



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία της
Ρομποτικής

Βαρβάρα Μαρίνου

A.M. 18019

Εισηγητής: Δρ. Καρκαζής Παναγιώτης

Αθήνα, Ιούλιος 2022

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγχρονες Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία της Ρομποτικής

**Βαρβάρα Μαρίνου
Α.Μ. 18019**

Εξεταστική Επιτροπή:

Δρ. Βασίλειος Μάμαλης, Καθηγητής

Δρ. Παναγιώτης Καρκαζής, Αν. Καθηγητής

Δρ. Νικόλαος Μυριδάκης, Επ. Καθηγητής

Ημερομηνία εξέτασης 11/07/2022

Περίληψη

Στις μέρες μας η Ρομποτική αποτελεί τεχνολογία αιχμής ως μια διεπιστημονική περιοχή στενά εξαρτημένη και αλληλένδετη με την Πληροφορική, τις Επικοινωνίες, την Ηλεκτρονική, την Τεχνητή Νοημοσύνη και άλλα. Αυτή η νέα παγκόσμια πραγματικότητα επέβαλε την ανάγκη προσαρμογής των υπάρχοντων εκπαιδευτικών συστημάτων, κυρίως στο εξωτερικό, ώστε να μπορέσουν να ανταπεξέλθουν τόσο στις σύγχρονες απαιτήσεις μόρφωσης και κατάρτισης όσο και στις ραγδαίες εξελίξεις της αγοράς εργασίας υιοθετώντας το μοντέλο εκπαίδευσης STEM.

Τάση της εκπαίδευσης –σε παγκόσμιο επίπεδο– αποτελεί η εκπαίδευση της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Science, Technology, Engineering, Mathematics – STEM), που ενοποιεί τα τέσσερα αυτά γνωστικά αντικείμενα. Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) συνδυάζει στοιχεία πολλών επιστημών, καλύπτοντας όλα τα πεδία της εκπαίδευσης STEM. Σύμφωνα με πολλές έρευνες θεωρείται μια καινοτόμα μαθησιακή μεθοδολογία η οποία αναπτύσσει τις δεξιότητες των μαθητών όλων των βαθμίδων της εκπαίδευσης.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι:

- a. να επιχειρήσει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση του πεδίου σε συνδυασμό με τις θεωρίες μάθησης που σχετίζονται με αυτό,
- b. ο σχεδιασμός μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής προσέγγισης διδασκαλίας του μαθήματος για μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης, με άξονα τις τεχνολογίες ανοικτού υλικού – λογισμικού και
- c. η προσπάθεια εφαρμογής της παραπάνω εκπαιδευτικής προσέγγισης σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας για την εξαγωγή συμπερασμάτων της αποτελεσματικότητάς της και σύγκρισής της με ήδη εφαρμοζόμενες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στον ίδιο ή παρόμοιο πληθυσμό.

Πιο αναλυτικά, γίνεται πρώτα μια αναφορά στην Υπολογιστική σκέψη και στην εκπαίδευση STEM. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στη Ρομποτική και στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Κατόπιν γίνεται μελέτη των διαφόρων θεωριών μάθησης και πως σχετίζεται η ΕΡ με τις πιο σύγχρονες θεωρίες. Γίνεται μελέτη και παρουσίαση των διάφορων περιβαλλόντων που έχουν αναπτυχθεί, προκειμένου να ενταχθεί η ρομποτική στην εκπαίδευση και επιχειρείται μια συνοπτική σύγκριση και καταλληλόλητά τους σε σχέση και με τις ηλικίες των μαθητών και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση του μικροελεγκτή Arduino, που θα χρησιμοποιηθεί και για τη διδακτική μας παρέμβαση. Στη

συνέχεια σχεδιάστηκε μία διδακτική παρέμβαση για να φέρει κοντά τους μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης στο αντικείμενο της ΕΡ, με όσο το δυνατό πιο απλό κι ευχάριστο τρόπο και με απώτερο σκοπό τη βοήθεια της κατανόησης των προγραμματιστικών τεχνικών, ελπίζοντας και φιλοδοξώντας να γίνουμε πηγή έμπνευσης για μερικούς μελλοντικούς επιστήμονες της Πληροφορικής. Τέλος, αναφέρουμε τα συμπεράσματα στα οποία καταλήξαμε ως εκπαιδευτικοί, εφαρμόζοντας τη διδακτική μας παρέμβαση σε ομάδα μαθητών Δημοτικού Σχολείου.

Λέξεις – κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, STEM, Υπολογιστική σκέψη, Θεωρίες Μάθησης, Εκπαιδευτικό Λογισμικό, Arduino, ArduBlock.

Abstract

Nowadays, Robotics is a state-of-the-art technology as an interdisciplinary field closely interdependent and interconnected with Informatics, Communications, Electronics, Artificial Intelligence and more. This new global reality has necessitated the adaptation of existing education systems, especially abroad, so that they can meet both modern education and training requirements and rapid labor market developments by adopting the STEM education model.

The trend of education - worldwide - is the education of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM), which unites these four disciplines. Educational Robotics (ER) combines elements of many disciplines, covering all areas of STEM education. According to many researches, it is considered an innovative learning methodology which develops the skills of students of all levels of education.

The aim of this dissertation is to:

- a. attempt a literature review of the field in conjunction with related learning theories,
- b. the design of an innovative educational approach to teaching the course for primary school students, focusing on open source technologies - software and
- c. the attempt to apply the above educational approach in real teaching conditions to draw conclusions of its effectiveness and compare it with already applied educational approaches in the same or similar population.

In more detail, a reference is first made to Computational Thinking and STEM training. Next we refer to Robotics and Educational Robotics. Then the various learning theories are studied and how ER is related to the most modern theories. The various environments that have been developed in order to integrate robotics in education are studied and presented, and a brief comparison and their appropriateness in relation to the ages of the students is attempted, with special emphasis on the presentation of the Arduino microcontroller, which will be used for our didactic intervention.

Then a didactic intervention was designed to bring elementary school students closer to the subject of ER, in the simplest and most enjoyable way possible and with the ultimate goal of helping them understand programming techniques, hoping and aspiring to be a source of inspiration for some future Informatics scientists. Finally, we report the conclusions we came to as teachers, applying our didactic intervention to a group of students of Primary School.

Keywords: Educational Robotics, STEM, Computational Thinking, Learning Theories, Educational Software, Arduino, ArduBlock.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	12
Εισαγωγή	15
Υπολογιστική Σκέψη και Εκπαίδευση STEM	17
1.1 Υπολογιστική Σκέψη	17
1.1.1 Τι είναι η Υπολογιστική Σκέψη	18
1.2 STEM	21
1.2.1 Εκπαίδευση STEM	22
1.2.2 Ο όρος STEM	22
1.2.3 Μεθοδολογία STEM	23
1.3 Σύνοψη Κεφαλαίου	24
Εκπαιδευτική Ρομποτική	25
2.1 Ρομποτική	25
2.1.1 Τι είναι η Ρομποτική	25
2.1.2 Που χρησιμοποιείται	26
2.1.3 Τι είναι Ρομπότ	26
2.1.4 Ιστορία	27
2.2 Εκπαιδευτική Ρομποτική	28
2.2.1 Τι είναι η Εκπαιδευτική Ρομποτική	29
2.3 Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Ρομποτική	31
2.3.1 Θεωρίες Μάθησης	31
2.3.1.1 Συμπεριφορισμός	31
2.3.1.2 Γνωστικές (ή Γνωσιακές) Θεωρίες	33
2.3.1.3 Εποικοδομισμός	35
2.3.1.4 Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες	42
2.3.2 Θεωρίες Μάθησης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική	47
2.3.3 Παιδαγωγικό Πλαίσιο και Ενσωμάτωση στην Εκπαιδευτική Πράξη	48
2.3.4 Μέθοδοι Διδασκαλίας στην Εκπαιδευτική Ρομποτική	49
2.4 Εκπαιδευτική Ρομποτική και Υπολογιστική Σκέψη	54
2.5 Σύνοψη Κεφαλαίου	56
Λογισμικό και πλατφόρμες για Εκπαιδευτική Χρήση	57
3.1 Λογισμικό - Εφαρμογές Ρομποτικών Συστημάτων	57
3.1.1 Ρομποτικό Λογισμικό	57
3.1.2 Ρομποτική Προσομοίωση	58
3.1.3 Ρομποτικός Προσομοιωτής	58

3.2 Η Γλώσσα LOGO	59
3.3 Microworlds Pro	61
3.4 Scratch	61
3.5 Πλατφόρμες εκπαιδευτικής Ρομποτικής	63
3.5.1 BeeBot, η «έξυπνη μέλισσα»	63
3.5.2 Thymio II	65
3.5.3 Edison	69
3.5.4 Lego WeDo	69
3.5.5 Lego Mindstorms	70
3.5.6 mBot	71
3.5.7 Vex Robotics Design System	72
3.5.8 Mobile Robot Programming Toolkit (MRPT)	73
3.5.9 RoboPlus Bioloid	73
3.5.10 Arduino	74
3.5.11 Πίνακας σύγκρισης Πλατφορμών	75
3.6 Διαγωνισμοί Εκπαιδευτικής Ρομποτικής	77
3.6.1 Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής – WRO	77
3.6.2 Πανελλήνιος Διαγωνισμός Ανοιχτών Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση	79
3.7 Σύνοψη Κεφαλαίου	80
Arduino και ArduBlock	81
4.1 Arduino	81
4.1.1 Ιστορικά στοιχεία	81
4.1.2 Εκδόσεις	81
4.1.3 Υλικό (Hardware) και Λογισμικό (Software)	82
4.1.4 Εγκατάσταση περιβάλλοντος Arduino IDE	83
4.1.5 Ρεύμα λειτουργίας	86
4.1.6 Θύρες εισόδου/εξόδου (Pins)	87
4.1.7 Πλεονεκτήματα του Arduino για εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής	89
4.2 ArduBlock	90
4.2.1 Τι είναι	90
4.2.2 Εγκατάσταση	90
4.3 Σύνοψη Κεφαλαίου	95
Η Διδακτική μας παρέμβαση	97
5.1 Υλικά που θα χρειαστούμε	98
5.2 Δραστηριότητες για το μάθημα	103
Δραστηριότητα 1. LED που αναβοσβήνει	103

Δραστηριότητα 2. Φανάρι Κυκλοφορίας Αυτοκινήτων	105
Δραστηριότητα 3. LED με σταδιακή αυξομείωση της φωτεινότητας	107
Δραστηριότητα 4. LED με σταδιακή αυξομείωση της φωτεινότητας και αναβόσβησμα δυο φορές όταν είναι τελείως σβηστό κι όταν έχει πλήρη φωτεινότητα	110
Δραστηριότητα 5. LED με ρύθμιση της φωτεινότητας με ποτενσιόμετρο	113
Δραστηριότητα 6. LED που ανάβει με το πάτημα κουμπιού	115
Δραστηριότητα 7. Ανιχνεύοντας την απόσταση – Σύστημα parking	118
Επόμενες Δραστηριότητες	122
5.3 Σύνοψη Κεφαλαίου	122
Συμπεράσματα - Επεκτάσεις	123
Αναφορές	125

Ευχαριστίες

Άλλο ένα ταξίδι φτάνει στο τέλος του. Κάτι που μέχρι πριν μερικά χρόνια φάνταζε άπιαστο όνειρο λόγω διάφορων δυσκολιών, να το που έγινε πραγματικότητα κι ολοκληρώνεται. Με δυσκολίες και πιασμάτα, αλλά πάντα με θέληση και με πίστη στο ότι αν θέλεις κάτι πολύ, το σύμπαν συνωμοτεί για να το πετύχεις.

Άλλη μια εκπαιδευτική διαδικασία που με οδηγεί να ξαναπώ, ότι το να σπουδάζει κανείς είναι από τα συναρπαστικότερα πράγματα που μπορεί να κάνει, από τις όμορφότερες εμπειρίες που μπορεί να αποκτήσει. Οι ώρες στα αμφιθέατρα και στους διαδρόμους του πανεπιστημίου και η συναναστροφή με συμφοιτητές και καθηγητές, ανεκτίμητη εμπειρία.

Στο τέλος αυτής της διαδρομής θέλω να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν, ο καθένας με τον τρόπο του, στην επίτευξη και αυτού του στόχου.

Καταρχάς να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα της διπλωματικής, Δρ. Καρκαζή Παναγιώτη, που δέχτηκε να αναλάβει και για τις εποικοδομητικές και χρήσιμες παρατηρήσεις του.

Στη συνέχεια θέλω να ευχαριστήσω τον πολύ καλό μου φίλο, Δρ. Γιώργο Καπούλα, που πάντα πίστευε και πιστεύει σε εμένα και δε σταματά στιγμή να με ενθαρρύνει, τη φίλη μου Χρύσα Πετροπούλου, που αφιέρωσε χρόνο να διαβάσει το κείμενο και να μου παρέχει ανατροφοδότηση και τη φίλη και συνάδελφο Βάνα Ρίζου που μια φιλική κουβέντα μαζί της, στάθηκε η αφορμή να ξεκινήσει αυτό το όμορφο ταξίδι.

Τέλος να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την υπομονή που έκαναν όλον αυτόν τον καιρό.

Αφιερώσεις

Στα παιδιά μου, Παναγιώτη και Μαριάννα, που τόσο πολύ χάρηκαν όταν τους ανακοίνωσα ότι έγινα δεκτή στο πρόγραμμα του Μεταπτυχιακού, αλλά και για τον πολύτιμο χρόνο που τους στέρησα στην τόσο σημαντική φάση της ζωής τους, κατά την ενασχόληση μου με το διάβασμα και κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Στη μνήμη του πατέρα μου που θα με καμαρώνει από εκεί ψηλά...

Αθήνα, Ιούλιος 2022

Εισαγωγή

Στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι αφενός η έρευνα στο πεδίο της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (ΕΡ), η ταυτόχρονη μελέτη των θεωριών μάθησης και πως η ΕΡ αξιοποιώντας τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης, εμπλέκεται στην εκπαιδευτική διαδικασία και φέρνει τους μαθητές πιο κοντά στην εκπαίδευση STEM, προετοιμάζοντας τους για το σύγχρονο και απαιτητικό κόσμο του αύριο, και αφετέρου ο σχεδιασμός μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής προσέγγισης διδασκαλίας ΕΡ, για μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης, με άξονα τις τεχνολογίες ανοικτού υλικού – λογισμικού.

Πιο αναλυτικά γίνεται πρώτα μια αναφορά στην Υπολογιστική σκέψη και στην εκπαίδευση STEM. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στη Ρομποτική και στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Κατόπιν γίνεται μελέτη των διαφόρων θεωριών μάθησης και πως σχετίζεται η ΕΡ με τις πιο σύγχρονες θεωρίες. Γίνεται μελέτη και παρουσίαση των διάφορων περιβαλλόντων που έχουν αναπτυχθεί, προκειμένου να ενταχθεί η ρομποτική στην εκπαίδευση και επιχειρείται μια συνοπτική σύγκριση και καταλληλόλητά τους σε σχέση και με τις ηλικίες των μαθητών και δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην παρουσίαση του μικροελεγκτή Arduino, που θα χρησιμοποιηθεί και για τη διδακτική μας παρέμβαση.

Τέλος σχεδιάστηκε μία διδακτική παρέμβαση για να φέρει κοντά τους μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης στο αντικείμενο της ΕΡ, με όσο το δυνατό πιο απλό κι ευχάριστο τρόπο και με απώτερο σκοπό τη βοήθεια της κατανόησης των προγραμματιστικών τεχνικών, ελπίζοντας και φιλοδοξώντας να γίνουμε πηγή έμπνευσης για μερικούς μελλοντικούς επιστήμονες της Πληροφορικής.

Συνοπτική παρουσίαση των κεφαλαίων της εργασίας:

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην υπολογιστική σκέψη και το STEM.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναφερόμαστε στη ρομποτική και στον ορισμό του ρομπότ. Κάνουμε μια μικρή ιστορική αναδρομή και στη συνέχεια αναφερόμαστε στην εκπαιδευτική ρομποτική. Κατόπιν κάνουμε μια συνοπτική μελέτη για τις διάφορες θεωρίες μάθησης και πως συνδυάζονται οι πιο μοντέρνες από αυτές με την Εκπαιδευτική Ρομποτική.

Στο 3^ο κεφάλαιο γίνεται μια έρευνα για το λογισμικό και τις διάφορες πλατφόρμες που έχουν αναπτυχθεί για εκπαιδευτική χρήση και μια συνοπτική συγκριτική παρουσίαση. Τέλος γίνεται μια αναφορά στους διαγωνισμούς που γίνονται με σκοπό την ευρύτερη διάδοση της εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην εκπαιδευτική κοινότητα.

Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται μια πιο αναλυτική παρουσίαση της πλακέτας Arduino που με αυτή σχεδιάζουμε τη διδακτική μας παρέμβαση. Αναφερόμαστε τόσο στο υλικό, όσο και στο λογισμικό του και αναφέρουμε τους λόγους που το κάνουν να πλεονεκτεί για εκπαιδευτική χρήση.

Το 5^ο κεφάλαιο αποτελεί τη διδακτική μας παρέμβαση. Αποτελείται από επτά δραστηριότητες μαθήματος, κλιμακούμενης δυσκολίας με αναλυτική περιγραφή και εικόνες από τα βήματα που χρειάζονται για να υλοποιηθεί η εκάστοτε κατασκευή. Σκοπός είναι οι μικροί μαθητές, ερχόμενοι σε επαφή με ρομποτικές κατασκευές, να αναπτύξουν το δημιουργικό τους πνεύμα, να μάθουν να δουλεύουν σε ομάδες και να συνεργάζονται, και να αρχίσουν να κατανοούν την ανάπτυξη προγραμμάτων.

Στο 6^ο κεφάλαιο αναφέρουμε τις παρατηρήσεις μας από την εφαρμογή της διδακτικής μας παρέμβασης σε μια ομάδα μαθητών με πρότερη εμπειρία στη ρομποτική με τις πλατφόρμες Lego Wedo 2 και Lego Mindstorms EV3. Και τέλος προτείνουμε μερικές ιδέες για παραπέρα ανάπτυξη του διδακτικού μας σεναρίου.

1

Υπολογιστική Σκέψη και Εκπαίδευση STEM

1.1 Υπολογιστική Σκέψη

Στη σύγχρονη εποχή υπάρχει η ανάγκη της αύξησης της παραγωγικότητας του ανθρώπου. Για αυτόν το λόγο, έχουν αναπτυχθεί ποικίλες εφαρμογές υπολογιστών με σκοπό να βοηθήσουν σε αυτό. Προκειμένου όμως να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά αυτές οι εφαρμογές, είναι απαραίτητο ο χρήστης να διαθέτει συγκεκριμένες δεξιότητες και γνώσεις. Για παράδειγμα, η ευχέρεια χρήσης ενός browser (φυλλομετρητή) που επιτρέπει την πλοήγηση στο διαδίκτυο ή η δυνατότητα χρήσης κάποιας εφαρμογής επεξεργασίας εγγράφων συνιστούν τέτοιου είδους δεξιότητες ή αλλιώς αυτό που ορίζεται ως τεχνολογικός γραμματισμός (literacy). Μια άλλη ικανότητα που μπορεί να αναπτυχθεί είναι η βαθύτερη ικανότητα του τρόπου που λειτουργεί ένα υπολογιστικό σύστημα, αποκτά δηλαδή ευχέρεια στους υπολογιστές. Ενώ ο τεχνολογικός γραμματισμός και η ευχέρεια στους υπολογιστές είναι άκρως απαραίτητα, δεν έχουν κατανοηθεί επαρκώς ώστε να μπορεί να γίνει αντιληπτό η δυναμική που αναπτύσσεται στον ανθρώπινο εγκέφαλο κατά τη διάρκεια υπολογισμών και πως αυτό οδηγεί σε αύξηση της δημιουργικότητας του ανθρώπου. Κάθε επαγγελματίας, οφείλει να διαθέτει ένα σύνολο από διανοητικές και λογικές ικανότητες που να μπορεί να χρησιμοποιεί σε πεδία όπως, η επιστήμη, οι τέχνες, η οικονομία κ.α. (Perkovic, Settle, Hwang, Jones 2010).

