



# Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών

## Εκπαίδευση Ενηλίκων

### Διπλωματική Εργασία

Εισαγωγή της προσέγγισης STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία  
Φυσικών Επιστημών Ε' Δημοτικού: Μία μελέτη περίπτωσης

Φώτιος Γιαννακόπουλος

Επιβλέπων καθηγητής: Αθανάσιος Τζιμογιάννης

Πάτρα, Ιούλιος 2019

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Εισαγωγή της προσέγγισης STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία  
Φυσικών Επιστημών Ε' Δημοτικού: Μία μελέτη περίπτωσης

Φώτιος Γιαννακόπουλος

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Αθανάσιος Τζιμογιάννης

Καθηγητής Τμήμα Κοινωνικής &  
Εκπαιδευτικής Πολιτικής Πανεπιστήμιο  
Πελοποννήσου

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Αλεξάνδρα Άννα Γασπαρινάτου

Καθηγήτρια Συμβουλος ΕΑΠ

Πάτρα, Ιούλιος 2019

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου Αθανάσιο Τζιμογιάννη για την εμπιστοσύνη και τον χρόνο που αφιέρωσε στην καθοδήγησή μου κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας καθώς επίσης και την συν-επιβλέπουσα καθηγήτρια Αλεξάνδρα Άννα Γασπαρινάτου. Πολλές ευχαριστίες οφείλω στον διευθυντή και στους εκπαιδευτικούς του 3<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κάτω Αχαΐας για την συνεργασία και την άδεια που μου παρείχαν να υλοποιήσω την ερευνητική μου μελέτη. Τέλος θέλω να εκφράσω την βαθιά μου ευγνωμοσύνη σε όλους τους μαθητές της Ε΄ τάξης που συμμετείχαν μαζί μου στο συναρπαστικό ταξίδι της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

## Περίληψη

Στην παρούσα ερευνητική εργασία εισάγονται διερευνητικές δραστηριότητες STEM προκειμένου να διαπιστωθεί σε ποιο βαθμό μπορούν να ενσωματωθούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού, για την υλοποίηση πειραμάτων με απλές ρομποτικές κατασκευές αξιοποιώντας την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino. Η παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 12 μαθητές της Ε' τάξης του 3<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κάτω Αχαΐας. Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε εφαρμόστηκε η μέθοδος της μελέτης περίπτωσης. Για τους σκοπούς της μελέτης και λόγω της άμεσης εμπλοκής του ερευνητή στη διδακτική επέμβαση, η οποία πραγματοποιήθηκε στο χώρο του δημοτικού σχολείου, χρησιμοποιήθηκε η ποιοτική ερευνητική προσέγγιση με βασικό άξονα την συμμετοχική παρατήρηση αφού προϋποθέτει την παρουσία του ερευνητή στο χώρο της έρευνας. Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων, αρχεία βιντεοσκόπησης, φύλλα εργασίας και προσωπικές σημειώσεις του ερευνητή. Τα ευρήματα της εν λόγω έρευνας έδειξαν ότι η εκπαίδευση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής θα μπορούσε να ενταχθεί αποτελεσματικά στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο με τον σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων, μέσα από σαφώς προσδιορισμένους και καθορισμένους στόχους. Η μεθοδολογία STEM συνέβαλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στην εμπλοκή των μαθητών για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων στα πλαίσια μάθησης εννοιών φυσικής. Οι μαθητές έδρασαν ως επιστήμονες, συμμετείχαν ενεργητικά και πειραματίστηκαν με τις δημιουργίες τους. Επιπλέον η προσέγγιση STEM στη φυσική με διερευνητικές δραστηριότητες έθεσε τις βάσεις για την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική πράξη. Τέλος με την αξιοποίηση της ρομποτικής ως εργαλείο για την πειραματική διαδικασία οι μαθητές ανέπτυξαν τόσο πειραματικές δεξιότητες όσο και δεξιότητες προγραμματισμού Η/Υ.

### Λέξεις – Κλειδιά

STEM, Arduino, Διερευνητική Μάθηση, Φυσικές Επιστήμες

# A study of the STEM Approach via Educational Robotics in the Teaching of Physics: The case of 5th Year Elementary School

Fotios Giannakopoulos

## **Abstract**

The research study attempts to introduce inquiry based STEM activities in the teaching of Physics in 5<sup>th</sup> Year Elementary School, through integration of the Arduino platform with the use of experiments with simple applications of automatic control systems and robotics constructions. The present instructional practice was applied to 12 students of the 5<sup>th</sup> Grade of the 3<sup>rd</sup> Elementary School of Kato Achaïas. The methodology of Case Study was put into practice in the research conducted which also exemplified methodological features stemming from action research. For the purposes of this study and due to the immediate engagement of the researcher in the instructional procedure, which was conducted in the premises of the elementary school, the qualitative research approach was used having as a central pillar the collaborative observation as it requires the presence of the researcher on the spot. During the meetings for the collection of the desired data, video files, worksheets and personal notes of the researcher were used. The findings of the current research exemplified the fact that STEM education through instructional robotics could be successfully incorporated in the subject of Physics in the Elementary School with the design of proper activities following clearly specified goals. STEM methodology has contributed in higher levels of students' motivation and engagement for the solution of real problems in the domain of physics terms learning. The students acted like little scientists, participating actively and experimenting with their creations. What is more, STEM approach has set the basis for the introduction of scientific methodology in the instructional practice. Concluding, by taking advantage of robotics as a tool during the experimental process, the students have developed not only experimental skills but also exemplified computer literacy skills as well.

## **Keywords**

STEM, Arduino, Inquiry-Based Learning, Physics

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract .....	vi
Περιεχόμενα .....	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων .....	ix
Κατάλογος Πινάκων .....	x
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή.....	12
1.1 Πρωτοτυπία της εργασίας .....	14
1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας .....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	17
2.1 Η μεθοδολογία STEM.....	17
2.1.1 Ορίζοντας τον Εγγραματισμό STEM.....	17
2.1.2 Η προσέγγιση STEM στην εκπαίδευση .....	18
2.1.3 Η ένταξη STEM στα προγράμματα σπουδών, θεωρητικές αρχές και προσεγγίσεις.....	20
2.1.4 STEM και διεπιστημονικότητα .....	22
2.2 Εκπαίδευση και ρομποτική .....	23
2.2.1 Τα οφέλη της ρομποτικής στην εκπαίδευση .....	24
2.2.2 Ένταξη της ρομποτικής στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα .....	27
2.2.3 Η εκπαιδευτική ρομποτική στα πλαίσια του STEM .....	28
2.2.4 Μετασχηματισμός τεχνουργημάτων σε γνωστικά εργαλεία για τη διδασκαλία και τη μάθηση. ....	29
2.3 Διερευνητική Διδακτική Προσέγγιση .....	30
2.3.1 Είδη διερευνητικής προσέγγισης .....	30
2.3.2 Το μαθησιακό μοντέλο για τη διερεύνηση .....	31
2.3.3 Ο κύκλος εκμάθησης έρευνας της διερευνητικής μάθησης.....	32
2.3.4 Η διερεύνηση στις Φυσικές Επιστήμες.....	33
2.4 Συνεργατική Μάθηση στις Φ.Ε.....	34
2.5 Βασικά πακέτα και πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	35
2.5.1 Lego WeDo .....	35
2.5.2 Lego Mindstorms .....	36
2.5.3 Arduino .....	37
2.5.4 Τι είναι το Scratch for Arduino (S4A); .....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Επισκόπηση της Βιβλιογραφίας.....	40
3.1 Στόχοι της έρευνας.....	46
3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα .....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ .....	47
4.1 Μέθοδος .....	47
4.2 Εργαλεία.....	47
4.3 Ανάλυση δεδομένων .....	48
4.4 Οργάνωση και διεξαγωγή της έρευνας .....	48
4.5 Εγκυρότητα και Αξιοπιστία της έρευνας .....	49
4.6 Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης.....	50

4.6.1 Υλοποίηση 1ου διδακτικού σεναρίου .....	51
4.6.2 Υλοποίηση 2ου διδακτικού σεναρίου .....	54
4.6.3 Υλοποίηση 3ου διδακτικού σεναρίου .....	58
4.6.4 Υλοποίηση 4ου διδακτικού σεναρίου .....	62
4.6.5 Υλοποίηση 5ου διδακτικού σεναρίου .....	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	69
5.1 Παρατήρηση 1 <sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου.....	69
5.2 Παρατήρηση 2 <sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου.....	73
5.3 Παρατήρηση 3 <sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου.....	74
5.4 Παρατήρηση 4 <sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου.....	77
5.5 Παρατήρηση 5 <sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου.....	83
5.6 Απόψεις μαθητών για την εκπαιδευτική παρέμβαση.....	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	93
6.1 Συζήτηση.....	93
6.2 Περιορισμοί της έρευνας.....	95
6.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.....	95
Παράρτημα Α: Φύλλα εργασίας για το Arduino.....	105
Παράρτημα Β: Φύλλα εργασίας για πειράματα .....	123



## Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Εικόνα 2.1: Lego WeDo.....	36
Εικόνα 2.2: Lego Mindstorms.....	37
Εικόνα 2.3: Arduino Uno .....	38
Εικόνα 2.4: Scratch 4 Arduino .....	39
Εικόνα 4.1: Arduino - 1 Led .....	53
Εικόνα 4.2: Προγραμματισμός με το S4A .....	53
Εικόνα 4.3: Κύκλωμα για τον αισθητήρα θερμοκρασίας LM35 .....	56
Εικόνα 4.4: Προγραμματισμός για το θερμόμετρο με το λογισμικό S4A .....	56
Εικόνα 4.5: Εντολές για τον προγραμματισμό.....	57
Εικόνα 5.1: Δημιουργία φαναριού με το Arduino .....	73
Εικόνα 5.2: Στιγμιότυπο από το S4A με την ένδειξη της θερμοκρασίας .....	74
Εικόνα 5.3: Μέτρηση απόστασης με τον αισθητήρα υπερήχων .....	76
Εικόνα 5.4: Πείραμα 1 μέτρηση θερμοκρασίας καθώς θερμαίνουμε το νερό .....	80
Εικόνα 5.5: Δοκιμές για την κατασκευή μιας βάσης .....	87
Εικόνα 5.6: Πείραμα 2ο μέτρηση θερμοκρασίας καθώς λιώνει ο πάγος.....	88
Σχήμα 2.1: Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες (Καβάτονα & Ρεκάρονα, 2010).....	25
Σχήμα 2.2: Οι 5 Φάσεις της Διερευνητικής Μάθησης.....	32

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών για το 1 <sup>ο</sup> πείραμα.....	83
Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών για το 2 <sup>ο</sup> πείραμα .....	90

## **Συντομογραφίες & Ακρωνύμια**

ΕΡ: Εκπαιδευτική Ρομποτική

ΦΕ: Φυσικές Επιστήμες

S4A: Scratch for Arduino

STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες η ραγδαία ανάπτυξη στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία, έχει επηρεάσει σημαντικά τον τρόπο λειτουργίας και σκέψης των σύγχρονων τεχνολογικά κοινωνιών δημιουργώντας ένα νέο κύκλο επιστημονικών συζητήσεων στην εκπαιδευτική κοινότητα. Αναπτύσσεται μια διεθνής τάση για επιστημονικό αλφαριθμητισμό όπου η διδασκαλία των φυσικών επιστημών εμπλέκεται με πεδία άλλων γνωστικών πεδίων δημιουργώντας την ανάγκη για μια καινοτομική προσέγγιση της διδασκαλίας των ΦΕ.

Έως πρότινος η παραδοσιακή διδασκαλία στις ΦΕ είχε ως κεντρικό στόχο οι μαθητές να μάθουν τη μεθοδολογία, να αποκτήσουν γνώσεις και να επιλύουν προβλήματα σχετικά με τις ΦΕ. Ερευνητικές μελέτες σε αναλυτικά προγράμματα και σε εκπαιδευτικούς που στηρίχτηκαν στην παραδοσιακή διδασκαλία έδειξαν ότι οι περισσότεροι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολίες στην κατανόηση βασικών εννοιών της φυσικής και καλλιέργησαν μια αρνητική στάση για τις φυσικές επιστήμες από τα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσης. Η στείρα απομνημόνευση και η παθητική αποδοχή της γνώσης κατέστρεψε τον ενθουσιασμό για τις ΦΕ και την περιέργεια για τα φυσικά φαινόμενα που δείχνουν οι μαθητές στο νηπιαγωγείο (Σερόγλου, 2006). Στο νέο Πρόγραμμα σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες η επιτροπή εμπειρογνομόνων καταθέτει ένα καινοτομικό πλαίσιο, όπου η «συνεργασία» των Φυσικών Επιστημών με την Τεχνολογία είναι βασικό χαρακτηριστικό του νέου περιβάλλοντος μάθησης, όπου οι μαθητές εμπλέκονται ενσυνείδητα σε διαδικασίες επιστημονικής και τεχνολογικής έρευνας και έχουν ιστορική αίσθηση και αισθητική θεώρηση των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας, με στόχο το άνοιγμα της επιστήμης στην κοινωνία και τον πολιτισμό, την καλλιέργεια στοιχείων από τη φύση των Φυσικών Επιστημών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων από τον κόσμο των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας και το μετασχηματισμό τους σε ικανότητες για το σύγχρονο πολίτη (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2010).

Στην ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση, όπου οι μαθητές εφαρμόζουν την επιστήμη, τη τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά σε πλαίσια που αναδεικνύουν συνδέσεις μεταξύ του σχολείου, της κοινότητας, της εργασίας, και την παγκόσμια

επιχειρηματική δράση...” (Tsupros, Kohler & Hallinen, 2009). Η προσέγγιση αυτή είναι γνωστή σήμερα με τον όρο STEM ακρωνύμιο των αγγλικών λέξεων Science, Technology, Engineering and Mathematics χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση αυτών των ακαδημαϊκών κλάδων στην εκπαίδευση (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Η STEM εκπαίδευση με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να αποτελέσει ένα δυναμικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών για την εμπλοκή των μαθητών σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες με την χρήση απλών μοντέλων ρομποτικής και την δημιουργία σωστά οργανωμένων διδακτικών σεναρίων σύμφωνα με τις ανάγκες των μαθητών (Michalopoulos, Mpania, Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2016).

Η ενασχόληση των παιδιών με ρομποτικές κατασκευές μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα όπως οι Φυσικές Επιστήμες, τη Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο η εκπαιδευτική ρομποτική, όπου αποτελεί ένα εργαλείο μάθησης, μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις (Φράγκου, 2009).

Ωστόσο, η χρήση των ρομπότ στην εκπαίδευση από μόνη της δεν είναι αρκετή για να πετύχουμε τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και να αλλάξουμε τον τρόπο που σκέφτονται οι μαθητές (Alimisis, 2013). Η ρομποτική εκπαίδευση είναι απαραίτητο να υποστηρίζεται από ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό μοντέλο το οποίο θα της προσκομίσει την απαραίτητη προστιθέμενη αξία για την ενίσχυση και τη βελτίωση της διδασκαλία τους (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Είναι χαρακτηριστικό ότι όλες οι μελέτες που σχετίζονται με την ρομποτική και τις Φυσικές Επιστήμες χρησιμοποιούν εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας που είναι αφενός συναρπαστικές για τους μαθητές, με συνέπεια το αυξημένο ενδιαφέρον τους, αφετέρου αποτελεσματικές στην σε βάθος κατανόηση από τους μαθητές βασικών εννοιών φυσικής.

Στην παρούσα ερευνητική εργασία εισάγονται διερευνητικές δραστηριότητες STEM προκειμένου να διαπιστωθεί σε ποιο βαθμό μπορούν να ενσωματωθούν στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού, για την υλοποίηση πειραμάτων με απλές ρομποτικές κατασκευές αξιοποιώντας την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino. Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές στη πρώτη φάση ήρθαν σε

επαφή με την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino σε μια προσπάθεια να συνειδητοποιήσουν μέσα από δραστηριότητες πώς λειτουργεί η τεχνολογία στην πραγματική ζωή. Εργάστηκαν σε ομάδες για να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν απλά αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου ακολουθώντας ειδικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας. Στη δεύτερη φάση ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής διαδικασίας έγινε με βάση το διερευνητικό μοντέλο έχοντας ως εργαλείο τον μικροελεγκτή Arduino. Οι μαθητές, ως μικροί επιστήμονες ξεκινώντας από ένα προβληματισμό, εντόπισαν το πρόβλημα, έκαναν υποθέσεις και στη συνέχεια με βάση τα υλικά που είχαν μπροστά τους πρότειναν τρόπους που θα μπορούσαν να εκτελέσουν το πείραμα για να απαντήσουν στην αρχική υπόθεση. Με τις δικές τους προτάσεις και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού σχεδίασαν και υλοποίησαν τα πειράματα. Στη συνέχεια ανέλυσαν τα δεδομένα και τα κατέγραψαν στα φύλλα εργασίας. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων φάσεων της διαδικασίας μάθησης της έρευνας (Συμπέρασμα και Συζήτηση), οι μαθητές προσπάθησαν να διατυπώσουν σε ένα επιστημονικό πλαίσιο τα συμπεράσματά τους με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη φάση της έρευνας.

Τα ευρήματα της εν λόγω έρευνας έδειξαν ότι η εκπαίδευση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής θα μπορούσε να ενταχθεί αποτελεσματικά στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο με τον σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων, μέσα από σαφώς προσδιορισμένους και καθορισμένους στόχους. Η μεθοδολογία STEM συνέβαλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στην εμπλοκή των μαθητών για την επίλυση πραγματικών προβλημάτων στα πλαίσια μάθησης εννοιών φυσικής. Οι μαθητές έδρασαν ως επιστήμονες, συμμετείχαν ενεργητικά και πειραματίστηκαν με τις δημιουργίες τους. Επιπλέον η προσέγγιση STEM στη φυσική με διερευνητικές δραστηριότητες έθεσε τις βάσεις για την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική πράξη. Τέλος με την αξιοποίηση της ρομποτικής ως εργαλείο για την πειραματική διαδικασία οι μαθητές ανέπτυξαν τόσο πειραματικές δεξιότητες όσο και δεξιότητες προγραμματισμού Η/Υ.

## 1.1 Πρωτοτυπία της εργασίας

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές και αξιόλογες έρευνες για την εκπαιδευτική ρομποτική, μια νέα σχετικά εκπαιδευτική τεχνολογία που έχει εισχωρήσει τα τελευταία χρόνια στο χώρο της εκπαίδευσης και ειδικότερα στην πρωτοβάθμια

εκπαίδευση. Ωστόσο υπάρχουν διαφωνίες και περιορισμένος αριθμός εμπειρικών ερευνών στην Ελλάδα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Στην παρούσα εργασία δώσαμε ιδιαίτερη έμφαση στη σύνδεση των εννοιών της προσέγγισης STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε ένα διερευνητικό πλαίσιο μάθησης. Τέλος για να είναι αποτελεσματική η ρομποτική διδασκαλία μέσα στην τάξη συνδέσαμε τις δραστηριότητες διδασκαλίας με τους στόχους του αναλυτικού προγράμματος για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Στη διδακτική παρέμβαση που υλοποιήθηκε, χρησιμοποιήσαμε την εκπαιδευτική ρομποτική, αξιοποιώντας την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino, και την διερεύνηση ως μια σύγχρονη μέθοδο μάθησης και διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών για την πραγματοποίηση πειραμάτων από το βιβλίο της Ε' τάξης στο κεφάλαιο της θερμότητας.

## 1.2 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Στο κεφάλαιο 2 παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Αρχικά περιγράφεται η μεθοδολογία STEM, ορίζεται ο εγγραμματισμός STEM και αναλύονται οι θεωρητικές αρχές και προσεγγίσεις με την ένταξη STEM στα προγράμματα σπουδών. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά για τα οφέλη της ρομποτικής στην εκπαίδευση, την ένταξή της στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα ως γνωστικό εργαλείο μάθησης και τα βασικά πακέτα ρομποτικής. Τέλος παρουσιάζεται το προτεινόμενο μοντέλο διερευνητικής μάθησης που εφαρμόστηκε στην παρούσα ερευνητική εργασία και τα οφέλη της συνεργατικής μάθησης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζεται κριτικά το σύνολο των ερευνητικών μελετών που βασίστηκε η βιβλιογραφική επισκόπηση και στη συνέχεια περιγράφονται οι στόχοι της έρευνας και τα ερευνητικά ερωτήματα.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η μέθοδος και τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της ερευνητικής μελέτης. Στο ίδιο κεφάλαιο αναλύονται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία της παρούσας έρευνας καθώς και ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης μέσω των διδακτικών σεναρίων που δημιουργήθηκαν για την πραγματοποίηση της έρευνας.

Στο κεφάλαιο 5 αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας, αναλύονται συνοπτικά οι περιορισμοί της παρούσας μελέτης και αναφέρονται προτάσεις για περαιτέρω μελέτη.

Στο παράρτημα παρουσιάζονται τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της ερευνητικής μελέτης.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Η μεθοδολογία STEM

Ο όρος STEM αποτελεί το ακρωνύμιο των αγγλικών λέξεων Science, Technology, Engineering and Mathematics για τα πεδία που αναφέρονται στην Επιστήμη, την Τεχνολογία, την Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά. Σύμφωνα με τον Tsupros (όπως αναφ. στο Lantz, 2009), «η εκπαίδευση STEM είναι μια διεπιστημονική προσέγγιση στη μάθηση όπου αυστηρές ακαδημαϊκές έννοιες παρουσιάζονται σε συνδυασμό με μαθήματα του πραγματικού κόσμου, καθώς οι μαθητές εφαρμόζουν τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά σε πλαίσια που συνδέουν το σχολείο, την κοινότητα, την εργασία και τις παγκόσμιες επιχειρήσεις, επιτρέποντας την ανάπτυξη του εγγραμματισμού STEM και μαζί του, τη δυνατότητα να είναι ανταγωνιστικοί στη νέα οικονομία». Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί ένα αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον στην αναγκαιότητα της σύγχρονης εκπαίδευσης, να ενσωματώσει στην εκπαιδευτική καθημερινότητα τη προσέγγιση STEM.

#### 2.1.1 Ορίζοντας τον Εγγραμματισμό STEM

**(Science)** «Επιστήμη είναι η μελέτη του φυσικού κόσμου, περιλαμβάνει τους νόμους της φύσης που σχετίζονται με τη φυσική, χημεία, βιολογία και γεωλογία και την αντιμετώπιση ή εφαρμογή γεγονότων, αρχών ή θεωριών που σχετίζονται με τα θέματα αυτά. Η επιστήμη είναι ταυτόχρονα ένα πεδίο γνώσης που έχει συγκεντρωθεί μέσα από το χρόνο και μια διαδικασία -επιστημονική έρευνα- που παράγει νέα γνώση. Η γνώση της επιστήμης βρίσκεται στα θεμέλια της διαδικασίας σχεδιασμού» (NRC, 2009).

**(Technology)** «Η τεχνολογία, αν και δεν αποτελεί αντικείμενο με την απόλυτη έννοια, περιλαμβάνει ένα ολόκληρο σύστημα από ανθρώπους και οργανισμούς, γνώση, διαδικασίες και συσκευές οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία και λειτουργία τεχνολογικών συσκευών, καθώς και των παραγώγων της. Διαμέσου τις ιστορίας, οι άνθρωποι δημιουργούσαν τεχνολογία ώστε να ικανοποιηθούν οι ανάγκες και επιθυμίες τους. Το μεγαλύτερο μέρος της μοντέρνας τεχνολογίας αποτελεί προϊόν της επιστήμης και μηχανικής, και τεχνολογικά εργαλεία χρησιμοποιούνται και στα δύο πεδία» (NRC, 2009).

**(Engineering)** «Μηχανική είναι η συστηματική και συχνά τμηματική προσέγγιση του σχεδιασμού αντικειμένων, διαδικασιών και συστημάτων ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες και επιθυμίες του ανθρώπου. Η μηχανική είναι τόσο ένα σώμα γνώσης σχετικά με το σχεδιασμό και τη δημιουργία τεχνητών προϊόντων, όσο και μια διαδικασία λύσης προβλήματος. Η διαδικασία αυτή υλοποιείται κάτω από συγκεκριμένους περιορισμούς. Ένας περιορισμός στο μηχανικό σχεδιασμό είναι οι νόμοι της φύσης. Άλλοι περιορισμοί περιλαμβάνουν το χρόνο, το κόστος, τα διαθέσιμα υλικά, εργονομία, περιβαλλοντικούς κανονισμούς και την πιθανότητα της κατασκευής και συντήρησής τους. Η μηχανική κάνει χρήση αρχών της επιστήμης και των μαθηματικών καθώς και τεχνολογικών εργαλείων» (NRC, 2009).

**(Mathematics)** ο μαθηματικός γραμματισμός ορίζεται στο Programme for International Student Assessment (PISA) ως «η ικανότητα να εντοπίζει, να κατανοεί και να εμπλέκεται με τα μαθηματικά, και να παίρνει τεκμηριωμένες αποφάσεις για το ρόλο που έχουν στην τρέχουσα αλλά και μελλοντική προσωπική, επαγγελματική και κοινωνική ζωή με άλλα άτομα, καθώς και τη ζωή ως ένα δημιουργικό, συνειδητοποιημένο πολίτη» (OECD, 2002).

### 2.1.2 Η προσέγγιση STEM στην εκπαίδευση

Το σύγχρονο σχολείο είναι απαραίτητο να προσαρμοστεί στις ανάγκες μιας εποχής που αλλάζει με ταχείς ρυθμούς προκειμένου οι μαθητές να κατακτήσουν τις δεξιότητες του 21ου αιώνα και να είναι ικανοί να ανταποκριθούν στις επαγγελματικές, οικονομικές, κοινωνικές συνθήκες που αναμένονται, έχοντας υιοθετήσει τη στάση του ενεργού πολίτη (Ράλια & Τζοβλά, 2016).

Το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ,2015) προτείνει τον σχεδιασμό του αναλυτικού προγράμματος με βάση την προσέγγιση STEM. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει: «Η ένταξη (STEM) προτείνεται από όσους σχεδιάζουν αναλυτικά προγράμματα, τόσο γιατί εξυπηρετεί καλύτερα τη μάθηση μέσα από την ολιστική αντιμετώπιση προβλημάτων, όσο και γιατί γεφυρώνει το χάσμα ανάμεσα στην επιστήμη και τις εφαρμογές της. Ως εκ τούτου ένα πλαίσιο διδασκαλίας των επιστημών αυτών μέσα από ένα μοντέλο ένταξης μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικότερο για την προετοιμασία των εργαζομένων στο χώρο της τεχνολογίας και της επιστήμης του 21ου αιώνα».

Σύμφωνα με επιστήμονες από τα Πανεπιστήμιο του Burgos και του Kristianstad, με ειδίκευση στην εκπαίδευση, στη ρομποτική και στη προσέγγιση STEM «ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο εφαρμογής STEM στην εκπαίδευση είναι πιο σχετικό και εφικτό στη δημοτική εκπαίδευση επειδή οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν τα περισσότερα αντικείμενα στην ίδια τάξη. Έτσι, διαθεματικές και πολυθεματικές προσεγγίσεις δε θα αποτελέσουν δραστικές αλλαγές στη δημοτική και στην προσχολική εκπαίδευση. Σε μια στοχοκεντρική προσχολική εκπαίδευση, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση STEM μπορεί να ενσωματωθεί ομαλά στη διδακτική της προσχολικής ηλικίας» (Greca, Redfors, Cronquist & Fridberg, 2018).

Οι μαθητές, όπως αναφέρεται στην Morrison (2006), που θα ολοκληρώσουν μια εκπαίδευση τύπου STEM είναι πιθανό να αναπτύξουν μερικές από τις παρακάτω δεξιότητες:

- Την ικανότητα να επιλύουν προβλήματα - να θέτουν ερωτήματα και προβληματισμούς, να σχεδιάζουν μελέτες για την συλλογή δεδομένων, να αποτυπώνουν τα αποτελέσματα και να οδηγούνται σε συμπεράσματα, και να εφαρμόζουν τη μάθηση σε νέες καταστάσεις.
- Την ικανότητα να αξιοποιούν τις έννοιες και αρχές της Επιστήμης, των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας εφαρμόζοντάς τες στη διαδικασία της Μηχανικής Σχεδίασης.
- Την ικανότητα να ενεργούν λογικά και να συνδυάσουν μια σειρά από λογικές σκέψεις ανατρέχοντας στην Επιστήμη, στα Μαθηματικά και στη Μηχανική για να κατανοήσουν ένα φυσικό φαινόμενο.
- Την ικανότητα να κατανοούν τη φύση της τεχνολογίας, να κατακτήσουν τις απαραίτητες δεξιότητες που χρειάζεται για να μπορούν να την εφαρμόσουν στο κατάλληλο πλαίσιο.
- Την ικανότητα να αναγνωρίζουν τις ανάγκες του κόσμου, να προτείνουν λύσεις και να σχεδιάσουν πρωτότυπες δημιουργίες.

Παρά τα πολλαπλά οφέλη και το αυξημένο ενδιαφέρον στην προσέγγιση της εκπαίδευσης STEM, η εφαρμογή αυτής της νέας εκπαιδευτικής στρατηγικής αντιμετωπίζει διάφορες προκλήσεις. Αρχικά, η εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης STEM σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα που έχει μια άκαμπτη δομή απαιτεί βαθιά αναθεώρηση του αναλυτικού προγράμματος και των μαθημάτων (Nadelson & Seifert, 2017). Επιπλέον, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM απαιτεί συχνά πολυάριθμα υλικά και πόρους για τους μαθητές (Stohlmann et al., 2012). Αυτό σημαίνει ότι η δημιουργία σχολικής κουλτούρας και περιβάλλοντος που υποστηρίζει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση STEM στη διδασκαλία και τη μάθηση μπορεί να είναι δαπανηρή και χρονοβόρα (Thibaut et al., 2018). Επιπλέον, για την αποτελεσματική εφαρμογή της προσέγγισης STEM, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να έχουν βαθιά γνώση του περιεχομένου της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών που διδάσκουν. Ωστόσο, πολλοί δάσκαλοι αναφέρουν ότι αισθάνονται ότι δεν είναι προετοιμασμένοι να χρησιμοποιούν τις εφαρμογές STEM με τους μαθητές τους στην τάξη (Deghaidy & Mansour, 2015).

### **2.1.3 Η ένταξη STEM στα προγράμματα σπουδών, θεωρητικές αρχές και προσεγγίσεις**

Υπάρχουν πολλά οφέλη που συνδέονται με τη χρήση μιας ολοκληρωμένης εκπαίδευσης που ενσωματώνει τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική και τα Μαθηματικά. Η έρευνα δείχνει ότι η χρήση ενός διεπιστημονικού προγράμματος σπουδών παρέχει ευκαιρίες για πιο σχετικές, λιγότερο κατακερματισμένες και περισσότερο παρακινητικές μαθησιακές εμπειρίες για τους μαθητές (Furner & Kumar, 2007). Ακόμη, είναι μαθητοκεντρική, βελτιώνει τις δεξιότητες υψηλού επιπέδου και την επίλυση προβλημάτων, καθώς και τη διατήρηση της γνώσης (Fillis & Fouts, 2001, King & Wiseman, 2001, Smith & Karr-Kidwell, 2000). Μελέτες έχουν δείξει ότι η ενσωμάτωση των μαθηματικών και της επιστήμης έχουν θετικό αντίκτυπο στη στάση, στα κίνητρα και στο ενδιαφέρον των μαθητών στο σχολείο (Bragow, Bragow & Smith, 1995). Η Εθνική Ακαδημία Μηχανικών (National Academy of Engineering) και το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (National Research Council) (Katehi, Pearson & Feder, 2009) απαριθμούν πέντε οφέλη από την ενσωμάτωση STEM στα σχολεία: α) βελτιωμένη επίδοση στα μαθηματικά και την επιστήμη, β) αυξημένη συνειδητοποίηση της μηχανικής, γ) κατανόηση και ικανότητα το σχεδιασμό και ε) την αύξηση της τεχνολογικής παιδείας.

Μείζον ερευνητικό ερώτημα αναφορικά με την ένταξη STEM στα προγράμματα σπουδών είναι κατά πόσο και σε ποιο βαθμό η εκπαίδευση STEM μπορεί να ενσωματωθεί λειτουργικά στο υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα ή αποτελεί μια συμπληρωματική δράση.

Οι εκπαιδευτικές διαδικασίες STEM παρόλο που χρησιμοποιούν διδακτικές στρατηγικές ενσωμάτωσης, παρουσιάζουν δυσκολίες όχι μόνο στον σχεδιασμό, αλλά και στην εφαρμογή των διδακτικών σεναρίων (Σδράλλης & Κολέζα, χ.χ.). Οι Σδράλλης και Κολέζα (χ.χ.) εντοπίζουν ως βασικά εμπόδια την έλλειψη κουλτούρας των εκπαιδευτικών σε διδασκαλίες ενσωμάτωσης, αλλά και περιορισμούς που προκύπτουν από το ωρολόγιο πρόγραμμα καθώς και από τα διακριτά όρια των γνωστικών περιοχών που περικλείονται στον όρο STEM.

Τα περισσότερα προγράμματα σπουδών που χρησιμοποιούν STEM έχουν ως θεωρητική βάση την κατανόηση μέσα από το σχεδιασμό (Understanding by Design) (Wiggins & McTighe, 1999). Οι διδακτικές στρατηγικές που χρησιμοποιούνται σε αυτό το θεωρητικό πλαίσιο είναι η διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning) και η επίλυση προβλήματος (problem solving). Η δομή ενός τέτοιου σχεδιασμού είναι η εξής: επιθυμητά αποτελέσματα, αξιολόγηση μαθησιακού αποτελέσματος και μαθησιακό πλάνο. Ακόμη, σε ένα τέτοιο σχεδιαστικό πλαίσιο υπάρχει μια κλιμάκωση των δραστηριοτήτων από επιβεβαιωτικές, σε καθοδηγητικές και τέλος σε πιο ανοικτού τύπου και διερεύνησης. Επίσης, η διαδικασία μάθησης είναι μαθητοκεντρική, οι μαθητές συνεργάζονται προς την επίλυση ενός κοινού προβλήματος και αναστοχάζονται πάνω στη διαδικασία.

Σύμφωνα με τον Lantz (2009) ο κύκλος διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης ενέχει κάποια στοιχεία ανάλογα με τη φάση διεξαγωγής του διδακτικού σεναρίου. Για παράδειγμα στη πρώτη φάση, βασικό προαπαιτούμενο είναι η ενασχόληση και η εμπλοκή των μαθητών. Συνεπώς, οι δραστηριότητες σχεδιάζονται και εκτελούνται έχοντας ως βάση το παραπάνω. Ακολούθως, σημαντικά στοιχεία είναι η εξερεύνηση, η εξήγηση, η επεξεργασία και η αξιολόγηση.

