

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



**Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων**

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών**

**Κατεύθυνση Ηλεκτρονικής Μάθησης**

**Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία**

**Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ  
ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ:**

Σχεδιασμός, υλοποίηση και αξιολόγηση μαθημάτων κατασκευής και προγραμματισμού με κέντρο τις φυσικές επιστήμες με τη μορφή φύλλων εργασίας και ελεύθερων δραστηριοτήτων στη Στ δημοτικού

Λουκία Γρυπαίου

A.M. 1608

Επιβλέπων: Κώστας Καρούζης

*Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2018*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σα βγεις στον πηγαιμό για την Ιθάκη,  
να εύχεται να είναι μακρύς ο δρόμος,  
γεμάτος περιπέτειες, γεμάτος γνώσεις....

Έφθασε η ώρα που αυτό το πολύ όμορφο και κοπιαστικό ταξίδι κάπου εδώ ολοκληρώνεται. Έχοντας, λοιπόν, βγάλει εις πέρας μια δύσκολη αποστολή, αλλά γεμάτη όμορφες στιγμές και καινούρια εφόδια, πολύτιμα και ουσιαστικά για την εξέλιξη του ανθρώπου, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους στάθηκαν δίπλα μου σε όλη την πορεία των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, Κώστα Καρπούζη, διευθυντή Ερευνών στο Ερευνητικό Πανεπιστημιακό Ινστιτούτο Συστημάτων Επικοινωνιών και Υπολογιστών (ΕΠΙΣΕΥ) του ΕΜΠ για την καθοδήγησή του, την υποστήριξή του και τις συμβουλές του κατά τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας. Στη συνέχεια, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου και σε όλους τους καθηγητές μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Ηλεκτρονικής Μάθησης για τις πολύτιμες γνώσεις, στάσεις και δεξιότητες που μου πρόσφεραν σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ακόμη, δε θα μπορούσα να μην αναφέρω και τους συμφοιτητές μου για τη βοήθειά τους και τη συμπαράστασή τους. Φυσικά, δεν πρέπει να παραλείψω να ευχαριστήσω τα Εκπαιδευτήρια Αργύρη Λαιμού και τον διευθυντή του δημοτικού σχολείου, κύριο Λιάκο Αθανάσιο για τη συμβολή τους στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας, και συγκεκριμένα για την πραγματοποίηση της εκπαιδευτικής μου παρέμβασης. Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω να πω και στον συνάδελφό μου Κόλλια Αναστάσιο, δάσκαλο του τμήματος της παρέμβασης για τη συνεχή στήριξή του, τις σημαντικές συμβουλές του, την ανιδιοτελή βοήθειά του και την ουσιαστική συμβολή του από την αρχή μέχρι το τέλος της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με κατανόηση και υπομονή στάθηκε δίπλα μου όλο το χρονικό διάστημα των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	5
ABSTRACT .....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
1.1 Προβληματική .....	14
1.2 Σκοπός και Μεθοδολογία της έρευνας.....	15
1.3 Καινοτομία της εργασίας .....	16
1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ .....	18
2.1 Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης.....	18
2.2 Συμπεριφοριστική θεωρία της μάθησης .....	18
2.3 Ανακαλυπτική μάθηση.....	20
2.4 Ο Εποικοδομητισμός.....	21
2.5 Η διδακτική των φυσικών επιστημών.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ .....	33
3.1 Ο όρος STEM .....	33
3.2 Η Εκπαιδευτική Ρομποτική .....	35
3.3 Ιστορική αναδρομή εκπαιδευτικής ρομποτικής.....	37
3.4 Θετικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	39
3.5 Βασικά πακέτα και πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	41
3.5.1 Βασικά πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	41
3.5.1.1 Lego Education WeDo 1.0 .....	41
3.5.1.2 Lego Education WeDo 2.0 .....	44
3.5.2 Πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής .....	47
3.5.2.1 LEGO Mindstorms EV3 .....	47
3.5.2.2 Η υπολογιστική πλατφόρμα Arduino.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ .....	51
4.1 Το αντικείμενο της έρευνας.....	51
4.2 Διδασκαλία Project – Based Learning .....	53
4.3 Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση .....	54

4.4 Συνεργατική έρευνα δράσης.....	56
4.5 Περιπτωσιακή μελέτη .....	58
4.6 Υλοποίηση 1 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Η ηλιακή ενέργεια .....	60
4.6.1 Περιγραφή 1 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου .....	60
4.7 Υλοποίηση 2 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Η αιολική ενέργεια .....	77
4.7.1 Περιγραφή 2 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου .....	77
4.8 Υλοποίηση 3 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Φως και Χρώματα.....	88
4.8.1 Περιγραφή 3 <sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου .....	88
4.9 Αξιολόγηση των μαθητών.....	99
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ.....	100
5.1 Περιγραφική Στατιστική.....	100
5.1.1 Περιγραφική ανάλυση – Προφίλ ΣΤ1.....	100
5.1.2 Περιγραφική ανάλυση – προφίλ ΣΤ2.....	107
5.1.3 Περιγραφική ανάλυση – Σενάρια ΣΤ1 τμήμα ελέγχου .....	113
5.1.4 Περιγραφική ανάλυση – Σενάρια ΣΤ2 τμήμα παρέμβασης.....	118
5.2 Επαγωγική στατιστική.....	122
5.2.1 Έλεγχοι υποθέσεων τμήμα ελέγχου .....	122
5.2.2 Έλεγχοι υποθέσεων τμήμα παρέμβασης.....	125
5.2.3 Έλεγχος για τα 3 σενάρια στο τμήμα παρέμβασης στη βάση του φύλου.....	127
5.3 Αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας από τους μαθητές.....	130
5.4 Συμπεράσματα .....	135
5.5 Μελλοντικές επεκτάσεις .....	136
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	138
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Το ερωτηματολόγιο για το προφίλ του δείγματος .....	142
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Pre test για το 1 <sup>ο</sup> και το 2 <sup>ο</sup> σενάριο .....	144
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Φύλλο εργασίας για το 1 <sup>ο</sup> σενάριο «Ηλιακή ενέργεια» .....	146
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Φύλλο εργασίας για το 2 <sup>ο</sup> σενάριο «Αιολική ενέργεια».....	151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Post test για το 1 <sup>ο</sup> και 2 <sup>ο</sup> το σενάριο.....	156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Pre test για το 3ο σενάριο «Φως και Χρώματα».....	159
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η: Φύλλο εργασίας για το 3 <sup>ο</sup> σενάριο «Φως και Χρώματα».....	163
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ: Post test για το 3 <sup>ο</sup> σενάριο «Φως και Χρώματα» .....	167
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης σεναρίων διδασκαλίας φυσικών επιστημών.....	170

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο χώρο της εξωσχολικής ζωής οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τα φυσικά φαινόμενα στο σπίτι, στο δρόμο, κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και της άθλησης παρατηρώντας τα ακούσια. Η επαφή τους όμως αυτή με τα φαινόμενα δεν είναι συστηματική, αφού η αλληλουχία τους είναι τυχαία και δεν αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη των παιδιών η κριτική τους ανάλυση με στόχο την κατανόηση. Το σχολείο και ο εκπαιδευτικός είναι εκείνοι που προσφέρουν οργανωμένες διαδικασίες μάθησης με σκοπό να συμπληρώσουν και να εξηγήσουν τα ερεθίσματα που δέχονται οι μαθητές από τον κοινωνικό περίγυρο και το φυσικό τους περιβάλλον.

Τα τελευταία χρόνια ποικίλοι τρόποι διδασκαλίας των φυσικών επιστημών έχουν χρησιμοποιηθεί στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Με την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, ωστόσο, νέες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις προβάλλουν στον χώρο της εκπαίδευσης.

Η ρομποτική επιστήμη έχει κάνει άλματα προόδου και έχει προσφέρει αρκετά τεχνολογικά θαύματα. Τα ρομποτικά συστήματα συνεχώς εξελίσσονται και είναι ήδη μέρος της ζωής μας σε πολλούς τομείς.

Γενικά, η ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση - στην Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια ακόμα και στην Τριτοβάθμια εκπαίδευση – αλλά και εκτός σχολείου ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών από τα παιδιά. Η εκπαιδευτική ρομποτική στοχεύει στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών, οι οποίοι δουλεύουν σε ομάδες χρησιμοποιώντας ένα εκπαιδευτικό πακέτο κατασκευάζουν ρομποτικές κατασκευές και στη συνέχεια τις προγραμματίζουν ώστε να δώσουν λύσεις σε αυθεντικά προβλήματα που θέτει ο εκπαιδευτικός με κριτήριο τις εμπειρίες τους, τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες τους.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακού Σπουδών Ηλεκτρονικής μάθησης του Πανεπιστημίου Πειραιά. Κύριος στόχος ήταν η σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής για τις έννοιες της ηλιακής και αιολικής ενέργειας, καθώς και του φωτός και των χρωμάτων.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία δημιουργήθηκαν τρία εκπαιδευτικά σενάρια στο μάθημα των φυσικών επιστημών, ακολουθώντας την επιστημονική

μέθοδο με γνώμονα τη διερευνητική μάθηση και την αξιοποίηση εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο ιδιωτικό σχολείο Εκπαιδευτήρια Αργύρη Λαιμού με τη συμμετοχή 28 παιδιών της Στ τάξης του δημοτικού.

## **ABSTRACT**

In the field of extracurricular school life, students come across natural phenomena at home, on the road, during the games and the sports activities by observing them unintentionally. However, their contact with phenomena is not systematic, since their sequence is random and it is not a critical pursuit of children's critical analysis with a view to understanding. The school and the teachers are those who offer organized learning opportunities to complement and explain the stimuli that students receive from their social environment and their natural environment.

In recent years, various ways of teaching science have been used in primary and secondary education. With the rapid development of technology, however, new educational approaches emerge in the field of education.

Robotic science has made progress and has provided several technological miracles. Robotic systems are constantly evolving and are already part of our lives in many fields.

In general, robotics could be used in education - in Primary, Secondary and Higher Education - but also apart from school as an effective tool for the development of children's cognitive structures. Educational robotics aims to actively involve students who work in groups using a training package to construct robotic structures and then schedule them to provide solutions to the authentic problems the teacher sets based on their experience, interests and needs.

This thesis has been developed within the framework of the Piraeus University's Postgraduate E-Learning Program. The main objective is to design, implement and evaluate a teaching intervention in the framework of educational robotics on the concepts of solar and wind power, as well as light and color.

In this postgraduate diploma thesis, three educational scenarios have been developed in the Science course, following the scientific method of the exploratory learning and the use of robotics training packages. The survey has been conducted at the Argyri Lemou School of Private Schools with the participation of 28 children of the 6th grade class.

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης .....	18
Πίνακας 2: Διαφορές μεταξύ της παραδοσιακής διδασκαλίας και της εποικοδομιστικής προσέγγισης της διδασκαλίας .....	25
Πίνακας 3: Στάδια διερεύνησης ερωτημάτων .....	32
Πίνακας 4: Φύλο .....	100
Πίνακας 5: Μέση τιμή της μεταβλητής «ηλικία» .....	101
Πίνακας 6: Ποσοστό συσκευών που διαθέτουν σπίτι τους οι μαθητές .....	101
Πίνακας 7: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή».....	102
Πίνακας 8: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ» ....	103
Πίνακας 9: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης .....	103
Πίνακας 10: Μέση τιμή της μεταβλητής της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό.....	104
Πίνακας 11: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού».....	104
Πίνακας 12: Ποσοστό ατόμων που έχουν φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν.....	105
Πίνακας 13: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει» .....	105
Πίνακας 14: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής .....	106
Πίνακας 15: Φύλο .....	107
Πίνακας 16: Μέση τιμή της μεταβλητής «ηλικία» .....	108
Πίνακας 17: Συσκευές που διαθέτουν στο σπίτι τους οι μαθητές .....	108
Πίνακας 18: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή»...	109
Πίνακας 19: Μέση τιμή της μεταβλητής «Πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ»..	109
Πίνακας 20: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης .....	110
Πίνακας 21: Μέση τιμή της μεταβλητής της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό.....	110
Πίνακας 22: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού».....	111
Πίνακας 23: Ποσοστό ατόμων που έχουν φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν.....	111
Πίνακας 24: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει» .....	112
Πίνακας 25: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής .....	113
Πίνακας 26: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	114
Πίνακας 27: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και του 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	114
Πίνακας 28: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	116
Πίνακας 29: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	116
Πίνακας 30: Μέσες βαθμολογίες όλων των σεναρίων .....	117
Πίνακας 31: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	118
Πίνακας 32: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	118



Πίνακας 33: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	120
Πίνακας 34: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	120
Πίνακας 35: Μέσες βαθμολογίες όλων των σεναρίων .....	121
Πίνακας 36: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια .....	122
Πίνακας 37: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post. ....	123
Πίνακας 38: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια. με κριτήριο Wilcoxon .....	123
Πίνακας 39: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για το 3 <sup>ο</sup> σενάριο .....	124
Πίνακας 40: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές του Post. ....	124
Πίνακας 41: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για το 3 <sup>ο</sup> σενάριο, με κριτήριο Wilcoxon .....	125
Πίνακας 42: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια .....	126
Πίνακας 43: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post. ....	126
Πίνακας 44: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια. με κριτήριο Wilcoxon .....	126
Πίνακας 45: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ, για τα δύο πρώτα σενάρια .....	127
Πίνακας 46: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post. ....	127
Πίνακας 47: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια. με κριτήριο Wilcoxon .....	127
Πίνακας 48: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια στη βάση του φύλου .....	128
Πίνακας 49: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια με κριτήριο Mann-Whitney .....	128
Πίνακας 50: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για το τρίτο σενάριο στη βάση του φύλου .....	129
Πίνακας 51: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για το τρίτο κριτήριο με κριτήριο Mann-Whitney .....	129
Πίνακας 52: Τρόπος διεξαγωγής του μαθήματος της φυσικής έως τώρα .....	131
Πίνακας 53: Απόψεις μαθητών για τον νέο τρόπο εργασίας/διδασκαλίας .....	132
Πίνακας 54: Συναισθήματα των μαθητών κατά τη μαθησιακή διαδικασία .....	134

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<i>Σχήμα 1: Σύνδεση ερεθίσματος και φυσικής αντίδρασης .....</i>	19
<i>Σχήμα 2: Η Παιδαγωγική Γνώση του Περιεχομένου .....</i>	26

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Bigtrack.....	38
(Πηγή: <a href="https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81Y3DcgSi6L._SL1500_.jpg">https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81Y3DcgSi6L._SL1500_.jpg</a> ) ....	38
Εικόνα 2: Hero-1 .....	38
(Πηγή: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Hero1.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Hero1.jpg</a> ) .....	38
Εικόνα 3: Τα περιεχόμενα στο πακέτο Lego Education WeDo 1.0.....	42
(Πηγή: <a href="https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/4124vkmbMJL.jpg">https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/4124vkmbMJL.jpg</a> ) .....	42
Εικόνα 4: Επεξήγηση των εργαλείων της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού .....	43
(Πηγή: <a href="http://www.juniorstem.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/2-300x161.png">http://www.juniorstem.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/2-300x161.png</a> ) .....	43
Εικόνα 5: Οι εντολές της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού των Lego WeDo. ....	44
Εικόνα 6: Εκπαιδευτικό πακέτο LEGO WeDo 2.0 .....	45
(Πηγή: <a href="https://d4iqe7beda780.cloudfront.net/resources/static/main/image/leg45300-2k.jpg">https://d4iqe7beda780.cloudfront.net/resources/static/main/image/leg45300-2k.jpg</a> ) .....	45
Εικόνα 7: Συστατικά LEGO Mindstorms EV3 .....	48
(Πηγή: <a href="https://lc-imageresizer-live-s.legocdn.com/resize?mode=landscape&amp;size=xlarge&amp;ratio=1&amp;imageUrl=https://lc-www-live-s.legocdn.com/r/www/r/catalogs/-/media/franchises/mindstorms%202014/products/in%20the%20box/inthebox_bricks_landscape.jpg?l.r2=157308338">https://lc-imageresizer-live-s.legocdn.com/resize?mode=landscape&amp;size=xlarge&amp;ratio=1&amp;imageUrl=https://lc-www-live-s.legocdn.com/r/www/r/catalogs/-/media/franchises/mindstorms%202014/products/in%20the%20box/inthebox_bricks_landscape.jpg?l.r2=157308338</a> ) .....	48
Εικόνα 8: Αισθητήρες και τουβλάκι EV3 .....	49
( Πηγή: <a href="http://users.sch.gr/nickrapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts1.jpg">http://users.sch.gr/nickrapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts1.jpg</a> ) .....	49
Εικόνα 9: Περιβάλλον προγραμματισμού LEGO Mindstorms EV3.....	49
( Πηγή: <a href="http://users.sch.gr/nickrapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts2.jpg">http://users.sch.gr/nickrapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts2.jpg</a> )	49
Εικόνα 10: Πλακέτα Arduino uno .....	50
( <a href="https://cdn.arduino.cc/homepage/static/media/arduino-UNO.bcc69bde.png">https://cdn.arduino.cc/homepage/static/media/arduino-UNO.bcc69bde.png</a> ) .....	50
Εικόνα 11: Αυτοκίνητο Lego με μπαταρίες .....	66
Εικόνα 12: Τα παιδιά συζητούν και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους.....	67
Εικόνα 13: Τα παιδιά σκέφτονται και διατυπώνουν τις υποθέσεις τους .....	68
Εικόνα 14: Τουβλάκια Lego για κατασκευή ηλιακού αυτοκινήτου .....	69
Εικόνα 15: Τα παιδιά σχεδιάζουν το ηλιακό τους αυτοκίνητο .....	69
Εικόνα 16: Τα παιδιά κατασκευάζουν το ηλιακό αυτοκίνητο.....	70
Εικόνα 17: Φωτοβολταϊκό στοιχείο και μετρητής.....	71
Εικόνα 18: Παρατήρηση της ενέργειας της μπαταρίας .....	71
Εικόνα 19: Προγραμματισμός ηλιακού αυτοκινήτου .....	72
Εικόνα 20: Τα παιδιά μετρούν και καταγράφουν τον χρόνο που κάνει το ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο με μπαταρίες.....	72

<i>Εικόνα 21: Τα παιδιά μετρούν και συγκρίνουν την απόδοση του ηλιακού αυτοκινήτου με την απόδοση του ηλεκτροκίνητου με μπαταρίες.....</i>	<i>73</i>
<i>Εικόνα 22: Τα παιδιά παρατηρούν το βίντεο με τα ιστιοφόρα .....</i>	<i>80</i>
<i>Εικόνα 23: Prototyping ανεμογεννήτριας.....</i>	<i>82</i>
<i>Εικόνα 24: Τα παιδιά κατασκευάζουν την ρομποτική ανεμογεννήτρια .....</i>	<i>83</i>
<i>Εικόνα 25: Προγραμματισμός περιστροφής της ρομποτικής ανεμογεννήτριας .....</i>	<i>84</i>
<i>Εικόνα 26: Προγραμματισμός παραγωγής ήχου κατά την περιστροφή των πτερυγίων της ρομποτικής ανεμογεννήτριας .....</i>	<i>84</i>
<i>Εικόνα 27: Τα παιδιά μετρούν την απόδοση της ρομποτικής ανεμογεννήτριας.....</i>	<i>85</i>
<i>Εικόνα 28: Τα παιδιά με τη βοήθεια του αέρα κάνουν το λαμπάκι να ανάψει .....</i>	<i>86</i>
<i>Εικόνα 29: Λαμπτήρες led διαφόρων χρωμάτων και πλακέτα Arduino .....</i>	<i>92</i>
<i>Εικόνα 30: Τα παιδιά συζητούν και διατυπώνουν τις υποθέσεις τους .....</i>	<i>94</i>
<i>Εικόνα 31: Τα παιδιά πραγματοποιούν την πειραματική διάταξη και προγραμματίζουν ώστε τα λαμπάκια να φωτοβολούν. ....</i>	<i>95</i>
<i>Εικόνα 32: Οι χρωματιστές διαφάνειες για την πειραματική εφαρμογή .....</i>	<i>96</i>
<i>Εικόνα 33: Διάταξη και προγραμματισμός φωτεινού σηματοδότη .....</i>	<i>98</i>
<i>Εικόνα 34: Ατομική αξιολόγηση στο Socrative</i>	<i>Εικόνα 35: Ομαδική αξιολόγηση στο Kahoot .....</i>
<i>Kahoot .....</i>	<i>99</i>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Φύλο.....	100
Γράφημα 2: Ποσοστό συσκευών που διαθέτουν σπίτι τους οι μαθητές.....	101
Γράφημα 3: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή» ...	102
Γράφημα 4: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης.....	103
Γράφημα 5: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση « γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού».....	105
Γράφημα 6: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει» .....	106
Γράφημα 7: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής .....	107
Γράφημα 8: Φύλο.....	107
Γράφημα 9: Συσκευές που διαθέτουν στο σπίτι τους οι μαθητές.....	108
Γράφημα 10: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή» .	109
Γράφημα 11: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης.....	110
Γράφημα 12: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού».....	111
Γράφημα 13: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει» .....	112
Γράφημα 14: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής .....	113
Γράφημα 15: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	115
Γράφημα 16: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	117
Γράφημα 17: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	119
Γράφημα 18: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3 <sup>ου</sup> σεναρίου .....	121
Γράφημα 19: Σύγκριση μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο τμημάτων για τα δύο πρώτα σενάρια .....	124
Γράφημα 20: Σύγκριση μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο τμημάτων για το 3 <sup>ο</sup> σενάριο	125
Γράφημα 21: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια στη βάση του φύλου .....	129
Γράφημα 22: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ, για το τρίτο σενάριο, στη βάση του φύλου .....	130
Γράφημα 23: Φύλο μαθητών .....	130
Γράφημα 24: Τρόπος διεξαγωγής του μαθήματος της φυσικής έως τώρα .....	131
Γράφημα 25: Απόψεις μαθητών για τον νέο τρόπο εργασίας/διδασκαλίας.....	133
Γράφημα 26: Στοιχεία του νέου τρόπου εργασίας/διδασκαλίας που άρεσαν στους μαθητές .....	133
Γράφημα 27: Τρόποι αξιολόγησης μετά την ολοκλήρωση του κάθε κεφαλαίου .....	134
Γράφημα 28: Συναισθήματα μαθητών κατά τη μαθησιακή διαδικασία .....	135

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Προβληματική

Τα τελευταία χρόνια διάφοροι τρόποι διδασκαλίας των μαθημάτων που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες έχουν χρησιμοποιηθεί στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Κάποιοι εστιάζουν στις εξωτερικές συνθήκες και περιβαλλοντικές επιδράσεις στον μαθητή (συμπεριφοριστική θεωρία), άλλοι σε μεθόδους αλληλεπίδρασης του μαθητή με ένα συγκεκριμένο αντικείμενο μάθησης (ανακαλυπτική μάθηση) ή έχουν ως κεντρικό στέλεχος τις ιδέες των ίδιων των μαθητών (Εποικοδομισμός). Υπάρχουν ακόμα πολλές θεωρίες, καθώς ο βέλτιστος τρόπος διδασκαλίας έχει απασχολήσει μεγάλο αριθμό εκπαιδευτικών.

Η αναπαραγωγή του ίδιου του σχολικού εγχειριδίου αλλά και η αποκλειστικά δασκαλοκεντρική προσέγγιση των μαθημάτων θεωρούνται πλέον ξεπερασμένα μέσα διδασκαλίας. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας στη σύγχρονη εποχή ωστόσο, νέοι μέθοδοι διδασκαλίας αναδύονται στο προσκήνιο, νέες καινοτόμες στρατηγικές που ανατρέπουν τις μετωπικές διδασκαλίες που οδηγούν στην αναποτελεσματικότητα και την πολυπλοκότητα των θεωρητικών βάσεων στα φυσικά μαθήματα.

Η έλλειψη οπτικού και χειραπτικού υλικού αποτελούσε πάντα ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των μαθητών, οι οποίοι, προσπαθώντας να κατανοήσουν λειτουργίες και έννοιες μέσω κειμένων και λέξεων, αδυνατούσαν να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά το θεωρητικό υπόβαθρο. Έτσι, η ικανότητα τους στην επίλυση προβλημάτων αλλά και η συνδυαστική σκέψη παρέμενε σταθερή χωρίς να αναπτύσσεται ταυτόχρονα με τις γνώσεις τους. Ένα τέτοιο περιβάλλον καθιστούσε τους μαθητές παθητικούς ως προς το μάθημα και την παροχή της γνώσης, πράγμα που τους απωθούσε από την ενεργό συμμετοχή τους ή πολλές φορές γινόταν αδιάφορο για αυτούς. Για τους παραπάνω λόγους, μία διδασκαλία που θα έδινε έναυσμα στους ίδιους τους μαθητές για ενασχόληση με το μάθημα στο περιβάλλον που βρίσκονται έγινε απαραίτητη και αναγκαία.

Η εκπαιδευτική ρομποτική επιτυγχάνει να λύσει τα προβλήματα που αναφέρθηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό. Πρόκειται για έναν ραγδαία αναπτυσσόμενο κλάδο της μηχανικής και της επιστήμης των υπολογιστών που συμβάλλει στο να έρθουν οι μαθητές πιο κοντά με αντικείμενα στον χώρο τους αλλά και με την έννοια του προγραμματισμού. Τους προσφέρει τη δυνατότητα να εξερευνήσουν και να

ανακαλύψουν εκ νέου όλες τις θεωρητικές αλλά και αφηρημένες έννοιες, που τα σχολικά εγχειρίδια μόνα αδυνατούν να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν. Η εκπαιδευτική ρομποτική μέσα από τη μέθοδο STEM αναδεικνύει την απόδειξη των επιστημονικών θεωριών στην πράξη και φέρνει τους μαθητές στη θέση του ερευνητή, καθώς πρέπει να μελετήσουν με τα εργαλεία που τους έχει δώσει ο διδάσκοντας και με βάση τις αρχές επιστημονικής μεθόδου τις δικές τους λύσεις σε πραγματικά προβλήματα. Η δημιουργία έχει νόημα πλέον, γίνεται προσωπικό επίτευγμα και στόχος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η απαθής συμπεριφορά να αφήνεται κατά μέρος και η διαδικασία της μάθησης να γίνεται ένα μεγάλο και ευχάριστο παιχνίδι.

Θεωρούμε, λοιπόν, πως ο συνδυασμός της εκπαιδευτικής ρομποτικής με την παραδοσιακή διδασκαλία των φυσικών επιστημών έχει να προσφέρει περισσότερα από τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και δίνει το κίνητρο στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά και με χαρά στο μάθημα.

## **1.2 Σκοπός και Μεθοδολογία της έρευνας**

Η παρούσα έρευνα ασχολείται με τη Ρομποτική ως μορφή διδασκαλίας συνδυαζόμενη όμως και με τη διεπιστημονική μέθοδο που ακολουθούν τα σχολικά βιβλία. Σημαντικό κομμάτι είναι, λοιπόν, να εξετάσουμε την επίδρασή της σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Για τον λόγο αυτό επιλέξαμε το ένα τμήμα της ΣΤ να αποτελέσει τμήμα παρέμβασης και το άλλο τμήμα ελέγχου.

Ο στόχος της έρευνας είναι η δημιουργία ενός περιβάλλοντος μάθησης βασισμένο σε ομαδοσυνεργατικό πνεύμα, όπου θα αξιοποιηθούν νέες τεχνολογίες και θα αναπτυχθούν με τρόπο ουσιαστικό οι δεξιότητες και οι γνώσεις των μαθητών. Με άλλα λόγια, προσπαθούμε να καλλιεργήσουμε ένα περιβάλλον μάθησης που θα στηρίζεται στη συνεργασία, μέσα στο οποίο θα προσεγγίζονται γνωστικά θέματα με τη δημιουργία στοχευμένων κατασκευών αποσκοπώντας στην κατανόηση βασικών εννοιών των φυσικών επιστημών αλλά, παράλληλα, και της μηχανικής, της ρομποτικής και του προγραμματισμού.

Έπειτα, μέσω επεξεργασίας και συσχέτισης αποτελεσμάτων επιθυμούμε να εξετάσουμε σε ποιο βαθμό θα έχουν επηρεαστεί οι επιδόσεις των μαθητών, αλλά και πιο συγκεκριμένα με ποιον τρόπο θα έχουν επωφεληθεί από αυτή τη διαδικασία. Το βασικό ερευνητικό μας ερώτημα επικεντρώνεται στο αν προκύπτουν σημαντικές

διαφορές ανάμεσα στα δύο τμήματα όσον αφορά τις επιδόσεις τους και επιπρόσθετα θα θέλαμε να εξετάσουμε και τι διαφορές προκύπτουν ανάμεσα στα δύο φύλα.

Η έρευνα υλοποιήθηκε μέσα σε διάστημα 2,5 μηνών αποκλειστικά στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Τα τρία σχέδια εργασίας εφαρμόστηκαν μόνο στο τμήμα παρέμβασης και αφορούν τις ακόλουθες ενότητες του σχολικού βιβλίου:

- Ενότητα «Ενέργεια»: Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ενότητα «Φως»: Φως και Χρώματα.

### **1.3 Καινοτομία της εργασίας**

Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση σπάνια θα δούμε σε ένα καθημερινό μάθημα να χρησιμοποιούνται βιωματικές δραστηριότητες και να ακολουθούνται διαδικασίες της ενεργούς συνεργατικής έρευνας, αλλά και της επιστημονικής μεθόδου συνδυαζόμενη με την εκπαιδευτική ρομποτική για την προσέγγιση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών. Η εφαρμογή τέτοιων διαδικασιών στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών δεν έχει ακόμη αναδειχθεί μέσα από τη δημόσια αλλά και την ιδιωτική εκπαίδευση. Οι μαθητές συμμετέχοντας στη μαθησιακή διαδικασία δε θα περιοριστούν στην απλή απόκτηση βασικών εννοιών των Φυσικών Επιστημών, αλλά θα αναπτύξουν συγχρόνως πολύτιμες δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα με σκοπό την ολόπλευρη καλλιέργειά τους. Η διαδικασία, λοιπόν, καθιστά την έρευνα πρωτοπόρα και πρωτότυπη για τους συμμετέχοντες, μαθητές αλλά και διδάσκοντες.

### **1.4 Δομή της διπλωματικής εργασίας**

Στο παρόν, πρώτο κεφάλαιο, της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ορίζεται αρχικά η προβληματική, η οποία λειτούργησε ως αφορμή για τη συγγραφή και την υλοποίηση της έρευνας. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο στόχος της έρευνας, καθώς και περιληπτικά η μεθοδολογία που πρόκειται να ακολουθηθεί για την επίτευξη του ορισμένου στόχου, μαζί και με το βασικό ερευνητικό ερώτημα που έχει τεθεί προς διερεύνηση. Έπειτα, αναφέρεται η καινοτομία της συγκεκριμένης έρευνας και η δομή της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των σημαντικότερων θεωριών μάθησης και παρουσιάζεται ο τρόπος διδασκαλίας των



φυσικών επιστημών, όπως τον αντιλαμβανόμαστε τα τελευταία χρόνια στον τομέα της εκπαίδευσης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση των βασικών στοιχείων και χαρακτηριστικών της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Αρχικά, διασαφηνίζεται ο όρος stem αλλά και ορίζεται η σημασία της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη σύγχρονη εποχή. Ακολούθως, πραγματοποιείται μια σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με την εξελικτική πορεία της εκπαιδευτικής ρομποτικής, παρουσιάζονται τα θετικά αποτελέσματα που μπορεί να επιφέρει στη μαθησιακή διαδικασία η εφαρμογή της και στο τέλος ακολουθεί μια συνοπτική παρουσίαση των βασικών πακέτων εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, το οποίο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη, περιγράφονται τόσο το αντικείμενο και η μορφή της έρευνας, όσο και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά την υλοποίηση των τριών εκπαιδευτικών σεναρίων. Γίνεται αναλυτική περιγραφή σε μορφή ρέοντος κειμένου για την ακριβή πορεία της μαθησιακής διαδικασίας. Επίσης, παρουσιάζονται εικόνες που δείχνουν την χρονική ακολουθία της παρέμβασης με όλες τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής πράξης.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η περιγραφική και επαγωγική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας, καθώς και τα συμπεράσματα που προέκυψαν. Υπάρχουν, ακόμη, και κάποιες μελλοντικές επεκτάσεις για αναστοχασμό και περαιτέρω ενασχόληση με την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Ακολουθεί η βιβλιογραφία και το παράρτημα, όπου παρατίθεται εκτενώς όλο το υποστηρικτικό υλικό που συνοδεύει την έρευνα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

### 2.1 Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης

Παρ' όλο που έχουν γίνει πρόοδοι για τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος μαθαίνει και απομνημονεύει τις πληροφορίες στον εγκέφαλο του, και ειδικά στους νευρώνες του, το ειδικό φαινόμενο της μάθησης παραμένει ένα ανεξερεύνητο πεδίο για όλους μας. Με το πέρασμα των χρόνων αναπτύχθηκε μία πληθώρα θεωριών μάθησης για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών, με σημαντικότερες την συμπεριφοριστική (μπιχεβιοριστική) θεωρία της μάθησης, την ανακαλυπτική θεωρία της μάθησης και την κονστρουκτιβιστική ή εποικοδομητική θεωρία της μάθησης. Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζονται κάποιες από αυτές αλλά και θεωρίες οι οποίες αν και θεωρούνται σημαντικές, θα ήταν υπερβολή να αναπτυχθούν στην παρούσα εργασία.

Συμπεριφορισμός	Οικοδομισμός ή εποικοδομισμός	Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες - Θεωρία της δραστηριότητας
II. I. Pavlov III. J.B.Watson IV. E.L.Thorndike V. B.F.Skinner(Γραμμική Οργάνωση) VI. N. Crowder (Διακλαδισμένη Οργάνωση) VII. R. Gagne (Διδακτικός Σχεδιασμός)	II. J. Piaget III. S. Papert (παιδαγωγική θεωρία της LOGO) IV. R. Gagne, A. Newell και H. Simon (Θεωρία της επεξεργασίας της πληροφορίας) VI. Boyle (Μαθησιακά περιβάλλοντα με υπολογιστές)	II. J. Bruner (ανακαλυπτική μάθηση) III. L. Vygotsky (επικοινωνιακή και πολιτισμική διάσταση) IV. Vygotsky, Leontiev, Luria, Nardi (Θεωρία της δραστηριότητας)

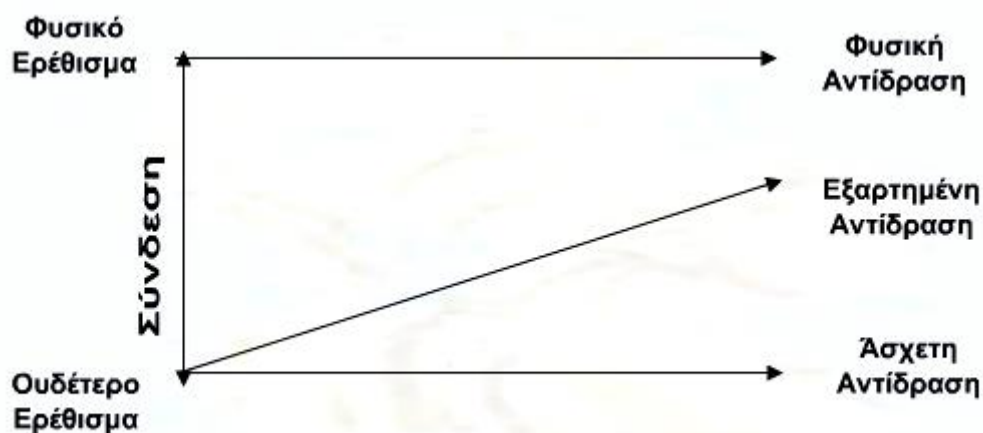
*Πίνακας 1: Οι σημαντικότερες θεωρίες μάθησης*

### 2.2 Συμπεριφοριστική θεωρία της μάθησης

Η συμπεριφοριστική (μπιχεβιοριστική) θεωρία της μάθησης θεωρεί τον άνθρωπο ως έναν άγραφο πίνακα (tabula rasa στα λατινικά) που ορίζει ότι δεν υπάρχουν έμφυτες γνώσεις με την γέννηση, αλλά η γνώση αποκτάται εμπειρικά και κυρίως μέσω της αντίληψης του ίδιου του ατόμου. Δηλαδή η μάθηση είναι άμεσα εξαρτημένη από τις εξωτερικές συνθήκες και τα ερεθίσματα που δέχεται ο άνθρωπος. Επομένως η συμπεριφορά του οργανισμού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και ελεγχόμενη από τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Κύριος εκπρόσωπος της θεωρίας είναι ο Pavlov, ο οποίος δέχεται μεγάλη επιρροή τόσο από φυσικές όσο και μηχανιστικές θεωρίες. Ο

ίδιος δίνει βάση στο κεντρικό νευρικό σύστημα και τα αντανακλαστικά που βοηθούν τον οργανισμό να παραμείνει σε ισορροπία σε κάθε είδους ερεθίσματα.

Ο Ραβλον, λοιπόν, συνδέει τα ουδέτερα ερεθίσματα, που αρχικά δεν προκαλούν καμία αντίδραση στον οργανισμό, με αντιδράσεις οι οποίες προκαλούνται αρχικά από κάποιο φυσικό ερέθισμα στο περιβάλλον. Υποστηρίζει ότι η ταυτόχρονη εμφάνιση ουδέτερου και φυσικού ερεθίσματος αλλά και της αντίδρασης, οδηγεί στην εκδήλωση τα φυσικής αντίδρασης από το ουδέτερο ερέθισμα, που αρχικά ήταν αδιάφορο. Αυτό παρουσιάζεται και στο ακόλουθο διάγραμμα.



*Σχήμα 1: Σύνδεση ερεθίσματος και φυσικής αντίδρασης*

Ακόμη, ο συμπεριφορισμός υποστηρίζει ότι μέσα από την συμπεριφορά είναι εύκολο να εξάγουμε συμπεράσματα για το φαινόμενο της μάθησης, καθώς η συμπεριφορά διαφέρει ανάλογα με τις εμπειρίες του οργανισμού. Μιλάμε για μία εμπειρική θεωρία και το πείραμα του Ραβλον έδωσε μεγαλύτερη βάση στο λεγόμενα του. Ο Ραβλον χρησιμοποίησε ένα σκύλο για να θεμελιώσει την θεωρία του. Συνέδεσε, λοιπόν, τα βήματα του φύλακα που πρόσεχε το σκύλο, δηλαδή ένα μέχρι τότε ουδέτερο ερέθισμα με το ερέθισμα του φαγητού. Σύντομα ανακάλυψε ότι η φυσική αντίδραση του σκύλου να εκκρίνει σάλιο πλέον συνέβαινε και με τον θόρυβο των βημάτων του φύλακα, δηλαδή η σύνδεση του ερεθίσματος και την αντίστοιχης αντίδρασης ήταν εμφανής.

Σύμφωνα με τους μιχεβιοριστές η μάθηση είναι ένα σύστημα που στο κέντρο του τοποθετεί τον δάσκαλο σαν αυθεντία, η οποία μπορεί να μεταδώσει τέτοιες ιδέες ώστε η γνώση κατά κάποιον τρόπο να απομνημονευτεί στο μυαλό των μαθητών του. Η διαδικασία μάθησης είναι αναπαραγωγική, αφού οι μαθητές αναπαράγουν τις γνώσεις

που τους μεταδίδει ο δάσκαλος και το σχολικό τους εγχειρίδιο αυτούσιες. Ο ρόλος των μαθητών είναι πλήρως παθητικός, ενώ βαρύτητα δίνεται στην ποσότητα της γνώσης και όχι στη ποιότητα. Διάφορα τεστ και διαγωνίσματα προόδου ελέγχουν την αποδοτικότητα της θεωρίας αυτής και εστιάζουν στην κατοχή της γνώσης από την εφαρμογή της. Τα διδακτικό αυτό μοντέλο χρησιμοποιείται στη δημόσια εκπαίδευση εδώ και πολλά χρόνια.

Από το σύνολο των προηγούμενων πληροφοριών καταλήγουμε στα παρακάτω συμπεράσματα για τη θεωρία του μιχεβιορισμού:

- Κάθε οργανισμός περνά από τη διαδικασία της μάθησης βασισμένος στα εξαρτημένα αντανεκλαστικά για την επιβίωση του.
- Δίνεται περισσότερη βαρύτητα στα ερεθίσματα από ότι στην αντίδραση του οργανισμού.
- Δεν πραγματοποιείται καμία ευσυνείδητη διεργασία, επομένως, μιλάμε για καθαρά παθητική στάση του οργανισμού ως προς την μάθηση.
- Η σειρά του εξαρτημένου και του ανεξάρτητου ερεθίσματος, αλλά και ο χρόνος παρουσίας των ερεθισμάτων αποτελούν σημαντικές προϋπόθεσεις για την παρουσία του μιχεβιορισμού.

### **2.3 Ανακαλυπτική μάθηση**

Η ανακαλυπτική μάθηση, επίσης, θεωρεί τον μαθητή έναν άγραφο χάρτη χωρίς πρώτιστες γνώσεις από την γέννηση του. Σε αυτή την περίπτωση αν και είναι πιθανό κάποιος να απομνημονεύει και να αναπαράγει μέσω του λόγου, θεωρείται ότι η βάση της γνώσης προέρχεται από την ίδια την ανακάλυψη του φαινομένου. Ο εκπαιδευτικός παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς πρέπει να δημιουργήσει συνθήκες όπου προωθείται η ανακάλυψη, αφού αυτό που καταφέρνουν να ανακαλύψουν οι ίδιοι οι εκπαιδευόμενοι μέσω των εξερευνήσεων τους είναι πολύ πιο χρήσιμο και ενδιαφέρον από ότι θα καταφέρουν να αποτυπώσουν και να θυμούνται μόνο λεκτικά. Διάφορες τεχνικές που περιλαμβάνουν υπολογιστή και κυρίως αλληλεπίδραση μαζί του, όπως συστήματα παρομοιώσεων ή μοντελοποίησης, στηρίζουν την θεωρία αυτή καθώς βασίζονται στην ιδέα της ανακαλυπτικής μάθησης.

Βασικός εκπρόσωπος της συγκεκριμένης θεωρίας είναι ο Jerome Burner, ο οποίος δέχθηκε επιρροή από θεωρία άλλων ψυχολόγων που ασχολήθηκαν με την γνωστική

μάθηση, όπως ο Piaget και ο Vygotsky. Χρησιμοποιείται η έννοια της «Ζώνης της Επικείμενης ανάπτυξης» του Vygotsky για να δοθεί μία περιγραφή για την σχέση ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και τον μαθητή. Ο πρώτος πρέπει να ωθεί με μικρές βοήθειες τον μαθητή προς την αντιμετώπιση των δυσκολιών που συναντά μέχρι ο μαθητής να είναι έτοιμος να αντιμετωπίσει αυτόνομα το πρόβλημα στην ολότητα του. Δηλαδή, ο μαθητής οδηγείται στην ανακάλυψη νέων γνώσεων μέσω εξέτασης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων που παράγονται (Verenikina, 2003).

Δίνεται βαρύτητα στη διευκόλυνση της μάθησης μέσα από αλληλεπίδραση του αντικειμένου, ώστε να ανακαλυφθούν οι επιστημονικές αρχές και τα φαινόμενα από τους μαθητές. Βέβαια αυτό γίνεται υπό την καθοδήγηση του δασκάλου, ο οποίος διευκολύνει ενώ παράλληλα προσπαθεί να καταλάβει το πώς σκέφτεται ο μαθητής. Επομένως, κάνουμε λόγο για ανακάλυψη μέσα από συνεχή καθοδήγηση και ανάπτυξη κινήτρων για τον μαθητευόμενο. Έτσι, ο μαθητευόμενος επεξεργάζεται τις πληροφορίες που του δίνονται άμεσα και υιοθετεί μία τέτοια στάση προς τη γνώση με την οποία μπορεί να κατανοήσει τον κόσμο γύρω του (Shabani et al., 2010).