Η Jannette Wing, το 2006 δημοσίευσε το άρθρο της με τίτλο «Υπολογιστική Σκέψη» (Wing, 2006), στο οποίο διατυπώνει την άποψή της ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια βασική ικανότητα που πρέπει να έχουν όλα τα παιδιά, μαζί με την ανάγνωση, τη γραφή και τα μαθηματικά. Η ευρεία εξάπλωση της Πληροφορικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών, μπορεί να συμβάλει στην επιτυχία αυτού του εγχειρήματος.

Με βάση το άρθρο της Wing, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χρησιμοποιεί κάποιος την υπολογιστική σκέψη, όταν, προσπαθώντας να λύσει κάποιο πρόβλημα σκέφτεται σαν επιστήμονας της Πληροφορικής. Το να είσαι επιστήμονας της Πληροφορικής, δε σημαίνει ότι διαθέτεις κάποια ιδιαίτερα έμφυτα ταλέντα, αλλά ότι μέσα από την πορεία της εκπαίδευσης σου στην επιστήμη της Πληροφορικής και της

εμπειρίας που αποκτάται από την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων με τη χρήση υπολογιστή αποκτάς σχετικές δεξιότητες.

Έτσι, σύμφωνα με τη Wing και τους υποστηρικτές της, η υπολογιστική σκέψη αφενός αποτελεί ένα σύνολο δεξιοτήτων, τεχνικών, στάσεων και μεθόδων που προσφέρουν την δυνατότητα επίλυσης πολλών προβλημάτων με τη χρήση της ανάλυσης και της αφαίρεσης στην αντιμετώπισή τους και αφετέρου εξοπλίζει τα άτομα, με μεθόδους και μοντέλα σχεδιασμού και επίλυσης πολύπλοκων προβλημάτων δύσκολα ή και αδύνατα διαχειρίσιμων με άλλον τρόπο.

Είναι γνωστό ότι η Πληροφορική πια έχει εισβάλει παντού και βέβαια αλληλεπιδρά με πλήθος άλλων επιστημονικών πεδίων, όπως η Ιατρική, η Βιολογία, τα Οικονομικά, η Στατιστική κ.α. Οι εξελίξεις στην επιστήμη της Πληροφορικής, κάνουν τους επιστήμονες να μπορούν να οραματίζονται νέους τρόπους επίλυσης προβλημάτων και να δοκιμάζουν νέες λύσεις, είτε μέσω προσομοιώσεων είτε στον πραγματικό κόσμο. Είναι προφανές ότι όσοι κατέχουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης θα μπορούν να εκμεταλλεύονται τις ευκαιρίες καλύτερα.

Το θέμα της «Υπολογιστικής σκέψης» σαν έννοια και συναφώς η προσέγγιση του ρόλου της Πληροφορικής στη γενική εκπαίδευση, όπως τέθηκε από την Wing, πυροδότησε μια ευρεία συζήτηση σε σχέση με το περιεχόμενο του όρου. Ενώ ήταν ανοικτή αυτή η συζήτηση, ανελήφθησαν πρωτοβουλίες για την αξιοποίηση της υπολογιστικής σκέψης στην εκπαίδευση, αλλά και ολοκληρωμένα προγράμματα σπουδών.

1.1.1 Τι είναι η Υπολογιστική Σκέψη

Σύμφωνα με την Wing «Η Υπολογιστική σκέψη αφορά στην επίλυση προβλημάτων, στο σχεδιασμό συστημάτων και την κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, χρησιμοποιώντας έννοιες που είναι θεμελιώδους σημασίας για την επιστήμη των υπολογιστών» (Wing, 2006).

Αργότερα η Wing προσδιόρισε την υπολογιστική σκέψη ως τη διαδικασία εκείνη κατά την οποία η σκέψη διαμορφώνει προβλήματα και λύσεις με τέτοιο τρόπο ώστε οι λύσεις να αναπαρίστανται σε μορφή που να μπορούν αποτελεσματικά να πραγματοποιηθούν από έναν πράκτορα (agent) επεξεργασίας πληροφοριών. Ή διαφορετικά, η Υπολογιστική σκέψη σύμφωνα με τη Wing (2010), περιγράφει την πνευματική δραστηριότητα στη διαμόρφωση προβλημάτων με υπολογιστική λύση. Η λύση είναι δυνατό να υλοποιηθεί από άνθρωπο ή μηχανή, ή από συνδυασμό και των δύο.

Στις μέρες μας, ο όρος, «υπολογιστική σκέψη» είναι ευρύτερος και καλύπτει τη σκέψη σε πολλά επίπεδα αφαιρετικότητας, τη χρήση των μαθηματικών για την ανάπτυξη αλγόριθμων την εξέταση της εφαρμογής μιας λύσης σε διαφορετικά προβλήματα. Η Υπολογιστική Σκέψη αναφέρεται σε ένα σύνολο δεξιοτήτων, που μπορεί να εφαρμοστεί γενικά και που όχι μόνο οι επιστήμονες της Πληροφορικής, αλλά και ο γενικός πληθυσμός, θα μπορούσαν να μάθουν και να χρησιμοποιούν. Είναι λοιπόν μια πολύ σημαντική δεξιότητα για όλους. Στηρίζεται στη δύναμη αλλά ταυτόχρονα και στους περιορισμούς των διαδικασιών υπολογισμού, με όποιο μέσο κι αν αυτοί εκτελούνται – άνθρωπο ή υπολογιστή (Denning, 2009).

Οι Barr και Stephenson (2011), αναφέρουν ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι η προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων με τέτοιον τρόπο που να μπορεί να υλοποιηθεί από τον υπολογιστή. Οι μαθητές δεν περιορίζονται σε απλούς χρήστες εργαλείων, αλλά μαθαίνουν να τα κατασκευάζουν, δηλαδή χρησιμοποιούν ένα σύνολο από έννοιες, όπως η αφαίρεση, η αναδρομή και η επανάληψη για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων και μπορούν να δημιουργούν τόσο πραγματικά όσο και εικονικά αντικείμενα. Η Υπολογιστική Σκέψη είναι εκείνη η προσέγγιση λύσης προβλημάτων, που μπορεί να αυτοματοποιηθεί, να μεταφερθεί και να εφαρμοστεί σε διαφορετικά θέματα.

Ο Gudzial (2008), υποστηρίζει ότι η ιδέα της Wing δεν ήταν νέα, γιατί ήδη ο Alan Perlis από τη δεκαετία του '60, έβλεπε τον προγραμματισμό σαν ένα βήμα για την κατανόηση της θεωρίας υπολογισμού, το οποίο θα βοηθούσε τους φοιτητές να αναδιατυπώσουν το τι αντιλαμβάνονται σε ένα ευρύ πεδίο μαθημάτων. Για αυτό το λόγο εισηγήθηκε τη διδασκαλία του προγραμματισμού σε όλους τους φοιτητές. Ο όρος Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking), χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το 1966 από τον Papert. Ο Papert ήταν αυτός, που πρώτος υποστήριξε την άποψη του να αναπτυχθεί στα παιδιά η αλγοριθμική σκέψη, μέσω της χρήσης της γλώσσας προγραμματισμού Logo (Papert 1991).

Ο Andrea diSessa, το 2000 εισάγει τον ορισμό του υπολογιστικού γραμματισμού (computational literacy) για να περιγράψει με αυτόν, πως οι υπολογιστές μπορούν να δράσουν καταλυτικά για την αλλαγή στην εκπαίδευση και πως ο καθένας μπορεί να ξεπεράσει το όριο του απλού καταναλωτή και να γίνει δημιουργός δυναμικών και διαδραστικών μορφών.

Το άρθρο της Wing αναζωπύρωσε αυτή την ιδέα και οδήγησε στην είσοδο της Πληροφορικής στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εισάγοντας την Υπολογιστική Σκέψη σε όλα τα πεδία που σχετίζονται με το STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

Μετά από μια σειρά ενεργειών, εργαστηρίων και μελετών, οδήγησε την ίδια τη Wing στην αναθεώρηση του αρχικού ορισμού και στη διατύπωση ενός νέου: Ο όρος «Υπολογιστική Σκέψη» περιλαμβάνει τις διεργασίες σκέψης που σχετίζονται με τη διατύπωση προβλημάτων και των λύσεών τους, ώστε αυτές να μπορούν να αναπαρίστανται σε μορφή που να είναι εφικτή η αποτελεσματική υλοποίησή τους από ένα μέσο (agent) επεξεργασίας πληροφοριών (Wing, 2011).

Τέσσερις είναι οι βασικές τεχνικές στις οποίες βασίζεται η Υπολογιστική Σκέψη:

- Αποσύνθεση (decomposition). Σπάμε ένα περίπλοκο πρόβλημα σε μικρότερα μέρη που να είναι πιο εύκολο να τα διαχειριστούμε.
- Αναγνώριση προτύπων (pattern recognition). Εντοπίζουμε ομοιότητες ανάμεσα σε προβλήματα ή μέρος προβλημάτων.
- Αφαίρεση (abstraction). Αγνοούμε τις μη ουσιώδεις λεπτομέρειες και εστιάζουμε στα σημεία που έχουν σημαντικές πληροφορίες.
- Αλγόριθμος (algorithm). Αναπτύσσουμε τη λύση ή/και τους κανόνες βηματικά για να καταφέρουμε να λύσουμε το πρόβλημα.

Η κάθε μια από τις προαναφερθείσες τεχνικές είναι σημαντική και δεν πρέπει να παραλείπεται. Με τη σωστή εφαρμογή τους, καθίσταται εφικτή η υλοποίηση της λύσης ενός προβλήματος, είτε από έναν άνθρωπο, είτε από μία μηχανή.

Όπως αναφέρει στο άρθρο του για το 10^ο Συνέδριο καθηγητών Πληροφορικής ο κ. Αριστείδης Παλιούρας:

Η υπολογιστική σκέψη έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Wing, 2006, Νικολός, 2012):

- **Σύλληψη εννοιών, όχι προγραμματισμός.** Η επιστήμη των υπολογιστών δεν είναι ο προγραμματισμός, είναι πολλά παραπάνω από αυτό. Το να είναι ικανός κάποιος να σκέφτεται σαν επιστήμονας της πληροφορικής δε σημαίνει μόνο το να είναι ικανός να προγραμματίσει τον υπολογιστή. Είναι η ικανότητα να σκέφτεται σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης.
- **Θεμελιώδης, όχι δεξιότητα ρουτίνας.** Ως θεμελιώδης χαρακτηρίζεται μια δεξιότητα που πρέπει να κατέχει κάθε άνθρωπος στη σημερινή κοινωνία. Μια μηχανική λειτουργία χαρακτηρίζεται ως ρουτίνα. Η ανθρώπινη σκέψη δε μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρουτίνα μέχρι να έρθει η στιγμή που η επιστήμη των υπολογιστών θα επιλύσει όλες τις μεγάλες προκλήσεις της τεχνητής νοημοσύνης και θα μπορέσει να κάνει τους υπολογιστές να σκέφτονται σαν άνθρωποι.

- **Ένας τρόπος σκέψης ανθρώπων, όχι υπολογιστών.** Με το να αποκτά κανείς υπολογιστική σκέψη σημαίνει ότι γίνεται ικανός να λύνει προβλήματα, δε σημαίνει ότι προσπαθούμε να κάνουμε τους ανθρώπους να σκέφτονται σαν υπολογιστές. Οι υπολογιστές δεν είναι ούτε έξυπνοι ούτε δημιουργικοί. Οι άνθρωποι είναι. Οι άνθρωποι είμαστε που κάνουμε τους υπολογιστές ενδιαφέροντες. Χρησιμοποιούμε την εξυπνάδα μας, με την βοήθεια των υπολογιστών, για να αντιμετωπίσουμε προβλήματα που δεν θα τολμούσαμε να αναλάβουμε πριν την εποχή της πληροφορικής και να χτίσουμε συστήματα που το μόνο που τα περιορίζει είναι η φαντασία μας.
- **Συμπληρώνει και συνδυάζει τη μαθηματική σκέψη με τη σκέψη του μηχανικού.** Όπως όλες οι επιστήμες, έτσι και η επιστήμη των υπολογιστών, βασίζει τα θεμέλια της στα μαθηματικά και επηρεάζεται από τη μαθηματική σκέψη. Ταυτόχρονα η επιστήμη των υπολογιστών, επηρεάζεται από τη σκέψη του μηχανικού, από τη στιγμή που κατασκευάζονται συστήματα που βρίσκονται σε αλληλεπίδραση με τον πραγματικό κόσμο. Επειδή κάθε υπολογιστική μηχανή υπόκειται σε περιορισμούς οι επιστήμονες υπολογιστών αναγκάζονται να σκεφτούν υπολογιστικά, όχι μόνο μαθηματικά. Επειδή όμως είμαστε ελεύθεροι να χτίσουμε ιδεατούς κόσμους μπορούμε να κατασκευάσουμε συστήματα πέρα από τον φυσικό κόσμο.
- **Ιδέες, όχι αντικείμενα.** Πλέον όλα τα αντικείμενα υλικού και λογισμικού που παράγονται χάρη στην επιστήμη των υπολογιστών, έχουν κατακλύσει τον κόσμο και επηρεάζουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τις ζωές μας και την καθημερινότητά μας, όμως μεγάλη επίδραση πλέον έχουν και οι υπολογιστικές έννοιες που χρησιμοποιούμε για να προσεγγίσουμε προβλήματα και να είμαστε ικανοί να τα λύσουμε, να μπορούμε να διαχειριστούμε την καθημερινή μας ζωή, να επικοινωνήσουμε και να αλληλεπιδράσουμε με άλλους.
- **Από όλους, παντού.** Η υπολογιστική σκέψη θα είναι μια πραγματικότητα τόσο εσωτερική στις ανθρώπινες προσπάθειες όσο μια φιλοσοφία.

1.2 STEM

Το STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), αποτελεί το μετασχηματισμό της διδασκαλίας από το παραδοσιακό – δασκαλοκεντρικό μοντέλο, στο σύγχρονο μοντέλο όπου κυριαρχεί η ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση και η επίλυση προβλήματος. Με το STEM ενθαρρύνονται οι μαθητές να απαντούν σε ερωτήσεις και προσεγγίζεται η μάθηση με τρόπο παιγνιώδη και με δραστηριότητες που εμπερικλείουν σαν μια ολότητα, την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά.

1.2.1 Εκπαίδευση STEM

Η εκπαίδευση από τα τέλη του 20ου αιώνα και μετά, σχετίζεται με την ανάγκη διαμόρφωσης των μαθητών ως μελλοντικών πολιτών και προς αυτή την κατεύθυνση προσπαθεί να ακολουθήσει τις κοινωνικές, οικονομικές, πολιτικές και πολιτιστικές ανάγκες και εξελίξεις που συντελούνται τόσο στο επίπεδο μιας χώρας, όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εκπαίδευση STEM θεωρείται ως μια πρωτοποριακή μέθοδος εκπαίδευσης για την ανάπτυξη και εξέλιξη σημαντικών πτυχών της ζωής και της οικονομίας, αλλά και της προετοιμασίας των μαθητών για το μέλλον.

1.2.2 Ο όρος STEM

Το ακρωνύμιο *STEM* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) – παλιότερα «*SMET*»- καθιερώθηκε από την δεκαετία του 1990 στις Η.Π.Α. Από το *National Science Foundation* της Αμερικής τέθηκαν δυο στόχοι για τους μαθητές:

- Τη γνώση και κατανόηση των βασικών αρχών των μαθημάτων του STEM καθώς και των μεταξύ τους συνδέσεων με σκοπό την ένταξη των εκπαιδευόμενων στην αγορά εργασίας και μάλιστα αποκτώντας μια αξιοπρεπή θέση εργασίας
- Μακροπρόθεσμα, την εξασφάλιση όλων των απαραίτητων αλλαγών ώστε η χώρα να παραμείνει ανταγωνιστική απέναντι στις υπόλοιπες χώρες του κόσμου (Chesky & Wolfmeyer, 2015)

Η βιολόγος Ramaley, χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το 2001 το ακρωνύμιο STEM θέλοντας να εντάξει την Τεχνολογία και τη Μηχανική στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και των Μαθηματικών. Ο όρος χρησιμοποιείται συνήθως όταν αναφερόμαστε στην πολιτική της εκπαίδευσης και στα προγράμματα σπουδών στα σχολεία για τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας στον τομέα της επιστήμης και της τεχνολογικής ανάπτυξης (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Κινητήρια δύναμη στην εκπαίδευση STEM αποτελεί η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στην ανακάλυψη της μάθησης και την επίλυση προβλημάτων, μέσω της διεπιστημονικότητας, δηλαδή κάνοντας χρήση γνώσεων από επιστημονικά πεδία της εκπαίδευσης, όπως είναι η Επιστήμη, η Τεχνολογία, η Μηχανική και τα Μαθηματικά. Η εκπαίδευση STEM μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, την Προσχολική αγωγή, την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια εκπαίδευση μέχρι και την Μεταδιδακτορική εκπαίδευση (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

1.2.3 Μεθοδολογία STEM

Το STEM ακολουθεί μια προσέγγιση που καταργεί τα όρια μεταξύ των διαφορετικών επιστημών και ενσωματώνει τους διάφορους επιστημονικούς κλάδους σε ένα συνεκτικό παράδειγμα μάθησης, εστιάζοντας στην επίλυση αυθεντικών πραγματικών προβλημάτων με την επιλογή θεωριών, εννοιών και εργαλείων από διάφορες επιστήμες ώστε να λυθεί ένα πρόβλημα ή να δημιουργηθεί μια κατασκευή που να συνδυάζει έννοιες και εργαλεία από τις τέσσερις επιστήμες του STEM. (Ψυχάρης, 2016). Το σκεπτικό πίσω από αυτήν την αντιμετώπιση, είναι ότι τα σύγχρονα προβλήματα έχουν μεγάλη πολυπλοκότητα και δεν μπορεί να τα αντιμετωπίσει μία μόνο επιστήμη.

Με τη μεθοδολογία STEM στη διδασκαλία, μεταβαίνουμε από τη δασκαλοκεντρική μέθοδο μάθησης στην ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση. Οι μαθητές συνεργάζονται μεταξύ τους σε ομάδες και αναπτύσσουν τη δημιουργικότητά τους, δίνοντας έτσι από κοινού λύσεις στα προβλήματα που τίθενται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Η θέση του παραδοσιακού δασκάλου καταλαμβάνεται από τη δημιουργικότητα, τη αναζήτηση, την έμπνευση και τον αναστοχασμό.

Η υλοποίηση του STEM συνδυάζεται με την Υπολογιστική Επιστήμη (Computational Science), (Ψυχάρης, 2016) ενώ ως μέθοδος επίλυσης προβλήματος χρησιμοποιείται η υπολογιστική σκέψη (computational thinking), (Wing, 2006).

Σύμφωνα με την Morrison (2006) τα άτομα που θα ολοκληρώσουν μια εκπαίδευση τύπου STEM, θα είναι:

- Ικανοί λύτες προβλημάτων «Problem – solvers», δηλαδή θα μπορούν να θέσουν τις ερωτήσεις και να ορίσουν τα προβλήματα, να σχεδιάσουν έρευνες για τη συλλογή και οργάνωση δεδομένων, να εξαγάγουν συμπεράσματα και να τα εφαρμόσουν σε νέες καταστάσεις.
- Καινοτόμοι «Innovators», χρησιμοποιώντας δημιουργικά τις έννοιες και τις αρχές της Επιστήμης των Μαθηματικών και της Τεχνολογίας, εφαρμόζοντάς τις στο μηχανικό σχεδιασμό.
- Αυτοδύναμοι «Self-reliant», δηλαδή θα μπορούν να παίρνουν πρωτοβουλίες και αποκτούν τα κίνητρα για να μπορούν να σχεδιάζουν έναν τρόπο δράσης θέτοντας και τους απαραίτητους χρονικούς περιορισμούς.
- Λογικοί στοχαστές «Logical thinkers», θα μπορούν να εφαρμόζουν λογικές διαδικασίες σκέψης των Επιστημών, των Μαθηματικών και του Τεχνολογικού σχεδιασμού για να οδηγούνται σε καινοτόμες ιδέες και εφευρέσεις.

1.3 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάσαμε δύο βασικούς όρους: της Υπολογιστικής Σκέψης και της Εκπαίδευσης STEM.