Όπως αναφέρθηκε αδρομερώς προωτέρω, οι δραστηριότητες ακολουθούν μια μορφή ξεκινώντας από την πιο καθοδηγητική και καταλήγοντας σε διερευνητικές, πιο ανοικτού τύπου (Belland, 2017). Αρχικά, οι μαθητές μαθαίνουν προαπαιτούμενες δεξιότητες και διαδικασίες αναφορικά με το περιεχόμενο της έρευνας. Στη συνέχεια, τους ζητείται να αντιμετωπίσουν δραστηριότητες που γίνονται όλο και πιο ανοικτού

τύπου και ελεύθερες. Μαθητές οι οποίοι χρησιμοποιούν διδακτικές στρατηγικές που βασίζονται στην έρευνα, κατανοούν περισσότερο το περιεχόμενο συγκριτικά με τους μαθητές στους οποίους εξηγείται το περιεχόμενο (Lantz & Smaroff, 2008).

Μια δεύτερη θεωρητική προσέγγιση η οποία αλληλοδιαπλέκεται με την κατανόηση μέσα από το σχεδιασμό (Understanding by Design) είναι ο Σχεδιασμός και η Ανακάλυψη (Design and Discovery). Σε αυτό το θεωρητικό πλαίσιο οι μαθητές συμμετέχουν στη διαδικασία του σχεδιασμού, αρχίζουν να βιώνουν και κατανοούν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί ο κόσμος. Οι μαθητές διατυπώνουν προβλήματα που προκύπτουν μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με τον κόσμο. Στη συνέχεια, σχεδιάζουν και αναπτύσσουν στρατηγικές προκειμένου να επιλύσουν αυτά τα προβλήματα. Καταλήγουν, επαληθεύοντας ή απορρίπτοντας και ερμηνεύοντας τα πορίσματά τους.

Ο ρόλος των δασκάλων σε αυτό το θεωρητικό μοντέλο είναι περισσότερο διευκολυντικός, τα παιδιά δοκιμάζουν υποθέσεις τις οποίες απορρίπτουν ή επαληθεύουν μέσα από δοκιμές. Αυτού του είδους η θεωρητική προσέγγιση έχει σαν αποτέλεσμα η γνώση να κατακτιέται σε βάθος και να διατηρείται, τα κίνητρα για μάθηση είναι πιο υψηλά, αφού σαν μαθητοκεντρική προσέγγιση οι μαθητές εμπλέκονται περισσότερο και τέλος, οι δεξιότητες και οι γνώσεις που κατακτούνται μεταφέρονται με ευκολία σε άλλα πλαίσια και καταστάσεις (Klahr & Nigam, 2004).

Συνοψίζοντας, η εκπαίδευση STEM ενσωματωμένη σε ένα Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών στοχεύει στην εκμάθηση των γνωστικών αντικειμένων της Φυσικής, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών συνολικά και όχι σαν κατακερματισμένα γνωστικά αντικείμενα όπως συνέβαινε στα παλιότερα προγράμματα σπουδών. Αυτού του είδους τα προγράμματα σπουδών βασίζονται στη διεπιστημονικότητα και την αυτενέργεια της μάθησης μέσα από διδακτικές στρατηγικές όπως η επίλυση προβλήματος και η διερευνητική μάθηση. Τα οφέλη για τους μαθητές είναι πολλά, από μαθησιακά και γνωστικά μέχρι την καλλιέργεια δεξιοτήτων και στάσεων, απαραίτητες για έναν κόσμο που μεταβάλλεται ταχύτατα.

#### **2.1.4 STEM και διεπιστημονικότητα**

Η μεθοδολογία που ακολουθεί το STEM είναι η δια-επιστημονικότητα ή «εγκάρσια διεπιστημονικότητα», η οποία επικεντρώνεται στην «ολοκληρωμένη» προσέγγιση της διδασκαλίας εννοιών από τα τέσσερα γνωστικά πεδία των επιστημών STEM ενώ



εστιάζει στην επίλυση αυθεντικών-πραγματικών προβλημάτων με την επιλογή εννοιών, μεθοδολογιών και εργαλείων από διάφορες επιστήμες, ώστε να λυθεί ένα πρόβλημα ή να δημιουργηθεί μια κατασκευή (Ψυχάρης, 2016). Σύμφωνα με τον Κορρές (2018) έχουμε περάσει από τη διεπιστημονική προσέγγιση STEM όπου ένα θέμα εξετάζεται με τις επιμέρους μεθόδους της κάθε επιστήμης του STEM στην διεπιστημονικότητα όπου οι γνώσεις και οι δεξιότητες που αποκτήθηκαν από δύο ή περισσότερους κλάδους των επιστημών του STEM εφαρμόζονται σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου συμβάλλοντας στην διαμόρφωση της μαθησιακής εμπειρίας. Οι προσεγγίσεις STEM αποτελούν ένα ανοιχτό πεδίο για τη διεπιστημονική προσέγγιση αυθεντικών – πραγματικών προβλημάτων με τη δυνατότητα να συνδυαστούν με την ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση μέσω καινοτόμων παιδαγωγικών μεθόδων (Ψυχάρης, 2016)

## 2.2 Εκπαίδευση και ρομποτική

Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική χρήση της ρομποτικής έχει αυξηθεί και έχουν γίνει πολλές προσπάθειες σε παγκόσμιο επίπεδο για την εισαγωγή της ρομποτικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί είτε με την παρατήρηση ή τον απλό χειρισμό ρομπότ είτε με την ενεργό συμμετοχή του μαθητή στην διαδικασία του προγραμματισμού, στην επίλυση προβλημάτων και στη λήψη αποφάσεων σχετικές με τη λειτουργία του ρομπότ με στόχο την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης. Στη δεύτερη πιο σύνθετη κατηγορία, η ρομποτική μπορεί να ενσωματωθεί στην διδασκαλία, ακόμα και των μικρότερων ηλικιών, μέσα από μια ευχάριστη παιγνιώδη διαδικασία (Μπελεσιώτης & Κόκκινος, 2012).

Όσο αναφορά την παιδαγωγική προσέγγιση της ρομποτικής ο Κόμης (2004) αναφέρει: *«Ως παιδαγωγική προσέγγιση περιέχεται στο πλαίσιο του κλασικού εποικοδομισμού (constructivism) και κυρίως του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), όπως αναπτύχθηκε από τον Papert. Κάποιες εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής εμπνέονται από τις κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες μάθησης δεδομένου ότι απαιτούν και προωθούν την ανθρώπινη συνεργασία»*.

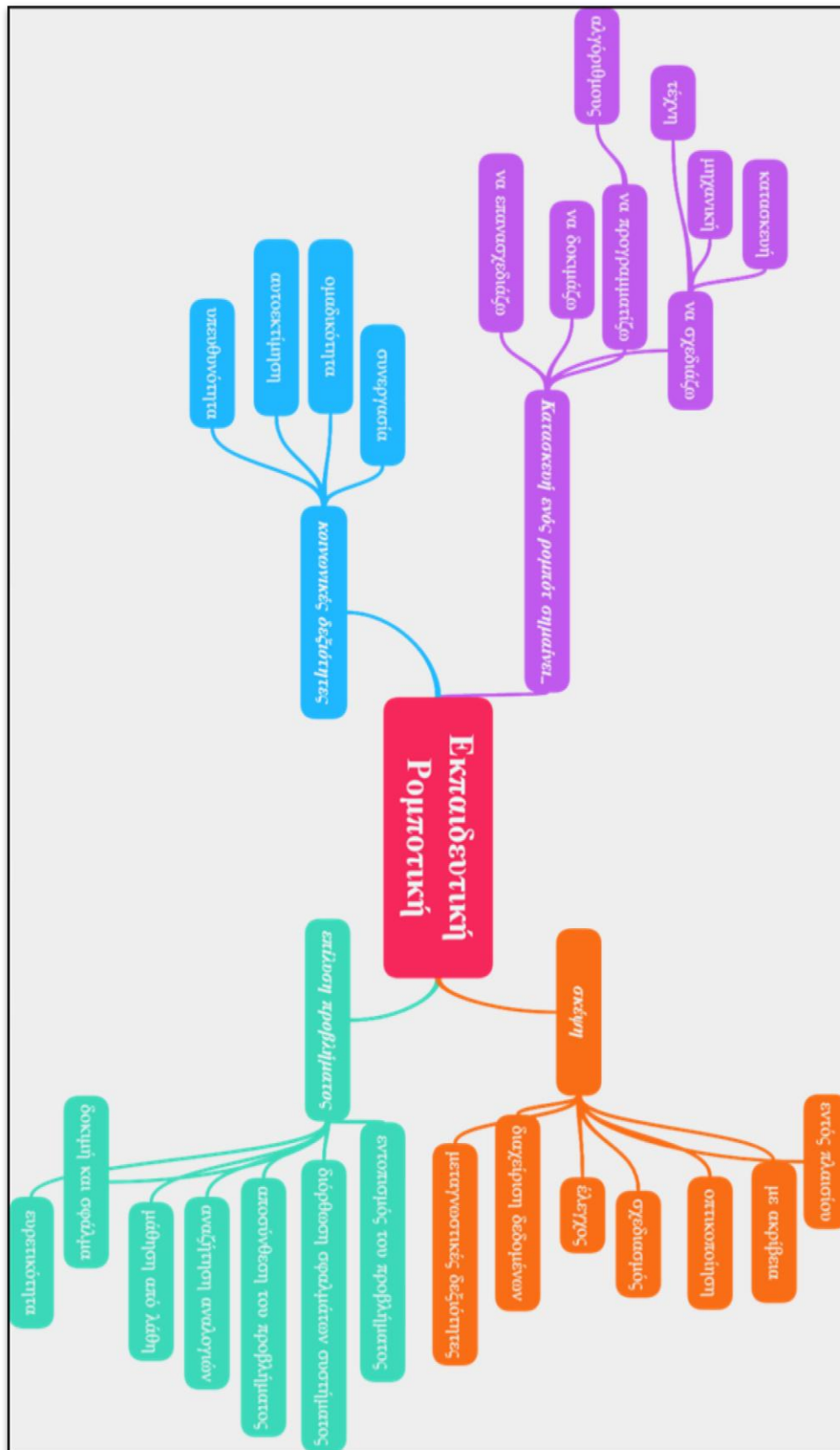
Οι βασικοί στόχοι της παιδαγωγικής προσέγγισης, που υποστηρίζει τη χρήση της ρομποτικής για εκπαιδευτικές δραστηριότητες, είναι (Κόμης, 2004):

- Η επίλυση προβλημάτων μέσω χειρισμού και κατασκευών ιδεατών και πραγματικών αντικειμένων.
- Ο φορμαλισμός της σκέψης (με τη χρήση εντολών στο πλαίσιο μιας γλώσσας προγραμματισμού για το χειρισμό αυτομάτων).
- Η κοινωνικοποίηση (ανθρώπινη συνεργασία, αλληλεπίδραση και προώθηση της σκέψης μέσω γνωστικών και κοινωνικογνωστικών συγκρούσεων).
- Η πρόσκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που συνδέονται με πολλά γνωστικά αντικείμενα (προώθηση της διεπιστημονικής και της διαθεματικής προσέγγισης) (Κόμης, 2004).

### **2.2.1 Τα οφέλη της ρομποτικής στην εκπαίδευση**

Σε πολλές ερευνητικές μελέτες αναφέρεται ότι η αξιοποίηση της Ρομποτικής στη διδασκαλία και στη μάθηση έχει πολλαπλά οφέλη. Όπως παρουσιάζεται στο διάγραμμα του σχήματος 1, σύμφωνα με τους Kabatona και Rekarona (2010) οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελούν μια ελκυστική ευκαιρία για την ανάπτυξη σημαντικών δεξιοτήτων και γνώσεων. Συνοπτικά αναφέρονται οι κοινωνικές δεξιότητες όπως είναι η συνεργασία, η ομαδικότητα η αυτοεκτίμηση και η υπευθυνότητα. Επίσης αναπτύσσονται δεξιότητες επίλυσης προβλήματος όπως είναι ο εντοπισμός του προβλήματος, η αποσύνθεση σε μικρότερα προβλήματα, και η εύρεση ευφάνταστων λύσεων, ο έλεγχος και η δοκιμή για τη διόρθωση των σφαλμάτων. Επιπλέον με την κατασκευή ρομπότ αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα τους, και τις ικανότητες τους στον προγραμματισμό. Τέλος αποκτούν δεξιότητες λογικής σκέψης και μεταγνωστικές δεξιότητες.





Σχήμα 2.1: Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες (Καβάτονα & Ρεκάρονα, 2010)

Οι Ατματζίδου και Δημητριάδης (2016) επισημαίνουν ότι η χρήση ρομπότ στην διδασκαλία μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν βασικές αρχές για τον προγραμματισμό, να αναπτύξουν δεξιότητες ομαδικής εργασίας, επίλυσης προβλήματος και υπολογιστικής σκέψης. Οι Barker και Ansorge (2007) αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής συμβάλλουν στην ενίσχυση των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων όπως είναι η ανάπτυξη μαθηματικών εννοιών και η επιστημονική μέθοδος. Επιπλέον έρευνες έχουν δείξει πως η ενασχόληση με την ρομποτική συνέβαλε τόσο στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών όσο στην ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών σε δραστηριότητες STEM. (Michalopoulos, Mpania & Panagiotakopoulos, 2016 , Παλιούρας & Ψυχάρης, 2017). Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για τα ρομπότ στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση έδειξαν ότι ενισχύθηκε η εμπειρία μάθησης με την επίλυση προβλημάτων και τη συνεργασία με τους συμμαθητές τους. Στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση οι μαθητές ήταν ικανοί να σχεδιάσουν πρωτοποριακές λύσεις για την επίλυση ενός προβλήματος και επωφελήθηκαν δουλεύοντας συνεργατικά με τη μέθοδο Project (Toh, Causo, Tzuo, Chen & Yeo, 2016).

Ακόμα η χρήση ρομποτικής στην εκπαίδευση δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτή να προσεγγίσει με ένα δημιουργικό και πρωτότυπο τρόπο πολύπλοκες έννοιες σχετικά με την Φυσική, τα Μαθηματικά και την Τεχνολογία. (Φράγκου, 2009).

Η ενασχόληση των παιδιών με την ρομποτική βασισμένη σε ένα κατάλληλο διδακτικό μοντέλο με την σωστή καθοδήγηση και την υποστήριξη του εκπαιδευτικού μπορεί να μετατρέψει σε ένα δυναμικό διδακτικό εργαλείο για την απόκτηση δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης και Μεταγνώσης των μαθητών (Atmatzidou & Demetriadis, 2014).

Σύμφωνα με τους Σταυρόπουλος και Οικονομίδης (2017) η Εκπαιδευτική Ρομποτική χαρακτηρίζεται από διεπιστημονικότητα και αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για την εισαγωγή των δραστηριοτήτων STEM.

Ωστόσο, η επιτυχής εισαγωγή μιας εκπαιδευτικής καινοτομίας, όπως είναι η εκπαιδευτική ρομποτική, στο σχολείο δεν είναι απλώς θέμα πρόσβασης στις νέες τεχνολογίες αλλά μια σειρά από παράγοντες όπως το κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον, το αναλυτικό πρόγραμμα και η γενικότερη εκπαιδευτική φιλοσοφία που

πρέπει να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα (Alimisis 2009). Ακόμα αναζητώντας τη βιβλιογραφία συναντάμε έρευνες που δεν δηλώνουν ξεκάθαρα την αύξηση των επιδόσεων των μαθητών (Benitti, 2012) και αυτό οφείλεται στο ότι η ενασχόληση με τα ρομπότ από μόνη της δεν θα επιφέρει τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα. Όπως αναφέρει ο Martaric (2004), αν και τα ρομπότ φαίνεται να αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για τη διδασκαλία της μηχανικής και των επιστημών, καθώς επίσης και ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα για τους μαθητές όλων των ηλικιών είναι όμως ακόμα σε νηπιακό στάδιο. Ο σχεδιασμός μιας αποτελεσματικής διδασκαλίας περιλαμβάνει την εφαρμογή γνώσεων από τις θεωρίες της μάθησης, την ανάπτυξη τεχνικών διδακτικής προσέγγισης, την επιλογή και χρήση μέσων για την υποβοήθηση και την ενίσχυση της διδασκαλίας.

### **2.2.2 Ένταξη της ρομποτικής στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα**

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής ο ειδικός σκοπός της Πληροφορικής στο Δημοτικό Σχολείο είναι: *«να εξοικειωθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες με τις βασικές λειτουργίες του υπολογιστή και να έλθουν σε μια πρώτη επαφή με διάφορες χρήσεις του ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας, ως γνωστικού - διερευνητικού εργαλείου και ως εργαλείου επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών στο πλαίσιο των καθημερινών σχολικών τους δραστηριοτήτων με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ιδιαίτερα ανοικτού λογισμικού διερευνητικής μάθησης»*. Όσον αφορά τον προγραμματισμό στην Ε' και στην ΣΤ' τάξη μέσα από τις θεματικές ενότητες *«Ελέγχο και προγραμματίζω»* και *«Χρήση μιας απλής γλώσσας προγραμματισμού (Logo like) για τον έλεγχο και προγραμματισμό του υπολογιστή»* έχουν ως στόχο *«οι μαθητές να κατανοήσουν ότι ο υπολογιστής εκτελεί οδηγίες που παίρνει από τον άνθρωπο σε μια κωδικοποιημένη μορφή. Να χρησιμοποιούν απλές εντολές για τη δημιουργία σχημάτων ή τη λύση απλών προβλημάτων»*.

Η ρομποτική και ο ρομποτικός προγραμματισμός δεν περιλαμβάνονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετά δημοτικά δημόσια και ιδιωτικά σχολεία όπου η ρομποτική εκπαίδευση χάρη στην πρωτοβουλία των εκπαιδευτικών κατέχει ένα σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία των θετικών επιστημών.

Πολλοί ερευνητές και εκπαιδευτικοί συμφωνούν ότι η ένταξη των Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών από την εκπαίδευση της πρώιμης

ηλικίας παρέχει ένα ισχυρό κίνητρο και μια μεγάλη βελτίωση ως προς τον χρόνο μάθησης. Τα περισσότερα προγράμματα σπουδών στα δημοτικά σχολεία περιλαμβάνουν ορισμένες έννοιες που καλύπτουν την επιστήμη και τα μαθηματικά, αλλά λιγότερες που σχετίζονται με την διδασκαλία επίλυσης προβλημάτων, της επιστήμης των υπολογιστών, της τεχνολογίας και της ρομποτικής. Η χρήση ρομποτικών συστημάτων και η εισαγωγή της ρομποτικής στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατανοήσουν βασικές λειτουργίες της τεχνολογίας και να αναπτύξουν δεξιότητες λογικής σκέψης. (Scaradozzi, Sorbi, Pedale, Valzano, & Vergine, 2015).

### 2.2.3 Η εκπαιδευτική ρομποτική στα πλαίσια του STEM

Σύμφωνα με τον Alimisis (2010), τα προγράμματα και οι δραστηριότητες ρομποτικής στο πλαίσιο του σχολείου μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο ξεχωριστές κατηγορίες:

- Η Ρομποτική ως μαθησιακό αντικείμενο: Αυτή η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπου η ρομποτική μελετάται ως θέμα από μόνη της. Περιλαμβάνει εκπαιδευτικές δραστηριότητες που στοχεύουν στη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος το οποίο θα συμπεριλάβει ενεργά τους εκπαιδευόμενους στην επίλυση αυθεντικών προβλημάτων με επίκεντρο τα θέματα που σχετίζονται με τη ρομποτική, όπως η κατασκευή ρομπότ, ο προγραμματισμός ρομπότ και η τεχνητή νοημοσύνη.
- Η Ρομποτική ως εκπαιδευτικό εργαλείο: Στο πλαίσιο αυτής της δεύτερης κατηγορίας, η ρομποτική προτείνεται ως εργαλείο για τη διδασκαλία και εκμάθηση άλλων σχολικών θεμάτων σε διαφορετικά σχολικά επίπεδα. Σύμφωνα με τον Φράγκου (2009), «η ενασχόληση με τις ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας».

Η ρομποτική ως εκπαιδευτικό εργαλείο θεωρείται ένα εξαιρετικό όργανο για την εισαγωγή των μαθητών στο εκπαιδευτικό μοντέλο της εκπαίδευσης STEM. Όπως αναφέρει η Γεωργοπούλου (2017) με το σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι δυνατό να ικανοποιήσει τους στόχους που ορίζει η προσέγγιση STEM όπως είναι η Διεπιστημονικότητα, η Επίλυση προβλημάτων, η διέγερση της φαντασίας και της δημιουργικότητας των μαθητών, ο λογικός και αόριστος συλλογισμός μέσω της χρήσης μιας συμβολικής οπτικής γλώσσας προγραμματισμού.

#### **2.2.4 Μετασχηματισμός τεχνουργημάτων σε γνωστικά εργαλεία για τη διδασκαλία και τη μάθηση.**

Σε μια σχολική τάξη τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην μαθησιακή διαδικασία «λειτουργούν ως ψυχολογικά εργαλεία, κατευθύνοντας τον τρόπο που σκέφτονται οι μαθητές και βοηθά την ανάπτυξη ανώτερων ψυχολογικών λειτουργιών με την έννοια του Vygotsky (1978) που έχουν άμεση σχέση με την κατανόηση της έννοιας». Μέσα από την αλληλεπίδραση των μαθητών με εργαλεία για την επίτευξη ενός σκοπού ή την επίλυση ενός προβλήματος, προκαλούνται ανώτερες ψυχολογικές διεργασίες και τα εργαλεία μετασχηματίζονται σε ψυχολογικά εργαλεία όπως ορίζονται από τον Vygotsky (Πατσιομίτου, 2015).

Στη παρούσα ερευνητική εργασία χρησιμοποιείται το πακέτο ρομποτικής Arduino. Επιδιώκεται μέσα από σαφώς προσδιορισμένους και καθορισμένους στόχους και καλά σχεδιασμένη διδασκαλία να μετασχηματιστεί σε εργαλείο για την κατάκτηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών.

Για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας, θα μελετήσουμε τα τεχνουργήματα και κατ' επέκταση εργαλεία από την πλευρά της διδασκαλίας των Φυσικών επιστημών. Όταν αναφερόμαστε σε τεχνουργήματα, εννοούμε ανθρώπινες κατασκευές οι οποίες έχουν συγκεκριμένες και καλώς προσδιορισμένες χρήσεις από τους κατασκευαστές τους. Ο Norman (1991) επισημαίνει πως τα τεχνουργήματα ενισχύουν τις ανθρώπινες ικανότητες και μπορεί να βελτιώνουν την απόδοση, αλλά όχι τις ικανότητες του ατόμου. Τα τεχνουργήματα εν δυνάμει μπορούν να μετασχηματιστούν σε εργαλεία.

Οι Verillon και Rabardel (1995) εντοπίζουν και επισημαίνουν τη σύγχυση που ενδεχομένως προκύπτει από τη χρήση των δύο όρων, τεχνουργήματα (artifact) και

εργαλείο (instrument). Ορίζουν ως τεχνούργημα το αντικείμενο που δίνεται και το εργαλείο ως ψυχολογική κατασκευή. Η κατασκευή ενός εργαλείου είναι μια διαδικασία χρονοβόρα και σύνθετη και βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με τους περιορισμούς και τις δυνατότητες που ενέχει το ίδιο το τεχνούργημα. Το τεχνούργημα γίνεται εργαλείο όταν ενσωματώνεται στις δραστηριότητες του ατόμου μέσα από την δημιουργία νέων νοητικών σχημάτων ή προσαρμογής τους στα προηγούμενα. Συνεπώς, απαιτείται σαφής σχεδιασμός για τον τρόπο χρήσης των τεχνουργημάτων στην μαθησιακή διαδικασία, προκειμένου αυτά να αποτελέσουν εργαλεία στα χέρια των μαθητών.

### 2.3 Διερευνητική Διδακτική Προσέγγιση

Μία σύγχρονη μέθοδος μάθησης καθώς και διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η διερεύνηση στη σχολική τάξη, μια προσομοίωση της επιστημονικής διερεύνησης σε επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Μια σειρά από έρευνες προτείνουν ως μέθοδο διδασκαλίας τη διερευνητική μάθηση και υποστηρίζουν την αναγκαιότητά της στην υποχρεωτική εκπαίδευση ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. (Minstrell & Van Zee, 2000, Flick & Lederman, 2006). Η επιστημονική διερεύνηση ως μέθοδος διδασκαλίας προϋποθέτει μια νέα προσέγγιση ως προς το ρόλο του μαθητή που μέχρι τώρα είχαμε συναντήσει στις συμβατικές τάξεις έτσι περνάμε από μία δασκαλοκεντρική παιδαγωγική σε μία μαθητοκεντρική παιδαγωγική. Η προσέγγιση αυτή, ενισχύει την ενεργητική συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία της μάθησης, την εμπλοκή τους στη διερευνητική προσέγγιση των φαινομένων με τη χρήση επιστημονικών μεθόδων.

#### 2.3.1 Είδη διερευνητικής προσέγγισης

Σύμφωνα με το Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (NRC, 2000), «ανάλογα με το βαθμό συμμετοχής του εκπαιδευτικού η διερευνητική προσέγγιση κατατάσσεται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Δομημένη:** Καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό. Ο εκπαιδευτικός θέτει το ερώτημα και δίνει βήμα προς βήμα καθοδήγηση για την παραγωγή κάποιου προκαθορισμένου αποτελέσματος. Για παράδειγμα διερεύνηση ενός ερωτήματος που θέτει ο εκπαιδευτικός μέσα από διαδικασίες που υπαγορεύονται από αυτόν. Αναπτύσσει τις ικανότητες των μαθητών στο να



διερευνούν και να δίνουν απαντήσεις. Χρήσιμη για αρχάριους στη μάθηση μέσω διερεύνηση εκπαιδευτικούς.

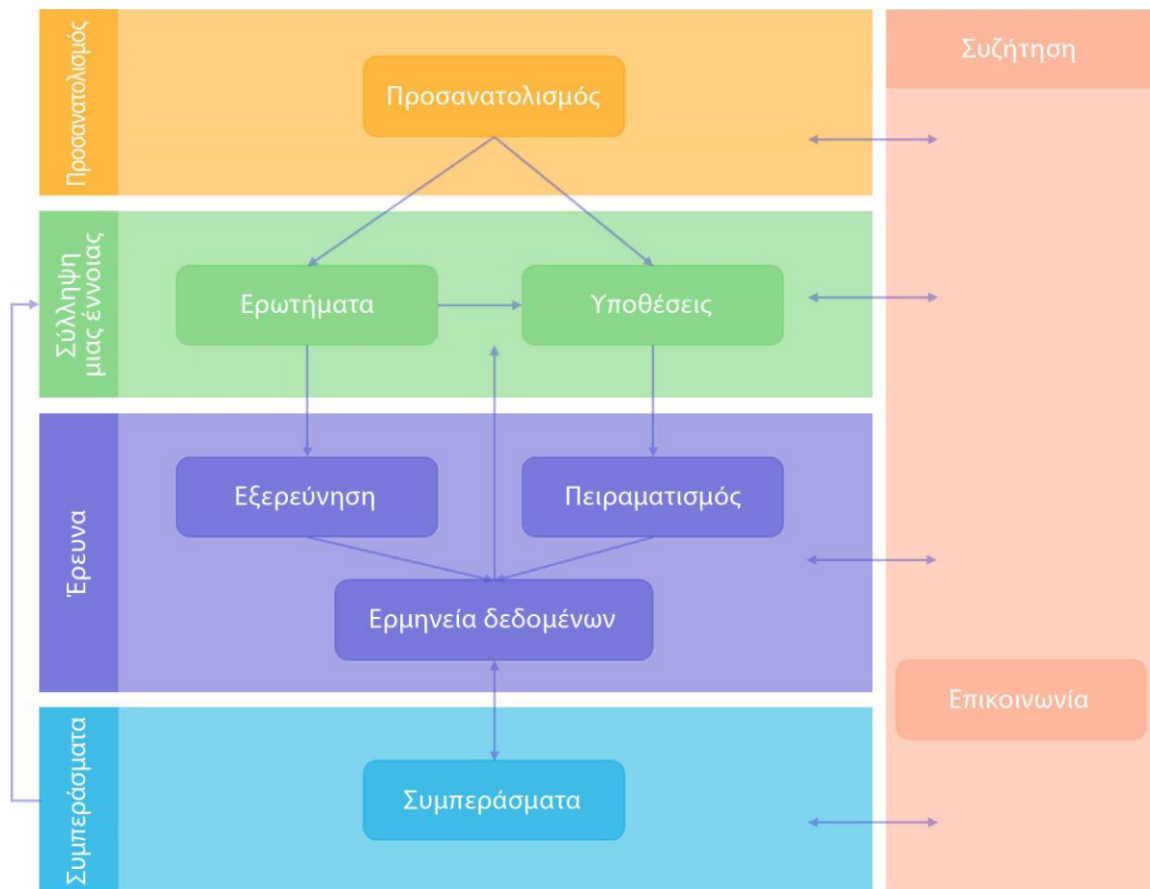
- **Καθοδηγούμενη:** Οι μαθητές παίρνουν μεγαλύτερη υπευθυνότητα στην διαδικασία και τις μεθόδους της μάθησης μέσω διερεύνησης. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τη διερεύνηση καθοδηγώντας την είτε μέσω ανατροφοδότησης, είτε προσφέροντας ένα κατάλογο ερωτήσεων από τις οποίες οι μαθητές επιλέγουν. Παράλληλα, δίνει βασικές οδηγίες για τη μεθοδολογία.
- **Ανοιχτή:** Οι μαθητές παίρνουν την πρωτοβουλία και στο να θέσουν το αρχικό ερώτημα αλλά και τη μεθοδολογία. Ο εκπαιδευτικός περιορίζεται σε ενισχυτικό ρόλο. Απαιτεί υψηλότερο βαθμό τρόπο σκέψης.
- **Συνδυασμένη** Συνδυασμός δύο τύπων διερεύνησης. Π.χ. Αρχικά *καθοδηγούμενη φάση που ακολουθείται από ανοιχτή*».

### 2.3.2 Το μαθησιακό μοντέλο για τη διερεύνηση

Οι Pedaste et al. (2015), αφού πραγματοποιήσουν μια εκτενή κριτική ανασκόπηση των μοντέλων διδασκαλίας της Διερευνητικής Μάθησης προτείνουν ένα νέο μαθησιακό πλαίσιο διερεύνησης το οποίο περιλαμβάνει πέντε κύριες φάσεις έρευνας:

1. Προσανατολισμός
2. Σύλληψη μιας έννοιας
3. Έρευνα
4. Συμπεράσματα
5. Συζήτηση

Ορισμένες από τις φάσεις περιλαμβάνουν αρκετές υπο-διαδικασίες που εξηγούνται παρακάτω. Όλες οι φάσεις της διαδικασίας εκμάθησης της έρευνας είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους και παρέχουν μια δομή που στοχεύει στην αύξηση της αποτελεσματικότητας των μαθησιακών δραστηριοτήτων, βλέπε Σχήμα 2.



Σχήμα 1.2: Οι 5 Φάσεις της Διερευνητικής Μάθησης

### 2.3.3 Ο κύκλος εκμάθησης έρευνας της διερευνητικής μάθησης

Η φάση του προσανατολισμού επικεντρώνεται στην υποκίνηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας των μαθητών μέσω της παρουσίασης ενός προβλήματος. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης το θέμα (πρόβλημα) εισάγεται από το περιβάλλον ή δίνεται από τον δάσκαλο ή καθορίζεται από τον εκπαιδευόμενο. Στη φάση αυτή προσδιορίζονται οι μεταβλητές και γίνεται η δήλωση του προβλήματος.

Η φάση της σύλληψη μιας έννοιας είναι μια διαδικασία κατανόησης μιας έννοιας ή εννοιών που αφορά το πρόβλημα. Είναι χωρισμένο σε δύο υπο-φάσεις, την διαδικασία ερωτήσεων και την δημιουργία υποθέσεων. Στη φάση αυτή δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να συλλέξουν πληροφορίες για μια ερευνητική ερώτηση, να σημειώσουν και να δημιουργήσουν υποθέσεις και ερωτήσεις που θέλουν να ερευνήσουν.



Η Τρίτη φάση είναι η έρευνα όπου η περιέργεια μετατρέπεται σε δράση για να απαντήσουν τις ερευνητικές ερωτήσεις ή υποθέσεις. Εδώ οι μαθητές σχεδιάζουν την έρευνα, συλλέγουν συγκεκριμένα δεδομένα και ελέγχουν αν μια υπόθεση είναι σωστή ή όχι διενεργώντας πειράματα. Οι υπο-φάσεις της έρευνας είναι η εξερεύνηση, ο πειραματισμός και η ερμηνεία δεδομένων. Οι μαθητές διερευνούν / παρατηρούν, σχεδιάζουν διαφορετικά πειράματα μεταβάλλοντας μεταβλητές τιμές, πραγματοποιούν προβλέψεις και ερμηνεύουν τα αποτελέσματα. Γενικά, η εξερεύνηση είναι ένας συστηματικός τρόπος διεξαγωγή έρευνας με στόχο την εξεύρεση σχέσης μεταξύ των μεταβλητών που εμπλέκονται. Σε αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει λόγος να δηλώνεται μια υπόθεση. Ο πειραματισμός επικεντρώνεται στην εκπόνηση και εφαρμογή ενός στρατηγικού σχεδίου για τη διεξαγωγή ενός πειράματος.

Τόσο η εξερεύνηση όσο και ο πειραματισμός περιλαμβάνουν το σχεδιασμό και την εφαρμογή των διερευνητικών δραστηριοτήτων. Κατά τη διάρκεια της Εξερεύνησης και του Πειραματισμού συλλέγονται δεδομένα. Η υπο-φάση της Ερμηνείας Δεδομένων επικεντρώνεται στην κατανόηση των συλλεγόμενων δεδομένων και της σύνθεσης νέων. Το τελικό αποτέλεσμα της φάσης της έρευνας είναι η ερμηνεία των δεδομένων (διατύπωση των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών) που θα επιτρέψουν την επιστροφή στο αρχικό ερευνητικό ερώτημα ή την υπόθεση και θα καταλήξει σε συμπέρασμα.

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων φάσεων της διαδικασίας μάθησης της έρευνας (Συμπέρασμα και Συζήτηση), οι μαθητές μαθαίνουν να γράφουν επιστημονικές εξηγήσεις που συνδέουν τις υποθέσεις τους με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη φάση της έρευνας. Επιπλέον, αντανακλούν τις διαδικασίες μάθησης και τα αποτελέσματά τους, συγκρίνοντας και συζητώντας τους με άλλους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιολογήσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών τους και να καθορίσουν περαιτέρω βήματα για τις επόμενες τάξεις.

### **2.3.4 Η διερεύνηση στις Φυσικές Επιστήμες**

Η διερεύνηση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί μια μέθοδο διδασκαλίας και μάθησης που περιλαμβάνει την απόκτηση επιστημονικών γνώσεων, μεθόδων και διαδικασιών. Σε αυτό το πλαίσιο οι διερευνητικές δραστηριότητες έχουν ως στόχο την ενεργό εμπλοκή των μαθητών στην μαθησιακή διαδικασία, την επίλυση αυθεντικών

επιστημονικών προβλημάτων όπου για την επίλυση τους θα συλλέξουν δεδομένα από τις παρατηρήσεις και τις εμπειρίες τους. Με αυτήν τη διαδικασία αναπτύσσουν τις δεξιότητες συστηματικής παρατήρησης, διατύπωσης ερωτημάτων, σχεδιασμού και υλοποίησης πειραμάτων. Η εύρεση σωστών αποτελεσμάτων δεν είναι το κυρίως ζητούμενο. Ένα σημαντικό κομμάτι της διερευνητικής μάθησης είναι η συνεργατική μάθηση, η εργασία σε ομάδες, η απόκτηση κοινωνικών δεξιοτήτων μέσα από τη επικοινωνία, την συζήτηση και την αντιπαράθεση επιχειρημάτων. Καθώς αποκτούν εμπειρία στη διερεύνηση οι μαθητές αναπτύσσουν αυτονομία και αυτο-έλεγχο. Ο ρόλος τους εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός ως προς τη μάθηση και αποτελεί ο ίδιος παράδειγμα κάποιου που μαθαίνει με διερεύνηση. Η αξιολόγηση είναι σε όλες τις φάσεις της διερευνητικής προσέγγισης και προσφέρει ανατροφοδότηση της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης σε όλα τα μέλη της τάξης (Gatt,2014).