Ο Bruner (1961) θέλει να φέρνει τον μαθητή αντιμέτωπο με δύσκολες και προβληματικές καταστάσεις, οι οποίες χρειάζονται επίλυση. Έχει αναλυτικό πρόγραμμα στο οποίο ο εκπαιδευτικός είναι ο βασικός συντονιστής και βοηθός στη διαδικασία της μάθησης, υποστηρίζοντας μάλιστα ότι η γνώση που αποκτήθηκε με έναν κατάλληλο τρόπο από μικρή ηλικία και στη συνέχεια αποτελεί αντικείμενο απασχόλησης σε ένα βαθύτερο επίπεδο, έχει αρκετά μεγαλύτερες πιθανότητες να κατανοηθεί πλήρως από τον μαθητή, αλλά και να χρησιμοποιηθεί αποδοτικά στη συνέχεια. Άρα μιλάμε για μία διαδικασία μάθησης εμπειρική, πειραματική και πρακτική, όπου ο μαθητής δεν είναι παθητικός αλλά λειτουργεί ενεργητικά για να ανακαλύψει.

#### **2.4 Ο Εποικοδομητισμός**

Η θεωρία του εποικοδομισμού ή του κουνστρουκτιβισμού θεωρεί ότι η γνώση σταδιακά οικοδομείται από τον οργανισμό κατά τη διάρκεια διαφόρων εμπειριών, όταν η πληροφορία της γνώσης μεταφέρεται στα γνωστικά εργαλεία. Άρα, η πραγματικότητα είναι αποτέλεσμα των εμπειριών αυτών και δεν μπορεί κάποιος να γνωρίζει μία αντικειμενική άποψη, καθώς οι γνώσεις που εμπεριέχει ο οργανισμός από τις ήδη υπάρχουσες εμπειρίες δίνουν μία δική του υποκειμενική ερμηνεία της

πραγματικότητας. Επομένως, οι μαθητές σε αυτήν την περίπτωση οικοδομούν τις νέες γνώσεις πάνω στις προϋπάρχουσες υπό τον προβληματισμό τους αλλά και μέσα από την επικοινωνία με το περιβάλλον (Shabani et al., 2010).

Πρόκειται για μία αρκετά μεγάλη αλλαγή σε ότι είδαμε έως τώρα για τις διάφορες διδασκαλίες μάθησης. Ωστόσο, η βάση αυτής της θεωρίας είχε ήδη θεμελιωθεί πολλά χρόνια πριν από τον Σωκράτη και τον Καντ και στη συνέχεια αναπτύχθηκε διεξοδικά από τον Piaget. Υπάρχουν δηλαδή πολλές παραλλαγές του κουνστρουκτιβισμού, όμως μπορούμε να εντοπίσουμε ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά τα οποία είναι και καθοριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- Η υποκειμενικότητα της γνώσης. Είναι αδύνατον να υπάρχουν δύο οργανισμοί που να έχουν ακριβώς τις ίδιες εμπειρίες και το ίδιο περιβάλλον. Άρα δεν υπάρχει περίπτωση να έχει κατασκευαστεί ίδια γνώση, οπότε αποτελεί και υποκειμενικό στοιχείο.
- Είναι αδιανόητο να υπάρχει μία αντικειμενική πραγματικότητα. Αφού υπάρχει μία υποκειμενικότητα στη γνώση λόγω της ατομικής κατασκευής της γνώσης, εξαλείφεται η αντικειμενικότητα. Άλλωστε η γνώση αποτελεί μία λειτουργία προσαρμογής, η οποία λαμβάνοντας υπόψη όλες τις εμπειρίες του περιβάλλοντος, οδηγεί στην ανάλογη προσαρμογή αυτών που έχει ζήσει ο οργανισμός και επομένως συμβάλλει και στην ίδια την επιβίωση του.
- Μέσω της διαδικασίας προσαρμογής στο περιβάλλον και στις αλλαγές του κατασκευάζεται η γνώση. Μία αρκετά σημαντική επιρροή του περιβάλλοντος που καθορίζει την κατασκευή γνώσεων είναι η σύγκρουση. Στην προσπάθεια επίλυσης των διαφορών τους, οι άνθρωποι που βρίσκονται σε σύγκρουση έρχονται αντιμέτωποι με πράγματα που δεν αντιλαμβάνονται. Στην προσπάθειά τους να λύσουν το πρόβλημα, μπορεί να κατασκευάσουν νέες δομές αλλά και να επανεξετάσουν κάποιες ήδη υπάρχουσες και να τις «επιδιορθώσουν».
- Μπορούν να υπάρχουν κοινές γνώσεις σε γνωστικά πεδία που έχουν κατασκευαστεί να λειτουργούν με έναν συγκεκριμένο τρόπο σε μία κατάσταση. Βέβαια αυτό δε σημαίνει ότι υπάρχουν ίδιες κατασκευές γνώσεων, αφού πρώτιστος είπαμε ότι είναι αδύνατο. Απλά οι κατασκευές επιτρέπουν κατανόηση και από τις δύο μεριές και κοινή

συμπεριφορά. Αρκετοί πολιτισμικοί κανόνες, γραμμένοι και άγραφοι, που συναντιούνται σε κάθε κοινωνία αποτελούν κατασκευασμένες γνώσεις κοινές για όλους τους πολίτες. Αυτό, ωστόσο, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα επικοινωνίας με ανθρώπους προερχόμενους από άλλες κοινωνίες με διαφορετικούς κανόνες.

- Τα υλικά τα οποία το άτομο μπορεί να χρησιμοποιήσει μέσα στο περιβάλλον του επηρεάζουν την κατασκευή της γνώσης. Μιλώντας για περιβάλλον εννοούμε το σύνολο του φυσικού περιβάλλοντος, το σύνολο των άμεσων επαφών του ανθρώπου με οποιοδήποτε άλλο οργανισμό και το πολιτισμικό και κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο αναπτύσσεται. Τα υλικά με τα οποία λοιπόν έρχεται σε επαφή το άτομο είναι διαθέσιμα, γίνονται χρήσιμα και αποδεκτά και επηρεάζουν τον τρόπο κατασκευής της γνώσης, την αντίληψη αλλά και την ερμηνεία διαφόρων καταστάσεων που το άτομο συναντά στο περιβάλλον του.
- Η κατανόηση μιας πτυχής μιας οποιασδήποτε έννοιας είναι απαραίτητη για την μάθηση της έννοιας αυτής. Η γνώση κάποιων εννοιών μπορεί να μην είναι σωστή σύμφωνα με τα κριτήρια άλλων μεθόδων. Αυτό δεν μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν αποκτήθηκε καμία γνώση σχετική με την έννοια ή ότι δεν έγινε οποιαδήποτε αλλαγή σε κάποια ήδη κατασκευασμένη γνώση, καθώς μία εμπειρία μπορεί να φέρει ανακατατάξεις σε μία κατασκευασμένη γνώση ή μπορεί να έχει ελάχιστη επιρροή σε ένα άλλο άτομο.

Οι παραπάνω θέσεις αποτελούν τα χαρακτηριστικά του γνωστικού εποικοδομητισμού ή κουνστρουκτιβισμού. Η θεωρία ότι ο κάθε άνθρωπος περνάει από τη διαδικασία κατασκευής την γνώσης του, έχει αρκετές και σημαντικές εφαρμογές στη διδασκαλία και ο εκπαιδευτικός ενεργεί ως «διευκολυντής» στη διαδικασία κατασκευής της γνώσης, δημιουργώντας ένα περιβάλλον από το οποίο θα βοηθηθεί ο μαθητής για να φτάσει στην κατασκευή της (Shabani et al., 2010).

Όσο αναφορά τον εποικοδομητισμό έχουν δοθεί 5 σημεία βοήθειας (Μπρουκς 1993) για τους διδάσκοντες που θέλουν να εντάξουν την θεωρία στην εκπαιδευτική διαδικασία. Τα 5 αυτά σημεία δίνονται παρακάτω:

- Τα προβλήματα που δίνονται στους μαθητές πρέπει να είναι ενδιαφέροντα. Αυτό βέβαια δε σημαίνει την ύπαρξη προβλημάτων με βάση τα ενδιαφέροντα των μαθητών, αλλά σχετίζεται με την ικανότητα του διδάσκοντα να δημιουργήσει έλξη προς τα προβλήματα. Ιδιαίτερα με τη χρήση της γνωστικής σύγκρουσης που επιφέρει ένα ενδιαφέρον πρόβλημα, επέρχεται και ανταλλαγή απόψεων των μαθητών πράγμα που οδηγεί σε περαιτέρω γνώσεις. Άρα, πρέπει το πρόβλημα να έχει τέτοιο επίπεδο πολυπλοκότητας που να συναγωνίζεται τις γνώσεις των μαθητών.
- Η μάθηση πρέπει να δομείται με βάση τις κύριες έννοιες. Οι δάσκαλοι οργανώνουν τη μάθηση γύρω από τις βασικές έννοιες του μαθήματος. Οι μαθητές προσπαθούν αρχικά να διεκδικήσουν τη γνώση των εννοιών αυτών και αφού αποκτήσουν τη βάση, μέσω την εμπάθυνας, οι απαραίτητες λεπτομέρειες θα προστεθούν για καλύτερη κατανόηση.
- Οι απόψεις των μαθητών είναι σημαντικές και οφείλουν να ακούγονται κατά την εκπαιδευτική διδασκαλία. Μέσα από την έκφραση των ιδεών, αλλά και τη δικαιολόγησή τους, ο διδάσκοντας μπορεί με ευκολία να καταλάβει το πώς ο μαθητής αντιλαμβάνεται και κατανοεί την έννοια που εξετάζεται.
- Η ύλη που θα διδαχθεί πρέπει να είναι ισάξια της κατανοητικής ικανότητας των μαθητών. Η προσαρμογή της ύλης με αυτή τη βάση και η σωστή καθοδήγηση θα επιφέρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.
- Η αξιολόγηση του μαθητή πρέπει να βασίζεται στη μάθηση κατά τη διδασκαλία. Λιγότερη σημασία δίνεται στις λανθασμένες ή σωστές απαντήσεις και περισσότερη στη μάθηση μέσω πληροφοριών για προσαρμογή της διδασκαλίας. Δηλαδή χρησιμοποιείται πληθώρα ερωτήσεων, αλλά και η απαίτηση του διδάσκοντα να δίνονται παραδείγματα από τους μαθητές του, με αποτέλεσμα οι δεύτεροι να νιώθουν υπερηφάνεια για τη δουλειά τους.

Ωστόσο, παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές ανάμεσα στον εποικοδομητισμό και την διαδικασία της παραδοσιακής διδασκαλίας. Ο πίνακας που ακολουθεί αναφέρει κάποιες από τις βασικές διαφορές.

<i>Παραδοσιακή προσέγγιση</i>	<i>Εποικοδομιστική προσέγγιση</i>
Η πρωταρχική έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων και στην	Η πρωταρχική έμφαση δίνεται στις «μεγάλες ιδέες» και στην ανάπτυξη της



οικοδόμηση της κατανόησης από «κάτω προς τα πάνω».	κατανόησης «εκ των άνω προς τα κάτω».
Οι δραστηριότητες της τάξης βασίζονται συνήθως στα βιβλία και στα τετράδια.	Οι δραστηριότητες της τάξης βασίζονται κυρίως στις πρωταρχικές πηγές δεδομένων και στον χειρισμό των υλικών.
Οι μαθητές θεωρούνται παθητικοί αποδέκτες των πληροφοριών που παρέχει ο παντογνώστης εκπαιδευτικός.	Οι μαθητές θεωρούνται ότι αναζητούν ενεργά τη γνώση δημιουργώντας τη δική τους προσωπική κατανόηση πληροφοριών.
Οι εκπαιδευτικοί θεωρούνται παντογνώστες και παρέχουν στους μαθητές πληροφορίες πάνω σε προκαθορισμένα θέματα.	Οι εκπαιδευτικοί θεωρούνται οδηγοί της μάθησης παρέχοντας βοήθεια καθώς οι μαθητές αναπτύσσουν και απαντούν στις δικές τους ερωτήσεις πάνω σε θέματα ή/και δραστηριότητες που τους ενδιαφέρουν.
Υπάρχει ένας περιορισμένος αριθμός σωστών απαντήσεων και αυτές γίνονται αποδεκτές.	Οι υποθέσεις, ερωτήσεις και απόψεις των μαθητών γίνονται δεκτές και χρησιμοποιούνται για να καθοδηγήσουν την περαιτέρω μάθηση.
Οι μαθητές εργάζονται συνήθως ατομικά σε εργασίες που έχει αναπτύξει ο εκπαιδευτικός.	Οι μαθητές συχνά εργάζονται σε εργασίες που έχουν σχεδιάσει μόνοι τους.
Η αξιολόγηση γίνεται συνήθως χωριστά από την διδασκαλία παίρνοντας συχνά τη μορφή αντικειμένων τεστ.	Η αξιολόγηση είναι συνήθως ενσωματωμένη στη διεργασία της μάθησης ,λαμβάνοντας συχνά τη μορφή παρατηρήσεων του εκπαιδευτικού, της επίδοσης των μαθητών ή της παρουσίασης εργασιών και/ή της αυτό-αξιολόγησης των μαθητών.

*Πίνακας 2: Διαφορές μεταξύ της παραδοσιακής διδασκαλίας και της εποικοδομιστικής προσέγγισης της διδασκαλίας*

## 2.5 Η διδακτική των φυσικών επιστημών

Οι φυσικές επιστήμες επεξηγούν τα φυσικά φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας, αλλά και την αλληλεπίδρασή τους με το τεχνητό περιβάλλον, που έχει δημιουργήσει ο άνθρωπος. Καθώς οι εξελίξεις στον τομέα Φυσικών επιστημών πραγματοποιούνται με ραγδαίο ρυθμό τα τελευταία χρόνια, δεν είναι λίγες οι φορές που τα επιτεύγματα επιστημόνων του κλάδου βρίσκουν εφαρμογή και βελτιώνουν την ποιότητα της ζωής των ανθρώπινων κοινωνιών. Στον τομέα της εκπαίδευσης στόχος των Φυσικών Επιστημών είναι να βοηθήσουν τον μαθητή να κατανοήσει τα φυσικά φαινόμενα και να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του από τη σκοπιά του επιστήμονα, πάντοτε ανάλογα με την ηλικία του.

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξαν πολλές καινοτομίες στον τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών, ωστόσο δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στη διδακτέα ύλη. Σημαντική εξέλιξη υπήρξε η ένταξη της «Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου», ένα συνδυασμός των προϋπαρχουσών παιδαγωγικών αρχών και διαφόρων πρακτικών με το ειδικό περιεχόμενο των φυσικών επιστημών.



*Σχήμα 2: Η Παιδαγωγική Γνώση του Περιεχομένου*

Οι διδάσκοντες κατανοούν καλύτερα τα φαινόμενα και τα αντικείμενα που πρέπει να διδάξουν, καθώς και τον τρόπο οργάνωσης και παρουσίασης τους. Επομένως, θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχουν τρεις διαφορετικές σφαίρες γνώσεων που χρησιμοποιούνται, όπως αυτές παρουσιάζονται στο παραπάνω σχήμα. Πρόκειται για την παιδαγωγική γνώση, τη γνώση περιεχομένου και τη γνώση πλαισίου. Η

«Παιδαγωγική Γνώση του Περιεχομένου» χρειάζεται και τις τρεις μεταβλητές ώστε να αποδοθεί σωστά.

Τα παιδιά, βέβαια, έχουν ήδη διαμορφώσει τις δικές τους θεωρίες για τα φυσικά φαινόμενα και τις λειτουργίες του κόσμου, τις περισσότερες φορές πριν αρχίσουν το σχολείο. Αυτές προκύπτουν τόσο από την άμεση επιρροή του οικογενειακού περιβάλλοντος, της γλώσσας αλλά κάποιες φορές και της ίδιας της φαντασίας τους. Σε γενικές γραμμές, αυτές οι απόψεις των μαθητών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν, αφού αφορούν την πολύ γενική ερμηνεία των φυσικών φαινομένων και διαμορφώνονται ή εξαλείφονται πλήρως μετά τη διδασκαλία.

Οι παρερμηνείες αυτές των μαθητών δεν οφείλονται μόνο στη μη επιστημονική προσέγγιση των φυσικών φαινομένων αλλά και στην άγνοια τους για τις φυσικές επιστήμες. Μετά τη διδασκαλία τους επομένως, πολύ πιθανόν να παρατηρηθούν αξιοσημείωτες διαφορές.

Οι αποδείξεις που θα πείσουν τους μαθητές για τις θεωρίες που μαθαίνουν είναι πολύ σημαντικές, καθώς μέσα από αυτές θα οργανωθούν ή θα αλλάξουν οι παλιές γνώσεις και θα κατασκευαστούν οι καινούριες. Η αλληλεπίδραση με τους υπόλοιπους μαθητές και η βοήθεια του διδάσκοντα είναι πολύ σημαντικές σε αυτό το στάδιο.

Μέσα από την δοκιμή και την διερεύνηση των δικών τους ιδεών σε ότι αφορά τον κόσμο των φυσικών επιστημών, τα παιδιά ασκούν τις δεξιότητες τους. Η μέθοδος αυτή είναι τόσο ελκυστική για τους μαθητές όσο και αποτελεσματική. Βέβαια στις μικρές ηλικιακές ομάδες, γίνεται λόγος για τις βασικές επιστημονικές δεξιότητες, οι οποίες και είναι:

- Η παρατήρηση του φαινομένου.
- Η επικοινωνία τόσο με τον διδάσκοντα όσο και με τους υπόλοιπους μαθητές της τάξης.
- Η σύγκριση των αποτελεσμάτων και των απόψεων των μαθητών.
- Η ταξινόμηση των διαφόρων αποτελεσμάτων.
- Η μέτρηση των μεγεθών που αφορούν το φαινόμενο που μελετάται.
- Η ερμηνεία του φυσικού φαινομένου σε μία βασική της εκδοχή.
- Η πρόβλεψη που μπορεί να γίνει σε περίπτωση εμφάνισης παρόμοιου φυσικού φαινομένου (Καλλέρη, 2010).

Για να δημιουργηθεί λοιπόν μία νέα γνώση σε αυτές της ηλικίες πρέπει να γίνει εμφανές ότι η παλιά ιδέα δεν είναι σωστή ή δεν ανταποκρίνεται στην ολότητα του φαινομένου. Ένα πείραμα που θα εξετάσει αυτές τις λανθασμένες ή ημιτελείς ιδέες θα φέρει τους μαθητές σε σύγκρουση με την αρχική τους ιδέα. Τότε η νέα γνώση θα δοθεί ώστε να καλύψει τη μαθησιακή σύγχυση των μαθητών. Η νέα γνώση πρέπει να είναι απόλυτα κατανοητή από τους μαθητές, άρα οικεία και ειπωμένη με απλότητα και λιτότητα, όπως και να ερμηνεύει όσα παρέλειψε η αρχική ιδέα του μαθητή (Καριώτογλου,2006).

Για να επιτευχθούν τα παραπάνω δημιουργήθηκε ένα νέο μοντέλο, με βάση τις θεωρίες του συμπεριφορισμού, με μία αρκετά απλή δομή. Το μοντέλο ονομάστηκε «Μοντέλο Μεταφοράς της Διδασκαλίας», και υποστηρίζει την αυτούσια γνώση που ο δάσκαλος είναι υπεύθυνος να μεταφέρει στους μαθητές. Οι μαθητές έχουν μόνο παθητική στάση και δέχονται τη γνώση όπως αυτή δίνεται, σύμφωνα με το μοντέλο, ενώ ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να εισάγει τη γνώση μέσω των μαθημάτων του και των ερωτήσεων. Το Μοντέλο Μεταφοράς της Διδασκαλίας χαρακτηρίζεται από τις εξής φάσεις των μαθητών:

- Φάση εξοικείωσης αλλά και προβληματισμού.
- Φάση εισαγωγής της νέας γνώσης.
- Φάση εφαρμογής της νέας γνώσης που αποκτήθηκε.
- Φάση της αξιολόγησης της νέας γνώσης (Καριώτογλου, 2006).

Ένα ακόμα μοντέλο της διδακτικής των φυσικών φαινομένων είναι η ανακάλυψη και διερεύνηση των φυσικών επιστημών. Σε αυτή την περίπτωση η επαφή των μαθητών με τα υλικά αποτελεί σημαντικό παράγοντα της μάθησης. Οι βασικές μορφές ανακάλυψης και διερεύνησης των φυσικών είναι η Ανακαλυπτική επίδειξη και η Ομαδική Εργασία.

Η Ανακαλυπτική επίδειξη προβλέπει συμμετοχή και των δύο πλευρών, δηλαδή του διδάσκοντα και των μαθητών. Είναι ένα είδος μετωπικής διδασκαλίας και αποτρέπει τον παθητικό ρόλο και στις δύο πλευρές. Η συμμετοχή σε αυτήν την περίπτωση έχει συγκεκριμένη μορφή δόμησης, η οποία χωρίζεται σε 4 βασικά βήματα:

- Εξοικείωση και προβληματισμός.
- Δημιουργία και έλεγχος των υποθέσεων.
- Εφαρμογή της νέας γνώσης.

- Αξιολόγηση της νέας γνώσης (Καριώτογλου, 2006).

Από την άλλη η Ανακαλυπτική Ομαδική Εργασία έχει ως βάση ένα φύλλο εργασίας το οποίο μοιράζεται στους μαθητές. Ο διδάσκοντας έχει το ρόλο του καθοδηγητή, καθώς μέσω των πειραμάτων πρέπει να αποκτηθεί η αναγκαία γνώση. Αυτό συμβαίνει σε τρεις διαδοχικές φάσεις. Αρχικά, υπάρχει η Ενημερωτική-οργανωτική φάση, όπου οι μαθητές ενημερώνονται για το πείραμα που θα γίνει και μοιράζονται τα φύλλα εργασίας, καθώς και χωρίζονται σε ομάδες. Ακολουθεί η εργασία σε ομάδες, με τους μαθητές να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν απόψεις, ώστε να συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας τους. Τέλος, γίνεται η ανακεφαλαίωση και η αξιολόγηση από τον καθηγητή και τους μαθητές ταυτόχρονα.

Λόγος πρέπει να γίνει και για το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας. Ο μαθητής σε αυτή τη περίπτωση οφείλει να αντιληφθεί τη διαφορά της παλιάς ιδέας του με την καινούργια γνώση που απέκτησε μέσα από τη σκοπιά του ερευνητή, αλλά και την πρόοδο της μάθησής του, δηλαδή την πορεία του σε όλη τη περίοδο των μαθημάτων. Η μεταγνωστική ικανότητα του μαθητή αυξάνεται, καθώς η νέα γνώση είναι εύκολα κατανοητή και περισσότερο παραγωγική από την παλιά.

Στην εποικοδομητική μάθηση των φυσικών επιστημών υπάρχει πάλι σύγκρουση της παλιάς γνώσης με την καινούργια. Τα πειράματα που γίνονται από τον δάσκαλο είναι τέτοια, ώστε να φέρνουν τους μαθητές σε θέση να αντιληφθούν ότι οι ιδέες που είχαν παλιότερα είναι λανθασμένες σε μέρος ή στην ολότητα τους. Αυτή η αντίθεση, οδηγεί στην απόκτηση της γνώσης, η οποία όμως πάλι χωρίζεται σε φάσεις, όπως βλέπουμε παρακάτω:

- Εύρεση των ιδεών των μαθητών.
- Πείραμα πάνω σε αυτές τις ιδέες και καταγραφές των αποτελεσμάτων του πειράματος.
- Εισαγωγή ενός ευκολονόητου προτύπου του φυσικού φαινομένου.
- Εφαρμογή του προτύπου αυτού με την βοήθεια των ίδιων των μαθητών.
- Μεταγνωστική φάση (Καριωτόγλου, 2006).

Πολλές φορές για την εύρεση των ιδεών των παιδιών σημαντική είναι η χρήση του φανταστικού. Μέσα από φανταστικές ιστορίες ο δάσκαλος μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές του σε ανάλογους προβληματισμούς και να ζητήσει να εκφράσουν τον τρόπο

σκέψης τους. Με αυτόν τον τρόπο οι αρχικές ιδέες των μαθητών έρχονται στην επιφάνεια και εντοπίζονται ευκολότερα από τον διδάσκοντα, είτε αυτές περιέχονται στο φάσμα του φανταστικού είτε εμπεριέχουν ένα ποσοστό αλήθειας μέσα τους (Καλλέρη, 2010).

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας δε θα μπορούσε να αμεληθεί η ένταξη τεχνολογικών μέσων στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Για αυτό μία νέα μέθοδος αναπτύχθηκε, αυτή του επιστημονικού γραμματισμού. Κύριο μέλημα πλέον είναι η ενσωμάτωση και κατανόηση της σύνδεσης και αλληλεξάρτησης της επιστήμης με την τεχνολογία και κατ' επέκταση με το φυσικό περιβάλλον αλλά και την κοινωνία στο σύνολο της. Η μέθοδος αυτή, ωστόσο, έδωσε βαρύτητα στη διερεύνηση.

Η μάθηση μέσω της διερεύνησης βασίζεται κυρίως σε πρακτικές της ανακαλυπτικής μάθησης και όχι στην ελεύθερη και αυτόνομη ανακάλυψη. Αποτελεί μία μέθοδο κατά την οποία τίθενται μικρά ερωτήματα στους μαθητές, τα οποία τους απασχολούν άμεσα και οι μαθητές μέσα από την παρατήρηση, τον δικό τους πειραματισμό και την έρευνα πρέπει να απαντήσουν. Τα ερωτήματα αυτά βρίσκονται στην καθημερινότητα των παιδιών, επομένως είναι αρκετά απλά και αποκτούν κάποιο νόημα στα μάτια των μαθητών και έτσι ο στόχος της επίλυσης του δεν είναι κάτι ιδεατό (Χαλκιά, 2014).

Η διερευνητική μάθηση, λοιπόν, ωθεί τους μαθητές στην υλοποίηση κάποιων επιστημονικών σκέψεων αλλά και διαδικασιών. Οι μαθητές προβληματίζονται και στη συνέχεια προσπαθούν να δημιουργήσουν δικές τους έρευνες και πειράματα για να αποδείξουν την ορθότητα των ιδεών τους. Ο τρόπος σκέψης τους προσεγγίζει την επιστημονική σκέψη, καθώς προσπαθούν να αντιληφθούν τη λειτουργία των φυσικών φαινομένων και επιστημών.

Ο διδάσκοντας έχει σημαντικό ρόλο στον επιστημονικό γραμματισμό. Πρέπει να δημιουργήσει τέτοιες συνθήκες, ώστε οι μαθητές να έχουν ευκαιρίες για να αναπτύξουν τις ερευνητικές τους δεξιότητες. Άρα, οι μαθητές πρέπει να εμπλέκονται άμεσα στην ανακάλυψη των απαντήσεων των διαφόρων ερωτημάτων που τίθενται. Άλλωστε, οι δυνατότητες που αποκτούν και σταδιακά καλλιεργούν οι μαθητές θα φανούν χρήσιμες και στη μετέπειτα ζωή τους (Χαλκιά, 2014).

Αν και είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί διερεύνηση στην τάξη σε όλες τις ηλικιακές κλίμακες και βαθμίδες, δεν μπορούν να αναπτυχθούν οι ίδιες δεξιότητες σε όλα τα επίπεδα. Τα μικρότερα σε ηλικία παιδιά είναι ικανά να αναπτύξουν βασικές

ικανότητες όπως η παρατήρηση, η ταξινόμηση, αλλά και η διατύπωση των ερωτημάτων τους ή και ερωτημάτων που τους δίνονται. Με τη συμμετοχή στις διάφορες έρευνες και μέσω της εξάσκησης, σταδιακά οι βασικές αυτές δεξιότητες εξελίσσονται σε πιο σύνθετες (Χαλκιά,2014).

Γενικά, η επιστημονική διερεύνηση αναφέρεται στους πολλαπλούς τρόπους με τους οποίους ο επιστημονικός κόσμος μελετά και επεξηγεί τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Στην τάξη η διερεύνηση αφορά τους τρόπους απόκτησης της γνώσης μέσα από τις δραστηριότητες τους και της μελέτης τους πάνω στο φυσικό φαινόμενο και στο περιβάλλον ως σύνολο.

Η προσπάθεια για την απόκτηση γνώσης μέσω της διερεύνησης επομένως βοηθάει τους μαθητές με:

- Την καλύτερη αλλά ταυτόχρονα και βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών.
- Την καλύτερη κατανόηση της ίδιας της φύσης των φυσικών επιστημών.
- Μία εκτίμηση για τα πειράματα και τα συμπεράσματα που υπάρχουν, ώστε να αντιλαμβάνονται τις γενικές γνώσεις γύρω από τα φαινόμενα.
- Την ανάπτυξη των ικανοτήτων και δεξιοτήτων τους, ώστε μετέπειτα να γίνουν ανεξάρτητοι ερευνητές και να αναλύουν τα προβλήματα που συναντούν στο φυσικό κόσμο.
- Την ανάπτυξη ευχάριστης διάθεσης όταν γίνεται χρήση των ικανοτήτων αυτών που σχετίζονται με την κατανόηση των φυσικών επιστημών.

Τα βασικά στάδια της διερεύνησης των ερωτημάτων σε μία τάξη, παρουσιάζονται παρακάτω.

<b>Βασικά στάδια διερεύνησης ερωτημάτων</b>
<b>Σχεδιασμός</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Επιλογή της θεματολογίας</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κατάταξη των μεταβλητών σε εξαρτημένες και ανεξάρτητες</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έλεγχος των ανεξάρτητων μεταβλητών</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Εξαγωγή πρόβλεψης</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση κατάλληλου εξοπλισμού</li> </ul>
<b>Λήψη και παρουσίαση δεδομένων</b>

• Συλλογή
• Παρατήρηση-Μέτρηση
• Καταγραφή
<b>Αξιολόγηση</b>
• Ανάγνωση δεδομένων
• Επεξεργασία-Διεξαγωγή συμπερασμάτων
• Συνολική αξιολόγηση

*Πίνακας 3: Στάδια διερεύνησης ερωτημάτων.*

Συμπερασματικά, ένα ερώτημα-πρόβλημα είναι απαραίτητο για τη μέθοδο της διερεύνησης. Ένα τέτοιο περιβάλλον παρουσιάζει καταστάσεις προβληματικές, δηλαδή οι μαθητές έχουν ως έναυσμα ένα πρόβλημα που προκύπτει από μία λανθασμένη ή από μία ημιτελής ιδέα και σιγά σιγά ωθούνται στην επίλυση και την απόκτηση γνώσεων οδηγούμενοι προς τη λύση. Έρχονται αντιμέτωποι με την ερμηνεία που απαιτείται να δώσουν, καθώς πρέπει μέσα από έρευνες να διαλέξουν τα απαραίτητα στοιχεία και πληροφορίες για να βρουν πιθανές λύσεις. Στη συνέχεια, αξιολογούν το σύνολο των λύσεων και παρουσιάζουν τα ανάλογα συμπεράσματα τους.

Επομένως, η διερεύνηση αποτελεί μία μέθοδο βασισμένη πάνω σε ένα πρόβλημα αλλά συνεχίζει δίνοντας μια πειραματική προσέγγιση.

Τέλος, τη διδακτική των φυσικών επιστημών φαίνεται να επηρεάζει και ο τρόπος μετασχηματισμού των ιδεών των μαθητών. Η σύγχρονη ψυχολογία μελετά έντονα το πώς οι αρχικές ιδέες των παιδιών πριν την διδασκαλία κάποιας έννοιας ή ενός φυσικού φαινομένου, μεταλλάσσονται μετά τη διδασκαλία. Αυτό το φαινόμενο ονομάστηκε εννοιολογική αλλαγή και δεν περιορίζεται μόνο στους γνωστικούς παράγοντες. Οι ψυχολόγοι ανακάλυψαν ότι η εννοιολογική αλλαγή μπορεί να οφείλεται και σε παράγοντες εκτός σχολείου, όπως σε συναισθηματικούς και κοινωνικούς παράγοντες, αλλά και σε κίνητρα των ίδιων των παιδιών. Τα σύγχρονα μοντέλα έδωσαν μεγαλύτερη βαρύτητα στην ανάλυση των κινήτρων των μαθητών.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

### 3.1 Ο όρος STEM

Το ακρωνύμιο Stem εμφανίστηκε το 1990 και αναλύεται σε Science Technology Engineering and Mathematics (φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία, η μηχανική, τα μαθηματικά).

Στον κλάδο της Επιστήμης, το Stem δε δίνει έμφαση μόνο στο φυσικό κόσμο και την επίδραση του στον άνθρωπο και το αντίστροφο, αλλά και στο γενικό κοινωνικό και οικονομικό πλαίσιο που διέπει την κοινωνία. Μέσα από τις φυσικές επιστήμες που διδάσκονται στο σχολείο και τις εφαρμογές τους, οι φυσικές έννοιες γίνονται πλήρως κατανοητές. Το τεχνολογικό κομμάτι περιλαμβάνει το σύνολο των συστημάτων των έμβιων οργανισμών, καθώς και την απαραίτητη γνώση, που συνεισφέρουν στη δημιουργία τεχνολογιών αλλά και στη διατήρηση αυτών. Συνεχίζοντας, το κομμάτι της Μηχανικής εμπεριέχει το σύνολο των γνώσεων που είναι απαραίτητα για την επίλυση ενός προβλήματος, όσο και τη διαδικασία της ίδια της επίλυσης. Τέλος, στον τομέα των μαθηματικών, το Stem περιλαμβάνει και τα θεωρητικά μαθηματικά και τα εφαρμοσμένα.

Πολλές είναι οι χώρες που υποστηρίζουν ότι το Stem αποτελεί το μέλλον, για αυτό και έχει διεισδύσει στον χώρο της εκπαίδευσης παγκοσμίως. Παρ' όλα αυτά, παρατηρείται χαμηλό ποσοστό στην κατανόηση των πεδίων του Stem αλλά και μεγάλες διαφορές στα αποτελέσματα σε συγκεκριμένες ομάδες ανθρώπων. Διάφορες ομάδες, όπως Αφροαμερικανοί ή οικονομικά αδύναμοι φαίνεται να έχουν μικρότερα ποσοστά επιτυχίας από αυτά των Ευρωπαίων και των οικονομικά εύρωστων λαών.

Το Stem δεν πρέπει να απασχολεί μόνο όσους ασχολούνται ή θέλουν να ασχοληθούν με τον επιστημονικό κλάδο, αλλά οποιονδήποτε, ακόμα και τους απλούς εργάτες ή όσους σκοπεύουν να ακολουθήσουν κάποιο χειρωνακτικό επάγγελμα. Αποτελεί πηγή καινοτόμων ιδεών και εφευρέσεων, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει την σημερινή οικονομία στα ύψη. Όμως αυτά δεν μπορούν να εφαρμοστούν υπό την έλλειψη εκπαίδευσης, αν και η παραδοσιακή μέθοδος της εκπαίδευσης τείνει να δημιουργεί στους μαθητές αρνητικά συναισθήματα όσο αναφορά το Stem.

Ειδικά το 2011 το NRC πρότεινε μία πληθώρα στόχων που πρέπει να επιτευχθούν για να υπάρξει οικονομική ευημερία. Παρακάτω αναφέρονται οι βασικότεροι:

- Ωθηση μεγαλύτερου αριθμού επιτυχημένων μαθητών σε πεδία του Stem.
- Μεγαλύτερο ποσοστό εργατών που είναι ικανό να εργαστεί πάνω στο Stem.
- Αύξηση του ποσοστού των γυναικών και των μειονοτήτων στην μάθηση των πεδίων του Stem.

Τα τελευταία χρόνια ωστόσο πολλοί επιστήμονες προτείνουν την εισαγωγή την τέχνης στο Stem. Μέσα από την τέχνη επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός ανάπτυξης της δημιουργικής σκέψης. Αποτελεί ένα ελκυστικό μέσο για πολλούς μαθητές και στοχεύει, όπως και οι άλλες φυσικές επιστήμες, στην επίλυση ενός προβλήματος και την ανακάλυψη μίας λύσης. Μάλιστα, μία πληθώρα δεξιοτήτων, οι οποίες είναι ταυτόσημες με την ύπαρξη καλλιτεχνικής πλευράς, χρησιμοποιούνται σαν επιστημονικά εργαλεία. Τέτοιες είναι:

- Η περιέργεια που οδηγεί στην ανακάλυψη.
- Η ικανότητα αντίληψης ενός αντικειμένου υπό διαφορετικές σκοπιές και μορφές.
- Η ικανότητα της συνεργασίας.
- Η ακριβής παρατήρηση των φαινομένων και πραγμάτων γύρω του.
- Η κιναισθητική αντίληψη.
- Η ακριβής έκφραση παρατηρήσεων και απόψεων, τόσο του ίδιου του ατόμου όσο και των άλλων γύρω του.
- Η ικανότητα το άτομο να σκέφτεται χωρικά αντικείμενα (Sousa και Pilecki, 2015).

Γενικά το Stem αποτελεί μία μαθητοκεντρική προσέγγιση που στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων, στην προσαρμοστικότητα, την επικοινωνία και τη συστηματική σκέψη. Συγκεκριμένα, το National Academy of Engineering και το National Research Council αναφέρει 5 βασικά οφέλη από την ενσωμάτωση του μηχανικού τομέα στο βήμα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης:

- Αύξηση στις επιδόσεις στις φυσικές επιστήμες που διδάσκονται στο σχολείο.
- Αύξηση στις επιδόσεις στα μαθηματικά.
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης ως προς τον τομέα της μηχανικής.
- Αυξημένη κατανόηση του Σχεδιασμού.
- Αύξηση του τεχνολογικού γραμματισμού (Stohlman et al., 2012).

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών Stem είναι ευκολότερα υλοποιήσιμο, όταν ο εκπαιδευτικός είναι για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα με τους μαθητές του. Επομένως, οι βαθμίδες του νηπιαγωγείου ή του δημοτικού είναι κατάλληλες για τέτοια προγράμματα. Οι μαθητές, μέσω των προγραμμάτων αυτών κάνουν χρήση του συνόλου των προηγούμενων γνώσεων που είχαν αποκτήσει, ώστε να βρεθούν αντιμέτωποι με την νέα γνώση, δηλαδή να φτάσουν στην επίλυση ενός προβλήματος που ποτέ ξανά δεν είχαν αντιμετωπίσει στο παρελθόν (Roberts, 2012).

Προγράμματα του Stem ενισχύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και τους παρακινούν να συμμετάσχουν στη τάξη και στο μάθημα. Αυτό προσφέρει ενισχυμένη ικανοποίηση για τα κατορθώματα τους αλλά και αισθήματα χαράς. Η Stem διδασκαλία βασίζεται κυρίως στη διερεύνηση, δηλαδή οι μαθητές ωθούνται στη συνεργασία και σε τεχνικές ερωτοαπαντήσεων, δημιουργώντας δεξιότητες που θα τους χρειαστούν στην μετέπειτα ζωή τους. Αυτό οδηγεί στην αυτοπεποίθηση των παιδιών και την ευκαιρία αυτό-ανακάλυψης, καθώς οι δάσκαλοι έχουν το ρόλο του διαμεσολαβητή και όχι μόνο του εκπαιδευτικού (Havice, 2009).

### **3.2 Η Εκπαιδευτική Ρομποτική**

Με τον όρο ρομπότ εννοούμε ένα προγραμματισμένο μηχάνημα, το οποίο έχει την ικανότητα συλλογής πληροφοριών από τα ερεθίσματα του περιβάλλοντος και στην συνέχεια επιλέγει μία συγκεκριμένη αντίδραση ανάλογα με τις συνθήκες τις οποίες συναντά. Η καθημερινότητα της σύγχρονης εποχής εμπεριέχει μία πληθώρα τέτοιων ρομπότ, τα οποία βρίσκουν χρήση από τις πιο απλές ασχολίες του ανθρώπου στο σπίτι, μέχρι τη βιομηχανική παραγωγή και την επιστημονική ανάλυση. Όχι μόνο διευκολύνουν τη ζωή του ανθρώπου αλλά και περιορίζουν τον χρόνο που σπαταλά σε καθημερινές ασχολίες δίνοντας του τη δυνατότητα να τον αξιοποιήσει παραγωγικά.

Τα ρομπότ μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες. Από τη μια, υπάρχουν τα αυτόματα ρομπότ, τα οποία μπορούν να εκτελέσουν περιορισμένο αριθμό προγραμματισμένων κινήσεων και αντιδράσεων. Από την άλλη υπάρχουν και τα προγραμματισμένα ρομπότ, τα οποία ακολουθούν ένα σύνολο καταγεγραμμένων κινήσεων που καθορίζονται από το χρήστη και μπορούν με ευκολία να δεχθούν κάποια τροποποίηση.

Η εκπαιδευτική ρομποτική μέσω των ρομπότ, της κατασκευής αλλά και την κατανόηση των λειτουργιών τους, προσεγγίζει συγκεκριμένες γνώσεις και δεξιότητες.

Η παρουσίαση των ρομπότ μέσα στον φυσικό κόσμο, αποτελεί ένα μέσο οικοδόμησης της γνώσης, ενώ η στερεά φύση του, δηλαδή το ότι είναι πραγματικά αντικείμενα στον χώρο, είναι ωφέλιμη για την πρακτική επιστημονική εφαρμογή των νόμων και αρχών που διέπουν το φυσικό περιβάλλον (Βιολάρη, 2000).

Η ρομποτική στην εκπαίδευση πρωτοεμφανίστηκε το 1970, όταν ο κόσμος της εκπαίδευσης αναρωτιόταν έντονα εάν η χρήση των τεχνολογιών έπρεπε να γίνει μέρος του σχολικού προγράμματος. Ως τρόπος διδασκαλίας έχει τις βάσεις της στον εποικοδομιστικό και κυρίως στον κατασκευαστικό εποικοδομιστικό, όπως αυτός αναπτύχθηκε από τον Papert. Η ανάπτυξη για ουσιαστική επίλυση του προβλήματος δεν αναπτυσσόταν ταυτόχρονα με την μάθηση της γλώσσας, πράγμα που οφειλόταν στην έλλειψη χειροπιαστών αποδείξεων για την κατάλληλη κατανόηση (Du Boulay, 1989).

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι κατάλληλη για όλες τις ηλικιακές τάξεις, από πολύ μικρά παιδιά έως ενήλικες. Ο βασικός της στόχος είναι οι μαθητές να αναπτύξουν το φάσμα των ικανοτήτων τους που συνδέεται με την επιστημονική πράξη. Δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να χρησιμοποιήσει τις διάφορες τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών, ώστε να δώσει λύσεις στα ερωτήματα τα οποία τίθενται.

Το κύριο μέσο της διδασκαλίας αυτής δεν θα μπορούσε να είναι τίποτα άλλο παρά ένα ρομπότ. Αυτήν τη φορά οι ενέργειες του ρομπότ είναι συγκεκριμένες και προεπιλεγμένες από τον ίδιο τον διδάσκοντα. Μπορεί να τις εκτελεί αυτόνομα μέσα σε ένα περιβάλλον, κάτω από οποιαδήποτε μεταβολή αυτό υποστεί. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο κατανόησης διαφόρων τεχνικών γνώσεων και δομών, ενώ ταυτόχρονα ωθεί την άνθηση της αντίληψης του τρόπου με τον οποίο ο κόσμος λειτουργεί, καθώς στα μάτια των παιδιών έχει έναν ανθρωποκεντρικό χαρακτήρα.

Οι στόχοι, τους οποίους προσπαθεί να επιτύχει η ρομποτική στα πλαίσια της διδασκαλίας, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο ομάδες. Αρχικά, υπάρχει η εκπαιδευτική ρομποτική που χρησιμεύει σαν αντικείμενο μελέτης. Σύμφωνα με αυτήν την θεωρία, ο μαθητής οφείλει να έχει γνώσεις για τη λειτουργία των διαφόρων συσκευών αλλά και να αντιλαμβάνεται τη σημασία τους, αφού ως ενήλικας θα κληθεί να τα χρησιμοποιήσει στην καθημερινή του ζωή. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που ο μαθητής αποφασίσει να ασχοληθεί με τον τεχνολογικό κλάδο που γνωρίζει μεγάλη

ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες, τότε η τεχνολογία και η γνώση αυτής θα είναι απαραίτητο εφόδιο.

Ο δεύτερος στόχος είναι η εκπαιδευτική ρομποτική να γίνει εργαλείο μάθησης. Η κατασκευή ενός ρομπότ είναι μία σύνθετη διαδικασία που απαιτεί συνδυαστική σκέψη και με τις παρεμβάσεις του διδάσκοντα, βρίσκεται μέσα στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Μπορεί με ευκολία να αναδείξει δυσνόητες έννοιες σε διάφορα αντικείμενα του σχολικού προγράμματος, όπως τα μαθηματικά, η πληροφορική, η φυσική, η χημεία και η τεχνολογία. Μέσα από τις αναπαραστάσεις, ο μαθητής αντιλαμβάνεται τη λειτουργία του φαινομένου, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να εκφράσει καλύτερα, τόσο τις ιδέες όσο και τις απορίες του.