Ο όρος «Υπολογιστική Σκέψη» περιλαμβάνει εκείνες τις διεργασίες σκέψης με τις οποίες γινόμαστε ικανοί να διατυπώνουμε σωστά το πρόβλημα και τη λύση του με τέτοιο τρόπο που να γίνεται κατανοητή από τους ανθρώπους και τους υπολογιστές. Η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια βασική ικανότητα που πρέπει να έχουν όλα τα παιδιά, μαζί με την ανάγνωση, τη γραφή και τα μαθηματικά.

Το STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), είναι εκείνο το μοντέλο μάθησης που έχει ενώσει τα τέσσερα πεδία που υποδηλώνουν τα αρχικά του (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Μαθηματικά). Η εκπαίδευση STEM θεωρείται ως μια πρωτοποριακή μέθοδος εκπαίδευσης για την ανάπτυξη και εξέλιξη σημαντικών πτυχών της ζωής και της οικονομίας, αλλά και της προετοιμασίας των μαθητών για το μέλλον. Η εκπαίδευση STEM μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, την Προσχολική αγωγή, την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια εκπαίδευση μέχρι και την Μεταδιδακτορική εκπαίδευση.

2

Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η ρομποτική είναι ο διεπιστημονικός κλάδος που συνδυάζει στοιχεία ανάπτυξης λογισμικού, τεχνητής νοημοσύνης, μηχανολογίας, συστημάτων ελέγχου και ηλεκτρονικής. Οι πρώτες ολοκληρωμένες εφαρμογές της ρομποτικής χρησιμοποιήθηκαν στη βιομηχανία, την ιατρική και την αεροπλοΐα. Η ρομποτική έθεσε νέες βάσεις στον τομέα της παραγωγής, αλλά και αντικατέστησε τους ανθρώπους σε τομείς όπου απαιτείται ταχύτητα και ακρίβεια. Τα τελευταία χρόνια οι μαθητές όλων των βαθμίδων έχουν εξοικειωθεί σε μεγάλο βαθμό με τις νέες τεχνολογίες, και δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τον τομέα της ρομποτικής.

2.1 Ρομποτική

2.1.1 Τι είναι η Ρομποτική

Η **Ρομποτική**, είναι ο διεπιστημονικός κλάδος που περιλαμβάνει τον τομέα της μηχανικής, της μηχανολογίας, της ηλεκτρονικής, της επιστήμης των υπολογιστών κ.α. Καθορίζει και ελέγχει την λειτουργία διαφόρων μηχανικών εξαρτημάτων τα οποία συνδυάζοντας τα σε διάφορες διατάξεις, διαμορφώνουμε ένα λειτουργικό σύστημα, το οποίο μπορεί να βρει εφαρμογές σε διάφορους κλάδους (π.χ. ιατρική), όπως ένας ανθρωπόμορφος βραχίονας, για χρήση σε μικροεπεμβάσεις, με τις κινήσεις του βραχίονα να ελέγχονται πλήρως από ένα ανθρώπινο χρήστη. Ωστόσο, ο κλάδος της Ρομποτικής μελετά εκείνες τις μηχανές που είναι ικανές να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο κατά την εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Είναι ένας κλάδος πολλά υποσχόμενος, και το μέλλον θα δείξει, κατά πόσο μπορεί να εξελιχθεί.

Η ρομποτική συνδυάζει στοιχεία ανάπτυξης λογισμικού, τεχνητής νοημοσύνης, μηχανολογίας, συστημάτων ελέγχου και ηλεκτρονικής. Οι πρώτες ολοκληρωμένες εφαρμογές της ρομποτικής χρησιμοποιήθηκαν σε τομείς όπως η βιομηχανία, η ιατρική και η αεροπλοΐα. Η ρομποτική έθεσε νέες βάσεις στον τομέα της παραγωγής, αλλά και αντικατέστησε τους ανθρώπους σε τομείς όπου απαιτείται ταχύτητα και ακρίβεια.

Η ρομποτική ασχολείται με το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και τη χρήση των ρομπότ, καθώς και με τα συστήματα πληροφορικής για τον έλεγχο τους, την

επεξεργασία πληροφοριών και την ανατροφοδότηση της εξόδου του ρομποτικού συστήματος (Norskov, 2009), (Nocks, 2007).

2.1.2 Που χρησιμοποιείται

Η ρομποτική τεχνολογία χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ρομποτικών μηχανών που μπορούν να αντικαταστήσουν - υποκαταστήσουν τον άνθρωπο, μιμούμενες ανθρώπινες ενέργειες και λειτουργίες. Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε πάρα πολλούς τομείς και για διάφορους σκοπούς. Αναφέρουμε ενδεικτικά παραδείγματα: στον τομέα της βιομηχανίας και κατασκευής, στις συνθήκες όπου ο άνθρωπος δεν μπορεί να επιβιώσει (π.χ. εξουδετέρωση βομβών, πυθμένα ωκεανών, τοξικά περιβάλλοντα κλπ.), στην ιατρική όπου απαιτείται υψηλή ακρίβεια ή περιορισμένος όγκος και κίνηση, σε τομείς εξυπηρέτησης όπου ρομπότ έχουν ανθρώπινη μορφή ώστε να γίνονται πιο αποδεκτά εμφανισιακά από τους ανθρώπους. Τέτοια ρομπότ μπορούν να μιμούνται ανθρώπινες συμπεριφορές όπως το περπάτημα, την ομιλία, τη νοημοσύνη (τεχνητή νοημοσύνη) δηλαδή οτιδήποτε απαιτείται από τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά. Εκτός από τον άνθρωπο, πολλά σημερινά ρομπότ είναι εμπνευσμένα από την φύση, όπως έντομα ή ζώα. Η σχεδίαση ρομπότ για κίνηση σε απαιτητικά περιβάλλοντα και δύσκολες επιφάνειες έχει εμπνευστεί από έντομα (π.χ. βάδισμα αράχνης). Αυτά αποτελούν τομέα της βίο-εμπνευσμένης ρομποτικής. Τα τελευταία χρόνια γίνεται εκτεταμένη χρήση της ρομποτικής στον τομέα της εκπαίδευσης, γνωστή με τον όρο εκπαιδευτική ρομποτική που αποτελεί θέμα της παρούσας εργασίας (Nocks, 2007).

2.1.3 Τι είναι Ρομπότ

Ρομπότ ονομάζεται μία μηχανική συσκευή η οποία είναι σε θέση να αντικαθιστά έναν άνθρωπο σε διάφορες, συνήθως απαιτητικές, δύσκολες και πολλές φορές, επικίνδυνες εργασίες. Ένα ρομπότ μπορεί να λειτουργεί κάτω από την επίβλεψη ενός ανθρώπου ή και αυτόνομα κάτω από τον έλεγχο ενός προγραμματισμένου για το σκοπό αυτό υπολογιστή. Επίσης είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε εργασίες που μπορούν να τις εκτελούν με πολύ χαμηλότερο κόστος και οικονομικότερα από τον άνθρωπο.

Έτσι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις αλυσίδες αυτόματης παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων προϊόντων και με πολύ χαμηλότερο κόστος.

Η λέξη ρομπότ προέρχεται από την τσέχικη λέξη *robot* (ρομπότα) που σημαίνει εργασία. Η καθιέρωσή της σαν όρος με την έννοια που της αποδίδεται σήμερα, ήρθε το 1920 από τον Τσέχο θεατρικό συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ στο έργο του "R.U.R."

(Rossum's Universal Robots). Ο συγγραφέας σε αυτό το έργο, σατιρίζει την εξάρτηση της κοινωνίας από τους μηχανικούς εργάτες (ρομπότ) που είναι αποτέλεσμα της τεχνολογικής εξέλιξης, οι οποίοι τελικά καταφέρνουν να εξοντώσουν τους δημιουργούς τους. Σήμερα χρησιμοποιείται σε πολλές σλάβικες γλώσσες (π.χ. την πολωνική) για να εκφράσει την καθημερινότητα με την έννοια της σκληρής δουλειάς.

Τα ρομπότ δύναται να καθοδηγούνται από μια εξωτερική συσκευή ελέγχου για παράδειγμα έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή, ή εναλλακτικά, η μονάδα ελέγχου δύναται να είναι ενσωματωμένη μέσα στο ρομπότ. Σε κάποιες περιπτώσεις τα ρομπότ είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε να έχουν ανθρώπινη μορφή και ονομάζονται ανθρωποειδή ρομπότ, αλλά στην πλειοψηφία των περιπτώσεων τα ρομπότ είναι μηχανήματα που έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν κάποιες ενέργειες χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η εμφάνιση τους. Αυτό συμβαίνει κυρίως στον τομέα της βιομηχανίας και ονομάζονται βιομηχανικά ρομπότ. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις η εμφάνιση τους είναι τέτοια ώστε να εξυπηρετεί τον σκοπό για τον οποίο έχουν κατασκευαστεί (Struijk, 2011).

2.1.4 Ιστορία

Η ιστορία της Ρομποτικής είναι αλληλένδετη με την ιστορία της τεχνολογίας, της επιστήμης και της βασικής αρχής της προόδου. Η ιστορική εξέλιξη της πληροφορικής, της μηχανικής, της τεχνολογίας, καθώς και άλλων κλάδων αποτελούν μέρος και της ιστορικής εξέλιξης της Ρομποτικής. Η Ρομποτική αντιπροσωπεύει ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της ανθρωπότητας στην προσπάθεια της να κατασκευάσει ένα τεχνητά αισθανόμενο ον, καθιστώντας τα ρομπότ ολοένα και πιο προσιτά στον άνθρωπο.

Από τα πρώτα ρομπότ που αναφέρονται στη λογοτεχνία είναι ο [Τάλως](#) από την **ελληνική μυθολογία**. Ο **Τάλως** ήταν μυθικός φύλακας της Κρήτης. Ήταν γιγάντιος, ανθρωπόμορφος και με σώμα από χαλκό. Θεωρείται το πρώτο ρομπότ, που κατασκευάστηκε ποτέ ή δημιουργήθηκε από τη φαντασία.

Το **1941** ο Isaac Asimov χρησιμοποίησε για πρώτη φορά τη λέξη «ρομποτική» για να περιγράψει την τεχνολογία των ρομπότ και προέβλεψε την ραγδαία εξέλιξη της. Ο Isaac Asimov διατύπωσε τους «Τρεις νόμους της ρομποτικής»:

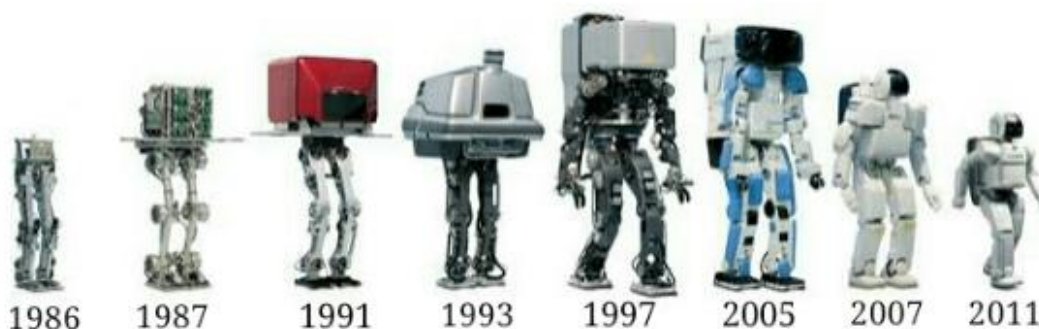
1. *Το ρομπότ δε θα κάνει κακό σε άνθρωπο, ούτε με την αδράνειά του θα επιτρέψει να βλαφτεί ανθρώπινο ον*
2. *Το ρομπότ πρέπει να υπακούει τις διαταγές που του δίνουν οι άνθρωποι, εκτός αν αυτές οι διαταγές έρχονται σε αντίθεση με τον πρώτο νόμο*

3. Το ρομπότ οφείλει να προστατεύει την ύπαρξή του, εφόσον αυτό δεν συγκρούεται με τον πρώτο και τον δεύτερο νόμο

Στις 25 Οκτωβρίου 2017 σε Σύνοδο Κορυφής στο Ριάντ, παρουσιάστηκε ένα ρομπότ με το όνομα «Sophia» και έλαβε ιθαγένεια της Σαουδικής Αραβίας. Αποτέλεσε το πρώτο ρομπότ που είχε εθνικότητα.

Στις 20 Ιανουαρίου 2022 κι ενώ ήταν ακόμη σε εξέλιξη η εκπόνηση της παρούσας εργασίας, δημοσιεύτηκε στον τύπο (Κουσσούνης, travel.gr,) η είδηση, ότι προσελήφθη σε ξενοδοχείο της Marriott, η πρώτη ρομποτική υπάλληλος πλήρους απασχόλησης, με το όνομα **Betty Bot**. Η Betty Bot, «παιδί» της εταιρείας τεχνητής νοημοσύνης Bear Robotics, είναι εκπαιδευμένη ως «Servi» και θα εργαστεί στο εστιατόριο του ξενοδοχείου. Οι δυνατότητές της περιλαμβάνουν τη μεταφορά φαγητού, ποτών και χρησιμοποιημένων πιάτων μεταξύ της κουζίνας και των τραπεζιών. Οι υπάλληλοι της κουζίνας θα φορτώνουν στην Betty Bot παραγγελίες φαγητού και ποτού και θα τη στέλνουν στην τραπεζαρία για να τις παραδώσει, επιτρέποντας στο ανθρώπινο δυναμικό να συνεχίσει να επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση με τους πελάτες.

Οπλισμένη με τρισδιάστατους αισθητήρες, η **Betty Bot** μπορεί να αποφύγει όλα τα εμπόδια για να φτάσει στα τραπέζια που της έχουν ανατεθεί. Στη συνέχεια, η νέα υπάλληλος θα φροντίζει ώστε τα χρησιμοποιημένα πιάτα να μπαίνουν στο πλυντήριο πιάτων.



Εικόνα 1. Η εξέλιξη της μορφής των [ρομπότ](#)

2.2 Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική συνδυάζει στοιχεία από πολλές επιστήμες όπως τη Φυσική, την Πληροφορική τη Μηχανολογία την Ηλεκτρονική, τη μελέτη της Ανθρώπινης Συμπεριφοράς, και γι' αυτό θεωρείται ως μια καινοτόμα μαθησιακή μεθοδολογία (Δελή, 2012).

2.2.1 Τι είναι η Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) (Educational Robotics) είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο είναι καινοτόμο και δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εργαστούν σχηματίζοντας μικρές ομάδες ώστε να μπορέσουν να κατασκευάσουν και να ελέγξουν μια τεχνολογική φυσική οντότητα (ρομπότ) με τη βοήθεια απλών εργαλείων προγραμματισμού. Κάθε τεχνολογία εκπαιδευτικής ρομποτικής γενικά περιλαμβάνει (Δημητριάδης 2015 σελ. 176):

- *Φυσικό προγραμματιζόμενο αντικείμενο* (physical/natural object). Το αντικείμενο αυτό κατασκευάζεται από απλούστερα τεμάχια (όπως κύβους, τουβλάκια) και έχει τη δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας πληροφοριών, όπως και τη δυνατότητα σύνδεσης με κατάλληλους κινητήρες και αισθητήρες.
- *Εικονικό (virtual) τμήμα*. Είναι το περιβάλλον προγραμματισμού το οποίο μας δίνει τη δυνατότητα να προγραμματίσουμε το φυσικό αντικείμενο (ρομπότ). Με τον προγραμματισμό αξιοποιούμε την πληροφορία που μεταφέρουν οι αισθητήρες (π.χ. πληροφορία ήχου του περιβάλλοντος ή φωτός κ.λπ.) αξιοποιώντας την ως είσοδο, και δίνουμε εντολές στην έξοδο, στους κινητήρες που δίνουν κίνηση - συμπεριφορά στο φυσικό αντικείμενο (ρομπότ).

Σε μια δραστηριότητα ΕΡ οι μαθητές σχηματίζουν ομάδες 3-4 ατόμων με σκοπό να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα ρομπότ που να συμπεριφέρεται σύμφωνα με έναν τρόπο που έχει αποφασιστεί εκ των προτέρων. Προκειμένου να γίνει αυτό εφικτό, συχνά χρησιμοποιούνται βοηθητικά υλικά όπως π.χ. ταμπλό με σχεδιασμένη μια γραμμή την οποία πρέπει να ακολουθεί το ρομπότ για να κινείται.

Οι δραστηριότητες ΕΡ ακολουθούν την ιδέα του κονστραξιονισμού σύμφωνα με την οποία τα άτομα μαθαίνουν καλύτερα κατασκευάζοντας πράγματα. Σε μια δραστηριότητα ΕΡ στόχος είναι η ανάπτυξη υψηλών νοητικών δεξιοτήτων και η κατάκτηση νέας γνώσης μέσω της ανακάλυψης, της συνεργασίας και της επίλυσης προβλημάτων. Στους μαθητές δίνεται η δυνατότητα να αποκτήσουν αρχικές δεξιότητες προγραμματισμού. Προωθείται η προβληματοκεντρική μάθηση, καθώς ερευνάται και αναλύεται ένα σύνθετο πρόβλημα του πραγματικού κόσμου. Σχεδιάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να κάνει ακόμη και μια απλή εργασία, ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και καλλιεργείται ένα θετικό περιβάλλον μάθησης, καθώς (Δημητριάδης, 2015 σελ. 177):

- Ο βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και φυσικού αντικειμένου (ρομπότ) είναι μεγάλος.

- Οι μαθητές έχουν άμεση πληροφόρηση (ανατροφοδότηση) σχετικά με την πορεία επίλυσης του προβλήματος
- Οι μαθητές πειραματίζονται και συμμετέχουν ενεργά.
- Αναπτύσσεται η κριτική σκέψη, καλλιεργείται η δημιουργική σκέψη, η διορατικότητα και η πρωτοτυπία.
- Υποστηρίζεται η μάθηση της σύνταξης και σημασιολογίας των βασικών δομών προγραμματισμού.
- Εμπλέκεται στη διαδικασία η διδασκαλία διαφόρων πεδίων, όπως τα Μαθηματικά, ο Προγραμματισμός, η Φυσική, η Επιστήμη Υπολογιστών, ο Σχεδιασμός, η Τεχνολογία, η Ιστορία (π.χ. για τη δημιουργία μιας ρομποτικής κατασκευής μπορεί να δοθεί στον μαθητή το ιστορικό υπόβαθρό της).
- Οι μαθητές αναπτύσσουν σημαντικές δεξιότητες όπως η συνεργασία, η καινοτομία, η διαχείριση ενός έργου.
- Δεδομένου ότι απαιτούνται δοκιμές και αναζήτηση από τους μαθητές και τον δάσκαλο (ο οποίος στην ουσία συνεκπαιδεύεται), αναπτύσσονται σύνθετες νοητικές δεξιότητες.
- Τόσο οι μαθητές όσο και οι δάσκαλοι εξοικειώνονται με νέες μεθόδους και υλικά, χρησιμοποιώντας λειτουργικά την τεχνολογία που τους επιτρέπει να πραγματοποιήσουν αλλαγές στον (φυσικό) κόσμο.
- Ανατίθενται εργασίες σε ομάδες μαθητών και προωθείται η συνεργατική μάθηση.

Ο πρωταρχικός στόχος της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι να παρέχει ένα σύνολο δραστηριοτήτων και εμπειριών για τον μαθητή που θα τον διευκολύνει στην ανάπτυξη των γνώσεων, των δεξιοτήτων και των στάσεων για το σχεδιασμό, την ανάλυση, την εφαρμογή και τη λειτουργία ενός ρομπότ. Ο όρος ρομπότ σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται ευρέως και περιλαμβάνει όλα τα είδη των ρομποτικών συστημάτων όπως τα αρθρωτά ρομπότ, τα κινητά ρομπότ ή τα αυτόνομα ρομπότ και οχήματα οποιασδήποτε κλίμακας. Η αυστηρότητα της προσέγγισης των στόχων που επιδιώκεται να επιτευχθούν μπορεί να κλιμακωθεί με βάση την εκπαιδευτική βαθμίδα στην οποία θα εφαρμοστούν, η οποία μπορεί να ποικίλει, από το νηπιαγωγείο, το δημοτικό, το γυμνάσιο, το λύκειο έως το πανεπιστήμιο και το πλήθος μεταπτυχιακών προγραμμάτων που έχουν ως αντικείμενο την εκπαιδευτική ρομποτική σε Ελλάδα και εξωτερικό.