Για να εξασφαλιστεί η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης σε δραστηριότητες των Φυσικών Επιστημών, σύμφωνα με το PriSciNet, θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω δείκτες:

- Αυθεντικές δραστηριότητες
- Διερευνητικές δραστηριότητες
- Ενεργή συμμετοχή των παιδιών
- Ομαδική Συνεργασία
- Παρατήρηση
- Στοιχεία
- Μεθοδική επιχειρηματολογία και επικοινωνία
- Αυτοέλεγχος

## **2.4 Συνεργατική Μάθηση στις Φ.Ε.**

Τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί ιδιαίτερα η σημασία της συνεργατικής μάθησης, ως παιδαγωγική στρατηγική που μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσει τις κοινωνικές δεξιότητες των μαθητών. Σύμφωνα με την Σταυρίδου (2000) για την επιτυχημένη και

αποτελεσματική εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης στην τάξη θα πρέπει να επιτευχθούν οι παρακάτω βασικές προϋποθέσεις:

- Σαφείς διδακτικοί στόχοι ως προς τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα.
- Συνεργασία όλων των μελών της ομάδας για την επίτευξη των στόχων.
- Σαφείς και πλήρεις οδηγίες για την ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας.
- Ανομοιογενείς ομάδες.
- Ίσες ευκαιρίες για επιτυχία.
- Θετική Αλληλεξάρτηση.
- Διάθεση του απαιτούμενου χρόνου για τη μάθηση.
- Δημόσια αναγνώριση και ανταμοιβή για την επίδοση της ομάδας.

Όσον αναφορά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών η εργασία σε ομάδες έχει ξεχωριστή σημασία. Σύμφωνα με τον Κοκκοτά (2002): «Στο επίπεδο της τάξης, η λέξη «επικοινωνία» σημαίνει να μοιράζομαι τις ιδέες με άλλους. Η κοινωνική διαδικασία της συζήτησης και του διαλόγου ενεργεί ως καταλύτης για τη σκέψη. Η ομάδα είναι ο μηχανισμός για συνεργατική μάθηση και εξασφαλίζει την εξερεύνηση, την κατανόηση και την επίδραση πάνω στις ιδέες των μελών για μια συγκεκριμένη έννοια των Φυσικών Επιστημών». Η Σταυρίδου (2000) αναφέρει ότι μετά από την βιβλιογραφική επισκόπηση 37 εργασιών προέκυψε ότι η συνεργατική μάθηση επέδρασε θετικά στις επιδόσεις των μαθητών και ιδιαίτερα αυτών με χαμηλή επίδοση. Επίσης ενισχύθηκε η αυτοεκτίμηση των μαθητών και βελτιώθηκαν οι κοινωνικές τους δεξιότητες όπως αλληλοϋποστήριξη και αλληλοβοήθεια. Ακόμα επήλθε βελτίωση στις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση και στις εργαστηριακές ασκήσεις των Φυσικών Επιστημών. Τέλος σημειώθηκε μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών της ομάδας αλλά και με το δάσκαλο.

## 2.5 Βασικά πακέτα και πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής

### 2.5.1 Lego WeDo

Το LEGO Education WeDo (εικόνα 1) είναι αποτέλεσμα συνεργασίας μεταξύ του Mitchel Resnick, επικεφαλής του ομίλου Lifelong Kindergarten στο MIT Media Lab

και του Erik Hansen, επικεφαλής του τμήματος ηλεκτρονικών E & A του The LEGO Group.

Ένα σετ κατασκευής LEGO WeDo (Εικόνα 1) είναι ένα σύνολο τεμαχίων και μηχανικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή και το σχεδιασμό μοντέλων LEGO. Η κατασκευή περιλαμβάνει τα κλασικά τουβλάκια Lego, έναν αισθητήρα κλίσης και ένα αισθητήρα απόστασης, τον USB hub που είναι η κεντρική μονάδα διασύνδεσης αισθητήρων και έναν κινητήρα. Διαθέτει ένα απλό λογισμικό οπτικού προγραμματισμού drag-and-drop το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί από μικρότερες ηλικίες καθώς έχει μικρές έως καθόλου απαιτήσεις ανάγνωσης. Το 2016 το Lego WeDo 1.0 αντικαταστάθηκε από το Lego WeDo 2.0 στο οποίο το hub συνδέεται ασύρματα με τον ΗΥ μέσω Bluetooth (Mayerova, 2012). Η απλότητα και η ευελιξία του, καθιστούν το WeDo ένα εξαιρετικό πακέτο για τη διδασκαλία της ρομποτικής και του προγραμματισμού στα πλαίσια της τάξης καθώς και για την ενίσχυση των μαθημάτων STEM



Εικόνα 2.1: Lego WeDo

### 2.5.2 Lego Mindstorms

Τα Lego Mindstorms (Εικόνα 2) συνδυάζουν προγραμματιζόμενα τούβλα με ηλεκτρικούς κινητήρες, αισθητήρες, και τεχνικά εξαρτήματα Lego (όπως εργαλεία, άξονες, ακτίνες, και υδραυλικά μέρη) που δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να κατασκευάσει ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα συστήματα.

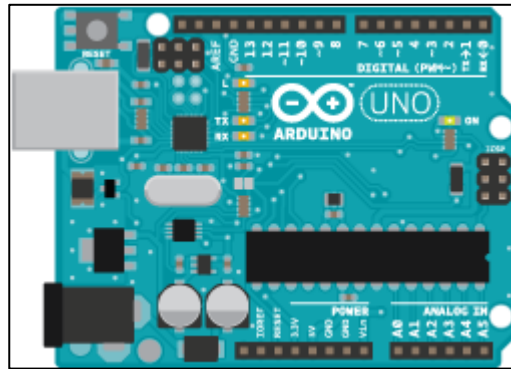
Η εκπαιδευτική έκδοση των προϊόντων καλείται Lego Mindstorms for Schools, και έρχεται με το γραφικό λογισμικό προγραμματισμού ROBOLAB, που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Tufts χρησιμοποιώντας ως μηχανή το LabVIEW της National Instruments



Εικόνα 2.2: Lego Mindstorms

### 2.5.3 Arduino

Αναπόσπαστο εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino, βλέπε Εικόνα 3. Το Arduino (<http://www.arduino.cc>) είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα, η οποία μπορεί εύκολα να προγραμματιστεί, να διαγραφεί και να επαναπρογραμματιστεί οποιαδήποτε στιγμή με τη γλώσσα προγραμματισμού Wiring και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες. Το 2005 στην Ιβρέα της Ιταλίας οι Massimo Banzi και David Cueartielles παρουσίασαν για πρώτη φορά την πλατφόρμα του Arduino, μια συσκευή η οποία σχεδιάστηκε αρχικά πειραματικά για τον έλεγχο προγραμμάτων από τους φοιτητές και η οποία αργότερα θα κατακτήσει όλο τον κόσμο. Αποτελεί έναν φθηνό και εύκολο τρόπο για τους χομπίστες, τους σπουδαστές και τους επαγγελματίες να δημιουργούν συσκευές που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους χρησιμοποιώντας αισθητήρες. Βασίζεται σε ένα απλό μικροελεγκτή, μια υπολογιστική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα που χρησιμοποιείται για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ηλεκτρονικών συσκευών. Είναι ικανό να ενεργεί ως ένα μίνι υπολογιστής ακριβώς όπως και άλλοι μικροελεγκτές με τη λήψη εισόδων και τον έλεγχο των εξόδων για μια ποικιλία ηλεκτρονικών συσκευών.



**Εικόνα 2.3: Arduino Uno**

Όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια γίνεται η χρήση του Arduino στη ρομποτική εκπαίδευση. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Το χαμηλό κόστος.
- Απευθύνεται σε αρχάριους χρήστες του προγραμματισμού.
- Μπορεί να προγραμματιστεί στα πιο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα.
- Το υλικό και το λογισμικό του είναι ανοιχτά και ελεύθερα για χρήση.
- Υποστήριξη από τη διαδικτυακή κοινότητα.
- Απλό περιβάλλον προγραμματισμού και συμβατό με το περιβάλλον του Scratch for Arduino (S4A).

#### **2.5.4 Τι είναι το Scratch for Arduino (S4A);**

Ένα από τα δημοφιλέστερα και αποτελεσματικότερα μέσα εκμάθησης προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως σε διάφορων τύπων σχολεία και εκπαιδευτικούς οργανισμούς είναι το Scratch. Το Scratch είναι ένα περιβάλλον προγραμματισμού που αναπτύχθηκε στο MIT (Massachusetts Institute of Technology). Διαθέτει ένα γραφικό περιβάλλον που καθιστά την διαδικασία του προγραμματισμού πιο οικία για τις μικρότερες ηλικίες, ενώ μέσα από μία μεγάλη κοινότητα μάθησης στο αποθετήριο του μπορούμε να βρούμε εκατομμύρια διαμοιρασμένα project τα οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ή να τροποποιήσουμε για τις ανάγκες του δικού μας προγράμματος.

Το S4A (Εικόνα 4) είναι μια τροποποιημένη εκδοχή του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος προγραμματισμού Scratch που επιτρέπει τον απλό προγραμματισμό της πλατφόρμας του Arduino. Το λογισμικό αυτό διαθέτει ένα γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού μέσω μιας σειράς από Blocks για τη διαχείριση των αισθητήρων όπως είναι ο αισθητήρας θερμοκρασίας, απόστασης κλπ και εξαρτημάτων όπως είναι οι κινητήρες και το ηχείο που συνδέονται με το Arduino. Ο κύριος στόχος του έργου είναι να προσελκύσει νέους ανθρώπους στον κόσμο του προγραμματισμού και να παρέχει ένα υψηλό επίπεδο διαπαφής στους προγραμματιστές Arduino (<http://s4a.cat/>).



**Εικόνα 2.4: Scratch 4 Arduino**



### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Επισκόπηση της Βιβλιογραφίας

Παρακάτω αναλύονται ορισμένες έρευνες της βιβλιογραφίας που κάνουν χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και για τον προγραμματισμό γενικότερα μέσα από δραστηριότητες STEM. Παρατηρούμε ότι μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στη βάση κάποιων θεματικών αξόνων. Συγκεκριμένα, ως προς το γνωστικό αντικείμενο που διδάσκεται (π.χ. Φυσική, Προγραμματισμός), ως προς τη βαθμίδα που απευθύνεται (Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση), ως προς το γνωστικό εργαλείο που χρησιμοποιείται (Arduino, LEGO, Raspberry Pi). Στην παρούσα εργασία η ανάλυση θα γίνει με βάση τη βαθμίδα που υλοποιήθηκε η έρευνα ως προς τους στόχους, τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε και τα ευρήματα των ερευνών.

Σύμφωνα με τον Khanlari (2015) οι ερευνητικές μελέτες δείχνουν ότι η εκπαίδευση STEM είναι πιο αποτελεσματική αν αυτή αρχίζει στην πρώιμη παιδική ηλικία όπου μπορούν να τεθούν τα θεμέλια για την επιστήμη και την εκπαίδευση από τις πρώτες βαθμίδες της εκπαίδευσης. Η υλοποίηση αυτών των δραστηριοτήτων στην πρώιμη παιδική ηλικία διευκολύνει την κατανόηση των επιστημονικών θεμάτων, μειώνει τα στερεότυπα γύρω από το φύλο και την σταδιοδρομία σε επαγγέλματα STEM ενώ τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης θα έχουν μακροχρόνια διάρκεια. Ωστόσο ελάχιστες έρευνες υπάρχουν στην προσχολική εκπαίδευση και λιγοστές σχετικά με την επίδραση της ρομποτικής εκπαίδευσης στο δημοτικό αν και οι εκπαιδευτικοί συμφωνούν ότι η ρομποτική είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διδασκαλία και τη μάθηση βασικών γνώσεων επιστήμης και τεχνολογίας.

Τα ρομπότ έχουν τη δυνατότητα να είναι η επόμενη αποτελεσματική παρέμβαση στην εξέλιξη της παραδοσιακής εκπαίδευσης. Αν και δεν υπάρχουν αρκετές αναγνωρισμένες έρευνες πολλά σχολεία έχουν υιοθετήσει την ρομποτική στο επίσημο ή στο ανεπίσημο πρόγραμμα σπουδών. Αναγνωρίζουν τον θετικό ρόλο που παίζει στη μάθηση και στη διδασκαλία, στην ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης και στην ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Παράλληλα με την απλοποίηση κατασκευής των ρομπότ και της διαδικασίας προγραμματισμού (οπτικός προγραμματισμός) καθώς και της μείωσης του κόστους των εκπαιδευτικών πλατφόρμων ρομποτικής βιώνουμε την έλευση μια νέας εποχής στην εκπαιδευτική



τεχνολογία. Στην έρευνα του Karim, Lemaign και Mondada (2015) αναφέρεται ότι για να είναι αποτελεσματική η ρομποτική διδασκαλία μέσα στην τάξη οι δραστηριότητες διδασκαλίας πρέπει να συνδέονται άμεσα με τα προγράμματα σπουδών. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές θα μπορούν και να συνδέσουν τους μαθησιακούς στόχους με τις δραστηριότητες ρομποτικής και να αποκτήσουν κίνητρο για τη μάθηση. Στην ίδια έρευνα επισημαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί και η άνεση που κατέχουν στην χρήση των ρομπότ παίζει το ζωτικότερο ρόλο για την επιτυχία της εφαρμογής της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η άνεση μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της κατάλληλης εκπαίδευσης και την ενεργητική συμμετοχή στη διδασκαλία.

Στο ίδιο πλαίσιο η έρευνα του Maeve (2018) πραγματοποιήθηκε σε 17 δασκάλους δημοτικού σχολείου οι οποίοι σχεδίασαν δραστηριότητες ρομποτικής με τη μέθοδο του Project και της συνεργατική μάθησης διαπιστώθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί απαιτείται να αλλάξουν τις απόψεις τους για την εκπαίδευση STEM και χρειάζονται μια σημαντική βοήθεια και υποστήριξη από το κλάδο ενώ τα σχολεία πρέπει να συμβαδίσουν με τις εξελίξεις όσον αφορά την STEM εκπαίδευση.

Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση στην έρευνα του Ιωάννου (2017) που πραγματοποιήθηκε σε 22 μαθητές νηπιαγωγείου βασισμένη στη διερευνητική μάθηση, σχετικά με το STEM στο νηπιαγωγείο και τη μελέτη της έννοιας της ταχύτητας χρησιμοποιώντας τη ρομποτική συσκευή Sphero τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι η διερεύνηση συνέβαλε στην μεγαλύτερη κατανόηση επιστημονικών εννοιών, ενισχύθηκε το ενδιαφέρον, η εμπλοκή, και η συμμετοχή των παιδιών σε αυτές τις δραστηριότητες και ότι οι απόψεις των παιδιών για έννοιες της φυσικής όπως η ταχύτητα άλλαξαν σε μια κατεύθυνση πιο επιστημονική.

Στην έρευνα των Michalopoulos, Mpania, Karatrantou & Panagiotakopoulos (2016) σε ένα δείγμα 18 μαθητών της Στ' τάξης διαπιστώνουν η STEM εκπαίδευση με τη χρήση Arduino, μπορεί να είναι ένα δυναμικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών για την εμπλοκή των μαθητών σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες με την χρήση απλών μοντέλων ρομποτικής και την δημιουργία σωστά οργανωμένων διδακτικών σεναρίων. Στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι οι μαθητές επικαλέστηκαν τις γνώσεις τις φυσικής και τις συνέδεσαν αποτελεσματικά με τις δραστηριότητες.

Στην ερευνητική μελέτη των Ατματζίδου και Δημητριάδη (2016), σε ένα δείγμα 164 μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παρουσιάζεται ένα προτεινόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο για τη διδασκαλία της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, το οποίο αναπτύχθηκε μετά από έρευνα των συγγραφέων, και στοχεύει στην ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στα ευρήματα της έρευνας αναφέρεται η εμπλοκή των μαθητών σε προβλήματα αυθεντικά που έχουν νόημα για τους ίδιους και στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων.

Όσον αφορά την δευτεροβάθμια εκπαίδευση και την αξιοποίηση της ρομποτικής στις φυσικές επιστήμες στην ερευνητική μελέτη των Λίτινας και Αλιμήσης (2013) σε μαθητές γυμνασίου όπου υλοποιήθηκαν εκπαιδευτικές δραστηριότητες με το πακέτο ρομποτικής Lego -Mindstorms όπου μελετήθηκαν οι κινήσεις για το μάθημα των ΦΕ διαπιστώθηκε ότι η μάθηση επιτυγχάνεται πιο εύκολα, ουσιαστικά και γρήγορα όταν συνδυάζεται με το παιχνίδι μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής, ότι οι μαθητές είχαν ενεργό εμπλοκή στην διαδικασία της μάθησης και ότι είχαν την δυνατότητα να εφαρμόσουν στην πράξη έννοιες της φυσικής και των μαθηματικών.

Στην έρευνα του Musik (2017) για τη διδασκαλία των ΦΕ υλοποιήθηκε ένα πείραμα για την ταλάντωση βασισμένο στη χρήση Arduino σε ένα δείγμα 96 μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε την αύξηση των ακαδημαϊκών επιδόσεων και την ευκολία σχεδίασης πειραμάτων με χαμηλό κόστος με τη χρήση του Arduino. Παρόμοια αποτελέσματα αναδεικνύονται από τους Suchatrong και Suknuī (2018) ενώ προσθέτουν στα ευρήματα την ακρίβεια των αποτελεσμάτων της πειραματικής διαδικασίας σε σύγκριση με τα θεωρητικά αποτελέσματα.

Στην ερευνητική μελέτη των Petry et al. (2016) ο σκοπός του Project ήταν να συνεισφέρει στην επιτυχία των μαθητών και στην ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος για Stem δραστηριότητες αξιοποιώντας την πλατφόρμα του Arduino μέσα από πειράματα των ΦΕ. Η έρευνα ήταν ποσοτική το δείγμα ήταν 200 μαθητές λυκείου που μετά το τέλος του Project απάντησαν σε ερωτηματολόγια. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι το 94% των μαθητών βρήκαν τα πειράματα ενδιαφέροντα και το 84% ότι η χρήση της ρομποτικής τους βοήθησε να καταλάβουν τη φυσική.

Η έρευνα των Williams et al. (2007) σε ένα camp ρομποτικής αξιολόγησε το επίπεδο των γνώσεων της φυσικής ως προς το επίπεδο δεξιοτήτων της έρευνας και της επιστήμης με τη χρήση των Lego - Mindstorms. Στατιστικά σημαντική διαφορά δείχνουν τα ευρήματα ως προς το επίπεδο των γνώσεων της Φυσικής όχι όμως και ως προς τις δεξιότητες της επιστήμης και της έρευνας. Αυτό μπορεί να συμβαίνει γιατί η δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων είναι μια βαθμιαία διαδικασία που μπορεί να χρειαστεί χρόνια να επιτευχθεί.

Στην έρευνα του Σεβδυνίδη (2016) εφαρμόστηκε η μεθοδολογία Stem για το μάθημα του προγραμματισμού σε 44 μαθητές λυκείου. Η μεθοδολογία STEM στη διδασκαλία του προγραμματισμού συνέβαλε στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών ενώ η πλειοψηφία των μαθητών εξέφρασε θετικές απόψεις για τη μεθοδολογία STEM.

Στην έρευνα της Orrea (2018) εφαρμόστηκαν 2 Project Ρομποτικής με Arduino στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών και στα οποία οι μαθητές κατανόησαν τα φυσικά φαινόμενα που είχαν διδαχθεί, ανέπτυξαν δεξιότητες στη χρήση των αισθητήρων του Arduino για την πραγματοποίηση των πειραμάτων και αύξηση ενδιαφέροντος για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών με τη μέθοδο του Project Ρομποτικής.

Στην έρευνα του Huang (2015) παρουσιάστηκαν μια σειρά από πειράματα, δραστηριότητες και εργαλεία τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν με την αξιοποίηση της πλατφόρμας του Arduino στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών. Το Arduino μπορεί να γίνει ένα αποτελεσματικό μέσο διδασκαλίας στο μάθημα των Φυσικών επιστημών πέρα από την παραδοσιακή διδασκαλία καθώς παρέχει ακριβή αποτελέσματα και τη δυνατότητα της επαναληψιμότητας σε μια πειραματική διαδικασία.

Οι Mosley, Ardito & Scollins (2016) μελέτησαν την επίδραση της ρομποτικής με τη χρήση του εκπαιδευτικού πακέτο Lego σε ένα περιβάλλον συνεργατικής μάθησης σε 96 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ως προς το επίπεδο της κριτικής σκέψης και το ενδιαφέρον για την εκπαίδευση STEM. Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι η κριτική σκέψη των μαθητών με τη ρομποτική και τη συνεργατική μάθηση ενισχύθηκε σημαντικά σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Ακόμα όλοι οι μαθητές είχαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την STEM εκπαίδευση μετά την αλληλεπίδραση τους με τη ρομποτική.

Κατά την επισκόπηση της βιβλιογραφίας παρατηρήσαμε ότι όλες οι μελέτες που σχετίζονται με την ρομποτική και τις Φυσικές Επιστήμες χρησιμοποιούν εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας που είναι αφενός εντυπωσιακές για τους μαθητές, με συνέπεια το αυξημένο ενδιαφέρον τους, αφετέρου αποτελεσματικές στην σε βάθος κατανόηση από τους μαθητές βασικών εννοιών φυσικής. Σε αρκετές περιπτώσεις και κυρίως τις έρευνες που αφορά μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης το μεθοδολογικό πλαίσιο ανάπτυξης βασίστηκε σε Projects (Project Based Learning) (Petry et. al , 2016, Yoder, 2015, Bouquet & Bobroff, 2017). Σε άλλες έρευνες το εκπαιδευτικό μοντέλο που χρησιμοποιήσαν βασίστηκε στον κοινωνικό εποικοδομισμό όπου οι μαθητές δουλεύοντας σε ομάδες εργασίες πάνω σε δραστηριότητες ρομποτικής έπρεπε με απλά υλικά να δημιουργήσουν μια λειτουργική συσκευή (Ορφανάκης & Παπαδάκης, 2014). Τέλος χρησιμοποιήθηκε η προσέγγιση της διερευνητικής μάθησης, μια προσέγγιση που συναντάτε στη μελέτη των Φυσικών Επιστημών τα τελευταία χρόνια, σε μαθητές πρωτοβάθμιας για την κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Orgea, 2017).

Όσον αφορά τους στόχους των ερευνών στη βιβλιογραφία που αναζητήσαμε παρατηρήσαμε ότι οι στόχοι καθορίζονται με βάση το στάδιο της εκπαίδευσης στο οποίο πραγματοποιείται η έρευνα. Στη πρωτοβάθμια και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για παράδειγμα σε αρκετές έρευνες συνδέεται με την εκπαίδευση STEM και αφορά τη δημιουργία ρομπότ και τον προγραμματισμό αυτών. Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση εστιάζουν περισσότερο σε ανώτερες έννοιες του προγραμματισμού και της μηχανικής.

Από την ανασκόπηση άρθρων που αφορούν τη χρήση arduino διαπιστώνουμε τις τεράστιες δυνατότητες που δίνει στον εκπαιδευτικό για την εισαγωγή των μαθητών στη διδασκαλία Stem και την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με διαφορετική προσέγγιση από την παραδοσιακή διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα Ερευνητές υποστηρίζουν ότι αναπτύσσεται η διδακτική διαδικασία με διασκεδαστικό και ενεργητικό τρόπο, οι μαθητές παρουσιάζουν σημαντική βελτίωση στον προγραμματισμό και στις γνωστικές επιδόσεις καθώς και στη απόκτηση δεξιοτήτων στην επίλυση προβλημάτων (Nelson, 2014· Yoder,2015· Παλιούρας & Ψυχάρης 2016). Φέρνοντας σε επαφή τους μαθητές με το Arduino έρχονται να αναπτύξουν μια διαφορετική εμπειρία διδασκαλίας με τις φυσικές επιστήμες πέρα από τα

παραδοσιακά βιβλία και τα εργαστήρια. Η χρήση του Arduino σε συνδυασμό με τους αισθητήρες που μπορείς να χρησιμοποιήσεις παρέχει την δυνατότητα να πραγματοποιούνται τα πειράματα με μεγάλη ακρίβεια στις μετρήσεις όπως θα τα αντιμετώπιζε ένας επιστήμονας (Huang,2015). Οι αισθητήρες έχουν τη δυνατότητα να εντοπίσουν την παραμικρή αλλαγή στο περιβάλλον( όπως στο φως και στη θερμοκρασία) δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να κατανοήσουν μια σειρά από φυσικά φαινόμενα. Σε μεταγενέστερα τεστ οι μαθητές παρουσίασαν σημαντική μαθησιακή πρόοδο ως προς την κατανόηση θεωρητικών και πρακτικών αντιλήψεων πάνω στα πειράματα που διενεργήθηκαν (Oprea, 2018). Σε πολλές ερευνητικές εργασίες το χαμηλό κόστος αναφέρεται ως ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τη διεξαγωγή πειραμάτων αξιοποιώντας το Arduino (Petry et al., 2016). Τα ερευνητικά αποτελέσματα που αποκτήθηκαν από την αξιοποίηση ρομποτικών κιτ με Arduino και τη δημιουργία εργαστηρίων οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι είναι οικονομικά εφικτό αν λάβουμε υπόψη το χαμηλό κόστος απόκτηση τους (Junior, GUERRA, BRAVO, Hernandez, Neto & Martins, 2013).

Λαμβάνοντας υπόψη την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, που στο μεγαλύτερο αριθμό ήταν ποιοτικές έρευνες, διαπιστώσαμε ότι η ρομποτική εκπαιδευτική χρησιμοποιείται ευρέως σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο μάθησης. Ωστόσο υπάρχουν ελάχιστες ερευνητικές μελέτες που δείχνουν την αποτελεσματικότητα της ρομποτικής με την αξιοποίηση του μικροελεγκτή Arduino στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και δεδομένου αυτού υποθέτουμε ότι θα χρειαστεί περαιτέρω διερεύνηση για την ενσωμάτωση αυτής στη καθημερινή πρακτική του δημοτικού σχολείου. Επιπλέον παρά το μεγάλο σε αριθμό θεωρητικό υπόβαθρο που αφορά την εκπαιδευτική ρομποτική, μειωμένη έρευνα έχει πραγματοποιηθεί σχετικά με τον καθορισμό των κατάλληλων παιδαγωγικών μεθόδων μάθησης και διδακτικών προσεγγίσεων για τη διδασκαλία και τη μάθηση μέσα στην τάξη. Μία μέθοδος μάθησης καθώς και διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών αποτελεί η διερεύνηση στη σχολική τάξη, μια προσομοίωση της επιστημονικής διερεύνησης σε επίλυση πραγματικών προβλημάτων. Κοινός στόχος, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας, μπορεί να γίνει η εφαρμογή ρομποτικής στην τάξη και να συμβάλλει σε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα. Τέλος η απουσία παρόμοιων ερευνών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και ταυτόχρονα η αποτυχία της παραδοσιακής

διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες μας ώθησε να μελετήσουμε τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με διερευνητικό τρόπο σε συνδυασμό με την εκπαιδευτική ρομποτική και την αξιοποίηση του Arduino.

### **3.1 Στόχοι της έρευνας**

Στόχος της εργασίας είναι η μελέτη της εισαγωγής διερευνητικών δραστηριοτήτων STEM στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών της Ε΄ Δημοτικού, μέσω πειραμάτων με απλές ρομποτικές κατασκευές.

### **3.2 Ερευνητικά Ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα που αναμένεται να διερευνηθούν είναι τα εξής:

- Σε ποιο βαθμό η προσέγγιση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να ενταχθεί στη διδασκαλία των ΦΕ στο δημοτικό σχολείο;
- Πώς μπορεί να συμβάλει η προσέγγιση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής στην κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας και στην ενίσχυση της μάθησης των μαθητών;
- Σε ποιο βαθμό η προσέγγιση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση πειραματικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων προγραμματισμού Η/Υ;
- Σε ποιο βαθμό η προσέγγιση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση κοινωνικών δεξιοτήτων (συνεργασία, ομαδικότητα).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 4.1 Μέθοδος

Στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε εφαρμόστηκε η μέθοδος της μελέτης περίπτωσης. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη μεθοδολογία για να προσεγγίσει ο ερευνητής τα ερευνητικά μας ερωτήματα καθώς του επιτρέπει να εστιάσει και να κατανοήσει σε βάθος τη μελέτη της εισαγωγής μιας καινοτομίας στη διδασκαλία.

### 4.2 Εργαλεία

Η συλλογή δεδομένων στη μελέτη περίπτωσης καθίσταται εφικτή με την αξιοποίηση ποικίλων μεθόδων και τεχνικών. Για τους σκοπούς της μελέτης και λόγω της άμεσης εμπλοκής του ερευνητή στη διδακτική επέμβαση η οποία πραγματοποιήθηκε στο χώρο του δημοτικού σχολείου χρησιμοποιήθηκε η ποιοτική ερευνητική προσέγγιση με βασικό άξονα την συμμετοχική παρατήρηση αφού προϋποθέτει την παρουσία του ερευνητή στο χώρο της έρευνας. Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων, αρχεία βιντεοσκόπησης, φύλλα εργασίας και προσωπικές σημειώσεις του ερευνητή.

Κατά την εφαρμογή των διδακτικών σεναρίων ο ερευνητής κατέγραψε με βιντεοκάμερα τις δραστηριότητες και τις συνομιλίες των μαθητών. Πριν ξεκινήσει η έρευνα μοιράστηκε σε όλους τους μαθητές μια υπεύθυνη δήλωση για την εξασφάλιση της ενυπόγραφης συγκατάθεσης των γονέων για συμμετοχή στην έρευνα και βιντεοσκόπηση των δραστηριοτήτων που θα συμμετέχουν. Στο πλαίσιο αυτό καταγράφηκε ένα μέρος της λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας των ομάδων που αφορούσαν τις ομαδοσυνεργατικές διερευνητικές δραστηριότητες.

Ο ερευνητής καθ' όλη τη διάρκεια και μετά το τέλος της παρέμβασης κρατούσε προσωπικές σημειώσεις με τη μορφή ημερολογίου για να αποτυπωθούν δυσκολίες ή σημαντικά στοιχεία της διδακτικής παρέμβασης.

Για την παρούσα διδακτική παρέμβαση οι μαθητές για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων ακολούθησαν τα φύλλα εργασίας που σχεδίασε ο ερευνητής με μία διερευνητική προσέγγιση. Τα δεδομένα των δραστηριοτήτων τα κατέγραψαν αποκλειστικά οι μαθητές ύστερα από συζήτηση με την ομάδα τους. Μέσα από τα

φύλλα εργασίας μπορούμε να διακρίνουμε χαρακτηριστικά της διερευνητικής μάθησης.

### 4.3 Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα ερευνητική μελέτη υιοθετήθηκε η ποιοτική προσέγγιση. Αναλυτικότερα χρησιμοποιήθηκε η επαγωγική, ποιοτική ανάλυση περιεχομένου. Στην επαγωγική ανάπτυξη διατυπώνονται τα κριτήρια της ανάλυσης από τον ερευνητή, στηριζόμενος στην θεωρητική μελέτη που έχει βασιστεί και τα ερευνητικά ερωτήματα, που έχουν τεθεί, και καθορίζονται οι επιμέρους κατηγορίες των κριτηρίων, προσαρμοσμένες στο συγκεκριμένο, υπό μελέτη, υλικό. Στην εν λόγω εργασία, υλοποιήθηκε η μέθοδος της επαγωγικής ανάπτυξης κατηγοριών. Η ανάλυση ξεκινά από την πρώτη ημέρα της παρέμβασης, όταν ο αξιολογητής βρίσκεται ακόμη στο πεδίο, εντοπίζοντας τις ελλείψεις και τις ατέλειες αναφορικά με την περίπτωση και τη λειτουργία της. Στο τέλος κάθε ερευνητικής ημέρας ο ερευνητής προσπαθεί να διατυπώσει τις πρώτες αναλυτικές δηλώσεις όπου ακόμα έχει πρόσφατο το υλικό. Φυσικά κάθε αρχική ιδέα τίθεται σε περαιτέρω επεξεργασία και έλεγχο. Στο τέλος της εκπαιδευτικής παρέμβασης ο εκπαιδευτικός προχωράει στην κατηγοριοποίηση και κωδικοποίηση των δεδομένων. Αφορά μία διαδικασία όπου ο ερευνητής καλείται, στηριζόμενος συνήθως στη θεωρητική μελέτη που έχει προηγηθεί, να εντοπίσει τις θεματικές κατηγορίες των δεδομένων του και να αναλύσει τα αποτελέσματα.

### 4.4 Οργάνωση και διεξαγωγή της έρευνας

Η παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση εφαρμόστηκε σε 12 μαθητές της Ε' τάξης του 3<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου Κάτω Αχαΐας. Το δείγμα των μαθητών αποτελούνταν από 4 κορίτσια και 8 αγόρια ανάμεσά τους τρεις ρομά μαθητές. Η δειγματοληψία ήταν σκόπιμη επιλέχθηκε το συγκεκριμένο σχολείο διότι ήταν βολικό για τη διεξαγωγή της έρευνας. Ο διευθυντής και ο εκπαιδευτικός της τάξης έδωσαν την συγκατάθεση για την διεξαγωγή της έρευνας ενώ ο αριθμός των μαθητών της Ε' τάξης ήταν ιδανικός για τη δημιουργία τριών ομάδων, αναφορικά με το υλικό που είχαμε στην κατοχή μας και αποτελούνταν από μαθητές όλου του μαθησιακού επιπέδου που δεν είχαν έρθει σε επαφή με τη ρομποτική. Οι συναντήσεις έγιναν σε 5 διδακτικά δίωρα σε μια αίθουσα που είχε διαμορφωθεί για τις ανάγκες της έρευνας. Οι μαθητές εργάστηκαν σε τρεις



ομάδες των τεσσάρων ατόμων όπου η κάθε μία είχε στη διάθεση της έναν φορητό ηλεκτρονικό υπολογιστή, τα υλικά για τα πειράματα και την πλατφόρμα του Arduino με τους αισθητήρες και τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Σε κάθε υπολογιστή είχαν εγκατασταθεί τα απαραίτητα λογισμικά για τη σωστή επικοινωνία της πλακέτας του Arduino και του λογισμικού S4A. Όλες οι δραστηριότητες που ακολούθησαν οι μαθητές στηρίχθηκαν στα διδακτικά σενάρια που σχεδιάστηκαν για τη παρούσα διδακτική παρέμβαση. Κατά την πρώτη φάση στα τρία πρώτα διδακτικά σενάρια, οι μαθητές γνώρισαν την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino σε μια προσπάθεια να συνειδητοποιήσουν πώς λειτουργεί η τεχνολογία στην πραγματική ζωή. Εργάστηκαν σε ομάδες για να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν απλά αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου ακολουθώντας ειδικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας. Κατά τη δεύτερη φάση, ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής διαδικασίας για την υλοποίηση πειραμάτων από το βιβλίο των Φυσικών Επιστημών της Ε΄ δημοτικού έγινε με βάση το διερευνητικό μοντέλο μάθησης έχοντας ως εργαλείο μάθησης τον μικροελεγκτή Arduino. Για την υλοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε η καθοδηγούμενη διερεύνηση για να κατανοήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Οι μαθητές, ως μικροί επιστήμονες ξεκινώντας από ένα προβληματισμό, εντόπισαν το πρόβλημα, έκαναν υποθέσεις και στη συνέχεια με βάση τα υλικά που είχαν μπροστά τους πρότειναν τρόπους που θα μπορούσαν να εκτελέσουν το πείραμα για να απαντήσουν στην αρχική υπόθεση. Με τις δικές τους προτάσεις και την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού σχεδίασαν και υλοποίησαν τα πειράματα. Στη συνέχεια ανέλυσαν τα δεδομένα και τα κατέγραψαν στα φύλλα εργασίας. Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων φάσεων της διαδικασίας μάθησης της έρευνας (Συμπέρασμα και Συζήτηση), οι μαθητές προσπάθησαν να διατυπώσουν σε ένα επιστημονικό πλαίσιο τα συμπεράσματα τους με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη φάση της έρευνας.

