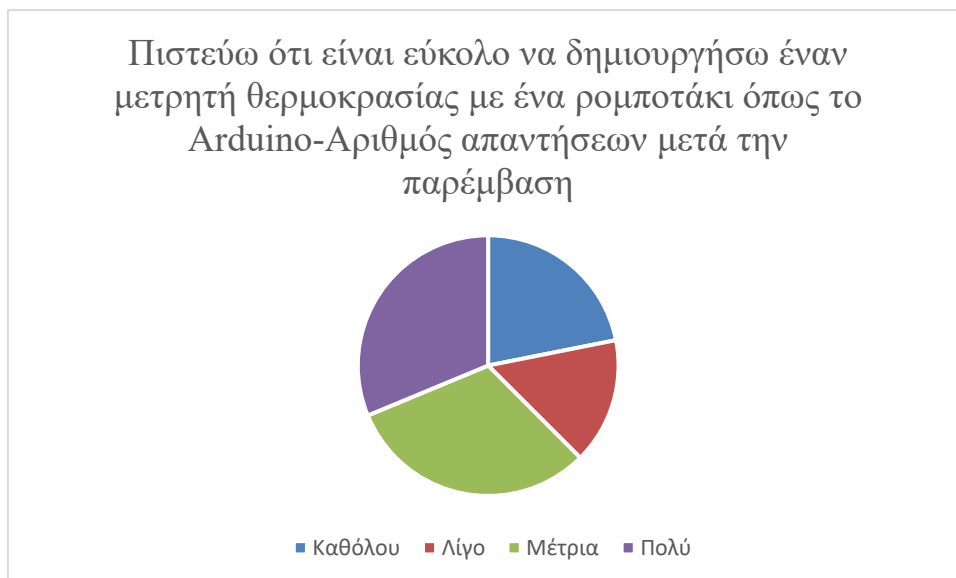


Γράφημα 7. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών μετά την παρέμβαση

Στο πλαίσιο της πρώτης ερώτησης πριν την παρέμβαση παρατηρούμε ότι 23 μαθητές/μαθήτριες θεωρούν πολύ δύσκολο ή μέτρια δύσκολο να μετρήσει κάποιος την ηλιακή ακτινοβολία, όπως φαίνεται στο Γράφημα 6. Παράλληλα 9 μαθητές/μαθήτριες δήλωσαν πριν την παρέμβαση ότι ήταν λίγο ή καθόλου δύσκολο να μετρήσουν την ηλιακή ακτινοβολία. Μετά την παρέμβαση 12 μαθητές θεωρούσαν πολύ ή μέτρια δύσκολο να μετρήσουν την ηλιακή ακτινοβολία ενώ 20 μαθητές, αφού ήρθαν σε επαφή με τους μετρητές και την οπτικοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας, θεωρούσαν καθόλου ή λίγο δύσκολη την μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας, όπως παρουσιάζεται στο Γράφημα 7.



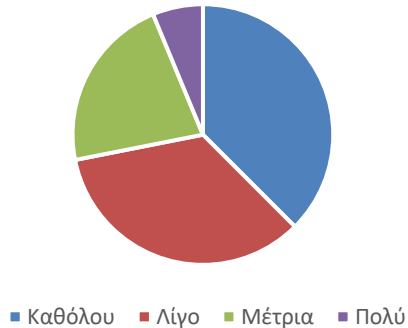
Γράφημα 8. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών πριν την παρέμβαση



Γράφημα 9. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών μετά την παρέμβαση

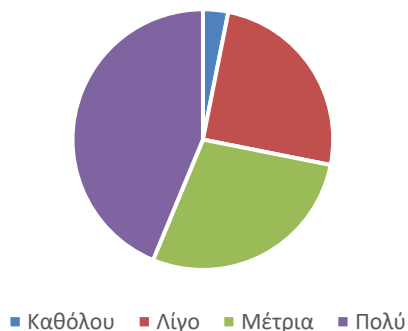
Σχετικά με την ερώτηση «Πιστεύω ότι είναι εύκολο να δημιουργήσω έναν μετρητή θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι όπως το Arduino» πριν την παρέμβαση παρατηρούμε ότι περίπου 22 μαθητές/μαθήτριες θεωρούν καθόλου εύκολο ή λίγο εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino, όπως παρουσιάζει το Γράφημα 8. Παράλληλα 10 μαθητές/μαθήτριες δήλωσαν πριν την παρέμβαση ότι ήταν μέτρια εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino. Μετά την παρέμβαση 20 μαθητές θεωρούσαν μέτρια ή πολύ εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino. Αντίθετα 12 μαθητές και μαθήτριες θεώρησαν ότι είναι καθόλου ή λίγο εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino, όπως αποτυπώνεται στο Γράφημα 9.