Ένας εναλλακτικός ή δευτερεύων στόχος ο οποίος τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται όλο και περισσότερο, είναι η χρήση της ρομποτικής ως απτής και

ενδιαφέρουσας εφαρμογής για τον μαθητή ώστε να τον παρακινήσει για την ενασχόληση του με την επιστήμη, αλλά και να διευκολύνει την διδασκαλία άλλων θεμελιωδών θεμάτων και επιστημών όπως είναι ο προγραμματισμός υπολογιστών, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική. Η εκπαιδευτική ρομποτική και η δημιουργία νέων δραστηριοτήτων και εφαρμογών, είχε ως αποτέλεσμα την μετατροπή των ρομπότ σε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο βρήκε εφαρμογή μέσα σε μια σχολική τάξη πέρα από την καθιερωμένη ως τότε χρήση του σε ένα εργαστήριο (Chambers & Carbonaro, 2003).

2.3 Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η αποδοχή της άποψης ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα μιας διαρκούς διαδικασίας αλλαγών στις γνωστικές δομές του υποκειμένου, όπου τον κύριο ρόλο παίζει το κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον (Bruner, 1966), το πλαίσιο μέσα στο οποίο εφαρμόζεται η μαθησιακή δραστηριότητα (Nardi, 1996), αλλά και η διαμεσολάβηση της ανθρώπινης δραστηριότητας μέσω εργαλείων είτε νοητικών είτε υλικών (Vygotsky, 1978), έχει συντελέσει στην εισαγωγή της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία ενός σύγχρονου σχολείου που συνδυάζεται με τις υπόλοιπες τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών μέσω των εκπαιδευτικών λογισμικών που αποτελούν τον συνδετικό κρίκο με τις ρομποτικές εκπαιδευτικές συσκευές. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα βασικά χαρακτηριστικά των σημαντικότερων Θεωριών Μάθησης και τη συμβολή τους στην εξέλιξη της. Όπως αναφέρεται και στο βιβλίο του Παναγιωτακόπουλου (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακάς, & Πιντέλας, 2003) όλες οι θεωρίες μάθησης βρίσκουν εφαρμογή ανάλογα φυσικά με το πλαίσιο εφαρμογής και το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των υποκειμένων δηλαδή των μαθητών, στην προκειμένη περίπτωση.

2.3.1 Θεωρίες Μάθησης

2.3.1.1 Συμπεριφορισμός

Η πρώτη ιστορικά, επιστημονική θεωρία μάθησης είναι ο συμπεριφορισμός (behaviorism), η οποίος επικράτησε σχεδόν σε όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα των προηγμένων χωρών κατά το μεγαλύτερο μέρος του 20^{ου} αιώνα. Η οργάνωση της διδασκαλίας γίνεται με τρόπο ώστε, οι πληροφορίες να δίνονται σταδιακά και με ιεραρχική δομή. Είχε σημαντική επίδραση στη διδακτική πράξη, διαμορφώνοντας τις αρχές για τον προσδιορισμό και τη διατύπωση των στόχων σε παιδαγωγικό και

διδακτικό επίπεδο, οι οποίοι πρέπει να είναι σαφείς και συγκεκριμένοι. Σε αυτή τη θεωρία βασίζεται και η διδασκαλία προγραμματισμένη με υπολογιστή. Οι σχετικές εργασίες με αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας, οδήγησαν σε μεγάλο αριθμό ερευνών για τη μάθηση και οδήγησαν στην ένταξη της χρήσης των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική πράξη. Η διδασκαλία που στηρίζεται στις αρχές του συμπεριφορισμού και χρησιμοποιεί τις νέες τεχνολογίες, δίνει ιδιαίτερη σημασία στην παρουσίαση συγκεκριμένων στόχων, ενώ διασπά το περιεχόμενο του μαθήματος σε μικρά και πολύ συγκεκριμένα βήματα, παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση και ανταμοιβή στο υποκείμενο της μάθησης. Η διδασκαλία με αυτόν τον τρόπο είναι κατευθυνόμενη και ο υπολογιστής αναλαμβάνει τον ρόλο του προγυμναστή (computer as tutor), δίνοντας μεγάλη βοήθεια στη μάθηση των βασικών δεξιοτήτων. Σε αυτό το πλαίσιο, η διδασκαλία χαρακτηρίζεται δασκαλοκεντρική. Ο δάσκαλος είναι η αυθεντία που μεταφέρει τη γνώση του στους μαθητές του, οι οποίοι αντιμετωπίζονται σαν άδεια δοχεία που γεμίζουν με τη γνώση του δασκάλου. (Οικονόμου, χ.χ.)

Ο συμπεριφορισμός εστιάζει στη μελέτη των ψυχολογικών φαινομένων βασιζόμενος πως η συμπεριφορά μπορεί να μελετηθεί με συστηματικό και παρατηρήσιμο τρόπο χωρίς καμία αναφορά στις εσωτερικές νοητικές καταστάσεις του υποκειμένου υποστηρίζοντας ότι μόνο οι παρατηρήσιμες συμπεριφορές μπορούν να μελετηθούν, ενώ οι νοητικές διεργασίες, συναισθήματα, κ.λ.π. είναι υποκειμενικές. Δηλαδή υποστηρίζει ότι η γνώση είναι χαρακτηριστικό του κόσμου και υπάρχει ανεξάρτητα από την ανθρώπινη κατανόηση και εσωτερικές διεργασίες του ατόμου.

Η ανθρώπινη συμπεριφορά μπορεί να διαμορφωθεί κατά τον επιθυμητό τρόπο μέσω συστηματικής εκπαίδευσης σύμφωνα με τους συμπεριφοριστές. Κάθε συμπεριφορά μπορεί να αναπτυχθεί μέσω εξάρτησης και διαμορφώνεται μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Το πώς το άτομο ανταποκρίνεται στα ερεθίσματα τους περιβάλλοντος διαμορφώνει τη συμπεριφορά του. Οι σπουδαιότεροι εκπρόσωποι του Συμπεριφορισμού θεωρούνται οι:

- **Ivan Pavlov** (1849-1936) που στα πειράματά του με σκύλους μελέτησε συστηματικά την κλασική εξάρτηση.
- **Edward Thorndike** (1874-1949) που ασχολήθηκε με τη μελέτη της συμπεριφοράς των ζώων και τη διαδικασία μάθησης και έγινε ιδιαίτερα γνωστός με τη διατύπωση της συνειρμικής θεωρίας.
- **John B. Watson** (1878-1958) που διεξήγαγε έρευνα πάνω στη συμπεριφορά των ζώων, την ανατροφή των παιδιών και τη διαφήμιση.

- **Burrhus Frederic Skinner** (1904-1990) υπήρξε εμπνευστής του θεμελιώδους συμπεριφορισμού, που έρχεται σε αντίθεση με το μεθοδολογικό συμπεριφορισμό του John B. Watson. (Skinner, 2013), (Mellon, 2005).

Ο Skinner (1958) προτείνει το διδακτικό μοντέλο της «προγραμματισμένης διδασκαλίας» ως μια βάση για τη λειτουργία των διδακτικών του μηχανών (teaching machines). Η προγραμματισμένη διδασκαλία σχεδιάζεται με βάση τον καθορισμό της επιθυμητής συμπεριφοράς του μαθητή μετά το τέλος της εκπαίδευσής του. Το διδακτικό περιεχόμενο οργανώνεται με εκκίνηση τα απλούστερα και συνέχεια στα συνθετότερα εκπαιδευτικά ζητήματα. Η δυσκολία αυξάνεται σταδιακά αφού πρώτα έχουν κατακτηθεί οι προηγούμενοι στόχοι. Ο μαθητής αξιολογείται σε σχέση με την κατάκτηση του στόχου έτσι ώστε να προχωρήσει στον επόμενο και η κάθε σωστή απάντηση του εκπαιδευόμενου ενισχύεται. (Skinner, 1958), (Skinner, 1968).

Ο συμπεριφορισμός αντιμετωπίζει τον εγκέφαλο του μαθητή σαν ένα «μαύρο κουτί» και οι γνωστικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτό δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης (Κόμης, 2004). Σημείο ενδιαφέροντος αποτελεί μόνο το εξωτερικό περιβαλλοντικό ερέθισμα προς τον εκπαιδευόμενο και η ανταπόκρισή του στο συγκεκριμένο ερέθισμα ενώ μάθηση θεωρείται η σύνδεση ερεθισμάτων ανταπόκρισης μέσω επαναλήψεων που ενισχύουν τις συνδέσεις και κατ' επέκταση τη μάθηση. Η μάθηση συνεπώς, είναι ζήτημα δημιουργίας συνδέσεων μεταξύ των ερεθισμάτων και των αντιδράσεων (Γόρποδας, 1996).

Η θεωρία του συμπεριφορισμού έχει επικριθεί, καθώς παραβλέπει τις νοητικές διεργασίες και αδυνατεί να ερμηνεύσει μερικούς από τους τρόπους που μαθαίνει κάποιος όταν δεν υπάρχει αντίστοιχος μηχανισμός ενίσχυσης, όπως για παράδειγμα είναι η αναγνώριση νέων γλωσσικών προτύπων από τα νέα παιδιά. Επίσης, η συμπεριφορά μπορεί να αλλάζει ανάλογα με τις καταστάσεις, ακόμη και αν παλιότερα είχε οδηγήσει σε επιβράβευση.

2.3.1.2 Γνωστικές (ή Γνωσιακές) Θεωρίες

Σε αντίθεση με τον συμπεριφορισμό, η γνωσιακή επιστήμη στρέφεται στην κατανόηση των γνωστικών διεργασιών, οι οποίες αποτελούν τη βάση εκδήλωσης των νοητικών λειτουργιών, μέσω ενός πλέγματος θεωριών που συνεισφέρουν η καθεμιά με τον τρόπο της στην κατανόηση της πολυσύνθετης λειτουργίας της ανθρώπινης νόησης.

Γνωσιακή επιστήμη (cognitive science) είναι ένας διεπιστημονικός τομέας σπουδών που ασχολείται με τη μελέτη του νου και των γνωσιακών φαινομένων αποσκοπώντας στην πληρέστερη κατανόηση της ανθρώπινης σκέψης και νόησης και δίνοντας έμφαση στη διερεύνηση και την προσομοίωση των μηχανισμών που υποστηρίζουν τις ανθρώπινες γνωσιακές διαδικασίες, όπως είναι η αντίληψη, η προσοχή, η επίλυση προβλημάτων, καθώς και οι διάφορες μορφές μάθησης και μνήμης.

Βασική επιστημολογική θέση στη γνωσιακή επιστήμη είναι ότι: «η σκέψη και η γνώση μπορεί να κατανοηθεί με όρους εσωτερικών δομών αναπαράστασης του μυαλού και υπολογιστικών διεργασιών που εφαρμόζονται στις δομές αυτές».

Η γνωσιακή επιστήμη αποτελεί ένα συνδυασμό προσεγγίσεων από τη φιλοσοφία, την ψυχολογία, τη γλωσσολογία, τις νευροεπιστήμες, την πληροφορική και διάφορες επιστημονικές περιοχές καλύπτοντας διάφορα επίπεδα ανάλυσης, από το χαμηλό επίπεδο των μηχανισμών μάθησης και λήψης απόφασης μέχρι τα υψηλά επίπεδα λογικής και σχεδιασμού. Από τα εγκεφαλικά νευρικά κυκλώματα (συνάψεις νευρώνων) μέχρι την αρθρωτή οργάνωση/αρχιτεκτονική του εγκεφάλου.

Οι γνωσιακοί επιστήμονες κατασκευάζουν απλοποιημένα υπολογιστικά μοντέλα που μιμούνται το γνωστικό σύστημα, ώστε να κατανοήσουν τη λειτουργία του πλήρους συστήματος της νόησης (και όχι μόνο των εξειδικευμένων μηχανισμών του). Η προσέγγιση αυτή είναι ουσιαστικά προσέγγιση «αντίστροφης μηχανικής» (reverse engineering).

Η μαθησιακή διαδικασία σύμφωνα με τους γνωστικούς ψυχολόγους είναι το αποτέλεσμα οργάνωσης και προσαρμογής των πληροφοριών σε ήδη προϋπάρχουσες γνωστικές δομές (Foulin & Mouchon, 2002). Ο όρος γνωστικές δομές χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει ένα σύνολο πληροφοριών, αλλά και διαδικασιών βάσει των οποίων γίνεται η επεξεργασία των πληροφοριών που κατέχει το άτομο.

Σε αντίθεση με τις Θεωρίες της Συμπεριφοράς που δεν ενδιαφέρονταν για το τι συμβαίνει στο νου του ατόμου που μαθαίνει, οι Γνωστικές Θεωρίες Μάθησης στρέφονται στην ερμηνεία των εσωτερικών διαδικασιών γνωστικής ανάπτυξης και μάθησης. Ενδιαφέρονται για τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνει ένα άτομο και διακρίνουν διαφορετικές γνωστικές διαδικασίες που εξαρτώνται και από την ηλικία του ατόμου καθώς μεταβάλλονται με την ωρίμανση του ατόμου και με τον βαθμό αλληλεπίδρασης του με το περιβάλλον.

Οι Γνωστικές Θεωρίες υποστηρίζουν ότι το άτομο που μαθαίνει διαδραματίζει ενεργό ρόλο στη μάθηση και ότι δεν είναι μόνο δημιουργήμα του περιβάλλοντος, αλλά συμμετέχει στην αλλαγή του (Πόρποδας, 1996). Ένα «σχήμα», για την ψυχολογία και

τη γνωσιακή επιστήμη, αποτελεί ένα πρότυπο σκέψης ή συμπεριφοράς, μια νοητική δομή προκατασκευασμένων ιδεών, ένα σύστημα οργάνωσης και αντίληψης νέων πληροφοριών όπου οργανώνονται κατηγορίες πληροφοριών και οι σχέσεις μεταξύ τους. Η προσοχή ενός ατόμου και η απορρόφηση της γνώσης από αυτό επηρεάζεται από τα σχήματα. Το άτομο, το πιθανότερο είναι να παρατηρήσει πράγματα που ταιριάζουν στο σχήμα του και να ερμηνεύσουν τυχόν αντιφάσεις στο σχήμα ως εξαιρέσεις. Μπορεί ακόμα το άτομο να στρεβλώσει τις αντιφάσεις στο σχήμα προσπαθώντας αυτό να παραμείνει αμετάβλητο ακόμα και αντιμετωπίζοντας αντιφατικές πληροφορίες. Το άτομο μπορεί να οργανώσει γρήγορα στα σχήματα νέες αντιλήψεις, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις δεν απαιτείται περίπλοκη σκέψη, επίσης μπορεί να στηριχθεί σε αυτά για την κατανόηση του κόσμου και του ταχέως μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα σχήματα για να οργανώσουν τις τρέχουσες γνώσεις και να παράξουν ένα πλαίσιο για μελλοντική κατανόηση νέων πραγμάτων (Georgeon & Ritter, 2012). Αυτό ονομάζεται κωδικοποίηση και χαρτογράφηση και αναφέρεται στο τρόπο καταγραφής και οργάνωσης των πληροφοριών.

Η επεξεργασία της πληροφορίας, ο χειρισμός του συμβόλου και η οικοδόμηση της γνώσης αναφέρονται στον τρόπο που δρουν οι γνωστικές διαδικασίες στις διανοητικές αναπαραστάσεις του ατόμου. Οι αλλαγές αυτές ονομάζονται μάθηση και είναι οι αλλαγές της γνώσης του ατόμου για το περιβάλλον του. Σε πολλές περιπτώσεις οι γνωσιακές θεωρίες συμβαδίζουν με τις κονστрукτιβιστικές απόψεις για την μάθηση. Τα κονστрукτιβιστικά μοντέλα μάθησης δίνουν έμφαση στην ανάπτυξη της νέας γνώσης από τον μαθητή μέσω μιας ενεργητικής οικοδόμησης της γνώσης, όπου συνδέεται η νέα γνώση με την προϋπάρχουσα (Κολιάδης, 2007).

2.3.1.3 Εποικοδομισμός

Ο εποικοδομισμός (constructivism) είναι μια ιδιαίτερα σημαντική γνωσιακή θεωρία μάθησης, με ευρύτατες επιπτώσεις στην εκπαίδευση σύμφωνα με την οποία «μαθαίνω» σημαίνει οικοδομώ νέα γνώση για τον εαυτό μου, αλληλεπιδρώντας με τα δεδομένα που υπάρχουν στην εμπειρία μου. Μάθηση είναι η οικοδόμηση νοήματος. Οι προτάσεις των εποικοδομιστών για ενεργό μάθηση μέσω διάδρασης και επίλυσης «αυθεντικών» προβλημάτων έδωσε το έναυσμα για την κατανόηση του εκπαιδευτικού λογισμικού ως γνωστικού εργαλείου με τη μορφή κυρίως περιβαλλόντων προσομοίωσης, μικρόκοσμων και μοντελοποίησης. Ταυτόχρονα αναπτύχθηκαν παιδαγωγικές ιδέες για τη μάθηση μέσω ανακάλυψης και διερεύνησης.

Γενικά, ο εποικοδομισμός καλύπτει υπό τη σκέπη του πολλές επιμέρους ειδικότερες θεωρήσεις οι οποίες επικεντρώνονται κυρίως στις εσωτερικές, νοητικές διεργασίες του ατόμου. Η μάθηση σύμφωνα με αυτές τις θεωρίες δε μεταδίδεται, αλλά είναι μια διαδικασία προσωπικής κατασκευής της γνώσης πάνω σε προγενέστερες γνώσεις. Όταν, για παράδειγμα, οι μαθητές κατασκευάζουν νοητικά μοντέλα, προκειμένου να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω τους, στην πραγματικότητα, οικοδομούν γνώση. Η μαθητοκεντρική ανακαλυπτική μάθηση, βρίσκεται στο επίκεντρο αυτών των θεωρήσεων, όπου οι μαθητές χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που ήδη γνωρίζουν ώστε να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις. Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών, η οποία διευκολύνεται από τον εκπαιδευτή, οδηγεί στη μάθηση. Η μάθηση γίνεται ακόμα πιο αποτελεσματική όταν οι μαθητές παραμένουν ενεργοί χρησιμοποιώντας απτά αντικείμενα από τον πραγματικό κόσμο. Υπό αυτή την έννοια συνδέεται με τη βιωματική μάθηση και βασίζεται στην επιστημολογική θεωρία του Jean Piaget (Kathryn & Larson, 2002), (Cakir, 2008), (Schunk, 2010).

Ο Σωκράτης (470-399 π.Χ.), με την μαιευτική του μέθοδο, μπορεί ίσως να θεωρηθεί ο πρώτος εποικοδομιστής. Ο Σωκράτης συνδιαλέγεται με τον συνομιλητή του προσποιούμενος αρχικά άγνοια για το θέμα και στη συνέχεια, θέτοντας τις κατάλληλες ερωτήσεις οδηγεί τον συνομιλητή του στην σταδιακή, προσωπική οικοδόμηση της κατανόησης και γνώσης της αλήθειας.

Σύγχρονοι λόγιοι και ερευνητές που θεωρούνται ως οι σημαντικότεροι θεμελιωτές της εποικοδομικής θεώρησης είναι: (Δημητριάδης, 2005 σελ.91)

- John Dewey (1859-1952): Αμερικανός φιλόσοφος και θεωρητικός της εκπαίδευσης,
- Jean Piaget (1896-1980): Ελβετός ψυχολόγος της ανάπτυξης και φιλόσοφος,
- Jerome Bruner (1915-2016): Αμερικανός ψυχολόγος και θεωρητικός της εκπαίδευσης,
- Seymour Papert (1928-): Αμερικανός μαθηματικός, πληροφορικός και εκπαιδευτικός. Στον Papert αποδίδεται η ιδιαίτερη θεώρηση του Κονστραξιονισμού (Constructionism)

John Dewey (1859-1952)

Σύμφωνα με τον John Dewey, η διερεύνηση, η δημιουργική σκέψη, ο αναστοχασμός (reflection), η διάδραση με το περιβάλλον (interaction) πρέπει να ενθαρρύνονται από τις μεθόδους εκπαίδευσης καθώς θεωρεί ότι η εκπαίδευση πρέπει να βασίζεται και να επεκτείνει την εμπειρία.