Η εκπαιδευτική ρομποτική στα πλαίσια της τάξης γενικά σχετίζεται με:

- Την άμεση επαφή του μαθητή με τον χειρισμό του ρομπότ.
- Την επαφή του μαθητή με βασικές έννοιες του προγραμματισμού θεωρητικά όπως και πρακτικά.
- Την επίλυση προβλημάτων αναλόγως των συμπεριφορών του ρομπότ.
- Τη δημιουργική σκέψη για τους ποικίλους τρόπους επίλυσης ενός προβλήματος.
- Το υψηλό επίπεδο επιστημονικής σκέψης και την λήψη αποφάσεων που βασίζονται στις αντιδράσεις του ρομπότ.

Η ρομποτική αποτελεί ένα σημαντικό διδακτικό εργαλείο στα κατάλληλα χέρια, αφού συμπληρώνει το έργο της μάθησης και της εκπαίδευσης. Μέσα από τις δραστηριότητες που σχετίζονται με την ρομποτική οι μαθητές δεν είναι πλέον παθητικά όντα των μαθημάτων, αλλά ενεργά άτομα που αναπτύσσουν μία πληθώρα διαφόρων ικανοτήτων, δηλαδή γίνονται οι ίδιοι δημιουργοί της γνώσης. Οι μαθητές σταδιακά μαθαίνουν να σχεδιάζουν, να κατασκευάζουν και να προγραμματίζουν, μέσα από ατομική και ομαδική συνεργασία (Καγκάνης et all, 2005).

### **3.3 Ιστορική αναδρομή εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Τα πρώτα εργαλεία εκπαιδευτικής ρομποτικής εμφανίστηκαν το 1970. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκε παρόμοιο περιβάλλον με αυτό της Logo-like, το οποίο είχε τη μορφή χελώνας και ενσωματωμένο πληκτρολόγιο μέσα από το οποίο πραγματοποιούταν ο προγραμματισμός. Κυρίως χρησιμοποιήθηκε σε παιδιά μικρής ηλικίας και παράδειγμα ενός τέτοιου ρομπότ είναι το Bigtrak.



*Εικόνα 1: Bigtrak*

*(Πηγή: [https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81Y3DcgSi6L.\\_SL1500\\_.jpg](https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81Y3DcgSi6L._SL1500_.jpg))*

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1982, εμφανίστηκε το Hero-1 με αισθητήρες φωτός, αφής, απόστασης, κίνησης και ήχου. Ακόμα, είχε και χαρακτηριστικά, τα οποία διευκόλυναν την καταμέτρηση των διαφόρων εργασιών, όπως ρολόι πραγματικού χρόνου και συνθέτη φωνής.



*Εικόνα 2: Hero-1*

*(Πηγή: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/92/Hero1.jpg>)*

Στα μέσα της ίδιας δεκαετίας, η Lego-Logo τεχνολογία παίρνει τα ηνία δημιουργώντας ένα πακέτο κατασκευής αυτόματων συστημάτων, συνδυάζοντας τουβλάκια Lego με τη γλώσσα προγραμματισμού Logo. Εκτός από τα παραδοσιακά τουβλάκια, γίνεται χρήση

και μικρών γραναζιών, κινητήρων και αισθητήρων με σκοπό τον προγραμματισμό των διάφορων συμπεριφορών. Η κατασκευή συνδέεται στη συνέχεια με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, ώστε να εκτελέσει τις δοσμένες εντολές. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων κατασκευών αποτελούν τα μικρά σπίτια με ηλεκτρονικά φώτα που σβήνουν και ανάβουν συγκεκριμένες ώρες ή ανοίγουν και κλείνουν οι πόρτες κάθε φορά που πλησιάζει ένα αντικείμενο τους αισθητήρες (Resnick, 2002).

Τα επόμενα χρόνια πολλές εταιρείες προσπάθησαν να επενδύσουν και να δραστηριοποιηθούν στον χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής, παρέχοντας διάφορα kit, αλλά οι περισσότερες τελικά έκλεισαν ή συνέχισαν σε άλλους τομείς ηλεκτρονικών προϊόντων.

Σήμερα, οι εταιρείες που ασχολούνται με τέτοιου είδους αντικείμενα δραστηριοποιούνται κυρίως στο τμήμα των ηλεκτρικών ειδών ή παιχνιδιών και η ρομποτική αποτελεί ένα ανυπόστατο κομμάτι όλων σχεδόν των προϊόντων, τα οποία διαθέτουν στην αγορά.

### **3.4 Θετικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν θετική επίδραση όσον αφορά την συνεργασία μεταξύ των μαθητών (Atmatzidou&Demetriadis,2012), την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (Petre & Price, 2004), την δυνατότητα αξιοποίησης της έρευνας στην τάξη (Williams et al., 2007), την εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού (Nourbakhsh et al., 2005), την ανάπτυξη αλγορίθμων και την ενίσχυση μεταγνωστικών ικανοτήτων (McWhorter, 2008).

Η ρομποτική στην εκπαίδευση έχει θετική επιρροή σε πολλούς τομείς όπως:

- Στη συνεργασία μεταξύ των μαθητών αλλά και στη συνεργασία των μαθητών με τον δάσκαλο.
- Στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης μέσα από τα προβλήματα που καλούνται να έρθουν αντιμέτωποι και να βρουν μια λύση οι μαθητές.
- Στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων που καθένας έχει σαν άτομο και προσωπικότητα.

- Στην δυνατότητα αξιοποίησης μίας έρευνας στην τάξη και τον τρόπο που οι μαθητές αντλούν στοιχεία από μία έρευνα για να απαντήσουν τα ερωτήματα τους.
- Στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού την οποία επεξεργάζονται οι μαθητές (Καγκάνης et all, 2005).

Ακόμα η ενασχόληση με τη ρομποτική στα πλαίσια της σχολικής διδασκαλίας μπορεί να ενισχύσει το αίσθημα αυτοπεποίθησης του μαθητή, αφού ο ίδιος καταφέρνει να βρει μία λύση, βελτιώνει τη δημιουργική του σκέψη και δημιουργεί κίνητρα, ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες ως προς τη χρήση του υπολογιστή (Βιολάρη, 2000).

Στην ουσία γίνεται λόγος για μία εναλλακτική προσέγγιση της διδασκαλίας του προγραμματισμού, με βάση τη χρήση φυσικών μηχανικών μοντέλων. Οι μαθητές έχοντας ως πρώτο βήμα τα μοντέλα αυτά, είναι εύκολο να προσανατολιστούν, ώστε στη συνέχεια να δημιουργήσουν ένα μικρό ρομπότ για την επίλυση του προβλήματός τους. Με τα φυσικά μοντέλα:

- Αναπτύσσεται η κριτική σκέψη του μαθητή.
- Καλλιεργείται η πρωτοτυπία και η διορατικότητα.
- Υπάρχει μεγάλος βαθμός αλληλεπίδρασης του υπολογιστή με το πραγματικό/απτό αντικείμενο.
- Υπάρχει άμεση συμμετοχή των μαθητών, δηλαδή είναι ενεργά όντα στη διάρκεια του μαθήματος.
- Οι διάφορες έννοιες που αφορούν τα μαθήματα των μαθηματικών, του προγραμματισμού, της φυσικής, του σχεδιασμού, της τεχνολογίας ακόμα και της ιστορίας, γίνονται πιο εύκολα κατανοητές μέσα από το απτό παράδειγμα-ρομπότ στον χώρο.
- Καλλιεργείται η μάθηση μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού.
- Η μάθηση παίρνει μία πιο εξατομικευμένη μορφή, αφού ο εκπαιδευτικός διαθέτει περισσότερο χρόνο με τον μαθητή, ενώ παράλληλα ο κάθε μαθητής εργάζεται πάνω στο δικό του ρυθμό μάθησης.
- Προωθείται η συνεργατική μάθηση, αφού αναθέτονται ομαδικές εργασίες.
- Προσφέρεται ένα κατάλληλο περιβάλλον για τα παιδιά, ώστε να κάνουν δοκιμές και να αναζητήσουν απαντήσεις μέσω της λειτουργικής πλευράς της



τεχνολογίας, πράγμα που επιφέρει την εξοικείωση με τον φυσικό κόσμο και τις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτόν.

- Τέλος, δημιουργούν ένα περιβάλλον κατάλληλο για την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων και πεδίων σκέψης για τους μαθητές (Whitman and Withespoon ,2003).

Αν και τα πλεονεκτήματα είναι αναρίθμητα για τους μαθητές, η οικονομική δυσκολία της χώρας, καθώς και η νοοτροπία τους βανδαλισμού των δημόσιων περιουσιακών στοιχείων δημιουργούν στους δασκάλους και την ίδια κοινωνία αμφιβολίες για την ένταξη ακριβών μηχανημάτων σε τόσο νεαρή ηλικία. Ωστόσο, πολλές αυτόνομες προσπάθειες γίνονται από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να δώσουν μία ευκαιρία για καλύτερη μόρφωση στους μαθητές τους και τα αποτελέσματα αρχίζουν να καταρρίπτουν τις όποιες αμφιβολίες.

### **3.5 Βασικά πακέτα και πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Επιλέγοντας την κατάλληλη τεχνολογία για την ενασχόληση με ρομπότ μπορεί να φαίνεται σαν ένα δύσκολο έργο δεδομένου την ποικιλία των διαφορετικών προϊόντων της αγοράς, τις ικανότητές τους και την πληθώρα χαρακτηριστικών. Παρακάτω παρατίθενται τα πιο δημοφιλή για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ. Οι δεξιότητες και οι αναγκαίοι πόροι ποικίλουν και συνεπώς διαφοροποιούνται αναλόγως με τις ανάγκες και τις δεξιότητες του χρήστη που επιλέγει να ασχοληθεί με κάποιο από αυτά.

#### **3.5.1 Βασικά πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Τα πιο δημοφιλή πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής που προβάλλουν το τελευταίο χρονικό διάστημα στον χώρο της εκπαίδευσης και τα οποία αξιοποιήθηκαν και στην παρούσα έρευνα, είναι τα εκπαιδευτικά πακέτα της LEGO. Παρακάτω θα αναφερθούμε με λίγα λόγια στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα LEGO WeDo 1.0 και LEGO WeDo 2.0.

##### **3.5.1.1 Lego Education WeDo 1.0**

Το όνομα LEGO είναι συντομογραφία των δύο δανικών λέξεων «leg godt» που σημαίνει «να παίζεις καλά». Η εταιρεία Lego Group ιδρύθηκε το 1932 από τον Ole Kirk Kristiansen. Τα τουβλάκια Lego, στη σημερινή τους μορφή, παρουσιάστηκαν το 1958. Το σύστημα Lego Education WeDo δημιουργήθηκε από τον Erik Hansen του

Lego Group και τον Mitchel Resnick, επικεφαλής του προγράμματος Lifelong Kindergarten Group του Media Lab του MIT.

Σκοπός του συστήματος ήταν να δημιουργηθεί ένα kit ρομποτικής για μικρότερα παιδιά (7 ετών και πάνω) που να προσφέρει μια βιωματική εμπειρία μάθησης στα παιδιά, για να τα κινητοποιήσει να ενεργοποιήσουν την δημιουργική τους σκέψη, τη συνεργατικότητα και δεξιότητες επίλυσης προβλήματος. Το σύστημα αυτό βασίστηκε στη λογική του Lego Mindstorms, προϊόντος προηγούμενης συνεργασίας της Lego με το Media Lab, ενώ ήταν πιο φτηνό και ευκολότερο στη χρήση από μικρότερα παιδιά. Ξεκίνησε να σχεδιάζεται το 2006 και παρουσιάστηκε στην αγορά το 2008.

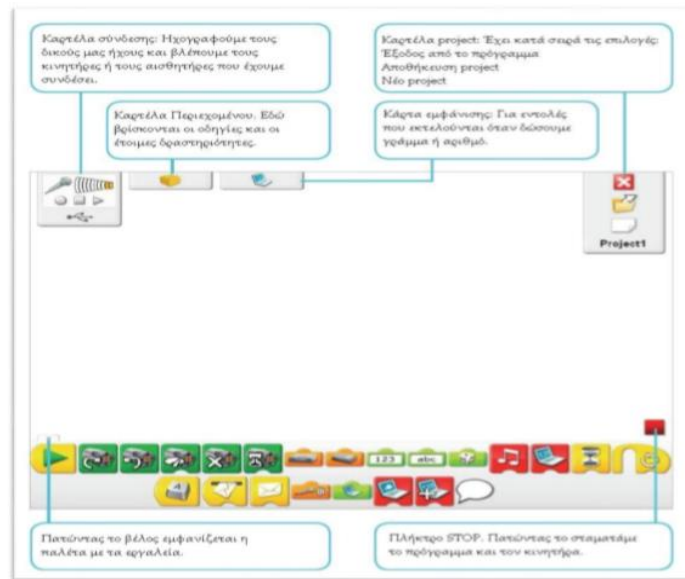
Το πακέτο Lego Education WeDo 1.0 περιέχει 150 κομμάτια, μεταξύ των οποίων ένα κινητήρα, έναν αισθητήρα κλίσης, έναν αισθητήρα κίνησης, τουβλάκια Lego, ιμάντες, γρανάζια, και εύκολο στη χρήση λογισμικό.



*Εικόνα 3: Τα περιεχόμενα στο πακέτο Lego Education WeDo 1.0*

*(Πηγή: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/4124vkmbMJL.jpg>)*

Το λογισμικό που συνοδεύει το Lego Education WeDo είναι μια γλώσσα οπτικού προγραμματισμού, που χρησιμοποιεί εικονίδια αναπαράστασης εντολών, τα οποία τα παιδιά κουμπώνουν σε σειρές που αναπαριστούν τον κώδικα, και δίνουν εντολές κίνησης στο ρομπότ που είναι συνδεδεμένο στον υπολογιστή. Δείγμα της οθόνης του λογισμικού με την πιθανή χρήση του φαίνεται στην εικόνα κάτω:



**Εικόνα 4: Επεξήγηση των εργαλείων της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού**

(Πηγή: <http://www.juniorstem.co.uk/wp-content/uploads/2017/03/2-300x161.png>)

Οι εντολές του λογισμικού περιγράφονται εδώ:



	Αποστολή μηνύματος		Είσοδος ανιχνευτή κίνησης
	Αναμονή		Είσοδος ανιχνευτή κλίσης
	Επανάληψη		Κλίση προς τα πάνω
	Εισαγωγή κειμένου		Κλίση προς τα κάτω
	Εισαγωγή αριθμού		Κλίση δεξιά
	Τυχαία εισαγωγή		Κλίση αριστερά
	Ηχογράφηση		Οποιαδήποτε κλίση

*Εικόνα 5: Οι εντολές της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού των Lego WeDo.*

### **3.5.1.2 Lego Education WeDo 2.0**

Το LEGO Education WeDo 2.0 αναπτύσσεται για να εμπλέκει και να ενθαρρύνει το ενδιαφέρον των μαθητών για την εκμάθηση θεμάτων που σχετίζονται με θέματα επιστήμης και μηχανικής. Αυτό γίνεται με τη χρήση μηχανοκίνητων μοντέλων LEGO® και απλού προγραμματισμού.

Το WeDo 2.0 υποστηρίζει μια πρακτική μάθηση που παρέχει στους μαθητές την εμπιστοσύνη να θέτουν ερωτήσεις και τα εργαλεία για να βρουν τις απαντήσεις και να λύσουν τα προβλήματα της πραγματικής ζωής.

Οι μαθητές μαθαίνουν θέτοντας ερωτήσεις και επιλύοντας προβλήματα. Ανακαλύπτουν μόνοι τους τη γνώση καθώς το παρεχόμενο υλικό δεν αναφέρει στους μαθητές οτιδήποτε πρέπει να γνωρίζουν. Η ουσιαστική διαφορά του με το WeDo 1.0 είναι ότι το 2.0 είναι wireless (με Bluetooth) και υπάρχουν και κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις στα κομμάτια.



*Εικόνα 6: Εκπαιδευτικό πακέτο LEGO WeDo 2.0*

*(Πηγή: <https://d4iqe7beda780.cloudfront.net/resources/static/main/image/leg45300-2k.jpg>)*

Το WeDo 2.0 περιλαμβάνει μια σειρά διαφορετικών project, τα οποία χωρίζονται στους ακόλουθους τύπους:

- Εισαγωγικό project, στο οποίο οι μαθητές μαθαίνουν τις βασικές λειτουργίες του WeDo 2.0.
- Καθοδηγημένα project, τα οποία συνδέονται με συγκεκριμένα πρότυπα προγραμμάτων σπουδών και περιλαμβάνουν οδηγίες βήμα προς βήμα για κάθε ολοκληρωμένο έργο.
- Ανοικτά project, τα οποία συνδέονται με συγκεκριμένα πρότυπα προγραμμάτων σπουδών και παρέχουν μια πιο ανοιχτή εμπειρία μάθησης.

Κάθε ένα από τα project χωρίζεται στις παρακάτω τέσσερις φάσεις:

- Η φάση Εξερεύνησης, για να συνδέσει τους μαθητές με το καθήκον τους.
- Η φάση Δημιουργίας, όπου οι μαθητές χτίζουν και να προγραμματίζουν.
- Η φάση των δοκιμών, ώστε να δοθεί στους μαθητές η ευκαιρία να εξερευνήσουν.
- Η φάση παρουσίασης, για να τεκμηριώσουν και να παρουσιάσουν τα project τους οι μαθητές.

Κάθε project μπορεί να διαρκέσει έως και τρεις ώρες. Κάθε φάση είναι εξίσου σημαντική στη ροή του έργου, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί ο χρόνος που ξοδεύετε

σε κάθε μία από τις φάσεις ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών και τον χρόνο που διαθέτει ο κάθε εκπαιδευτικός ( ©2016 The LEGO Group).

### **Ανάπτυξη επιστημονικών και τεχνικών πρακτικών με το WeDo 2.0**

Τα προγράμματα WeDo 2.0 αναπτύσσουν παράλληλα και πρακτικές επιστήμης. Παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να δουλεύουν και να αναπτύσσουν ιδέες και γνώσεις, καθώς και να κατανοούν τον κόσμο γύρω τους.

Το επίπεδο εξέλιξης και δυσκολίας στα έργα επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν ικανότητες, ενώ εξερευνούν και μαθαίνουν βασικά επιστημονικά θέματα. Τα έργα έχουν επιλεγεί προσεκτικά για να καλύψουν μια ευρεία ποικιλία θεμάτων και θεμάτων.

Τα προγράμματα WeDo 2.0 αναπτύσσουν οκτώ μεθόδους επιστήμης και μηχανικής:

- Ερωτήσεις και λύσεις σε προβλήματα
- Χρήση μοντέλων
- Δημιουργία πρωτοτύπων
- Διερεύνηση
- Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
- Χρήση υπολογιστικής σκέψης
- Συμμετοχή σε επιχειρήματα από στοιχεία
- Απόκτηση, αξιολόγηση και κοινοποίηση πληροφοριών(©2016 The LEGO Group)

### **Ανάπτυξη υπολογιστικών πρακτικών σκέψης με το WeDo 2.0**

Η υπολογιστική σκέψη αναφέρεται σε ένα σύνολο δεξιοτήτων που χρησιμοποιούνται σε διάφορους τομείς και καταστάσεις και στην καθημερινότητά μας. Αυτές οι δεξιότητες δεν σχετίζονται μόνο με το πεδίο της επιστήμης των υπολογιστών και δεν αποσκοπούν να κάνουν τους ανθρώπους να σκέφτονται σαν υπολογιστές. Οι δεξιότητες που σχετίζονται με την υπολογιστική σκέψη μπορούν να μας βοηθήσουν να λύσουμε τα προβλήματα.

Το WeDo 2.0 αναπτύσσει τις δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης των μαθητών με τους εξής τρόπους:

- Αποσύνθεση

Οι μαθητές θα μάθουν πώς να σπάσουν ένα πρόβλημα σε μικρότερα τμήματα για να διευκολύνουν τη διαδικασία εξεύρεσης λύσης.

- Γενίκευση (αναγνώριση μοτίβων)

Οι μαθητές θα εφαρμόσουν την αναγνώριση των τμημάτων ενός έργου που είναι γνωστά ή έχουν δει κάπου αλλού.

- Αλγοριθμική σκέψη

Οι μαθητές θα καθορίσουν μια σειρά βημάτων για την επίλυση ενός προβλήματος. Η δημιουργία και η παραγγελία αυτών των βημάτων σε περιβάλλον πληροφορικής συχνά αναφέρεται στην ιδέα της κωδικοποίησης ή του προγραμματισμού.

- Αξιολόγηση

Οι μαθητές θα αξιολογήσουν αν δεν έχουν τα πρωτότυπα έργα τους με τον τρόπο που είχαν σκοπό. Εάν όχι, θα προσδιορίσουν τι χρειάζεται να βελτιωθεί.

- Ανακεφαλαίωση

Οι μαθητές θα εξηγήσουν τη λύση τους με επαρκές επίπεδο λεπτομέρειας, παραλείποντας τις ασήμαντες λεπτομέρειες (©2016 The LEGO Group).

### **3.5.2 Πλατφόρμες εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Τα τελευταία τριάντα χρόνια η LEGO EDUCATION σε συνεργασία με κορυφαία πανεπιστήμια έχει αναπτύξει την πιο δημοφιλή εκπαιδευτική πλατφόρμα, γνωστή σε όλους ως LEGO Mindstorms EV3. Μετά το EV3 ακολουθεί το Arduino. Η πλακέτα Arduino αποτελεί την ιδανικότερη λύση για την ενασχόληση με τον προγραμματισμό και τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Παρακάτω θα μιλήσουμε και για τις δύο πλατφόρμες, η μια εκ των οποίων (Arduino) αξιοποιήθηκε για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

#### **3.5.2.1 LEGO Mindstorms EV3**

Το LEGO Mindstorms EV3 προσφέρει πιο σύνθετες κι απαιτητικές κατασκευές για τους μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού, αλλά κυρίως για το γυμνάσιο και

το λύκειο. Τα παιδιά έχοντας πλέον στην διάθεση τους πολλούς αισθητήρες (κίνησης, χρώματος, αφής κλπ.) και μοτέρ, καλούνται να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν τα δικά τους ρομπότ. Μέσα από το επίσημο λογισμικό της LEGO® οι μαθητές πειραματίζονται προσπαθώντας να λύσουν με το ρομπότ που κατασκεύασαν πάσης φύσεως προβλήματα της μηχανικής, της φυσικής και της γεωμετρίας.

Τα Lego Mindstorms(<http://users.sch.gr/nickpapag/2015/10/18/lego-ev3-overview/>) είναι εκπαιδευτικά ρομπότ από τουβλάκια της Lego και μπορούν να συναρμολογηθούν από τον οποιονδήποτε ακολουθώντας κάποιες οδηγίες. Τα ρομπότ δεν είναι απλά ένα συναρμολογούμενο παιχνίδι όπως τα γνωστά μας απλά Lego, αλλά διαθέτουν αισθητήρες και μπορούν να προγραμματιστούν μέσω υπολογιστή από την εφαρμογή που συνοδεύει το υλικό.

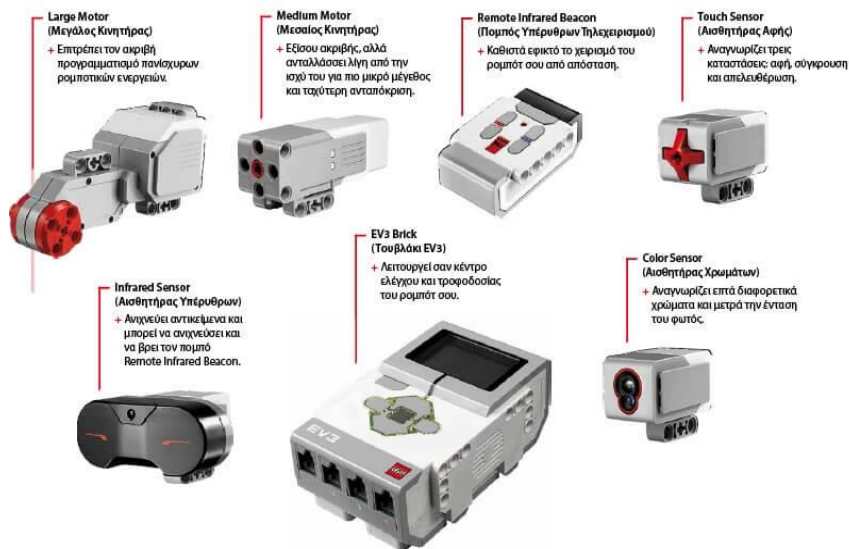
Περιέχει 601 κομμάτια (μικρά και μεγάλα) για να τα συναρμολογήσετε σε εκατοντάδες δυνατούς συνδυασμούς. Τα πιο σημαντικά κομμάτια του ρομπότ είναι οι αισθητήρες του και το τουβλάκι EV3, που αποτελεί τον εγκέφαλο του ρομπότ.



*Εικόνα 7: Συστατικά LEGO Mindstorms EV3*

*(Πηγή: [https://lc-imageresizer-live-s.legocdn.com/resize?mode=landscape&size=xlarge&ratio=1&imageUrl=https://lc-www-live-s.legocdn.com/r/www/r/catalogs/-/media/franchises/mindstorms%202014/products/in%20the%20box/inthebox\\_bricks\\_landscape.jpg?l.r2=157308338](https://lc-imageresizer-live-s.legocdn.com/resize?mode=landscape&size=xlarge&ratio=1&imageUrl=https://lc-www-live-s.legocdn.com/r/www/r/catalogs/-/media/franchises/mindstorms%202014/products/in%20the%20box/inthebox_bricks_landscape.jpg?l.r2=157308338))*

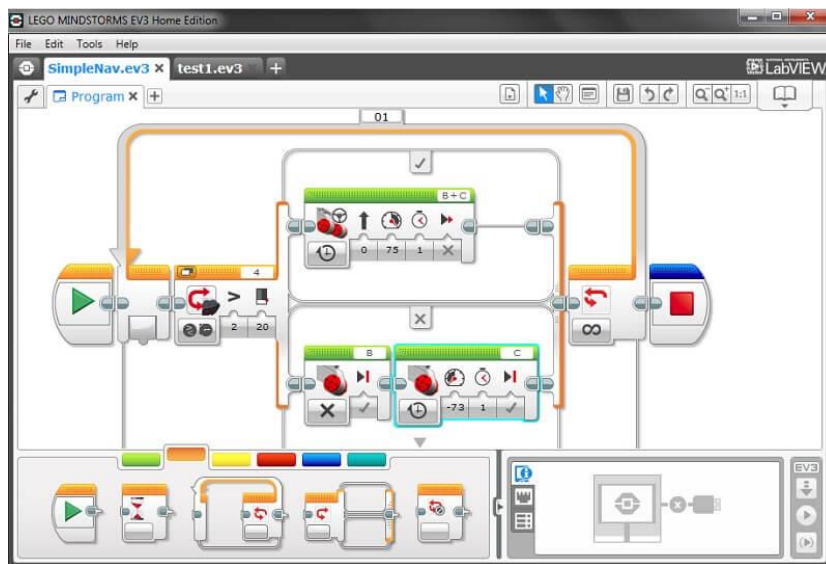




**Εικόνα 8: Αισθητήρες και τουβλάκι EV3**

( Πηγή: <http://users.sch.gr/nickpapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts1.jpg>)

Όλα συνδέονται και ελέγχονται από τη μονάδα EV3, η οποία με τη σειρά της μπορεί να συνδεθεί στον υπολογιστή και να προγραμματιστεί κατάλληλα με το συνοδευτικό λογισμικό. Το λογισμικό χρησιμοποιεί blocks, για να καθιστά ευκολότερο τον προγραμματισμό.

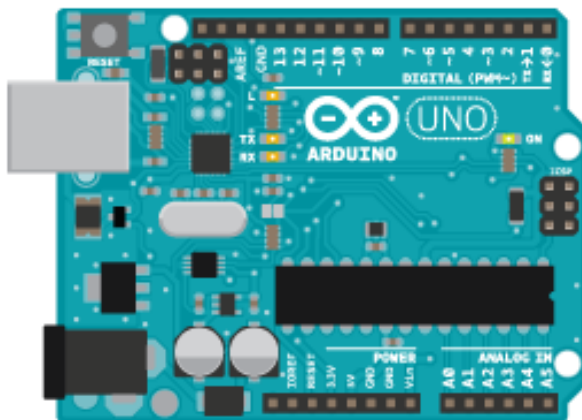


**Εικόνα 9: Περιβάλλον προγραμματισμού LEGO Mindstorms EV3**

( Πηγή: <http://users.sch.gr/nickpapag/wordpress/wp-content/uploads/2016/06/lgprts2.jpg>)

### 3.5.2.2 Η υπολογιστική πλατφόρμα Arduino

Το Arduino είναι μια μικρή συσκευή (μικροεπεξεργαστής) που συνδέεται με USB στον υπολογιστή. Με την συσκευή αυτή οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να μάθουν προγραμματισμό και να κατασκευάσουν αυτοματισμούς και εφαρμογές.



*Εικόνα 10: Πλακέτα Arduino uno*

(<https://cdn.arduino.cc/homepage/static/media/arduino-UNO.bcc69bde.png>)

Η πλακέτα του Arduino αποτελείται από έναν μικρό επεξεργαστή ανοικτού κώδικα στον οποίο μπορεί κανείς να προγραμματίσει, ακόμη κι αν είναι αρχάριος, σε περιβάλλον Windows, Linux και MAC OS X. Στην πλακέτα του Arduino UNO βλέπουμε εισόδους και εξόδους στις οποίες μπορούν να συνδεθούν εξωτερικά εξαρτήματα/περιφερειακά ( Led, ποτενσιόμετρα, ρελέ, αισθητήρες και πολλά άλλα) για να μας δώσουν δεδομένα (π.χ. αισθητήρας θερμοκρασίας) ή για να ορίσουμε εμείς δεδομένα (π.χ. άναψε LED). Η σύνδεση αυτών των περιφερειακών γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο για το κάθε εξάρτημα και θέλει ο χρήστης να έχει βασική γνώση θεωρίας ηλεκτρονικών.

Η εγκατάσταση του προγράμματος στον υπολογιστή μας είναι ανάλογη με το λειτουργικό σύστημα που διαθέτουμε. Μαζί με την αγορά του Arduino δίνεται και το απαραίτητο καλώδιο επικοινωνίας USB που θα συνδέσουμε με τον υπολογιστή μας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### A) Αντικείμενο και μορφή έρευνας

#### 4.1 Το αντικείμενο της έρευνας

Η παρούσα έρευνα ασχολείται με τη Ρομποτική ως μορφή διδασκαλίας συνδυαζόμενη με το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο Schmidkunz και Lindemann (1992). Ουσιαστικά η διδακτική παρέμβαση στηρίχθηκε στην επιστημονική μεθοδολογία, η οποία είναι σύμφωνη με το πρόγραμμα σπουδών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και ταιριάζει απόλυτα στη ροή της μαθησιακής διαδικασίας. Οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά σε φύλλα εργασίας ακολουθώντας τα βασικά στάδια της επιστημονικής διερεύνησης:

- Ερέθισμα - Παρατήρηση
- Διατύπωση υποθέσεων
- Πειραματική Εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Γενίκευση

Η έρευνα υλοποιήθηκε μέσα σε διάστημα 2,5 μηνών αποκλειστικά στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Στην έρευνα συμμετείχαν 2 τμήματα της ΣΤ' τάξης ιδιωτικού δημοτικού σχολείου. Το κάθε τμήμα αποτελείται από 14 μαθητές. Το ένα τμήμα λειτουργούσε ως τμήμα παρέμβασης και το άλλο ως τμήμα ελέγχου. Στο πρώτο στάδιο της έρευνας δόθηκαν ερωτηματολόγια διερεύνησης των χαρακτηριστικών του επιλεγμένου δείγματος. Στη συνέχεια, πριν τη διδασκαλία κάθε εκπαιδευτικού σεναρίου δόθηκαν pre test και στα 2 τμήματα, με σκοπό να καταγράψουν οι γνώσεις που ήδη είχαν οι μαθητές, καθώς και οι ιδέες τους. Το κυρίως μέρος της έρευνας στηρίχθηκε σε φύλλα εργασίας, βασισμένα στη διεπιστημονική μέθοδο και σε ρομποτικές κατασκευές. Οι μαθητές σε όλη τη μαθησιακή διαδικασία εργάστηκαν σε ομάδες. Τα τρία σχέδια εργασίας εφαρμόστηκαν μόνο στο τμήμα παρέμβασης και αφορούν τις ακόλουθες ενότητες του σχολικού βιβλίου:

- Ενότητα «Ενέργεια»: Ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ενότητα «Φως»: Φως και Χρώματα.

Το πρώτο φύλλο εργασίας αφορούσε την ηλιακή ενέργεια και οι στόχοι προσεγγίστηκαν μέσα από την κατασκευή ενός μοντέλου ηλιακού αυτοκινήτου με χρήση των πακέτων εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Simple & Powered Machines και Solar Energy Add-on pack και LEGO WeDO 2.0. Το δεύτερο φύλλο εργασίας αφορούσε την αιολική ενέργεια και οι στόχοι επιτεύχθηκαν μέσα από την κατασκευή μοντέλου συστήματος παρατήρησης παραγόμενης ενέργειας βασισμένο σε ανεμογεννήτρια με χρήση των πακέτων εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Simple & Powered Machines και Solar Energy Add-on pack και scratch for WeDO 2.0. Όσον αφορά την προσέγγιση του 3<sup>ου</sup> σεναρίου, το οποίο αφορούσε την ενότητα φως και χρώματα, αξιοποιήθηκε ένα μοντέλο φωτεινού σηματοδότη με χρήση της ανοιχτής υπολογιστικής πλατφόρμας Arduino με Scratch for Arduino.

Καθώς, λοιπόν, η μία ομάδα συμμετείχε στην παραπάνω δράση, ή άλλη διδάχθηκε τα κεφάλαια με τον τρόπο που ήδη διδάσκονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Το κεντρικό ρόλο είχε ο εκπαιδευτικός τους και η διδασκαλία έγινε αποκλειστικά με τη χρήση του σχολικού βιβλίου.

Μετά την ολοκλήρωση κάθε εκπαιδευτικού σεναρίου πραγματοποιήθηκαν πρώτα ατομικά post test και έπειτα τα παιδιά σε ομάδες πήραν άμεση ανατροφοδότηση , πραγματοποιώντας το ίδιο post test αλλά σε μορφή παιχνιδιού.

Τα συμπεράσματα της έρευνας προέκυψαν από τον συνδυασμό ποικίλων τρόπων συλλογής δεδομένων όπως ερωτηματολόγια, pre και post tests, ημερολόγια παρατήρησης, φύλλα εργασίας για συμπλήρωση από τους μαθητές και, τέλος, διαδραστικές εφαρμογές.

Μέσα από ένα περιβάλλον μάθησης που στηρίχτηκε σε ομάδες, οι μαθητές προσέγγισαν γνωστικά θέματα με τη δημιουργία ρομποτικών κατασκευών αποσκοπώντας στην κατανόηση βασικών εννοιών των φυσικών επιστημών αλλά, παράλληλα, και της μηχανικής, της ρομποτικής και του προγραμματισμού. Έπειτα, μέσω επεξεργασίας και συσχέτισης αποτελεσμάτων εξετάσαμε τις αλλαγές στις επιδόσεις των μαθητών, αλλά και πιο συγκεκριμένα είδαμε με ποιον τρόπο έχουν επωφεληθεί από αυτή τη διαδικασία. Το βασικό ερευνητικό μας ερώτημα επικεντρώθηκε στο αν προκύπτουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο τμήματα όσον αφορά τις επιδόσεις τους και επιπρόσθετα εξετάσαμε και τι διαφορές προκύπτουν ανάμεσα στα δύο φύλα του τμήματος παρέμβασης.

## 4.2 Διδασκαλία Project – Based Learning

Το μοντέλο διδασκαλίας Project – Based Learning (PBL) έχει ως κέντρο της τα έργα, δηλαδή εργασίες για την επίλυση προβλημάτων και ερωτήσεων. Οι μαθητές πρέπει να εμπλακούν άμεσα στην επίλυση και να λάβουν τέτοιες αποφάσεις, ώστε να φτάσουν τον στόχο τους. Έχουν την ευκαιρία να εργαστούν αυτόνομα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και να δημιουργήσουν ένα δικό τους ρεαλιστικό μοντέλο (Tretten and Zachariou, 1995).

Δυστυχώς τα πολλαπλά χαρακτηριστικά που προσάπτουν οι εκπαιδευτικοί οδήγησαν σε πολλαπλά μοντέλα PBL, χωρίς να υπάρχει κάποιο κοινά αποδεκτό από όλους μοντέλο. Επομένως, δύσκολα εκτιμάται τι αποτελεί PBL και τι όχι. Τα βασικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- Υπάρχουν κάποια τυποποιημένα χαρακτηριστικά τα οποία πρέπει να υπάρχουν ή όχι σε μία μέθοδο διδασκαλίας ώστε αυτή να θεωρηθεί PBL.
- Μπορεί να κατασκευαστεί μία θεωρητική γενίκευση σχετικά με τα έργα που περιλαμβάνει η PBL.
- Υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ των μοντέλων PBL και των υπόλοιπων μοντέλων; Και σε ποιες περιπτώσεις τα μοντέλα αυτά είναι τμήμα της PBL (Brown, 1992).

Ωστόσο έχουν βρεθεί 6 κριτήρια, σύμφωνα με τους Han και Bhattacharya τα οποία δεν ορίζουν την PBL διδασκαλία, αλλά τα σχέδια που αυτή περιλαμβάνει. Αυτά είναι τα χαρακτηριστικά/κριτήρια είναι τα εξής:

- Η Συνεργασία, όπως και η επικοινωνία είναι άμεσα εξαρτημένες με την Project διδασκαλία, καθώς συμπεριλαμβάνονται ομαδικές εργασίες και αλληλεξάρτηση μεταξύ του δασκάλου και του μαθητή.
- Αυθεντικότητα στις εργασίες και στο θέμα τους. Οι εργασίες οφείλουν να έχουν κάποια συσχέτισή με τον κόσμο στον οποίο ζουν οι μαθητές, ώστε να είναι ελκυστικές και να τους δώσουν εφόδια για την επίλυση των προβλημάτων στην μετέπειτα προσωπική και επαγγελματική τους ζωή.
- Πολλαπλοί τρόποι της λύσης ενός προβλήματος. Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να εργαστούν μέσα από διάφορες οδούς, ώστε να οδηγηθούν στη λύση

που αναζητούν, καθώς οι διαφορετικοί χαρακτήρες και τρόποι σκέψεις μπορούν να οδηγήσουν σε παραπάνω από μία οδό για τη σωστή επίλυση.

- Ένα μαθησιακό περιβάλλον που θέτει ως επίκεντρο του τον ίδιο το μαθητή. Ο μαθητής θα πρέπει να συμμετέχει σε μεγάλο βαθμό αρχικά στην επιλογή του θέματος που θα απασχοληθεί αργότερα και στη συνέχεια θα πρέπει να ωθείται να αναλαμβάνει πρωτοβουλίες που ο ίδιος σκέφτηκε. Μέσα από την καταγραφή κάθε του πράξης, ο ίδιος θα μπορέσει στο τέλος να παρατηρήσει τις σωστές και λανθασμένες αποφάσεις του και να στοχαστεί πάνω στα μαθησιακά αποτελέσματα στα οποία οδηγήθηκε.
- Η σωστή διαχείριση του χρόνου είναι ιδιαίτερα σημαντική. Ο χρόνος που απαιτείται όχι μόνο για την πραγματοποίηση του ρομποτικού τους έργου, αλλά και για τον έλεγχο, τον σχεδιασμό και την αναθεώρηση των κινήσεων τους θα πρέπει να είναι επαρκής για το κάθε άτομο ξεχωριστά.
- Ένας καινοτόμος τρόπος αξιολόγησης είναι απαραίτητος για έναν μία πρωτοποριακή διδασκαλία. Η αξιολόγηση πρέπει να είναι συχνή και από διάφορες πηγές, δηλαδή από τον ίδιο το μαθητή, τους συμμαθητές και τον εκπαιδευτικό. Σημαντικό είναι να καταγράφονται τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων ώστε μετά να γίνει η καλύτερη αυτοκριτική του ίδιου του μαθητή.

Κατά καιρούς βέβαια έχουν τεθεί διάφορα κριτήρια ή έχουν διαφοροποιηθεί τα στάδια ακόμα και οι ονομασίες τους, ειδικά για την χρήση των διαφόρων ρομποτικών.

#### **4.3 Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση**

Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, αν και είχε εμφανιστεί προσωρινά στο εκπαιδευτικό προσκήνιο τα προηγούμενα χρόνια, κατά τη δεκαετία του 1980 επανήλθε στη θεωρητική δομή διαφόρων διδασκαλιών. Μεγάλο ρόλο επέφερε η γνωστική-αναπτυξιακή ψυχολογία της Piaget, που αντικατέστησε την μιχελβιοριστική θεώρηση τόσο στο κοινωνικό πλαίσιο όσο και στην διδασκαλία του ίδιου του μαθητή.

Για να επιτύχει η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία, χρειάζεται φυσικά, οι μαθητές να χωριστούν σε ομάδες σύμφωνα με το πλάνο του εκπαιδευτικού τους, οι οποίες πρέπει να έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Περιορισμένο αριθμό μελών για καλύτερη κατανόηση του μαθήματος.
- Ανομοιογένεια στη σύνθεση της ομάδας ώστε να υπάρχει πληθώρα απόψεων.

- Συλλογική ευθύνη της ομάδας, αλλά ταυτόχρονα και ατομική (Ματσαγγούρας, 1998).

Ο διδάσκαλος βεβαία, οφείλει να δημιουργήσει ένα τέτοιο περιβάλλον ώστε οι ομάδες να έχουν διαρκή επικοινωνία και διαπροσωπικές σχέσεις ώστε να μην δημιουργηθεί ανεπιθύμητος ανταγωνισμός. Όλα τα παιδιά της ομάδας θα πρέπει να αντιληφθούν ότι είναι ίσα το ένα απέναντι στο άλλο και ότι μέσα από τη διαδικασία της συνεργασίας θα καταφέρουν να πετύχουν τους στόχους τους.

Μέσα από τη συνεχή συλλογική εξάσκηση λοιπόν, τα παιδιά αναπτύσσουν τις δεξιότητες τους. Οι βασικές επιπτώσεις της διδασκαλίας παρατηρούνται σε 3 τομείς, στην κοινωνική ζωή του παιδιού, την ψυχολογία του και το γνωστικό τομέας (Ματσαγγούρας, 1998).

Οι επιπτώσεις στον κοινωνικό τομέα είναι οι εξής:

- Η άμεση κοινωνικοποίηση του παιδιού, ιδιαίτερα στη σημερινή εποχή όπου το πλήθος των κοινωνικών προβλημάτων ολοένα και αυξάνεται και οι αντικοινωνικές συμπεριφορές αποτελούν πλέον συχνό ή ακόμα και φυσιολογικές συμπεριφορές.
- Η σχολική πειθαρχία βελτιώνεται και αναπτύσσεται καθώς τα κρούσματα ανυπακοής κατά τις σχολικές ώρες μειώνονται κατά την ελκυστική ομαδοσυνεργατική απασχόληση.
- Διερεύνηση της δημοκρατικής αρχής. Τα παιδιά στην ομάδα είναι ισάξια, και η κάθε ομάδα έχει τις ίδιες δυνατότητες με τις άλλες ομάδες. Ακόμα υφίσταται και η αρχή της πλειοψηφίας όταν η ομάδα θα έρθει σε σημείο να πάει κάποια απόφαση που δεν βρίσκει όλα τα μέλη σύμφωνα.