#### **4.5 Εγκυρότητα και Αξιοπιστία της έρευνας**

Για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας στην εν λόγω έρευνα ο ερευνητής έλαβε υπόψη τον μεθοδολογικό σχεδιασμό, την ποιότητα των δεδομένων που θα συλλέξει κατά την εκπαιδευτική παρέμβαση και τον τρόπο που αυτά θα οδηγήσουν σε αληθινά και άξια εμπιστοσύνης ευρήματα, που αντιπροσωπεύουν την πραγματικότητα (Συμεού, 2007). Επιπρόσθετα την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των δεδομένων που συλλέχθηκαν

διασφάλισε σε ένα σημαντικό βαθμό η μέθοδος της «τριγωνοποίησης». Στην παρούσα έρευνα για την διασταύρωση και την επιβεβαίωση των ευρημάτων επιλέχθηκαν τρεις διαφορετικοί μέθοδοι συλλογής δεδομένων, τα αρχεία βιντεοσκόπησης, τα φύλλα εργασίας των μαθητών και οι προσωπικές σημειώσεις του ερευνητή. Ως ερευνητής που υλοποίησε την παρούσα έρευνα προσπάθησα να λειτουργήσω πειθαρχημένα, μεθοδευμένα και οργανωμένα, σχεδιάζοντας από νωρίς την πορεία της μελέτης. Η παρουσίαση της ερευνητικής μελέτης έγινε με συνέπεια και με ακρίβεια, ως προς τα μεθοδολογικά βήματα και τη διαδικασία που ακολουθήθηκε, ώστε ο αναγνώστης να έχει την δυνατότητα ο ίδιος να αξιολογήσει την αξιοπιστία και την εγκυρότητα της έρευνας.

#### **4.6 Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης**

Η διδακτική παρέμβαση ολοκληρώθηκε σε 10 διδακτικές ώρες σε διάστημα τριών εβδομάδων. Θεωρήθηκε απαραίτητη μία ακόμα ώρα για τη πρώτη συνάντηση και την γνωριμία με τους μαθητές. Αυτή την ώρα οι μαθητές ήρθαν σε μια πρώτη επαφή με τον εκπαιδευτικό, τις ομάδες που θα χωριστούν και με τα υλικά που θα δουλέψουν. Τα πρώτα 3 διδακτικά δίωρα οι μαθητές ανέπτυξαν ρομποτικές κατασκευές και εξοικειώθηκαν με το προγραμματιστικό περιβάλλον του S4A. Μέσω αυτών των δραστηριοτήτων απέκτησαν βασικές έννοιες για τον προγραμματισμό και δεξιότητες για την κατασκευή των εργαλείων. Τα σχέδια μαθήματος βασίστηκαν σε φύλλα εργασίας που σχεδιάστηκαν ώστε να είναι ελκυστικά και προσιτά σε μαθητές δημοτικού μιας και σε πολλές έρευνες αναφέρεται η δυσκολία να αξιοποιηθεί το Arduino σε μαθητές δημοτικού. Η υλοποίηση των δραστηριοτήτων έγινε σε τρία διακριτά βήματα. Η σύνδεση του κυκλώματος του Arduino, ο προγραμματισμός στο περιβάλλον του S4A και ο έλεγχος. Στα δύο τελευταία δίωρα υλοποιήθηκαν δύο πειράματα για το μάθημα της Φυσικής της Ε' δημοτικού, στο κεφάλαιο της θερμότητας, αξιοποιώντας ως εργαλείο το Arduino μέσα από ομαδικές διερευνητικές δραστηριότητες.

#### 4.6.1 Υλοποίηση 1ου διδακτικού σεναρίου

##### 1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου

Άναψε τα πρώτα led λαμπάκια

##### 1. Εκτιμώμενη Διάρκεια

Δύο διδακτικές ώρες

##### 2. Τάξεις στις οποίες μπορεί να απευθύνεται

Ε' και Στ' τάξης Δημοτικού

##### 3. Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Προγραμματισμός

##### 4. Ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών

Το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει σχεδιαστεί σχετίζεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής του δημοτικού και σε συγκεκριμένα τη θεματική ενότητα «Ελέγχω και προγραμματίζω» για τους μαθητές της Ε' και της Στ' τάξης με γενικότερο στόχο τη χρήση μιας απλής γλώσσας προγραμματισμού για τον έλεγχο και τον προγραμματισμό ενός υπολογιστικού συστήματος.

##### 5. Διδακτικοί Στόχοι

###### Γνωστικοί

- Να αναφέρουν ότι ο υπολογιστής εκτελεί οδηγίες που παίρνει από τον άνθρωπο σε μια κωδικοποιημένη μορφή.
- Να γνωρίσουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού.
- Να αναφέρουν τρόπους προγραμματισμού ενός μικροελεγκτή.
- Να αναφέρουν απλές εντολές του προγραμματισμού.
- Να περιγράψουν τη λειτουργία των αισθητήρων.

###### Δεξιότητες

- Να κατασκευάζουν με βάση τις οδηγίες το κύκλωμα του Arduino.
- Να χρησιμοποιούν απλές εντολές προγραμματισμού στο λογισμικό S4A.

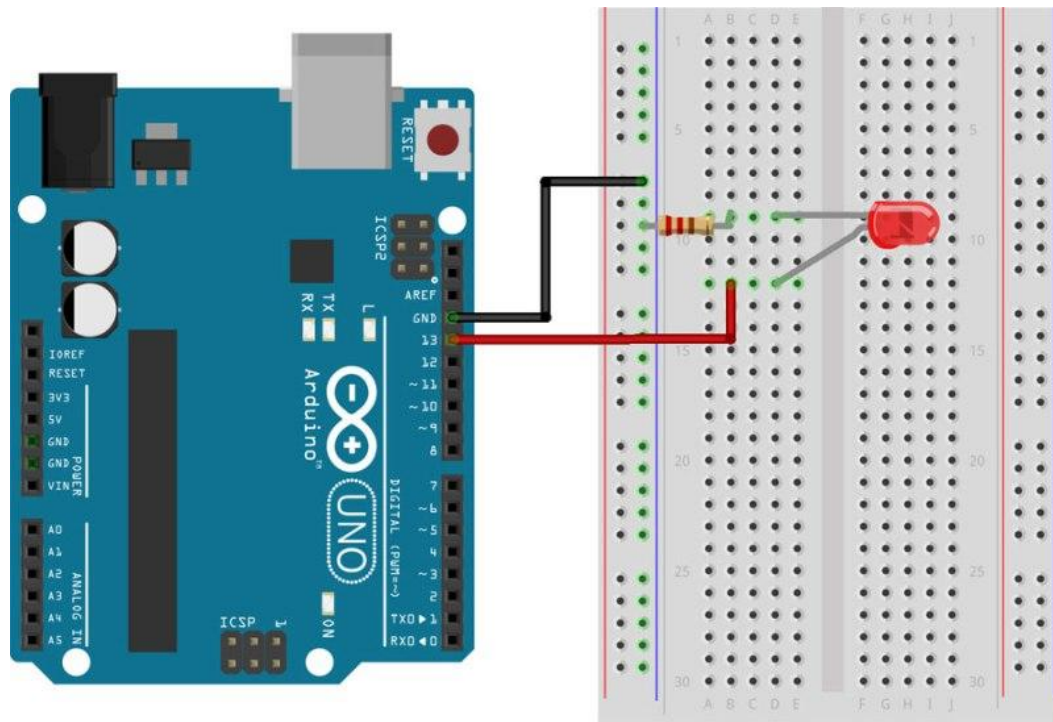
- Να αναπτύξουν ομαδικό πνεύμα συνεργασίας.

### Στάσεις ως προς τις ΤΠΕ

- Οι μαθητές να υιοθετήσουν μια θετική στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες.
- Να απομυθοποιήσουν τις δυσκολίες του προγραμματισμού.

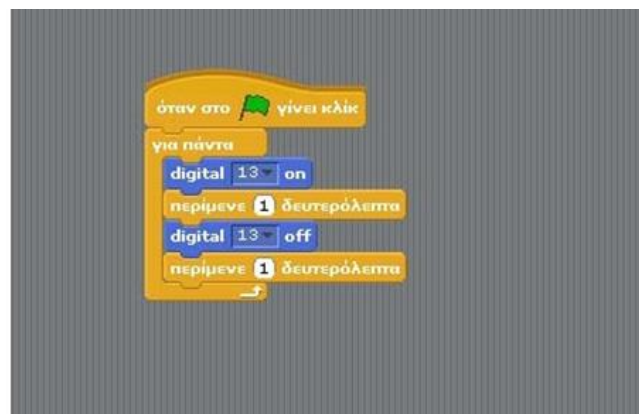
### 6. Περιγραφή Διδακτικού Σεναρίου.

Αρχικά οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το υλικό που θα χρησιμοποιούσουν. Ο εκπαιδευτικός με τη μορφή επίδειξης τους δείχνει ένα ρομποτικό όχημα που έχει κατασκευαστεί αξιοποιώντας την πλατφόρμα του Arduino και τους παροτρύνει να παρατηρήσουν από τα μέρη που αποτελείται και να τα συγκρίνουν με τα υλικά που έχουν μπροστά τους. Τους εξηγούμε ότι θα χρησιμοποιήσουμε κάποια μέρη από τα υλικά που βλέπουν στο ρομπότ στις επόμενες δραστηριότητες για να κατασκευάσουμε τα δικά μας εργαλεία. Στη συνέχεια θέτουμε σε λειτουργία το ρομποτικό όχημα και παρατηρούν τις κινήσεις του. Τους προκαλούμε να παρατηρήσουν τον αισθητήρα υπερήχων και να φανταστούν ποια είναι η λειτουργία του. Αν δεν είχε τον αισθητήρα τι θα γινόταν; Τι εντολές θα μπορούσαμε να έχουμε δώσει για να εκτελεί αυτές τις κινήσεις; Η συζήτηση γίνεται με καταγισμό ιδεών. Αφού τους έχουμε προκαλέσει το ενδιαφέρον τους μοιράζουμε τα φύλλα εργασίας ανά ομάδα μαθητών. Αρχικά, οι μαθητές εντοπίζουν τα υλικά που θα χρειαστούν για την 1η δραστηριότητα να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με ένα led λαμπάκι και να το προγραμματίσουν κάθε ένα δευτερόλεπτο να ανάβει και να σβήνει. Το κύκλωμα είναι απλό ακόμα και για τους μαθητές που δεν έχουν αντίστοιχη εμπειρία. Τα σημεία που θα πρέπει να προσέξουν είναι να συνδέσουν το led λαμπάκι στα κεντρικά τμήματα του breadboard παράλληλα με τις μεγάλες οριζόντιες γραμμές και με τη σωστή πολικότητα αλλιώς δεν θα λειτουργεί. Το μακρύ ποδαράκι είναι η άνοδος και συνδέεται με μία από τις ψηφιακές εξόδους (όπως το pin13) ενώ η κάθοδος συνδέεται πρώτα με την αντίσταση και αυτή με την σειρά της με τη γείωση το GND της πλακέτας του Arduino. Εξηγούμε στους μαθητές ότι η αντίσταση είναι απαραίτητη για να μην καεί το λαμπάκι καθώς η τάση (5v) από τη ψηφιακή έξοδο του Arduino είναι μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται. Το πρώτο βήμα για την κατασκευή του κυκλώματος που περιγράψαμε φαίνεται στην Εικόνα 4.1.



Εικόνα 4.1: Arduino - 1 Led

Αφού ελέγξουν ότι είναι όλα σωστά ανοίγουν το λογισμικό S4A και προχωράνε στο δεύτερο βήμα στον προγραμματισμό. Σε αυτό το σημείο οι μαθητές ακολουθούν τα βήματα για να φτιάξουν το πρώτο τους πρόγραμμα (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2: Προγραμματισμός με το S4A

Το τρίτο βήμα είναι να συνδέσουν το κύκλωμα στον υπολογιστή και να ελέγξουν αν είναι σωστό. Αν δεν είναι, θα πρέπει να επανέλθουν είτε στο πρώτο είτε στο δεύτερο βήμα για να βρουν το λάθος. Αφού έχουν ολοκληρώσει το πρώτο τους κύκλωμα και παρατηρήσουν τι συμβαίνει με το λαμπάκι μπορούν να δοκιμάσουν να αλλάξουν για

παράδειγμα τα δευτερόλεπτα ή να βγάλουν την εντολή για πάντα. Γίνεται συζήτηση για τις εντολές που χρησιμοποίησαν. Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να προσομοιάσουν τη λειτουργία ενός φαναριού. Αυτή τη φορά δεν θα τους δοθούν αναλυτικές οδηγίες και θα προσπαθήσουν συνεργατικά να επιλύσουν το πρόβλημα. Χρησιμοποιώντας ένα κύκλωμα με 3 LED θα πρέπει να συνθέσουν ένα κώδικα ώστε να ανάβουν οι λυχνίες στη σωστή σειρά, στο σωστό χρόνο ενώ υπόλοιπες θα παραμένουν σβηστές. Τους δίνεται η οδηγία να ακολουθήσουν προσεκτικά τα βήματα που ακολούθησαν για το ένα LED.

Όταν ολοκληρώσουν το κύκλωμα το παρουσιάζουν στις υπόλοιπες ομάδες. Στο τέλος του φυλλαδίου απαντούν στις ερωτήσεις με τις εντολές που χρησιμοποίησαν και συζητούν στην ολομέλεια τις δυσκολίες που συνάντησαν στον προγραμματισμό.

#### **4.6.2 Υλοποίηση 2ου διδακτικού σεναρίου**

##### **1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου**

Μέτρησε τη θερμοκρασία!

##### **2. Διάρκεια**

2 διδακτικές ώρες

##### **3. Ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών**

Το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει σχεδιαστεί σχετίζεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής του δημοτικού και σε συγκεκριμένα τη θεματική ενότητα «Ελέγχο και προγραμματίζω» για τους μαθητές της Ε' και της Στ' τάξης με γενικότερο στόχο τη χρήση μιας απλής γλώσσας προγραμματισμού για τον έλεγχο και τον προγραμματισμό ενός υπολογιστικού συστήματος.

##### **4. Διδακτικοί Στόχοι**

###### **Γνωστικοί**

- Να αναφέρουν ότι ο υπολογιστής εκτελεί οδηγίες που παίρνει από τον άνθρωπο σε μια κωδικοποιημένη μορφή.
- Να περιγράψουν τη λειτουργία του αισθητήρα θερμοκρασίας LM35D.
- Να γνωρίσουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού.

- Να αναφέρουν απλές εντολές του προγραμματισμού.

### Δεξιότητες

- Να κατασκευάζουν με βάση τις οδηγίες το κύκλωμα του Arduino.
- Να χρησιμοποιούν απλές εντολές προγραμματισμού στο λογισμικό S4A.
- Να αναπτύξουν ομαδικό πνεύμα συνεργασίας.

### Στάσεις ως προς τις ΤΠΕ

- Οι μαθητές να υιοθετήσουν μια θετική στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες.
- Να απομυθοποιήσουν τις δυσκολίες του προγραμματισμού.

## 1. Περιγραφή Διδακτικού Σεναρίου.

Στόχος της πρώτης δραστηριότητας είναι να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα ψηφιακό θερμόμετρο. Όπως και στο προηγούμενο σενάριο, οι μαθητές θα ακολουθήσουν τα βήματα που περιγράφονται στα φύλλα εργασίας για να πετύχουν τον στόχο τους. Στο πρώτο βήμα η κατασκευή δεν έχει ιδιαίτερη δυσκολία. Χρησιμοποιούμε το Breadboard για να συνδέσουμε τον αισθητήρα LM35 (Εικόνα 4.3). Υπενθυμίζεται ότι στο Breadboard οι 2 επάνω και οι 2 κάτω γραμμές είναι βραχυκυκλωμένες. Επίσης είναι βραχυκυκλωμένες και οι κατακόρυφες γραμμές μεταξύ τους. Ο αισθητήρας LM35D αποτελείται από τρία «ποδαράκια», το ένα συνδέεται με την τάση στη θέση 5V του Arduino, το μεσαίο το συνδέουμε με την αναλογική είσοδο στη θέση A0 και το τρίτο με τη γείωση GND.

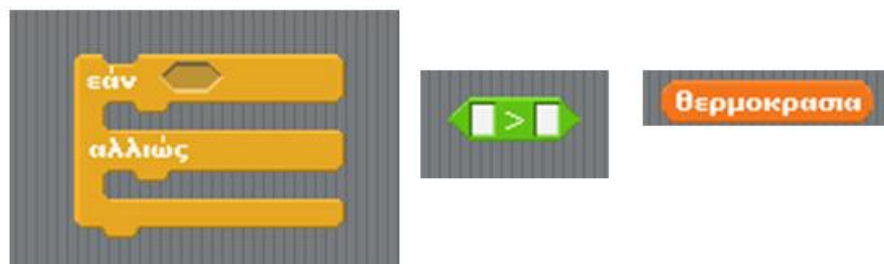






Το τρίτο βήμα είναι να συνδέσουν το κύκλωμα στον υπολογιστή και να ελέγξουν αν είναι σωστό. Αν δεν είναι, θα πρέπει να επανέλθουν είτε στο πρώτο είτε στο δεύτερο βήμα για να βρουν το λάθος. Αφού έχουν ολοκληρώσει το κύκλωμα και παρατηρήσουν τις τιμές της θερμοκρασίας στην οθόνη μπορούν να δοκιμάσουν να ακουμπήσουν με το χέρι τους τον αισθητήρα και να παρατηρήσουν την αλλαγή στις τιμές της. Γίνεται συζήτηση για τις εντολές που χρησιμοποίησαν.

Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να φτιάξουν ένα κύκλωμα στο οποίο θα συνδυάσουν τον αισθητήρα θερμοκρασίας και 2 LED λαμπάκια (κόκκινο και μπλε). Στόχος της δραστηριότητας είναι να συντάξουν ένα κατάλληλο κώδικα έτσι ώστε το κόκκινο λαμπάκι να ανάβει για θερμοκρασίες άνω των 25 °C ενώ το μπλε για θερμοκρασίες κάτω των 25 °C. Αυτή τη φορά δεν θα τους δοθούν αναλυτικές οδηγίες και θα προσπαθήσουν συνεργατικά να επιλύσουν το πρόβλημα. Οι μαθητές θα πρέπει να συνδυάσουν τις εντολές για το κύκλωμα με τα LED λαμπάκια, τον αισθητήρα θερμοκρασίας και τις παρακάτω εντολές (Εικόνα 4.5).



**Εικόνα 4.5:** Εντολές για τον προγραμματισμό

Όταν ολοκληρώσουν το κύκλωμα το παρουσιάζουν στις υπόλοιπες ομάδες. Στο τέλος του φυλλαδίου απαντούν στις ερωτήσεις με τις εντολές που χρησιμοποίησαν και συζητούν στην ολομέλεια τις δυσκολίες που συνάντησαν στον προγραμματισμό.

### 4.6.3 Υλοποίηση 3ου διδακτικού σεναρίου

#### 1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου

Μέτρησε την απόσταση!

#### 2. Διάρκεια

2 διδακτικές ώρες

#### 3. Ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών

Το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει σχεδιαστεί σχετίζεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής του δημοτικού και σε συγκεκριμένα τη θεματική ενότητα «Ελέγχω και προγραμματίζω» για τους μαθητές της Ε' και της Στ' τάξης με γενικότερο στόχο τη χρήση μιας απλής γλώσσας προγραμματισμού για τον έλεγχο και τον προγραμματισμό ενός υπολογιστικού συστήματος.

#### 4. Διδακτικοί Στόχοι

##### Γνωστικοί

- Να αναφέρουν ότι ο υπολογιστής εκτελεί οδηγίες που παίρνει από τον άνθρωπο σε μια κωδικοποιημένη μορφή.
- Να περιγράψουν τη λειτουργία του αισθητήρα υπερήχων Ultrasonic Sensor
- Να γνωρίσουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού.
- Να αναφέρουν απλές εντολές του προγραμματισμού.

##### Δεξιότητες

- Να κατασκευάζουν με βάση τις οδηγίες το κύκλωμα του Arduino.
- Να χρησιμοποιούν απλές εντολές προγραμματισμού στο λογισμικό S4A.
- Να αναπτύξουν ομαδικό πνεύμα συνεργασίας.

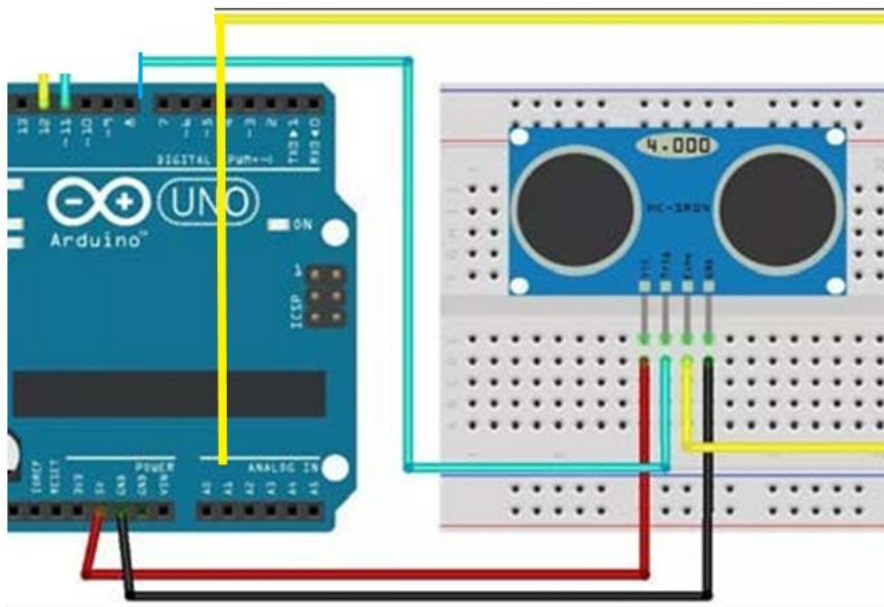
##### Στάσεις ως προς τις ΤΠΕ

- Οι μαθητές να υιοθετήσουν μια θετική στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες.
- Να απομυθοποιήσουν τις δυσκολίες του προγραμματισμού

#### 5. Περιγραφή Διδακτικού Σεναρίου.

Στόχος της πρώτης δραστηριότητας είναι να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα όργανο που θα μετράει την απόσταση ενός αντικειμένου. Όπως και στα προηγούμενα σενάριο οι μαθητές θα ακολουθήσουν τα βήματα που περιγράφονται στα φύλλα εργασίας για να πετύχουν τον στόχο τους. Στο πρώτο βήμα για την κατασκευή του κυκλώματος χρησιμοποιούμε το Breadboard για να συνδέσουμε τον αισθητήρα υπερήχων (Εικόνα 4.6). Ο αισθητήρας αποτελείται από τέσσερα σημεία σύνδεσης, «ποδαράκια», το ένα συνδέεται με την τάση (5V), τη γείωση (GND), ένα για την αποστολή σήματος (trigger) κι ένα για τη λήψη (echo).

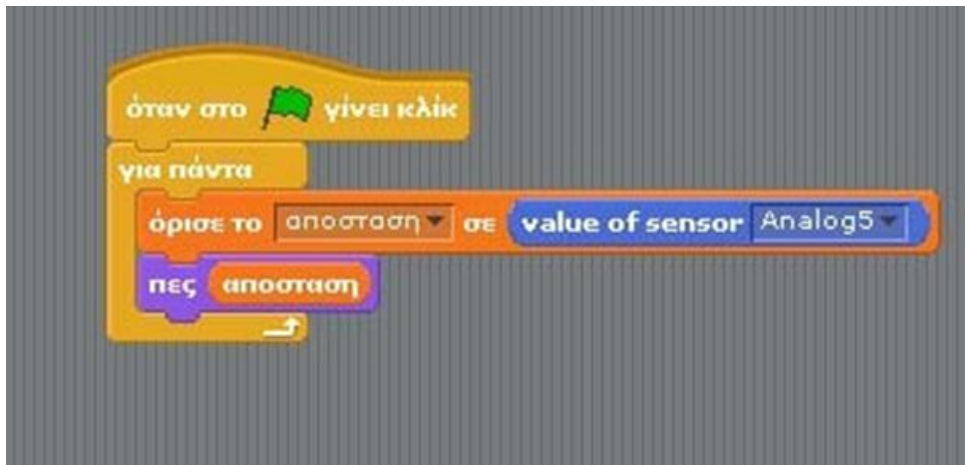
## Σύνδεση του Arduino...



Εικόνα 4.6: Κύκλωμα για τον αισθητήρα υπερήχων Ultra Sensor

Με πολύ απλά λόγια ο εκπαιδευτικός εξηγεί στους μαθητές ότι από το ένα «ματάκι» γίνεται η αποστολή του υπέρηχου σήματος μέχρι να βρει ένα αντικείμενο και να επιστρέψει στο άλλο «ματάκι». Γνωρίζοντας τον χρόνο που χρειάστηκε να ταξιδέψει ο ήχος και την ταχύτητα του ήχου ο υπολογιστής μπορεί να υπολογίσει την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο. Στο επόμενο βήμα οι μαθητές συνεχίζουν με τον προγραμματισμό όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.7. Οι μαθητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με την έννοια της μεταβλητής και είναι κάτι που είναι αρκετά δύσκολο για την ηλικία αυτή. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει μια απλή ερμηνεία για την έννοια της μεταβλητής. Μεταβλητή είναι ένα μέγεθος ή μια ιδιότητα της

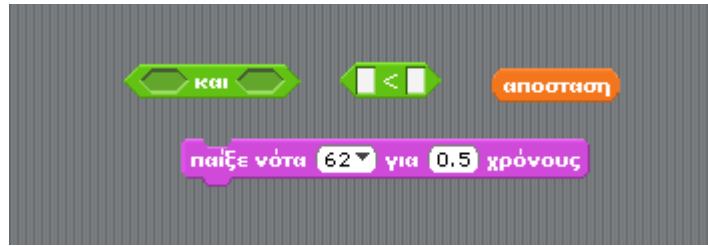
οποίας η τιμή μπορεί να αλλάζει κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία στη δραστηριότητα μας. Αναφορά γίνεται επίσης στις νέες εντολές που θα συναντήσουν όπως η εντολή “value of sensor, analog 5” . Η συνάρτηση αυτή επιστρέφει τις τιμές που διαβάζει από τον αισθητήρα αφού τον έχουμε συνδέσει στην αναλογική είσοδο A5.



Εικόνα 4.7: Προγραμματισμός για τον αισθητήρα υπερήχων με το S4A

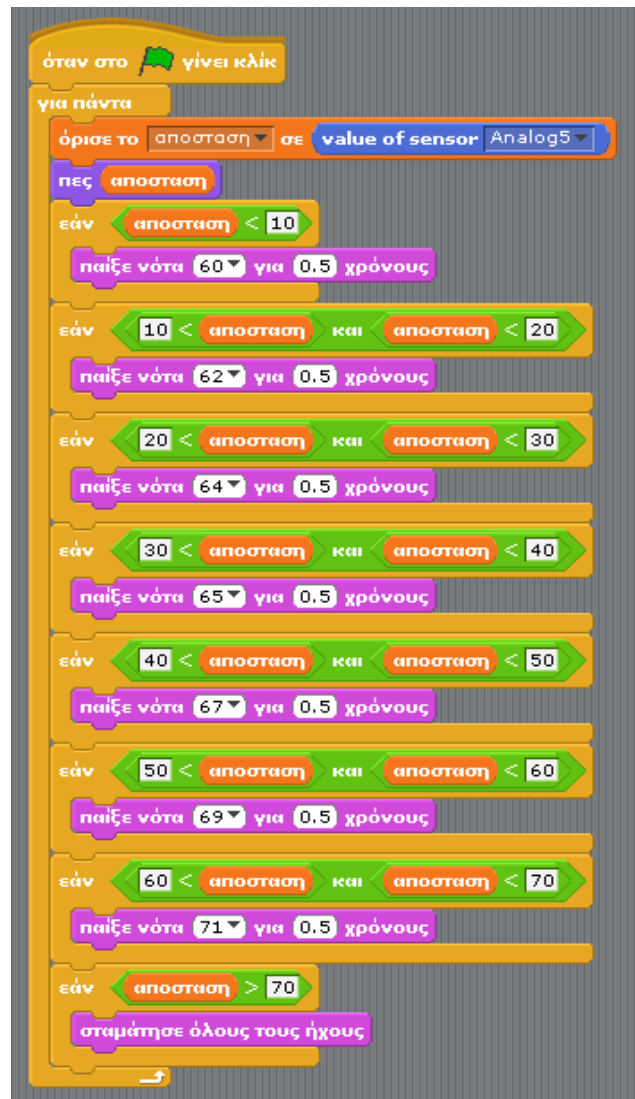
Το τρίτο βήμα είναι να συνδέσουν το κύκλωμα στον υπολογιστή και να ελέγξουν αν είναι σωστό. Αν δεν είναι, θα πρέπει να επανέλθουν είτε στο πρώτο είτε στο δεύτερο βήμα για να βρουν το λάθος. Οι μαθητές μπορούν να τοποθετήσουν διάφορα αντικείμενα μπροστά από τον αισθητήρα και να τους εμφανίσει την απόσταση στην οθόνη. Για να επιβεβαιώσουν αν είναι σωστή η μέτρηση μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα χάρακα. Στην συνέχεια γίνεται συζήτηση για τις εντολές που χρησιμοποίησαν.

Στη δεύτερη δραστηριότητα οι μαθητές με το ίδιο κύκλωμα καλούνται να συντάξουν ένα κώδικα με τον οποίο ανάλογα με την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο να παίζει μια νότα από τα ηχεία του υπολογιστή. Για παράδειγμα έως 10εκ. θα παίζει η νότα Ντο, από 10εκ. μέχρι 20εκ. η νότα ΡΕ κλπ. Με αυτό τον τρόπο θα φτιάξουν ένα ψηφιακό μουσικό όργανο που θα λειτουργεί ανάλογα με την απόσταση που θα πλησιάζουν την παλάμη τους στον αισθητήρα. Αυτή τη φορά δεν θα τους δοθούν αναλυτικές οδηγίες και θα προσπαθήσουν συνεργατικά να επιλύσουν το πρόβλημα. Οι μαθητές θα πρέπει να συνδυάσουν τις εντολές με τον αισθητήρα απόστασης που χρησιμοποίησαν και τις παρακάτω εντολές εικόνα 4.8.



Εικόνα 4.8: Εντολές για τον προγραμματισμό

Όταν ολοκληρώσουν τον προγραμματισμό (Εικόνα 4.9) και ελέγξουν ότι λειτουργεί το κύκλωμα το παρουσιάζουν στις υπόλοιπες ομάδες. Στο τέλος του φυλλαδίου απαντούν στις ερωτήσεις με τις εντολές που χρησιμοποίησαν και συζητούν στην ολομέλεια τις δυσκολίες που συνάντησαν στον προγραμματισμό.



Εικόνα 4.9: Εντολές για τη δημιουργία μουσικού οργάνου

#### 4.6.4 Υλοποίηση 4ου διδακτικού σεναρίου

##### 1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου

Θερμοκρασία – Θερμότητα

##### 2. Διάρκεια

2 διδακτικές ώρες

##### 3. Ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών

Το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει σχεδιαστεί σχετίζεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο» και συγκεκριμένα τις θεματικές ενότητες «Το θερμόμετρο» και «Θερμοκρασία – θερμότητα δύο έννοιες διαφορετικές» από το βιβλίο των ΦΕ της Ε' τάξης. Στόχος της ενότητας είναι να διακρίνουν οι μαθητές το φυσικό μέγεθος «θερμότητα» από το φυσικό μέγεθος «θερμοκρασία» και να μελετήσουν φαινόμενα σχετικά με τη θερμότητα και την αλλαγή της φυσικής κατάστασης.

##### 3. Τάξεις στις οποίες μπορεί να απευθύνεται:

Μαθητές Ε' Δημοτικού

##### 4. Διδακτικοί Στόχοι

###### Γνωστικοί

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η εκτίμηση της θερμοκρασίας με τις αισθήσεις μας είναι υποκειμενική.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η θερμότητα ρέει από τα θερμά στα ψυχρά σώματα.
- Να διακρίνουν τις έννοιες θερμότητα - θερμοκρασία

###### Δεξιότητες

- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι η απορρόφηση θερμότητας από ένα σώμα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του.
- Να κατασκευάσουν τα όργανα μέτρησης των πειραμάτων.
- Να κατασκευάσουν γραφικές παραστάσεις.

- Να συνεργάζονται σε ομάδες.

### Στάσεις ως προς τις ΤΠΕ

- Οι μαθητές να υιοθετήσουν μια θετική στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες.
- Να αναπτύξουν θετική στάση σχετικά με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.
- Να εξοικειωθούν με τη διαδικασία «πρόβλεψη – πειραματικός έλεγχος – εξήγηση» ως βασικό πυρήνα της πειραματικής διαδικασίας.

### Συνήθειες γνωστικές δυσκολίες

*«Οι περισσότεροι μαθητές συγχέουν τα φυσικά μεγέθη «θερμοκρασία» και «θερμότητα». Η σύγχυση αυτή επιτείνεται από την πολλές φορές λανθασμένη χρήση των όρων στην καθημερινή ζωή» (βιβλίο δασκάλου Φυσικής Ε' δημοτικού).*

### Συνοπτική παρουσίαση σεναρίου

Στην πρώτη φάση του προσανατολισμού ο εκπαιδευτικός επικεντρώνεται στην υποκίνηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας των μαθητών μέσω της παρουσίασης του προβλήματος. Το πρόβλημα που τίθεται στους μαθητές είναι πώς μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία σε ένα σώμα που θερμαίνουμε. Για να θερμανθεί ένα σώμα είναι απαραίτητη ενέργεια που πάει όμως η ενέργεια; Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ο προβληματισμός εισάγεται από το φύλλο εργασίας και στη συνέχεια στην ολομέλεια της τάξης. Στη φάση αυτή προσδιορίζονται οι μεταβλητές (η θερμοκρασία) και γίνεται η δήλωση του προβλήματος.