Πιστεύω ότι είναι εύκολο να δημιουργήσω έναν μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας με ένα ρομποτάκι όπως το Arduino- Απαντήσεις πριν την παρέμβαση



Γράφημα 10. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών πριν την παρέμβαση

Πιστεύω ότι είναι εύκολο να δημιουργήσω έναν μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας με ένα ρομποτάκι όπως το Arduino -Αριθμός απαντήσεων μετά την παρέμβαση



Γράφημα 11. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών μετά την παρέμβαση

Σχετικά με την τελευταία ερώτηση «Πιστεύω ότι είναι εύκολο να δημιουργήσω έναν μετρητή ηλιακής ακτινοβολίας με ένα ρομποτάκι όπως το Arduino» πριν την παρέμβαση παρατηρούμε ότι περίπου 23 μαθητές/μαθήτριες θεωρούν καθόλου εύκολο ή λίγο εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής ηλιακής ακτινοβολίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino. Παράλληλα 9 μαθητές/μαθήτριες, όπως αποτυπώνεται στο Γράφημα 10, δήλωσαν πριν την παρέμβαση ότι ήταν μέτρια εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής θερμοκρασίας με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino. Μετά την παρέμβαση 22 μαθητές θεωρούσαν μέτρια ή πολύ εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής που να μετρά την ηλιακή ακτινοβολία με ένα ρομποτάκι, όπως το Arduino. Αντίθετα 9 μαθητές και μαθήτριες θεώρησαν ότι είναι καθόλου ή λίγο εύκολο να δημιουργηθεί ένας μετρητής ηλιακής ακτινοβολίας με ένα ρομποτάκι, όπως φαίνεται στο Γράφημα 11. Επομένως παρατηρήθηκε πως η εξοικείωση και η επαφή των μαθητών και των μαθητριών με το πυρανόμετρο τους επέτρεψε να κατανοήσουν την ευκολία μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας με ένα αντίστοιχο εργαλείο.

Συμπεράσματα

Παρά τον περιορισμένο διδακτικό χρόνο που αφιερώθηκε (180 λεπτά) και τον περιορισμένο αριθμό μαθητών και μαθητριών που συμμετείχαν στην έρευνα, παρατηρήθηκε μεταβολή στις απόψεις των μαθητών του δείγματος για την φύση και την μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Μέσα από τα αποτελέσματα της έρευνας γίνεται εμφανές πως η παρέμβαση συνέδραμε στην οπτικοποίηση εννοιών, όπως η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία και την μέτρησή τους με βάση συγκεκριμένα όργανα ακριβείας. Στο πλαίσιο της σχεδίασης στα φύλλα εργασίας των μετρητών και των εξαρτημάτων τους και της προσεκτικής παρατήρησης, οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να κατανοήσουν την λειτουργία των διαφορετικών εξαρτημάτων των πλακετών του Arduino Uno και του Arduino Nano BLE, τις ομοιότητες και τις διαφορές τους στον τρόπο λειτουργίας και την δομή τους.

Ειδικότερα όπως γίνεται εμφανές μέσα από τις απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο, οι μαθητές μετά την επαφή τους με τις διατάξεις του πυρανομέτρου και τον μετρητή θερμοκρασίας, συνειδητοποίησαν την ευκολία μέτρησης και χρήσης οργάνων φυσικού προγραμματισμού για την μέτρηση με ακρίβεια των μεγεθών της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας.

Αναφορές

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των φυσικών επιστημών, μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.

Koulaidis, V., & Christidou, V. (1999). Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83, 559-576.

Pandey, K. & Katiyar, K., (2013). Solar radiation Models and measurement. *Journal of Energy*, 11.

Δημητρέντσης, Π., Μητσιώνη Μ., Πίπης, Χ., Χατζημπεκιάρης, Θ. (2017). *Μέτρηση της λευκαύγειας α (albedo) και του συντελεστή εκπομπής e (emissivity) σωμάτων με χρήση ιδιοκατασκευασμένων ηλεκτρονικών οργάνων*. Can Sat Greece.

Δημόπουλος, Κ., & Κουλαϊδής, Β. (2001). Δημόσιες Αντιλήψεις για την Επιστήμη και την Τεχνολογία: Τύπος και Πολίτης. Στο Π. Κόκκοτας (επιμ.), *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην Ελλάδα στις αρχές του 21ου αιώνα: Προβλήματα και Προοπτικές*. Αθήνα: Γρηγόρης.

Παπαναγιώτου, Ζ., Γκιόλμας, Α., Στούμπα, Α., Σκορδούλης, Κ., Παπαναγιώτου, Α.-Τ., Θεανώ, Λ. (2022). Διατάξεις με Arduino ως μέσο μέτρησης της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας. Στο Κ. Γλέζου, Ι. Λεύκος, Κ. Παπαδήμας (επιμ.), *Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Scientix για την εκπαίδευση STEM*, 2, 50-57. Αθήνα.

Παπαναγιώτου, Ζ., Παπαναγιώτου, Α.-Τ., Γκιόλμας, Α., Στούμπα, Α., Χαλκίδης, Α., Κατσιαμπούρα, Γ., Σκορδούλης, Κ. (2023). Πυρανόμετρο κατασκευασμένο με τεχνικές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και η «διάχυσή» του σε κοινότητα χρηστών Φυσικού Προγραμματισμού. Στο Γ. Κουτρομάνος, Π. Τσιωτάκης, Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ηλεκτρονική Μάθηση Ανοικτοί Πόροι*, 1, 102-103. Αθήνα.