Όσο αφορά των ψυχολογικό τομέα, σύμφωνα με τους Johnson και Ahlgren το 1976, οι μαθητές έχουν μειωμένα επίπεδα άγχους καθώς αισθάνονται ανεξάρτητοι και υπεύθυνοι. Αυτό τους ωθεί στο να διατυπώσουν καλύτερα τη γνώμη τους μπροστά στους συμμαθητές και τους δασκάλους τους, και να επιχειρηματολογήσουν υπέρ της. Ακόμα το επίπεδο της αυτοεκτίμησης των μαθητών αυξάνονται, καθώς μέσα στην ομάδα μπορούν να δουν τον εαυτό τους από την σκοπιά των συμμαθητών τους. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με το γενικότερο κλίμα αποδοχής που ο δάσκαλος δημιουργεί καλλιεργούν το αίσθημα ασφάλειας στο παιδί (Elliot et all, 2008).

Τέλος, υπάρχουν οι επιπτώσεις στον γνωστικό τομέα. Η Piaget καθώς και άλλοι εκπαιδευτικοί και ψυχολόγοι θεωρούν τις ομαδικές εργασίες απαραίτητες ώστε το παιδί να φτάσει σε ένα ανώτερο επίπεδο γνώσης αλλά και σκέψης. Η επικοινωνία μέσα στην ομάδα αποτελεί ένα είδος στρατηγικής σκέψης, πράγμα το οποίο ο μαθητής εξασκεί μαζί με την κριτική του σκέψη και άλλες ικανότητες, όπως αυτή της ανάλυσης και της αξιολόγησης έργων δικών του αλλά και των συμμαθητών του.

Μεγάλη βελτίωση παρατηρείται και στον γλωσσικό πλούτο που επιφέρει η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία. Το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει λεκτική επικοινωνία με την ομάδα, τους υπόλοιπους μαθητές και τον δάσκαλο. Ακόμα και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων συνοδεύεται από μία λεκτική παρουσίαση.

Επομένως ο μαθητής μέσα από διερεύνηση και κατάλληλη χρήση του λεξιλογίου του μαθαίνει όχι μόνο νέες έννοιες και λέξεις αλλά και τον τρόπο και το περιβάλλον όπου πρέπει να χρησιμοποιούνται (Elliot et all, 2008).

Αναμενόμενο είναι η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία να επηρεάζει και την ακαδημαϊκή πορεία του μαθητή. Το μεγάλο πλήθος των αντιπαραθέσεων και των αλληλοσυγκρούσεων σε ό,τι αναφορά τις απόψεις των μαθητών:

- Καταδεικνύουν τις διάφορες παραμέτρους ενός προβλήματος που ένας μόνο μαθητής μπορεί να μην αντιλαμβανόταν.
- Ενδυναμώνουν το ενδιαφέρον τόσο για το θέμα της εργασίας όσο και για την συνομιλία με άλλους ανθρώπους που πιθανόν έχουν διαφορετικές απόψεις από τις δικές τους.
- Δίνουν τη δυνατότητα στο μαθητή να διατυπώσει τη δικιά του άποψη και λύση μέσα από μία συνθετική διαδικασία σκέψης και διερεύνησης.
- Δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να κάνει συσχετίσεις, υποθέσεις και επαλήθευσης της δικιάς του άποψης και σκέψης σε σχέση με των άλλων.

#### **4.4 Συνεργατική έρευνα δράσης**

Η έρευνα δράσης είναι ένας τύπος εκπαιδευτικής έρευνας που γίνεται από τους εκπαιδευτικούς μόνο ή σε συνεργασία με κάποια ερευνητική ομάδα. Οι εκπαιδευτικοί – ερευνητές, λοιπόν, προσπαθούν να αντιληφθούν την εκπαιδευτική γύρω τους, να εντοπίσουν τα θετικά και τα αρνητικά και να διαγνώσουν την οποιαδήποτε



δυσλειτουργία του συστήματος. Σημαντικότερο, όμως, έργο τους είναι οι διαδικασίες και οι τρόποι επίλυσης του προβλήματος το οποίο εντόπισαν.

Το είδος αυτής της έρευνας πρωτοεμφανίστηκε, αρχικά, μετά τη πρώτη μεταπολεμική περίοδο στις Η.Π.Α., ωστόσο εισήλθε στην εκπαίδευση στα τέλη του 1960. Διάφοροι ορισμοί για την εκπαιδευτική έρευνα δράσης έχουν δοθεί. Ένας είναι αυτός του Lomax το 1990 όπου λέει: «Η έρευνα δράσης είναι ένας τρόπος να ορίσουμε και να εφαρμόσουμε τη σχετική επαγγελματική ανάπτυξη. Έχει τη δυνατότητα να συνδυάσει μορφές συνεργασίας και συμμετοχής, οι οποίες αποτελούν μέρος της επαγγελματικής μας υπόστασης, αλλά σπάνια επιδρούν στην πρακτική μας. Η έρευνα δράσης ξεκινά σε μικρή κλίμακα με ένα πρόσωπο που επικεντρώνει την προσοχή του/της στην πρακτική του/της. Κερδίζει ορμή μέσω της εμπλοκής άλλων ατόμων ως συνεργατών. Εξαπλώνεται καθώς τα άτομα στοχάζονται πάνω στη φύση της συμμετοχής τους ορίζοντας ως βασική αρχή τους να μοιράζονται όλοι οι συμμετέχοντες την πρακτική που ακολουθεί ο καθένας. Μπορεί να καταλήξει στη διαμόρφωση μιας αυτοκριτικής κοινότητας: επαγγελματίες με διευρυνόμενες ικανότητες, με την καλύτερη έννοια του όρου».

Ωστόσο υπάρχουν κάποια βασικά κριτήρια για την εκπαιδευτική συνεργατική έρευνα δράσης:

- Ο συνεργατικός χαρακτήρας που την διέπει, αφού τόσο για την εύρεση της λύσης όσο και για την αλλαγή θα χρειαστεί η συνεισφορά των υπόλοιπων ερευνητών, των μαθητών, των άλλων δασκάλων, ακόμη και των γονέων.
- Ο συνδυασμός της θεωρίας και της πράξης. Η θεωρία δεν πρέπει να μένει απρόσιτη και ασύνδετη με την εκπαιδευτική πραγματικότητα αλλά να παίρνει πρακτική μορφή στην έρευνα και την επίλυση που θα δοθεί.
- Μία κυκλική διαδικασία η οποία είναι ατέρμονη. Οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να κατανοήσουν το πρόβλημα, στη συνέχεια προτείνουν μία λύση με σκοπό την αλλαγή και στη συνέχεια προχωράνε στη βελτίωση, δηλαδή της επίλυση κάποιας δυσλειτουργίας που βρήκαν στη λύση τους Έτσι ο κύκλος πρόβλημα-λύση-βελτίωση, δεν σταματάει ποτέ.
- Η προσαρμογή των εκπαιδευτικών θεωριών πάνω στην σημερινή πραγματικότητα. Οι εκπαιδευτικοί αναθεωρούν θεωρίες που έχουν ήδη ειπωθεί

δοκιμάζοντας τις στην πράξη, ώστε να τις προσαρμόσουν κατάλληλα για τις κατάλληλες συνθήκες και αλλαγές του σήμερα που υφίστανται στην εκπαίδευση.

- Οι ίδιοι οι εκπαιδευτική ή η ερευνητική ομάδα που συμμετέχουν σε μία συνεργατική έρευνα δράσης, αναπτύσσουν την ικανότητα κρίσης τους αλλά και την κριτική ματιά, επομένως βελτιώνονται και στον επαγγελματικό τους τομέα (Elliot, 1991).

#### 4.5 Περιπτωσιακή μελέτη

Η περιπτωσιακή μελέτη (Case study) αφορά μία συγκεκριμένη ομάδα ατόμων σε κάποιο συγκεκριμένο χαρακτηριστικό. Τέτοιου είδους μελέτες στοχεύουν στην ανάλυση των χαρακτηριστικών και των καταστάσεων της ζωής των ατόμων ώστε να μπορέσουν στη συνέχεια να γίνουν κάποιες γενικεύσεις στην ευρύτερη ζώνη που η ομάδα αυτή ανήκει. Δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην περίπτωση που εξετάζεται, η οποία συνήθως αποτελεί σπάνιο φαινόμενο, πράγμα που οδηγεί σε μικρή καθολικότητα της αλήθειας.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της είναι τα εξής:

- Η μελέτη γίνεται σε ένα αυστηρά ελεγχόμενο περιβάλλον, επομένως τα αποτελέσματα είναι ακριβή και ποιοτικά.
- Καθώς το δείγμα είναι συγκεκριμένο, μπορεί εύκολα να παρατηρηθεί η εξέλιξη κατά τη διάρκεια του χρόνου.
- Το μικρό δείγμα κάνει την έρευνα πιο εύκολη, γρήγορη επομένως και οικονομική.

Τα κύρια μειονεκτήματα της περιπτωσιολογίας είναι:

- Ακριβώς επειδή το δείγμα είναι μικρό δεν αντιπροσωπεύει πάντα το μεγαλύτερο σύνολο στο οποίο ανήκει.
- Το γεγονός ότι ψάχνουμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά/πλαίσια καθιστά την έρευνα αργή, επομένως τα αποτελέσματα μπορεί να μην είναι άμεσα διαθέσιμα.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι η μελέτη των περιπτώσεων αποτελεί μία «ψευδοεπιστημονική» μέθοδο καθώς βασίζεται κυρίως στις υποκειμενικές κρίσεις των ίδιων των ερευνητών. Ακόμα υπάρχουν αμφιβολίες για τη δυνατότητα γενίκευσης αποτελεσμάτων που προέρχονται από περιστασιακές έρευνες, αφού αμφισβητείται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Κυρίως τέτοιες μελέτες υφίστανται σε κάποια

ιδιάζουσα μορφή ομάδας, η οποία αν και αποτελεί ενδιαφέρον για πολλούς ερευνητές, δεν μπορεί να αντιπροσωπεύσει το όλο (Παρασκευόπουλος, 1993).

## **B) Περιγραφή της μεθοδολογίας της έρευνας**

### **Εισαγωγή**

Τα τρία σενάρια που υλοποιήθηκαν, δομήθηκαν σύμφωνα με τις ανάγκες εκπαιδευομένων που ανήκουν σε καθορισμένη ηλικιακή ομάδα και εκπαιδευτική βαθμίδα, αυτή της έκτης (ΣΤ') τάξης του δημοτικού. Όλες οι εκπαιδευτικές θεματικές ενότητες που αναλύονται αναφέρονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του δημοτικού και έγινε προσπάθεια ώστε τα σενάρια να μπορούν να εφαρμοστούν στη συγκεκριμένη εκπαιδευτική βαθμίδα.

Τα θέματα που αναδεικνύονται μέσα από τα εκπαιδευτικά σενάρια αφορούν κυρίως παρανοήσεις μεταξύ βασικών εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες, σύγχρονα ζητήματα όπου επιχειρείται η σύνδεση μεταξύ καθημερινότητας και επιστημονικής σκέψης και θέματα για τα οποία κρίνεται ότι οι εκπαιδευόμενοι θα έπρεπε να αλλάξουν τη στάση τους.

Πριν από την έναρξη της έρευνας δόθηκε και στα δύο τμήματα (τμήμα παρέμβασης και τμήμα ελέγχου) ένα ερωτηματολόγιο με σκοπό να γνωρίσουμε το προφίλ των συμμετεχόντων.

Στη συνέχεια, ενημερώθηκαν όλοι οι μαθητές για τη διαδικασία που θα ακολουθήσει και ξεκίνησε η έρευνα με τη συμπλήρωση του pre test και από τα δύο τμήματα. Η δομή και οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για τα δύο pre test ανταποκρίνονται άμεσα στους στόχους που θέλουμε να επιτευχθούν μετά το πέρας της μαθησιακής διαδικασίας.

Μετά από τη συμπλήρωση του πρώτου pre test, το οποίο αφορά στις ανανεώσιμες πηγές και μορφές ενέργειας, και συγκεκριμένα την ηλιακή και αιολική μορφή ενέργειας, ξεκίνησε η εκπαιδευτική παρέμβαση με την υλοποίηση του πρώτου εκπαιδευτικού σεναρίου στο τμήμα παρέμβασης, ενώ το τμήμα ελέγχου ακολούθησε την παραδοσιακή διδασκαλία, όπως αυτή προτείνεται, αποκλειστικά μέσα από το βιβλίο.

Έπειτα, προχωρήσαμε στην υλοποίηση του δεύτερου εκπαιδευτικού σεναρίου, το οποίο και πάλι διαπραγματευόταν την έννοια της ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών και μορφών ενέργειας, αλλά αυτή τη φορά επικεντρωθήκαμε στην αιολική ενέργεια.

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση και αυτού του εκπαιδευτικού σεναρίου, οι μαθητές και των δύο τμημάτων συμπλήρωσαν ατομικά το post test στην αίθουσα των υπολογιστών. Τα post test είχαν κατασκευαστεί σε ένα διαδικτυακό εργαλείο αξιολόγησης, το Socrative, που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν κουίζ και άλλες εκπαιδευτικές ασκήσεις για την τάξη τους, καθώς και να παρακολουθούν τις απαντήσεις τους σε πραγματικό χρόνο. Οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν για τα post test συνδέονται με τα pre test, έτσι ώστε να μπορέσουμε να καταγράψουμε τις διαφορές που προέκυψαν όσον αφορά τους μαθησιακούς στόχους.

Ακολούθησε η άμεση ανατροφοδότηση των μαθητών σχετικά με τα αποτελέσματά τους μέσα από μια ευχάριστη ομαδική δραστηριότητα. Οι μαθητές επέστρεψαν στην τάξη και στις ομάδες τους, όπου επανέλαβαν το ίδιο test στο Kahoot, το οποίο είναι ένα δωρεάν διαδικτυακό εργαλείο που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να δημιουργούν εύκολα και γρήγορα παιγνιώδη κουίζ με σκοπό την αξιολόγηση των μαθητών τους σε πραγματικό χρόνο τάξης. Το κουίζ προβλήθηκε στην τάξη και κάθε ομάδα απαντούσε μέσα από τη δική της συσκευή tablet.

Η ίδια πορεία που περιγράφηκε παραπάνω, ακολουθήθηκε και κατά την υλοποίηση του τρίτου εκπαιδευτικού σεναρίου. Σε αυτό το σενάριο ασχοληθήκαμε με της έννοια του φωτός και των χρωμάτων. Παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά σε μορφή ρέοντος κειμένου και τα τρία εκπαιδευτικά σενάρια.

#### **4.6 Υλοποίηση 1<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Η ηλιακή ενέργεια**

##### **4.6.1 Περιγραφή 1<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου**

Εκπαιδευτικό σενάριο 1: «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Ηλιακή ενέργεια»

Περιγραφή εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου

<b>Τίτλος του εκπαιδευτικού σεναρίου</b>
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
Η ηλιακή ενέργεια

### Εκπαιδευτικό πρόβλημα

Οι μαθητές έχουν διαμορφώσει ήδη αντιλήψεις με βάση τις αισθητηριακές τους εμπειρίες από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν από τις απόψεις της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής της εκδοχής. Η έννοια της ενέργειας, επειδή είναι αφηρημένη, δύσκολα προσεγγίζεται από τα παιδιά. Επιπρόσθετα, ιδιαίτερα ασαφές είναι στο μυαλό τους το γεγονός της διατήρησης της ενέργειας, καθώς και της μετατροπής της σε άλλες μορφές, αλλά και της εκμετάλλευσής της προς όφελος της ανθρώπινης κοινωνίας.

Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά ορισμένες εναλλακτικές ιδέες που έχουν αναπτύξει οι μαθητές:

- Η ενέργεια σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., 2000, σελ.259).
- Η ενέργεια είναι ένας αιτιακός παράγοντας που είναι αποθηκευμένος σε ορισμένα αντικείμενα (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., 2000, σελ.259).
- Η ενέργεια είναι κάτι που συνδέεται με τη δύναμη και την κίνηση (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V., 2000, σελ.259).
- Η ενέργεια καταναλώνεται ή φθίνει (Αντωνίου Α. <http://www.e-yliko.gr/PortalLibrary/Alternative%20students%20conceptions.pdf> ).
- Η ενέργεια καταστρέφεται καθώς μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη (Αντωνίου Α., <http://www.e-yliko.gr/PortalLibrary/Alternative%20students%20conceptions.pdf> )

Οι παραπάνω διαπιστώσεις ανέδειξαν την ανάγκη εναλλακτικών και παράλληλα πιο αποτελεσματικών μορφών διδασκαλίας πάνω στη συγκεκριμένη θεματολογία και αποτέλεσαν το έναυσμα για τη σχεδίαση και την υλοποίηση του παρόντος σεναρίου.

### Στόχοι εκπαιδευτικού σεναρίου

#### Γνώσεις:

Όσον αφορά τις γνώσεις που πρόκειται να αποκομίσουν από τη συγκεκριμένη

παρέμβαση, οι μαθητές καλούνται να:

- ανακτήσουν βασικές έννοιες, όπως ενέργεια, μορφές ενέργειας, πηγές ενέργειας, αρχή διατήρησης ενέργειας, μετατροπές ενέργειας.
- κατανοήσουν νέες έννοιες, όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ηλιακή ενέργεια.
- κατανοήσουν τη λειτουργία του ηλιακού αυτοκινήτου.
- γενικεύουν και συνδέουν την έννοια της ηλιακής με το ηλιακό αυτοκίνητο.
- αντιληφθούν ποιες είναι οι μορφές ενέργειας που εμπλέκονται στη λειτουργία του ηλιακού αυτοκινήτου και με ποιο τρόπο αυτές αξιοποιούνται.
- δημιουργούν κατασκευές που αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- συνδέουν νέες και παλαιές γνώσεις με εικόνες από την καθημερινότητα.
- διατυπώσουν υποθέσεις – εξηγήσεις σχετικά με την κατασκευή και τη λειτουργία του ηλιακού αυτοκινήτου.
- να επιχειρηματολογούν σχετικά με τα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειραματισμού στις κατασκευές τους.
- αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας.

#### **Δεξιότητες:**

Οι δεξιότητες που στοχεύει η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση να καλλιεργήσει στους μαθητές είναι να μπορούν:

- να παρατηρούν, να ερευνούν, να συγκρίνουν, να αναλύουν, να αξιολογούν ό,τι διαθέσιμο υλικό υπάρχει και να φτάνουν σε συμπεράσματα.
- να αλληλεπιδρούν και να συνεργάζονται εποικοδομητικά με τα μέλη μιας κοινότητας ή μιας ομάδας.
- να συνοψίζουν φυσικά φαινόμενα, να τα ερμηνεύουν και να τα συνδέουν με την καθημερινότητα.
- να εφαρμόζουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.
- να αναπτύσσουν την κριτική και τη δημιουργική σκέψη, να επιλύουν προβλήματα (αναλυτική σκέψη, αφαιρετική σκέψη, μοντελοποίηση λύσεων), να διαχειρίζονται τη νέα μάθηση, να αναπτύσσουν αυτενέργεια και να

αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες.

- να εργάζονται με φύλλα εργασίας με βάση την επιστημονική μέθοδο.
- να είναι σε θέση να διενεργούν μετρήσεις, να καταγράφουν και να συσχετίζουν δεδομένα.
- να είναι σε θέση να δημιουργούν πρωτότυπες κατασκευές με απλά σχέδια (prototyping).
- να δημιουργήσουν απλές και πιο σύνθετες κατασκευές με τα προτεινόμενα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής
- να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες προγραμματισμού (coding) του προγραμματιστικού περιβάλλοντος WeDo 2.0 (Block Programming).

### **Στάσεις:**

Μετά το πέρας του μαθησιακού σεναρίου τίθεται σαν στόχος, οι μαθητές να αποκτήσουν στάσεις όπως:

- η αναγνώριση της αξίας της διερευνητικής μεθόδου στην εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.
- η αξιολόγηση και η αξιοποίηση του διαθέσιμου υλικού.
- η εξοικείωση με την ομαδική εργασία και η διαπίστωση ότι η μάθηση είναι προϊόν συνεργατικής προσπάθειας.
- η εξοικείωση με τη μέθοδο εκπαίδευσης STEM.
- η ευαισθητοποίηση σε θέματα που σχετίζονται με τα ενεργειακά προβλήματα στη σύγχρονη εποχή.

## Χαρακτηριστικά και ανάγκες των μαθητών

### **Γνωστικά χαρακτηριστικά:**

Οι μαθητές έχουν τις απαραίτητες γνώσεις της Φυσικής που χρειάζονται για την εκπαιδευτική παρέμβαση (λόγω των μαθημάτων που έχουν προηγηθεί από το μάθημα της Φυσικής στα προηγούμενα κεφάλαια της ενότητας ενέργεια αλλά και στην Ε' δημοτικού). Επίσης, έχουν αρκετά καλή γνώση υπολογιστών (παρακολουθούν μαθήματα Τ.Π.Ε. από την Δ' Δημοτικού), και είναι εξοικειωμένοι με τη χρήση αρκετών λογισμικών αλλά και του διαδικτύου. Έχει προηγηθεί συζήτηση για την τάση και την ισχύ. Τέλος κατά τη διάρκεια της χρονιάς έχει χρησιμοποιηθεί η μέθοδος STEM, αλλά και η γλώσσα Scratch® και σε άλλα μαθήματα.

### **Ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά:**

Οι μαθητές αντιμετωπίζουν την αρχή διατήρησης της ενέργειας, καθώς και τις μετατροπές σε άλλες μορφές στην καθημερινότητα τους, με αποτέλεσμα το περιεχόμενο της παρέμβασης να τους είναι αρκετά οικείο. Ωστόσο, ενδέχεται να έχουν λανθασμένες αντιλήψεις, λόγω της παραδοσιακής διδασκαλίας των προ απαιτούμενων εννοιών στην παρούσα θεματολογία.

### **Δημογραφικά χαρακτηριστικά:**

Η συγκεκριμένη παρέμβαση αφορά μαθητές και των δύο φύλων, ηλικίας 11-12 ετών περίπου.

### **Ανάγκες των Μαθητών**

#### **• Ανάγκη Διερεύνησης:**

Ικανοποίηση της περιέργειας σχετικά με φαινόμενα που αντιμετωπίζουν καθημερινά. Αποφυγή αίσθησης άγνοιας για το τι συμβαίνει.

#### **• Ανάγκη Κατανόησης:**

Απόκτηση γνώσης ή κατανόηση του αντικειμένου. Αποφυγή παρανοήσεων, λανθασμένων αντιλήψεων ή αισθημάτων σύγχυσης.

#### **• Ανάγκη Ανάπτυξης Κριτικής & Δημιουργικής Σκέψης:**

Ενασχόληση με δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πρωτότυπη σκέψη, νέες ή ενδιαφέρουσες ιδέες. Αποφυγή συνηθισμένων τρόπων σκέψης.



- **Ανάγκη Ενεργού Συμμετοχής:**

Ενασχόληση με δραστηριότητες που μεγιστοποιούν τη συμμετοχή των μαθητών και απαιτούν ενεργό συμμετοχή στην μαθησιακή πορεία.

- **Ανάγκη Επικοινωνίας & Συνεργασίας:**

Ενασχόληση με δραστηριότητες που ενισχύουν την επικοινωνία και τη συνεργασία ανάμεσα στους μαθητές. Με την επικοινωνία και το διάλογο καλλιεργείται κλίμα δημιουργίας, κατανόησης και συνεργασίας.

- **Ανάγκη Σωστής Αξιολόγησης:**

Παροχή πλήρους και ακριβούς αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών είτε από τον εκπαιδευτικό είτε από τους συμμαθητές.

### **Εκπαιδευτική προσέγγιση**

#### **Εκπαιδευτικό σενάριο 1**

##### **«Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Ηλιακή ενέργεια»**

Στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση επιλέχθηκε το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο Schmidkunz και Lindemann (1992). Ουσιαστικά ακολουθείται η επιστημονική μεθοδολογία, η οποία είναι σύμφωνη με το πρόγραμμα σπουδών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και ταιριάζει απόλυτα στη ροή της μαθησιακής διαδικασίας. Οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά σε φύλλα εργασίας ακολουθώντας τα βασικά στάδια της επιστημονικής διερεύνησης:

- Ερέθισμα - Παρατήρηση
- Διατύπωση υποθέσεων
- Πειραματική Εφαρμογή
- Συμπεράσματα
- Γενίκευση

Η εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία επιτρέπει στους μαθητές την αυτόνομη διεύρυνση του γνωστικού τους υπόβαθρου.

## Εκπαιδευτικές δραστηριότητες

### Φάση 1<sup>η</sup> Ερέθισμα – Παρατήρηση

Αφού τα παιδιά χωριστούν σε 3 ομάδες, δίνεται στην καθεμία από ένα φύλλο εργασίας για την ηλιακή ενέργεια. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές παρατηρούν ένα έτοιμο αυτοκίνητο Lego, το οποίο κινείται με μπαταρίες.



*Εικόνα 11: Αυτοκίνητο Lego με μπαταρίες*

Έπειτα, καλούνται να συζητήσουν με την ομάδα τους και να απαντήσουν στα εξής ερωτήματα:

- Ποια πηγή ενέργειας πιστεύουν πως χρησιμοποιεί το αυτοκίνητο για την κίνησή του;
- Με ποιον τρόπο την αξιοποιεί για να κινηθεί;
- Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ή όχι;



*Εικόνα 12: Τα παιδιά συζητούν και καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους*

Οι ερωτήσεις αποσκοπούν στο να εξετάσουμε τις στάσεις που έχουν οι μαθητές απέναντι στην ενέργεια, στις πηγές και μορφές ενέργειας, σε ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές και μορφές ενέργειας.

Μέσα από τις απαντήσεις τους στοχεύουμε στο να αναδειχθεί η σύγχυση ανάμεσα στις έννοιες «πηγή» και «μορφή», καθώς και ανάμεσα στις «ανανεώσιμες» και «μη ανανεώσιμες» πηγές και μορφές ενέργειας.

Μόλις ολοκληρώσουν την καταγραφή των ιδεών τους, ακολουθεί συζήτηση στην τάξη η οποία λειτουργεί ως διαγνωστική αξιολόγηση για τις προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες που πιθανόν έχουν με τις έννοιες που αναφέραμε και παραπάνω. Οι ιδέες της κάθε ομάδας καταγράφονται στον διαδραστικό πίνακα με σκοπό να γίνει μια σύνοψη των ιδεών και των παρατηρήσεών τους, ώστε να συνεχίσουν έπειτα στη διατύπωση των ερευνητικών τους υποθέσεων. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 2<sup>η</sup> Διατύπωση υποθέσεων**

Στη συνέχεια οι ομάδες διατυπώνουν στα φύλλα εργασίας τις ερευνητικές τους υποθέσεις με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού και με γνώμονα τις παρατηρήσεις τους από την πρώτη δραστηριότητα. Καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με:

- Ποια άλλη πηγή ενέργειας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει το αυτοκίνητο για

να κινηθεί;

- Με ποιο τρόπο θα μπορούσε να την αξιοποιήσει για να κινηθεί;



*Εικόνα 13: Τα παιδιά σκέφτονται και διατυπώνουν τις υποθέσεις τους*

Οι ερωτήσεις έχουν ως στόχο οι μαθητές να στοχαστούν πάνω στις παρατηρήσεις τους και να σκεφτούν εναλλακτικούς τρόπους για την κίνηση του αυτοκινήτου, καταλήγοντας σε μια υλοποιήσιμη πρόταση, την οποία θα εφαρμόσουν στη συνέχεια. Αναμένουμε, καθώς έχει προηγηθεί συζήτηση για τις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές, οι ομάδες να προτείνουν τον ήλιο ως πηγής ενέργειας. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 3<sup>η</sup> Πειραματική εφαρμογή**

Εδώ οι μαθητές, αρχικά, σχεδιάζουν στο φύλλο εργασίας ένα μοντέλο αυτοκινήτου που θα αξιοποιεί την πρότασή τους και το παρουσιάζουν στην ολομέλεια της τάξης με σκοπό να συζητηθούν η λειτουργία του και τα χαρακτηριστικά του. Στη συνέχεια, το κατασκευάζουν έχοντας στη διάθεσή τους το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Simple & Powered Machines και Solar Energy Add-on pack και LEGO WeDO 2.0.



*Εικόνα 14: Τουβλάκια Lego για κατασκευή ηλιακού αυτοκινήτου*

Παράλληλα, πραγματοποιούν πειράματα ομαδικά για να ελέγξουν τις υποθέσεις τους και ταυτόχρονα καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στις αντίστοιχες ερωτήσεις που υπάρχουν στο φύλλο εργασίας.

Πιο αναλυτικά, η κάθε ομάδα σχεδιάζει ένα ηλιακό αυτοκίνητο, το οποίο θα κινείται με τη βοήθεια του ήλιου και συγκεκριμένα με τη χρήση ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου. Αφού το έχει σχεδιάσει στο χαρτί, ένας εκπρόσωπος κάθε φορά εξηγεί στην ολομέλεια της τάξης πώς ακριβώς θα λειτουργεί το μοντέλο. Σε αυτό το σημείο θέλουμε να δούμε πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται την έννοια του σχεδιασμού και κατά πόσο είναι εξοικειωμένοι στη δημιουργία πρωτότυπων κατασκευών με απλά σχέδια.



*Εικόνα 15: Τα παιδιά σχεδιάζουν το ηλιακό τους αυτοκίνητο*

Σε επόμενο βήμα, ξεκινούν την κατασκευή του ηλιακού αυτοκινήτου, έχοντας στη διάθεσή τους το πακέτο με τα Lego και τις οδηγίες, αλλά είναι ελεύθεροι να δημιουργήσουν το μοντέλο τους, όπως εκείνοι επιθυμούν. Ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο καθοδηγητικό και δεν παρεμβαίνει στο έργο των παιδιών, παρά μόνο αν προκύψει μεγάλη ανάγκη.



*Εικόνα 16: Τα παιδιά κατασκευάζουν το ηλιακό αυτοκίνητο*

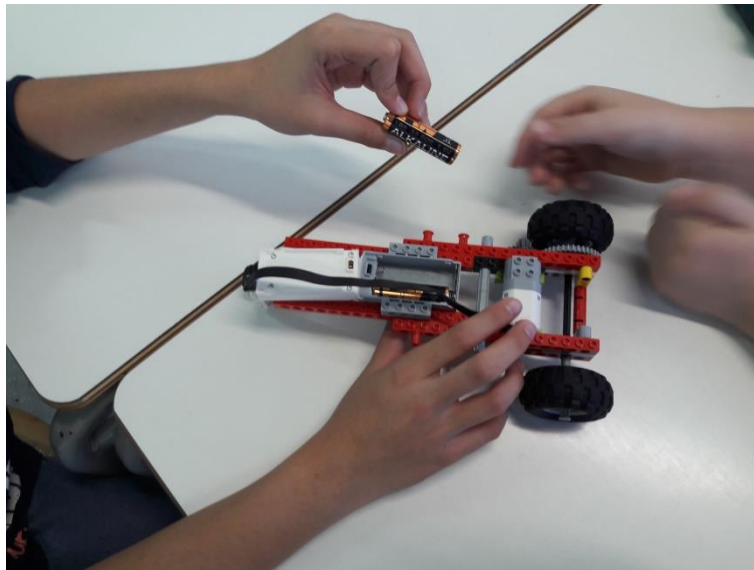
Μόλις ολοκληρώσουν την κατασκευή τους προχωρούν στα παρακάτω πειράματα:

- Μέτρηση και καταγραφή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται με τη χρήση του φωτοβολταϊκού στοιχείου και του μετρητή ενέργειας.



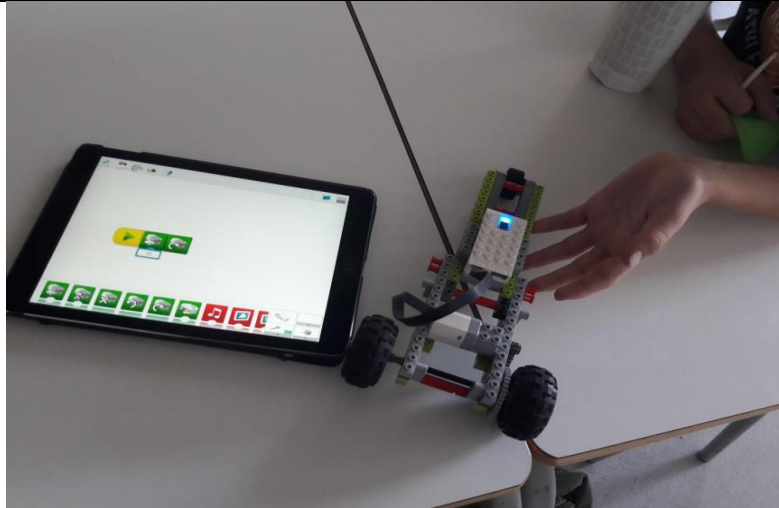
*Εικόνα 17: Φωτοβολταϊκό στοιχείο και μετρητής*

- Σύγκριση της μέτρησής τους με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από την εναλλακτική πηγή ενέργειας (μπαταρίες) και καταγραφή των παρατηρήσεών τους.



*Εικόνα 18: Παρατήρηση της ενέργειας της μπαταρίας*

- Προγραμματισμός του ηλιακού αυτοκινήτου με σκοπό να διασχίσει απόσταση ενός μέτρου και μέτρηση και καταγραφή του χρόνου που κάνει για να ολοκληρώσει τη διαδρομή.



*Εικόνα 19: Προγραμματισμός ηλιακού αυτοκινήτου*

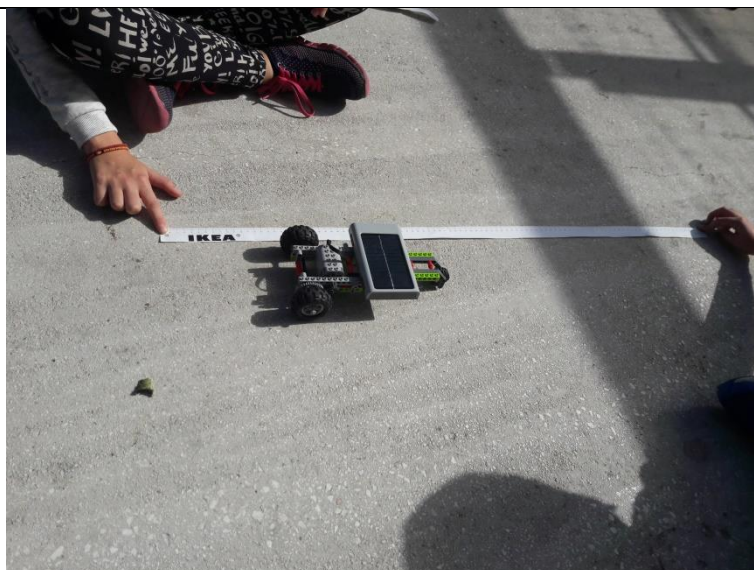
- Μέτρηση και καταγραφή του χρόνου που κάνει για να διασχίσει απόσταση ενός μέτρου το ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο με μπαταρίες.



*Εικόνα 20: Τα παιδιά μετρούν και καταγράφουν τον χρόνο που κάνει το ηλεκτροκίνητο αυτοκίνητο με μπαταρίες.*

- Σύγκριση της απόδοσης του ηλιακού αυτοκινήτου με το αντίστοιχο ηλεκτροκίνητο με μπαταρίες.





*Εικόνα 21: Τα παιδιά μετρούν και συγκρίνουν την απόδοση του ηλιακού αυτοκινήτου με την απόδοση του ηλεκτροκίνητου με μπαταρίες*

Έπειτα από τα πειράματα οι ομάδες με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ξεκινούν τη συζήτηση στην τάξη σχετικά με τις καταγραφές που προέκυψαν. Ταυτόχρονα έχουν στη διάθεση τους τα tablet προκειμένου να αναζητήσουν πληροφορίες σχετικά με το θέμα της ηλιακής ενέργειας.

Μέσα από όλους τους παραπάνω πειραματισμούς στοχεύουμε στο να κατανοήσουν οι μαθητές πώς μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως ο ήλιος, μπορεί να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο και να προσφέρει θετικά αποτελέσματα. Ακόμη, μας ενδιαφέρει να γνωρίσουν το φωτοβολταϊκό στοιχείο και τον τρόπο που λειτουργεί, καθώς και ποια πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα μπορεί να έχει η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. (Διάρκεια: 90 λεπτά)

#### **Φάση 4<sup>η</sup> Συμπεράσματα**

Με την ολοκλήρωση της φάσης του πειραματισμού και της αναζήτησης πληροφοριών σχετικά με την ηλιακή ενέργεια, οι ομάδες προχωρούν στην εξαγωγή των τελικών τους συμπερασμάτων, τα οποία τα καταγράφουν στο φύλλο εργασίας.

Η σύνοψη αφορά στην καταγραφή συμπερασμάτων έπειτα από τη σύγκριση της απόδοσης των δύο οχημάτων και ακολουθεί συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης.

Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιείται από τους μαθητές σε κάθε ομάδα χωρίς τη

βοήθεια του εκπαιδευτικού καθώς αυτός θα παρέμβει συμβουλευτικά στο επόμενο βήμα, όπου θα ελέγξουν μέσα από συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, την ορθότητα των συμπερασμάτων τους.

Κάθε ομάδα παρουσιάζει τα συμπεράσματά της, τα οποία καταγράφονται και στον διαδραστικό πίνακα, με σκοπό στην επόμενη φάση να προκύψει μια γενίκευση και σύνδεση με παραδείγματα από την καθημερινότητά τους.

Οι ομάδες ελέγχουν τις συνοψισμένες καταγραφές που μόλις πραγματοποίησαν στο φύλλο εργασίας και όπου χρειάζεται διορθώνουν. (Διάρκεια: 25 λεπτά)

### **Φάση 5<sup>η</sup> Γενίκευση**

Στην τελευταία φάση του φύλλου εργασίας επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων. Οι μαθητές, λοιπόν, στοχάζονται και προσπαθούν να συνδέσουν τα συμπεράσματά τους με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.

Καταγράφουν τους προβληματισμούς τους και τις προτάσεις και στη συνέχεια οι ομάδες με συντονιστή τον εκπαιδευτικό ξεκινούν μια συζήτηση στην οποία παρουσιάζουν τις τελικές τους γενικεύσεις.

Η γενίκευση των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν με την πειραματική διερεύνηση δίνει τη διάσταση της ευρύτητας του φαινομένου και δημιουργεί παράλληλα ευκαιρίες για ασυνείδητη ανάκληση του συμπεράσματος, στο οποίο οι μαθητές κατέληξαν στο σχολικό περιβάλλον, κάθε φορά που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή την εφαρμογή με την οποία το συμπέρασμα συνδέθηκε.

Τέλος, εντοπίζουν τυχόν δυσκολίες που αντιμετώπισαν σε όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και προτείνουν βελτιώσεις για να γίνει η διαδικασία πιο εύκολη και αποτελεσματική. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Ρόλοι εκπαιδευτή και εκπαιδευομένων**

Στην παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση το κέντρο ελέγχου αλλάζει, με τους μαθητές να βρίσκονται πλέον στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας (που όμως δεν παύουν να διευκολύνονται και να στηρίζονται από το εκπαιδευτικό πλαίσιο). Έτσι, ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση επικεντρώνεται στα

ακόλουθα:

- Να δομήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον, το οποίο θα ενεργοποιήσει την προηγούμενη σχηματική γνώση, το ενδιαφέρον, την παρατήρηση, την περιέργεια, την ανησυχία αλλά και την αμφιβολία και να θέσει τη μάθηση ως ιδιαίτερο και προσωπικό «πρόβλημα» των μαθητών.
- Να παρουσιάσει στους μαθητές τους στόχους προς επίτευξη και τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα από την παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση.
- Να αναζητήσει, να επιλέξει και να οργανώσει το υλικό.
- Να παρουσιάσει και να αναθέσει το υλικό στους μαθητές.
- Να παρακινήσει τους μαθητές να υποβάλλουν ερωτήσεις σχετικές με παρανοήσεις που υπάρχουν, καθώς επίσης και να συμμετέχουν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία.
- Να βοηθάει τους μαθητές σ' αυτή τη διαδικασία δίνοντάς τους την απαραίτητη καθοδήγηση για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων.
- Να υποστηρίζει τους μαθητές σε τεχνικά, διαδικαστικά ή άλλης φύσεως προβλήματα που μπορεί να προκύψουν.
- Να αξιολογήσει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και πληρότητα την ατομική και ομαδική επίδοση των μαθητών του.

**Ο ρόλος των εκπαιδευομένων ως μέλη μίας ομάδας είναι:**

- Να είναι συνεπής στα καθήκοντα τους, συμμετέχοντας ενεργά σε όλα τα στάδια της εκπαιδευτικής παρέμβασης.
- Να μελετούν προσεκτικά τα θέματα που έχει ορίσει ο εκπαιδευτικός.
- Μέσω της επικοινωνίας/συνεργασίας με τους υπόλοιπους συμμαθητές, να συζητούν ό,τι διάβασαν, να σχολιάζουν ό,τι παρατηρούν γύρω τους, να ακούν τις γνώμες των άλλων και να καταθέτουν τεκμηριωμένα τις απόψεις τους. Έτσι εμβαθύνουν στο θέμα περισσότερο, λύνουν τυχόν απορίες μεταξύ τους και φτάνουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή την κατανόηση του θέματος προς επεξεργασία.

- Να αναζητούν και οι ίδιοι επιπρόσθετες πληροφορίες, είτε με την παρατήρηση είτε με την αναζήτηση πληροφοριών.
- Να κρατούν σημειώσεις, να καταγράφουν απορίες και ερωτήσεις.
- Να καταλήγουν σε συμπεράσματα, είτε ατομικά είτε λειτουργώντας συνεργατικά και να αναλαμβάνουν τη συγγραφή εργασιών που έχει θέσει ο εκπαιδευτικός.
- Να λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία αξιολόγησης (μέσω της αυτό-αξιολόγησης και έτερο-αξιολόγησης).

### Εργαλεία – υπηρεσίες και πόροι

#### Hardware

- Διαδραστικός πίνακας
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
- Tablet
- Πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Simple & Powered Machines και Solar Energy Add-on pack και LEGO WeDO 2.0

#### Software

- Socrative
- Kahoot
- Browser (Mozilla Firefox, Google Chrome)
- Power Point

#### Resources

- Βίντεο
- Έντυπο υλικό που έχει προετοιμάσει ο εκπαιδευτής

## 4.7 Υλοποίηση 2<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Η αιολική ενέργεια

### 4.7.1 Περιγραφή 2<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή του 2<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου πρέπει να σημειώσουμε ότι το δεύτερο σενάριο αποτελεί ουσιαστικά συνέχεια του πρώτου και για τον λόγο αυτό θα παραλείψουμε:

- Το εκπαιδευτικό πρόβλημα
- Τα χαρακτηριστικά και οι ανάγκες των μαθητών
- Η εκπαιδευτική προσέγγιση
- Οι ρόλοι του εκπαιδευτή και των εκπαιδευομένων

Τα παραπάνω εξακολουθούν να είναι τα ίδια.

Εκπαιδευτικό σενάριο 2: «Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Αιολική ενέργεια»

Περιγραφή εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου

<b>Τίτλος του εκπαιδευτικού σεναρίου</b>
Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: Η αιολική ενέργεια
<b>Στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου</b>
<b>Γνώσεις:</b> Οι γνώσεις που πρόκειται να αποκομίσουν οι μαθητές από τη συγκεκριμένη παρέμβασή αφορούν την: <ul style="list-style-type: none"><li>• ανάκτηση βασικών εννοιών, όπως ενέργεια, μορφές ενέργειας, πηγές ενέργειας, αρχή διατήρησης ενέργειας, μετατροπές ενέργειας.</li><li>• κατανόηση νέων εννοιών, όπως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η αιολική ενέργεια.</li><li>• κατανόηση λειτουργίας ανεμογεννήτριας.</li><li>• γενίκευση και σύνδεση της έννοιας της αιολικής ενέργειας με τον ανεμόμυλο και την ανεμογεννήτρια.</li></ul>

- αντίληψη των μορφών ενέργειας που εμπλέκονται στη λειτουργία της ανεμογεννήτριας και με ποιο τρόπο αυτές αξιοποιούνται.
- δημιουργία κατασκευών που αξιοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- σύνδεση νέων και παλαιών γνώσεων με εικόνες από την καθημερινότητα.
- διατύπωση υποθέσεων – εξηγήσεις σχετικά με την κατασκευή και τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας.
- έλεγχος των δυνατοτήτων επιχειρηματολογίας των μαθητών σχετικά με τα συμπεράσματα στα οποία οδηγήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειραματισμού στις κατασκευές τους.
- αναγνώριση των πλεονεκτημάτων και τα μειονεκτημάτων των ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας.