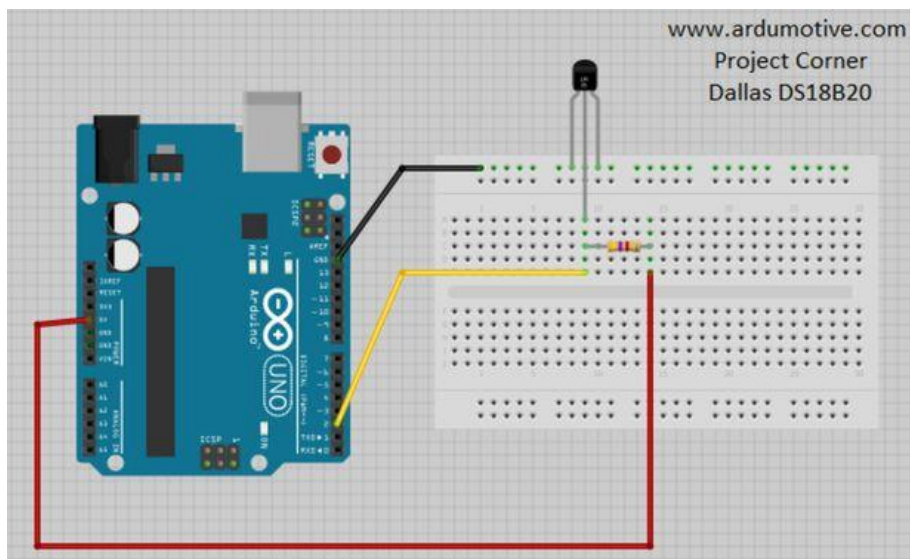
Στη δεύτερη φάση περνάμε στη σύλληψη της έννοιας, στην διαδικασία κατανόησης των εννοιών που αφορούν το πρόβλημα. Είναι χωρισμένο σε δύο υπο-φάσεις, την διαδικασία ερωτήσεων και την δημιουργία υποθέσεων. Στη φάση αυτή δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να σημειώσουν και να δημιουργήσουν υποθέσεις και ερωτήσεις που θέλουν να ερευνήσουν. Για τη δημιουργία των υποθέσεων δίνεται στους μαθητές μια σειρά από λέξεις σχετικά με την υπόθεση και θα πρέπει να διαλέξουν τις σωστές για να διατυπώσουν μια λογική υπόθεση την οποία θα εξετάσουν μετά το πείραμα (Εικόνα 4.10).



Οι λέξεις σας									
Αν	αποβάλλει	σώμα	ένα	ενέργεια	η θερμότητα	μειώνεται	του	τότε	
	απορροφά				η θερμοκρασία	αυξάνεται			
Υποθέσεις									
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>									

Εικόνα 4.10: Δημιουργία υποθέσεων

Η Τρίτη φάση είναι η έρευνα όπου η περιέργεια μετατρέπεται σε δράση για να απαντήσουν την υπόθεση. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές έχοντας μπροστά τους τα υλικά (Arduino, αισθητήρα θερμοκρασίας, ηλεκτρικό μπρίκι) θα περιγράψουν και θα σχεδιάσουν την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν για να επιβεβαιώσουν ή να απορρίψουν την αρχική τους υπόθεση. Αφού η κάθε ομάδα σχεδιάσει το πείραμα στα φύλλα εργασίας γίνεται μια συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης για να εφαρμόσουν όλοι την ίδια διαδικασία. Οι μαθητές αρχικά θα πρέπει να κατασκευάσουν το εργαλείο (ένα θερμόμετρο) για τη πραγματοποίηση του πειράματος. Για τις ανάγκες του πειράματος, θα χρησιμοποιούμε τον αδιάβροχο αισθητήρα θερμοκρασίας DS18B20. Οι μαθητές θα κατασκευάσουν ένα ψηφιακό θερμόμετρο σύμφωνα με τα φύλλα εργασίας (Εικόνα 4.11).



Εικόνα 4.11: Κύκλωμα για τον αισθητήρα θερμοκρασίας Dallas DS18B20

Το κομμάτι του προγραμματισμού θα τους δοθεί έτοιμο καθώς ο αισθητήρας DS18B20 δεν είναι συμβατός με το λογισμικό S4A. Ο εκπαιδευτικός θα εξηγήσει ότι



οι εντολές που έχουμε χρησιμοποιήσει είναι ίδιες με αυτές που έγραψαν στο προηγούμενο σενάριο με τον αισθητήρα θερμοκρασίας LM35 σε μια διαφορετική γλώσσα προγραμματισμού. Σε κάθε ομάδα εκτός από το kit του Arduino έχει δοθεί ένα ηλεκτρικό μπρίκι όπου θα μπορούν με μια μεγαλύτερη ασφάλεια να εκτελέσουν τις μετρήσεις. Ο κάθε μαθητής θα αναλάβει ένα ρόλο για την εκτέλεση του πειράματος. Ένας θα είναι υπεύθυνος για τη σωστή τοποθέτηση του αισθητήρα, ένας θα διαβάζει στην οθόνη του υπολογιστή και θα ενημερώνει τους υπόλοιπους για τη μεταβολή της θερμοκρασίας και ένας θα σημειώνει τη θερμοκρασία του νερού στον πίνακα που υπάρχει στα φύλλα εργασίας. Αφού συλλέξουν τα δεδομένα τα αναπαριστούν σ' ένα διάγραμμα χρόνου θερμοκρασίας και ελέγχουν αν η αρχική υπόθεση είναι σωστή ή όχι.

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων φάσεων της διαδικασίας μάθησης της έρευνας (Συμπέρασμα και Συζήτηση), η κάθε ομάδα συνδυάζοντας τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη φάση της έρευνας και συζητώντας στην ολομέλεια της τάξης τις επιστημονικές εξηγήσεις που έχουν δώσει μέχρι στιγμής θα διατυπώσουν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού (όσο αναφορά την ορολογία) με ένα πιο επιστημονικό τρόπο το φαινόμενο που μελέτησαν.

#### **4.6.5 Υλοποίηση 5ου διδακτικού σεναρίου**

##### **1. Τίτλος Εκπαιδευτικού Σεναρίου**

Η τήξη των σωμάτων

##### **2. Διάρκεια**

2 διδακτικές ώρες

##### **3. Ένταξη στο πρόγραμμα σπουδών**

Το εκπαιδευτικό σενάριο που έχει σχεδιαστεί σχετίζεται άμεσα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο» και συγκεκριμένα τη θεματική ενότητα «Η τήξη και η πήξη των σωμάτων» από το βιβλίο της Ε' τάξης. Στόχος της ενότητας είναι να μελετήσουν φαινόμενα σχετικά με τη θερμότητα και την αλλαγή της φυσικής κατάστασης.

##### **3. Τάξεις στις οποίες μπορεί να απευθύνεται:**

Μαθητές Ε' Δημοτικού

#### 4. Διδακτικοί Στόχοι

##### Γνωστικοί

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι την αλλαγή της φυσικής κατάστασης από στερεή σε υγρή την ονομάζουμε τήξη.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η θερμότητα ρέει από τα θερμά στα ψυχρά σώματα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι, για να γίνει ένα σώμα από στερεό σε υγρό, πρέπει να απορροφήσει ενέργεια.

##### Δεξιότητες

- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι ο πάγος λιώνει σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.
- Να διαπιστώσουν πειραματικά ότι όση ώρα λιώνει ο πάγος λιώνει η θερμοκρασία παραμένει σταθερή.
- Να κατασκευάσουν τα όργανα μέτρησης των πειραμάτων.
- Να κατασκευάσουν γραφικές παραστάσεις.
- Να συνεργάζονται σε ομάδες.

##### Στάσεις ως προς τις ΤΠΕ

- Οι μαθητές να υιοθετήσουν μια θετική στάση απέναντι στις νέες τεχνολογίες.
- Να αναπτύξουν θετική στάση σχετικά με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης.
- Να εξοικειωθούν με τη διαδικασία «πρόβλεψη – πειραματικός έλεγχος – εξήγηση» ως βασικό πυρήνα της πειραματικής διαδικασίας.

##### Συνηθεις γνωστικές δυσκολίες

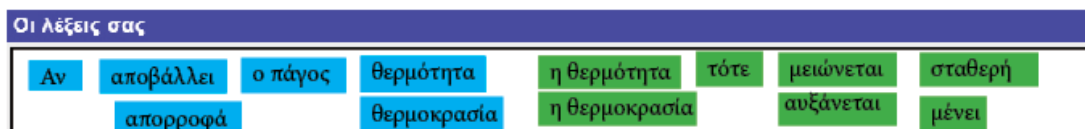
- *«Πολλοί μαθητές, για να ερμηνεύσουν τα σχετικά με τη θερμότητα φαινόμενα, «επινοούν» ένα νέο μέγεθος, την «ψυχρότητα». Αντί δηλαδή να αντιλαμβάνονται το ψύχος ως έλλειψη θερμότητας, του προσδίδουν ανεξάρτητη υπόσταση. Καθημερινές εκφράσεις, όπως «κλείσε το παράθυρο, για να μην μπει κρύο μέσα», «κλείσε το ψυγείο, για να μη φύγει η ψύξη», «σήμερα κάνει κρύο, έχει ψύχρα» επιτείνουν τη σύγχυση των μαθητών.*

- Πολλές φορές η «ζέστη» και το «κρύο» ή η «θερμότητα» και η «ψυχρότητα» εκλαμβάνονται ως δύο διαφορετικά ρέοντα υλικά, τα οποία ρέουν μέσα και έξω από τα αντικείμενα.
- Καθώς οι περισσότερες ουσίες στη φύση συναντώνται σε μία φυσική κατάσταση, πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι όλα τα σώματα μπορούν να υπάρξουν και στις τρεις φυσικές καταστάσεις ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι ακόμη και το ατσάλι, για παράδειγμα, μπορεί να βρίσκεται σε αέρια φυσική κατάσταση, αν η θερμοκρασία είναι πάρα πολύ υψηλή». (βιβλίο δασκάλου Φυσικής Ε' δημοτικού)

### Συνοπτική παρουσίαση σεναρίου

Στην πρώτη φάση του προσανατολισμού ο εκπαιδευτικός επικεντρώνεται στην υποκίνηση του ενδιαφέροντος και της περιέργειας των μαθητών μέσω της παρουσίασης του προβλήματος. Το πρόβλημα που τίθεται στους μαθητές είναι να αναλογιστούν τι συμβαίνει με τη θερμοκρασία του νερού καθώς λιώνει ο πάγος που θερμαίνουμε. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ο προβληματισμός εισάγεται από το φύλλο εργασίας και στην συνέχεια μέσω συζήτησης στην ολομέλεια της τάξης.

Στη δεύτερη φάση περνάμε στη σύλληψη της έννοιας, στην διαδικασία κατανόησης των εννοιών που αφορούν το πρόβλημα. Είναι χωρισμένο σε δύο υπο-φάσεις, την διαδικασία ερωτήσεων και την δημιουργία υποθέσεων. Στη φάση αυτή δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να σημειώσουν και να δημιουργήσουν υποθέσεις και ερωτήσεις που θέλουν να ερευνήσουν. Για τη δημιουργία των υποθέσεων δίνεται στους μαθητές μια σειρά από λέξεις σχετικά με την υπόθεση και θα πρέπει να διαλέξουν τις σωστές για να διατυπώσουν μια λογική υπόθεση την οποία θα εξετάσουν μετά το πείραμα (Εικόνα 4.12).



Εικόνα 4.12: Δημιουργία υποθέσεων

Η Τρίτη φάση είναι η έρευνα όπου η περιέργεια μετατρέπεται σε δράση για να απαντήσουν την υπόθεση. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές έχοντας μπροστά τους τα

υλικά (Arduino, αισθητήρα θερμοκρασίας, ρεσό κεράκι, κύπελλο με παγάκια, τουβλάκια) θα περιγράψουν και θα σχεδιάσουν την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν για να επιβεβαιώσουν ή να απορρίψουν την αρχική τους υπόθεση. Αφού η κάθε ομάδα σχεδιάσει το πείραμα στα φύλλα εργασίας γίνεται μια συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης για να εφαρμόσουν όλοι την ίδια διαδικασία. Οι μαθητές αρχικά θα πρέπει να κατασκευάσουν το εργαλείο (ένα θερμόμετρο) για τη πραγματοποίηση του πειράματος. Για τις ανάγκες του πειράματος, θα χρησιμοποιούμε τον αδιάβροχο αισθητήρα θερμοκρασίας DS18B20. Οι μαθητές προχωρούν στην εκτέλεση του πειράματος. Ο εκπαιδευτικός εξηγεί τη διαδικασία και τον τρόπο που θα λειτουργήσει η κάθε ομάδα. Ο κάθε μαθητής θα αναλάβει ένα ρόλο για την εκτέλεση του πειράματος. Ένας μαθητής θα είναι υπεύθυνος για τη σωστή τοποθέτηση του αισθητήρα, ένας θα διαβάζει στην οθόνη του υπολογιστή και θα ενημερώνει τους υπόλοιπους για τη μεταβολή της θερμοκρασίας και ένας θα σημειώνει τη θερμοκρασία του νερού στον πίνακα που υπάρχει στο φυλλάδιο. Αφού συλλέξουν τα δεδομένα τα αναπαριστούν σ ένα διάγραμμα χρόνου θερμοκρασίας και ελέγχουν αν η αρχική υπόθεση είναι σωστή ή όχι.

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων φάσεων της διαδικασίας μάθησης της έρευνας (Συμπέρασμα και Συζήτηση), η κάθε ομάδα συνδυάζοντας τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά τη φάση της έρευνας και συζητώντας στην ολομέλεια της τάξης τις επιστημονικές εξηγήσεις που έχουν δώσει μέχρι στιγμής θα διατυπώσουν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού (όσο αναφορά την ορολογία) με ένα πιο επιστημονικό τρόπο το φαινόμενο που μελέτησαν.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 5.1 Παρατήρηση 1<sup>ο</sup> διδακτικού σεναρίου

Για να εισάγουμε τους μαθητές στο υλικό που θα χρησιμοποιήσουμε κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης ο εκπαιδευτικός τους προκάλεσε να παρατηρήσουν, με τη μορφή επίδειξης, ένα ρομποτικό όχημα αποφυγής εμποδίων κατασκευασμένο και προγραμματισμένο με το Arduino. Οι μαθητές παρακολούθησαν με πολύ μεγάλο ενθουσιασμό τη λειτουργία του ρομποτικού οχήματος. Αρχικά οι μαθητές ρωτήθηκαν αν πιστεύουν ότι είναι τυχαίες οι κινήσεις του οχήματος. Οι περισσότεροι μαθητές είχαν παρατηρήσει ότι όταν συναντά ένα εμπόδιο αλλάζει κατεύθυνση αλλά πίστευαν ότι κινείται τυχαία. Συμφώνησαν να μείνουν μακριά από το όχημα για να δουν αν κινείται σε ευθεία γραμμή αρχικά και τι κινήσεις θα κάνει όταν θα συναντήσει το εμπόδιο. Ένας μαθητής ανέφερε ότι με τα ματάκια που έχει μπροστά μπορεί να αναγνωρίζει όταν πλησιάζει ένα εμπόδιο ενώ άλλος μαθητής ότι το έχουν προγραμματίσει να κάνει αυτές τις κινήσεις. Σε αυτό το σημείο έγινε μια συζήτηση γύρω από τα ρομπότ, τον προγραμματισμό και τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές στα σενάρια που θα ακολουθήσουν. Οι μαθητές παρατήρησαν την πλακέτα του Arduino, τα καλώδια και τον αισθητήρα Ultra Sensor που χρησιμοποιήσαμε για το όχημα.

Στη συνέχεια οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες πάνω στα φύλλα εργασίας που τους είχαν μοιραστεί. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι οι μαθητές εργάστηκαν πάνω σε δύο δραστηριότητες. Στην πρώτη δραστηριότητα για να εξοικειωθούν με την κατασκευή του κυκλώματος του Arduino με 1 LED και το λογισμικό S4A δόθηκαν αναλυτικά οι οδηγίες στα φύλλα εργασίας. Η δεύτερη δραστηριότητα ήταν να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με 3 LED προσομοιώνοντας ένα φανάρι. Η ανάλυση του σεναρίου θα γίνει στις τρεις διακριτές φάσεις που έχουμε αναφέρει, στην κατασκευή του κυκλώματος, στον προγραμματισμό και στον έλεγχο.

Σε πρώτη φάση κατασκεύασαν το κύκλωμα, αφού βρήκαν τα υλικά που θα χρειαστούν για τη πρώτη δραστηριότητα. Κατά τη παρατήρηση των ομάδων διαπιστώσαμε τον ενθουσιασμό των ομάδων να κατασκευάσουν το κύκλωμα σωστά και τη συμμετοχή όλων των μαθητών σε αυτή τη διαδικασία. Η πρώτη επαφή των

μαθητών με την πλατφόρμα του Arduino και τη σύνδεση των καλωδίων στο breadboard έφερε αρκετές ερωτήσεις προς τον εκπαιδευτικό για την κατασκευή του. Ο εκπαιδευτικός τους παρότρυνε να παρατηρήσουν προσεκτικά την εικόνα και τις οδηγίες για να προχωρήσουν στην κατασκευή του. Οι μαθητές για να αποφύγουν τα λάθη, μιας και δεν είχαν εξοικειωθεί με το υλικό, έστρεψαν το Arduino και το breadboard όπως στην φωτογραφία και προσπάθησαν να το αποτυπώσουν ακριβώς όπως φαίνεται. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής του οι μαθητές διατύπωσαν αρκετές ερωτήσεις για το Arduino, το λόγο που χρησιμοποιούν το breadboard και την αντίσταση με το Led κάτι που τους φάνηκε ιδιαίτερα ενδιαφέρον να γνωρίζουν.

Η κατασκευή του συνολικά δεν είχε ιδιαίτερη δυσκολία από τις ομάδες και η κάθε μια εργάστηκε με το δικό της τρόπο για να το φέρει σε πέρας. Δυσκολίες που παρατηρήθηκαν αφορούσε κυρίως τη σύνδεση του LED ως προς το breadboard και την πολικότητα. Η ομάδα των κοριτσιών που ακολούθησε τις οδηγίες σε συνδυασμό με την εικόνα του κυκλώματος κατάφερε να ολοκληρώσει πρώτη και σωστά το κύκλωμα ενώ οι δύο άλλες ακολούθησαν μόνο την εικόνα από τα φύλλα εργασίας και χρειάστηκε μετά να επανέλθουν στις οδηγίες και να κάνουν μερικές διορθώσεις. Ακόμα και οι πιο αδύναμοι μαθητές, ακολουθώντας τις οδηγίες των μαθητών που είχαν μεγαλύτερη εξοικείωση με την διαδικασία, συμμετείχαν με τη σειρά τους στην κατασκευή του κυκλώματος. Ο εκπαιδευτικός περνούσε συνεχώς από τις ομάδες, ενθάρρυνε τους μαθητές να ακολουθούν τις οδηγίες, εξηγούσε τη λειτουργία κάποιων τμημάτων του Arduino και τους προέτρεπε να προσέξουν σε κάποιες συγκεκριμένες οδηγίες που ήταν πιθανό να παραβλέψουν όπως να προσέξουν τη πολικότητα των LED. Υπήρξε μεγάλη χαρά από τις ομάδες όταν κατάφεραν να ανάψουν το LED αν και ήταν κάτι πολύ απλό. Οι μαθητές από μόνοι τους, μέχρι να περάσουμε στη δεύτερη δραστηριότητα δοκίμασαν να αλλάξουν τις εντολές όπως τον χρόνο και παρατηρούσαν πώς συμπεριφέρεται το LED. Στη δεύτερη δραστηριότητα οι ομάδες είχαν κατανοήσει ότι θα πρέπει να κατασκευάσουν το κύκλωμα με 3 LED και να εργαστούν όπως την πρώτη δραστηριότητα ζητήθηκε όμως η βοήθεια του εκπαιδευτικού σε αρκετά σημεία. Οι μαθητές περίμεναν περισσότερες πληροφορίες για την κατασκευή του κυκλώματος, μια πιο κατευθυνόμενη μάθηση, όπως έχουν συνηθίσει να δουλεύουν. Ο εκπαιδευτικός με κατάλληλες ερωτήσεις τους οδηγούσε στις απαντήσεις και τους ζητούσε να συνεχίσουν τη δραστηριότητα ακόμα και να

κάνουν κάποιος λάθος. Συγκεκριμένα, οι μαθητές διαπίστωσαν εύστοχα ότι αφού έχουμε 3 LED θα χρειαστούν το κάθε LED να συνδεθεί με τη γείωση GND που όμως είναι μόνο δύο οι θέσεις στην πλακέτα του Arduino. Ένας μαθητής θυμήθηκε ότι η στο breadboard οι οριζόντιες σειρές είναι βραχυκυκλωμένες και ότι αν βάλουμε ένα καλώδιο από τη θέση GND όλη η σειρά θα είναι συνδεδεμένη με τη γείωση. Ακόμα δυσκολίες συνάντησαν σε ποιες θέσεις pin του Arduino να συνδέσουν τα νέα LED ή σε ποιο σημείο του breadboard να τα τοποθετήσουν κλπ. Στη δεύτερη φάση οι μαθητές πέρασαν στον προγραμματισμό με το λογισμικό S4A. Αρχικά πρέπει να επισημάνουμε ότι αν και ήταν η πρώτη φορά που ήρθαν σε επαφή με το S4A και γενικά τον προγραμματισμό οι μαθητές έδειξαν πολύ γρήγορα να εξοικειώνονται με το περιβάλλον του λογισμικού και με τις εντολές του προγραμματισμού. Οι μαθητές που είχαν την ευχέρεια του ηλεκτρονικού υπολογιστή ανέλαβαν την πρωτοβουλία για τη χρήση του λογισμικού. Οι υπόλοιποι της ομάδας συνεργάστηκαν για να εντοπίσουν τις εντολές από τα φύλλα εργασίας στο λογισμικό και να τα τοποθετήσει με τη σωστή σειρά. Στη πρώτη δραστηριότητα που ήταν αναλυτικά οι οδηγίες των εντολών δεν συνάντησαν κάποιο πρόβλημα. Οι μαθητές βρήκαν εύκολα τις εντολές και τις τοποθέτησαν όπως στην εικόνα. Ο εκπαιδευτικός σε κάθε ομάδα περνούσε και έκανε ερωτήσεις του τύπου «τι πιστεύεται ότι πετυχαίνουμε με αυτή την εντολή;», για να κατανοήσουν τη λειτουργία τους. Στη δεύτερη δραστηριότητα με την κατασκευή του φαναριού, ως προς τον προγραμματισμό, οι μαθητές χρειάστηκαν αρκετές φορές να δοκιμάσουν το πρόγραμμα που είχαν φτιάξει για να πετύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στο χρόνο που είχαμε διαθέσιμο μόνο η μία ομάδα κατάφερε να το ολοκληρώσει. Οι δυσκολίες ήταν του τύπου να σκεφτούν τη σειρά που είχαν τοποθετήσει τα LED και επομένως να τροποποιήσουν τις εντολές για να επιλέξουν τα χρώματα στη σωστή σειρά, ο χρόνος που θα βάλουν σε κάθε LED να μένει αναμμένο, να σκεφτούν όταν θα δίνουν εντολή να ανάβει το 1 LED τα υπόλοιπα θα παραμένουν σβηστά και αυτό θα επαναλαμβάνεται και στα 3 LED για πάντα.

Στο τέλος του σεναρίου συζητήσαμε στην ολομέλεια της τάξης τις φάσεις που ακολουθήσαμε για να ολοκληρώσουμε τις δραστηριότητες και κάναμε μια μικρή ανάλυση των εντολών που χρησιμοποιήσαμε στο κομμάτι του προγραμματισμού.

Μετά το τέλος του σεναρίου οι μαθητές απάντησαν σε κάποιες ερωτήσεις:



### **Πώς αισθάνεστε μετά την πρώτη σας επαφή με την ρομποτική;**

M1: «Νιώθω πολύ χαρούμενος που κάναμε όλα αυτά. Θα ήθελα σε ένα μάθημα να φτιάξουμε το ρομπότ όχημα που μας δείξατε»

M2: «Ήταν πολύ ωραίο που καταφέραμε να φτιάξουμε ένα πραγματικό φανάρι».

M3: «Μπορέσαμε να συνεργαστούμε, να φτιάξουμε κάτι που δημιουργήσαμε με τα λαμπάκια».

M4: « Είμαι περήφανος γιατί το κατάφερα με την ομάδα μου να το φτιάξω».

### **Πώς σας φάνηκε η κατασκευή του κυκλώματος;**

M5: «Η κατασκευή του κυκλώματος μας φάνηκε εύκολη».

M6: «Στην αρχή δεν ξέραμε τι να κάνουμε. Κάναμε κάποια λάθη».

M7: «Την επόμενη φορά πρέπει να ακολουθήσουμε τις οδηγίες σωστά».

### **Πώς σας φάνηκε ο προγραμματισμός;**

M2: «Μας δυσκόλεψε περισσότερο ο προγραμματισμός. Είναι η πρώτη φορά που προγραμματίζουμε».

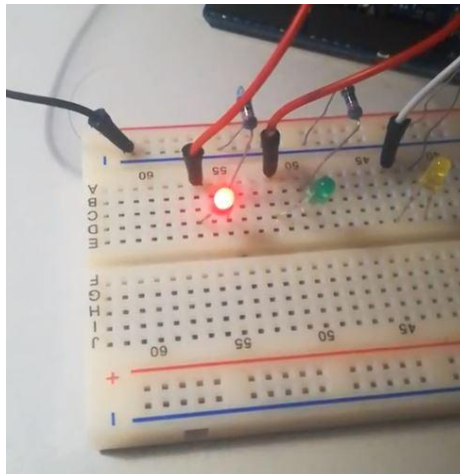
M4: «Δεν το κατάφεραν όλες οι ομάδες, δοκιμάσαμε μέχρι να το βρούμε».

M6: «Δεν άναβαν όλα τα λαμπάκια με τη σειρά που έπρεπε, είχαμε ξεχάσει να τα προγραμματίσουμε να σβήνουν όταν θα ανάβει το επόμενο και δεν είχαμε βάλει τα δευτερόλεπτα σωστά».

### **Μπορείτε να περιγράψετε τα βήματα που ακολουθήσαμε για να ολοκληρώσουμε την δραστηριότητα;**

M1,4,5,8: «Πρώτα έπρεπε να βρούμε τα υλικά. Μετά έπρεπε να ακολουθήσουμε τις οδηγίες για να το συνδέσουμε. Το επόμενο βήμα ήταν να το προγραμματίσουμε με το S4A. Στη συνέχεια το συνδέσαμε με τον υπολογιστή και ελέγξαμε αν είναι σωστό».





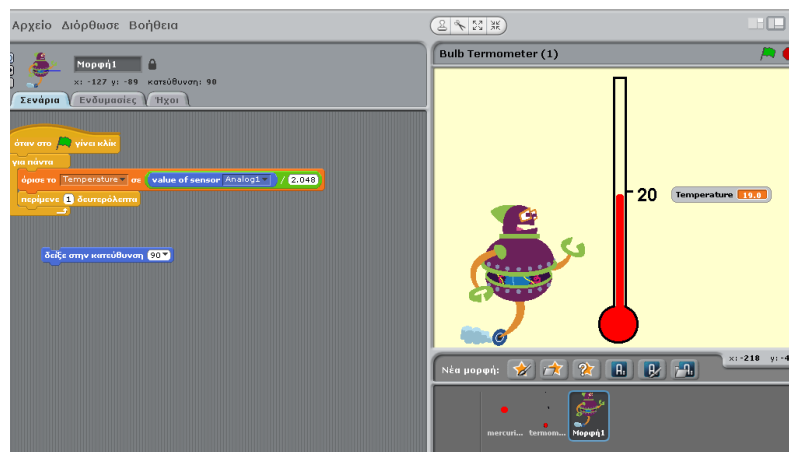
Εικόνα 5.1: Δημιουργία φαναριού με το Arduino

## 5.2 Παρατήρηση 2<sup>ο</sup> διδακτικού σεναρίου

Στόχος της πρώτης δραστηριότητας του σεναρίου ήταν να κατασκευάσουν ένα ψηφιακό θερμομέτρο χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα LM35. Στη δεύτερη δραστηριότητα έπρεπε να συνδέσουν επιπλέον δύο LED και ανάλογα με τη θερμοκρασία που θα λαμβάνει ο αισθητήρας να ανάβει το κόκκινο ή το μπλε. Στη πρώτη φάση που αφορά στη κατασκευή του κυκλώματος, παρατηρήσαμε μια μεγαλύτερη εξοικείωση με τα φύλλα εργασίας και τη σύνδεση του υλικού από τις ομάδες. Στην πρώτη δραστηριότητα όπου οι ομάδες ακολούθησαν τις οδηγίες για την κατασκευή του κυκλώματος δεν είχαν ιδιαίτερη δυσκολία, ενώ στη δεύτερη δραστηριότητα χρειάστηκαν να ανατρέξουν στο προηγούμενο σενάριο για να θυμηθούν τη σύνδεση των LED. Δυσκολίες που παρατηρήθηκαν στο πρώτο σενάριο και αφορούσε κυρίως τη σύνδεση του LED ως προς το breadboard και την πολικότητα παρατηρήθηκαν μόνο στη μία ομάδα. Και στις δύο δραστηριότητες οι ομάδες λειτούργησαν συνεργατικά για την κατασκευή του κυκλώματος. Από κάθε ομάδα ένας μαθητής διάβαζε τις οδηγίες και σε συνδυασμό με την εικόνα έβρισκαν τις σωστές συνδέσεις οι υπόλοιποι. Για να μην κάνουν λάθη όπως στο πρώτο σενάριο τοποθετούσαν το Arduino και το breadboard με την εικόνα που τους είχε δοθεί και μετρούσαν ακριβώς κάθε θέση Pin που συνδέονται τα καλώδια. Ο εκπαιδευτικός περνούσε συνεχώς από τις ομάδες, ενθάρρυνε τους μαθητές να ακολουθούν τις οδηγίες, εξηγούσε τη λειτουργία των νέων τμημάτων του Arduino και τους προέτρεπε να προσέξουν σε κάποιες συγκεκριμένες οδηγίες που ήταν πιθανό να παραβλέψουν. Στη δεύτερη φάση οι μαθητές πέρασαν στον προγραμματισμό με το λογισμικό S4A.

Σε αυτό το κομμάτι οι μαθητές αν και ακολούθησαν τις οδηγίες από τα φύλλα εργασίας για να εκτελεστεί το πρόβλημα δυσκολεύτηκαν να καταλάβουν πλήρως τη σημασία της μεταβλητής. Ο εκπαιδευτικός δεν επέμενε να κατανοήσουν τη σημασία της μεταβλητής καθώς ο χρόνος δεν ήταν αρκετός και δεν ήταν στόχος του μαθήματος. Όλες οι ομάδες έκαναν το λάθος στην εντολή «πες θερμοκρασία» όπου απλά έγραψαν τη λέξη θερμοκρασία και δεν έβαλαν τη μεταβλητή θερμοκρασία. Εκεί έγινε μια συζήτηση για το λόγο που φτιάξαμε τη μεταβλητή και γιατί πρέπει να τη χρησιμοποιήσουμε. Ως προς το υπόλοιπο κομμάτι του προγραμματισμού στη δεύτερη δραστηριότητα χρησιμοποίησαν μία από τις πιο σημαντικές δομές του προγραμματισμού τη δομή επιλογής και συγκεκριμένα την εντολή «εάν...τότε...». Ο εκπαιδευτικός σε αυτό το σημείο προκάλεσε τους μαθητές να πουν με δικιά τους λόγια την συνθήκη που θέλουμε να πετύχουμε, «αν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 25°C τότε άναψε το κόκκινο LED αλλιώς άναψε το μπλε» και τις εντολές που περιγράφουν την παραπάνω συνθήκη.

Στο τέλος του εργαστηρίου συζητήσαμε στην ολομέλεια της τάξης τις φάσεις που ακολουθήσαμε για να ολοκληρώσουμε τις δραστηριότητες και κάναμε μια ανάλυση των εντολών που χρησιμοποιήσαμε στο κομμάτι του προγραμματισμού.



Εικόνα 5.2: Στιγμιότυπο από το S4A με την ένδειξη της θερμοκρασίας

### 5.3 Παρατήρηση 3<sup>ου</sup> διδακτικού σεναρίου

Στόχος της πρώτης δραστηριότητας του σεναρίου ήταν να κατασκευάσουν ένα ψηφιακό όργανο μέτρησης απόστασης χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα υπερήχων. Στη δεύτερη δραστηριότητα με το ίδιο κύκλωμα έπρεπε να το προγραμματίσουν ανάλογα με την απόσταση που βρίσκει ένα αντικείμενο ο αισθητήρας να παίζει μια

μουσική νότα. Έτσι για παράδειγμα μέχρι τα 5εκ. να παίζει τη νότα ΝΤΟ από 5εκ. μέχρι 10εκ. τη νότα ΡΕ και ούτω καθεξής ώστε να φτιάξουν ένα ψηφιακό μουσικό όργανο. Αρχικά ο εκπαιδευτικός αφού εξήγησε τη λειτουργία του αισθητήρα και το συνδέσει με το κεφάλαιο της φυσικής για τους υπέρηχους ρώτησε τους μαθητές που μπορούμε να συναντήσουμε αυτούς τους αισθητήρες για να υπάρξει μια σύνδεση με τη καθημερινότητα των μαθητών. Οι απαντήσεις των μαθητών ήταν σχετικές, ενδεικτικά ανέφεραν τα σόναρ που χρησιμοποιούν τα πλοία, τον συναγερμό (εξηγήσαμε ότι υπάρχει διαφορετικός αισθητήρας που ανιχνεύει κίνηση) και τους αισθητήρες παρκαρίσματος.

Στη πρώτη φάση οι μαθητές βασιζόμενοι στα φύλλα εργασίας, παρατηρώντας την εικόνα που τους δίνεται και τις οδηγίες κατασκεύασαν με επιτυχία το κύκλωμα με τον αισθητήρα υπερήχων. Ο χρόνος που χρειάστηκαν όλες οι ομάδες ήταν περίπου 8 λεπτά. Για τη συνδεσμολογία οι δύο ομάδες που ακολούθησαν τις οδηγίες δεν δυσκολεύτηκαν σε κάποιο σημείο, η μία ομάδα που ακολούθησε αποκλειστικά την εικόνα τοποθέτησε ανάποδα τα καλώδια. Στη δεύτερη φάση οι μαθητές πέρασαν στον προγραμματισμό με το λογισμικό S4A. Για τον προγραμματισμό της πρώτης δραστηριότητας χρειάστηκαν περίπου 5 λεπτά οι ομάδες για να το ολοκληρώσουν. Η μεταβλητή ήταν πάλι ένα δύσκολο σημείο για να κατανοήσουν αν και αρκετοί μαθητές είχαν καταλάβει ότι αφού θα μετρήσουμε την απόσταση θα χρειαστούμε να φτιάξουμε μια μεταβλητή που θα την ονομάσουμε «απόσταση» και θα τη χρησιμοποιήσουμε για να μας πει τις τιμές. Όταν έφτιαξαν το εργαλείο οι μαθητές δοκίμασαν να μετρήσουν διάφορα αντικείμενα ως προς την απόσταση τους από τον αισθητήρα. Η κάθε ομάδα για να δοκιμάσει τον αισθητήρα τοποθέτησε αντικείμενα σε απόσταση λίγων εκατοστών που τα σύγκρινε με ένα χάρακα για την ακρίβεια των μετρήσεων, έως και μερικά μέτρα όπου δοκίμασαν να βάλουν τους ίδιους τους συμμαθητές για να φτάσουν στα όρια του αισθητήρα.. Σε αυτή τη φάση είχαν διάφορες απορίες όπως πώς λειτουργεί ή τι θα γίνει αν κλείσω το ένα μάτι από τον αισθητήρα. Απαντήσεις στα ερωτήματα έδιναν και οι ίδιοι οι μαθητές:

M3: Δοκιμάσαμε να κλείσουμε το ένα μάτι και δεν μας δίνει την απόσταση».