Δίδαξε σε πολλά πανεπιστήμια και πριν τον θάνατό του, το 1952, είχε κερδίσει την αναγνώριση της διεθνούς κοινότητας για την πραγματιστική του προσέγγιση στη φιλοσοφία, στην ψυχολογία και στη φιλελεύθερη πολιτική. Το όνομά του συνδέθηκε στενά με την έννοια της «προοδευτικής εκπαίδευσης» (progressive education), μια παιδαγωγική προσέγγιση που ήταν ριζοσπαστική για την εποχή της (τέλη του 19ου αιώνα που δίνει έμφαση στη μάθηση με εμπειρικό τρόπο (learning by doing, hands-on projects), στη σύνδεση με την επιχειρηματικότητα, στην επίλυση προβλημάτων και στην κριτική σκέψη. Μπορούμε να συνοψίσουμε επιγραμματικά τις βασικές του ιδέες ως εξής:

- Το σχολείο πρέπει να έχει πιο στενή σχέση με τις δραστηριότητες εκτός σχολείου.
- Το επίκεντρο της διδασκαλίας πρέπει να είναι ο μαθητής και όχι η διδακτέα ύλη.
- Η εκπαίδευση δεν προετοιμάζει για τη ζωή, είναι η ίδια η ζωή.
- Ο φορμαλισμός που χαρακτηρίζει τη βασική εκπαίδευση χωρισμένη σε τάξεις και τα προγράμματά της πρέπει να απορριφθεί.

Jean Piaget (1896-1980) - Οικοδομισμός (constructionist)

Ο Jean Piaget ήταν Ελβετός ψυχολόγος, ο οποίος έγινε γνωστός για τις επιστημολογικές μελέτες του σχετικά με την ανάπτυξη των παιδιών. Από τις σημαντικότερες συνεισφορές του υπήρξε το μοντέλο των 4 σταδίων για τη γνωστική ανάπτυξη του νέου ανθρώπου.

Κεντρική ιδέα στη θεωρία του Piaget αποτελεί η άποψη ότι κατά τη διάρκεια της νοητικής ανάπτυξης του παιδιού η μάθηση γίνεται εφικτή με την οικοδόμηση των γνωστικών δομών (αναπαράσταση, σχήματα, εννοιολογικά δίκτυα) για να μπορέσει να καταλάβει και να απαντήσει στις φυσικές εμπειρίες που αποκτά μέσα στο περιβάλλον του. Υπάρχουν τέσσερα στάδια ανάπτυξης βάσει της ηλικίας του παιδιού σύμφωνα με τον Piaget. Έτσι έχουμε: αισθητικοκινητική αντίληψη – αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και οικοδόμηση εννοιών. Το συναντάμε στην ηλικία 0 – 2 ετών. Προλογική και συμβολική αντίληψη – το παιδί αδυνατεί να προβεί σε αφαιρετικές διαδικασίες, η νοημοσύνη είναι διαισθητικής φύσης, χρειάζεται συγκεκριμένο πλαίσιο. Το συναντάμε στην ηλικία 2 – 7 ετών. Η γνωστική δομή στην ηλικία 7 – 11 κατά τη διάρκεια του σταδίου των συγκεκριμένων αντιληπτικών ενεργειών, είναι λογική αλλά εξαρτάται από συγκεκριμένες αναφορές. Στην ηλικία 11 – 15 που αποτελεί την τελική φάση των τυπικών - συμβολικών διαδικασιών, η σκέψη γίνεται αφαιρετική και συμβολική. Οι γνωστικές δομές είναι πλέον σαν του ενήλικα. Η γνωστική ανάπτυξη συντελείται έπειτα

από σταθερή προσπάθεια του ατόμου να προσαρμοστεί στο περιβάλλον. Ενώ τα στάδια γνωστικής ανάπτυξης συνδέονται με την ηλικία του ατόμου σύμφωνα με τον Piaget, μπορεί να διαφέρουν από άτομο σε άτομο. Ο Piaget ερεύνησε όλες τις πτυχές της γνώσης, της νοημοσύνης και της ψυχικής ανάπτυξης των παιδιών με πειράματα για την ανάπτυξη των μαθηματικών και λογικών εννοιών επηρεάζοντας με την θεωρία τους μεταγενέστερους ερευνητές.

Jerome Bruner (1915-2016) - Ανακαλυπτική μάθηση

Ο Jerome Bruner είναι Αμερικανός ψυχολόγος που έχει προσφέρει πολλά στον τομέα της γνωστικής ψυχολογίας, στις γνωσιακές θεωρίες μάθησης, στην εκπαιδευτική ψυχολογία, ιστορία και φιλοσοφία της εκπαίδευσης (Δημητριάδης 2005, σελ.95).

Ο Bruner συμφωνεί με τον Piaget πως τα παιδιά είναι ενεργά υποκείμενα που οικοδομούν τη γνώση τους. Αντίθετα όμως δε συμφωνεί με την άποψη του περιορισμού των όσων διδάσκονται στα παιδιά με βάση το επίπεδο ανάπτυξής τους. Ο Bruner πιστεύει πως τα παιδιά, ανεξάρτητα από την ηλικία τους, μπορούν πάντα να κατανοήσουν και πιο πολύπλοκα αντικείμενα με την προϋπόθεση να προσαρμοστεί ο τρόπος που θα τους τα παρουσιάσουμε. Γράφει ο ίδιος: *«[...] κάθε αντικείμενο μπορεί να διδαχτεί αποτελεσματικά σε μια διανοητικά τίμια μορφή σε κάθε παιδί και σε κάθε επίπεδο ανάπτυξης»* (Bruner, 1960, σελ. 33). Υποστήριξε μάλιστα την άποψη αυτή, με την ιδέα του «σπειροειδούς προγράμματος σπουδών» (spiral curriculum), κατά το οποίο έννοιες που είναι αρκετά σύνθετες και πολύπλοκες παρουσιάζονται στην αρχή πιο απλά και σταδιακά ανάλογα και με το επίπεδο ωρίμανσης του παιδιού, να παρουσιαστούν ξανά, με πιο σύνθετο τρόπο και αυτό να επαναλαμβάνεται αυξάνοντας κάθε φορά το επίπεδο πολυπλοκότητας. Ιδανικά, αυτή η προσέγγιση, σύμφωνα τον Bruner, θα πρέπει σταδιακά να ενισχύει και την ικανότητα των παιδιών να επιλύουν προβλήματα αυτοδύναμα, δηλ. να αναπτύσσουν ικανοποιητικά τις δεξιότητές τους για επίλυση προβλημάτων.

Ταυτόχρονα, ο Bruner διευρύνει το πλαίσιο ανάλυσης της μάθησης περισσότερο από τη γενετικά κατευθυνόμενη οπτική του Piaget, τονίζοντας τον ρόλο των έμπειρων συνεργατών στην αλληλεπίδραση με τον μαθητή. Ο Bruner εισάγει τον όρο «scaffolding» (σκαλωσιά, υποβοήθηση) (Wood et al., 1976) με τον οποίο περιγράφεται η ιδιαίτερη διαδραστική σχέση δασκάλου-μαθητή, σύμφωνα με την οποία ο δάσκαλος δημιουργεί προσωρινά βοηθήματα (σκαλωσιές) για τον μαθητή, για να τον υποστηρίξει στις δυσκολίες που αντιμετωπίζει στην επίλυση ενός προβλήματος, μέχρι ο μαθητής να αναπτύξει την ικανότητα αυτοδύναμης επίλυσης. Ο ίδιος ο Bruner (1978) περιγράφει

την υποβοήθηση ως «*τις ρυθμίσεις που εφαρμόζει ο δάσκαλος ώστε να μειώσει τους βαθμούς ελευθερίας κατά την επίλυση ενός προβλήματος από τον μαθητή, ώστε το παιδί να εστιάσει αποτελεσματικότερα στη δεξιότητα/γνώση που προσπαθεί να αναπτύξει*». Η έννοια της υποβοήθησης (scaffolding), όπως θα δούμε στη συνέχεια, βρίσκεται πολύ κοντά στην περιγραφή του Vygotsky για την υποστήριξη του μαθητή με διδασκαλία μέσα στη «ζώνης επικείμενης ανάπτυξης».

Η σημαντικότερη συνεισφορά του Bruner, το διδακτικό μοντέλο με την ονομασία *ανακαλυπτική μάθηση* (discovery learning), προήλθε από τη θέση του, πως στόχος της εκπαίδευσης είναι να αναπτύσσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλήματος των παιδιών. Θεωρείται πως το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης απέκτησε τα θεμέλιά του στο άρθρο του «The act of discovery» (Bruner, 1961). Το διδακτικό αυτό μοντέλο έχει τις ρίζες του στις ιδέες του εποικοδομισμού που θεωρεί ότι η γνώση οικοδομείται μέσα από την ενεργό συμμετοχή του μαθητή και προτείνει ότι η μάθηση μπορεί και πρέπει να γίνεται μέσα από την καθοδήγηση για την ανακάλυψη νέας γνώσης μέσα από κατάλληλη διερεύνηση καταστάσεων (π.χ. εκτέλεση πειραμάτων σαν να ήταν επιστήμονας) και την ερμηνεία των σχετικών αποτελεσμάτων.

Saymour Papert (1928-2016): - Κονστραξιονισμός (constructionism)

Saymour Papert

Το 1928 γεννήθηκε στην Πρετόρια της Νότιας Αφρικής ο Seymour Papert ο οποίος διακρίθηκε σαν μαθηματικός, επιστήμονας υπολογιστών και εκπαιδευτικός. Ήταν πρωτοπόρος σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης. Δημιούργησε τη γλώσσα προγραμματισμού Logo. Συνεργάστηκε στενά με τον Piaget στο Πανεπιστήμιο της Γενεύης από το 1958 μέχρι το 1963. Ο ίδιος ο Piaget δήλωσε κάποτε ότι «*κανείς δεν καταλαβαίνει τις ιδέες μου καλύτερα από τον Papert*». Αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας, ήταν ο Papert να προσανατολιστεί στο να χρησιμοποιήσει τους υπολογιστές στην υποστήριξη της μάθησης των παιδιών.

Ο Papert (μαζί με τον Marvin Minsky), υπήρξε συνιδρυτής του MIT Artificial Intelligence Laboratory το 1970, για πολλά χρόνια διευθυντής του Media Lab's Epistemology and Learning Group που τώρα είναι γνωστό ως Future of Learning Group, καθώς και πρώτος «LEGO Papert Professor» στο MIT (Massachusetts Institute of Technology). Υπήρξε επίσης από τους κύριους υποστηρικτές και καθοδηγητές του έργου One Laptop Per Child που ξεκίνησε το 2005. Ο S. Papert θεωρείται ευρέως ως «ο πατέρας της εκπαιδευτικής χρήσης υπολογιστών» (educational computing) και εμπνευστής της σειράς των Logo-like γλωσσών προγραμματισμού και εκπαιδευτικών

τεχνολογικών περιβαλλόντων. Πολλές από τις επαναστατικές για την εκπαιδευτική τεχνολογία ιδέες του τις παρουσίασε στο βιβλίο του *Mindstorms: Children Computers and Powerful Ideas* (πρώτη έκδοση το 1980).

Κονστραξιονισμός (constructionism)

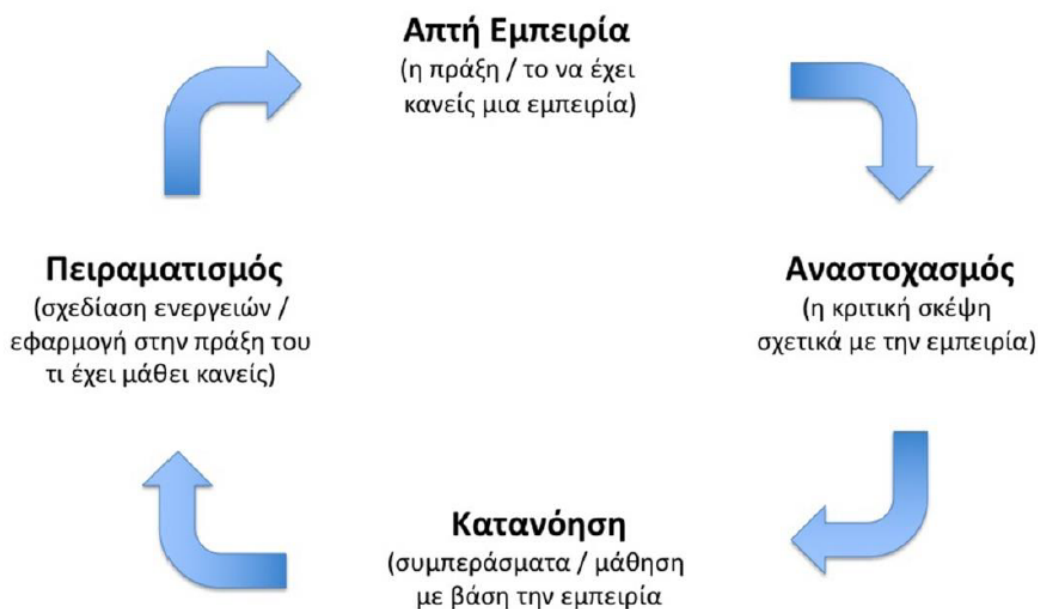
Ο κονστραξιονισμός (όρος που κυριάρχησε έναντι της ελληνικής απόδοσης του όρου «constructionism» είναι μια ιδιαίτερη εκδοχή του εποικοδομισμού όπως την ανέπτυξε και την προώθησε ο Seymour Papert στο έργο του (Δημητριάδης, 2005, σελ. 172) σύμφωνα με την οποία τα άτομα ενεργητικά κατασκευάζουν τη γνώση μέσα από τις εμπειρίες τους για τον κόσμο. Η γνώση δεν μεταφέρεται από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές αλλά κατασκευάζεται ενεργητικά από τους ίδιους τους μαθητές και αυτό επιτυγχάνεται (ειδικότερα για τις μικρότερες ηλικίες) μέσα από την κατασκευή απτών αντικειμένων και τον αναστοχασμό πάνω στην εμπειρία αυτή.

Ο εποικοδομισμός κάτω από τη θεώρηση πως η μάθηση είναι η σταδιακή οικοδόμηση μιας προσωπικής κατανόησης από τον μαθητή, εστιάζει σε δραστηριότητες ενεργής, και διαδραστικής μάθησης, με στόχο την επίλυση προβλημάτων που έχουν νόημα για τους μαθητές, εξάπτουν το ενδιαφέρον τους και είναι κατάλληλα προσαρμοσμένα στο νοητικό τους επίπεδο.

Ο κοινωνικός εποικοδομισμός και ειδικά η σχολή Vygotsky (κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση), πηγαίνοντας ακόμη πιο πέρα, θεωρώντας πως η κοινωνική αλληλεπίδραση είναι καταλυτικός παράγοντας νοητικής ανάπτυξης, προωθεί την προσέγγιση της συνεργατικής μάθησης (collaborative learning) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλότερου επιπέδου (ανάλυση, σχεδίαση, επιχειρηματολογία, αξιολόγηση) των μαθητών.

Ο Papert επεκτείνοντας την άποψη του Piaget σχετικά με τον εποικοδομισμό, ενστερνίζεται την ιδέα ότι η μάθηση γίνεται αποτελεσματικότερη όταν οι μαθητές ενεργοποιούνται κατασκευάζοντας συγκεκριμένα αντικείμενα που έχουν νόημα γι' αυτούς και διαμοιράζοντάς τα μεταξύ τους, ενισχύοντας με αυτό τον τρόπο τις μεταξύ τους κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τον σχηματισμό κοινότητας. Σύμφωνα με τον Papert, *«ο όρος κονστραξιονισμός συνδυάζει δύο ιδέες από τον χώρο της επιστήμης της εκπαίδευσης. Από τις ιδέες του εποικοδομισμού υιοθετούμε την οπτική της μάθησης ως επανοικοδόμησης παρά ως μεταφοράς γνώσης. Στη συνέχεια επεκτείνουμε την ιδέα της διαχείρισης υλικού προς την κατεύθυνση του ότι η μάθηση είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν μέρος της δραστηριότητας το βιώνει ο μαθητής ως κατασκευή ενός προϊόντος με νόημα για τον ίδιο».*

Η θεωρητική προσέγγιση του κονστραξιονισμού συνδέει την περιοχή του κλασικού εποικοδομισμού (constructivism) με εκείνη της εμπειρικής μάθησης (experiential learning), δηλαδή το είδος της μάθησης που συμβαίνει όταν κάνουμε κάτι και ταυτόχρονα αναστοχαζόμαστε, οικοδομώντας την κατανόησή μας πάνω στη συγκεκριμένη εμπειρία και τα αποτελέσματά της. Η προσέγγιση αυτή δίνει προτεραιότητα στην απτή εμπειρία (concrete experience) (Δημητριάδης, 2005, σελ. 173) ως πηγή της οικοδόμησης νοητικών σχημάτων (abstract conceptualization) και τελικά μάθησης μέσω της πράξης του αναστοχασμού (reflective observation). Με βάση την κατανόηση που οικοδομεί ο μαθητής, νέα ερωτηματικά διατυπώνονται προς το περιβάλλον (active experimentation) και απαντώνται μέσα από επανάληψη του κύκλου (εικόνα 2). Η θεωρία της εμπειρικής μάθησης συνδέεται κυρίως με το έργο του Αμερικανού θεωρητικού D. Kolb.



Εικόνα 2. Ο κύκλος της εμπειρικής μάθησης (Δημητριάδης, 2015, σελ. 173)

Χαρακτηριστικές τέτοιες εμπειρίες ενθαρρύνουν τα διδακτικά μοντέλα της μάθησης μέσω ανάπτυξης έργου (project-based learning) ή επίλυσης προβλήματος (problem-based learning), εφόσον η κατανόηση των μαθητών οικοδομείται σταδιακά μέσω της εμπλοκής τους στην κατασκευή ενός απτού προϊόντος, σε αντίθεση με την τυπική διδασκαλία που εκκινεί με την παρουσίαση προς τους μαθητές αφηρημένων αναπαραστάσεων γνώσης, δηλ. γνώσης που δεν συσχετίζεται άμεσα με κάποια εμπειρία ή δραστηριότητα των μαθητών.

Μια παλιά κινέζικη παροιμία λέει : «Ακούω και ξεχνάω, βλέπω και θυμάμαι, κάνω και καταλαβαίνω» και αρχαίοι διανοητές όπως ο Αριστοτέλης ασχολούνται με την

αξία της εμπειρικής μάθησης, μέσα σε κείμενα όπως τα Ηθικά Νικομάχεια όπου αναφέρεται: «ἄ γὰρ δεῖ μαθόντας ποιεῖν, ταῦτα ποιούντες μανθάνομεν, οἶον οἰκοδομοῦντες οἰκοδόμοι γίνονται καὶ κιθαρίζοντες κιθαρισταί» (γιατί όσα πρέπει να μάθουμε πριν να τα κάνουμε, τα μαθαίνουμε κάνοντάς τα, όπως δηλ. οι οικοδόμοι οικοδομώντας και οι κιθαρῳδοί κιθαρίζοντας).

2.3.1.4 Κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες

Ο όρος προσδιορίζει την κεντρική ιδέα, σχετικά με τους κοινωνικούς μηχανισμούς της μάθησης και ανάπτυξης γνώσης του έργου του Vygotsky. Σε αυτή την θεωρία σημαντικό ρόλο παίζουν τα πολιτισμικά εργαλεία της κοινότητας όπου είναι μέλος το άτομο, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης του ατόμου ως μηχανισμό νοητικής εξέλιξης του. Οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες υποστηρίζουν ότι η οικοδόμηση της γνώσης πραγματοποιείται σε συνεργατικά περιβάλλοντα μάθησης, διαμέσου συζητήσεων που περιλαμβάνουν τη δημιουργία και κατανόηση της επικοινωνίας και την από κοινού συνεργατική υλοποίηση δραστηριοτήτων. Η διαφοροποίηση από τις υπόλοιπες θεωρίες υπάρχει στο επίπεδο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, αφού οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες υποστηρίζουν ότι οι γνώσεις οικοδομούνται μέσω των αλληλεπιδράσεων των ατόμων και της ερμηνείας του κόσμου (Κόμης, 2004). Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτής της θεωρίας είναι η ενεργός γνωστική οικοδόμηση, η εγκαθιδρυμένη μάθηση, η κοινότητα μέσα στην οποία λαμβάνει χώρα η διαδικασία της μάθησης και η συνομιλία μέσω της οποίας υπάρχει αλληλεπίδραση ανάμεσα στα άτομα (Κόμης, 2004). Οι σημαντικότεροι εκπρόσωποι των Κοινωνικοπολιτισμικών Θεωριών είναι ο Vygotsky, ο Bandura, ο Lave και Wegner ο Aleksei Leontiev, ο Alexander Luria και Nardi.