#### **Δεξιότητες:**

Οι δεξιότητες που στοχεύει η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση να καλλιεργήσει στους μαθητές είναι να μπορούν:

- να παρατηρούν, να ερευνούν, να συγκρίνουν, να αναλύουν, να αξιολογούν ότι διαθέσιμο υλικό υπάρχει και να φτάνουν σε συμπεράσματα.
- να αλληλεπιδρούν και να συνεργάζονται εποικοδομητικά με τα μέλη μιας κοινότητας ή μιας ομάδας.
- να συνοψίζουν φυσικά φαινόμενα, να τα ερμηνεύουν και να τα συνδέουν με την καθημερινότητα.
- να εφαρμόζουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.
- να αναπτύσσουν την κριτική και τη δημιουργική σκέψη, να επιλύουν προβλήματα (αναλυτική σκέψη, αφαιρετική σκέψη, μοντελοποίηση λύσεων), να διαχειρίζονται τη νέα μάθηση, να αναπτύσσουν αυτενέργεια και να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες.
- να εργάζονται με φύλλα εργασίας με βάση την επιστημονική μέθοδο

- να είναι σε θέση να διενεργούν μετρήσεις, να καταγράφουν και να συσχετίζουν δεδομένα
- να είναι σε θέση να δημιουργούν πρωτότυπες κατασκευές με απλά σχέδια (prototyping)
- να δημιουργήσουν απλές και πιο σύνθετες κατασκευές με τα προτεινόμενα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής
- να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες προγραμματισμού (coding) του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch® for WeDo 2.0.
- να συνδέουν τη γλώσσα Scratch με το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego WeDo 2.0
- να χρησιμοποιούν τα ειδικά block προγραμματισμού για έλεγχο του κινητήρα και των αισθητήρων του πακέτου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego WeDo 2.0 μέσα από το περιβάλλον της γλώσσας Scratch.
- να συνδέουν την έννοια του προγραμματισμού με την έννοια του αυτοματισμού.

### **Στάσεις:**

Μετά το πέρας του μαθησιακού σεναρίου τίθεται σαν στόχος, οι μαθητές να αποκτήσουν στάσεις όπως:

- η αναγνώριση της αξίας της διερευνητικής μεθόδου στην εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.
- η αξιολόγηση και η αξιοποίηση του διαθέσιμου υλικού.
- η εξοικείωση με την ομαδική εργασία και η διαπίστωση ότι η μάθηση είναι προϊόν συνεργατικής προσπάθειας.
- η εξοικείωση με τη μέθοδο εκπαίδευσης STEM.
- η ευαισθητοποίηση σε θέματα που σχετίζονται με τα ενεργειακά προβλήματα στη σύγχρονη εποχή.

## Εκπαιδευτικές δραστηριότητες

### Φάση 1<sup>η</sup> Ερέθισμα – Παρατήρηση

Τα παιδιά και σε αυτό το σενάριο διατηρούν τις 3 ομάδες και δίνεται στην καθεμία από ένα φύλλο εργασίας για την αιολική ενέργεια. Σε αυτή τη φάση οι μαθητές παρατηρούν ένα βίντεο σχετικά με το ιστοφόρο <https://www.youtube.com/watch?v=DBUOuTAWO3A>



*Εικόνα 22: Τα παιδιά παρατηρούν το βίντεο με τα ιστοφόρα*

Έπειτα, καλούνται να συζητήσουν με την ομάδα τους και να απαντήσουν στα εξής ερωτήματα:

- Ποια πηγή ενέργειας πιστεύουν πως χρησιμοποιεί το ιστοφόρο για την κίνησή του;
- Με ποιον τρόπο την αξιοποιεί για να κινηθεί;
- Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ή όχι;

Με το εισαγωγικό ερέθισμα επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί (αιολική ενέργεια) και η αναγωγή του σε πρόβλημα που θα διερευνηθεί πειραματικά.

Μέσα από τις ερωτήσεις και από τις απαντήσεις των μαθητών στοχεύουμε και πάλι στην ανάδειξη της προϋπάρχουσας γνώσης για τις εμπλεκόμενες έννοιες της



Φυσικής αλλά και στον εντοπισμό ενδεχόμενων πρώιμων αντιλήψεων.

Μόλις ολοκληρώσουν την καταγραφή των ιδεών τους, ακολουθεί συζήτηση στην τάξη η οποία λειτουργεί ως διαγνωστική αξιολόγηση για τις προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες που πιθανόν έχουν με την έννοια της αιολικής ενέργειας. Οι ιδέες της κάθε ομάδας καταγράφονται στον διαδραστικό πίνακα με σκοπό να γίνει μια σύνοψη των ιδεών και των παρατηρήσεών τους, ώστε να συνεχίσουν έπειτα στη διατύπωση των ερευνητικών τους υποθέσεων. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 2<sup>η</sup> Διατύπωση υποθέσεων**

Έπειτα, οι ομάδες διατυπώνουν στα φύλλα εργασίας τις ερευνητικές τους υποθέσεις με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού και με γνώμονα τις παρατηρήσεις τους από την πρώτη δραστηριότητα. Καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά:

- Με ποιους άλλους τρόπους θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας από τους ανθρώπους;

Η ερώτηση έχει ως στόχο οι μαθητές να στοχαστούν πάνω στις παρατηρήσεις τους και να σκεφτούν εναλλακτικούς τρόπους εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας από τον άνθρωπο, καταλήγοντας σε μια υλοποιήσιμη πρόταση, την οποία θα εφαρμόσουν στη συνέχεια. Αναμένουμε, καθώς έχει προηγηθεί συζήτηση για την αιολική ενέργεια, οι ομάδες να προτείνουν τον ανεμόμυλο και την ανεμογεννήτρια. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 3<sup>η</sup> Πειραματική εφαρμογή**

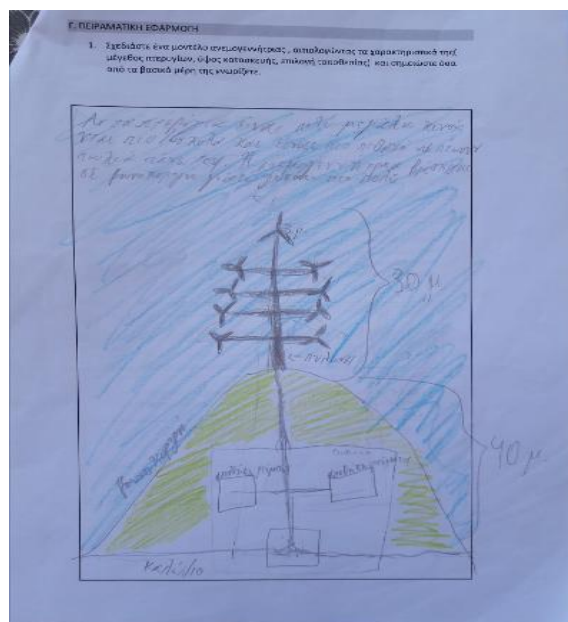
Εδώ οι μαθητές, αρχικά, σχεδιάζουν στο φύλλο εργασίας ένα μοντέλο ανεμογεννήτριας που θα αξιοποιεί την πρότασή τους και το παρουσιάζουν στην ολομέλεια της τάξης, αιτιολογώντας τα χαρακτηριστικά της (μέγεθος πτερυγίων, ύψος κατασκευής, επιλογή τοποθεσίας) και αναφέροντας όσα από τα βασικά της μέρη γνωρίζουν.

Έχουμε ως πρώτο μας στόχο να συζητηθούν η λειτουργία της ανεμογεννήτριας, οι παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία της αλλά και τα βασικά της μέρη.

Στη συνέχεια, την κατασκευάζουν έχοντας στη διάθεσή τους το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Education Renewable Energy Add-on Set. Παράλληλα, πραγματοποιούν πειράματα ομαδικά για να ελέγξουν τις υποθέσεις

τους και ταυτόχρονα καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στις αντίστοιχες ερωτήσεις που υπάρχουν στο φύλλο εργασίας.

Πιο αναλυτικά, η κάθε ομάδα σχεδιάζει στο χαρτί την ανεμογεννήτριά της, επιλέγοντας μια συγκεκριμένη τοποθεσία( βουνό, λόφο ή θάλασσα), το μέγεθός της, τον αριθμό των πτερυγίων της, αλλά και καταγράφοντας όσα από τα βασικά της μέρη γνωρίζει. Αφού την έχει σχεδιάσει στο χαρτί, ένας εκπρόσωπος κάθε φορά εξηγεί στην ολομέλεια της τάξης πώς ακριβώς θα λειτουργεί το μοντέλο, αλλά και αιτιολογεί, όσο μπορεί, την επιλογή των χαρακτηριστικών της (μέγεθος πτερυγίων, ύψος κατασκευής, επιλογή τοποθεσίας) και αναφέρει όσα από τα βασικά της μέρη γνωρίζει.



**Εικόνα 23: Prototyping ανεμογεννήτριας**

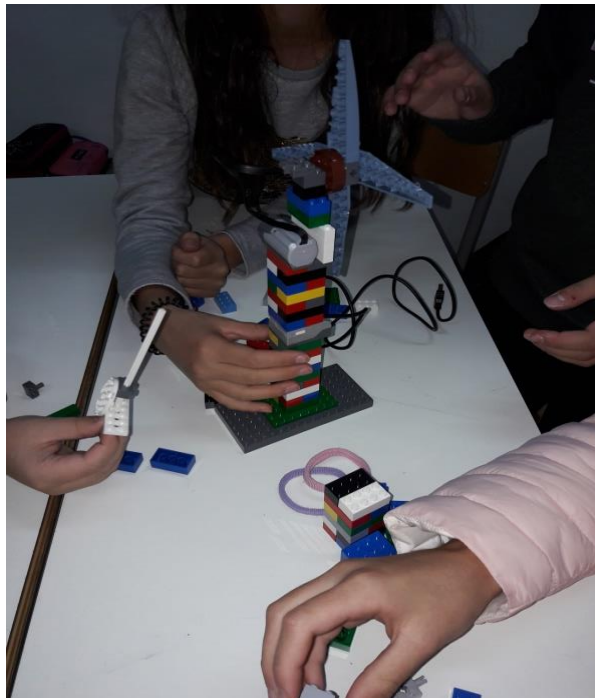
Σε αυτό το σημείο θέλουμε να δούμε πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονται την έννοια του σχεδιασμού και κατά πόσο είναι εξοικειωμένοι με τη δημιουργία πρωτότυπων κατασκευών με απλά σχέδια. Επίσης, θέλουμε να δούμε κατά πόσο γνωρίζουν τον τρόπο λειτουργίας της ανεμογεννήτριας, τους παράγοντες που επηρεάζουν την λειτουργία της, αλλά και τα βασικά της μέρη.

Πριν ξεκινήσουν την κατασκευή και τους πειραματισμούς ζητάμε από κάθε ομάδα να αναζητήσει πληροφορίες για τα τρία πράγματα που έχουμε αναφέρει παραπάνω. Έτσι, η πρώτη ομάδα ασχολείται με τη λειτουργία των ανεμογεννητριών, η δεύτερη με τους παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας της και κατ' επέκταση

την απόδοσή της και η τρίτη με τα μέρη της. Η δραστηριότητα αυτή γίνεται στην τάξη με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και οι ομάδες αποθηκεύουν σε ένα αρχείο όσες πληροφορίες θεωρούν πως είναι σημαντικές ώστε να τις μοιραστούν στην ολομέλεια της τάξης.

Μετά την ολοκλήρωση της αναζήτησης των πληροφοριών η κάθε ομάδα παρουσιάζει τις πληροφορίες της, οι οποίες και καταγράφονται συγκεντρωτικά στον διαδραστικό πίνακα. Ακολουθεί συζήτηση με την κατεύθυνση του εκπαιδευτικού και διευκρινίζονται τυχόν απορίες.

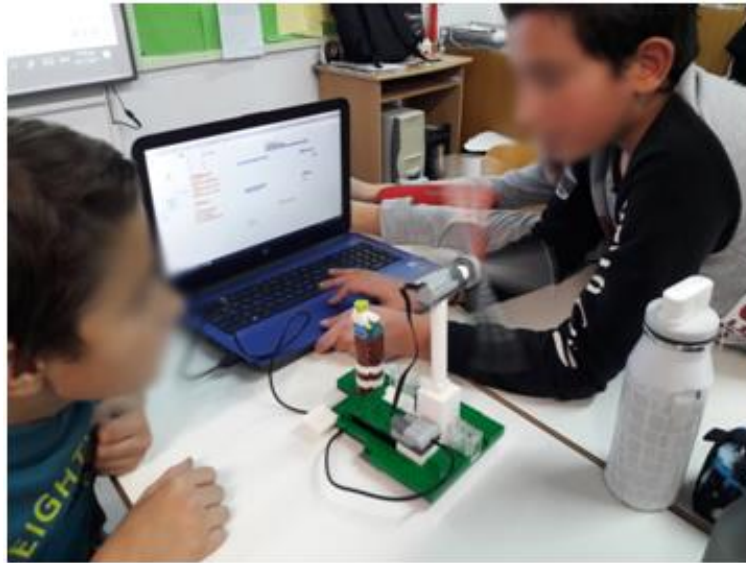
Σε επόμενο βήμα, ξεκινούν την κατασκευή της ανεμογεννήτριας, έχοντας στη διάθεσή τους το πακέτο με τα Lego, αλλά αυτή τη φορά δεν υπάρχουν οδηγίες και είναι ελεύθεροι να δημιουργήσουν το μοντέλο τους, όπως εκείνοι επιθυμούν, επιλύοντας όποιο πρόβλημα προκύψει. Ο εκπαιδευτικός έχει ρόλο καθοδηγητικό και δεν επεμβαίνει στο έργο των παιδιών, παρά μόνο αν προκύψει μεγάλη ανάγκη.



*Εικόνα 24: Τα παιδιά κατασκευάζουν την ρομποτική ανεμογεννήτρια*

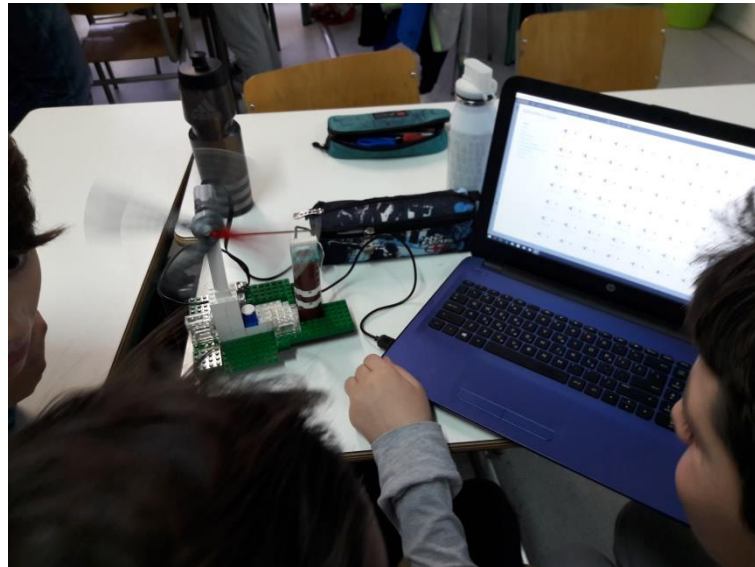
Μόλις ολοκληρώσουν την κατασκευή τους προχωρούν στα παρακάτω πειράματα:

- Προγραμματισμός της ανεμογεννήτριας έτσι ώστε να κινείται 5 δευτερόλεπτα προς τα δεξιά και 5 προς τα αριστερά.



*Εικόνα 25: Προγραμματισμός περιστροφής της ρομποτικής ανεμογεννήτριας*

- Προγραμματισμός της ανεμογεννήτριας, έτσι ώστε να παράγει κάποιον ήχο κατά την περιστροφή της.



*Εικόνα 26: Προγραμματισμός παραγωγής ήχου κατά την περιστροφή των πτερυγίων της ρομποτικής ανεμογεννήτριας*

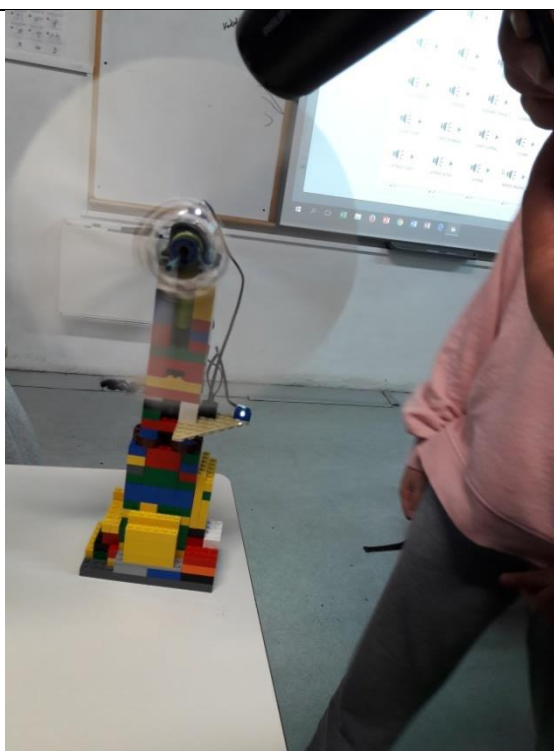
- Τοποθέτηση του ανεμιστήρα (πιστολάκι στεγνώματος) σε απόσταση περίπου μισού μέτρου από την ανεμογεννήτρια στη χαμηλή σκάλα, μέτρηση και καταγραφή της ισχύος και της τάσης που αναγράφονται στον μετρητή.
- Αύξηση της έντασης του ανεμιστήρα στην επόμενη σκάλα, μέτρηση και καταγραφή της ισχύος και της τάσης που αναγράφονται στον μετρητή.

- Αύξηση της έντασης του ανεμιστήρα στη μέγιστη ισχύ του και τοποθέτησή του σε αρκετά κοντινή απόσταση από την ανεμογεννήτρια, μέτρηση και καταγραφή των τιμών του μετρητή
- Αφαίρεση ενός πτερυγίου από την ανεμογεννήτρια και επανάληψη της μέτρησης και καταγραφής της απόδοσης της ανεμογεννήτριας.



*Εικόνα 27: Τα παιδιά μετρούν την απόδοση της ρομποτικής ανεμογεννήτριας*

- Τοποθέτηση της λάμπας στην ρομποτική ανεμογεννήτρια και λειτουργία του ανεμιστήρα στις τρεις σκάλες με σκοπό να ανάψει το λαμπάκι.
- Σύγκριση όλων των μετρήσεων που έγιναν παραπάνω σχετικά με την απόδοση της ανεμογεννήτριας.
- Καταγραφή του είδους της ενέργειας που αξιοποιεί η ανεμογεννήτρια και του είδους που την μετατρέπει.



*Εικόνα 28: Τα παιδιά με τη βοήθεια του αέρα κάνουν το λαμπάκι να ανάψει*

Έπειτα από τα πειράματα οι ομάδες με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ξεκινούν τη συζήτηση στην τάξη σχετικά με τις καταγραφές που προέκυψαν.

Μέσα από όλους τους παραπάνω πειραματισμούς στοχεύουμε στο να κατανοήσουν οι μαθητές πώς μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως είναι ο άνεμος, μπορεί να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο και να προσφέρει θετικά αποτελέσματα. Ακόμη, μας ενδιαφέρει να γνωρίσουν την ανεμογεννήτρια και τον τρόπο που λειτουργεί, τους περιορισμούς που υπάρχουν στη χρήση της, καθώς και ποια πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα μπορεί να έχει η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. (Διάρκεια: 135 λεπτά)

#### **Φάση 4<sup>η</sup> Συμπεράσματα**

Με την ολοκλήρωση όλων των παραπάνω πειραμάτων οι ομάδες προχωρούν στην εξαγωγή των τελικών τους συμπερασμάτων, τα οποία και καταγράφουν στο φύλλο εργασίας.

Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιείται από τους μαθητές σε κάθε ομάδα χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού, καθώς αυτός θα παρέμβει διορθωτικά στο επόμενο

βήμα, όπου θα ελέγξουν μέσα από συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης την ορθότητα των συμπερασμάτων τους.

Η συζήτηση που ακολουθεί αφορά στην καταγραφή συμπερασμάτων έπειτα από τη σύγκριση της απόδοσης όλων των τιμών του μετρητή της ανεμογεννήτριας.

Κάθε ομάδα παρουσιάζει τα συμπεράσματά της, τα οποία καταγράφονται και στον διαδραστικό πίνακα, με σκοπό στην επόμενη φάση να προκύψει μια γενίκευση και σύνδεση με παραδείγματα από την καθημερινότητά τους.

Οι ομάδες ελέγχουν τις συνοψισμένες καταγραφές που μόλις πραγματοποίησαν στο φύλλο εργασίας και όπου χρειάζεται διορθώνουν. (Διάρκεια: 25 λεπτά)

### **Φάση 5<sup>η</sup> Γενίκευση**

Στην τελευταία φάση του φύλλου εργασίας επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων. Οι μαθητές, λοιπόν, στοχάζονται και προσπαθούν να συνδέσουν τα συμπεράσματά τους με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.

Καταγράφουν τους προβληματισμούς τους και τις προτάσεις και στη συνέχεια οι ομάδες με συντονιστή τον εκπαιδευτικό ξεκινούν μια συζήτηση στην οποία παρουσιάζουν τις τελικές τους γενικεύσεις.

Η γενίκευση των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν με την πειραματική διερεύνηση, με όσο το δυνατόν περισσότερες εφαρμογές, δίνει τη διάσταση της ευρύτητας του φαινομένου και δημιουργεί παράλληλα ευκαιρίες για ασυνείδητη ανάκληση του συμπεράσματος, στο οποίο οι μαθητές κατέληξαν στο σχολικό περιβάλλον, κάθε φορά που οι μαθητές αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή την εφαρμογή με την οποία το συμπέρασμα συνδέθηκε.

Τέλος, εντοπίζουν τυχόν δυσκολίες που αντιμετώπισαν σε όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και προτείνουν βελτιώσεις για να γίνει η διαδικασία πιο εύκολη και αποτελεσματική.

(Διάρκεια: 20 λεπτά)

**Hardware**

- Διαδραστικός πίνακας
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
- Tablet
- Στεγνωτήρας μαλλιών
- Πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO Simple & Powered Machines και Solar Energy Add-on pack

**Software**

- Socrative
- Kahoot
- Browser (Mozilla Firefox, Google Chrome)
- Power Point
- Scratch for WeDO 2.0

**Resources**

- Βίντεο
- Έντυπο υλικό που έχει προετοιμάσει ο εκπαιδευτής

**4.8 Υλοποίηση 3<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου: Φως και Χρώματα**

**4.8.1 Περιγραφή 3<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου**

Πριν προχωρήσουμε στην περιγραφή του 3<sup>ου</sup> εκπαιδευτικού σεναρίου πρέπει να σημειώσουμε ότι το τρίτο σενάριο διαπραγματεύεται, ουσιαστικά, μια εντελώς καινούρια έννοια, όπως είναι το φως για τα παιδιά. Για τον λόγο αυτό αφιερώθηκε πριν την πειραματική εφαρμογή μια διδακτική ώρα με θεωρία και δραστηριότητες από το σχολικό εγχειρίδιο που επικεντρώνονταν στη λειτουργία του ματιού. Επίσης χρειάστηκε να γίνει και ένα εισαγωγικό μάθημα σχετικά με την ανοιχτή υπολογιστική πλατφόρμας Arduino με χρήση scratch for Arduino.



Παρόλα αυτά εξακολουθούμε να εργαζόμαστε σύμφωνα με το εξελισσόμενο επιστημονικό μοντέλο και δεν αλλάζει κάτι όσον αφορά:

- Τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες των μαθητών
- Τους ρόλους του εκπαιδευτή και των εκπαιδευομένων

Εκπαιδευτικό σενάριο 3: «Φως και Χρώματα»

Περιγραφή εκπαιδευτικού σεναρίου σε μορφή ρέοντος κειμένου

<b>Τίτλος του εκπαιδευτικού σεναρίου</b>
Φως και Χρώματα
<b>Το εκπαιδευτικό πρόβλημα</b>
<p>Οι μαθητές έχουν διαμορφώσει ήδη αντιλήψεις με βάση τις αισθητηριακές τους εμπειρίες από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών διαφέρουν από τις απόψεις της επιστημονικής γνώσης και της σχολικής της εκδοχής. Η έννοια του φωτός, επειδή είναι αφηρημένη, δύσκολα προσεγγίζεται από τους μαθητές. Επιπρόσθετα ιδιαίτερα ασαφές είναι στο μυαλό των μαθητών το γεγονός της ύπαρξης διαφόρων χρωμάτων καθώς και του τρόπου που λειτουργεί η όραση μας.</p> <p>Στη συνέχεια παρατίθενται συνοπτικά ορισμένες εναλλακτικές ιδέες που έχουν αναπτύξει οι μαθητές:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Το φως και το ηλεκτρικό φως είναι το ίδιο. (Driver R., Guesne E., Tiberghien A.)</li><li>• Το φως απλά φωτίζει το αντικείμενο και το βλέπουμε και δεν ταξιδεύει από το αντικείμενο προς το μάτι. (Driver R., Guesne E., Tiberghien A.)</li><li>• Το φως δεν διατηρείται ακόμα και όταν δεν υπάρχει αλληλεπίδραση με κάποιο υλικό μέσο. (Driver R., Guesne E., Tiberghien A.)</li><li>• Το φως δεν υφίσταται, εκτός και αν είναι αρκετά έντονο ώστε να</li></ul>

παράγει αισθητά. (Driver R., Guesne E., Tiberghien A.)

- Το λευκό φως δεν είναι μια μίξη των χρωμάτων του φωτός. (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.)
- Το χρώμα είναι μία φυσική ιδιότητα των σωμάτων και όχι το αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων του φωτός με τα αντικείμενα. (Ραβάνης Κ.)
- Τα μάτια μας βλέπουν το χρώμα ενός αντικειμένου και όχι το χρώμα του ανακλώμενου φωτός. (Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V.)

Οι παραπάνω διαπιστώσεις ανέδειξαν την ανάγκη εναλλακτικών και παράλληλα πιο αποτελεσματικών μορφών διδασκαλίας πάνω στη συγκεκριμένη θεματολογία και αποτέλεσαν το έναυσμα για τη σχεδίαση και την υλοποίηση του παρόντος σεναρίου.

### Στόχοι του εκπαιδευτικού σεναρίου

#### Γνώσεις

Οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- γνωρίζουν ότι το λευκό φως αναλύεται σε όλα τα υπόλοιπα χρώματα
- κατανοούν την έννοια του χρώματος.
- γνωρίζουν τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου οφθαλμού.
- συσχετίσουν τη λειτουργία του ανθρώπινου ματιού με τη λειτουργία ενός αισθητήρα χρώματος.
- περιγράψουν με απλά λόγια τη λειτουργία της όρασης.

#### Δεξιότητες:

Οι δεξιότητες που στοχεύει η συγκεκριμένη εκπαιδευτική παρέμβαση να καλλιεργήσει στους μαθητές είναι να μπορούν:

- να παρατηρούν, να ερευνούν, να συγκρίνουν, να αναλύουν, να αξιολογούν ό,τι διαθέσιμο υλικό υπάρχει και να φτάνουν σε συμπεράσματα.

- να αλληλεπιδρούν και να συνεργάζονται εποικοδομητικά με τα μέλη μιας κοινότητας ή μιας ομάδας.
- να συνοψίζουν φυσικά φαινόμενα, να τα ερμηνεύουν και να τα συνδέουν με την καθημερινότητα.
- να εφαρμόζουν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.
- να αναπτύσσουν την κριτική και τη δημιουργική σκέψη, να επιλύουν προβλήματα (αναλυτική σκέψη, αφαιρετική σκέψη, μοντελοποίηση λύσεων), να διαχειρίζονται τη νέα μάθηση, να αναπτύσσουν αυτενέργεια και να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες.
- να εργάζονται με φύλλα εργασίας με βάση την επιστημονική μέθοδο
- να είναι σε θέση να διενεργούν μετρήσεις, να καταγράφουν και να συσχετίζουν δεδομένα
- να είναι σε θέση να δημιουργούν πρωτότυπες κατασκευές με απλά σχέδια (prototyping).
- να δημιουργήσουν απλές και πιο σύνθετες κατασκευές με τα προτεινόμενα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής
- να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες προγραμματισμού (coding) του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch for Arduino.

### **Στάσεις:**

Μετά το πέρας του μαθησιακού σεναρίου τίθεται σαν στόχος, οι μαθητές να αποκτήσουν στάσεις όπως:

- η αναγνώριση της αξίας της διερευνητικής μεθόδου στην εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.
- η αξιολόγηση και η αξιοποίηση του διαθέσιμου υλικού.
- η εξοικείωση με την ομαδική εργασία και η διαπίστωση ότι η μάθηση είναι προϊόν συνεργατικής προσπάθειας.

- η εξοικείωση με τη μέθοδο εκπαίδευσης STEM.
- η ευαισθητοποίηση σε θέματα που σχετίζονται με τα ενεργειακά προβλήματα στη σύγχρονη εποχή.

### Εκπαιδευτικές δραστηριότητες

#### Φάση 1<sup>η</sup> Ερέθισμα – Παρατήρηση

Αφού τα παιδιά χωρίζονται σε 4 νέες ομάδες, δίνεται στην καθεμία από ένα φύλλο εργασίας για το φως και τα χρώματα. Σε επόμενο βήμα μοιράζουμε σε κάθε ομάδα υλικά (λαμπτήρες led διαφόρων χρωμάτων, καλώδια, μικροελεγκτή Arduino, πλακέτα επέκτασης) με σκοπό οι μαθητές να τα παρατηρήσουν. Έπειτα, οι ομάδες καλούνται να συζητήσουν και να απαντήσουν στα εξής ερωτήματα:

- Ποια από τα διαθέσιμα υλικά τους είναι φωτεινές πηγές;
- Ποιο πιστεύουν πως θα είναι το χρώμα του φωτός της κάθε πηγής που έχουν στη διάθεσή τους;



*Εικόνα 29: Λαμπτήρες led διαφόρων χρωμάτων και πλακέτα Arduino*

Οι ερωτήσεις αποσκοπούν στο να εξετάσουμε τις στάσεις που έχουν οι

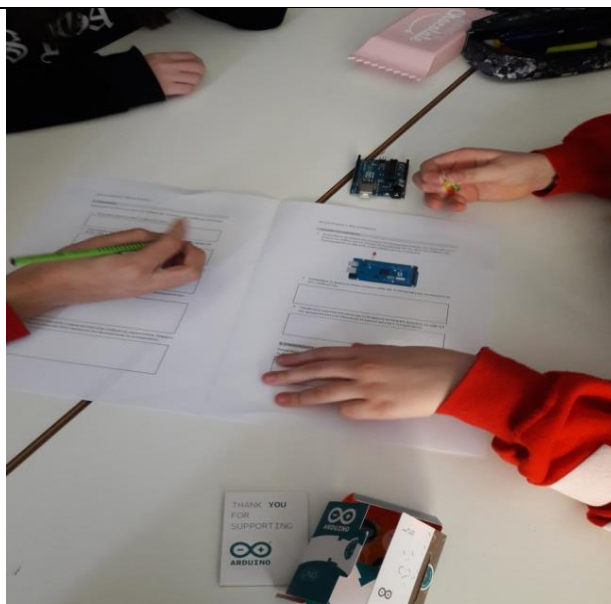
μαθητές απέναντι στην έννοια του φωτός καθώς και στις φωτεινές πηγές. Θέλουμε να αναδειχθούν οι προϋπάρχουσες ιδέες τους και μέσα από τις απαντήσεις τους στοχεύουμε στο να αναδειχθεί η σύγχυση μεταξύ της έννοιας του φωτός και των χρωμάτων που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή.

Μόλις ολοκληρώσουν την καταγραφή των ιδεών τους, ακολουθεί συζήτηση στην τάξη η οποία λειτουργεί ως διαγνωστική αξιολόγηση για τις προϋπάρχουσες γνώσεις και εμπειρίες που πιθανόν έχουν με τις έννοιες που αναφέραμε και παραπάνω. Οι ιδέες της κάθε ομάδας καταγράφονται στον διαδραστικό πίνακα με σκοπό να γίνει μια σύνοψη των ιδεών και των παρατηρήσεών τους, ώστε να συνεχίσουν έπειτα στη διατύπωση των ερευνητικών τους υποθέσεων. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 2<sup>η</sup> Έλεγχος υποθέσεων**

Στη συνέχεια οι ομάδες διατυπώνουν στα φύλλα εργασίας τις ερευνητικές τους υποθέσεις με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού και με γνώμονα τις παρατηρήσεις τους από την πρώτη δραστηριότητα. Καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με:

- Πού πιστεύουν πως οφείλεται το χρώμα κάθε φωτεινής πηγής που ανέφεραν παραπάνω;
- Σε ποιες εφαρμογές θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε τα χαρακτηριστικά των φωτεινών αυτών πηγών;
- Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι σταθερά και ισχύουν πάντα; Υπάρχουν κατά τη γνώμη τους άλλοι παράγοντες που θα μπορούσαν να τα επηρεάσουν;



*Εικόνα 30: Τα παιδιά συζητούν και διατυπώνουν τις υποθέσεις τους*

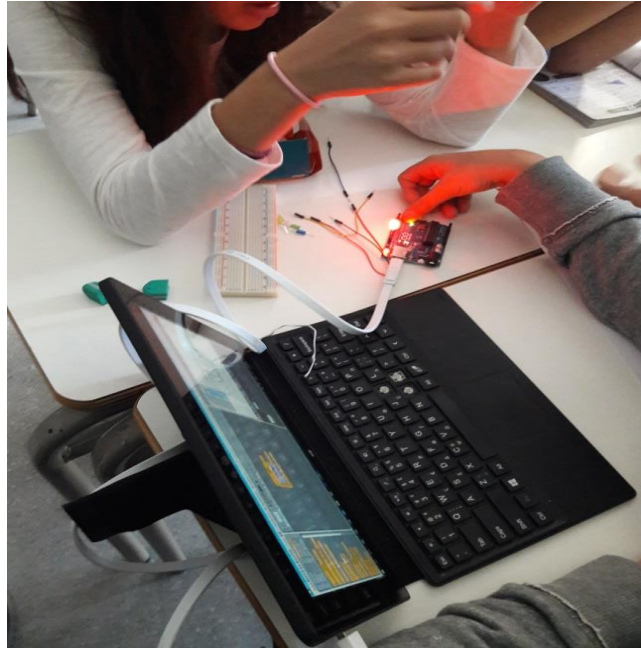
Οι ερωτήσεις έχουν ως στόχο οι μαθητές να στοχαστούν πάνω στις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους σχετικά με το φαινόμενο που πρόκειται να μελετήσουν στη συνέχεια. Απαντούν έπειτα από συνεργασία και ανταλλαγή απόψεων από τα μέλη της ομάδας. Μόλις ολοκληρώσουν τις υποθέσεις τους, ο δάσκαλος προκαλεί τη συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης, η οποία βοηθά στον εντοπισμό πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών. Αν οι μαθητές δεν είναι σε θέση να διατυπώσουν υποθέσεις, καθώς δεν έχουν ξανά έρθει σε επαφή κατά τη διάρκεια της σχολικής τους ζωής με την έννοια του φωτός, δεν πιέζονται να δώσουν απαντήσεις. Πριν την πειραματική εφαρμογή όλες οι υποθέσεις των ομάδων καταγράφονται στον διαδραστικό πίνακα, ώστε να δουν στη συνέχεια αν οι καταγραφές που θα κάνουν κατά τη διάρκεια της επόμενης φάσης ανταποκρίνονται σε αυτές. (Διάρκεια: 25 λεπτά)

### **Φάση 3<sup>η</sup> Πειραματική εφαρμογή**

Η συγκεκριμένη πειραματική διερεύνηση έχει σαφή και αναλυτικό χαρακτήρα οδηγιών, καθώς οι μαθητές δεν έχουν έρθει σε επαφή μέχρι τώρα με την ανοιχτή υπολογιστική πλατφόρμα Arduino με χρήση scratch for Arduino. (S4A)

Αρχικά, δίνονται οδηγίες σε κάθε ομάδα και πάνω στο φύλλο εργασίας

υπάρχει και εικόνα που τους βοηθά σχετικά με την πειραματική διάταξη που πρόκειται να ακολουθήσουν. Έπειτα οι μαθητές ετοιμάζουν την διάταξη με Arduino και τοποθετούν καθένα από τα τέσσερα χρωματιστά led που έχουν στη διάθεσή τους. Μόλις ολοκληρώσουν τη διάταξη τους, προγραμματίζουν σε S4A ώστε να φωτοβολεί το κάθε λαμπάκι για πέντε δευτερόλεπτα.



*Εικόνα 31: Τα παιδιά πραγματοποιούν την πειραματική διάταξη και προγραμματίζουν ώστε τα λαμπάκια να φωτοβολούν.*

Σε επόμενο βήμα καταγράφουν το χρώμα που εκπέμπει το κάθε led και βλέπουν αν η καταγραφή τους ανταποκρίνεται στην υπόθεση που είχαν κάνει.

Στο τελευταίο μέρος της πειραματικής εφαρμογής οι μαθητές καλούνται να τοποθετήσουν μπροστά από τα μάτια τους μια διαφάνεια αντίστοιχου χρώματος με κάθε led που έχουν χρησιμοποιήσει στο προηγούμενο βήμα( την κόκκινη για το κόκκινο led κ.λπ.) και να καταγράψουν τι παρατηρούν σχετικά με το χρώμα που βλέπουν.



*Εικόνα 32: Οι χρωματιστές διαφάνειες για την πειραματική εφαρμογή*

#### **Φάση 4<sup>η</sup> Συμπεράσματα**

Με την ολοκλήρωση της πειραματικής εφαρμογής οι ομάδες προχωρούν στην εξαγωγή των τελικών τους συμπερασμάτων, τα οποία και καταγράφουν στο φύλλο εργασίας.

Η δραστηριότητα αυτή πραγματοποιείται από τους μαθητές σε κάθε ομάδα χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού.

Η συζήτηση που ακολουθεί αφορά στην καταγραφή συμπερασμάτων ,έπειτα από τη σύγκριση του χρώματος κάθε Led σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις( μέσα από τη διαφάνεια ή χωρίς τη διαφάνεια). Σε αυτό το σημείο θέλουμε να δούμε αν οι μαθητές κατανόησαν πως το φως, χρωματίζεται και διαμορφώνεται ανάλογα και από την επιφάνεια που συναντά στην πορεία του.

Κάθε ομάδα παρουσιάζει τα συμπεράσματά της, τα οποία καταγράφονται και στον διαδραστικό πίνακα, με σκοπό στην επόμενη φάση να προκύψει μια γενίκευση και σύνδεση με παραδείγματα από την καθημερινότητά τους. (Διάρκεια: 25 λεπτά)

#### **Φάση 5<sup>η</sup> Γενίκευση**

Στην τελευταία φάση του φύλλου εργασίας επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων γνωστικών στοιχείων. Οι μαθητές, λοιπόν, στοχάζονται



και προσπαθούν να συνδέσουν τα συμπεράσματά τους με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή.

Καταγράφουν τους προβληματισμούς τους και τις προτάσεις και στη συνέχεια οι ομάδες με συντονιστή τον εκπαιδευτικό ξεκινούν μια συζήτηση στην οποία παρουσιάζουν τις τελικές τους γενικεύσεις.

Η γενίκευση των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν με την πειραματική διερεύνηση, με όσο το δυνατόν περισσότερες εφαρμογές, δίνει τη διάσταση της ευρύτητας του φαινομένου και δημιουργεί παράλληλα ευκαιρίες για ασυνείδητη ανάκληση του συμπεράσματος, στο οποίο οι μαθητές κατέληξαν στο σχολικό περιβάλλον, κάθε φορά που οι μαθητές αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή την εφαρμογή με την οποία το συμπέρασμα συνδέθηκε.

Τέλος, εντοπίζουν τυχόν δυσκολίες που αντιμετώπισαν σε όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας και προτείνουν βελτιώσεις για να γίνει η διαδικασία πιο εύκολη και αποτελεσματική. (Διάρκεια: 20 λεπτά)

### **Φάση 6<sup>η</sup> Εφαρμογή – Επέκταση**

#### **Δημιουργία φωτεινού σηματοδότη (εφαρμογή Internet of Things)**

Μία από τις πιο σύγχρονες τάσεις στη διδασκαλία STEM είναι το Internet of Things<sup>1</sup> (IOT). **Διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of things)** αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικειμένου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων.

Σε αυτό το πλαίσιο επιλέχθηκε να αναπτυχθεί μία απλή εφαρμογή από τους μαθητές ως επέκταση σε αυτά που είχαν κατακτήσει από το σχέδιο μαθήματος για το φως και από τη γνωριμία τους με την ανοικτή υπολογιστική πλατφόρμα Arduino.

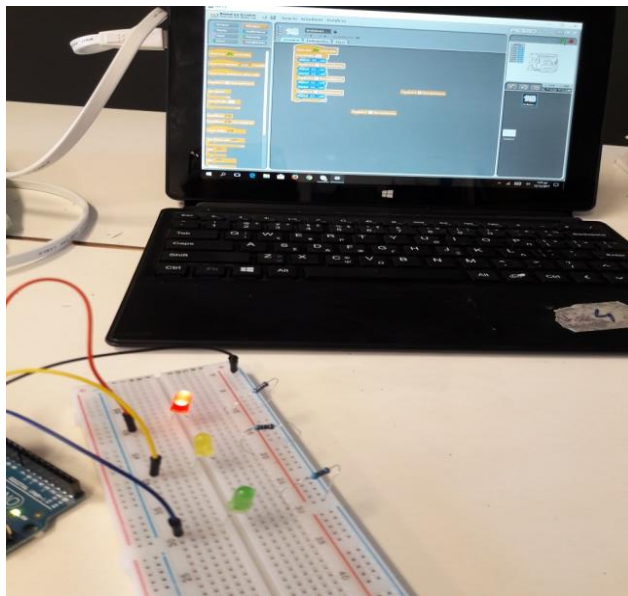
Η εφαρμογή που επιλέχθηκε είναι η δημιουργία ενός φωτεινού σηματοδότη

κυκλοφορίας με χρήση Arduino και προγραμματισμό σε S4A.

Τα υλικά που είχαν στη διάθεσή τους οι μαθητές ήταν το εξής:

- arduino,
- breadboard,
- καλώδια,
- πυκνωτές,
- λαμπάκια Led

Οι μαθητές παρατηρώντας το σχεδιάγραμμα στο φύλλο εργασίας κατασκεύασαν τη διάταξη του φωτεινού σηματοδότη και το προγραμμάτισαν, έτσι ώστε να λειτουργεί σύμφωνα με τον κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Με αυτόν τον τρόπο τα παιδιά αντιλαμβάνονται το πόσο σημαντική είναι η αντίληψη των χρωμάτων στην καθημερινότητα του ανθρώπου.



*Εικόνα 33: Διάταξη και προγραμματισμός φωτεινού σηματοδότη*

### Εργαλεία – Υπηρεσίες και πόροι

#### Hardware

- Διαδραστικός πίνακας
- Ηλεκτρονικός Υπολογιστής
- Tablet
- Ανοιχτή υπολογιστική πλατφόρμα Arduino (μικροελεγκτής,

breadboard, πυκνωτές, καλώδια, πλακέτα επέκτασης)

- Led διαφόρων χρωμάτων

#### **Software**

- Socrative
- Kahoot
- Browser (Mozilla Firefox, Google Chrome)
- Power Point
- Scratch for Arduino

#### **Resources**

- Βίντεο
- Έντυπο υλικό που έχει προετοιμάσει ο εκπαιδευτής

### **4.9 Αξιολόγηση των μαθητών**

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου (βλ.σελ.54-55), μετά το πέρας του κάθε εκπαιδευτικού σεναρίου, ακολουθούσε ατομική αξιολόγηση στο εργαστήριο υπολογιστών. Η αξιολόγηση, αρχικά, γινόταν στο Socrative και στη συνέχεια οι μαθητές είχαν άμεση ανατροφοδότηση πραγματοποιώντας σε ομάδες το ίδιο test αλλά με τη μορφή παιχνιδιού στο Kahoot.