M6: «Κοιτάζτε παιδιά πως λειτουργεί, εδώ έχουμε το ένα ματάκι που στέλνει έναν ήχο. Όταν βρει μπροστά του ένα αντικείμενο τότε ο ήχος επιστρέφει στο άλλο ματάκι και βλέπει σε πόση απόσταση είναι».

M2: «Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αντί για μέτρο αυτό το εργαλείο για να μετράμε σωστά».

Στην συνέχεια τους ζητήθηκε να το προγραμματίσουν ανάλογα με την απόσταση που θα βρίσκεται ένα αντικείμενο να παίζει μία διαφορετική νότα από τον υπολογιστή. Για παράδειγμα αν υπάρχει ένα αντικείμενο σε απόσταση έως 5εκ. να παίζει την νότα Ντο, σε απόσταση από 5 έως 10εκ. να παίζει την νότα Ρε κτλ. Σε αυτό το κομμάτι του προγραμματισμού αφού συζητήσαμε με όλες τις ομάδες τους τελεστές που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν κατάλαβαν τη λογική και έφτιαξαν ένα μικρό κομμάτι του προγραμματισμού. Καθώς δεν είχαν αρκετό χρόνο για να το ολοκληρώσουν όλες οι ομάδες η ομάδα που το είχε προχωρήσει πιο πολύ παρουσίασε στις υπόλοιπες πώς μπορούσαν να παίξουν ένα μουσικό όργανο απλά τοποθετώντας το χέρι τους σε διαφορετική απόσταση μπροστά από τον αισθητήρα. Αυτό ενθουσίασε πολύ τους μαθητές και ήθελαν να πειραματιστούν με διάφορους ήχους που μπορούσαν να βάλουν όπως τύμπανα κλπ. Στο τέλος του εργαστηρίου συζητήσαμε στην ολομέλεια της τάξης τις φάσεις που ακολουθήσαμε για να ολοκληρώσουμε τις δραστηριότητες και κάναμε μια ανάλυση των εντολών που χρησιμοποιήσαμε στο κομμάτι του προγραμματισμού.



**Εικόνα 5.3: Μέτρηση απόστασης με τον αισθητήρα υπερήχων**

## 5.4 Παρατήρηση 4<sup>ο</sup> διδακτικού σεναρίου

Η περιγραφή του σεναρίου θα γίνει σε κάθε φάση της διερευνητικής μάθησης. Για το λόγο ότι οι μαθητές δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στο μοντέλο της διερευνητικής μάθησης, επιλέξαμε την καθοδηγούμενη διερεύνηση για να εξοικειωθούν με τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουν ως μικροί επιστήμονες που συμμετέχουν σε μία έρευνα.

Ο εκπαιδευτικός πριν ξεκινήσει το σενάριο κάνει μια μικρή εισήγηση για του στόχους του σεναρίου και τη διαδικασία που θα ακολουθήσει. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία να κατανοήσουν οι μαθητές τα στάδια που ακολουθεί ένας επιστήμονας για την επίλυση ενός προβλήματος. Στόχος της κάθε ομάδας ήταν να κατασκευάσουν το εργαλεία που θα χρειαστούν ως ερευνητές για την εκτέλεση του πειράματος που θα έχουν σχεδιάσει οι ίδιοι. Τα δεδομένα θα τα συλλέξουν οι μαθητές και θα τα παρουσιάσουν σε ένα πίνακα καθώς και στο διάγραμμα. Στο τέλος θα βγάλουν τα συμπεράσματα από την έρευνα που έκαναν.

### 1<sup>η</sup> Φάση: Προσανατολισμός

Στη φάση του προσανατολισμού οι μαθητές διαβάζουν το πρόβλημα και γίνεται μια πρώτη συζήτηση με τον εκπαιδευτικό για το θέμα που έχουμε στόχο να ερευνήσουμε και τις απόψεις των μαθητών πάνω σε αυτό.

#### Ομάδα 1

M1: «Μπορούμε να αγγίζουμε το νερό για να καταλάβουμε πόσο ζεστό είναι».

M2: «Αν είναι πολύ ώρα στην φωτιά θα καούμε».

M3: «Θα χρειαστούμε ένα θερμομέτρο».

M1: «Η ενέργεια μεταφέρεται στο νερό από το ηλεκτρικό μπρίκι»

M3: «Σίγουρα θα αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού».

#### Ομάδα 2

M6: «Αν το νερό βράζει δεν μπορούμε να βάλουμε το χέρι μας».

M5: «Θα το μετρήσουμε με θερμομέτρο».

M4: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 100 βαθμούς».

M5: «Που πάει η ενέργεια;»

M6: «Η ενέργεια πάει από τη φωτιά στο νερό».

### **Ομάδα 3**

M9: «Να βάλουμε το χέρι μας».

M10: «Δεν γίνεται να βάλουμε το χέρι μας, θα καούμε».

M11: «Θα το μετρήσουμε με θερμομέτρο».

M9: «Θα έχει πολύ μεγάλη θερμότητα»

### **2<sup>η</sup> Φάση: Ερευνητικές υποθέσεις - ερωτήματα**

Στη δεύτερη φάση οι μαθητές διατύπωσαν τις ερευνητικές υποθέσεις με την παρότρυνση του εκπαιδευτικού χωρίς να επεμβαίνει και να διορθώνει. Οι μαθητές και στις τρεις ομάδες συζητούσαν με μεγάλο ενδιαφέρον μέχρι να καταλήξουν τι θα γράψουν στο φύλλο εργασίας. Μερικές από τις απαντήσεις των μαθητών φαίνονται παρακάτω:

**Ομάδα 1:** «Αν απορροφά ένα σώμα ενέργεια τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται και όταν αποβάλλει ενέργεια τότε η θερμοκρασία του μειώνεται».

**Ομάδα 2:** «Αν ένα σώμα απορροφά ενέργεια τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται».

**Ομάδα 3:** «Αν ένα σώμα απορροφά ενέργεια τότε η θερμότητα αυξάνεται».

Στη ίδια φάση οι μαθητές απάντησαν και σε κάποια ερωτήματα.

**Μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του νερού με τις αισθήσεις μας, γιατί;**

**Ομάδα 1:** «Μπορούμε να βάλουμε το χέρι μας και να καταλάβουμε αν είναι λίγο ζεστό, κρύο, χλιαρό».

**Ομάδα 2:** «Όχι, γιατί τα αποτελέσματα δεν θα είναι τόσο ακριβή όσο τα αποτελέσματα του θερμομέτρου».

**Ομάδα 3:** «Όχι γιατί το νερό δε μετριέται με το χέρι σωστά».

**Τι εργαλείο θα πρέπει να φτιάξουμε;**

**Ομάδα 1,2,3:** «Θα χρειαστούμε να φτιάξουμε ένα θερμομέτρο».

**Για να θερμανθεί ένα σώμα είναι απαραίτητη ενέργεια. Στην ποια είναι ροή ενέργειας;**

**Ομάδα 1:** «Η ενέργεια αυτή θα πάει στο νερό το οποίο ζεσταίνουμε με το ηλεκτρικό μπρίκι».

**Ομάδα 2:** «Η ενέργεια μεταφέρεται στο νερό από το ηλεκτρικό μπρίκι».

**Ομάδα 3:** «Από το ηλεκτρικό μπρίκι στο νερό».

### **3<sup>η</sup> Φάση: Πειραματισμός και η ερμηνεία των δεδομένων**

Η τρίτη φάση είναι ο πειραματισμός και η ερμηνεία των δεδομένων. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές έχοντας μπροστά τους τα υλικά που θα χρειαστούν να φτιάξουν το θερμόμετρο και το ηλεκτρικό μπρίκι σχεδίασαν και περιέγραψαν πως θα μπορούσε να γίνει το πείραμα.

**Ομάδα 1:** «Αρχικά θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο. Θα βάλουμε νερό στο ηλεκτρικό μπρίκι και θα πατήσουμε το κουμπί. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στο νερό για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία»

**Ομάδα 2:** « Θα κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρονικό θερμόμετρο. Θα βάλουμε νερό στο μπρίκι και θα το ζεστάνουμε. Θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία του νερού. Θα σημειώσουμε τα αποτελέσματα σε ένα χαρτί».

**Ομάδα 3:** «Θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο και θα βάλουμε το σιδεράκι μέσα στο νερό για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία».

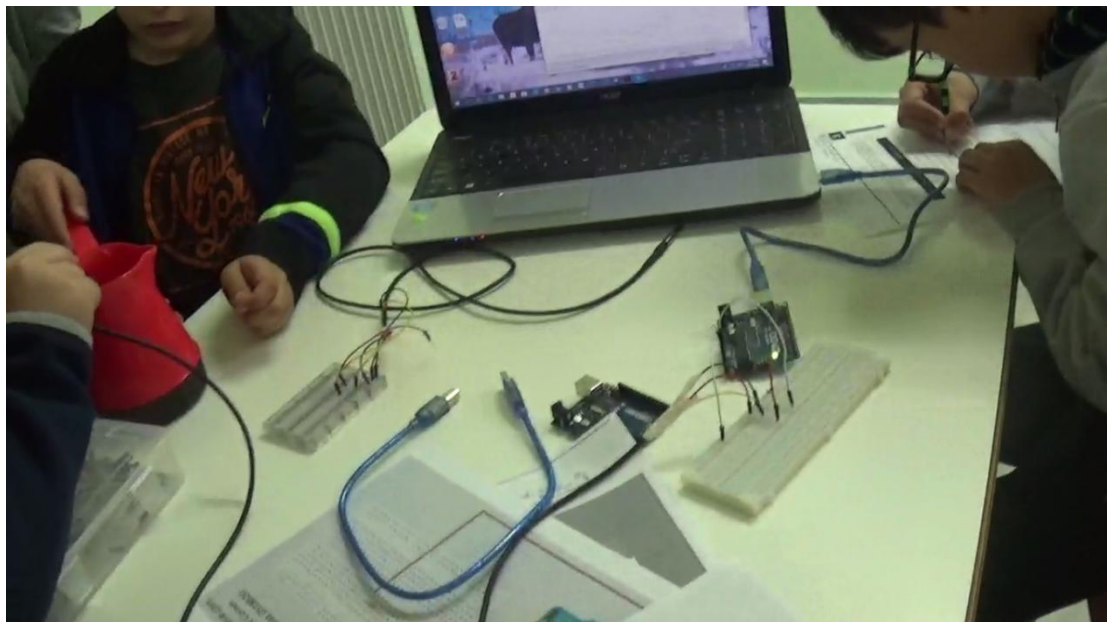
Στη συνέχεια ο εκπαιδευτικός τους παρότρυνε να προτείνουν τον χρόνο που θα κάνουν τις μετρήσεις και να τον σημειώνουν στον πίνακα που θα βρουν στο φύλλο εργασίας. Οι ομάδες συμφώνησαν κάθε 15 δευτερόλεπτα να εμφανίζει το χρόνο γιατί θα είναι πιο ενδιαφέρον να βλέπουν την εξέλιξη της θερμοκρασίας.

Η κατασκευή του θερμομέτρου διήρκεσε περίπου 8 λεπτά. Οι μαθητές με βάση την εικόνα που τους δόθηκε συνέδεσαν τα καλώδια, την αντίσταση και τον αισθητήρα. Σε αυτό το στάδιο παρατηρήσαμε οι μαθητές να συνεργάζονται για να τελειοποιήσουν τη συσκευή με ελάχιστα λάθη. Ο μαθητής που συνέδεε το καλώδιο είχε την καθοδήγηση από τους υπόλοιπους για το που θα το τοποθετήσει. Όταν είχαν ολοκληρώσει φώναζαν τον εκπαιδευτικό για να το ελέγξουν και να το συνδέσουν με



τον υπολογιστή. Κάθε ομάδα που τελείωνε με την επίβλεψη του εκπαιδευτικού ξεκινούσε την εκτέλεση του πειράματος.

Σε κάθε ομάδα ένας μαθητής ανέλαβε να κρατάει τον αισθητήρα στο νερό που βράζει, ένας το ηλεκτρικό μπρίκι, ένας κατέγραφε στα φύλλα εργασίας τη θερμοκρασία και ο τελευταίος που βοηθούσε στην καταγραφή από τον υπολογιστή. Σε αυτή τη φάση παρατηρήσαμε πόσο ενθουσιάστηκαν οι μαθητές που εκτελούσαν μόνοι τους το πείραμα και κατέγραφαν τα αποτελέσματα. Στην τελευταία ομάδα που είχε μείνει με την επίβλεψη του εκπαιδευτικού συνέχισαν τη μέτρηση μέχρι που η θερμοκρασία έφτασε στους 97°C όπου το νερό είχε αρχίσει να βράζει.



**Εικόνα 5.4: Πείραμα 1 μέτρηση θερμοκρασίας καθώς θερμαίνουμε το νερό**

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους μαθητές τα αποτελέσματα να τα παρουσιάσουν σε ένα διάγραμμα και να τα παρατηρήσουν. Πολύ εύκολα οι μαθητές παρατήρησαν την αύξηση της θερμοκρασίας καθώς περνούσε ο χρόνος. Στη φάση αυτή οι ομάδες συνέκριναν τα αποτελέσματα με την αρχική υπόθεση που είχαν κάνει.

#### **Ομάδα1:**

M1: «Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του αυξάνεται καθώς θερμαίνουμε το νερό».

M3: «Παρατηρούμε μετά από λίγη ώρα το νερό άρχισε να βράζει περίπου στους 100 βαθμούς».



Ομάδα1: «Αφού παρατηρήσαμε την αρχική υπόθεση συγκρίναμε και είδαμε ότι τα αποτελέσματα είναι ίδια».

**Ομάδα2:**

M6: «Από το διάγραμμα καταλαβαίνουμε ότι η θερμοκρασία του αυξάνεται καθώς το ζεσταίνουμε».

M7: «Κάθε 15 δευτερόλεπτα ανεβαίνει περίπου 6 βαθμούς».

M8: «Το νερό έβραζε περίπου στους 100 βαθμούς κελσίου».

Ομάδα2: «Το νερό ανεβάζει θερμοκρασία καθώς το ζεσταίνουμε όπως είχαμε υποθέσει».

**Ομάδα3:**

M9: «Παρατηρούμε ότι ανεβαίνει η θερμοκρασία του νερού ».

M10: «Στην υπόθεση γράψαμε ότι αν ένα σώμα απορροφά ενέργεια τότε η θερμότητα αυξάνεται».

M11: Αρά σωστά το είπαμε.

Δάσκαλος: Η θερμότητα ή θερμοκρασία αυξάνεται; Διαβάστε στην πρώτη σελίδα στο φύλλο εργασίας που αναφέρεται τι είναι το καθένα.

M2: «Με τη θερμοκρασία μετράμε για να πούμε ποσό ζεστό ή κρύο είναι ένα σώμα».

M6: «Η θερμότητα είναι η ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω διαφοράς θερμοκρασίας»

M10: «Άρα αυτό που μετράμε είναι η θερμοκρασία».

M11: «Γράψε η θερμοκρασία αυξάνεται».

**4<sup>η</sup> - 5<sup>η</sup> Φάση: Συμπεράσματα - Συζήτηση**

Στην πέμπτη φάση οι μαθητές διατύπωσαν τα συμπεράσματα αφού είχε γίνει μια συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης με τον εκπαιδευτικό.

**Ποια ήταν η ροή ενέργειας στο πείραμα που εκτελέσατε; Τι αποτέλεσμα είχε;**

**Ομάδα1:** «Η ενέργεια που απελευθερώνει το ηλεκτρικό μπρίκι πηγαίνει στο νερό όπου αρχίζει να βράζει. Η απορρόφηση ενέργειας από το νερό έχει σαν αποτέλεσμα το νερό να ανεβάζει θερμοκρασία».

**Ομάδα2:** «Η ροή ενέργειας από το ηλεκτρικό μπρίκι στο νερό είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασία του νερού.»

**Ομάδα3:** «Η ροή ενέργειας ήταν από το μπρίκι στο νερό. Το αποτέλεσμα ήταν να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού».

**Πως ονομάζεται η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας;**

**Ομάδα1,2,3:** «Η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας ονομάζεται θερμότητα».

Οι μαθητές σε αυτό το σημείο με βάση το πείραμα και την ανάκληση προηγούμενων εμπειριών, διαπίστωσαν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, ότι η θερμότητα ρέει πάντα από το σώμα με την υψηλότερη θερμοκρασία προς το σώμα με τη χαμηλότερη θερμοκρασία.

Στο τέλος της διαδικασίας συζητήθηκε με τους μαθητές ο κύκλος των φάσεων που πρέπει να περάσει ένας ερευνητής για να ερευνήσει ένα πρόβλημα.

M2: «Πρώτον θα έβρισκε το πρόβλημα».

M4: «Μετά θα έκανε μια υπόθεση».

M8: «Στη συνέχεια θα φτιάξει το πείραμα και θα γράψει τα αποτελέσματα».

M3: «Συγκρίνουμε με την αρχική υπόθεση».

M1: «Βγάζουμε τα συμπεράσματα».

	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΘΕΣΗ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ		ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Ομάδα 1	M1: «Μπορούμε να αγγίζουμε το νερό για να καταλάβουμε πόσο ζεστό είναι». M2: «Αν είναι πολύ ώρα στην φωτιά θα καούμε». M3: «Θα χρειαστούμε ένα θερμόμετρο». M1: «Η ενέργεια μεταφέρεται στο νερό από το ηλεκτρικό μπρίκι» M4: «Σίγουρα θα αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού».	Ομάδα1: «Αν απορροφά ένα σώμα ενέργεια τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται και όταν αποβάλλει ενέργεια τότε η θερμοκρασία του μειώνεται».	Ομάδα1: «Αρχικά θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο και θα το προγραμματίσουμε. Θα βάλουμε νερό στο ηλεκτρικό μπρίκι και θα πατήσουμε το κουμπί. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στο νερό για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία»	M1: «Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του αυξάνεται καθώς θερμαίνουμε το νερό». M3: «Παρατηρούμε μετά από λίγη ώρα το νερό άρχισε να βράζει περίπου στους 100 βαθμούς».	«Αφού παρατηρήσαμε την αρχική υπόθεση συγκρίναμε και είδαμε ότι τα αποτελέσματα είναι ίδια».	Ομάδα 1: «Η ροή ενέργειας είναι από το θερμό (από το ηλεκτρικό μπρίκι) στο κρύο δηλαδή στο νερό». Το αποτέλεσμα αυτής της ροής ενέργειας είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού». «Η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας ονομάζεται θερμότητα».
Ομάδα 2	M6: «Αν το νερό βράζει δεν μπορούμε να βάλουμε το χέρι μας». M5: «Θα το μετρήσουμε με θερμόμετρο». M8: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 100 βαθμούς». M7: «Που πάει η ενέργεια;» M6: «Η ενέργεια πάει από τη φωτιά στο νερό».	Ομάδα2: «Αν ένα σώμα απορροφά ενέργεια τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται».	Ομάδα2: « Θα κατασκευάσουμε ένα ηλεκτρονικό θερμόμετρο και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία του νερού. Θα σημειώσουμε τα αποτελέσματα ».	M6: «Από το διάγραμμα καταλαβαίνουμε ότι η θερμοκρασία του αυξάνεται καθώς το ζεσταίνουμε». M7: «Κάθε 15 δευτερόλεπτα ανεβαίνει περίπου 6 βαθμούς». M8: «Το νερό έβραζε περίπου στους 100 βαθμούς κελσίου».	«Το νερό ανεβάζει θερμοκρασία καθώς το ζεσταίνουμε όπως είχαμε υποθέσει».	«Η ροή ενέργειας από το ηλεκτρικό μπρίκι στο νερό είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού». «Η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας ονομάζεται θερμότητα».

Ομάδα 3	M9: «Να βάλουμε το χέρι μας». M10: «Δεν γίνεται να βάλουμε το χέρι μας, θα καούμε». M11: «Θα το μετρήσουμε με θερμόμετρο». M9: «Θα έχει πολύ μεγάλη θερμότητα»	Ομάδα3: «Αν ένα σώμα απορροφά ενέργεια τότε η θερμότητα αυξάνεται».	Ομάδα3: «Θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο και θα βάλουμε νερό στο ηλεκτρικό μπρίκι. Θα το ζεσταίνουμε και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία».	M9: «Παρατηρούμε ότι ανεβαίνει η θερμοκρασία του νερού».		«Η ροή ενέργειας ήταν από το μπρίκι στο νερό. Το αποτέλεσμα ήταν να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού». «Η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας ονομάζεται θερμότητα».
---------	---	---	---	--	--	--

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών για το 1<sup>ο</sup> πείραμα

## 5.5 Παρατήρηση 5<sup>ο</sup> διδακτικού σεναρίου

Αφού έγινε μια συζήτηση για το προηγούμενο πείραμα, τα στάδια που ακολουθήσαμε σαν ερευνητές και τα συμπεράσματα που βγάλαμε προχωρήσαμε στο δεύτερο πείραμα. Ο εκπαιδευτικός πριν ξεκινήσει το σενάριο κάνει μια μικρή εισήγηση για του στόχους του σεναρίου και τη διαδικασία που θα ακολουθήσει. Όπως και στο προηγούμενο σενάριο δίνεται ιδιαίτερη σημασία να κατανοήσουν οι μαθητές τα στάδια που ακολουθεί ένας επιστήμονας για την επίλυση ενός προβλήματος. Το πρόβλημα που θα απασχολήσει τους μαθητές ήταν να ερευνήσουν τι θα συμβεί στη θερμοκρασία του νερού καθώς λιώνει ο πάγος και αφού θα έχει λιώσει. Μας ενδιέφερε επίσης να παρατηρήσουν την κατάσταση των σωμάτων κατά τη διάρκεια του πειράματος.

### 1<sup>η</sup> Φάση: Προσανατολισμός

Στη φάση του προσανατολισμού οι μαθητές διαβάζουν το πρόβλημα και γίνεται μια πρώτη συζήτηση με τον εκπαιδευτικό για το θέμα που έχουμε στόχο να ερευνήσουμε και τις απόψεις των μαθητών πάνω σε αυτό.

### **Ομάδα1**

M2: «Ο πάγος θα λιώσει και θα γίνει νερό».

M4: «Η θερμοκρασία του νερού θα αυξηθεί αφού το ζεσταίνουμε».

M1: «Ναι ακριβώς όπως στο προηγούμενο πείραμα».

M3: «Αφού έχει παγάκια η θερμοκρασία θα είναι στους 0°C».

M1: «Πιστεύω θα φτάσει στους 30°C βαθμούς».

M2: «Η θερμοκρασία θα μένει ίδια γιατί και θα κρύνει και θα ζεσταίνεται ταυτόχρονα. Οι άλλοι από την ομάδα δεν συμφωνούν αλλά εγώ αυτό πιστεύω».

### **Ομάδα2**

M6: «Το νερό είναι κρύο αφού έχει παγάκια».

M5: «Εγώ πιστεύω ότι η θερμοκρασία του είναι 1,35°C»

M7: «Εγώ πιστεύω ότι η θερμοκρασία του είναι 0 °C»

M8: «Όταν θα ζεσταίνεται ο πάγος θα αρχίσει να ζεσταίνεται η θερμοκρασία».

M6: «Βασικά θα τήξει και θα γίνει υγρό».

M5: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 20°C».

### **Ομάδα3**

M9: «Η θερμοκρασία του νερού με τα παγάκια θα είναι 0 °C ή κάτω από τους 0°C».

M12: «Αφού θα λιώσουν τα παγάκια που είναι κρύα το νερό θα παγώσει».

M11: «Άρα Η θερμοκρασία θα μειωθεί».

M10: «Αφού θα το ζεστάνουμε θα αυξηθεί όπως στο προηγούμενο πείραμα».

M9: «Σίγουρα ο πάγος θα γίνει νερό».

### **2<sup>η</sup> Φάση: Υποθέσεις – Ερωτήματα**

Στη δεύτερη φάση οι μαθητές διατύπωσαν τις ερευνητικές υποθέσεις με την παρότρυνση του εκπαιδευτικού χωρίς να επεμβαίνει και να διορθώνει. Οι μαθητές και στις 3 ομάδες συνεργάστηκαν για να φτιάξουν τις υποθέσεις. Σε κάθε ομάδα ένας μαθητής σημείωνε και οι υπόλοιποι τον βοηθούσαν να γράψει την υπόθεση. Μερικές από τις απαντήσεις των μαθητών φαίνονται παρακάτω:

**Ομάδα1:** «Αν ο πάγος απορροφήσει θερμότητα τότε η θερμοκρασία του θα μειωθεί».

**Ομάδα2:** «Αν ο πάγος απορροφά θερμότητα τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται».

**Ομάδα3:** «Η θερμοκρασία θα μένει ίδια γιατί και θα κρύνει και θα ζεσταίνεται ταυτόχρονα. Οι άλλοι από την ομάδα δεν συμφωνούν αλλά εγώ αυτό πιστεύω.»

Στη ίδια φάση οι μαθητές απάντησαν και σε κάποια ερωτήματα.

**Ποια είναι η φυσική κατάσταση του πάγου αρχικά ;**

M9: «Κρύα».

M3: Όχι στερεή

M9: «Κύριε τι σημαίνει φυσική κατάσταση του πάγου»;

Δάσκαλος: Ποιος μπορεί να απαντήσει σε αυτό;

M4: «Σημαίνει αν είναι στερεό, υγρό ή αέριο».

M9: «Είναι στερεή τότε».

**Ποια θα είναι μετά από κάποια λεπτά;**

M6: «Θα γίνει νερό ο πάγος».

M2: «Βασικά θα γίνει τήξει και θα γίνει υγρό».

**Ποια είναι η θερμοκρασία του νερού με τα παγάκια;**

M9: «Θα είναι κρύο το νερό»

M11: «γλιαρό»

M3: «Κρύο αφού έχει παγάκια δεν το βλέπεις».

M1: « 0°C ή κάτω από το 0°C»

M5: «1,35°C».

### Ποια θα είναι η θερμοκρασία του νερού όταν ζεσταίνεται ο πάγος;

M6: «Θα αρχίζει να ζεσταίνεται η θερμοκρασία».

M4: «Η θερμοκρασία θα ανεβαίνει σιγά σιγά από το 1,35 °C».

M8: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 30°C».

M7: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 20°C».

### 3<sup>η</sup> Φάση: Πειραματισμός και η ερμηνεία των δεδομένων

Η τρίτη φάση είναι ο πειραματισμός και η ερμηνεία των δεδομένων. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές έχοντας μπροστά τους τα υλικά που θα χρειαστούν να φτιάξουν το θερμόμετρο και ένα κερί, πάγο και τουβλάκια περιέγραψαν πως θα μπορούσε να γίνει το πείραμα.

Σχεδιασμός πειράματος

**Ομάδα1:** «Πρώτα θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο. Φτιάχνουμε τη βάση με τα τουβλάκια και βάζουμε το κερί στη μέση και από πάνω ένα σιδερένιο ποτήρι. Ανάβουμε το κερί. Μετά βάζουμε το καλώδιο και μετράμε τη θερμοκρασία».

M1: «Μη βάλουμε τα τουβλάκια κοντά στη φλόγα μπορούν να καούν».

M3: «Μη το βάλεις τόσο ψηλά θα αργήσει να λιώσει ο πάγος».

**Ομάδα2:** «Θα φτιάξουμε μία βάση με τα τουβλάκια. Θα φτιάξουμε και ένα θερμόμετρο. Δείτε τη βάση βάλτε το κερί και μετά βάλτε από πάνω το κουβαδάκι. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στον μικρό κουβά με τα παγάκια και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία.»

M7: «Να βάλουμε τα τουβλάκια με αυτό τον τρόπο για να έχει πιο πολύ χώρο η φλόγα».

M5: «Η φλόγα να έχει λίγο χώρο για να έχει αέρα και να μη σβήσει».

M6: «Να το κλείσουμε γύρω γύρω για να κρατάει τη ζέστη».

**Ομάδα3:** «Θα πάρουμε τα τουβλάκια και θα φτιάξουμε τη βάση. Με το Arduino θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στον πάγο με το νερό και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία όταν ανάψουμε το κερί».

Οι μαθητές από όλες τις ομάδες πρότειναν διάφορους τρόπους ώστε να φτιάξουν μία βάση και να στερεώσουν το ποτηράκι με τον πάγο. Η ομάδα διάλεγε τον τρόπο που πίστευε ότι είναι ο καλύτερος για την εκτέλεση του πειράματος.



Εικόνα 5.5: Δοκιμές για την κατασκευή μιας βάσης

Στη συνέχεια αποφάσισαν όπως και στον προηγούμενο πείραμα κάθε 15 δευτερόλεπτα να παίρνουν τις μετρήσεις και να σημειώνουν τα αποτελέσματα στον πίνακα που θα βρουν στο φύλλο εργασίας.

Η κατασκευή του θερμομέτρου δεν δυσκόλεψε τους μαθητές καθώς το είχαν κατασκευάσει και στο προηγούμενο σενάριο. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας τα φύλλα εργασίας συνέδεσαν τα καλώδια, την αντίσταση και τον αισθητήρα. Ο μαθητής που συνέδεε το καλώδιο είχε την καθοδήγηση από τους υπόλοιπους για το που θα το τοποθετήσει.

Ομάδα1

M1: «Το μαύρο και το κόκκινο σύνδεσέ τα στην πάνω πάνω γραμμή».

M4: «θα πρέπει να τα συνδέσουμε με ένα καλώδιο στη γείωση».

M1: «Το μεσαίο καλώδιο είναι το κίτρινο».

M2: «Μέτρα 3 θέσεις (στο Arduino) για να δεις που πάει».

M3: «Παιδιά μη ξεχάσουμε να βάλουμε την αντίσταση στο μεσαίο πόδι».

M4: «Την άλλη μεριά της αντίστασης να το βάλουμε στα 5V».

Όταν είχαν ολοκληρώσει φώναζαν τον εκπαιδευτικό για να το ελέγξουν και να το συνδέσουν με τον υπολογιστή. Κάθε ομάδα που τελείωνε με την επίβλεψη του εκπαιδευτικού ξεκινούσε την εκτέλεση του πειράματος.

Στην κάθε ομάδα κάθε μαθητής είχε αναλάβει ένα ρόλο. Ένας μαθητής για την καταγραφή των θερμοκρασιών, ένας ανακάτευε το νερό ώστε η θερμοκρασία να είναι



όσο δυνατόν πιο ακριβής, ένας κρατούσε τον αισθητήρα και ο τελευταίος που βοηθούσε όπου χρειαζόταν η ομάδα, για παράδειγμα αν σβήσει το κερί, να κοιτάει στην οθόνη τα αποτελέσματα κλπ.



**Εικόνα 5.6:** Πείραμα 2ο μέτρηση θερμοκρασίας καθώς λιώνει ο πάγος

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους μαθητές τα αποτελέσματα να τα παρουσιάσουν σε ένα διάγραμμα και να τα παρατηρήσουν. Στην ερμηνεία δεδομένων οι μαθητές αναφέρουν:

**Ομάδα1:** «Παρατηρούμε ότι μέχρι να λιώσει ο πάγος η θερμοκρασία μένει περίπου ίδια 3°C με 4°C και όταν λιώσει ο πάγος η θερμοκρασία του αυξάνεται».

**Ομάδα2:** «Η θερμοκρασία είναι σταθερή μέχρι να λιώσει ο πάγος είναι περίπου 5°C με 6°C βαθμοί μετά αυξάνεται γρήγορα».

**Ομάδα3:** «Όση ώρα λιώνει ο πάγος η θερμοκρασία μένει σταθερή. Στη συνέχεια αυξάνεται. Στο διάγραμμα παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία είναι μια ευθεία γραμμή στην αρχή και μετά αρχίζει και ανεβαίνει».



Μεταξύ των ομάδων παρατηρήθηκαν μικρές διαφορές στην θερμοκρασία. Οι ίδιοι οι μαθητές έκαναν υποθέσεις γιατί μπορεί να έβγαλαν διαφορετικά αποτελέσματα.

M2: «Μάλλον θα ακουμπούσατε τον αισθητήρα στον πάτο του κυπέλου που είναι πιο ζεστό αφού ακουμπάει η φλόγα».

M4: «Ο κύριος είπε να ανακατεύετε καλά το νερό με τον πάγο, μάλλον δεν το κάνατε».

Στη συνέχεια πήγαν στην αρχική υπόθεση και σύγκριναν τα αποτελέσματα.

**Ομάδα1:** «Η θεωρία μας είδαμε ότι είναι λάθος επειδή η θερμοκρασία δεν μειωνόταν αλλά αυξανόταν».

**Ομάδα2:** «Η υπόθεση ήταν λάθος αρχικά. Γιατί είπαμε ότι η θερμοκρασία αυξάνεται όταν ο πάγος λιώνει».

**Ομάδα3:** «Κάναμε λάθος υπόθεση. Η θερμοκρασία μένει στους 3 με 4 βαθμούς και δεν αυξάνεται όπως πιστεύαμε».

#### **4<sup>η</sup> – 5<sup>η</sup> Φάση: Συμπεράσματα - Συζήτηση**

Στην τέλος οι μαθητές διατύπωσαν τα συμπεράσματα τους αφού έγινε μια συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης με τον εκπαιδευτικό.

**Στο προηγούμενο σενάριο είδαμε ότι η ροή θερμότητας στο πείραμα που εκτελέσατε είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού. Στο πείραμα με τον πάγο και συγκεκριμένα στον χρόνο μέχρι να λιώσει ο πάγος ποια ήταν η ροή θερμότητας και τι αποτέλεσμα είχε τελικά; Υπήρξε μεταβολή στη θερμοκρασία του;**

**Ομάδα1:** «Η ροή ενέργειας από το αναμμένο κερι στο κύπελλο με τον πάγο και το νερό είχε σαν αποτέλεσμα ο πάγος να γίνει νερό. Η θερμοκρασία του δεν αυξήθηκε μέχρι να λιώσει ο πάγος».

**Ομάδα2:** «Επομένως η ροή θερμότητας σε αυτή την περίπτωση είχε ως αποτέλεσμα τη μετατροπή της φυσικής κατάστασης από στερεό σε υγρό. Όσο διαρκεί η αυτή η διαδικασία η θερμοκρασία παραμένει σταθερή παρά την απορρόφηση ενέργειας. Η μετατροπή της φυσικής κατάστασης από στερεή σε υγρή ονομάζεται τήξη».