Albert Bandura (1925 – 2021) – Κοινωνικογνωστική Θεωρία Μάθησης.

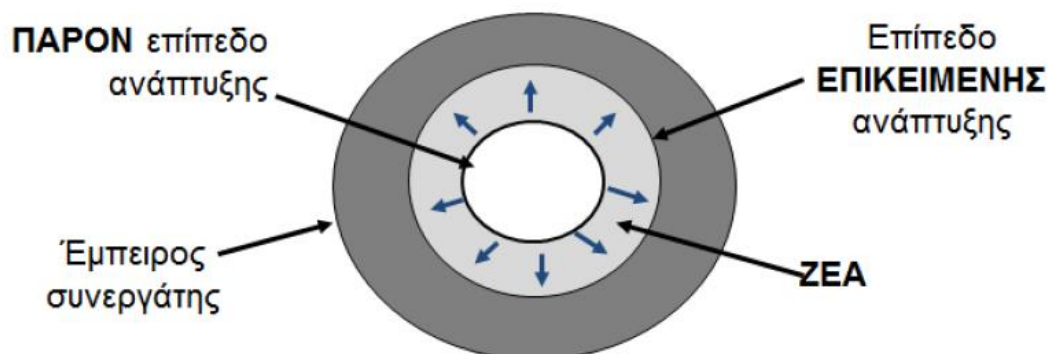
Ο Albert Bandura είναι από τους πρωτοπόρους που ερμήνευσαν την έννοια της κοινωνικής μάθησης. Ως ψυχολογική θεωρία, η κοινωνική μάθηση παρουσιάζει την μαθησιακή συμπεριφορά, να ρυθμίζεται, να επηρεάζεται και να ελέγχεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες κι όχι από εσωτερικές ή έμφυτες δυνάμεις. Ο Bandura κάνοντας πολλές μελέτες και πειράματα απέδειξε ότι ο ρόλος της μάθησης στην ανάπτυξη των παιδιών κατέχει σημαντική θέση και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο. Σύμφωνα με τις μελέτες του τα παιδιά παρατηρούν, μιμούμενα κινήσεις και συμπεριφορές και έτσι τελικά μαθαίνουν. Η συμμετοχή, η συνεργασία και η κοινωνική αλληλεπίδραση υποστηρίζουν την διαδικασία μάθησης του παιδιού. Η

Κοινωνικογνωστική Θεωρία Μάθησης εξηγεί τις ανθρώπινες συμπεριφορές από τη σκοπιά της συνεχούς αλληλεπίδρασης της γνωστικής λειτουργίας, της συμπεριφοράς και των ερεθισμάτων που δέχεται το άτομο στο κοινωνικό του περιβάλλον (Bandura, 1977). Συμπερασματικά, η θεωρία της κοινωνικής μάθησης που προέρχεται από την μελέτη του Bandura στην οποία βασίστηκαν μεταγενέστεροι ψυχολόγοι, προτείνει ότι η κοινωνική μάθηση που βασίζεται στην παρατήρηση είναι μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τρία στάδια, την έκθεση στις αντιδράσεις των υπόλοιπων ατόμων, την μίμηση των συμπεριφορών που βλέπει το άτομο από τα άλλα άτομα, και την μεταγενέστερη αποδοχή των πρότυπων πράξεων ως καθοδηγητικών στοιχείων της συμπεριφοράς του υποκειμένου (Bandura, 1977).

Lev Vygotsky (1896-1934) - Κοινωνικός Εποικοδομισμός ή κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες

Ο Lev Vygotsky ήταν Σοβιετικός ψυχολόγος, ο οποίος κατάφερε και άφησε ως παρακαταθήκη ένα σημαντικότατο έργο παρόλη την σύντομη ζωή του. Η κεντρική ιδέα του έργου του είναι ότι η ανάπτυξη των γνωστικών λειτουργιών υψηλότερου επιπέδου σε ένα παιδί γίνεται μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης του με τους ενήλικες, η οποία διαμορφώνεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο. Η γλώσσα, οι πολιτισμικές πρακτικές (π.χ. επικοινωνία και διάλογος), τα εργαλεία (π.χ. μαθηματικά και κανόνες) που χρησιμοποιεί η κοινωνία στην οποία δραστηριοποιείται ένα παιδί, διαμεσολαβούν για την ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης του κατά την αλληλεπίδρασή του με τους άλλους ανθρώπους. Έτσι το κοινωνικό περιβάλλον είναι πολύ σημαντικό για τη μάθηση και οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις βοηθούν στο μετασχηματισμό των μαθησιακών εμπειριών (Schunk, 2010). Βασική αρχή της θεωρίας του Vygotsky είναι η «ζώνη επικείμενης ανάπτυξης» (ZEA), η οποία ορίζεται ως «η απόσταση μεταξύ τρέχοντος αναπτυξιακού επιπέδου, όπως διαπιστώνεται από την ανεξάρτητη επίλυση προβλημάτων, και του επιπέδου δυναμικής ανάπτυξης, όπως προσδιορίζεται μέσω της επίλυσης προβλημάτων υπό την καθοδήγηση ενήλικα ή σε συνεργασία με πιο ικανούς συνομηλίκους» (Vygotsky, 1978). Με τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης εκφράζονται όλα αυτά που μπορεί να μάθει ένας μαθητής με την προϋπόθεση των κατάλληλων διδακτικών δομών. Η κεντρική ιδέα της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης, είναι ότι ο μαθητής συνεργάζεται με τον δάσκαλο με σκοπό την ολοκλήρωση ενός έργου, το οποίο ο μαθητής δεν είναι σε θέση να ολοκληρώσει, λόγω του επιπέδου δυσκολίας, χωρίς τη βοήθεια του δασκάλου (Schunk, 2010). Η γνωστική αλλαγή επιτυγχάνεται όταν δάσκαλοι και μαθητές χρησιμοποιούν από κοινού τα

κοινωνικοπολιτισμικά τους εργαλεία και με τη διαμεσολάβηση της κουλτούρας, επέρχεται γνωστική αλλαγή και εσωτερίκευση στον μαθητή (Cobb, 1994).



Εικόνα 3. Η ιδέα της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης σχηματικά

Στο παραπάνω σχήμα (Δημητριάδης, 2005, σελ. 118) απεικονίζονται:

- ο εσωτερικός λευκός κύκλος: το παρόν επίπεδο ανάπτυξης του μαθητή
- ο γκριζος κύκλος: το επίπεδο επικείμενης ανάπτυξης.
- η περιοχή του γκριζου κύκλου με τα μικρά βέλη: η ΖΕΑ, οι δυνατότητες που έχει ο μαθητής για να αναπτυχθεί.

Όταν ο μαθητής καταφέρει να εσωτερικεύσει σταδιακά νέες γνώσεις και δεξιότητες εισερχόμενος μέσα στη ζώνη ΖΕΑ υποβοηθούμενος από τον δάσκαλο, μιλάμε για μια επιτυχημένη διδασκαλία. Αν μία διδασκαλία βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο από εκείνο της ΖΕΑ δεν έχει να προσφέρει κάτι καινούργιο στον μαθητή, ενώ επίσης δεν έχει νόημα διδασκαλία πέρα από τη ΖΕΑ, αφού ούτε με υποστήριξη δεν είναι δυνατόν να κατακτήσει εκείνο το υψηλό επίπεδο.

Εκπαιδευτικά, η ΖΕΑ συνάδει (χωρίς όμως να ταυτίζεται, όπως διευκρινίζουν οι Lantolf & Thorne, 2006) με την ιδέα της *υποβοήθησης (scaffolding)*, την οποία περιέγραψε πρώτος ο Bruner, δηλ. της *πρόσκαιρης παροχής υποστήριξης* από τον έμπειρο (δάσκαλο) προς τον αρχάριο (μαθητή) όταν ο δεύτερος προσπαθεί να ολοκληρώσει με επιτυχία μία εργασία, π.χ. να λύσει ένα πρόβλημα. Ο έμπειρος παρακολουθεί την προσπάθεια του αρχάριου και όταν ο δεύτερος δυσκολεύεται σε κάποια σημεία που ξεπερνούν τις τωρινές του ικανότητες ο πρώτος παρεμβαίνει υποστηρικτικά. Ο αρχάριος καταφέρνει να κατακτήσει νέες δεξιότητες μέσα στο πλαίσιο της ζώνης επικείμενης ανάπτυξής του, καθώς ο έμπειρος του δημιουργεί «στηρίγματα» (κάνοντας για παράδειγμα εύστοχες υποδείξεις, υποδεικνύοντας κατευθύνσεις, τονίζοντας περιορισμούς και δυνατότητες και όχι δίνοντας άμεσα τη λύση). Η έννοια της υποβοήθησης εμπεριέχει συνήθως και την *απόσυρση (fade out)* της υποστήριξης. Προκειμένου να δοθούν ευκαιρίες στον αρχάριο να εφαρμόσει αυτοδύναμα τις νέες

ικανότητές του καθώς τις εσωτερικεύει (Instructional scaffolding by OpenColleges), η υποστήριξη του έμπειρου σταδιακά αποσύρεται.

Ο Vygotsky, έφερε στην επιφάνεια το ρόλο που διαδραματίζουν οι σχέσεις του μαθητή με τους δασκάλους και τους συνομήλικους, βλέποντας όμως τα πράγματα από διαφορετική σκοπιά από αυτή του Piaget και βοηθώντας, συνδυαστικά, στο να σχηματιστεί τελικά ένα πολύ πιο ολοκληρωμένο σχήμα για την κατανόηση της διαδικασίας μέσα από την οποία οικοδομείται η γνώση.

Μπορούμε να συνοψίσουμε τις θεωρίες του Piaget και του Vygotsky, αντιμετωπίζοντας τις σαν τις δύο όψεις του ίδιου νομίσματος (δηλαδή της σταδιακής οικοδόμησης της γνώσης που βασίζεται σε προϋπάρχουσες νοητικές δομές) ως εξής:

1. Ο Γνωστικός Εποικοδομισμός) του Piaget: υποστηρίζει ότι προϋπόθεση της γνώσης είναι η ανάπτυξη η οποία προηγείται και πραγματοποιείται αυτόνομα, εξαιτίας «βιολογικών παραγόντων» και ο ρόλος του δασκάλου είναι, δημιουργώντας το ενδεδειγμένο μαθησιακό περιβάλλον, να παρέχει βοήθεια στο μαθητή ώστε να αναπτυχθεί από μόνος του.

Και

2. Ο Κοινωνικός Εποικοδομισμός του Vygotsky: υποστηρίζει ότι η ανάπτυξη έπεται της γνώσης, η οποία οδηγεί τον μαθητή προς αυτήν. Ο ρόλος του δασκάλου είναι απαραίτητος και ιδιαίτερα ενεργός ώστε να παρέχει στο μαθητή την στήριξη που είναι απαραίτητη στο γνωστικό επίπεδο και ιδιαίτερα σημαντικός λειτουργώντας ως διαμεσολαβητής των κοινωνικών και πολιτισμικών μηνυμάτων που προσφέρονται στο μαθητή ως στοιχεία που θα τον οδηγήσουν στην οικοδόμηση των δικών του γνωστικών σχημάτων. (Ράπτης, Ράπτη 2007, σελ. 116)

Ο συνδυασμός αυτών των δύο θεωριών μπορεί να οδηγήσει την εκπαιδευτική πράξη, να λειτουργεί έτσι ώστε ο μαθητής, σε ένα θετικό και παραγωγικό σχολικό περιβάλλον, που λαμβάνει υπόψη τις πολιτισμικές και κοινωνικές παραμέτρους του ευρύτερου κοινωνικού περιβάλλοντος, παροτρύνεται και ενισχύεται ώστε μέσα από την ενασχόλησή του με την επίλυση προβληματικών καταστάσεων να κατακτά επόμενα στάδια ανάπτυξης, στηριζόμενος στις προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες του, ενώ διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και βοηθάει προς αυτήν την κατεύθυνση, η συνεργασία του με τον δάσκαλο, τους συμμαθητές και το κοινωνικό του περιβάλλον.

Το μοντέλο της Εγκαθιδρυμένης Νόησης/Μάθησης (*Situated cognition/learning*)

Σύμφωνα με την προσέγγιση της *εγκαθιδρυμένης μάθησης* η μάθηση είναι συνυφασμένη, αδιαχώριστη από την πράξη. Η γνώση εγκαθιδρύεται σε δραστηριότητες εντός του κοινωνικού, πολιτιστικού και φυσικού πλαισίου μιας κοινότητας πρακτικής (*community of practice*) δηλαδή μιας ομάδας ανθρώπων που μοιράζονται ένα κοινό πρόβλημα ή ένα κοινό σύστημα προβλημάτων ή έχουν ένα κοινό ενδιαφέρον και που συνεργάζονται για να εκπληρώσουν τόσο ατομικούς όσο και συλλογικούς στόχους.

Το φυσικό/κοινωνικό πλαίσιο περιλαμβάνει τα φυσικά αντικείμενα (π.χ. μέσα παραγωγής, φυσικά εργαλεία και τεχνολογίες κ.λπ.), τα άυλα αντικείμενα (πρωτόκολλα, πρότυπα, διατάξεις και συμβάσεις κ.λπ.), αλλά και τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (μορφές επικοινωνίας και συνεργασίας, ειδική γλώσσα και ορολογίες της κοινότητας κ.λπ.) που αναπτύσσει στην ιστορική της εξέλιξη η κοινότητα. Έτσι η μάθηση είναι μία αλληλεπιδραστική διαδικασία βαθμιαίας ένταξης του ατόμου στο πλαίσιο της κοινότητας (ουσιαστικά δεν νοείται μάθηση έξω από ένα τέτοιο πλαίσιο), διαμορφώνεται από αυτό αλλά και το διαμορφώνει ταυτόχρονα (*Instructional Design*).

Η θεωρία θεμελιώθηκε μέσα από το έργο των Lave και Wenger (π.χ. Lave & Wenger, 1991), ενώ μεταγενέστεροι ερευνητές πρότειναν διάφορες πιο πρακτικά προσανατολισμένες εκδοχές, σε μια προσπάθεια να εμπλουτίσουν τη θεωρία και με συγκεκριμένα διδακτικά μοντέλα, όπως το εκπαιδευτικό μοντέλο της νοητικής μαθητείας (*cognitive apprenticeship*) βασισμένο εν πολλοίς στην έννοια της μαθητείας, πρακτικές δραστηριότητες (*workshops*), παίξιμο ρόλων, επισκέψεις σε επαγγελματικούς χώρους εφαρμογής γνώσης, δραστηριότητες κατάρτισης επαγγελματιών κ.λπ.

Η Θεωρία της Δραστηριότητας (Vygotsky, Leontiev, Luria, Nardi)

Η Θεωρία της Δραστηριότητας σύμφωνα με τους Vygotsky, Leontiev, Luria και Nardi έχει ως βασική αρχή ότι η ανθρώπινη δράση διαμεσολαβείται από πολιτισμικά σύμβολα όπως εργαλεία και λέξεις, τα οποία επιδρούν στη δραστηριότητα του υποκειμένου και επομένως στις νοητικές διεργασίες του (Nardi, 1996). Σύμφωνα με την θεωρία αυτή, η μάθηση, η γνώση και η εξειδίκευση διανέμονται μέσα από την συμμετοχή των υποκειμένων στην κοινότητα. Δεν υφίσταται η έννοια της αυθεντίας και της εξειδίκευσης μέσα σε μια ομάδα αλλά εντοπίζονται μέσα στο άτομο (Πλακίτση, Θεοδωράκη, & Καλδρυμίδου, 2009). Ένα δομημένο σύστημα δραστηριοτήτων μπορεί να μελετήσει το ενδοπροσωπικό, το διαπροσωπικό αλλά και την ευρύτερη κοινότητα, με την μάθηση να θεωρείται ως μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης σε ένα κοντινό, μέσο και μακρινό επίπεδο (Engestrom, 1999). Η συνεργασία του υποκειμένου με άλλα άτομα το βοηθά να αναπτύξει ικανότητες και δεξιότητες, μέσα από την

συνεργασία την χρήση της γλώσσας ως εργαλείου η οποία συμβάλει στην διαμόρφωση της ταυτότητας του (Vygotsky, 1978), (Leontiev, 1979), (Nardi, 1996).

Η Θεωρία της Δραστηριότητας όπως την πρότεινε ο Vygotsky, επικεντρώνεται κυρίως γύρω από την ιδέα της διαμεσολάβησης, όπου τα αντικείμενα ήταν οι πολιτισμικές οντότητες και η προσανατολισμένη δράση του υποκειμένου στα αντικείμενα, ήταν αυτό που βοηθά να κατανοήσουμε και να ερμηνεύσουμε την ανθρώπινη ψυχή. Ο Leontiev προχωράει ένα βήμα πιο πέρα την θεωρία προτείνοντας ότι η μονάδα ανάλυσης δεν θα είναι το άτομο. Η ολοκλήρωση της θεωρίας περιελάμβανε όλα εκείνα τα εννοιολογικά εργαλεία με τα οποία μπορεί να γίνει η ανάλυση ενός διαλόγου, αναπτύσσοντας πολλαπλές προοπτικές άλλα και δίκτυα όλων των αλληλεπιδρώντων συστημάτων των δραστηριοτήτων (Πλακίτση, 2008), (Σταμούλης & Πλακίτση, 2011).

Η Θεωρία της Δραστηριότητας, εξελίσσοντας την κεντρική ιδέα των Κοινωνικοπολιτισμικών Θεωριών, προσπαθεί να εξηγήσει τους τρόπους με τους οποίους επιτυγχάνεται η μάθηση μέσα στο πλαίσιο μιας ομάδας, προσφέροντας όλα εκείνα τα απαραίτητα εργαλεία για να κατανοήσουμε με ποιον τρόπο μαθαίνει ένας άνθρωπος μέσα από αλληλεπιδραστικές δραστηριότητες (Schunk, 2010).

Η Θεωρία αυτή έχει βρει εφαρμογή σε διαφορετικά πεδία της επιστήμης, όπως είναι η παιδαγωγική ψυχολογία, στη πληροφορική με την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με την μηχανή και ειδικότερα στο σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή, άλλα και στον σχεδιασμό δραστηριοτήτων. Η συνεργατική μάθηση με υπολογιστή βασίζεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στον μαθητή, το αντικείμενο και τα διαθέσιμα εργαλεία που έχει για την επίτευξη του στόχου. Η θεωρία δηλαδή βρίσκει σημαντικές εφαρμογές στο σχεδιασμό αλληλεπιδραστικών ψηφιακών εργαλείων μάθησης και συνεργατικών δραστηριοτήτων λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο εφαρμόζονται (Koschmann, 1996), (Nardi, 1996), (Barab, Evans, & Baek, 2003), (Κόμης, 2004).