*Εικόνα 34: Ατομική αξιολόγηση στο Socrative*



*Εικόνα 35: Ομαδική αξιολόγηση στο Kahoot*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ - ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η περιγραφή των αποτελεσμάτων των τριών σεναρίων στα οποία έδωσαν απαντήσεις τα δύο τμήματα και έπειτα, θα γίνουν συγκρίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων αυτών με σκοπό την ανάδειξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στις βαθμολογίες μεταξύ των δύο τμημάτων.

### 5.1 Περιγραφική Στατιστική

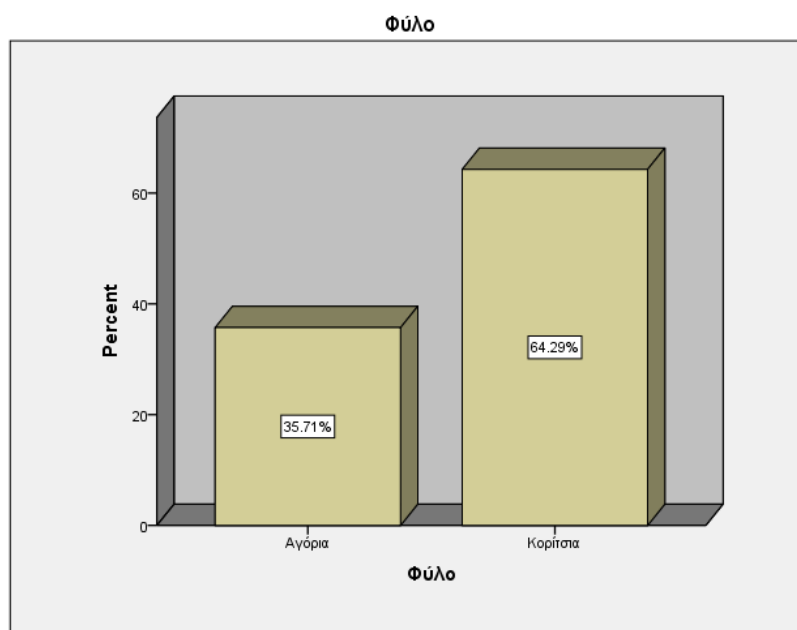
Στην ενότητα αυτή θα περιγραφούν τα προφίλ των παιδιών των δύο τμημάτων (Ελέγχου και Παρέμβασης), όπως και τα αποτελέσματα των δύο τμημάτων στα 3 σενάρια.

#### 5.1.1 Περιγραφική ανάλυση – Προφίλ ΣΤ1

Από τον Πίνακα 4 και Γράφημα 1, βλέπουμε πως το 64.9% του δείγματος είναι κορίτσια, ενώ το 35.7% αγόρια.

		Φύλο			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αγόρια	5	35.7	35.7	35.7
	Κορίτσια	9	64.3	64.3	100.0
	Total	14	100.0	100.0	

Πίνακας 4: Φύλο



Γράφημα 1: Φύλο

Στον Πίνακα 5, βλέπουμε πως ο μέσος όρος της ηλικίας του δείγματος είναι 11.36 χρόνια.

Statistics		
Ηλικία		
N	Valid	14
	Missing	0
Mean		11.36
Std. Deviation		.497

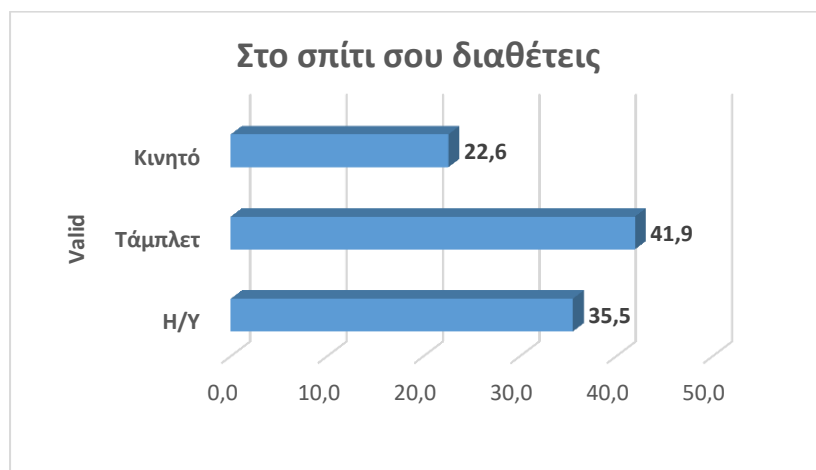
*Πίνακας 5: Μέση τιμή της μεταβλητής «ηλικία»*

Στον Πίνακα 6 και Γράφημα 2, παρατηρούμε ότι το tablet, αποτελεί το 41.9% των επιλογών, ο Η/Υ το 35.5%, ενώ το κινητό το 22.6%. Άρα οι περισσότεροι μαθητές είναι αρκετά εξοικειωμένοι με την τεχνολογία.

**Στο σπίτι σου διαθέτεις:**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Η/Υ	11	35.5
	Τάμπλετ	13	41.9
	Κινητό	7	22.6
	Total	31	100.0

*Πίνακας 6: Ποσοστό συσκευών που διαθέτουν σπίτι τους οι μαθητές*



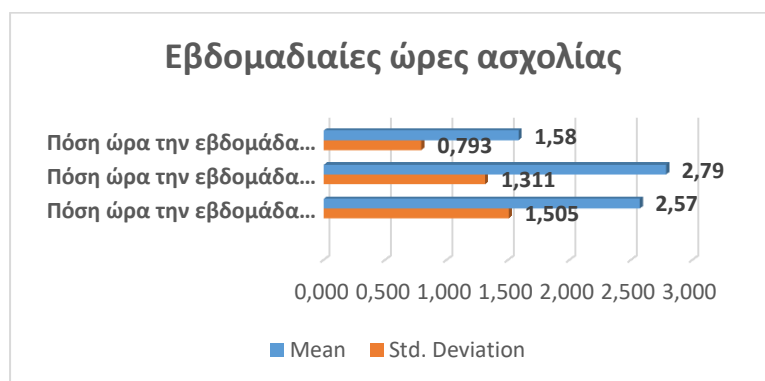
*Γράφημα 2: Ποσοστό συσκευών που διαθέτουν σπίτι τους οι μαθητές*

Στον Πίνακα 7 και Γράφημα 3, βλέπουμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο ποσό των εβδομαδιαίων ωρών χρήσεως κάθε συσκευής (1-καθόλου, 5-πάνω από 4 ώρες). Όπως φαίνεται λοιπόν, κοντά στο μέσο είναι η τιμές για το tablet (2.79), δηλαδή μέχρι 2 ώρες. Το κινητό με τιμή 1.58, φαίνεται να το χρησιμοποιούν από καθόλου, έως και 1 ώρα την εβδομάδα, ενώ τον Η/Υ 1 με 2 ώρες.

**Statistics**

	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με τον Η/Υ	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με το Τάμπλετ	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με το κινητό
Mean	2.57	2.79	1.58
Std. Deviation	1.505	1.311	0.793

**Πίνακας 7: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή»**



**Γράφημα 3: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή»**

Στον Πίνακα 8, βλέπουμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο πόσο εξοικειωμένοι είναι οι χρήστες με τον Η/Υ (1-καθόλου, 5-πάρα πολύ). Με τη τιμή να τείνει στο 5, καταλαβαίνουμε πως υπάρχει πολύ μεγάλη εξοικείωση.

### Statistics

Πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ

N	Valid	14
	Missing	28
Mean		4.71
Std. Deviation		2.585

*Πίνακας 8: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ»*

Από τον Πίνακα 9 και Γράφημα 4 παρατηρούμε ότι τα Μαθηματικά αποτελούν το 47.1% των επιλογών, με τη Φυσική να ακολουθεί με το 29.4%. Η Ιστορία αποτελεί το 17.6% των επιλογών, ενώ η Γεωγραφία, μόλις το 5.9%.

### Ποιο από τα παρακάτω μαθήματα προτιμάς

		Frequency	Valid Percent
Valid	Φυσικά	5	29.4
	Μαθηματικά	8	47.1
	Ιστορία	3	17.6
	Γεωγραφία	1	5.9
	Total	17	100.0

*Πίνακας 9: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης*



*Γράφημα 4: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης*

Από τον Πίνακα 10, παρατηρούμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο αν οι ερωτηθέντες έχουν ασχοληθεί με τον προγραμματισμό (1-καθόλου, 5-πάρα πολύ). Με την τιμή να είναι στο 2.64 καταλαβαίνουμε ότι οι ερωτηθέντες έχουν μια μέτρια ενασχόληση.

### Statistics

Έχεις ασχοληθεί με τον προγραμματισμό;

N	Valid	14
	Missing	28
Mean		2.64
Std. Deviation		1.499

*Πίνακας 10: Μέση τιμή της μεταβλητής της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό*

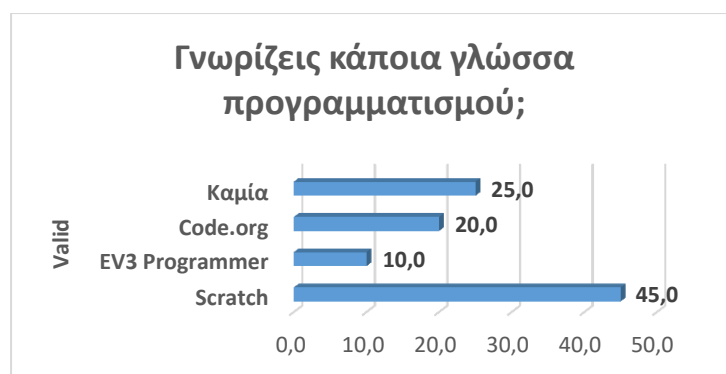
Από τον Πίνακα 11 και Γράφημα 5 παρατηρούμε ότι η γλώσσα προγραμματισμού Scratch αποτελεί το 45% των επιλογών, το site Code.org το 20% και το EV3 Programmer το 10%. Επίσης το 25% των επιλογών έχει η απάντηση «καμία».

### Γνωρίζεις κάποια γλώσσα προγραμματισμού;

		Frequency	Valid Percent
Valid	Scratch	9	45.0
	EV3 Programmer	2	10.0
	Code.org	4	20.0
	Καμία	5	25.0
	Total	20	100.0

*Πίνακας 11: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού»*





*Γράφημα 5: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση « γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού»*

Από τον Πίνακα 12, παρατηρούμε ότι το 71.4% του δείγματος δεν είχε φτιάξει κάποια ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 28.6%.

**Έχεις φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν;**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Ναι	4	28.6
	Όχι	10	71.4
	Total	14	100.0

*Πίνακας 12: Ποσοστό ατόμων που έχουν φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν*

Στον Πίνακα 13 και Γράφημα 6 βλέπουμε πως από τα 4 άτομα που είχαν φτιάξει κάποια ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν, το 50% των επιλογών έχει φτιάξει κάποιο είδος ρομπότ. Κινητήρες και αμάξια, μοιράζονται ισόποσα το υπόλοιπο 50%.

**Τι κατασκευή έχεις φτιάξει;**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Ρομπότ	2	50.0
	Κινητήρες	1	25.0
	Αμάξια	1	25.0
	Total	4	100.0

*Πίνακας 13: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει»*



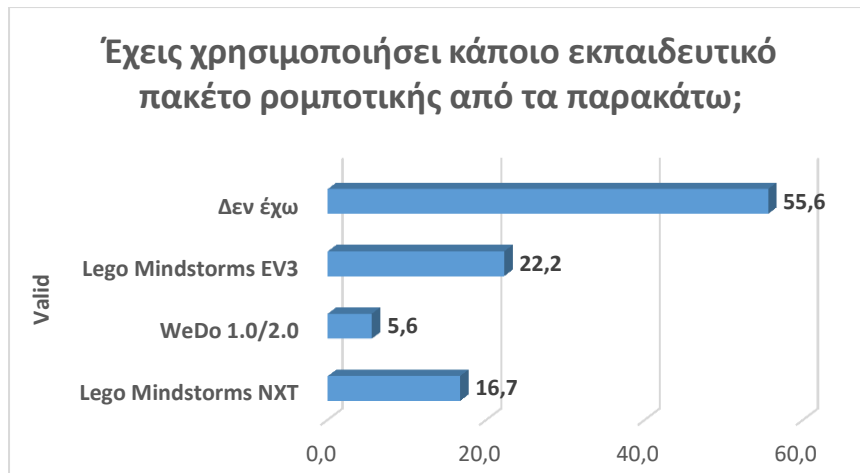
**Γράφημα 6: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει»**

Στον Πίνακα 14 και Γράφημα 7 παρατηρούμε ότι η απάντηση «δεν έχω χρησιμοποιήσει κανένα» καταλαμβάνει το 55.6% των επιλογών. Το Lego Mindstorms EV3 το 22.2% και το Lego Mindstorms NXT το 16.7%. Τέλος, το WeDo 1.0/2.0 καταλαμβάνει το 5.6% των επιλογών.

**Έχεις χρησιμοποιήσει κάποιο εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής από τα παρακάτω;**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Lego Mindstorms NXT	3	16.7
	WeDo 1.0/2.0	1	5.6
	Lego Mindstorms EV3	4	22.2
	Δεν έχω χρησιμοποιήσει κανένα	10	55.6
	Total	18	100.0

**Πίνακας 14: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής**



*Γράφημα 7: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής*

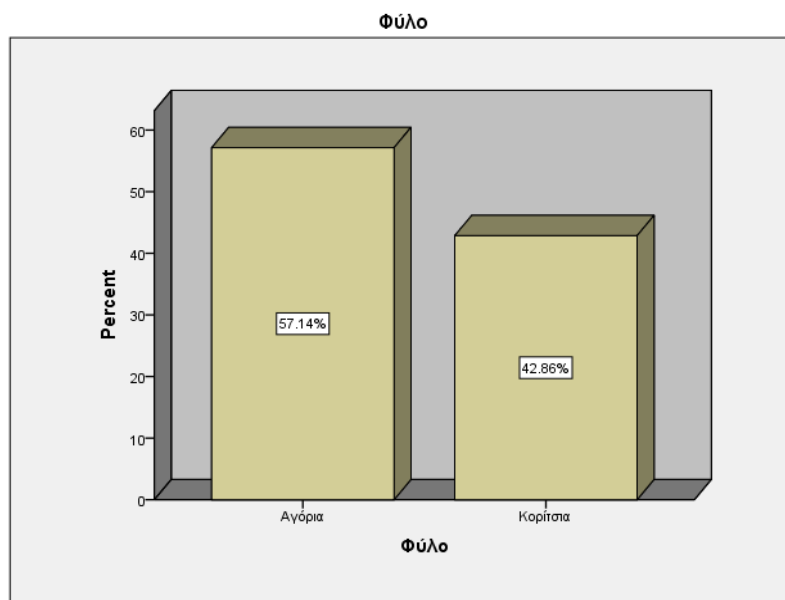
### 5.1.2 Περιγραφική ανάλυση – προφίλ ΣΤ2

Στον Πίνακα 15 και Γράφημα 8, παρατηρούμε ότι το 57.1% του δείγματος είναι αγόρια και το 42.9% κορίτσια.

**Φύλο**

		Freque ncy	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Αγόρια	8	57.1	57.1	57.1
	Κορίτσια	6	42.9	42.9	100.0
	Total	14	100.0	100.0	

*Πίνακας 15: Φύλο*



*Γράφημα 8: Φύλο*

Στον Πίνακα 16 βλέπουμε πως ο μέσος όρος ηλικίας του δείγματος είναι 11.21 χρόνια.

### Statistics

Ηλικία		
N	Valid	14
	Missing	0
Mean		11.21
Std. Deviation		.426

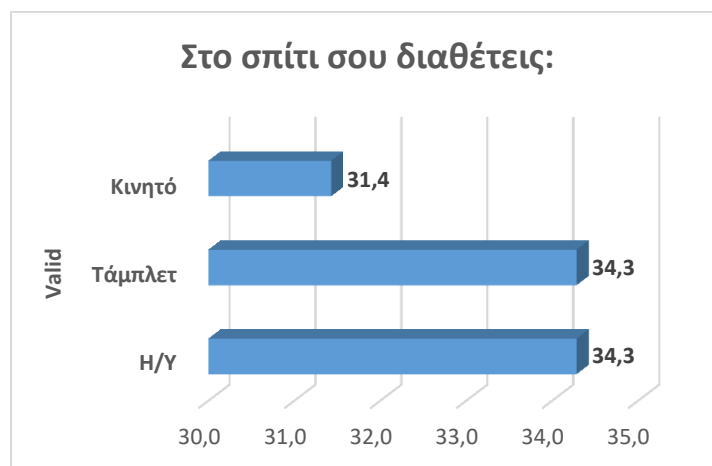
*Πίνακας 16: Μέση τιμή της μεταβλητής «ηλικία»*

Στον Πίνακα 17 και Γράφημα 9 παρατηρούμε ότι το tablet, αποτελεί το 34.3% των επιλογών, ομοίως ο Η/Υ, ενώ το κινητό το 31.4%.

### Στο σπίτι σου διαθέτεις:

		Frequency	Valid Percent
Valid	Η/Υ	12	34.3
	Τάμπλετ	12	34.3
	Κινητό	11	31.4
	Total	35	100.0

*Πίνακας 17: Συσκευές που διαθέτουν στο σπίτι τους οι μαθητές*



*Γράφημα 9: Συσκευές που διαθέτουν στο σπίτι τους οι μαθητές*

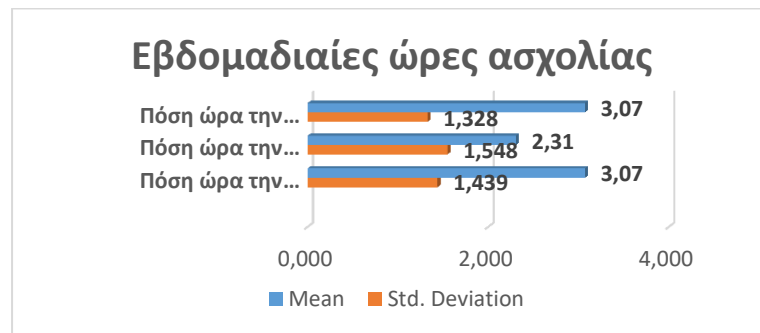
Στον Πίνακα 18 και Γράφημα 10 βλέπουμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο ποσό των εβδομαδιαίων ωρών χρήσεως κάθε συσκευής (1-καθόλου, 5-πάνω από 4 ώρες). Όπως φαίνεται, λοιπόν, κοντά στο μέσο είναι η τιμές για το tablet (3.07) και για τον

H/Y(3.07), δηλαδή μέχρι 2 ώρες. Το κινητό με τιμή 2.31 φαίνεται να το χρησιμοποιούν από μια έως και 2 ώρες την εβδομάδα.

**Statistics**

	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με τον Η/Υ	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με το κινητό	Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολείσαι με το Τάμπλετ
Mean	3.07	2.31	3.07
Std. Deviation	1.439	1.548	1.328

*Πίνακας 18: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή»*



*Γράφημα 10: Μέση τιμή της μεταβλητής «πόσες ώρες χρησιμοποιείται η κάθε συσκευή»*

Στον Πίνακα 19 βλέπουμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο πόσο εξοικειωμένοι είναι οι χρήστες με τον Η/Υ (1-καθόλου, 5-πάρα πολύ). Με τη τιμή να τείνει στο 4 καταλαβαίνουμε πως υπάρχει αρκετά μεγάλη εξοικείωση.

**Statistics**

Πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ

N	Valid	14
	Missing	28
Mean		4.14
Std. Deviation		.663

*Πίνακας 19: Μέση τιμή της μεταβλητής «Πόσο εξοικειωμένος/-η είσαι με τη χρήση Η/Υ»*

Από τον Πίνακα 20 και Γράφημα 11 παρατηρούμε ότι τα Μαθηματικά αποτελούν το 40% των επιλογών, με τη Φυσική να ακολουθεί με το 20%, ισόποσα με τη Γλώσσα (20%). Η Ιστορία αποτελεί το 6.7% των επιλογών, ενώ η Γεωγραφία το 13.3%.

**Ποιο από τα παρακάτω μαθήματα προτιμάς**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Γλώσσα	3	20.0
	Φυσικά	3	20.0
	Μαθηματικά	6	40.0
	Ιστορία	1	6.7
	Γεωγραφία	2	13.3
	Total	15	100.0

*Πίνακας 20: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης*



*Γράφημα 11: Ποσοστό επιλογών στα μαθήματα προτίμησης*

Από τον Πίνακα 21 παρατηρούμε τη μέση τιμή των απαντήσεων στο αν οι ερωτηθέντες έχουν ασχοληθεί με τον προγραμματισμό (1-καθόλου, 5-πάρα πολύ). Με την τιμή να είναι στο 3.93 καταλαβαίνουμε ότι οι ερωτηθέντες έχουν ασχοληθεί πολύ.

**Statistics**

Έχεις ασχοληθεί με τον προγραμματισμό;

N	Valid	14
	Missing	28
Mean		3.93
Std. Deviation		.475

*Πίνακας 21: Μέση τιμή της μεταβλητής της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό*

Από τον Πίνακα 22 και Γράφημα 12 παρατηρούμε ότι η γλώσσα προγραμματισμού Scratch αποτελεί το 36.7% των επιλογών, το site Code.org το 33.3% και το LightBot το 13.3%. Επίσης, το 10% των επιλογών έχει η απάντηση «καμία». Οι επιλογές WeDo και TheFoos έχουν από 3.3% η καθεμία.

### Γνωρίζεις κάποια γλώσσα προγραμματισμού;

		Frequency	Valid Percent
Valid	Scratch	11	36.7
	Code.org	10	33.3
	LightBot	4	13.3
	Καμία	3	10.0
	WeDo	1	3.3
	TheFoos	1	3.3
	Total	30	100.0

*Πίνακας 22: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού»*



*Γράφημα 12: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «γνωρίζετε κάποια γλώσσα προγραμματισμού»*

Από τον Πίνακα 23 παρατηρούμε ότι το 85.7% του δείγματος είχε φτιάξει κάποια ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν, σε αντίθεση με το υπόλοιπο 14.3%.

### Έχεις φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν;

		Frequency	Valid Percent
Valid	Ναι	12	85.7
	Όχι	2	14.3
	Total	14	100.0

*Πίνακας 23: Ποσοστό ατόμων που έχουν φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν*

Στον Πίνακα 24 και Γράφημα 13 παρατηρούμε ότι το 41.6% των επιλογών αποτελείται από τα αμάξια και τη γεννήτρια σεισμών (20.8% το καθένα), ενώ ακολουθεί το BeeBot με το 16.7% των επιλογών. Το υπόλοιπο 41.7% μοιράζεται μεταξύ των υπόλοιπων 8 επιλογών, όπου όλες έχουν από 8.3% και κάτω.

**Τι ρομποτική κατασκευή ακριβώς;**

		Frequency	Valid Percent
Valid	Ρομπότ	1	4.2
	Αμάξια	5	20.8
	Γεννήτρια σεισμών	5	20.8
	Ρόδα	1	4.2
	Λούνα-παρκ		
	Κροκόδειλο	2	8.3
	Δελφίни	1	4.2
	Ελικόπτερο	1	4.2
	Αεροπλάνο	1	4.2
	Σπίτι	1	4.2
	BeeBot	4	16.7
	Μηχάνημα	2	8.3
	Total	24	100.0

*Πίνακας 24: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει»*



*Γράφημα 13: Ποσοστό επιλογών στην ερώτηση «τι κατασκευή έχεις φτιάξει»*

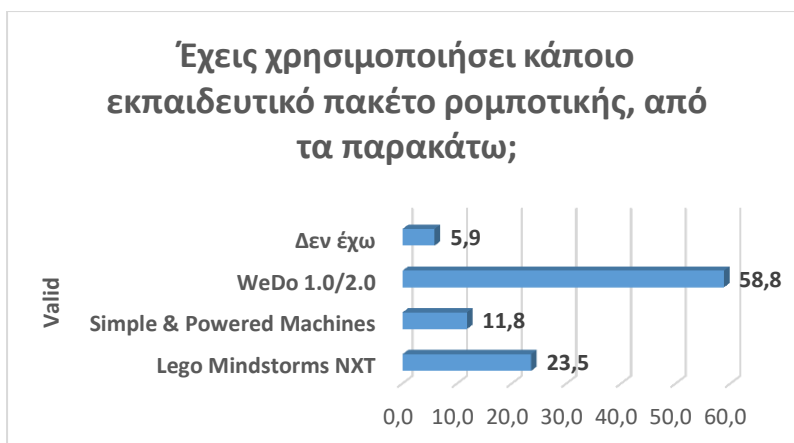


Στον Πίνακα 25 και Γράφημα 14 παρατηρούμε ότι η απάντηση «δεν έχω χρησιμοποιήσει κανένα» καταλαμβάνει μόλις το 5.9% των επιλογών. Το WeDo 1.0/2.0 καταλαμβάνει το 58.8% και το Lego Mindstorms NXT το 23.5%. Τέλος, το Simple & Powered Machines το 11.8% των επιλογών.

**Έχεις χρησιμοποιήσει κάποιο εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής από τα παρακάτω;**

	Frequency	Valid Percent
Valid Lego Mindstorms NXT	4	23.5
Simple & Powered Machines	2	11.8
WeDo 1.0/2.0	10	58.8
Δεν έχω χρησιμοποιήσει κανένα	1	5.9
Total	17	100.0

*Πίνακας 25: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής*



*Γράφημα 14: Ποσοστό επιλογών εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής*

### 5.1.3 Περιγραφική ανάλυση – Σενάρια ΣΤ1 τμήμα ελέγχου

Στους παρακάτω Πίνακες 26 και 27, καθώς και στο Γράφημα 15 παρατίθεται η γενική εικόνα των αποτελεσμάτων του post test του τμήματος ελέγχου για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> σενάριο. Παρατηρούμε πως απόλυτη επιτυχία υπήρχε σε 4 ερωτήσεις (ερωτήσεις

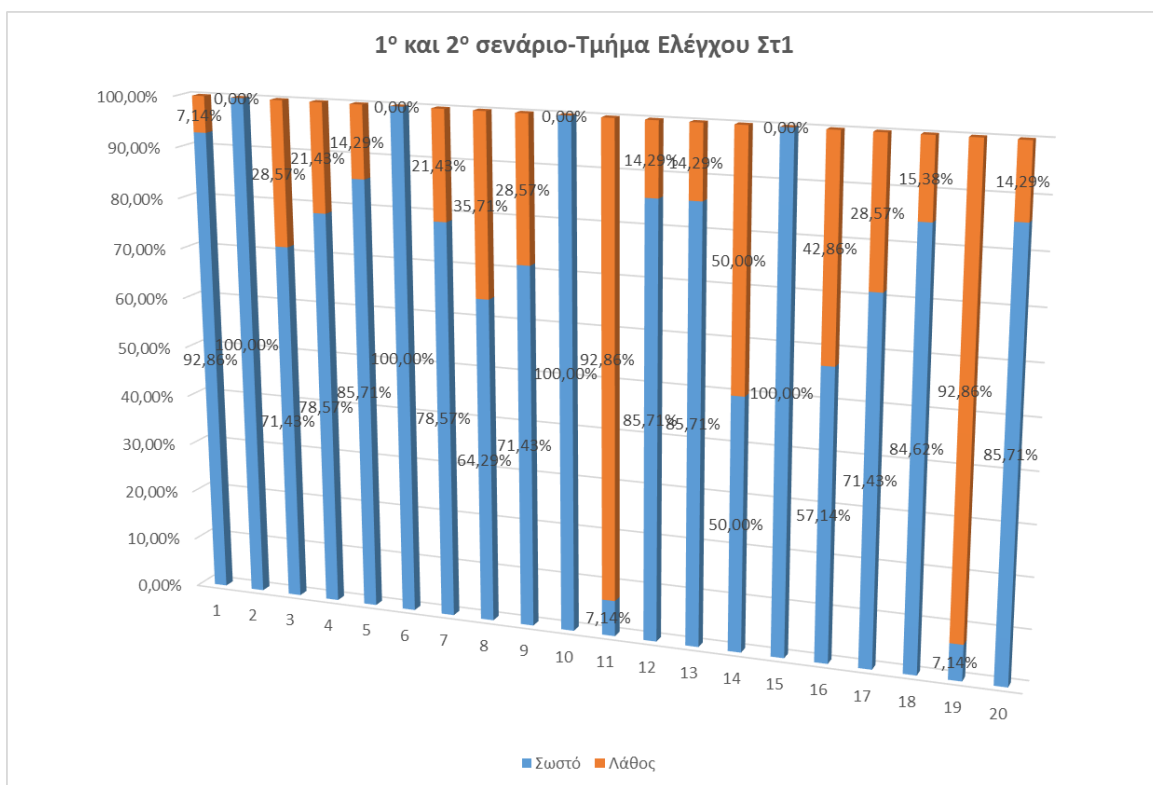
2,6,10 και 15). Επίσης, 11 ερωτήσεις (ερωτήσεις 1,3,4,5,7,9,12,13,17,18 και 20) έχουν ποσοστό λαθών κάτω από 30%, ενώ 5 ερωτήσεις (ερωτήσεις 8,11,14,16 και 19) εμφανίζουν ποσοστό λαθών άνω του 30%, με τις ερωτήσεις 11 και 19 να έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά αποτυχίας (92.86% η κάθε μία).

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Η ενέργεια...	92,86%	7,14%
Ποιο από τα παρακάτω είναι μορφή ενέργειας;	100%	0%
Ποιο από τα παρακάτω είναι πηγή ενέργειας;	71,43%	28,57%
Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι μη ανανεώσιμη;	78,57%	21,43%
Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι ανανεώσιμη;	85,71%	14,29%
Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον ήλιο για να...	100%	0%
Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον άνεμο για...	78,57%	21,43%
Η αιολική ενέργεια δεν συνδέεται με...	64,29%	35,71%
Πού συναντάμε συνήθως τις ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα;	71,43%	28,57%
Πώς πρέπει να τοποθετείται ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο σε ένα σπίτι;	100%	0%

*Πίνακας 26: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> σεναρίου*

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Ποιο είναι το βασικό στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού;	7,14%	92,86%
Μια ανεμογεννήτρια μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε...	85,71%	14,29%
Τι από τα παρακάτω δεν έχει μια ανεμογεννήτρια;	85,71%	14,29%
Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε...	50%	50%
Τι μπορούμε να κάνουμε για εξοικονόμηση ενέργειας;	100%	0%
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ωφέλιμες για το περιβάλλον, γιατί...	57,14%	42,86%
Πόσα είδη ανεμογεννήτριας γνωρίζετε ότι υπάρχουν;	71,43%	28,57%
Κάποιοι χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υποστηρίζοντας ότι...	84,62%	15,38%
Πού έχουν οι ανεμογεννήτριες τη μέγιστη απόδοση;	7,14%	92,86%
Ποιο είναι το μειονέκτημα της αιολικής Ενέργειας;	85,71%	14,29%

*Πίνακας 27: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> σεναρίου*



**Γράφημα 15: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σεναρίου**

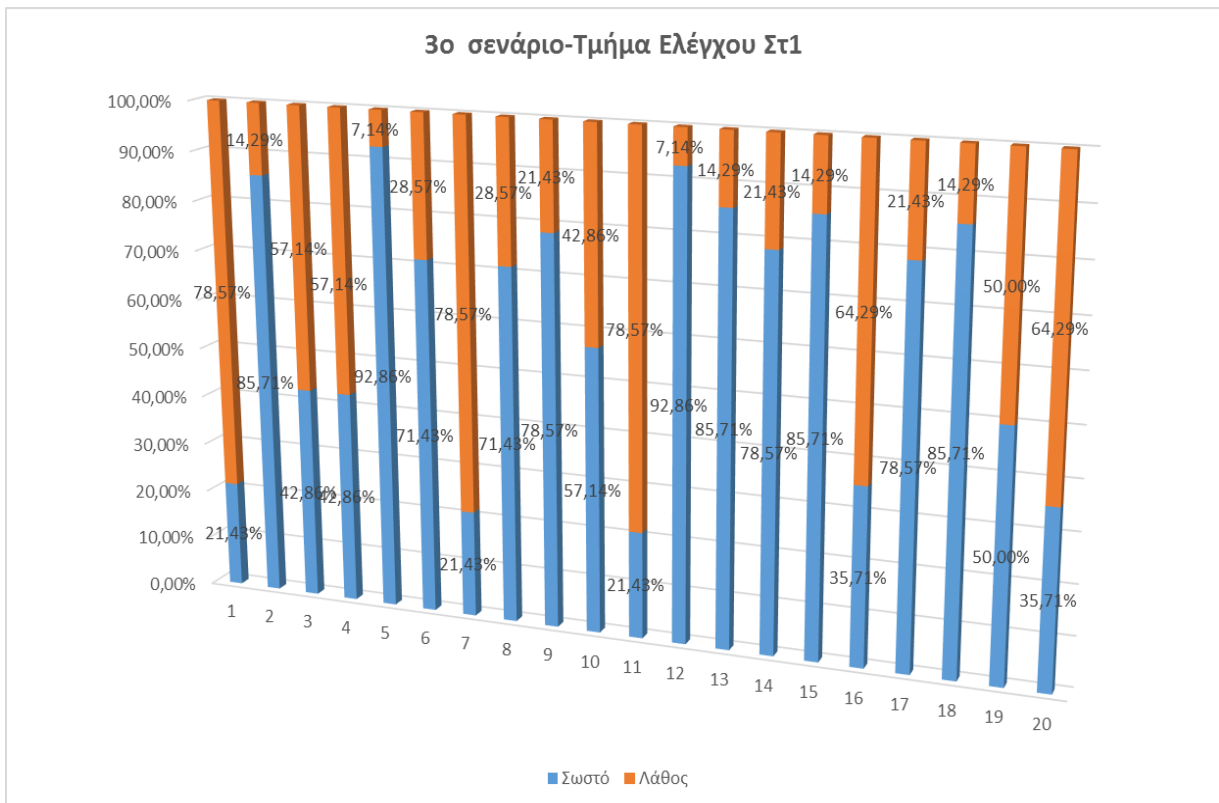
Ομοίως, στους Πίνακες 28 και 29, καθώς και στο Γράφημα 16, παρατίθεται η αντίστοιχη συνολική εικόνα του τμήματος ελέγχου, για τις απαντήσεις του post test στο 3ο σενάριο. Εκ πρώτης όψεως, εντοπίζονται πολύ μικρότερα ποσοστά επιτυχίας από ό,τι στα δύο πρώτα. Πιο αναλυτικά, σε 11 από τις 20 ερωτήσεις (ερωτήσεις 2,5,6,8, 9,12,13,14,15,17 και 18), τα παιδιά απάντησαν με ποσοστά λάθους κάτω των 30 ποσοστιαίων μονάδων. Στις υπόλοιπες 9 ερωτήσεις (ερωτήσεις 1,3,4,7,10,11,16,19 και 20), τα ποσοστά λάθους ήταν πάνω από 30% σε κάθε μία, με τις ερωτήσεις 1,7 και 11 να έχουν το υψηλότερο ποσοστό λαθών, της τάξης του 78.57%.

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Το φως ορίζεται καλύτερα ως...	21,43%	78,57%
Το φως δεν μπορεί καθόλου να διαπεράσει υλικά σώματα που είναι...	85,71%	14,29%
Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά ετερόφωτα σώματα είναι...	42,86%	57,14%
Η πιο γνωστή αυτόφωτη τεχνητή πηγή είναι...	42,86%	57,14%
Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.	92,86%	7,14%
Ένα από τα πιο γνωστά διαφανή υλικά σώματα είναι...	71,43%	28,57%
Όταν το φως συναντά ένα αδιαφανές ανοιχτόχρωμο σώμα...	21,43%	78,57%
Το λευκό φως είναι...	71,43%	28,57%
Η λευκή ακτίνα του φωτός αναλύεται σε...	78,57%	21,43%
Το λευκό φως επίσης συντίθεται και με την ανάμειξη σε κατάλληλη αναλογία των...	57,14%	42,86%

Πίνακας 28: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Το γεγονός ότι βλέπουμε διαφορετικά χρώματα γύρω μας οφείλεται κυρίως...	21,43%	78,57%
Το καλοκαίρι φοράμε κυρίως ανοιχτόχρωμα ρούχα γιατί...	92,86%	7,14%
Μια κρύα μέρα του χειμώνα αλλά με ηλιοφάνεια θα επιλέξω να φορέσω...	85,71%	14,29%
Η δημιουργία του ουράνιου τόξου οφείλεται κυρίως...	78,57%	21,43%
Οι εικόνες που βλέπουμε γύρω μας μεταφέρονται στον εγκέφαλό μας μέσω...	85,71%	14,29%
Το είδωλο των αντικειμένων που βλέπουμε σχηματίζεται αντεστραμμένο.	35,71%	64,29%
Οι φακοί που είναι παχύτεροι στο μέσο και λεπτότεροι στα άκρα ονομάζονται...	78,57%	21,43%
Όταν πολλές ακτίνες φωτός πέσουν πάνω σε έναν αποκλίνοντα φακό, τότε...	85,71%	14,29%
Ο χαρακτηρισμός των φακών σε συγκλίνοντες και αποκλίνοντες οφείλεται...	50%	50%
Μια βασική ομοιότητα της φωτογραφικής μηχανής και του ματιού μας είναι...	35,71%	64,29%

Πίνακας 29: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου



**Γράφημα 16: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις 3<sup>ο</sup> σεναρίου**

Οι μέσες βαθμολογίες για όλα τα τεστ του τμήματος Στ1 δίνονται παρακάτω στον Πίνακα 30. Όπως παρατηρούμε οι βαθμολογίες στα Post tests είναι αυξημένες σε σχέση με τα Pre tests (στα πρώτα δύο σενάρια η διαφορά είναι πολύ μικρή).

		<b>Statistics</b>			
		Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]	Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1]	Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]	Βαθμολογία [Post 3, Στ1]
N	Valid	14	14	14	14
	Missing	0	0	0	0
Mean		69,2500	72,1429	49,5714	61,7857
Std. Deviation		7,52879	10,32441	12,64129	15,88506

**Πίνακας 30: Μέσες βαθμολογίες όλων των σεναρίων**

### 5.1.4 Περιγραφική ανάλυση – Σενάρια ΣΤ2 τμήμα παρέμβασης

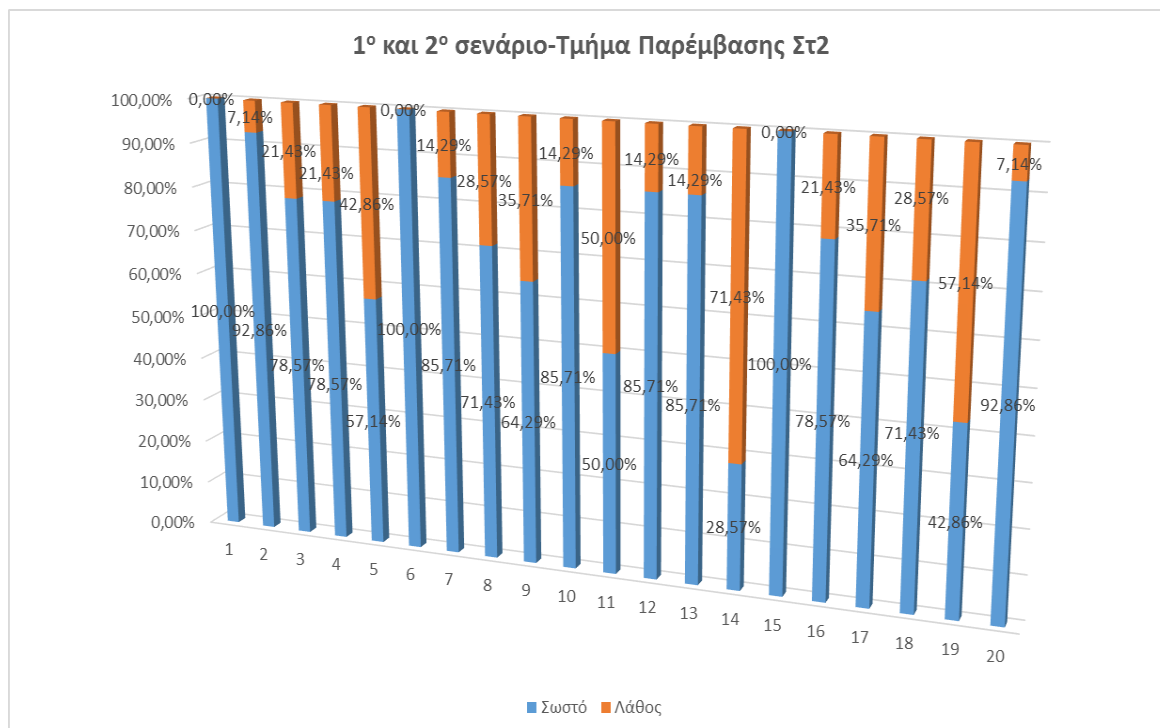
Όσον αφορά το τμήμα παρέμβασης στους παρακάτω Πίνακες 31 και 32, καθώς και στο Γράφημα 17, παρατίθεται η γενική εικόνα των αποτελεσμάτων του τμήματος αυτού για το 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> σενάριο. Παρατηρούμε πως απόλυτη επιτυχία υπάρχει σε 3 ερωτήσεις (ερωτήσεις 1,6 και 15), ενώ σε 10 από τις 20 ερωτήσεις (ερωτήσεις 2,3,4,7,8,10,12,13,16 και 20), τα ποσοστά λάθους είναι κάτω από 30%. Επίσης, οι υπόλοιπες 7 ερωτήσεις (ερωτήσεις 5,9,11,14,17,18 και 19), εμφανίζουν ποσοστά λάθους, άνω του 30%, με την ερώτηση 14, να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό λάθος απαντήσεων (71.43%).

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Η ενέργεια...	100,00%	0,00%
Ποιο από τα παρακάτω είναι μορφή ενέργειας;	92,86%	7,14%
Ποιο από τα παρακάτω είναι πηγή ενέργειας;	78,57%	21,43%
Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι μη ανανεώσιμη;	78,57%	21,43%
Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι ανανεώσιμη;	57,14%	42,86%
Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον ήλιο για να...	100,00%	0,00%
Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον άνεμο για...	85,71%	14,29%
Η αιολική ενέργεια δεν συνδέεται με...	71,43%	28,57%
Πού συναντάμε συνήθως τις ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα;	64,29%	35,71%
Πώς πρέπει να τοποθετείται ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο σε ένα σπίτι;	85,71%	14,29%

Πίνακας 31: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σεναρίου

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Ποιο είναι το βασικό στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού;	50,00%	50,00%
Μια ανεμογεννήτρια μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε...	85,71%	14,29%
Τι από τα παρακάτω δεν έχει μια ανεμογεννήτρια;	85,71%	14,29%
Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε...	28,57%	71,43%
Τι μπορούμε να κάνουμε για εξοικονόμηση ενέργειας;	100,00%	0,00%
Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ωφέλιμες για το περιβάλλον, γιατί...	78,57%	21,43%
Πόσα είδη ανεμογεννήτριας γνωρίζετε ότι υπάρχουν;	64,29%	35,71%
Κάποιοι χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υποστηρίζοντας ότι...	76,92%	30,77%
Πού έχουν οι ανεμογεννήτριες τη μέγιστη απόδοση;	42,86%	57,14%
Ποιο είναι το μειονέκτημα της αιολικής Ενέργειας;	92,86%	7,14%

Πίνακας 32: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σεναρίου



**Γράφημα 17: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> σεναρίου**

Τέλος, στους Πίνακες 33 και 34, καθώς και στο Γράφημα 18 παρατίθεται η γενική εικόνα του τμήματος παρέμβασης για τις απαντήσεις του post test στο 3ο σενάριο. Παρατηρούμε πως σε 2 ερωτήσεις (5 και 12) υπήρχαν μόνο σωστές απαντήσεις (100%), ενώ σε 12 από τις 20 ερωτήσεις, (ερωτήσεις 2,3,6,8,9,11,13,14,17,18,19 και 20) τα ποσοστά λαθών βρίσκονται σε μικρότερο επίπεδο από το 30%. Στις υπόλοιπες 6 ερωτήσεις τα λάθη εμφανίζονται με ποσοστά άνω του 30%, με την ερώτηση 4, να εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό λαθους (64.29%).