**Ομάδα3:** «Η ροή θερμότητας είναι από το κερί στο κύπελλο. Το αποτέλεσμα ήταν να λιώσει ο πάγος. Η θερμοκρασία παρέμεινε σταθερή μέχρι να λιώσει ο πάγος. Όταν έλιωσε και συνεχίσαμε να το θερμαίνουμε το αποτέλεσμα ήταν να αυξηθεί η θερμοκρασία.»

**Αφού έλιωσε ο πάγος εφόσον συνεχίσαμε να ζεσταίνουμε με το κερί το νερό. Τι αποτέλεσμα είχε η ροή θερμότητας σε αυτή την περίπτωση;**

**Ομάδα1,2,3:** «Η ροή θερμότητας προς το νερό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού».

	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΘΕΣΗ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ		ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ
Ομάδα 1	M2: «Ο πάγος θα λιώσει και θα γίνει νερό». M4: «Η θερμοκρασία του νερού θα αυξηθεί αφού το ζεσταίνουμε». M1: «Ναι ακριβώς όπως στο προηγούμενο πείραμα». M3: «Αφού έχει παγάκια η θερμοκρασία θα είναι στους 0°C». M1: «Πιστεύω θα φτάσει στους 30°C βαθμού». M2: «Η θερμοκρασία θα μείνει ίδια γιατί και θα κρύνει και θα ζεσταίνεται ταυτόχρονα. Οι άλλοι από την ομάδα δεν συμφωνούν αλλά εγώ αυτό πιστεύω».	«Αν ο πάγος απορροφήσει θερμότητα τότε η θερμοκρασία του θα αυξηθεί».	Ομάδα1: «Πρώτα θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο. Φτιάχνουμε τη βάση με τα τουβλάκια και βάζουμε το κερί στη μέση και από πάνω ένα σιδηρένιο ποτήρι. Ανάβουμε το κερί. Μετά βάζουμε τον αισθητήρα και μετράμε τη θερμοκρασία». M1: «Μη βάλουμε τα τουβλάκια κοντά στη φλόγα μπορούν να καούν». M3: «Μη το βάλεις τόσο ψηλά θα αργήσει να λιώσει ο πάγος».	Ομάδα1: «Παρατηρούμε ότι μέχρι να λιώσει ο πάγος η θερμοκρασία μένει περίπου ίδια 3 με 4°C και όταν λιώσει ο πάγος η θερμοκρασία του αυξάνεται».	«Κάνουμε λάθος υπόθεση. Η θερμοκρασία μένει στους 3 με 4 βαθμούς και δεν αυξάνεται όπως πιστεύαμε».	Ομάδα1: «Η ροή ενέργειας από το αναμμένο κερί στο κύπελλο με τον πάγο και το νερό είχε σαν αποτέλεσμα ο πάγος να γίνει νερό. Η θερμοκρασία του έμεινε σταθερή μέχρι να λιώσει ο πάγος».
Ομάδα 2	M6: «Το νερό είναι κρύο αφού έχει παγάκια». M5: «Εγώ πιστεύω ότι η θερμοκρασία του είναι 1,35°C» M7: «Εγώ πιστεύω ότι η θερμοκρασία του είναι 0 °C» M8: «Όταν θα ζεσταίνεται ο πάγος θα αρχίσει να ζεσταίνεται η θερμοκρασία». M6: «Βασικά θα τήξει και θα γίνει υγρό». M5: «Η θερμοκρασία θα φτάσει στους 20°C».	«Αν ο πάγος απορροφά θερμότητα τότε η θερμοκρασία του αυξάνεται».	Ομάδα2: «Θα φτιάξουμε μία βάση με τα τουβλάκια. Θα φτιάξουμε και ένα θερμόμετρο. Δείτε τη βάση βάλτε το κερί και μετά βάλτε από πάνω το καυθαλάκι. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στον μικρό κουβά με τα παγάκια και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία» M5: «Η φλόγα να έχει λίγο χώρο για να έχει αέρα και να μη σβήσει». M7: «Να βάλουμε τα τουβλάκια με αυτόν τρόπο για να έχει πιο πολύ χώρο η φλόγα». M6: «Να το κλείσουμε γύρω γύρω για να κρατάει τη ζέστη».	Ομάδα2: «Η θερμοκρασία είναι σταθερή μέχρι να λιώσει ο πάγος είναι περίπου 5 με 6 βαθμοί μετά αυξάνεται γρήγορα».	«Η υπόθεση ήταν λάθος αρχικά. Γιατί είπαμε ότι η θερμοκρασία αυξάνεται όταν ο πάγος λιώνει».	Ομάδα2: «Επομένως η ροή θερμότητας σε αυτή την περίπτωση είχε ως αποτέλεσμα τη μετατροπή της φυσικής κατάστασης από στερεό σε υγρό. Όσο διαρκεί αυτή η διαδικασία η θερμοκρασία παραμένει σταθερή παρά την απορρόφηση ενέργειας» «Η μετατροπή της φυσικής κατάστασης από στερεή σε υγρή ονομάζεται τήξη».
Ομάδα 3	M9: «Η θερμοκρασία του νερού με τα παγάκια θα είναι 0 °C ή κάτω από τους 0°C». M12: «Αφού θα λιώσουν τα παγάκια που είναι κρύα το νερό θα παγώσει». M11: «Αρα Η θερμοκρασία θα μειωθεί». M10: «Αφού θα το ζεσταίνουμε θα αυξηθεί όπως στο προηγούμενο πείραμα». M9: «Σίγουρα ο πάγος θα γίνει νερό».	«Αν ο πάγος απορροφήσει θερμότητα τότε η θερμοκρασία του θα μειωθεί».	Ομάδα3: «Θα πάρουμε τα τουβλάκια και θα φτιάξουμε τη βάση. Με το <del>Αισθητήρα</del> θα φτιάξουμε ένα θερμόμετρο. Θα βάλουμε τον αισθητήρα στον πάγο με το νερό και θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία όταν ανάβουμε το κερί».	Ομάδα3: «Στο διάγραμμα παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία είναι μια ευθεία γραμμή στην αρχή και μετά αρχίζει και ανεβαίνει». «Όση ώρα λιώνει ο πάγος η θερμοκρασία μένει σταθερή. Στη συνέχεια αυξάνεται».	Ομάδα3: «Η ροή θερμότητας είναι από το κερί στο κύπελλο. Το αποτέλεσμα ήταν να λιώσει ο πάγος. Η θερμοκρασία παρέμεινε σταθερή μέχρι να λιώσει ο πάγος. Όταν έλιωσε και συνεχίσαμε να το θερμαίνουμε το αποτέλεσμα ήταν να αυξηθεί η θερμοκρασία».	

**Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά διερεύνησης των μαθητών για το 2ο πείραμα**

## 5.6 Απόψεις μαθητών για την εκπαιδευτική παρέμβαση

**-Ποια είναι η άποψή σας για τα μαθήματα που κάναμε;**

M3: «Ήταν πολύ ωραία εμπειρία».

M6: «Μάθαμε να προγραμματίζουμε κάτι που δεν έχουμε κάνει ποτέ ξανά».

M2: «Μου άρεσε περισσότερο που κάναμε το πείραμα και σημειώναμε τη θερμοκρασία».

M7: «Όταν φτιάχναμε το θερμόμετρο και πως να στερεώσουμε το κερί. Δοκιμάζαμε διάφορους τρόπους».

M8: «Γενικά τα πάντα βασικά».

M1: «Πρώτη φορά κάναμε πειράματα μόνοι μας στο σχολείο, συνήθως τα βλέπουμε στο ιντερνέτ».

**-Ποια η διαφορά από το να βλέπετε ένα πείραμα;**

M3: «Θαυμάζουμε τον εαυτό μας που τα φτιάξαμε όλα αυτά».

M9: «Είμαστε περήφανοι».

M6: «Νιώθουμε σαν να είμαστε ερευνητές».

M10: «Είμαστε σαν μικροί επιστήμονες».

**-Πιστεύετε ότι θα μπορούσε η ρομποτική να μπει στη φυσική;**

M2: «Θα μπορούσε και εγώ θα το ήθελα γιατί θα χάναμε το μάθημα».

Δάσκαλος: «Πιστεύετε ότι χάσατε το μάθημα»;

M2: «Χάνουμε το μάθημα που δεν μας αρέσει είναι βαρετό βασικά αλλά μαθαίνουμε και περισσότερα εδώ πέρα».

M1: «Σίγουρα θα μας άρεσε γιατί θα κάναμε και κάτι διαφορετικό. Όλο μάθημα μάθημα τουλάχιστον να ασχολούμαστε με κάτι. Μαστορεύουμε και κάνουμε πειράματα. Εδώ στο σχολείο δεν μαθαίνουμε αυτά. Εδώ φτιάχνουμε κάτι που είναι πραγματικό».

M6: «Είναι σαν να μαθαίνεις μια τέχνη και όχι την θεωρία. Και πας και δουλεύεις σαν επιστήμονας».

**-Θα θέλατε να δουλέψετε σε ένα εργαστήριο ως ερευνητές;**

«Ναι» (οι περισσότεροι)

M2: «Θα μου άρεσε να δουλέψω στην Epic Games σε εργαστήριο που φτιάχνουν ηλεκτρονικά παιχνίδια. και αυτό το ίδιο είναι το προγραμματίζεις».

M5: «Το πρόγραμμα που κάναμε είναι μια αρχή για τα παιδιά».

**-Σας άρεσε που δουλέψατε σε ομάδες;**

M9: «Ναι μας άρεσε πολύ. Πιστεύω ότι δεν θα τα είχαμε καταφέρει ο καθένας μόνος του».

M6: «Είναι πιο εύκολο γιατί συνεργάζεσαι με τον άλλο, λένε και οι δύο τη γνώμη τους, βοηθάει και ο άλλος».

M9: «Δεν θα μπορούσε ένα άτομο μόνο του να τα καταφέρει».

M10: «Αφού δεν θα συνεργαζόταν»

M11: «Μας αρέσει να δουλεύουμε σε ομάδες».

M12: «Εμένα η ομάδα μου δεν με άφηγε να κάνω πράγματα».

**-Τι θα αλλάζατε από όσα έχουμε κάνει αυτές τις μέρες;**

M5: «Εγώ δεν θα άλλαζα κάτι

M2: «Θα ήθελα να φτιάξουμε και το αυτοκίνητο ρομποτάκι που μας δείξατε στην αρχή, θα ήταν πολύ ενδιαφέρον»

M4: «Δεν προλάβαμε να φτιάξουμε το ηχειάκι».

M1: «Θα μπορούσαμε να φτιάξουμε ένα συναγερμό ή τους αισθητήρες παρκαρίσματος με τα υλικά που μας έχετε δείξει».

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1 Συζήτηση

Στην παρούσα ερευνητική εργασία εισήχθησαν διερευνητικές δραστηριότητες STEM στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών της Ε' Δημοτικού, μέσω πειραμάτων με απλές ρομποτικές κατασκευές. Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές στη πρώτη φάση ήρθαν σε επαφή με την υπολογιστική πλατφόρμα του Arduino και το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch for Arduino σε μια προσπάθεια να συνειδητοποιήσουν πώς λειτουργεί η τεχνολογία στην πραγματική ζωή. Εργάστηκαν σε ομάδες για να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν απλά αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου ακολουθώντας ειδικά σχεδιασμένα φύλλα εργασίας. Στη δεύτερη φάση ο σχεδιασμός της εκπαιδευτικής διαδικασίας έγινε με βάση το διερευνητικό μοντέλο έχοντας ως εργαλείο τον μικροελεγκτή Arduino. Οι μαθητές, ως μικροί επιστήμονες ξεκινώντας από ένα προβληματισμό εντόπισαν το πρόβλημα, πραγματοποίησαν υποθέσεις και σχεδίασαν τα πειράματα. Αφού εκτέλεσαν τα πειράματα και ανέλυσαν τα δεδομένα διαμόρφωσαν τα τελικά συμπεράσματα. Σύμφωνα με τα στοιχεία από την ανάλυση των δεδομένων, την παρακολούθηση και τις προσωπικές σημειώσεις του ερευνητή, την καταγραφή των συζητήσεων των ομάδων μέσω βιντεοσκόπησης, και την ανάλυση των απαντημένων φύλλων εργασίας από τους μαθητές, σχετικά με το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα σε ποιο βαθμό μπορεί να ενταχθεί η προσέγγιση STEM μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των Φ.Ε. διαπιστώθηκε ότι θα μπορούσε να ενταχθεί αποτελεσματικά στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο με τον σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων, μέσα από σαφώς προσδιορισμένους και καθορισμένους στόχους. Πιο συγκεκριμένα η μεθοδολογία STEM συνέβαλε στην διεπιστημονική προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών μελετώντας την έννοια της Θερμότητας από πολλούς διαφορετικούς κλάδους όπως είναι η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Μηχανική και η Πληροφορική αναπτύσσοντας δεξιότητες από τη συνδυαστική διδασκαλία τους όπως αναφέρεται και στον Ψυχάρη (2016). Ακόμα η προσέγγιση STEM μέσω της επίλυσης προβλημάτων που έχουν φυσική και πραγματική υπόσταση συνέβαλε στη σύνδεση θεωρητικών εννοιών των Φυσικών Επιστημών με την πραγματικότητα. Επίσης συνέβαλε στην αύξηση του ενδιαφέροντος και στην εμπλοκή των μαθητών όπως

επιβεβαιώνεται και από τις ερευνητικές μελέτες των Michalopoulos, Mpania, Karatrantou και Panagiotakopoulos (2016) και Παλιούρας και Ψυχάρης (2017).

Σχετικά με το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα η προσέγγιση STEM στη φυσική με διερευνητικές δραστηριότητες έθεσε τις βάσεις για την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική πράξη. Οι μαθητές έδρασαν ως επιστήμονες, συμμετείχαν ενεργητικά και πειραματίστηκαν με τις δημιουργίες τους. Στις ερευνητικές μελέτες των Minstrell και Van Zee (2000) και Flick & Lederman (2006) υποστηρίζουν την αναγκαιότητα της διερευνητικής μάθησης ώστε οι μαθητές να κατακτήσουν την επιστημονική μεθοδολογία. Στην εργασία διαπιστώσαμε ότι οι μαθητές στο τέλος της παρέμβασης ήταν ικανοί να αναφέρουν και να εφαρμόζουν τα βήματα για την επίλυση ενός προβλήματος βασιζόμενοι σε ένα επιστημονικό τρόπο σκέψης. Με αυτήν τη διαδικασία ανέπτυξαν δεξιότητες συστηματικής παρατήρησης, διατύπωσης ερωτημάτων, σχεδιασμού και υλοποίησης πειραμάτων όπως αναφέρεται και στον Gatt (2014). Ακόμα διαπιστώθηκε κατά την εξέλιξη της εκπαιδευτικής παρέμβασης οι ομάδες ανέπτυξαν μεγαλύτερη αυτονομία ως προς την επίλυση διερευνητικών προβλημάτων. Η επιστημονική επάρκεια των μαθητών δεν αναπτύσσεται με την μεταβίβαση και την απομνημόνευση πληροφοριών όπως συνηθίζεται στην παραδοσιακή διδασκαλία αλλά με την διερεύνηση, με τον πειραματισμό, τη δοκιμή υποθέσεων, με αρνητικά ή θετικά αποτελέσματα για να απορρίψουν ή να επαληθεύσουν την υπόθεση και να καταλήξουν σε ένα λογικό συμπέρασμα. Στα πλαίσια αυτά η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες είναι μια συνεχή διαδικασία επίλυσης εσωτερικών γνωστικών συγκρούσεων που επιλύονται μέσα από την διερεύνηση.

Όσο αναφορά το 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα με την αξιοποίηση της ρομποτικής ως εργαλείο για την πειραματική διαδικασία οι μαθητές ανέπτυξαν τόσο πειραματικές δεξιότητες όσο και δεξιότητες προγραμματισμού Η/Υ. Οι μαθητές όταν ξεκίνησε η παρέμβαση ήρθαν για πρώτη φορά σε επαφή με τον προγραμματισμό ενώ στο τέλος της παρέμβασης μπορούσαν να δημιουργήσουν απλά προγράμματα στο S4A για το προγραμματισμό του Arduino. Ακόμα απέκτησαν σημαντικές δεξιότητες στο χειρισμό του εργαστηριακού υλικού και αλλά και στον πειραματισμό που σχετίζονται με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης όπως αναφέραμε παραπάνω για την επίλυση των προβλημάτων. Εκτός των άλλων η χρήση του Arduino με τον αισθητήρα

θερμοκρασίας στα πειράματα έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να καταγράψουν με ακρίβεια τις μετρήσεις για οποιαδήποτε ακόμα και ελάχιστη μεταβολή γινόταν κατά τη πειραματική διαδικασία σε πραγματικό χρόνο ευνοώντας την καλύτερη κατανόηση του φυσικού φαινομένου που μελετήθηκε (Oprea, 2018, Huang, 2015).

Τέλος διαπιστώσαμε ότι η εκπαίδευση STEM μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ενίσχυση των κοινωνικών δεξιοτήτων (4<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα) μέσω της συνεργασίας μεταξύ των μελών της ομάδας για την επίλυση του προβλήματος και τη συζήτηση και την επικοινωνία με την αντιπαράθεση απόψεων για την εξαγωγή συμπερασμάτων στα πλαίσια της διερευνητικής μάθησης. Συγκεκριμένα ενισχύθηκαν οι κοινωνικές τους δεξιότητες όπως αλληλοϋποστήριξη και αλληλοβοήθεια όπως αναφέρεται και στην Σταυρίδου (2007) ενώ επήλθε βελτίωση στις στάσεις των μαθητών απέναντι στη μάθηση και στις εργαστηριακές ασκήσεις των Φυσικών Επιστημών. Για να επιτύχουν όλα αυτά ο εκπαιδευτικός είναι απαραίτητο να έχει τον ρόλο του διευκολυντή, του εμπνευστή και συντονιστή της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

## 6.2 Περιορισμοί της έρευνας

Ένας από τους βασικούς περιορισμούς της εν λόγω ερευνητικής μελέτης είναι η χρησιμοποίηση για τις ανάγκες της έρευνας ενός βολικού δείγματος. Παράλληλα το δείγμα της έρευνας ήταν αρκετά μικρό και, εξ αντικειμένου, δεν επιτρέπει την γενίκευση των αποτελεσμάτων. Ένας άλλος περιορισμός της ποιοτικής έρευνας είναι η απουσία επαναληψιμότητας. Αν και έγινε προσπάθεια να προσδιορίσουμε αυστηρά την ερευνητική εργασία πιθανόν η επανάληψη της έρευνας από άλλον ερευνητή να μην έδινε τα ίδια αποτελέσματα. Ένα άλλο σημείο είναι η σύντομη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης η οποία εφαρμόστηκε μόλις σε 5 διδακτικά δίωρα. Θεωρούμε ότι είναι σχετικά μικρή ώστε να οδηγήσει στην ολοκληρωμένη ανάπτυξη δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στους μαθητές ώστε να ανταποκριθούν σε εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που συνδυάζουν προσεγγίσεις όπως αυτή που μελετήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

## 6.3 Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Λόγω των περιορισμών της παρούσας ερευνητικής μελέτης προκύπτουν νέες προτάσεις για περαιτέρω μελέτη. Η απόκτηση επιστημονικών δεξιοτήτων όπως η



επίλυση προβλημάτων και δεξιοτήτων προγραμματισμού Η/Υ είναι μια βαθμιαία διαδικασία που χρειάζεται χρόνια για να επιτευχθεί. Για να γίνει εφικτό κάτι τέτοιο απαιτείται η συστηματική εφαρμογή και η έρευνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής μέσω δραστηριοτήτων STEM σε βάθος χρόνου. Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να υλοποιηθούν αξιοποιώντας το Arduino και την ανοιχτή διερεύνηση για την επίλυση προβλημάτων για το μάθημα των ΦΕ στην Ε' και στην Στ' τάξη. Εναλλακτικά θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε ένα μεγαλύτερο δείγμα και να χρησιμοποιηθούν τόσο ποιοτικές όσο και ποσοτικές προσεγγίσεις. Συνακόλουθα, αναδεικνύεται η ανάγκη για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η υποστήριξη των σχολικών μονάδων για να συμβαδίσουν με τις εξελίξεις όσον αφορά την STEM εκπαίδευση και την εκπαιδευτική ρομποτική.



## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

- Σ. Ατματζίδου, Σ. Δημητριάδης (2016). "Σχεδίαση και εφαρμογή εκπαιδευτικού πλαισίου δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής" Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής». Ιωάννινα.
- Ιωάννου, Μ. (2017). STEM στο Νηπιαγωγείο: Μελέτη της έννοιας της ταχύτητας αξιοποιώντας την προγραμματιζόμενη συσκευή SPHERO.
- Καραχρήστος, Χ. (2016). Σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση ρομποτικής συσκευής για τη ρομποτική πλατφόρμα e-ProBotLab (Early Programming Robots Laboratory) (Doctoral dissertation).
- Κόκκοτας, Π., (2002). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος II, (3η έκδ.). Αθήνα: Ιδίου.
- Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Μπελεσιώτης, Β., & Κόκκινος, Σ. (2012). Εκπαιδευτική ρομποτική και Arduino. 4th Conference on Informatics in Education, 493-501.
- Ορφανάκης, Β. και Παπαδάκης, Σ. (2014). Προγραμματίζοντας τα Lego Mindstorms NXT με τη χρήση του App Inventor. Μια πρόταση για τη διδασκαλία των μαθημάτων Πληροφορικής του Γενικού Λυκείου. Στο 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πληροφορικής Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση - Διδασκαλία και Διδακτική
- Παλιούρας, Α., & Ψυχάρης, Σ. (2016, Δεκέμβριος). Διδακτικό σενάριο στην «εκπαίδευση STEM»: Μετάδοση θερμότητας με αγωγή. Ανακοίνωση στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Innovating STEM education», Αθήνα.
- Πατσιομίτου, Σ. (2015) «Δυναμικός» Διδακτικός κύκλος των Μαθηματικών μέσω Συνδεδεμένων Οπτικών Ενεργών Αναπαραστάσεων.
- Πλακίτση, Κ., Πλακίτση, Κ. Π., & Βασιλική Κλωνάρη, Κ. (2016). Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικών Επιστημών Δημοτικού για το «Νέο Σχολείο».

- Πολιτικής, Θ. Ι. Ε. (2015). Στρατηγικό Πλαίσιο Πολιτικής για τη Μείωση της Πρόωρης Εγκατάλειψης του Σχολείου (ΠΕΣ) στην Ελλάδα στο πλαίσιο του «Ανάπτυξη Ανθρώπινου Δυναμικού–Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση 2014-2020» ΥΠΕΘ Αθήνα. Ανακτήθηκε από <http://www.ier.edu.gr/images/%CE>, 99.
- Σεβδυνίδης, Μ. (2016). Η ρομποτική ως εργαλείο για την διδασκαλία της Φυσικής. Εφαρμογές για τις έννοιες της ισχύος και της ενέργειας. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτικές προσεγγίσεις και πειραματική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες» (599-605). Θεσσαλονίκη
- Σδράλλης Ι. & Κολέζα Ε. (χ.χ.) Η ενσωμάτωση των προγραμμάτων σπουδών των αντικειμένων STEM στον σχεδιασμό ενός σεναρίου STEM
- Σταυρίδου, Ε. (2000). Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος*.
- Σταυρόπουλος, Π., & Οικονομίδης, Σ. (2017). Μελέτη της επίδρασης εφαρμογής ψηφιακού διδακτικού σεναρίου, με προσέγγιση STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράτιτσης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», 690-701, ΕΤΠΕ - Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, Αθήνα 21-23 Απριλίου 2017.
- Συμεού, Λ. (2007). Εγκυρότητα και αξιοπιστία στην ποιοτική εκπαιδευτική έρευνα: Παρουσίαση, αιτιολόγηση και πράξη. Πρακτικά 5 ου Πανελληνίου Συνεδρίου Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας “25 Χρόνια Παιδαγωγικής Εταιρείας Ελλάδας” (Τομ. 2, σσ. 333-339). Θεσσαλονίκη: Α/φοί Κυριακίδη.
- Φράγκου, Σ. (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο: Γρηγοριάδου, Μ., Γουλή, Ε., Γόγουλου, Α. (Επιμ.): Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

## Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and robotics in education. *Teacher education on robotic-enhanced constructivist pedagogical methods*, 11-26.

Alimisis, D., Arlegui, J., Fava, N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E., ... & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECoP project. *Proceedings for constructionism, 1*, 1-10.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. In *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education* (pp. 43-50).

Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education*, 39(3), 229-243.

Belland, B. R. (2017). *Instructional scaffolding in STEM education*. Cham, Switzerland: Springer International.

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.

Bouquet, F., Bobroff, J., Fuchs-Gallezot, M., & Maurines, L. (2017). Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. *American Journal of Physics*, 85(3), 216-222.

Bragow, D., Gragow, K.A., & Smith, E. (1995). Back to the future: Toward curriculum integration. *Middle School Journal*, 27, 39-46.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (1994). Educational research methodology. *Athens: Metaixmio*.

El-Deghaidy, H. and Mansour, N. (2015). Science teachers' perceptions of STEM education: Possibilities and challenges. *International Journal of Learning and Teaching*, 1(1), 51-54.

Ferguson, M., Webb, N., & Strzalkowski, T. (2011). *Nelson: A low-cost social robot for research and education*. <https://doi.org/10.1145/1953163.1953230>

Ellis, A., & Fouts, J. (2001). Interdisciplinary curriculum: The research base: The decision to approach music curriculum from an interdisciplinary perspective should include a consideration of all the possible benefits and drawbacks. *Music Educators Journal*, 87(22), 22–26, 68

Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: a stand for teacher education. *Eurasia journal of mathematics, science & technology education*, 3(3).

Gatt, S. (2014) Καλαϊτζιδάκη, Μ. (επιμ. ελληνικής έκδοσης) Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών με διερεύνηση για παιδιά από 3 έως 11 ετών-priscinet. Ειδικός Λογαριασμός Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο. ISBN978-960-7143-42-6.

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012, August). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington DC: Congressional Research Service, Library of Congress.

Greca, I. M., Redfors, A., Cronquist, B., & Fridberg, M. (2018). Robotics and STEM education for children and primary schools—botSTEM. In *GIREP-MPTL 2018 Research and Innovation in Physics education: two sides of the same coin, San Sebastian, Spain 9-13 July 2018*.

Huang, B. (2015, June). Open-source hardware—microcontrollers and physics education—integrating diy sensors and data acquisition with arduino. In *the American Society for Engineering Education Annual Conference* (Vol. 26, pp. 1-26).

Junior, L., A. GUERRA, F., L. R. BRAVO, L., Hernandez, M., Neto, O., & Martins, P. (2013). *A Low-Cost and Simple Arduino-Based Educational Robotics Kit* (Vol. 3).

Kabátová, M., & Pekárová, J. (2010). Lessons learnt with LEGO Mindstorms: from beginner to teaching robotics. *group*, 10, 12.

Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts (ARSO). doi:10.1109/arso.2015.7428217

Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M. (Eds). (2009). National Academy of Engineering and National Research Council Engineering in K-12 education. Washington, DC: National Academies Press

Khanlari, A., & Mansourkiaie, F. (2015, July). Using robotics for STEM education in primary/elementary schools: Teachers' perceptions. In 2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE) (pp. 3-7). IEEE.

King, K. P., & Wiseman, D. L. (2001). Comparing science efficacy beliefs of elementary education majors in integrated and non-integrated teacher education coursework. *Journal of Science Teacher Education*, 12(2), 143-153.

Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological science*, 15(10), 661-667.

Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function. *Report, CurrTech Integrations, Baltimore*.

Lederman, N. G., Flick, L. B., Flick, L. B., & Lederman, N. G. (2006). *Scientific inquiry and nature of science*. Springer Netherlands.

Maeve, L. (2018). Integrating Robotics Across the Primary School Curriculum. *New Perspectives in Science Education 7th Edition*, (7th ), 145–149.

Mayerová, K. (2012, April). Pilot activities: LEGO WeDo at primary school. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum* (pp. 32-39).

Mataric, M. (2004). Robotics Education for All Ages, *Proceedings, AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*, Palo Alto, CA, Mar 22-24, 2004

McTighe, J., & Wiggins, G. (1999). *The Understanding by Design Handbook*.

- Michalopoulos, P., Mpania, S., Karatrantou, A., Panagiotakopoulos, C. (2016). Introducing STEM to Primary Education Students with Arduino and S4A. *Hellenic Conference on Innovating STEM Education*. Athens 16-18/12/2016.
- Minstrell & VanZee (2000) Minstrell, J., & van Zee, E. H., (Eds.), (2000). Inquiring into inquiry learning and teaching in science. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC
- Morrison, J. (2006). STEM education monograph series: Attributes of STEM education. Teaching Institute for Essential Science, Baltimore, MD
- Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic cooperative learning promotes student STEM interest. *American Journal of Engineering Education*, 7(2), 117-128.
- Musik, P. (2017). Development of Computer-Based Experiment Set on Simple Harmonic Motion of Mass on Springs. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 16(4), 1-11.
- Nadelson, L. S. and Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM defined: Context, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223.
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press.
- Norman, D. A. (1991). Cognitive artifacts. *Designing interaction: Psychology at the human-computer interface*, 1, 17-38.
- Oprea, M. (2017). The Use Of Smartphones In The Physics Class: Distance Measurements. In *Conference proceedings of eLearning and Software for Education «(eLSE)»* (Vol. 2, No. 01, pp. 128-135). Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”.
- Oprea, M. (2018). Arduino-Based Projects in Physics Education. In *Conference proceedings of eLearning and Software for Education «(eLSE)»* (Vol. 2, No. 14, pp. 107-113). Editura Universității Naționale de Apărare „Carol I”.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.

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

Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R., & Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use of the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4).

Robson, C. (2002) *Real World Research: Second Edition*. Oxford: Blackwell.

Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching Robotics at the Primary School: An Innovative Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838–3846.

Smith, J., & Karr-Kidwell, P. J. (2000). *The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and a Manual for Administrators and Teachers*.

Stohlmann, M., Moore, T. and Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34

Suchatpong, N., & Suknui, V. (2018, December). Photogate sensor for compound physical pendulum experiments. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1144, No. 1, p. 012127). IOP Publishing.

Theodoropoulou, I., Anna-Maria, K., Giachali, T., Lavidas, K., & Komis, V. (2018). *Αποτελέσματα και προοπτικές από την αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο ελληνικό σχολείο*.

Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., ... & Hellinckx, L. (2018). *Integrated STEM Education: A Systematic Review of*



Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 2.

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children.

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit*, 1, 11-17.

Verillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts: A contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European journal of psychology of education*, 10(1), 77.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental process*

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.

Yoder, R. (2015, July 22-24). An Arduino-Based Alternative to the Traditional Electronics Laboratory. Paper presented at 2015 Conference on Laboratory Instruction Beyond the First Year of College, College Park, MD. Retrieved November 22, 2018



## **Παράρτημα Α: Φύλλα εργασίας για το Arduino**

## 1ο ΜΑΘΗΜΑ: LED



### Άναψε τα πρώτα led λαμπάκια!

#### Ήξερες ότι...

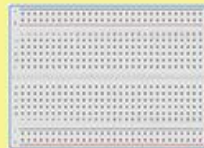
- \* Οι λάμπες LED αποτελούν την τελευταία λέξη της τεχνολογίας στον τομέα του φωτισμού.
- \* Οι λάμπες LED καταναλώνουν 90% λιγότερο ρεύμα σε σχέση τις κοινές λάμπες.
- \* Τα LED δεν θερμαίνονται και δεν εκπέμπουν ζέστη όπως οι λάμπες πυρακτώσεως.
- \* Οι λαμπτήρες LED δεν εκπέμπουν υπεριώδη ακτινοβολία που είναι αρκετά επιβλαβής.
- \* Οι λάμπες LED έχουν πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από 25.000 έως 200.000 ώρες ζωής.

Τα υλικά που θα χρειαστούμε...

1. Arduino uno



2. Breadboard



3. Led



4. resistor

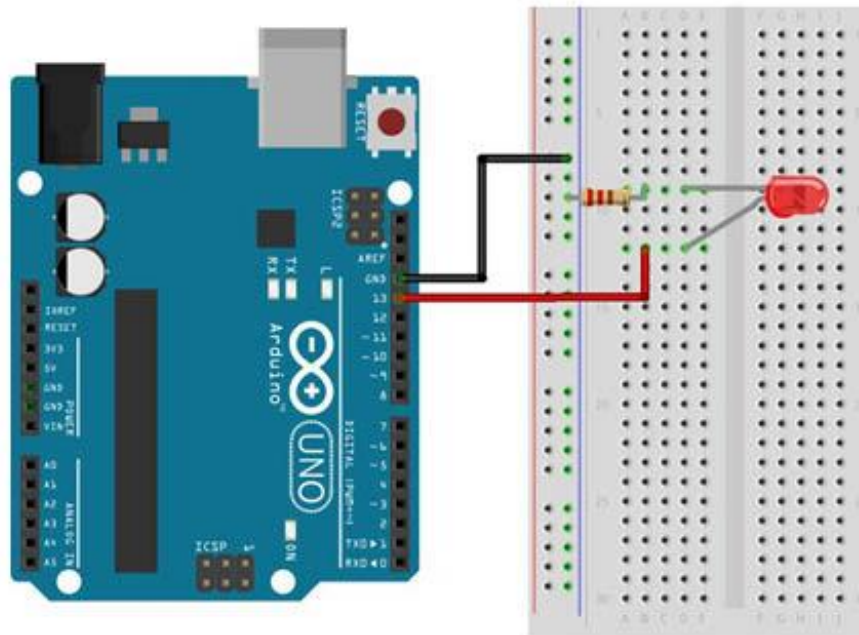


5. wires



## 1ο ΒΗΜΑ


### Σύνδεση του Arduino...



1. Συνδέστε το κύκλωμα σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα.
2. Προσέχω στο led λαμπάκι να βάλω το πιο μακρύ ποδαράκι (άνοδος) στη δεξιά πλευρά όπως το τοποθετώ και να το συνδέσω με το κόκκινο καλώδιο στη ψηφιακή έξοδο 13.
3. Το αριστερό ποδαράκι (κάθοδος) το συνδέω με την αντίσταση και στη συνέχεια με το μαύρο καλώδιο στη θύρα με τη γείωση (GND) στην πλακέτα.
4. Αφού ελέγξω όλα τα παραπάνω συνδέω το καλώδιο της θύρας usb του Arduino με την θύρα του υπολογιστή.

## 2ο ΒΗΜΑ

### Προγραμματισμός με το S4A...

1. Ανοίξετε το πρόγραμμα S4A με το εικονίδιο  που θα βρείτε στην επιφάνεια εργασίας.

2. Βρίσκετε τις εντολές ελέγχου  στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης

και επιλέγετε την εντολή  σύροντας στο κεντρικό πλαίσιο.



3. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγετε την εντολή επανάληψης.



4. Από το πάνω μέρος της οθόνης επιλέγετε  και την εντολή 

για να τροφοδοτήσουμε με ρεύμα το λαμπάκι.

5. Διαλέξτε από τις εντολές ελέγχου  τον χρόνο που θέλουμε να βάλουμε να μείνει αναμμένο το λαμπάκι. Στην περίπτωση μας βάλτε 1sec.


6. Με τον ίδιο τρόπο βρίσκουμε τις εντολές  και  για να παραμείνει το λαμπάκι σβηστό για 1 δευτερόλεπτο.