2.3.2 Θεωρίες Μάθησης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η εκπαιδευτική ρομποτική, βασίζεται στη θεωρία του εποικοδομισμού της γνώσης του Piaget και ακολουθεί την κατασκευαστική προσέγγιση της μάθησης όπως διατυπώθηκε από τον Papert, για την επίτευξη των διδακτικών της στόχων. Σύμφωνα με τον Papert «ο εποικοδομισμός μοιράζεται την άποψη του κονστрукτιβισμού για τη μάθηση ως δομές οικοδόμησης της γνώσης μέσω της προοδευτικής εσωτερικοποίησης των δράσεων». Η αυτοκατευθυνόμενη μάθηση είναι μια διαδικασία, με την οποία οι

μαθητές κατασκευάζουν οι ίδιοι εκείνα τα εργαλεία και τους διαμεσολαβητές, ώστε να επιτύχουν τον επιδιωκόμενο στόχο, είτε να διερευνήσουν ένα ζήτημα που τους ενδιαφέρει. Έτσι οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση αφού εμπλέκονται ενεργά στον σχεδιασμό και την κατασκευή όλων εκείνων των αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους, αλλά θα τους βοηθήσουν και για την επίτευξη των στόχων τους. Στην περίπτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής τα αντικείμενα αυτά μπορεί να είναι κατασκευές από τουβλάκια, είτε κάποιοι αλγόριθμοι γραμμένοι σε μια γλώσσα προγραμματισμού που θα ακολουθήσει ένα ρομπότ (Harel, 1991), (Papert, 1991). Οι μαθητές θα είναι σε θέση:

- Να αναπτύξουν το ερευνητικό τους πνεύμα.
- Να αναπτύξουν την επιστημονική τους μεθοδολογία.
- Να αναπτύξουν νοητικές δεξιότητες.
- Να αναπτύξουν την αναλυτική και συνθετική τους σκέψη.
- Να αναπτύξουν την δημιουργικότητα τους.
- Να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη.
- Να αποκτήσουν τεχνικές δεξιότητες.
- Να αποκτήσουν ομαδοσυνεργατικό πνεύμα.
- Να αναπτύξουν τεχνικές επίλυσης προβλημάτων.
- Να αναπτύξουν αυτοοργάνωση και αυτοέλεγχο.
- Να εξοικειωθούν με τις νέες τεχνολογίες.

Οι μαθητές που εμπλέκονται με τον σχεδιασμό την κατασκευή και τον έλεγχο των ρομποτικών συστημάτων, ουσιαστικά εμπλέκονται ενεργά με τη μάθηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων, χρησιμοποιώντας παράλληλα υψηλού επιπέδου νοητικές ικανότητες, συνεργαζόμενοι και ανταλλάσσοντας ιδέες και απόψεις με τους συμμαθητές τους (Chambers & Carbonaro, 2003).

2.3.3 Παιδαγωγικό Πλαίσιο και Ενσωμάτωση στην Εκπαιδευτική Πράξη

Το σημερινό σχολείο, απαιτεί νέες εκπαιδευτικές μεθόδους, καινοτόμες δράσεις και σύγχρονα ψηφιακά εκπαιδευτικά μέσα. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας ραγδαία αναπτυσσόμενος κλάδος της εκπαίδευσης παγκοσμίως, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία διαφόρων επιστημονικών εννοιών. Μπορεί να ενσωματωθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, από την προσχολική και πρωτοσχολική εκπαίδευση, μέχρι και την τριτοβάθμια εκπαίδευση (Eguchi, 2007), (Eguchi, 2014), (Ribeiro, Coutinho, Costa, & Rocha, 2007), (Sullivan & Umaschi Bers, 2015), (Mollie, Sullivan, & Umaschi Bers, 2014), (Jung & Won, 2018), για διαφορετικά

επιστημονικά πεδία όπως τα Μαθηματικά, η Φυσική, η Πληροφορική, η Μηχανική, η Βιολογία, η Ψυχολογία, και η Τεχνολογία, (Williams, Ma, & Prejean, 2010), (Miglino, Lund, & Cardaci, 1999) με δυνατότητες εφαρμογής σε διαφορετικά περιβάλλοντα μάθησης, τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης (Williams, Ma, & Prejean, 2010). Ο Jonassen (2000) πρότεινε για πρώτη φορά την ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία, παρουσιάζοντας όλο το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο (Kirschner & Erkens, 2006), (Jonassen, 2000). Η βάση σε όλο αυτό το εγχείρημα ήταν ότι η τεχνολογία και τα τεχνολογικά μέσα μπορούν να θεωρηθούν ως νοητικά εργαλεία, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν την εκπαιδευτική διαδικασία, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Chambers & Carbonaro, 2003).

Η ΕΡ έχει στηριχθεί στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης του κονστραξιονισμού και του εποικοδομισμού και στοχεύει, οι μαθητές να αποκτήσουν γνώση εκπονώντας συνθετικές εργασίες – project based learning. Βασιζόμενοι σε αυτές τις θεωρίες μάθησης, οι επιστήμονες της εκπαίδευσης, υποστηρίζουν ότι η εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών προσεγγίζεται καλύτερα με τις γνωστικές εμπειρίες που αποκτώνται μέσω χειροπιαστών παραδειγμάτων και χειρισμού αντικειμένων που έχουν κατασκευάσει μόνο τους. Συνδυάζοντας με τον προγραμματισμό, που έχει το διπλό ρόλο και της γνωστικής δραστηριότητας και του αντικείμενου διδασκαλίας, και αποτελεί ένα πολύ ενδιαφέρον αλλά και σύνθετο πεδίο (Κόμης 2001), αποτελεί σημαντικό μέσο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου, για κατανόηση εννοιών στα μαθηματικά, τη φυσική, τη μηχανική. Οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων που κατακτούνται μπορούν να μεταφερθούν σε κάθε άλλο τομέα και γνωστικό αντικείμενο. Το ενδιαφέρον το μαθητών παρακινείται ιδιαίτερα από το γεγονός ότι το αντικείμενο διδασκαλίας είναι ταυτόχρονα και αντικείμενο παιχνιδιού, κάνοντας με αυτόν τον τρόπο την ΕΡ ιδιαίτερα δημοφιλή και αποδεκτή από τους μαθητές, και αξιοποιώντας την με τα κατάλληλα διδακτικά παραδείγματα αποδίδει ιδιαίτερα σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα.

2.3.4 Μέθοδοι Διδασκαλίας στην Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική εισάγεται στη σχολική εκπαίδευση, από την προσχολική έως και την τριτοβάθμια εκπαίδευση, είτε ως διεπιστημονική εκπαιδευτική δραστηριότητα, είτε ως μαθησιακή δραστηριότητα επικεντρωμένη σε σχολικά θέματα όπως η Επιστήμη, τα Μαθηματικά, η Μηχανική, η Πληροφορική, η Τεχνολογία, η Τέχνη κ.α. Η χρήση της Ρομποτικής στην εκπαίδευση εξασφαλίζει ένα μαθησιακό περιβάλλον που επιτρέπει στους μαθητές να ελέγχουν τη συμπεριφορά ενός απλού ρομποτικού μοντέλου μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος, εντάσσοντας τους ενεργά στην επίλυση προβλημάτων, ενώ παράλληλα τους ενθαρρύνει να πραγματοποιήσουν πειράματα και

να δημιουργήσουν τα δικά τους προγραμματιζόμενα μοντέλα ρομπότ (Resnick, Martin, Sargent, & Silverman, 1996), (Resnick & Silverman, 2005).

Η ΕΡ έχει τη δυνατότητα να ενταχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία με δύο τρόπους: σαν αυτόνομο αντικείμενο ή σαν εργαλείο μάθησης.

Όταν αντιμετωπίζεται ως αυτόνομο αντικείμενο μελετάται σαν ιδιαίτερο πεδίο. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες, έχουν σκοπό την εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες κατασκευής ρομπότ, στον προγραμματισμό τους και στην τεχνητή νοημοσύνη. Όταν τη συναντάμε σαν εργαλείο μάθησης, δεν είναι αυτοσκοπός η δημιουργία ρομπότ και ο προγραμματισμός του, αλλά είναι το εργαλείο που μας βοηθά στη διδασκαλία άλλων αντικειμένων, όπως είναι τα μαθηματικά, οι φυσικές επιστήμες, η πληροφορική, η τεχνολογία, και σε εργασίες που εμπλέκονται διάφορα επιστημονικά πεδία. Προφανώς και αυτός ο διαχωρισμός δε μπορεί να είναι ξεκάθαρος, αφού ακόμα και όταν την αντιμετωπίζουμε σαν αυτόνομο αντικείμενο ο μαθητής έρχεται σε επαφή με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως τα μαθηματικά, ο ηλεκτρισμός, η μηχανική κ.ά. και αποκτά δεξιότητες ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, συνεργατικότητα κ.ά. (Druin, A., & Hendler, J. A. 2000).

Για να μπορέσουν οι μαθητές να αναπτύξουν συγκεκριμένες ικανότητες και να επιτευχθούν τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, απαραίτητο είναι οι εκπαιδευτικοί να δημιουργήσουν ένα εκπαιδευτικό πλάνο για την ένταξη και χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ακολουθούν ορισμένες προτάσεις για τον σχεδιασμό ορισμένων τέτοιων δραστηριοτήτων.

Η μεθοδολογία Project – based learning δίνει έμφαση στις μαθησιακές δραστηριότητες που είναι μακροπρόθεσμες, διαθεματικές και μαθητοκεντρικές. Αντίθετα από τις παραδοσιακές, καθοδηγούμενες από τον εκπαιδευτικό δραστηριότητες στην τάξη, οι μαθητές συχνά πρέπει να οργανώσουν την εργασία τους και να διαχειριστούν το χρόνο τους με βάση κάποιο οργανωμένο πλάνο. Η βασική ιδέα αυτής της μεθοδολογίας είναι να εμπλακούν οι μαθητές στην επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, σε πραγματικό χρόνο, κάτι που θα τους προκαλέσει άμεσο ενδιαφέρον, ενεργοποιώντας την εποικοδομητική σκέψη τους. Αποτελεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση διδασκαλίας και μάθησης που αποσκοπεί στην συνεχή εμπλοκή των μαθητών αλλά και στην συνεργατική έρευνα και επίλυση των προβλημάτων που τους έχουν ανατεθεί (Bransford & Stein, 1984).

Τα προβλήματα επικεντρώνονται στη δημιουργία μιας κατασκευής – ρομπότ που ενεργεί για την επίτευξη κάποιου επιδιωκόμενου στόχου, και γενικά ζητείται από τους μαθητές να επιλέγουν και να οργανώνουν τις δραστηριότητές τους, λαμβάνοντας

αποφάσεις, κάνοντας έρευνα και συλλέγοντας πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας. Τα προβλήματα είναι σύνθετα και πολύπλευρα και πρέπει να επιλυθούν και να οργανωθούν έτσι ώστε να επιτευχθεί ο τελικός στόχος του έργου, συνθέτοντας τα επιμέρους ενδιάμεσα έργα που έχουν προκύψει. Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να εργαστούν και αυτόνομα, άλλα και συνεργατικά για μεγάλο χρονικό διάστημα, χωρίς την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, εφόσον δεν κρίνεται απαραίτητο (Markham, Larmer, & Ravitz, 2003).

Η διδασκαλία με αυτή τη μέθοδο βασίζεται κυρίως στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης, οι οποίες υποστηρίζουν ότι η γνώση, η σκέψη, η πράξη και τα περιβάλλοντα μάθησης είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους. Είναι αποδεκτό ότι η μάθηση είναι εν μέρει και μια κοινωνική δραστηριότητα, η οποία λαμβάνει χώρα μέσα στο πλαίσιο της κουλτούρας, της κοινότητας και των πραγματικών εμπειριών της ζωής του κάθε μαθητή. Επίσης αποτελεί ένα μοντέλο που διαφέρει πολύ από τις πρακτικές διδασκαλίας σύντομων, απομονωμένων μαθημάτων με επίκεντρο τον εκπαιδευτικό. Δίνεται έμφαση σε μαθησιακές δραστηριότητες που είναι μακροπρόθεσμες, διεπιστημονικές, επικεντρωμένες στους μαθητές ενσωματώνοντας προβλήματα και θέματα από το πραγματικό περιβάλλον του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός οικοδομεί άμεσες σχέσεις με τους μαθητές του, αφού πλέον ο ρόλος του μπορεί να είναι σαν το ρόλο του προπονητή, του διευκολυντή αλλά και του συν-εκπαιδευόμενου (Markham, Larmer, & Ravitz, 2003).

Τα βασικά στοιχεία της μεθόδου διδασκαλίας Project - Based Learning συνοψίζονται στις παρακάτω κύριες κατευθύνσεις (Han & Bhattacharya, 2002):

- *Περιβάλλον με επίκεντρο τον μαθητή:*

Πρέπει να μεγιστοποιείται η λήψη αποφάσεων και η πρωτοβουλία των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου, με τη συμμετοχή τους στην επιλογή θεμάτων, τον έλεγχο και την παρουσίαση. Οι μαθητές θα πρέπει να τεκμηριώνουν τις αποφάσεις ή τις αναθεωρήσεις που κάνουν κατά την διάρκεια υλοποίησης του έργου, με στόχο να βελτιωθούν και να αποκτήσουν πολύτιμα δεδομένα για την αξιολόγηση της εργασίας τους.

- *Συνεργασία:*

Η σχεδίαση του έργου, πρέπει να στοχεύει στην ανάπτυξη επικοινωνιακών και συνεργατικών δεξιοτήτων, ενισχύοντας τη λήψη αποφάσεων σε επίπεδο ομάδας, να υπάρχει αλληλεξάρτηση και ενσωμάτωση της αλληλεπίδρασης

μεταξύ των μαθητών, παρέχοντας την απαραίτητη ανατροφοδότηση και για το επίπεδο της συνεργασίας των μαθητών.

- *Ρεαλιστικοί - Πραγματικοί Στόχοι:*

Τα έργα και τα θέματα που θα ανατεθούν στους μαθητές θα πρέπει να σχετίζονται με τον πραγματικό κόσμο έτσι ώστε να τους κεντρίζει το ενδιαφέρον αντιμετωπίζοντας προβλήματα της πραγματικής τους ζωής.

- *Χρήση Τεχνολογικών Μέσων:*

Οι μαθητές είναι απαραίτητο να υποστηρίζονται και να ενθαρρύνονται από τον εκπαιδευτικό έτσι ώστε να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις διάφορες τεχνολογίες και τα εργαλεία σχεδιασμού, ανάπτυξης και παρουσίασης των έργων τους.

- *Διαχείριση χρόνου:*

Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν αυτοέλεγχο και συναίσθηση της πορείας του έργου τους. Επιπλέον θα πρέπει να τους παρέχεται επαρκής χρόνος και τα κατάλληλα υλικά και εργαλεία για την υποστήριξη της όλης μαθησιακής διαδικασίας.

- *Αξιολόγηση:*

Η αξιολόγηση θα πρέπει να είναι μια συνεχής διαδικασία τεκμηρίωσης της μάθησης μέσω της πορείας του έργου. Αυτό απαιτεί ποικίλες και συχνές αξιολογήσεις και συνθήκες προβληματισμού για την πορεία του έργου. Η τεκμηρίωση, η αυτοαξιολόγηση και ο προβληματισμός αποτελούν τους βασικούς πυλώνες για την ενίσχυση της μάθησης.

Ο εκπαιδευτικός με την βοήθεια της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία, μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη όλων εκείνων των δεξιοτήτων που απαιτεί ο 21ος αιώνας. Σύμφωνα με τον Dagdinelis και τους συνεργάτες του προάγονται (Dagdilelis, Sartatzemi, & Kagani, 2005), η ομαδική εργασία των μαθητών, οι βασικές αρχές επίλυσης ενός προβλήματος όπως είναι η ανάλυση, η σχεδίαση, ο πειραματισμός και η

αξιολόγηση, η διαχείριση χρόνου από τους μαθητές και ο προγραμματισμός, η καινοτομία, οι δεξιότητες επικοινωνίας καθώς και η αναλυτική, συνθετική, δημιουργική και κριτική σκέψη των μαθητών.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης προβλημάτων που συναντάμε πολύ συχνά στην εκπαιδευτική ρομποτική κατά την εφαρμογή της, ακολουθεί το μοντέλο που πρότειναν ο Carbonaro με τους συνεργάτες του (2004). Το μοντέλο αυτό έχει πέντε στάδια. Στο κάθε στάδιο πρέπει να επιτυγχάνονται ορισμένοι στόχοι, για την επίτευξη των οποίων προτείνονται ορισμένες δραστηριότητες (Πίνακας 1) (Carbonaro, Rex, & Chambers, 2004).

Στάδιο	Στόχοι	Προτεινόμενες δράσεις
Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> • Εισαγωγή του προβλήματος • Διατύπωση των ερωτημάτων του προβλήματος • Οργάνωση των ομάδων εργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> • Μίμηση • Δημιουργία • Εξερεύνηση
Εξερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Διερεύνηση του τρόπου λειτουργίας και των δυνατοτήτων των διαθέσιμων ρομποτικών συστημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> • Μίμηση • Αναζήτηση πληροφοριών • Διάλογος • Εξερεύνηση • Εξάσκηση • Πειραματισμός
Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Διερεύνηση των προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν 	<ul style="list-style-type: none"> • Εξερεύνηση • Πειραματισμός • Διάλογος
Δημιουργία	<ul style="list-style-type: none"> • Σύνθεση των επιμέρους λύσεων των μαθητών 	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία • Εξερεύνηση • Πειραματισμός

	<ul style="list-style-type: none"> • Τεκμηρίωση αυτών των λύσεων 	
Παρουσίαση	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσίαση της ολοκληρωμένης λύσης του προβλήματος • Αυτοαξιολόγηση • Αυτοαξιολόγηση σαν ομάδα • Αξιολόγηση της ολοκληρωμένης λύσης του προβλήματος 	<ul style="list-style-type: none"> • Παρουσίαση • Διάλογος

Πίνακας 1. Μεθοδολογία Ανάπτυξης Προβλημάτων

Στο στάδιο της ενεργοποίησης αναλύεται το πρόβλημα και η ομάδα δεσμεύεται ως προς την υλοποίηση του στον χρόνο που θα καθορισθεί. Στη συνέχεια στο στάδιο της εξερεύνησης οι μαθητές αποκτούν όλες εκείνες τις γνώσεις που κρίνονται απαραίτητες για την ολοκλήρωση και επίλυση του προβλήματος που τους έχει ανατεθεί. Στη συνέχεια στο στάδιο της διερεύνησης οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν όλες τις γνώσεις που απέκτησαν και σε συνδυασμό με τις ιδέες τον πειραματισμό και την εφαρμογή, να προσπαθήσουν να δώσουν λύση στο πρόβλημα και να απαντήσουν στα ερωτήματα που έχουν τεθεί. Στο στάδιο της δημιουργίας οι μαθητές συνθέτουν όλες τις επιμέρους δημιουργίες των ομάδων δημιουργώντας την τελική λύση στο πρόβλημα που τους έχει τεθεί. Τελειώνοντας υπάρχει το στάδιο της παρουσίασης όπου οι μαθητές παρουσιάζουν το τελικό δημιούργημα τους και αξιολογούνται μέσα στο πλαίσιο της ομάδας (Carbonaro, Rex, & Chambers, 2004).

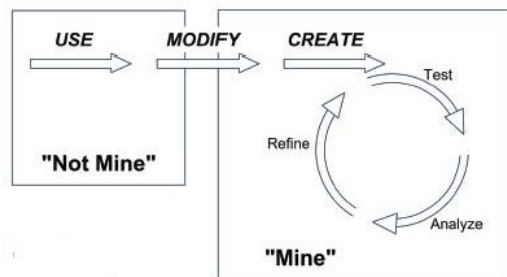
2.4 Εκπαιδευτική Ρομποτική και Υπολογιστική Σκέψη

Όπως αναφέρει στο άρθρο του για το 10^ο Συνέδριο καθηγητών Πληροφορικής ο κύριος Αριστείδης Παλιούρας:

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας τομέας που προάγει την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης (Lee et al, 2011). Σε μία δραστηριότητα ρομποτικής οι μαθητές πρέπει να σχεδιάσουν ένα ρομπότ και να το εφοδιάσουν με τον κατάλληλο κώδικα. Σκέφτονται πως το ρομπότ θα αλληλεπιδρά με το περιβάλλον παίρνοντας υπόψη τις

τιμές που δίνουν οι αισθητήρες. Με την προσπάθεια που κάνουν οι μαθητές να σχεδιάσουν το ρομπότ τους έτσι ώστε να αντιδρά σε ένα μόνο περιορισμένο σύνολο συνθηκών από όσες μπορεί να προκύψουν στον πραγματικό χώρο, έχουμε την αφαιρετική διαδικασία. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα προβληματισμού για το πως το ρομπότ αντιλαμβάνεται τον κόσμο και πως μετατρέπονται σε αριθμούς και λογικές τιμές, τα ερεθίσματα που λαμβάνονται από τους διάφορους αισθητήρες και μεταφέρονται στο ρομπότ. Ακόμη, αναλογίζονται το πως αξιοποιούνται από το πρόγραμμα που είναι ενσωματωμένο στο ρομπότ οι τιμές που επιστρέφουν οι αισθητήρες. Από τη στιγμή που το ρομπότ εκτελεί το πρόγραμμα με το οποίο έχει εφοδιαστεί από τους μαθητές, γίνεται αντιληπτή η διαδικασία της αυτοματοποίησης. Όταν οι μαθητές αποφασίζουν αν το ρομπότ τους έχει την αναμενόμενη συμπεριφορά σε πραγματικές συνθήκες, έρχονται σε επαφή με τη διαδικασία της ανάλυσης. Αν το ρομπότ δεν λειτουργεί όπως αναμενόταν, τότε αντιλαμβάνονται ότι η λύση του προβλήματος που έδωσαν και υλοποίησαν είναι ελαττωματική ή ότι δεν έλαβαν υπόψη τους τις καταστάσεις που προέκυψαν στο στάδιο της αφαίρεσης.