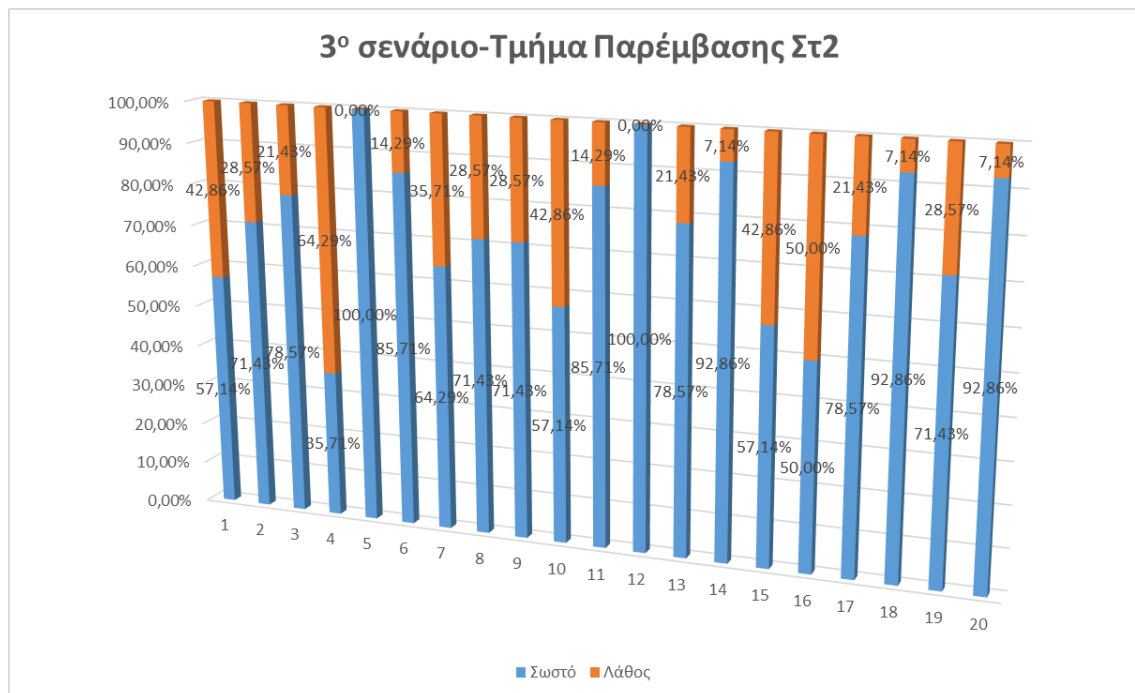
Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Το φως ορίζεται καλύτερα ως...	57,14%	42,86%
Το φως δεν μπορεί καθόλου να διαπεράσει υλικά σώματα που είναι...	71,43%	28,57%
Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά ετερόφωτα σώματα είναι...	78,57%	21,43%
Η πιο γνωστή αυτόφωτη τεχνητή πηγή είναι...	35,71%	64,29%
Το φως διαδίδεται ευθύγραμμα.	100,00%	0,00%
Ένα από τα πιο γνωστά διαφανή υλικά σώματα είναι...	85,71%	14,29%
Όταν το φως συναντά ένα αδιαφανές ανοιχτόχρωμο σώμα...	64,29%	35,71%
Το λευκό φως είναι...	71,43%	28,57%
Η λευκή ακτίνα του φωτός αναλύεται σε...	71,43%	28,57%
Το λευκό φως επίσης συντίθεται και με την ανάμειξη σε κατάλληλη αναλογία των...	57,14%	42,86%

Πίνακας 33: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου

Ερώτηση	Σωστό	Λάθος
Το γεγονός ότι βλέπουμε διαφορετικά χρώματα γύρω μας οφείλεται κυρίως...	85,71%	14,29%
Το καλοκαίρι φοράμε κυρίως ανοιχτόχρωμα ρούχα γιατί...	100,00%	0,00%
Μια κρύα μέρα του χειμώνα αλλά με ηλιοφάνεια θα επιλέξω να φορέσω...	78,57%	21,43%
Η δημιουργία του ουράνιου τόξου οφείλεται κυρίως...	92,86%	7,14%
Οι εικόνες που βλέπουμε γύρω μας μεταφέρονται στον εγκέφαλό μας μέσω...	57,14%	42,86%
Το είδωλο των αντικειμένων που βλέπουμε σχηματίζεται αντεστραμμένο.	50,00%	50,00%
Οι φακοί που είναι παχύτεροι στο μέσο και λεπτότεροι στα άκρα ονομάζονται...	78,57%	21,43%
Όταν πολλές ακτίνες φωτός πέσουν πάνω σε έναν αποκλίνοντα φακό, τότε...	92,86%	7,14%
Ο χαρακτηρισμός των φακών σε συγκλίνοντες και αποκλίνοντες οφείλεται...	71,43%	28,57%
Μια βασική ομοιότητα της φωτογραφικής μηχανής και του ματιού μας είναι...	92,86%	7,14%

Πίνακας 34: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου





**Γράφημα 18: Αποτελέσματα στις ερωτήσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου**

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για όλα τα τεστ στα οποία συμμετείχαν τα παιδιά του τμήματος παρέμβασης παρατίθενται παρακάτω στον Πίνακα 35. Όπως βλέπουμε, οι διαφορές εδώ μεταξύ των Pre και Post test φαίνονται αρκετά σημαντικές.

		<b>Statistics</b>			
		Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]	Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2]	Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]	Βαθμολογία [Post 3, Στ2]
N	Valid	14	14	14	14
	Missing	0	0	0	0
Mean		56,0714	77,1429	55,5714	74,6429
Std. Deviation		14,99982	12,35910	13,54033	20,04459

**Πίνακας 35: Μέσες βαθμολογίες όλων των σεναρίων**

## 5.2 Επαγωγική στατιστική

Στην παρούσα ενότητα, θα γίνουν έλεγχοι με σκοπό την ανάδειξη στατιστικά σημαντικών διαφορών στις βαθμολογίες των παιδιών της ομάδας παρέμβασης. Πιο συγκεκριμένα, θα προσπαθήσουμε να ελέγξουμε κατά πόσο υπάρχει διαφορά στους βαθμούς των παιδιών του τμήματος Στ2 (τμήμα παρέμβασης), ως προς το Pre και το Post τεστ και για τα 3 σενάρια. Χάριν πληρότητας και αμεσότερης σύγκρισης θα κάνουμε ακριβώς τους ίδιους ελέγχους για το τμήμα Στ1 (τμήμα ελέγχου).

Το καταλληλότερο τεστ που αρμόζει στα συγκεκριμένα δεδομένα είναι το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon, το οποίο είναι το μη παραμετρικό ανάλογο του Paired Samples t-test. Η επιλογή αυτού του τεστ έγινε λόγω του μικρού πλήθους των παιδιών κάθε τμήματος (14 παιδιά για κάθε τμήμα), καθώς σε τόσο μικρό δείγμα τα παραμετρικά τεστ είναι πολύ επίφοβα. Το τεστ Wilcoxon έχει ως μηδενική υπόθεση την ισότητα των μέσων τιμών, η οποία απορρίπτεται όταν  $Asymp. Sig < 0.05$ .

### 5.2.1 Έλεγχοι υποθέσεων τμήμα ελέγχου

Στους παρακάτω Πίνακες 36-38, παρατίθενται όλα τα χρήσιμα αποτελέσματα του τεστ. Πιο συγκεκριμένα, στον Πίνακα 36 βλέπουμε το ότι υπάρχει μία διαφορά περίπου τριών μονάδων στις βαθμολογίες των δύο τεστ για τα πρώτα δύο σενάρια. Η διαφορά αυτή υποδεικνύει μία μικρή αύξηση στη βαθμολογία στο Post test, η οποία όμως από τον Πίνακα 37, φαίνεται ότι δεν είναι στατιστικά σημαντική ( $Asymp. Sig = 0.346 > 0.05$ ). Ο Πίνακας 38 δείχνει το πλήθος των φορών που η βαθμολογία κάποιου παιδιού στο Pre test ήταν μικρότερη ή μεγαλύτερη από αυτήν του Post test, όπως επίσης και τις ισοβαθμίες.

Descriptive Statistics		
	N	Mean
Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]	14	69,2500
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1]	14	72,1429

*Πίνακας 36: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια*

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1] - Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]	Negative Ranks	7 <sup>a</sup>	5,36	37,50
	Positive Ranks	7 <sup>b</sup>	9,64	67,50
	Ties	0 <sup>c</sup>		
	Total	14		

a. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1] < Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]

b. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1] > Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]

c. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1] = Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]

**Πίνακας 37: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post.**

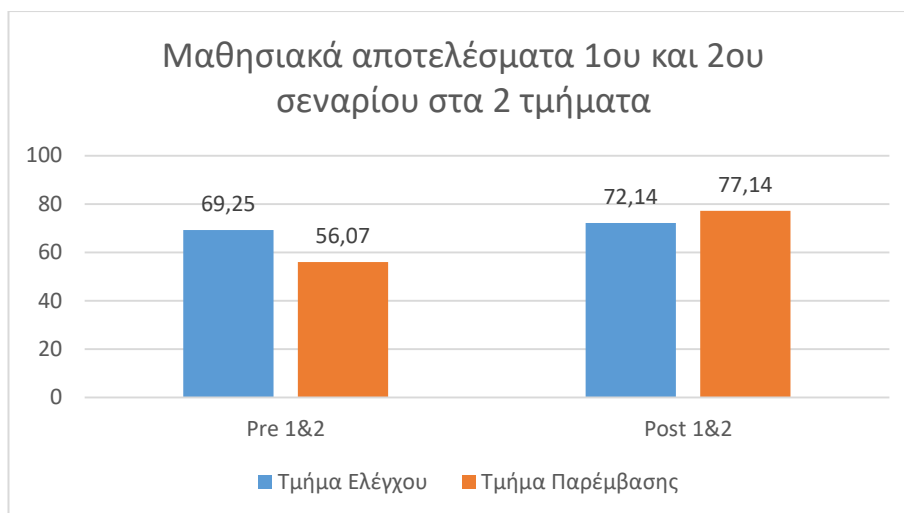
Test Statistics <sup>a</sup>	
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ1] - Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ1]	
Z	-,943 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,346

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**Πίνακας 38: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια, με κριτήριο Wilcoxon**

Στη συνέχεια, στο γράφημα 19 παρατηρούμε πως και στα δύο τμήματα υπήρξε βελτίωση μετά το πέρας της διδασκαλίας. Όμως φαίνεται πως στο τμήμα ελέγχου το ποσοστό της βελτίωσης (σχεδόν 3%) ήταν πολύ μικρότερο σε σχέση με εκείνο του τμήματος παρέμβασης (21%). Ακόμη, βλέπουμε πως το συνολικό ποσοστό επιτυχίας του post test του τμήματος παρέμβασης (77,14%) είναι πιο υψηλό σε σχέση με εκείνο του τμήματος ελέγχου (72,14%).



**Γράφημα 19: Σύγκριση μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο τμημάτων για τα δύο πρώτα σενάρια**

Εντελώς ανάλογα πράττουμε και για το τρίτο σενάριο στο τμήμα ελέγχου. Παρακάτω στον Πίνακα 39 βλέπουμε και πάλι τη διαφοροποίηση στη μέση βαθμολογία που είναι της τάξης των 12 μονάδων. Στον Πίνακα 40 φαίνεται πως αυτή η διαφοροποίηση δεν είναι στατιστικά σημαντική (Asymp. Sig=0.054>0.05), ενώ στον Πίνακα 41 φαίνεται το πλήθος των φορών που υπερिशχύει η βαθμολογία του Post τεστ, έναντι του Pre.

#### Descriptive Statistics

	N	Mean
Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]	14	49,5714
Βαθμολογία [Post 3, Στ1]	14	61,7857

**Πίνακας 39: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για το 3<sup>ο</sup> σενάριο**

#### Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία [Post 3, Στ1] - Negative Ranks	4 <sup>a</sup>	4,50	18,00
Βαθμολογία [Pre 3, Στ1] - Positive Ranks	9 <sup>b</sup>	8,11	73,00
Ties	1 <sup>c</sup>		
Total	14		

a. Βαθμολογία [Post 3, Στ1] < Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]

b. Βαθμολογία [Post 3, Στ1] > Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]

c. Βαθμολογία [Post 3, Στ1] = Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]

**Πίνακας 40: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες του 3<sup>ου</sup> σεναρίου στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές του Post.**

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

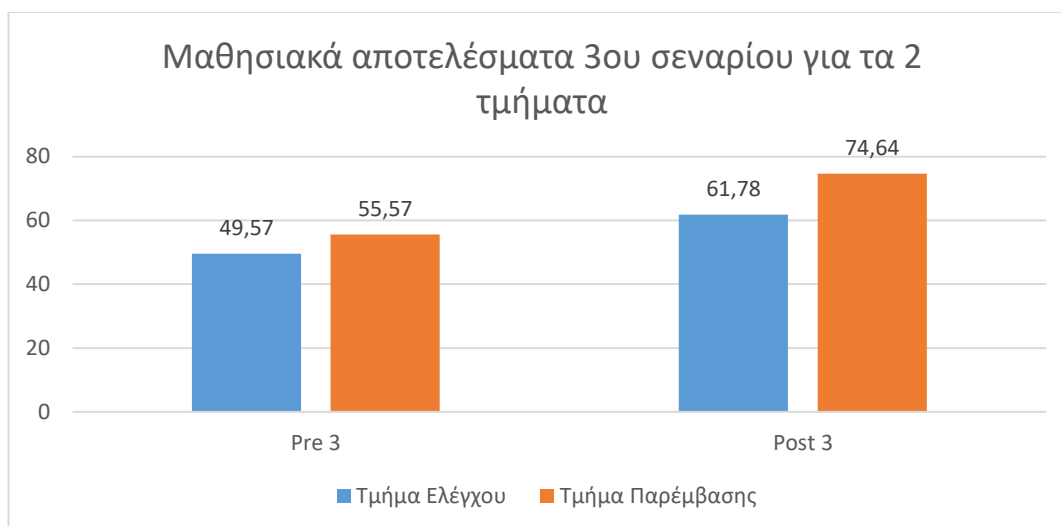
Βαθμολογία [Post 3, Στ1] - Βαθμολογία [Pre 3, Στ1]	
Z	-1,924 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,054

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

*Πίνακας 41: Έλεγχος ισότητας μέσω των Βαθμολογιών για το 3<sup>ο</sup> σενάριο, με κριτήριο Wilcoxon*

Στη συνέχεια, στο γράφημα 20 παρατηρούμε πως και στα δύο τμήματα υπήρξε μεγάλη βελτίωση μετά το πέρας της διδασκαλίας. Στο τμήμα ελέγχου το ποσοστό της βελτίωσης (περίπου 12%) ήταν και πάλι μικρότερο σε σχέση με εκείνο του τμήματος παρέμβασης (σχεδόν 20%). Ακόμη, βλέπουμε πως το συνολικό ποσοστό επιτυχίας του post test του τμήματος παρέμβασης (74,64%) είναι αρκετά πιο υψηλό σε σχέση με εκείνο του τμήματος ελέγχου (61,78%).



*Γράφημα 20: Σύγκριση μαθησιακών αποτελεσμάτων των δύο τμημάτων για το 3<sup>ο</sup> σενάριο*

#### 5.2.2 Έλεγχοι υποθέσεων τμήμα παρέμβασης

Εργαζόμενοι κατά τον ίδιο τρόπο στην ομάδα παρέμβασης παρατηρούμε από τους Πίνακες 42-44 μία διαφορά της τάξης των 21 μονάδων μεταξύ του Pre και του Post τεστ για τα πρώτα δύο σενάρια, η οποία μάλιστα είναι και στατιστικά σημαντική

(Asymp Sig=0.001<0.05), με τα αποτελέσματα του Post τεστ να είναι σε 13 από τις 14 περιπτώσεις υψηλότερα απ ότι στα Pre.

### Descriptive Statistics

	N	Mean
Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]	14	56,0714
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2]	14	77,1429

**Πίνακας 42: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια**

### Ranks

	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2] - Negative Ranks	1 <sup>a</sup>	1,00	1,00
Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2] - Positive Ranks	13 <sup>b</sup>	8,00	104,00
Ties	0 <sup>c</sup>		
Total	14		

a. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2] < Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]

b. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2] > Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]

c. Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2] = Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]

**Πίνακας 43: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post.**

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

	Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2] - Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]
Z	-3,240 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**Πίνακας 44: Έλεγχος ισότητας μέσω των Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια. με κριτήριο Wilcoxon**

Ομοίως για το 3<sup>ο</sup> σενάριο στην ομάδα παρέμβασης υπάρχει μία στατιστικά σημαντική διαφορά της τάξης των 19 μονάδων (Asymp Sig=0.001<0.05) με τις βαθμολογίες του Post τεστ και πάλι να υπερτερούν, καθώς στις 13 από τις 14 περιπτώσεις ήταν ανώτερες, εκτός μίας περίπτωσης ισοβαθμίας.

### Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]	14	55,5714	13,54033	36,00	78,00
Βαθμολογία [Post 3, Στ2]	14	74,6429	20,04459	40,00	100,00

**Πίνακας 45: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ, για τα δύο πρώτα σενάρια**

### Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Βαθμολογία [Post 3, Στ2] -	Negative Ranks	0 <sup>a</sup>	,00	,00
	Positive Ranks	13 <sup>b</sup>	7,00	91,00
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	14		

a. Βαθμολογία [Post 3, Στ2] < Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]

b. Βαθμολογία [Post 3, Στ2] > Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]

c. Βαθμολογία [Post 3, Στ2] = Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]

**Πίνακας 46: Καταμέτρηση περιπτώσεων στις οποίες οι βαθμολογίες των δύο πρώτων σεναρίων στο Pre τεστ, ήταν μικρότερες, μεγαλύτερες ή ίσες με αυτές των Post.**

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

	Βαθμολογία [Post 3, Στ2] - Βαθμολογία [Pre 3, Στ2]
Z	-3,183 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

**Πίνακας 47: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια, με κριτήριο Wilcoxon**

### 5.2.3 Έλεγχος για τα 3 σενάρια στο τμήμα παρέμβασης στη βάση του φύλου

Χρησιμοποιώντας το τεστ Mann-Whitney στην ομάδα παρέμβασης όσον αφορά στην απόδοση των δύο φύλων παρατηρούμε από τους Πίνακες 48 και 49 μία διαφορά μεταξύ του Pre και του Post τεστ για τα πρώτα δύο σενάρια τόσο για τα αγόρια, όσο

και για τα κορίτσια, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική (Asymp Sig>0.05). Παρατηρείται αύξηση της μέσης βαθμολογίας και για τα δύο φύλα.

#### Descriptive Statistics

	N	Mean
Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]-Αγόρι	8	54.87
Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]-Κορίτσι	6	57.66
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2]-Αγόρι	8	82.50
Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2]-Κορίτσι	6	85.00

*Πίνακας 48: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια στη βάση του φύλου*

#### Test Statistics

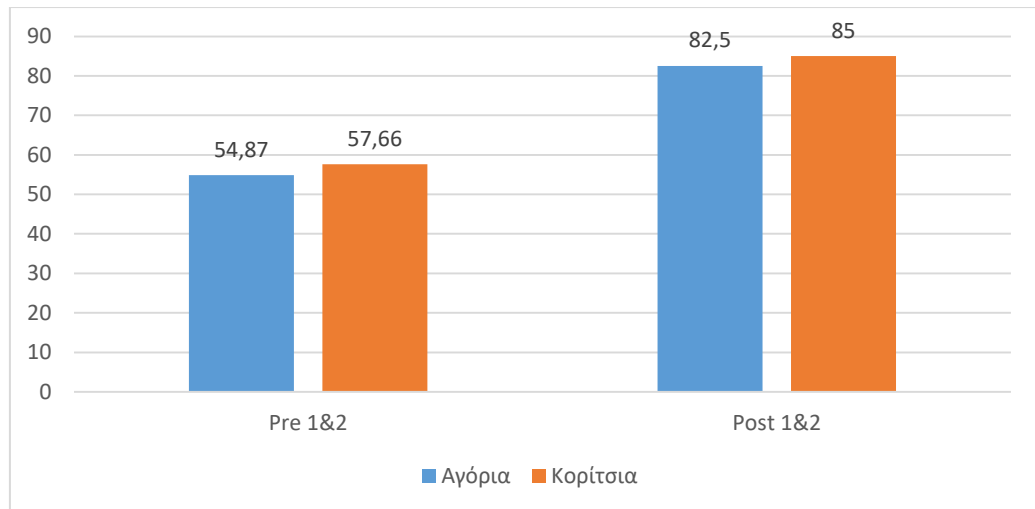
	Βαθμολογία [Pre 1&2, Στ2]	Βαθμολογία [Post 1&2, Στ2]
Z	-,517	-1,838
Asymp. Sig. (2-tailed)	,605	,066

a. Grouping Variable: Φύλο

*Πίνακας 49: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για τα δύο πρώτα σενάρια με κριτήριο Mann-Whitney*

Στη συνέχεια, στο γράφημα 21 παρατηρούμε πως και στα δύο φύλα υπήρξε μεγάλη βελτίωση μετά το πέρας της διδασκαλίας. Τόσο στα κορίτσια, όσο και στα αγόρια το ποσοστό της βελτίωσης ήταν σχεδόν το ίδιο (περίπου 27%). Ακόμη, βλέπουμε πως το συνολικό ποσοστό επιτυχίας του post test των κοριτσιών (85% ) είναι ελάχιστα πιο πάνω σε σχέση με εκείνο των αγοριών (82,5%).





**Γράφημα 21: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για τα δύο πρώτα σενάρια στη βάση του φύλου**

Χρησιμοποιώντας το τεστ Mann-Whitney στην ομάδα παρέμβασης όσον αφορά στην απόδοση των δύο φύλων παρατηρούμε από τους Πίνακες 50 και 51 μία διαφορά μεταξύ του Pre και του Post τεστ για το τρίτο σενάριο τόσο για τα αγόρια, όσο και για τα κορίτσια, η οποία δεν είναι στατιστικά σημαντική (Asymp Sig>0.05). Παρατηρείται αύξηση της μέσης βαθμολογίας και για τα δύο φύλα.

#### Descriptive Statistics

	N	Mean
Βαθμολογία [Pre 3]-Αγόρι	8	59,50
Βαθμολογία [Pre 3]-Κορίτσι	6	50,33
Βαθμολογία [Post 13]-Αγόρι	8	78,75
Βαθμολογία [Post 3]-Κορίτσι	6	69,17

**Πίνακας 50: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ για το τρίτο σενάριο στη βάση του φύλου**

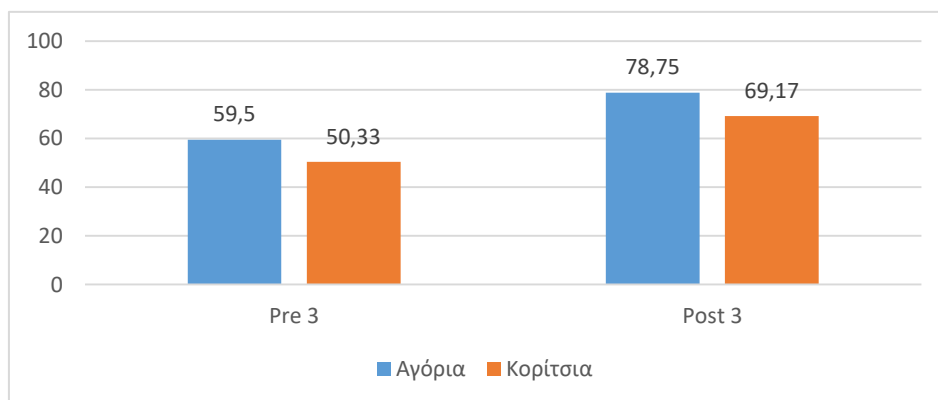
#### Test Statistics

	Βαθμολογία [Pre 3]	Βαθμολογία [Post 3]
Z	-,846	-1,049
Asymp. Sig. (2-tailed)	,398	,294

a. Grouping Variable: Φύλο

**Πίνακας 51: Έλεγχος ισότητας μέσω Βαθμολογιών για το τρίτο κριτήριο με κριτήριο Mann-Whitney**

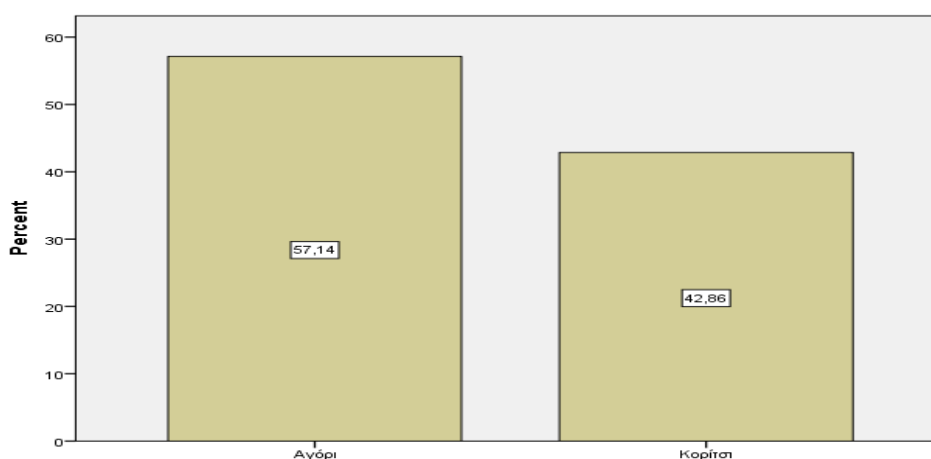
Στη συνέχεια, στο γράφημα 22 παρατηρούμε και πάλι πως και στα δύο φύλα υπήρξε μεγάλη βελτίωση μετά το πέρας της διδασκαλίας. Τόσο στα κορίτσια, όσο και στα αγόρια το ποσοστό της βελτίωσης δεν παρουσιάζει μεγάλη διαφορά (περίπου 20%). Ωστόσο, βλέπουμε πως το συνολικό ποσοστό επιτυχίας του post test των αγοριών (78,75%) είναι αρκετά πιο πάνω σε σχέση με εκείνο των κοριτσιών (69,17%).



*Γράφημα 22: Μέσες Βαθμολογίες στα Pre και Post τεστ, για το τρίτο σενάριο, στη βάση του φύλου*

### 5.3 Αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας από τους μαθητές

Για την αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας διανεμήθηκαν ερωτηματολόγια σε 14 μαθητές, εκ των οποίων οι 8 είναι αγόρια (57,1%) και τα 6 είναι κορίτσια (42,9%), όπως φαίνεται και από το πιο κάτω γράφημα.



*Γράφημα 23: Φύλο μαθητών*

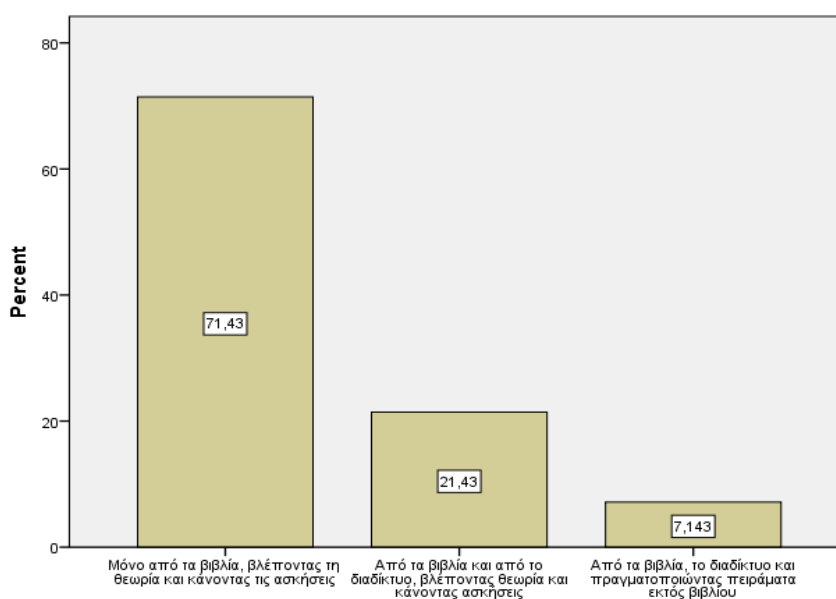
Με εξαίρεση έναν μαθητή που απάντησε μόνο 'Φως' και έναν άλλον που δήλωσε πως δε θυμάται, όλοι οι υπόλοιποι μαθητές απάντησαν πως εργάστηκαν στα κεφάλαια της

φυσικής που αφορούσαν το φως (ηλεκτρισμός) και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (αιολική, ηλιακή).

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε τον μέχρι τώρα τρόπο εργασίας των μαθητών στο μάθημα της φυσικής. Από τις απαντήσεις τους καταδεικνύεται πως το μάθημα βασιζόταν στα διδακτικά εγχειρίδια (71,4%).

	Συχνότητα	Ποσοστό
Μόνο από τα βιβλία, βλέποντας τη θεωρία και κάνοντας τις ασκήσεις	10	71,4
Από τα βιβλία και από το διαδίκτυο, βλέποντας θεωρία και κάνοντας ασκήσεις	3	21,4
Από τα βιβλία, το διαδίκτυο και πραγματοποιώντας πειράματα εκτός βιβλίου	1	7,1
Σύνολο	14	100,0

**Πίνακας 52: Τρόπος διεξαγωγής του μαθήματος της φυσικής έως τώρα**



**Γράφημα 24: Τρόπος διεξαγωγής του μαθήματος της φυσικής έως τώρα**

Στην ερώτηση σχετικά με το αν τρόπος εργασίας τώρα στο μάθημα της φυσικής είχε κάτι διαφορετικό σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίον δούλευαν οι μαθητές έως τώρα στο μάθημα, οι απαντήσεις καταδεικνύουν πως προστέθηκε η ομαδική εργασία μέσα από πειράματα, ρομποτικές κατασκευές και ορισμένοι μαθητές πρόσθεσαν πως προγραμματίζαν με scratch for WeDo, αλλά και απαντώντας σε διάφορες ερωτήσεις

και φύλλα αξιολόγησης. Δύο μαθητές δήλωσαν πως οι κατασκευές και τα πειράματα καθιστούσαν το μάθημα πιο ενδιαφέρον.

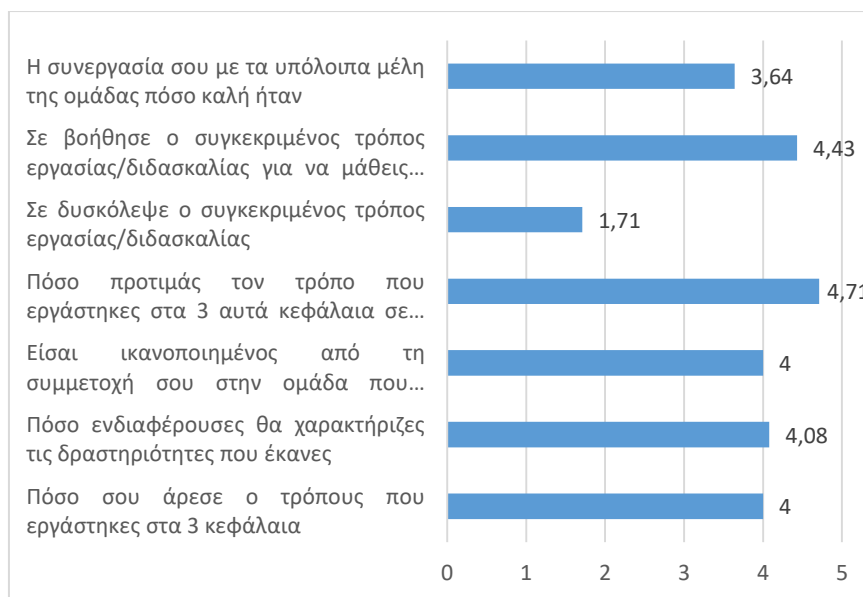
Στη συνέχεια οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που αφορούσαν τον νέο τρόπο εργασίας. Στον πιο κάτω πίνακα και γράφημα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των απαντήσεών τους.

Αρχικά, παρατηρείται πως σε πολύ προς πάρα πολύ μεγάλο βαθμό οι μαθητές προτιμούν τον νέο τρόπο διδασκαλίας σε σχέση με τον προηγούμενο, πως βρήκαν ενδιαφέρουσες τις δραστηριότητες που έκαναν και πως ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας/διδασκαλίας τους βοήθησε να μάθουν καλύτερα τις νέες έννοιες.

Επίσης, ο τρόπος αυτός δεν τους δυσκόλεψε σχεδόν καθόλου. Ωστόσο, έχει ενδιαφέρον το ότι η συνεργασία με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας χαρακτηρίστηκε μέτρια έως καλή.

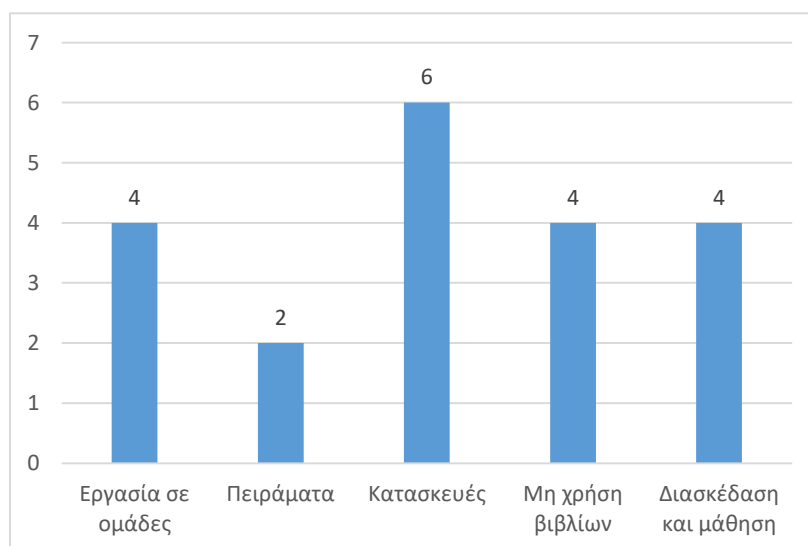
	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Πόσο σου άρεσε ο τρόπος που εργάστηκες στα 3 κεφάλαια	4,00	,392
Πόσο ενδιαφέρουσες θα χαρακτήριζες τις δραστηριότητες που έκανες	4,08	,494
Είσαι ικανοποιημένος από τη συμμετοχή σου στην ομάδα που εργάστηκες	4,00	,961
Πόσο προτιμάς τον τρόπο που εργάστηκες στα 3 αυτά κεφάλαια σε σχέση με τον τρόπο που συνήθως εργαζόσουν στο μάθημα της φυσικής	4,71	,611
Σε δυσκόλεψε ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας/διδασκαλίας	1,71	,726
Σε βοήθησε ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας/διδασκαλίας για να μάθεις καλύτερα τις νέες έννοιες	4,43	,514
Η συνεργασία σου με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας πόσο καλή ήταν	3,64	,633

*Πίνακας 53: Απόψεις μαθητών για τον νέο τρόπο εργασίας/διδασκαλίας*



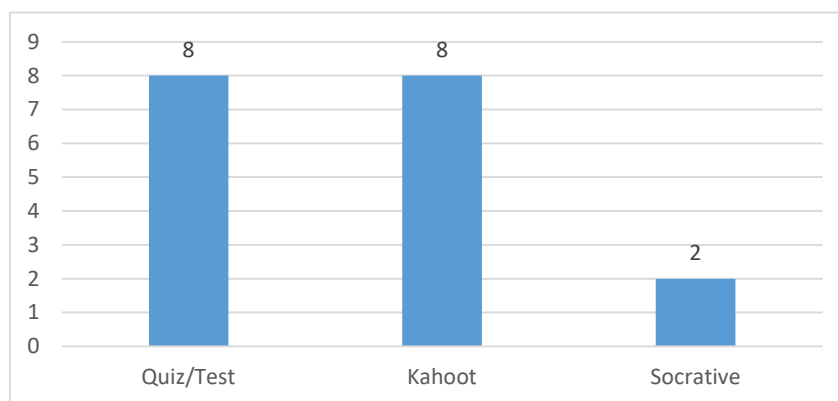
**Γράφημα 25: Απόψεις μαθητών για τον νέο τρόπο εργασίας/διδασκαλίας**

Σύμφωνα με τις απαντήσεις των μαθητών τα στοιχεία που τους άρεσαν περισσότερο στον συγκεκριμένο τρόπο εργασίας/διδασκαλίας ήταν τα εξής: α) η εργασία σε ομάδες, β) η διεξαγωγή πειραμάτων, γ) οι κατασκευές, ιδίως όταν προγραμματίζουν αυτές τις κατασκευές, δ) η μη χρήση βιβλίων, ε) η εκμάθηση νέων εννοιών παράλληλα με τη διασκέδαση. Ένας μαθητής δήλωσε πως του άρεσε η εξαγωγή συμπερασμάτων από την αξιολόγηση των πειραμάτων.



**Γράφημα 26: Στοιχεία του νέου τρόπου εργασίας/διδασκαλίας που άρεσαν στους μαθητές**

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε το αν υπήρχε κάποια αξιολόγηση μετά την ολοκλήρωση του κάθε κεφαλαίου. Ένας μαθητής απάντησε αρνητικά σε αυτήν την ερώτηση, ενώ από τις απαντήσεις των υπολοίπων μαθητών καταδεικνύονται οι εξής τρόποι αξιολόγησης: α) ασκήσεις πολλαπλής επιλογής / Ερωτηματολόγιο στην αίθουσα υπολογιστών / Quiz ερωτήσεων, β) παιχνίδι Kahoot, γ) παιχνίδι Socrative.

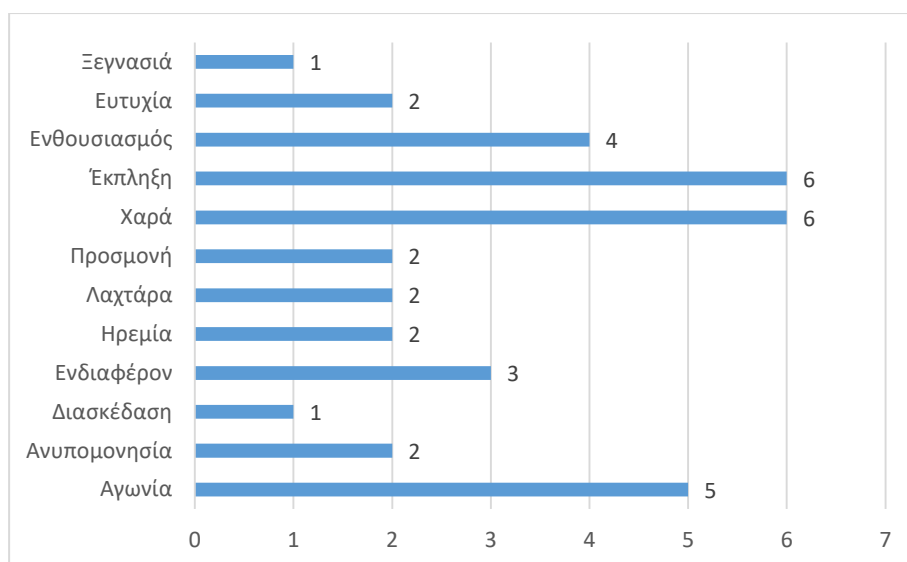


*Γράφημα 27: Τρόποι αξιολόγησης μετά την ολοκλήρωση του κάθε κεφαλαίου*

Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν τρία συναισθήματα που είχαν καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Τα συναισθήματα που κυριαρχούσαν ήταν η χαρά και η έκπληξη, ακολουθούμενα από την αγωνία και έπειτα τον ενθουσιασμό.

	Συχνότητα
Αγωνία	5
Ανυπομονησία	2
Διασκέδαση	1
Ενδιαφέρον	3
Ηρεμία	2
Λαχτάρα	2
Προσμονή	2
Χαρά	6
Έκπληξη	6
Ενθουσιασμός	4
Ευτυχία	2
Ξεγνοιασιά	1

*Πίνακας 54: Συναισθήματα των μαθητών κατά τη μαθησιακή διαδικασία*



*Γράφημα 28: Συναίσθημα μαθητών κατά τη μαθησιακή διαδικασία*

#### 5.4 Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία σύνοψη όλης της έρευνας που διεξήχθη για την παρούσα εργασία.

Το δείγμα μας αποτελούνταν από δύο τμήματα της έκτης δημοτικού 14<sup>ων</sup> παιδιών το καθένα, αποτελούμενα συνολικά από 13 αγόρια και 15 κορίτσια.

Το πρώτο τμήμα (Στ1) ορίστηκε ως τμήμα ελέγχου και απάντησε τμηματικά σε 2 τεστ από δύο φορές σε διαφορετικούς χρόνους (pre & post test). Οι απαντήσεις από τα αρχικά τεστ συλλέχθηκαν και συγκρίθηκαν με τις απαντήσεις των τελικών τεστ και ως συμπέρασμα δεν προέκυψε καμία στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ως προς τις βαθμολογίες του «πριν» και του «μετά».

Το δεύτερο τμήμα (Στ2) ορίστηκε ως τμήμα παρέμβασης και ακολούθησε ακριβώς την ανάλογη διαδικασία, συμπληρώνοντας τα 2 πρώτα test αρχικά, ενώ έπειτα από διδασκαλία των ίδιων ζητημάτων με διαφορετικό - μη παραδοσιακό τρόπο (χρήση πακέτων ρομποτικής) συμπλήρωσε επίσης τα 2 τελικά test.

Τα αποτελέσματα και πάλι συγκρίθηκαν και προέκυψαν πολύ σημαντικές διαφοροποιήσεις των βαθμών του τμήματος αυτού σε σχέση με τις βαθμολογίες που επέδειξαν πριν την τροποποίηση του τρόπου διδασκαλίας τους.

Εκτός των παραπάνω, στο τμήμα παρέμβασης εξετάστηκαν οι διαφορές στα τρία σενάρια μεταξύ των δύο φύλων. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις της βαθμολογίας πριν και μετά την μαθησιακή διαδικασία.

Επίσης, ενδιαφέρον έχουν και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας. Οι μαθητές δήλωσαν πως η μη χρήση βιβλίων και αντ' αυτού η εργασία σε ομάδες, η διεξαγωγή πειραμάτων και η δημιουργία κατασκευών καθιστούσε το μάθημα αρκετά ενδιαφέρον.

Έτσι, όπως δήλωσαν, μπορούσαν να μάθουν νέες έννοιες με διασκεδαστικό τρόπο. Αυτό αιτιολογεί μάλλον και το γεγονός ότι τα κυρίαρχα συναισθήματα των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας ήταν (με φθίνουσα σειρά) η χαρά, η έκπληξη, η αγωνία και ο ενθουσιασμός.

### **5.5 Μελλοντικές επεκτάσεις**

Η βιβλιογραφία, η επιστημονική αρθρογραφία και οι ερευνητικές μελέτες, όπως προκύπτει από την ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε για την παρούσα ερευνητική μελέτη, κατέδειξαν πως μέχρι και σήμερα στον χώρο της εκπαίδευσης, κυρίως στην Ελλάδα, υπάρχει έλλειψη ερευνητικών μελετών που να καταγράφουν τη χρήση εκπαιδευτικών πακέτων ρομποτικής, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Υπάρχει, λοιπόν, η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα, η οποία οφείλει να είναι συστηματοποιημένη και επικεντρωμένη σε συγκεκριμένους τομείς.

Τα τρία σενάρια που αναπτύχθηκαν στην παρούσα ερευνητική εργασία, μπορούν να τροποποιηθούν και να προσαρμοστούν στις ανάγκες των μαθητευομένων τόσο στο μάθημα των φυσικών επιστημών, αλλά και σε άλλα διδακτικά αντικείμενα όπως γλώσσα, γεωγραφία και μαθηματικά. Ακόμη, καθώς το δείγμα που συμμετείχε στην συγκεκριμένη έρευνα αποτελούνταν μόνο από μια μικρή ομάδα μαθητών της Στ δημοτικού, θεωρείται επιτακτική η ανάγκη μιας ευρείας κλίμακας έρευνας σε πανελλαδικό επίπεδο και σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης που να διερευνά τη διείσδυση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και των νέων τεχνολογιών, τη στάση των μαθητών και θέματα γνωστικά, κοινωνικά και ψυχοσυναισθηματικά.

Επομένως, προτείνω να διερευνηθούν και παράγοντες όπως το οικονομικό - κοινωνικό επίπεδο των μαθητών, η στάση της οικογένειας απέναντι στην εκπαιδευτική ρομποτική και στις νέες τεχνολογίες και άλλα δημογραφικά χαρακτηριστικά, έτσι ώστε να



παρέχονται ολοκληρωμένα και εύκολα συγκρίσιμα στοιχεία για το πώς αντιμετωπίζει την εκπαιδευτική ρομποτική η ελληνική κοινωνία στο σύνολό της.