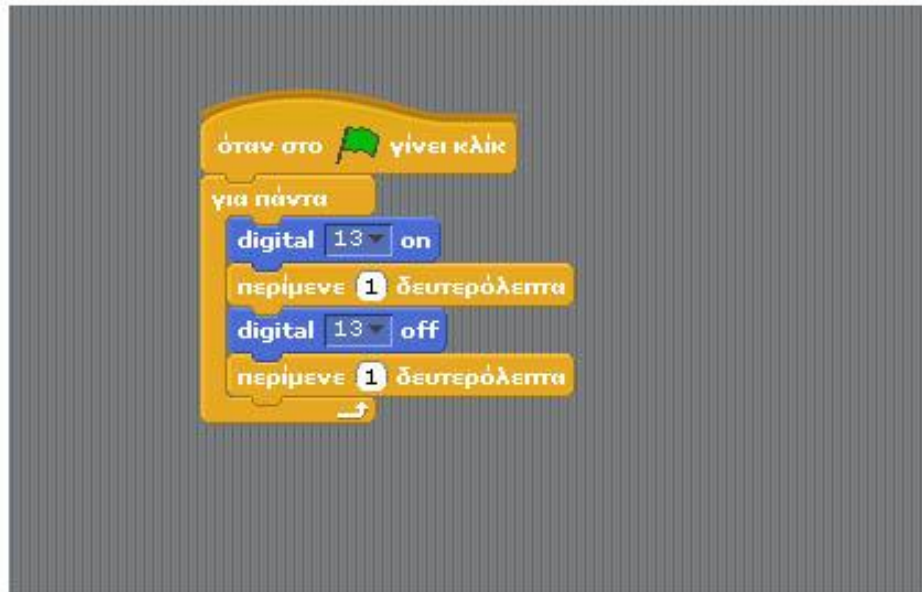
## 3ο ΒΗΜΑ

### Σύνδεση με τον υπολογιστή και έλεγχος...

1. Συνδέω τον υπολογιστή με την πλακέτα του Arduino.



2. Κάνω κλικ στην πράσινη σημαία  και ελέγχω το πρόγραμμα που έφτιαξα.



1. Τι παρατηρείς για το λαμπάκι;

.....

.....

.....

**ΑΣΚΗΣΗ:**

Λειτουργία των φαναριών

Τι θα χρειαστούμε: 1 led κόκκινο, 1 πορτοκαλί, 1 πράσινο).






Προγραμματισμός: Συντάξτε τον κατάλληλο κώδικα έτσι ώστε τα φανάρια να ανάβουν ως εξής:

Πράσινο 3 sec και μετά σβήνει

Κίτρινο 1 sec και μετά σβήνει

Κόκκινο 3 sec και μετά σβήνει

Γράψε τι κάνουν οι παρακάτω εντολές που χρησιμοποιήσαμε:

	.....
	.....
	.....
	.....
	.....



## 2ο ΜΑΘΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΟ



Χρησιμοποίησε τον  
αισθητήρα θερμοκρασίας!

Ήξερες ότι...

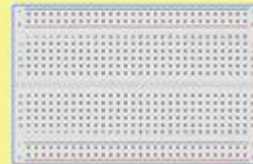
Αισθητήρας θερμοκρασίας LM35D με αναλογική έξοδο. Το εύρος θερμοκρασίας όπου μετράει είναι από 0°C έως +100°C με ακρίβεια  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

Τα υλικά που θα χρειαστούμε...

1. Arduino uno



2. Breadboard



3. Led



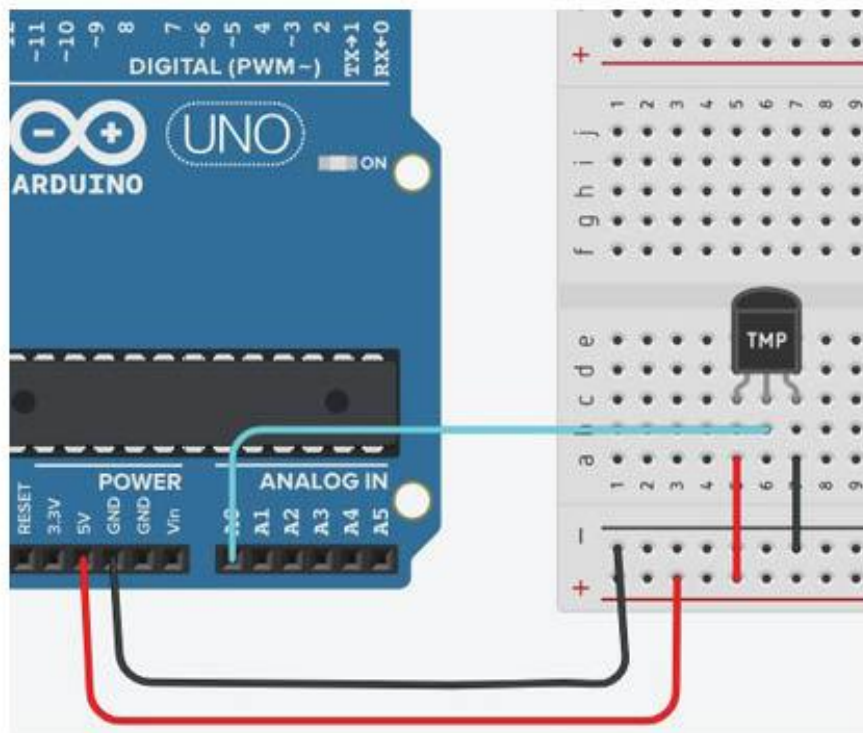
4. Αντίσταση



5. Αισθητήρας θερμοκρασίας LM35

## 1ο ΒΗΜΑ

### Σύνδεση του Arduino...









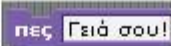



1. Συνδέστε το κύκλωμα σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα.
2. Το δεξί ποδαράκι του αισθητήρα το συνδέω με τη γείωση GND .
3. Το μεσαίο ποδαράκι το συνδέω με την αναλογική είσοδο A0.
4. Το αριστερό ποδαράκι του αισθητήρα το συνδέω με τα 5V
5. Αφού ελέγξω όλα τα παραπάνω συνδέω το καλώδιο της θύρας usb του Arduino με την θύρα του υπολογιστή.



## 2ο ΒΗΜΑ

### Προγραμματισμός με το S4A...

1. Πάνω αριστερά επιλέγω 
2. Δημιούργησε μια μεταβλητή. 
3. Δώστε το όνομα θερμοκρασία
4. Σύρε στη κεντρική οθόνη εγασίας την εντολή. 
5. Από την επιλογή  επέλεξε τον τελεστή με τη διαίρεση  και σύρε τον στη θέση με το 0 στην προηγούμενη εντολή.
6. Στην αριστερή θέση, του διαιρεταίου, σύρε από την επιλογή  την εντολή  και στη δεξιά στη θέση του διαιρέτη τον αριθμό 2,048. Με αυτό τον τρόπο θα μας δείξει σε βαθμούς Κελσίου τη θερμοκρασία.
7. Από την επιλογή  επέλεξε  και στη θέση του "Γεια σου!" σύρε τη μεταβλητή 

## 3ο ΒΗΜΑ

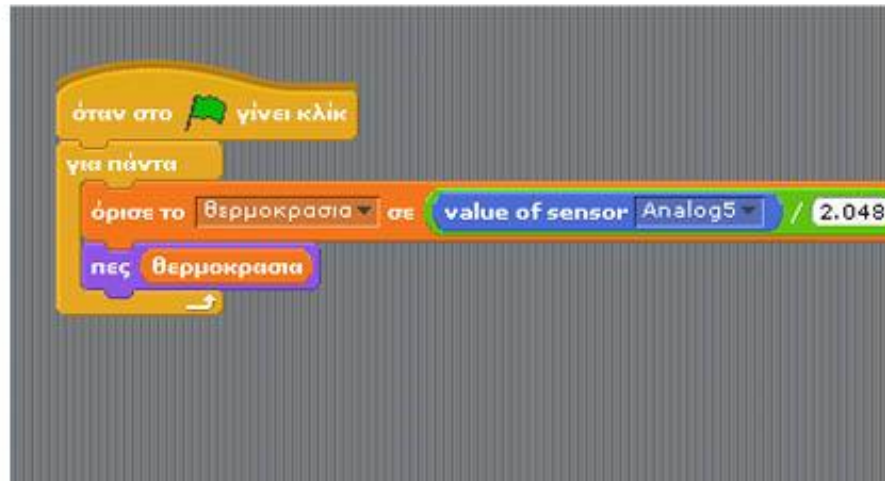
### Σύνδεση με τον υπολογιστή και έλεγχος...

1. Συνδέω τον υπολογιστή με την πλακέτα του Arduino.



2. Κάνω κλικ στην πράσινη σημαία και ελέγχω το πρόγραμμα που έφτιαξα.





“Μεταβλητή είναι ένα μέγεθος ή μία ιδιότητα της οποίας η τιμή μπορεί να αλλάζει κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος, όπως για παράδειγμα η θερμοκρασία. Στην περίπτωση μας φτιάχνουμε μία μεταβλητή με το όνομα θερμοκρασία.”

Η εντολή `value of sensor Analog5` τι μας χρησιμεύει;

.....

.....

.....

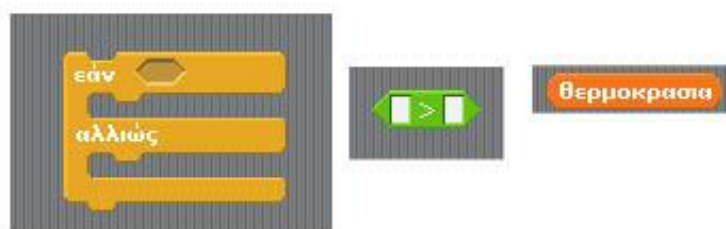
#### ΑΣΚΗΣΗ:

Θερμόμετρα:

Τι θα χρειαστούντε: αισθητήρας, θερμοκρασίας, 1 led κόκκινο, 1 , μπλε).

Προγραμματισμός: Συντάξτε τον κατάλληλο κώδικα έτσι ώστε το κόκκινο λαμπάκι να ανάβει για θερμοκρασίες πάνω από τους 25 C ενώ το μπλε λαμπάκι για θερμοκρασίες κάτω από 25 C.

Θα χρειαστείτε τις παρακάτω εντολές,



## 3ο ΜΑΘΗΜΑ: ΗΧΕΙΟ- BUZZER



Άκουσε τους πρώτους  
χτύπους!

### Ήξερες ότι...

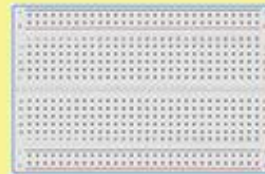
Τέτοια ηχεία συναντάμε σε υπολογιστές, ξυπνητήρια, σε συστήματα συναγερμού ακόμα και στα πληκτρολόγια των ATMs.

Τα υλικά που θα χρειαστούμε...

1. Arduino uno



2. Breadboard



3. Led



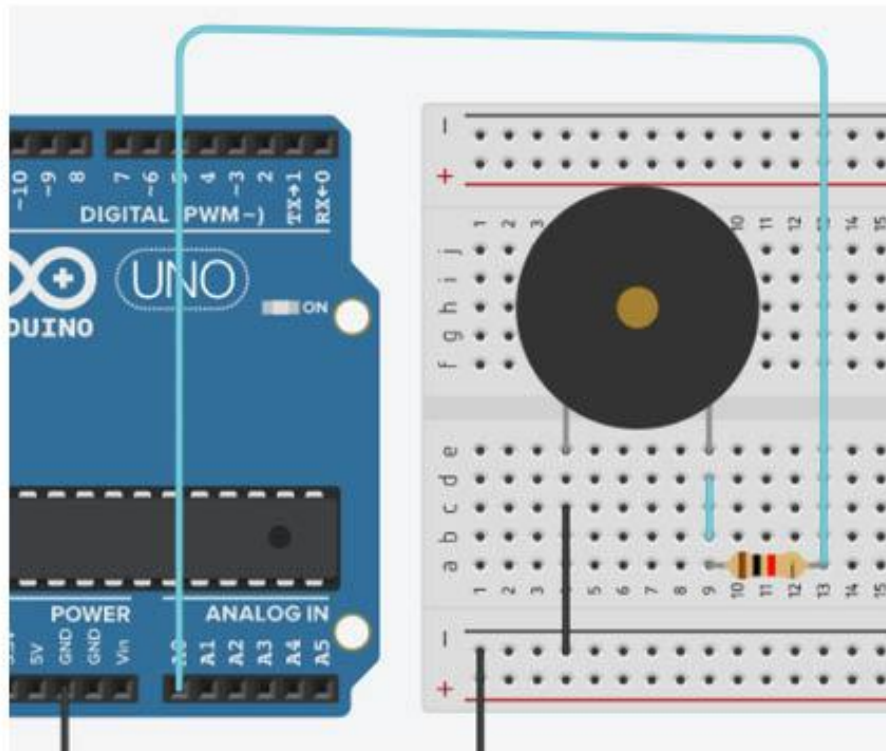
4. Αντίσταση



5. Ηχείο Buzzer

## 1ο ΒΗΜΑ

### Σύνδεση του Arduino...



1. Συνδέστε το κύκλωμα σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα.
2. Το αριστερό ποδαράκι του ήχειου το συνδέω με τη γείωση GND .
3. Το δεξί ποδαράκι του αισθητήρα το συνδέω με την αντίσταση και στη συνέχεια στη ψηφιακή είσοδο 13.
4. Αφού ελέγξω όλα τα παραπάνω συνδέω το καλώδιο της θύρας usb του Arduino με την θύρα του υπολογιστή.

## 2ο ΒΗΜΑ

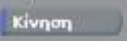
### Προγραμματισμός με το S4A...


1. Βρίσκετε τις εντολές ελέγχου  στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης

και επιλέγετε την εντολή επανάληψης.




2. Διαλέξτε από τις εντολές κίνησης



την εντολή 

3. Διαλέξτε από τις εντολές ελέγχου  τον χρόνο που θέλουμε να χτυπάει το ηχείο.

4. Για να σταματήσει το ηχείο επιλέξτε πάλι την εντολή  και αλλάξτε την τιμή του από 255 σε 0.

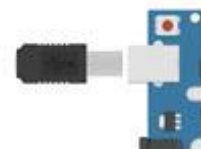
5. Τέλος επιλέξτε να μην ακούγεται το ηχείο για ένα δευτερόλεπτο.




## 3ο ΒΗΜΑ

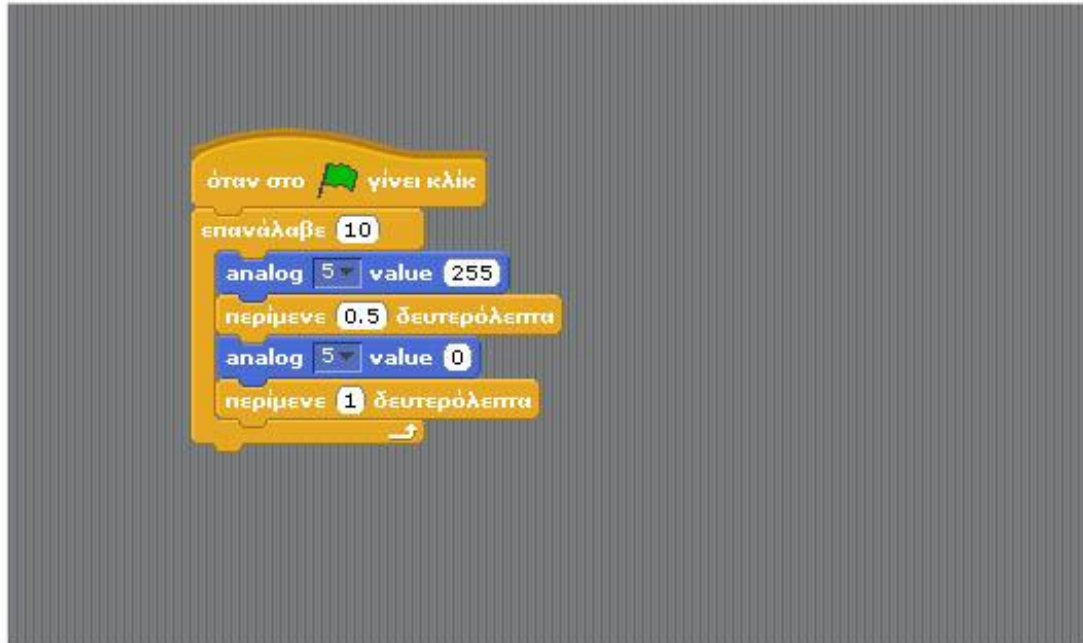
### Σύνδεση με τον υπολογιστή και έλεγχος...

1. Συνδέω τον υπολογιστή με την πλακέτα του Arduino.



2. Κάνω κλικ στην πράσινη σημαία  και ελέγχω το πρόγραμμα που έφτιαξα.





1. Αλλαξε την τιμή από 255 σε 50 .Τι παρατηρείς για τον ήχο;

.....

.....

.....

## 4ο ΜΑΘΗΜΑ: Αισθητήρας Υπέρηχων



### Μέτρησε την απόσταση!

#### Ήξερες ότι...

Ο υπερηχητικός αισθητήρας HC-SR04 χρησιμοποιεί σόναρ για τον προσδιορισμό της απόστασης σε ένα αντικείμενο όπως οι νυχτερίδες ή τα δελφίνια  
Ο ψηφιακός αισθητήρας υπερήχων EV3δημιουργεί ηχητικά κύματα και διαβάζει την ηχώ τους για τον εντοπισμό και τη μέτρηση της απόστασης από αντικείμενα. Μπορεί επίσης να στείλει μόνο ηχητικά κύματα για να εργαστούν ως σόναρ ή για να ακούσετε ένα ηχητικό κύμα που προκαλεί την έναρξη του προγράμματος.

Τα υλικά που θα χρειαστούμε...

#### 1. Arduino uno



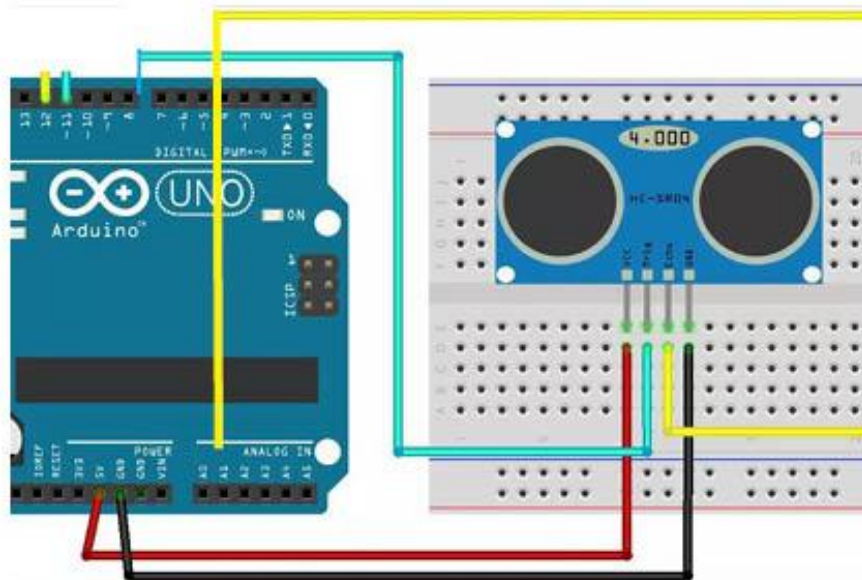
#### 3. Αισθητήρας Υπέρηχων





## 1ο ΒΗΜΑ

### Σύνδεση του Arduino...



1. Συνδέστε το κύκλωμα σύμφωνα με την παραπάνω εικόνα.
2. Όπως φαίνεται από τα παραπάνω, υπάρχουν 4 ακίδες σύνδεσης του αισθητήρα.
3. Συνδέστε την πρώτη ακίδα VCC το κόκκινο καλώδιο με τα 5V.
4. Συνδέστε τη δεύτερη ακίδα Trig το γαλάζιο καλώδιο με το pin 3.
5. Συνδέστε την τρίτη ακίδα Echo το κίτρινο καλώδιο με το pin A5.
6. Συνδέστε την τέταρτη ακίδα Gnd το μαύρο καλώδιο με το Gnd.

## 2ο ΒΗΜΑ


### Προγραμματισμός με το S4A...

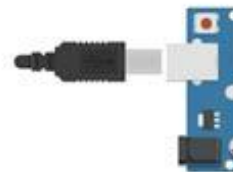
1. Πάνω αριστερά επιλέγω. 
2. Φτιάξτε μια νέα μεταβλητή. 
3. Δώστε το όνομα απόσταση.
4. Σύρε στη κεντρική οθόνη εγασίας την εντολή. 
5. Από την επιλογή  επέλεξε την εντολή  και την σύρετε στην παραπάνω εντολή "όρισε την απόσταση" στη θέση με το 0.
6. Από την επιλογή  επέλεξε  και στη θέση των γράμματων σύρε την μεταβλητή  για να την εμφανίσει στην οθόνη.

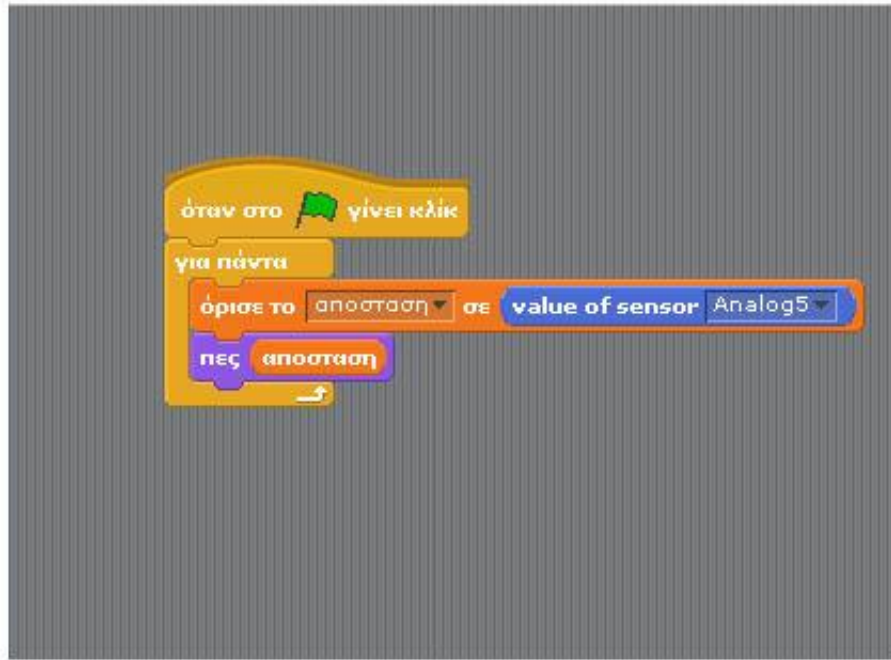
## 3ο ΒΗΜΑ

### Σύνδεση με τον υπολογιστή και έλεγχος...

1. Συνδέω τον υπολογιστή με την πλακέτα του Arduino.

2. Κάνω κλικ στην πράσινη σημαία  και ελέγχω το πρόγραμμα που έφτιαξα.





Τοποθέτησε ένα αντικείμενο λίγα εκατοστά μακριά από τον αισθητήρα.  
Τι παρατηρείς ;

.....  
.....  
.....

#### ΑΣΚΗΣΗ:

Μουσικό ψηφιακό όργανο:

Τι θα χρειαστούμε: αισθητήρας υπέρηχων

Προγραμματισμός: Συντάξτε τον κατάλληλο κώδικα έτσι ώστε ανάλογα με την απόσταση που θα εντοπίζει ένα αντικείμενο να παίζει μία διαφορετική νότα.

```
when green flag clicked
  loop forever
    read distance as value of sensor Analog5
    play note 60 for 0.5 seconds
    if distance < 5
      play note 60 for 0.5 seconds
    if 5 < distance and distance < 10
      play note 62 for 0.5 seconds
    if 10 < distance and distance < 15
      play note 64 for 0.5 seconds
    if 15 < distance and distance < 20
      play note 65 for 0.5 seconds
    if 20 < distance and distance < 25
      play note 67 for 0.5 seconds
    if 25 < distance and distance < 30
      play note 69 for 0.5 seconds
    if 30 < distance and distance < 35
      play note 71 for 0.5 seconds
    if distance > 40
      stop playing all sounds
```

## Παράρτημα Β: Φύλλα εργασίας για πειράματα





## Σημείωμα ερευνητή

Καλημέρα μικροί μου ερευνητές! Το ταξίδι για τις Φυσικές Επιστήμες μόλις έχει ξεκινήσει! Οι σημειώσεις που κρατάτε στα χέρια σας αποτελούν έναν οδηγό για να βοηθήσετε τον ερευνητή να εκτελέσει μια σειρά από πειράματα. Στόχος της κάθε ομάδας είναι να φτιάξετε τα εργαλεία που θα χρειαστεί ο ερευνητής και να κρατήσετε σημειώσεις κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πειραμάτων.

Οι επιστήμονες για να πραγματοποιήσουν μια έρευνα, αρχικά επιλέγουν ένα πρόβλημα. Διατυπώνουν μια ερευνητική υποθέση και διατυπώνουν τις προβλέψεις τους. Στη συνέχεια σχεδιάζουν το πείραμα και μελετούν τα αποτελέσματα που βρήκαν. Στο τέλος της έρευνας τους μπορούν να απαντήσουν στην αρχική υπόθεση και να δικαιολογήσουν με στοιχεία που θα προκύψουν από το πείραμά τους. Για κάθε πείραμα επομένως θα συναντήσεις τα παρακάτω στάδια.

1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

2 ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ  
ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



## ΠΕΙΡΑΜΑ: ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ



Το νερό φαίνεται πολύ καυτό! Σίγουρα θα υπάρχει τρόπος να μετρήσω τη θερμοκρασία του για τα πειράματά μου. Ή να πω καλύτερα να μετρήσω τη θερμότητα; Τι τρόπο μου προτείνετε; Θα με βοηθήσετε; Μια τελευταία ερώτηση: Τι συμβαίνει όταν θερμαίνεται ένα σώμα, που παεί η ενέργεια στην περίπτωση μας;

Ας θυμηθούμε...

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η θερμοκρασία είναι μια έννοια που μας βοηθά να περιγράψουμε πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα. Όταν ένα σώμα είναι θερμό, λέμε ότι έχει υψηλή θερμοκρασία, όταν είναι ψυχρό, λέμε ότι έχει χαμηλή θερμοκρασία.

Την ενέργεια, όταν ρέει από ένα σώμα προς ένα άλλο λόγω διαφορετικής θερμοκρασίας, την ονομάζουμε θερμότητα. Η θερμότητα ρέει πάντοτε από τα σώματα με υψηλότερη θερμοκρασία προς τα σώματα με χαμηλότερη θερμοκρασία.

1

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ



Οι επιστήμονες πριν πραγματοποιήσουν μια έρευνα, διατυπώνουν υποθέσεις, τις οποίες στο τέλος της έρευνας τους μπορούν να απαντήσουν και να δικαιολογήσουν με στοιχεία που θα προκύψουν από το πείραμά τους.

Διάλεξε και βάλε τις παρακάτω λέξεις στην σειρά για να διατυπώσεις την πρώτη σου ερευνητική υπόθεση.

Οι λέξεις σας

Αν	αποβάλλει	σώμα	ένα	ενέργεια	η θερμότητα	μειώνεται	του	τότε
	απορροφά				η θερμοκρασία	αυξάνεται		

Υποθέσεις

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Μπορούμε να μετρήσουμε τη θερμοκρασία του νερού με τις αισθήσεις μας; Γιατί;

.....

.....

2. Τι εργαλείο θα χρειαστούμε να φτιάξουμε για να μετρήσουμε τη θερμοκρασία;

.....

.....

3. Για να θερμανθεί ένα σώμα, είναι απαραίτητη ενέργεια. Στην περίπτωση μας ποια είναι η ροή ενέργεια;

.....

.....

.....

2

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

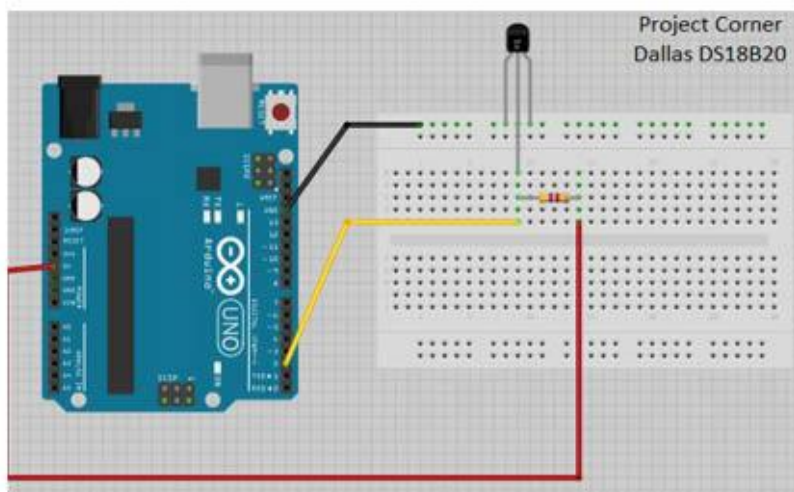
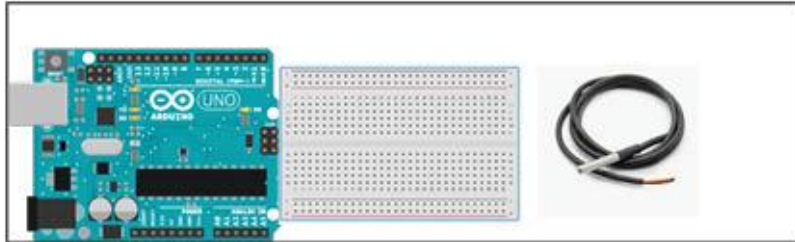
ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ



ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

3

Χρειαζόμαστε τη βοήθεια σας! Σωστά υποθέσατε ότι πρέπει να φτιάξετε ένα θερμόμετρο! Τα υλικά που θα χρησιμοποιήσετε βρίσκονται μέσα στο κουτί. Η παρακάτω εικόνα θα σας βοηθήσει να φτιάξετε το θερμόμετρο.



**Προγραμματισμός:**

Συντάξτε ένα πρόγραμμα όπου κάθε λεπτό θα εμφανίζει στον υπολογιστή τη θερμοκρασία που έχει το νερό.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στόχος της ομάδας είναι να σχεδιάσετε και να περιγράψετε ένα πείραμα που θα απαντά στην υπόθεση που κάνατε: Τι θα συμβεί στο νερό αν απορροφήσει ενέργεια; Εκτός από το θερμόμετρο που φτιάξατε έχετε ακόμα ένα ηλεκτρικό μπρίκι .

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΜΕΤΑ ΑΠΟ.....	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

1. Στο τελευταίο φύλλο εργασίας συμπληρώστε το διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου. Τι παρατηρείτε από τον πίνακα και από το διάγραμμα που συμπληρώσατε;

.....

.....

2. Πηγαίνετε στην υπόθεση που κάνατε αρχικά και συγκρίνετε τα αποτελέσματα.

.....

.....

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

1. Ποια ήταν η ροή ενέργειας στο πείραμα που εκτελέσατε; Τι αποτέλεσμα είχε;...

.....

.....

2. Πώς ονομάζεται η ροή ενέργειας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής θερμοκρασίας;

.....

.....

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5

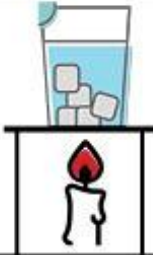
3

ΕΡΜΗΝΕΙΑ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## ΠΕΙΡΑΜΑ 2ο: Η τήξη των σωμάτων



Στο προηγούμενο πείραμα μάθατε ότι, όταν ένα σώμα απορροφά θερμότητα, η θερμοκρασία του αυξάνεται. Παρατηρήστε την εικόνα! Πολύ καλά καταλάβατε αυτή τη φορά θα μετρήσουμε τη θερμοκρασία του νερού καθώς λιώνει ο πάγος. Πιστεύετε θα αλλάξει η θερμοκρασία του νερού όσο λιώνει ο πάγος; Τι θα συμβεί όταν λιώσει ο πάγος;

1

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

### Ας θυμηθούμε...

Η μετατροπή των στερεών σωμάτων σε υγρά ονομάζεται τήξη. Κάθε στερεό σώμα μετατρέπεται σε υγρό σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία, η οποία ονομάζεται θερμοκρασία τήξης.

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ



Οι επιστήμονες πριν πραγματοποιήσουν μια έρευνα, διατυπώνουν υποθέσεις, τις οποίες στο τέλος της έρευνας τους μπορούν να απαντήσουν και να δικαιολογήσουν με στοιχεία που θα προκύψουν από το πείραμά τους.

Διάλεξε και βάλε τις παρακάτω λέξεις στην σειρά για να διατυπώσεις την ερευνητική υπόθεση.

#### Οι λέξεις σας

Αν αποβάλλει ο πάγος θερμότητα η θερμότητα τότε μειώνεται σταθερή  
απορροφά θερμοκρασία η θερμοκρασία αυξάνεται μένει

#### Υποθέσεις

2

ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ

1. Ποια είναι η φυσική κατάσταση του πάγου αρχικά; **ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

.....

2. Ποια θα είναι η φυσική κατάσταση του πάγου μετά από κάποια λεπτά όταν το ζεστάνουμε;

.....

3. Ποια πιστεύετε είναι η θερμοκρασία του νερού με τα παγάκια;

.....

4. Ποια θα είναι η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια που λιώνει ο πάγος;

.....

ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Στόχος της ομάδας είναι να σχεδιάσετε και να περιγράψετε ένα πείραμα που θα απαντά στο αρχικό ερώτημα: Θα αλλάξει η θερμοκρασία του νερού καθώς λιώνει ο πάγος ; Τι θα συμβεί αφού λιώσει ο πάγος. Σκεφτείτε τη διαδικασία που ακολουθήσατε στο προηγούμενο πείραμα. Τα υλικά που διαθέτετε είναι τα παρακάτω:



ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

ΣΥΖΗΤΗΣΗ



3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

ΜΕΤΑ ΑΠΟ.....	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
2 λεπτό...	

1. Στο τελευταίο φύλλο εργασίας συμπληρώστε το διάγραμμα θερμοκρασίας - χρόνου. Τι παρατηρείτε από τον πίνακα και από το διάγραμμα που συμπληρώσατε;

.....

.....

2. Πηγαίνετε στην υπόθεση που κάνατε αρχικά και συγκρίνετε τα αποτελέσματα.

.....

.....

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3

ΕΡΜΗΝΕΙΑ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Στο προηγούμενο σενάριο είδαμε ότι η ροή θερμότητας στο πείραμα που εκτελέσατε είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού. Στο πείραμα με τον πάγο και συγκεκριμένα στον χρόνο μέχρι να λιώσει ο πάγος, ποια ήταν η ροή θερμότητας και τι αποτέλεσμα είχε τελικά; Υπήρξε μεταβολή στη θερμοκρασία του;

.....

.....

2. Αφού έλιωσε ο πάγος και εφόσον συνεχίσουμε να ζεσταίνουμε με το κερι το νερό. Τι αποτέλεσμα θα είχε η ροή θερμότητας σε αυτή την περίπτωση;

.....

.....

3. Πώς ονομάζεται η μετατροπή των στερεών σωμάτων σε υγρά;

.....

.....

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5



Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.