Ως προέκταση της παρούσας ερευνητικής μελέτης, κρίνεται σκόπιμο να επαναληφθεί σε νέο πλαίσιο, το οποίο θα υπερβαίνει τα όρια μιας μελέτης περίπτωσης και θα συγκρίνει τα αποτελέσματα ανάμεσα σε περισσότερες πειραματικές ομάδες και σε ομάδες ελέγχου. Αυτό θα βοηθήσει να μελετηθούν σε βάθος παράγοντες που δυνητικά επηρεάζουν την έρευνα, όπως τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δείγματος, οι σχέσεις των μελών μεταξύ τους, το κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο της τάξης και του σχολείου στο οποίο θα γίνει η μελέτη, τα χαρακτηριστικά των γονέων και ο ρόλος τους.

Τέλος, επειδή η έρευνα επικεντρώθηκε στις διαφορές που προέκυψαν στις επιδόσεις των παιδιών, αλλά και στην αξιολόγηση μόνο της μαθησιακής διαδικασίας στο τμήμα παρέμβασης, θα μπορούσαμε να εξετάσουμε και να μετρήσουμε διαφορές και σε άλλα χαρακτηριστικά όπως κίνητρα, συμμετοχή και συγκέντρωση τόσο στο τμήμα ελέγχου, όσο και στο τμήμα παρέμβασης. Θα ήταν ωφέλιμο σε επόμενο βήμα να υπάρχει παρατήρηση και αξιολόγηση για τον παραδοσιακό τρόπο εκμάθησης που ακολούθησε το τμήμα ελέγχου και έπειτα σύγκριση των αποτελεσμάτων με τον τρόπο εκμάθησης που ακολούθησε το τμήμα παρέμβασης.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

**Βιολάρη, Α. (2000).** Συνεργατική Μάθηση στο Νηπιαγωγείο και στο Δημοτικό, Αθήνα.

**Δημητρόπουλος, Χ. (2015).** Η Project- Based Learning (PBL) στη διδασκαλία της Ιστορίας στο δημοτικό σχολείο, πτυχιακή εργασία. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιά, τμήμα ψηφιακών συστημάτων.

**Θωμόπουλος, Δ. (2013).** Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις Θετικές Επιστήμες, πτυχιακή εργασία. Πάτρα: τμήμα επιστημών της εκπαίδευσης και της αγωγής στην προσχολική ηλικία.

**Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., & Ευαγγελίδης, Γ. (2005).** Μια Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής, Κόρινθος.

**Καλλέρη, Μ. (2010).** Έννοιες και φαινόμενα από τη φυσική για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία, Θεσσαλονίκη: Αρίων Εκδοτική.

**Καριώτογλου, Π. (2006).** Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γράφημα.

**Ματσαγγούρας, Η. Γ.(1998).** Στρατηγικές διδασκαλίας. Η κριτική σκέψη στη διδακτική πράξη.

**Μπάκας, Ι. (2011).** Τεχνολογικά υποστηριζόμενη τεχνική εκπαίδευση με τη μέθοδο project. Χρήση των Lego Mindstorms στη διδασκαλία του προγραμματισμού, πτυχιακή εργασία. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Πειραιά, διδακτική της τεχνολογίας και ψηφιακά συστήματα, κατεύθυνση ηλεκτρονική μάθηση.

**Παρασκευόπουλος, Ι. (1993).** Μεθοδολογία επιστημονικής έρευνας, Αθήνα.

**Ραβάνης, Κ. (2003).** Δραστηριότητες για το νηπιαγωγείο από τον κόσμο της φυσικής, Αθήνα, εκδ. Δίπτυχο.

**Χαλκιά, Κ. (2014).** Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις, Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

### Ξένη Βιβλιογραφία

**Atmatzidou S., Demetriadis S. (2012).** Evaluating the role of collaboration scripts as group guiding tools in activities of educational robotics.

**Bergquist, A. (2005).** The robotic autonomy mobile robotics course: Robot design, curriculum design and educational assesment. Autonomous Robots.

**Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993).** *In search of understanding: The case for constructivist classrooms.* Alexandria, VA: Association of Supervision and Curriculum Development

**Brown, A. L. (1992).** Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences.*

**Bruner, J. S. (1961).** The act of discovery, *Harvard Educational Review.*

**Driver R., Guesne E., Tiberghien A. (1993).** Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες, Αθήνα: εκδ. Έκτυπον Ε.Π.Ε.

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

**Du Boulay, B. (1989).** Some difficulties of learning to program, In E.Soloway & J.

**Elliott, J. (1991).** Action Research for Educational Change. Milton Keynes: Open University Press.

**Elliot, S. N. , Kratochwill, T. R., Cook, J. L., and Travers, J. F. (2008).** Εκπαιδευτική Ψυχολογία.

**Han, S. & Bhattacharya, K. (2001).** Constructionism, Learning by Design, and Project-based Learning. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology.

**Havice, W. (2009).** The power and promise of a STEM education: Thriving in a complex technological world. In ITEEA (Eds.), The Overlooked STEM Imperatives: Technology and Engineering.

**Johnson, D. W., & Ahlgren, A. (1976).** Relationship between student attitudes about cooperation and competition and attitudes toward schooling. *Journal of Educational Psychology*

**Lomax, P. (1990).** An action research approach to developing staff in schools. In Lomax, P. (ed.) *Managing Staff Development in Schools*, Clevedon: MultiLingual Matters.

**McWhorter, W. (2008).** The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course. University of North Texas.

**Nourbakhsh, I. R., Crowley, K., Bhawe, A., Hsium, T., Hammer, E., & Perez-**

**Petre, M., & Price, B. (2004).** Using robotics to motivate "back door" learning. *Education and Information Technologies*.

**Resnick, M. (2002).** *Rethinking Learning in the Digital Age*, Oxford University Press.

**Roberts, A. (2012).** *A Justification for STEM Education, Technology and Engineering Teacher*.

**Shabani, K., Khatib, M., & Ebadi, S. (2010).** Vygotsky's zone of proximal development: Instructional implications and teachers' professional development. *English Language Teaching*.

**Sousa, D. & Pilecki, T. (2015).** *From STEM to STEAM: Integrating the Arts*, California: Corwin, a SAGE company.

**Stohlmann, M., Moore, J. T. & Roehrig, H. G. (2012).** Considerations for Teaching Integrated STEM Education, *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*.

**The LEGO Group (2016).** LEGO education WeDo 2.0 introduction.

**Tretten, R. & Zachariou, P. (1995).** Learning about project-based learning: Self assessment preliminary report of results, San Rafael, CA: The Autodesk Foundation.

**Verenikina, I. (2008)** 'Scaffolding and learning: its role in nurturing new learners', In Kell, P., Vialle, W., Konza, D. & Vogl, G. (Eds), *Learning and the learner: exploring learning for new times*, Australia: University of Wollongong.

**Williams, R. L.(2005).** Targeting critical thinking within teacher education: The potential impact on Society, The Teacher Educator.

**Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., & Ford, M. J. (2007).** Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. Journal of Research on Technology in Education.

**Whitman, L.E., and Withespoon, T.L.(2003).**Using Legos to interest high school students and improve k12 system education, 33<sup>rd</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference.

## **ΙΣΤΟΤΟΠΙΟΙ**

<http://stem.edu.gr/course/%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CF%81%CE%BF%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%BC%CE%B5-lego-mindstorms/>

<http://users.sch.gr/nickpapag/2015/10/18/lego-ev3-overview/>

<http://edurobotics.weebly.com/epsilonkappapialphaiotadeltaepsilonupsilontaiiotakappa942-rhoomicronmupiomicrontaiiotakappa942.html>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Το ερωτηματολόγιο για το προφίλ του δείγματος

### Ας γνωριστούμε καλύτερα για να ξεκινήσει η δράση!

#### ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

ΦΥΛΟ	
ΗΛΙΚΙΑ	
ΤΑΞΗ-ΤΜΗΜΑ	

#### ΛΙΓΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΑΚΟΜΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΜΟΥ

1. Στο σπίτι μου διαθέτω (Κύκλωσε ποια από τα παρακάτω έχεις):

- Υ/Η
- Τάμπλετ
- Κινητό

2. Πόση ώρα την εβδομάδα ασχολούμαι με τις παραπάνω συσκευές ;( Γράψε για το καθένα ξεχωριστά)

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

3. Πόσο εξοικειωμένος /-η είμαι με τη χρήση Η/Υ;

Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ

4. Γράψε 3 παιχνίδια που σου αρέσει να παίζεις (ψηφιακά, επιτραπέζια, αυλής κ.λπ.) με σειρά προτίμησης

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

5. Ποιο από τα παρακάτω μαθήματα προτιμάς περισσότερο; ( Επέλεξε 1 από τα παρακάτω)

- Γλώσσα
- Φυσικά
- Μαθηματικά
- Ιστορία
- Γεωγραφία

## Η ΣΧΕΣΗ ΜΟΥ ΜΕ ΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

6. Έχω ασχοληθεί με τον προγραμματισμό:

Καθόλου	Λίγο	Μέτρια	Πολύ	Πάρα πολύ

7. Γνωρίζω κάποια γλώσσα προγραμματισμού; Αν ναι, ποια;

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

8. Έχω φτιάξει ρομποτική κατασκευή στο παρελθόν; Αν ναι τι ακριβώς.

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

9. Έχω χρησιμοποιήσει κάποιο εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής από τα παρακάτω ; (Κύκλωσε όποια έχεις χρησιμοποιήσει)

- Lego Mindstorms NXT
- Simple & Powered Machines
- WeDo 1.0/2.0
- Lego Mindstorms EV3
- Arduino



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Pre test για το 1<sup>ο</sup> και το 2<sup>ο</sup> σενάριο



ΟΝΟΜΑ	
ΤΜΗΜΑ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	

1. Τι σκέφτεστε όταν ακούτε την έννοια ενέργεια. Επιλέξτε μια απάντηση, η οποία θεωρείτε πως είναι η καλύτερη.

- Η συνολική ενέργεια διατηρείται. Η ενέργεια ούτε δημιουργείται , ούτε εξαφανίζεται, μετατρέπεται όμως διαρκώς, σε κάθε αλλαγή στη φύση από μια μορφή σε μια άλλη.
- Ενέργεια είναι ένας αιτιακός παράγοντας που σχετίζεται αποκλειστικά με έμψυχα αντικείμενα και βρίσκεται πάντα αποθηκευμένη σε αυτά.
- Ενέργεια είναι οτιδήποτε συνδέεται με την κίνηση και τη δύναμη.

2. Θυμηθείτε ποιες μορφές ενέργειας γνωρίζετε. Καταγράψτε όσες περισσότερες μπορείτε.

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

3. Αναφέρετε όσες πηγές ενέργειας γνωρίζετε.

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

4. Κυκλώστε όποιες από τις παρακάτω εικόνες θεωρείτε πως αναφέρονται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.





5. Με ποιους τρόπους πιστεύετε πως ο άνθρωπος μπορεί να εκμεταλλευτεί/ αξιοποιήσει τον άνεμο και τον ήλιο;

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

6. Αναφέρετε κάποιες βασικές διαφορές ανάμεσα στις ανανεώσιμες και μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

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

7. α) Γνωρίζετε τι είναι και πώς λειτουργεί ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο;

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

β) Πού και πώς πρέπει να τοποθετείται; Εξηγήστε για ποιο λόγο.

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

8. Γνωρίζετε τι είναι και πώς λειτουργεί μια ανεμογεννήτρια;

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

9. Επιλέξτε ποια θεωρείτε πως είναι η κατάλληλη τοποθεσία για την εγκατάσταση μιας ανεμογεννήτριας. Αιτιολογήστε την επιλογή σας.

- Οπουδήποτε σε μια πόλη
- Σε πεδιάδα
- Σε βουνό
- Μέσα στη θάλασσα
- Σε καμία τοποθεσία από τις παραπάνω

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

10. Πώς θα μπορούσαμε να συνδυάσουμε εφαρμογές ρομποτικής με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας; Καταγράψτε μερικές ιδέες σας.

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

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Φύλλο εργασίας για το 1<sup>ο</sup> σενάριο «Ηλιακή ενέργεια»**



# ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

### Περίληψη

Πειραματική εφαρμογή της μηχανικής, της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του προγραμματισμού για τη διδασκαλία των Φυσικών στο δημοτικό

Λουκία Γρυπαίου

[l.grypaiou@al.edu.gr](mailto:l.grypaiou@al.edu.gr)

### A. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Παρατηρήστε το μοντέλο αυτοκινήτου που σας δίνεται. Συζητήστε στην ομάδα και απαντήστε:

1. Ποια πηγή ενέργειας χρησιμοποιεί για την κίνησή του;

2. Με ποιον τρόπο αξιοποιεί την ενέργεια αυτή έτσι ώστε να κινηθεί;

3. Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ή όχι;

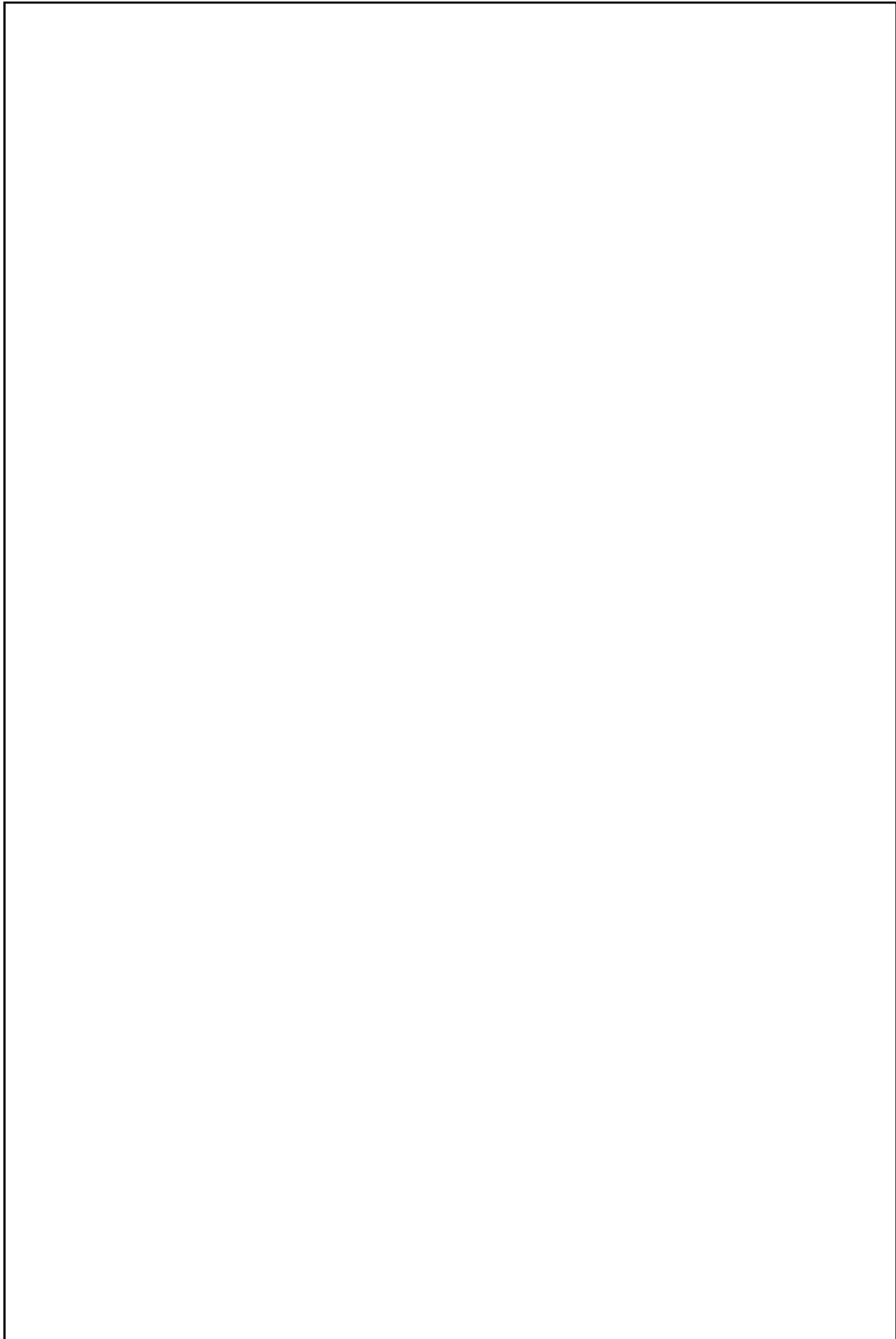
## B. ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

1. Υπάρχει κάποια άλλη πηγή ενέργειας που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την κίνησή του;

2. Με ποιο τρόπο θα μπορούσε να την αξιοποιήσει για να κινηθεί;

### Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Σχεδιάστε ένα μοντέλο αυτοκινήτου που θα αξιοποιεί την πρότασή σας. (Το μοντέλο σας δε χρειάζεται να είναι λεπτομερές).



2. Παρουσιάστε το μοντέλο σας στην ολομέλεια της τάξης και συζητήστε τη λειτουργία του και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του.
3. Χρησιμοποιήστε το μετρητή ενέργειας και το φωτοβολταϊκό στοιχείο για να μετρήσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται. Στη συνέχεια, καταγράψτε το ποσό που έδειξε ο μετρητής ενέργειας.

4. Συγκρίνετε τη μέτρησή σας με τη ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από την εναλλακτική πηγή ενέργειας (μπαταρίες). Τι παρατηρείτε;

5. Κατασκευάστε το μοντέλο αυτοκινήτου που προτείνεται από το πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής. Συγκρίνετε την απόδοσή του με το αντίστοιχο ηλεκτροκίνητο με μπαταρίες. Τι παρατηρείτε;

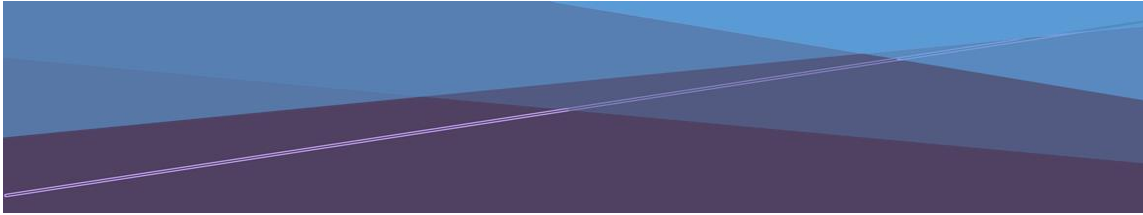
#### Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας από τη σύγκριση της απόδοσης των δύο οχημάτων και συζητήστε τα στην ολομέλεια της τάξης.

#### Ε. ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ

Συνδέστε τα συμπεράσματά σας με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, διατυπώστε τους προβληματισμούς και κάνετε τις προτάσεις σας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Φύλλο εργασίας για το 2<sup>ο</sup> σενάριο «Αιολική ενέργεια»



### ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

#### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

#### Περίληψη

Πειραματική εφαρμογή της μηχανικής, της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του προγραμματισμού για τη διδασκαλία των Φυσικών στο δημοτικό

Λουκία Γρυπαίου

[l.grypaiou@al.edu.gr](mailto:l.grypaiou@al.edu.gr)

#### A. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Παρατηρήστε το βίντεο <https://www.youtube.com/watch?v=DBUOuTAWO3A>

Συζητήστε στην ομάδα σας, ανταλλάξτε τις απόψεις σας και απαντήστε στις ερωτήσεις:

1. Ποια πηγή ενέργειας χρησιμοποιεί για την κίνησή του το ιστιοφόρο;

2. Με ποιον τρόπο αξιοποιεί αυτή την ενέργεια για να κινηθεί;

3. Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας ή όχι;

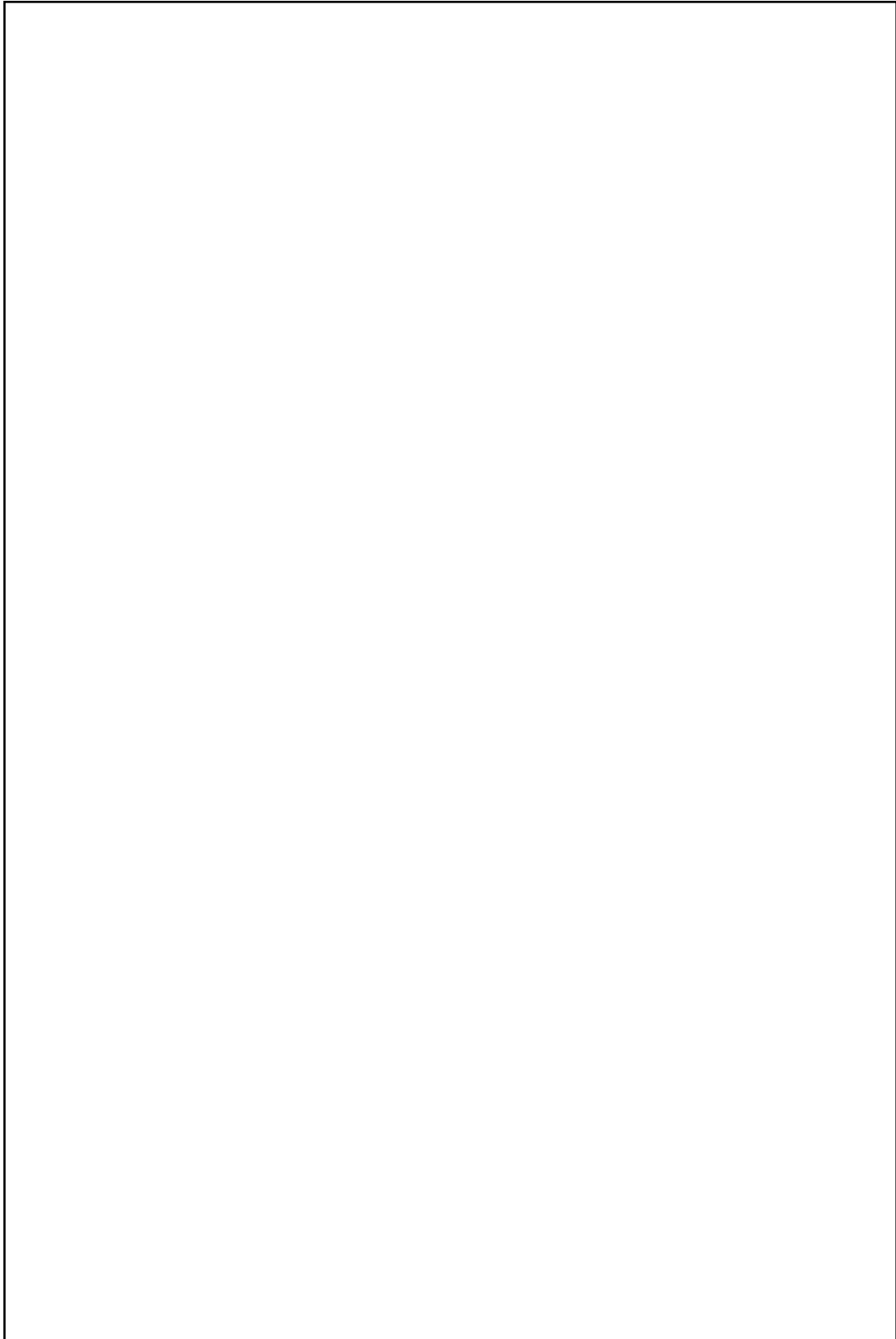
#### B. ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

Με ποιους άλλους τρόπους θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η συγκεκριμένη πηγή ενέργειας από τους ανθρώπους;



## Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Σχεδιάστε ένα μοντέλο ανεμογεννήτριας , αιτιολογώντας τα χαρακτηριστικά της( μέγεθος πτερυγίων, ύψος κατασκευής, επιλογή τοποθεσίας) και σημειώστε όσα από τα βασικά μέρη της γνωρίζετε.



2. Παρουσιάστε το μοντέλο σας στην ολομέλεια της τάξης και συζητήστε τη λειτουργία του και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του.
3. Κατασκευάστε τη ρομποτική ανεμογεννήτρια αξιοποιώντας την πρότασή σας.
4. Τοποθετήστε τον ανεμιστήρα σε απόσταση περίπου μισού μέτρου από το μοντέλο και ξεκινήστε τη λειτουργία του στη χαμηλή σκάλα. Τι παρατηρείτε;
5. (Σημειώστε την ισχύ και την τάση που αναγράφονται στον μετρητή.)

6. Αυξήστε την ένταση του ανεμιστήρα και σημειώστε τις τιμές που αναγράφονται στον μετρητή. Στη συνέχεια τοποθετήστε τον ανεμιστήρα πιο κοντά στην ανεμογεννήτρια, με τη μέγιστη ισχύ του. Τι παρατηρείτε στις τιμές που αναγράφονται τώρα στον μετρητή;

7. Αφαιρέστε ένα από τα πτερύγια της ανεμογεννήτριας και επαναλάβετε το προηγούμενο βήμα. Τι άλλαξε σε σχέση με πριν στις τιμές του μετρητή;

8. Τι είδους ενέργεια αξιοποίησε η ανεμογεννήτρια και σε τι είδους ενέργεια τη μετέτρεψε;

#### Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας από τους πειραματισμούς σας και συζητήστε τα στην ολομέλεια της τάξης.

#### Ε. ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ

Συνδέστε τα συμπεράσματά σας με παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, διατυπώστε τους προβληματισμούς και κάνετε τις προτάσεις σας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: Post test για το 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> το σενάριο



### Ενέργεια - Post Test

Score: \_\_\_\_\_

1. Η ενέργεια...
  - Α χάνεται εντελώς
  - Β αλλάζει συνεχώς μορφή
  - Γ μειώνεται μέρα με την ημέρα
  - Δ βρίσκεται μόνο σε έμψυχα
2. Ποιο από τα παρακάτω είναι μορφή ενέργειας;
  - Α Άνεμος
  - Β Ήλιος
  - Γ Πετρογάζ
  - Δ Χημική
3. Ποιο από τα παρακάτω είναι πηγή ενέργειας;
  - Α Πυρηνική
  - Β Αιολική
  - Γ Ηλεκτρική
  - Δ Πετρέλαιο
4. Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι μη ανανεώσιμη;
  - Α Ηλιακή
  - Β Άνεμος
  - Γ Μπαταρία
  - Δ Θερμότητα
5. Ποια πηγή από τις παρακάτω είναι ανανεώσιμη;
  - Α Γαίανθρακας
  - Β Φυσικό Αέριο
  - Γ Αιολική
  - Δ Βιομάζα

6. Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον ήλιο για να...
- Α ποτίζει
  - Β κάνει μαύρισμα
  - C εμπνέεται
  - D παράγει ενέργεια
7. Ο άνθρωπος αξιοποιεί τον άνεμο για...
- Α να καθαρίζει
  - Β κίνηση
  - C όργωμα
  - D να μαγειρεύει
8. Η αιολική ενέργεια **δεν** συνδέεται με:
- Α τους ανεμόμυλους
  - Β τις ανεμογεννήτριες
  - C τα ιστιοφόρα
  - D τα αεροπλάνα
9. Πού συναντάμε συνήθως τις ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα;
- Α στη θάλασσα
  - Β σε πεδιάδες
  - C σε βουνό
  - D στα φαράγγια
10. Πού και πώς πρέπει να τοποθετείται ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο σε ένα σπίτι;
- Α στη στέγη, ακολουθώντας την πορεία του ήλιου.
  - Β στη στέγη, κάθετα.
  - C στους πλαϊνούς τοίχους.
  - D μέσα στο σπίτι.
11. Ποιο είναι το βασικό στοιχείο ενός φωτοβολταϊκού;
- Α πυρίτιο
  - Β κασσίτερος
  - C σίδηρος
  - D χάλυβας
12. Μια ανεμογεννήτρια μετατρέπει την αιολική ενέργεια σε:
- Α χημική
  - Β πυρηνική
  - C ηλεκτρική
  - D υδροηλεκτρική
13. Τι από τα παρακάτω δεν έχει μια ανεμογεννήτρια;
- Α πτερύγια
  - Β πύργο
  - C γεννήτρια
  - D φωτοβολταϊκό

14. Ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε:
- A κινητική
  - B δυναμική
  - C ηλεκτρική
  - D θερμότητα
15. Τι μπορούμε να κάνουμε για εξοικονόμηση ενέργειας;
- A να μην ανάβουμε τα φώτα
  - B να κλείνουμε τις ηλεκτρικές συσκευές όταν δεν τις χρησιμοποιούμε
  - C να ανάβουμε το θερμοσίφωνα
  - D να μη βλέπουμε τηλεόραση
16. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι ωφέλιμες για το περιβάλλον, γιατί:
- A δεν τελειώνουν ποτέ
  - B δε ρυπαίνουν
  - C είναι φτηνές
  - D έχουν μεγαλύτερη απόδοση
17. Πόσα είδη ανεμογεννήτριας γνωρίζετε ότι υπάρχουν;
- A 3
  - B 2
  - C 5
  - D 1
18. Κάποιοι επιμένουν να χρησιμοποιούν μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υποστηρίζοντας ότι:
- A δε ρυπαίνουν
  - B δεν κοστίζουν
  - C έχουν μεγαλύτερη απόδοση
  - D δεν εξαντλούνται
19. Πού έχουν οι ανεμογεννήτριες τη μέγιστη απόδοση;
- A Στο βουνό
  - B Στη θάλασσα
  - C Στην πεδιάδα
  - D Στο οροπέδιο
20. Ποιο είναι το μειονέκτημα της Αιολικής Ενέργειας;
- A Είναι ανανεώσιμη πηγή.
  - B Δεν ξέρουμε πώς να την αξιοποιήσουμε.
  - C Ρυπαίνει το περιβάλλον.
  - D Η ενέργεια που παίρνουμε εξαρτάται από το πόσο και το πότε φυσάει.

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ: Pre test για το 3ο σενάριο «Φως και Χρώματα»**



ΟΝΟΜΑ	
ΤΜΗΜΑ	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	

1. Τι σκέφτεστε όταν ακούτε τη λέξη φως; Περιγράψτε με λίγα λόγια τη σκέψη σας:

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

2. Σίγουρα έχετε δει κάποια στιγμή ουράνιο τόξο. Προσπαθήστε να εξηγήσετε με λίγα λόγια πώς δημιουργούνται τα διαφορετικά χρώματά του.

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

3. Το φως μπορεί να διαπεράσει οποιαδήποτε επιφάνεια συναντά στην πορεία του; Εξηγήστε:

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

4. Ποια χρώματα διακρίνετε στην παρακάτω εικόνα;



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

5. Α) Γνωρίζετε τι είναι μια φωτεινή πηγή;

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

Β) Αναφέρετε μερικές φωτεινές πηγές που βλέπετε στην καθημερινότητά σας.

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



.....  
.....

6. Α) Πώς πιστεύετε ότι δημιουργείται το λευκό φως που βλέπουμε στο περιβάλλον μας;

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

Β) Πώς πιστεύετε ότι προκύπτουν τα διαφορετικά χρώματα που βλέπουμε στο περιβάλλον μας;

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

7. Όταν το φως περνά μέσα από διαφορετικά υλικά, αλλάζει πορεία. Πώς ονομάζεται αυτό το φαινόμενο; Γνωρίζετε πού οφείλεται;

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

8. Γνωρίζετε γιατί το καλοκαίρι φοράμε ανοιχτόχρωμα ρούχα; Εξηγήστε:

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

9. Γνωρίζετε πώς λειτουργεί η όραση μας; Εξηγήστε:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η: Φύλλο εργασίας για το 3<sup>ο</sup> σενάριο «Φως και Χρώματα»



### ΦΩΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑΤΑ

#### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

#### Περίληψη

Πειραματική εφαρμογή της μηχανικής, της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του προγραμματισμού για τη διδασκαλία των Φυσικών στο δημοτικό

Λουκία Γρυπαίου

[l.grypaiou@al.edu.gr](mailto:l.grypaiou@al.edu.gr)

## A. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Παρατηρήστε τα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας. Συζητήστε στην ομάδα και απαντήστε:

1. Ποια είναι η φωτεινή πηγή / οι φωτεινές πηγές;

2. Παρατηρήστε ξανά τις φωτεινές πηγές. Ποιο πιστεύετε ότι θα είναι το χρώμα που θα εκπέμπει καθεμία από τις φωτεινές πηγές που έχετε στη διάθεσή σας;

## B. ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

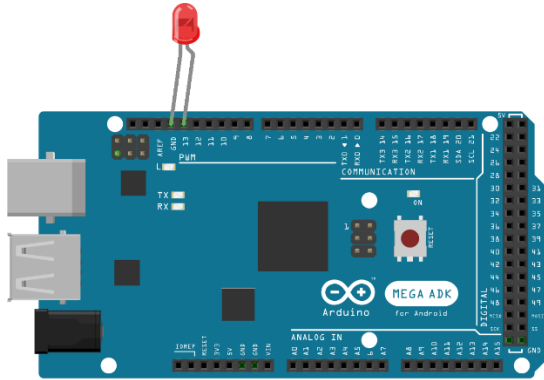
1. Πού πιστεύετε πως οφείλεται το χρώμα κάθε φωτεινής πηγής που αναφέρατε;

2. Σε ποιες εφαρμογές θα μπορούσαμε να αξιοποιήσουμε τα χαρακτηριστικά των φωτεινών αυτών πηγών;

3. Πιστεύετε πως αυτά τα χαρακτηριστικά είναι σταθερά και ισχύουν πάντα; Υπάρχουν κατά τη γνώμη σας άλλοι παράγοντες που θα μπορούσαν να τα επηρεάσουν;

## Γ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

1. Ακολουθήστε τις οδηγίες και ετοιμάστε την πειραματική διάταξη που ακολουθεί με το Arduino και καθένα από τα τέσσερα (4) χρωματιστά led που έχετε στη διάθεσή σας. Προγραμματίστε σε S4A ώστε να φωτοβολεί για 5 δευτερόλεπτα.



2. Καταγράψτε το χρώμα το οποίο εκπέμπει κάθε led. Η καταγραφή σας ανταποκρίνεται στην υπόθεσή σας;

3. Τοποθετήστε μπροστά στα μάτια σας τη διαφάνεια αντίστοιχου χρώματος με κάθε led που χρησιμοποιείτε (την κόκκινη για το κόκκινο led κ.λπ.). Τι παρατηρείτε;

## Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας από τη σύγκριση του χρώματος κάθε led σε καθεμιά από τις δύο περιπτώσεις (χωρίς τη διαφάνεια και μέσα από τη διαφάνεια).

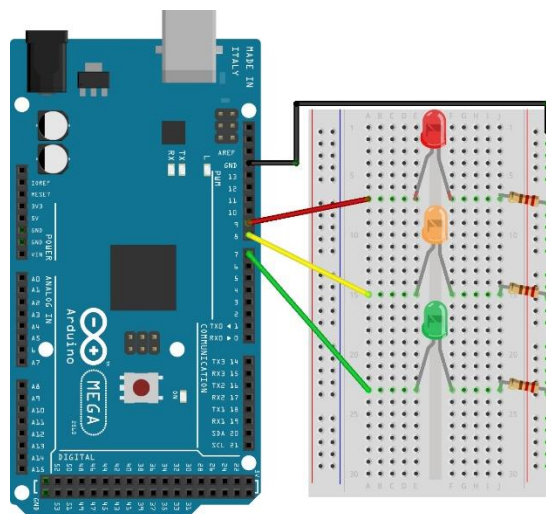
## Ε. ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ

Προσπαθήστε να συνδέσετε τα συμπεράσματά σας με την αντίληψη του χρώματος από τον άνθρωπο και τη σχέση του με τη λειτουργία του ματιού.

## Ε. ΕΦΑΡΜΟΓΗ - ΕΠΕΚΤΑΣΗ

1. Είναι σημαντική η αντίληψη διαφορετικών χρωμάτων από τον άνθρωπο ή θα μπορούσαν να απουσιάζουν; Γιατί;

2. Κατασκευάστε τη διάταξη του φωτεινού σηματοδότη σύμφωνα με το σχεδιάγραμμα και προγραμματίστε τον σε S4A, ώστε να λειτουργεί σύμφωνα με αυτά που γνωρίζετε από τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ: Post test για το 3<sup>ο</sup> σενάριο «Φως και Χρώματα»



ΦΩΣ Post Test (copy)

Score: \_\_\_\_\_

1. Το φως ορίζεται καλύτερα ως :
  - (A) Ηλεκτρομαγνητικό κύμα
  - (B) Πολλά χρώματα μαζί
  - (C) Φωτεινά Σωματίδια
  - (D) Πολλά Φωτόνια μαζί
2. Το φως δεν μπορεί καθόλου να διαπεράσει υλικά σώματα που είναι:
  - (A) Αδιαφανή
  - (B) Διαφανή
  - (C) Ημιδιαφανή
  - (D) Κυρτά
3. Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά ετερόφωτα σώματα είναι:
  - (A) Ο ήλιος
  - (B) Η πυγολαμπίδα
  - (C) Ο κεραυνός
  - (D) Η σελήνη
4. Η πιο γνωστή αυτόφωτη τεχνητή πηγή είναι :
  - (A) Ο ήλιος
  - (B) Τα αστέρια
  - (C) Η σελήνη
  - (D) Τίποτα από τα παραπάνω
5. Το φως διαδίδεται ευθύγραμμο
  - (A) Μόνο προς τα πάνω
  - (B) Μόνο προς τα κάτω
  - (C) Προς όλες τις κατευθύνσεις
  - (D) Δεξιά και αριστερά
6. Ένα από τα πιο γνωστά διαφανή υλικά σώματα είναι
  - (A) Ένα ποτήρι
  - (B) Ο πάγος
  - (C) Το αλουμινόχαρτο
  - (D) Η χαρτοπετσέτα

7. Όταν το φως συναντά ένα αδιαφανές ανοιχτόχρωμο σώμα
- A Όλες οι ακτίνες απορροφώνται.
  - B Όλες οι ακτίνες ανακλώνται.
  - C Μερικές ανακλώνται και μερικές απορροφώνται.
  - D Όλες περνάνε πολύ εύκολα μέσα από το σώμα.
8. Το λευκό φως είναι
- A Σύθεση πολλών ακτινοβολιών με διαφορετικά χρώματα.
  - B Όλα τα χρώματα που υπάρχουν στη γη.
  - C Απλά κίτρινο φως που μοιάζει με άσπρο.
  - D Τίποτα από τα παραπάνω.
9. Η λευκή ακτίνα του φωτός αναλύεται σε
- A 10 χρώματα
  - B 7 χρώματα
  - C 2 χρώματα
  - D 5 χρώματα
10. Το λευκό φως επίσης συντίθεται και με την ανάμειξη σε κατάλληλη αναλογία των:
- A Κόκκινου, πράσινου και μπλε
  - B Κόκκινου, κίτρινου και πράσινου
  - C Κίτρινου, μπλε και πράσινου
  - D Πορτοκαλί, μπλε και κόκκινο
11. Το γεγονός ότι βλέπουμε διαφορετικά χρώματα γύρω μας οφείλεται κυρίως
- A Στον τρόπο που λειτουργεί η όρασή μας
  - B Στο ότι η γη είναι γεμάτη από χρωματιστά αντικείμενα
  - C Στο ότι υπάρχει το λευκό φως
  - D Στην τεχνολογία
12. Το καλοκαίρι φοράμε κυρίως ανοιχτόχρωμα ρούχα γιατί
- A Είναι πιο χαρούμενα και ταιριάζουν με την εποχή
  - B Απορροφούν λιγότερο φως και έτσι δε ζεσταινόμαστε πολύ
  - C Μας αδυνατίζουν και φαινόμαστε πιο όμορφοι
  - D Είναι πιο δροσερά και ανάλαφρα
13. Μια κρύα μέρα του χειμώνα αλλά με ηλιοφάνεια θα επιλέξω να φορέσω
- A Άσπρη μπλούζα
  - B Μαύρη μπλούζα
  - C Λαχανί μπλούζα
  - D Κίτρινη μπλούζα



14. Η δημιουργία του ουράνιου τόξου οφείλεται κυρίως
- A Στον ήλιο
  - B Στη βροχή
  - C Στα σύννεφα
  - D Στον ήλιο και στη βροχή
15. Οι εικόνες που βλέπουμε γύρω μας μεταφέρονται στον εγκέφαλό μας μέσω
- A Του αμφιβληστροειδή χιτώνα
  - B Του οπτικού νεύρου
  - C Της κόρης
  - D Της ίριδας
16. Το είδωλο των αντικειμένων που βλέπουμε σχηματίζεται αντεστραμμένο
- A Στο οπτικό νεύρο
  - B Στην κόρη
  - C Στον κερατοειδή χιτώνα
  - D Στον αμφιβληστροειδή χιτώνα
17. Οι φακοί που είναι παχύτεροι στο μέσο και λεπτότεροι στα άκρα ονομάζονται
- A Συγκλίνοντες
  - B Αποκλίνοντες
  - C Στρογγυλοί
  - D Διαφανείς
18. Όταν πολλές ακτίνες φωτός πέσουν πάνω σε έναν αποκλίνοντα φακό, τότε
- A Μετά τη διέλευσή τους ,συγκεντρώνονται όλες μαζί σε ένα κοινό σημείο
  - B Δεν μπορούν να διαπεράσουν τον φακό
  - C Απορροφούνται όλες από τον φακό
  - D Μετά τη διέλευσή τους, απομακρύνεται η μια από την άλλη
19. Ο χαρακτηρισμός των φακών σε συγκλίνοντες και αποκλίνοντες οφείλεται
- A Στο μέγεθός τους
  - B Στο σχήμα τους
  - C Στο χρώμα τους
  - D Στην πορεία που ακολουθούν οι ακτίνες μετά τη διέλευσή τους
20. Μια βασική ομοιότητα της φωτογραφικής μηχανής και του ματιού μας είναι
- A Ο σχηματισμός του ανάποδου ειδώλου
  - B Η ύπαρξη αμφιβληστροειδή χιτώνα
  - C Η ύπαρξη οπτικού νεύρου
  - D Το συνολικό σχήμα και η συνολική λειτουργία

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης σεναρίων διδασκαλίας φυσικών επιστημών**

- Συμπλήρωσε με Χ

Αγόρι

Κορίτσι

- Σε ποια κεφάλαια της Φυσικής εργαστήκαμε μαζί; (απάντησε μονολεκτικά)

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

- Στο μάθημα της Φυσικής έως τώρα εργαζόσασταν :

1. Μόνο από τα βιβλία, βλέποντας τη θεωρία και κάνοντας τις ασκήσεις.
2. Από τα βιβλία και από το διαδίκτυο, βλέποντας θεωρία και κάνοντας ασκήσεις.
3. Από τα βιβλία, το διαδίκτυο και πραγματοποιώντας πειράματα εκτός βιβλίου.
4. Από τα βιβλία, το διαδίκτυο και φτιάχνοντας ρομποτικές κατασκευές.
5. Άλλη

απάντηση.....  
.....  
.....

- Ο δικός μας τρόπος εργασίας είχε κάτι διαφορετικό σε σχέση με το τρόπο που δουλεύατε έως τώρα στο μάθημα ; Αναλύστε

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

- Κύκλωσε την απάντηση που σου ταιριάζει περισσότερο.

1. Πόσο σου άρεσε ο τρόπος που εργάστηκες στα 3 κεφάλαια;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

2. Πόσο ενδιαφέρουσες θα χαρακτήριζες τις δραστηριότητες που έκανες;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

3. Είσαι ικανοποιημένος/η από τη συμμετοχή σου στην ομάδα που εργάστηκες;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

4. Πόσο προτιμάς τον τρόπο που εργάστηκες στα 3 αυτά κεφάλαια σε σχέση με τον τρόπο που συνήθως εργαζόσουν στο μάθημα της φυσικής;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

5. Σε δυσκόλεψε ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας/ διδασκαλίας;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

6. Σε βοήθησε ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας/ διδασκαλίας για να μάθω καλύτερα τις νέες έννοιες;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

7. Η συνεργασία σου με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας πόσο καλή ήταν;

καθόλου	λίγο	μέτρια	πολύ	πάρα πολύ
---------	------	--------	------	-----------

- Τι σου άρεσε περισσότερο στον συγκεκριμένο τρόπο εργασίας/ διδασκαλίας;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....  
.....

- Μετά την ολοκλήρωση του κάθε κεφαλαίου υπήρχε κάποια αξιολόγηση; Εξηγήστε

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

- Γράψε 3 συναισθήματα που είχες σε όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

- 1.
- 2.
- 3.