Στο ίδιο άρθρο (Lee et al, 2011) προτείνεται η χρήση τριών σταδίων (Χρήση - Τροποποίηση - Δημιουργία) για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής.



Εικόνα 4. Use-Modify-Create. Learning Progression

Στάδιο Χρήσης: Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές μαθαίνουν με ποιον τρόπο μπορούν να χρησιμοποιούν ένα ρομπότ, να του φορτώνουν ένα πρόγραμμα και να το εκτελούν.

Στάδιο Τροποποίησης: Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν παίρνοντας ήδη υπάρχοντα προγράμματα και τροποποιώντας τα. Κατά την διάρκεια της φάσης αυτής οι μαθητές αρχίζουν να αντιλαμβάνονται πώς μπορούν

να ελέγχουν τους διάφορους μηχανισμούς που εμπεριέχονται στο ρομπότ για να πετύχουν διαφορετικά αποτελέσματα. Αυτή η δεξιότητα θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για να μπορέσουν να δημιουργήσουν πρωτότυπα προγράμματα.

Στάδιο Δημιουργίας: Στο στάδιο αυτό οι μαθητές δημιουργούν ένα πρωτότυπο πρόγραμμα που μπορεί να ελέγχει μια ρομποτική συσκευή.

Μέσα από τη συμμετοχή των μαθητών στα παραπάνω στάδια επιτυγχάνεται να αναπτυχθεί ο υπολογιστικός τρόπος σκέψης μέσα από τις διαδικασίες της αφαίρεσης, της ανάλυσης και της αυτοματοποίησης.

2.5 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό αναφερθήκαμε αρχικά στη Ρομποτική. Αναλύσαμε ότι η Ρομποτική είναι ένας διεπιστημονικός κλάδος που περιλαμβάνει τη μηχανική, τη μηχανολογία, την ηλεκτρονική, την πληροφορική κ.α. συνδυάζοντας στοιχεία ανάπτυξης λογισμικού, τεχνητή νοημοσύνη, συστήματα ελέγχου, κ.λ.π. Χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς, όπως στην ιατρική, τη βιομηχανία, σε συνθήκες όπου ο άνθρωπος δε μπορεί να επιβιώσει και αλλού. Στη συνέχεια αναφερθήκαμε στον ορισμό του Ρομπότ σαν μηχανική κατασκευή που μπορεί να υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες, στην ετυμολογία του όρου και κάναμε και μια μικρή ιστορική αναδρομή, από τον Τάλω της μυθολογίας ως την Betty Bot που είναι η πρώτη ρομποτική υπάλληλος, πλήρους απασχόλησης και απασχολείται στο service ξενοδοχείου.

Κατόπιν εστίασαμε στην Εκπαιδευτική Ρομποτική και τις διάφορες θεωρίες μάθησης. Η ΕΡ έχει στηριχθεί στις σύγχρονες θεωρίες μάθησης του κονστραξιονισμού και του εποικοδομισμού και στοχεύει, οι μαθητές να αποκτήσουν γνώση εκπονώντας συνθετικές εργασίες – project based learning. Είδαμε ότι η ΕΡ έχει τη δυνατότητα να ενταχθεί στην εκπαιδευτική διαδικασία με δύο τρόπους: σαν αυτόνομο αντικείμενο ή σαν εργαλείο μάθησης και ότι σε κάθε περίπτωση με την ενασχόληση με την ΕΡ, ο μαθητής έρχεται σε επαφή με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως τα μαθηματικά, ο ηλεκτρισμός, η μηχανική κ.ά. και αποκτά δεξιότητες ικανότητας επίλυσης προβλημάτων, κριτική σκέψη, δημιουργικότητα, συνεργατικότητα κ.ά. Είδαμε πως με τη συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ, αναπτύσσεται ο υπολογιστικός τρόπος σκέψης τους μέσα από τις διαδικασίες της αφαίρεσης, της ανάλυσης και της αυτοματοποίησης.

3

Λογισμικό και πλατφόρμες για Εκπαιδευτική Χρήση

Η εξέλιξη των ρομποτικών συστημάτων είναι συνεχής με αποτέλεσμα να έχουν γίνει ήδη μέρος της σύγχρονης ζωής. Μέχρι σήμερα έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη Βιομηχανία, στην Ιατρική, για προσωπική βοήθεια αλλά και για τη διασκέδαση. Σε αυτό το σημείο θα γίνει μια ανασκόπηση στις ρομποτικές πλατφόρμες που έχουν αναπτυχθεί για να βρουν εφαρμογή στην εκπαιδευτική διαδικασία.

3.1 Λογισμικό - Εφαρμογές Ρομποτικών Συστημάτων

Ως λογισμικό ρομποτικών συστημάτων, ονομάζουμε το σύνολο των ορισμένων εντολών που προγραμματίζει ο χρήστης για μία μηχανική συσκευή (το ρομπότ), οι οποίες καθορίζουν τις λειτουργίες που θα εκτελέσει στην συνέχεια το ρομπότ. Έχουν δημιουργηθεί πολυάριθμα, απλά συστήματα λογισμικού, ειδικά για αυτόν τον σκοπό έτσι ώστε να καταστεί η διαδικασία πιο εύκολη και προσίτη ακόμη και για κάποιον που δεν γνωρίζει τις βασικές αρχές του προγραμματισμού (Bruyninckx, 2008).

3.1.1 Ρομποτικό Λογισμικό

Με τον όρο ρομποτικό λογισμικό εννοούμε όλες εκείνες τις προγραμματισμένες εντολές με τις οποίες ελέγχουμε και χειριζόμαστε ένα ρομπότ. Ο απευθείας χειρισμός ενός ρομπότ είναι περίπλοκος για έναν απλό χρήστη και για τον λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διαπαφές που κάνουν ευκολότερο τον έλεγχο των ρομποτικών συστημάτων. Η χρήση ενός υπολογιστή απλοποιεί σημαντικά τη διαδικασία προγραμματισμού. Το εξειδικευμένο ρομποτικό λογισμικό μπορεί να λειτουργεί είτε στον ελεγκτή που βρίσκεται στο ρομπότ ή στον υπολογιστή που ελέγχει το ρομπότ είτε και τα δύο μέρη, ανάλογα με το σχεδιασμό και τις ανάγκες του συστήματος. Ο απλός χρήστης πλέον, χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού είναι σε θέση να ελέγξει αλλά και να προγραμματίσει τις πράξεις ενός ρομπότ μέσω ενός φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος σε έναν υπολογιστή ή ένα τάμπλετ ή ακόμη και ένα έξυπνο τηλέφωνο. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου λογισμικού θεωρείται δύσκολη διαδικασία λόγω της περιπλοκότητας και ποικιλίας των συστημάτων, της έλλειψης ενοποιημένων προτύπων, των διαφορετικών λειτουργικών απαιτήσεων και της χρονοβόρας

ανάπτυξης του (Brogardh, 2007), (Gasparic & Janes, 2016), (Kramer & Scheutz, 2007), (Bruyninckx, 2008)

3.1.2 Ρομποτική Προσομοίωση

Η ρομποτική προσομοίωση αποτελεί σημαντικό τομέα στην εξέλιξη ενός ρομποτικού συστήματος. Μέσω της προσομοίωσης ελέγχονται διαδικασίες οι οποίες θα ήταν περίπλοκες και χρονοβόρες σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα εφαρμογής, επιτρέποντας την συλλογή δεδομένων τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ποιότητας, αξιοπιστίας και λειτουργικότητας του ρομποτικού συστήματος (Bezivin, 2005).

3.1.3 Ρομποτικός Προσομοιωτής

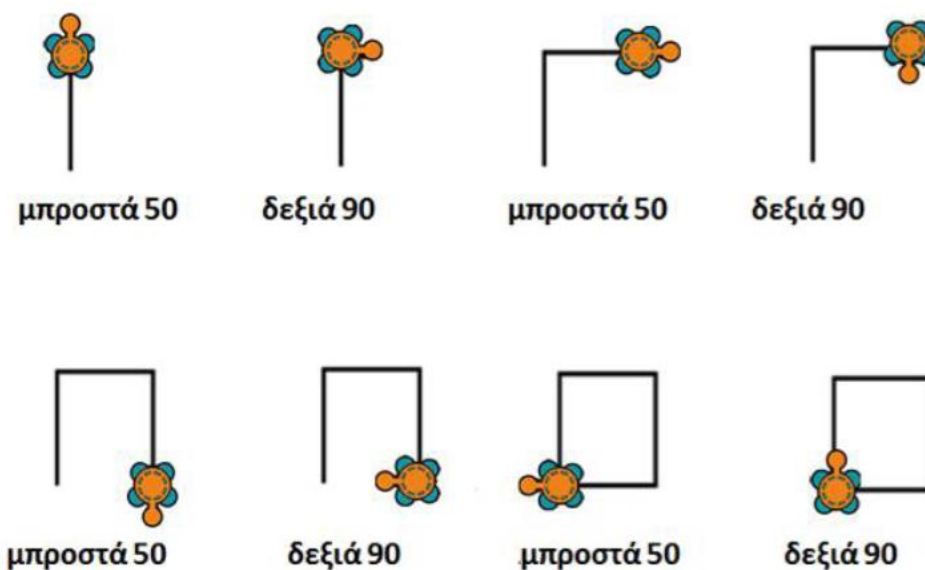
Οι ρομποτικοί προσομοιωτές χρησιμοποιούνται για την προσομοίωση πραγματικών εφαρμογών και διαδικασιών, χωρίς την απαραίτητη ύπαρξη ενός πραγματικού μοντέλου ρομπότ. Με την χρήση των ρομποτικών προσομοιωτών οι ερευνητές έχουν την δυνατότητα σε μικρότερο χρόνο να δημιουργήσουν και να αξιολογήσουν εκ των πρότερων την λειτουργικότητα και αποδοτικότητα ενός ρομποτικού συστήματος μειώνοντας παράλληλα το κόστος κατασκευής και σχεδίασης. Ο όρος ρομποτικός προσομοιωτής έχει μια πολύπλευρη σημασία και πολλές διαφορετικές εφαρμογές. Συνήθως αναφέρεται σε ρομποτικούς βραχίονες, οι οποίοι βρίσκουν εφαρμογή στη βιομηχανική παραγωγή, σε αυτοκινούμενα οχήματα, αλλά και σε προσομοιωτές που μιμούνται βιολογικούς οργανισμούς. (Cheng, 2000), (Muhammad Ikhwan Jambak, 2010). Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε ορισμένους ρομποτικούς προσομοιωτές όπως το *Microsoft Robotics Studio*, *Webots*, *to Robologix*, *to Player project*, *to Gazebo*, *to Marilou Robotics Studio*, *to Ni Labview robotics modul*, *to SimplyCube* και *to Workspace*.

Σύμφωνα με τους Brugali και Shakhimardanov (2010) οι χρήσεις ενός προσομοιωτή ρομποτικής μπορεί να είναι για εφαρμογές ρομπότ που περιέχουν κίνηση και αφορούν την εντός ενός προκαθορισμένου, χωρίς μεταβαλλόμενες συνθήκες περιβάλλοντος, για *3D modeling* περιβάλλοντα, όπου ο προσομοιωτής ρομποτικής περιγράφει με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια τις κινήσεις που αναπτύσσει η συσκευή, για *3D rendering* περιβάλλοντα όπου η προσομοίωση είναι όσο γίνεται ρεαλιστικότερη, αντιγράφοντας πιστά το μοντέλο και τη μονάδα ελέγχου, έτσι ώστε να γίνει από πριν έλεγχος για τυχόν προβλήματα που μπορεί να προκύψουν στην συσκευή κατά την λειτουργία της όταν κατασκευαστεί (Brugali & Shakhimardanov, 2010).

3.2 Η Γλώσσα LOGO

Η Logo είναι μια εκπαιδευτική γλώσσα προγραμματισμού, που σχεδιάστηκε το 1967 από τους Wally Feurzeig, Seymour Papert και Cynthia Solomon (Abelson, Goodman, & Rudolph, 1974). Η λέξη Logo δεν είναι ένα αρκτικόλεξο αλλά επινοήθηκε από τον Feurzeig, Beranek και Newman και προέρχεται από τα ελληνικά «λόγος», που σημαίνει λέξη ή σκέψη (Goldenberg, 1982). Αποτελεί μια γλώσσα προγραμματισμού πολλών δυνατοτήτων και είναι ευρέως γνωστή για τη χρήση γραφικών με μια χελώνα, στην οποία οι εντολές κίνησης και σχεδίασης δημιουργούσαν γραμμικές ή διανυσματικές γραφικές παραστάσεις είτε στην οθόνη είτε με ένα μικρό ρομπότ που ονομαζόταν χελώνα. Η γλώσσα σχεδιάστηκε για να διδάξει τις έννοιες του προγραμματισμού, και σχετίζεται με την γλώσσα *Lisp*. Αργότερα χρησιμοποιήθηκε από τον Papert, όπου οι μαθητές μπορούσαν να κατανοήσουν, να προβλέψουν και να αιτιολογήσουν την κίνηση της χελώνας, σκεπτόμενοι και υπολογίζοντας τι θα έκαναν αν ήταν οι ίδιοι στη θέση της. Υπάρχουν πολλές επεκτάσεις της Logo που μπορούν να χειρίζονται λίστες, αρχεία, λειτουργίες εισόδου-εξόδου, κ.α.. Δεν υπάρχει κάποιο κοινά αποδεκτό πρότυπο, ούτε προτυποποίηση της από κάποιον διεθνή οργανισμό όπως έχει γίνει με άλλες γλώσσες προγραμματισμού.

Η γλώσσα Logo βασίζεται στη φιλοσοφία του Κονστρουκτιβισμού όπως αναπτύχθηκε από τον Piaget, αλλά συνδυάζει και την προσέγγιση της θεωρίας του Vygotsky. Θεωρείται ως ένα ιδανικό μέσο για να μαθαίνεις δρώντας και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τον εκπαιδευτικό, για την ανάπτυξη δεξιοτήτων εξερεύνησης, δημιουργικότητας, λογικής-αλγοριθμικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων των μαθητών. Τα κύρια προτερήματα από την χρήση της γλώσσας Logo είναι η αλληλεπιδραστικότητα, η συναρμολογησιμότητα - επεκτασιμότητα και η ευελιξία ως προς τους τύπους δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Με την αλληλεπιδραστικότητα της, προσφέρει στο μαθητή άμεση ανατροφοδότηση για τις εντολές που έχει δώσει, κάτι που βοηθά στην εκσφαλμάτωση και στη όλη μαθησιακή διαδικασία (Pardamean, 2011).



Εικόνα 5. Τυπικός προγραμματισμός της χελώνας σε περιβάλλον Logo

Στο κλασικό περιβάλλον της Logo τα παιδιά προγραμματίζουν τη συμπεριφορά της χελώνας (εικόνα 5) (που μπορεί επίσης να είναι κάποιο άλλο φυσικό αντικείμενο ή γραφικό στοιχείο στην οθόνη) (Δημητριάδης, 2005). Μέσα από τον προγραμματισμό της χελώνας δημιουργούνται για τους μαθητές καταστάσεις οι οποίες ενεργοποιούν γνωστικές διεργασίες που υποστηρίζουν την εμπάθунση στο γνωστικό αντικείμενο και αναπτύσσουν την ικανότητα να επιλύουν προβλήματα. Έτσι, ουσιαστικά προγραμματίζοντας σε Logo, περνούν από την τυπική εμπειρία του «μαθαίνω να προγραμματίζω» (learn to code) σε εκείνη του «προγραμματίζω για να μαθαίνω» (code to learn) (άρθρο του Mitchel Resnick, MIT Mediterna Lab Professor).

Η Logo έδωσε το έναυσμα σε διάφορα τεχνολογικά περιβάλλοντα (Logo-like περιβάλλοντα) να προχωρήσουν σημαντικά, αυξάνοντας την ευχρηστία και φιλικότητα του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, τη σύνδεση με απτικές διεπαφές και την υποστήριξη της ανάπτυξης κοινοτήτων στο διαδίκτυο, στηριζόμενα πάντα στις βασικές παιδαγωγικές αρχές σχεδίασης του Papert.

Χαρακτηριστικά τέτοια εργαλεία είναι τα Scratch, Tynker, Code, App Inventor κ.ά.

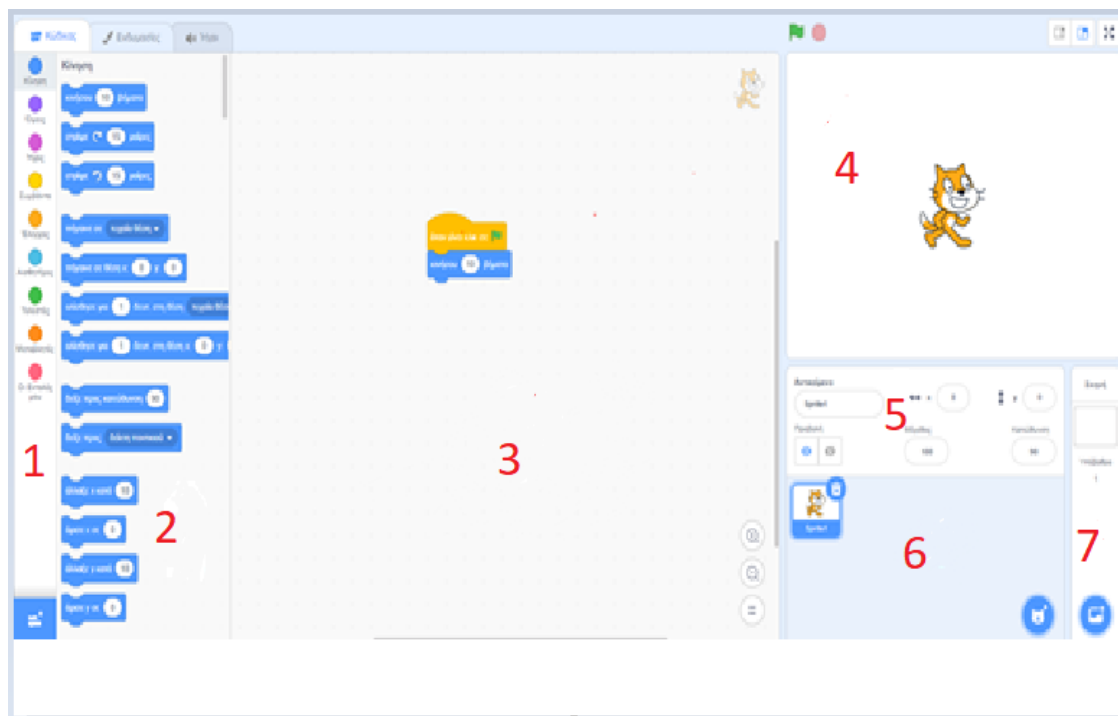
3.3 Microworlds Pro

Το Microworlds Pro είναι ένα ένα Logo-like εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού, της LCSl. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 αποδόθηκε στα ελληνικά και εγκαταστάθηκε στα εργαστήρια πληροφορικής των σχολείων της Ελλάδας, με σκοπό να κατακτηθούν από τους μαθητές εισαγωγικές δραστηριότητες προγραμματισμού (σε επίπεδο δημοτικού και γυμνασίου) αλλά και εκπαίδευσης με βάση το μοντέλο του κονστραξιονισμού και της μάθησης με ανάπτυξη έργου.

Παρόλο που η εταιρία αντικατέστησε το Microworlds Pro με το πιο εξελιγμένο Microworlds EX, το Microworlds Pro διατηρεί την πρωτεύουσα θέση του στην εκπαιδευτική κοινότητα κυρίως λόγω της διαθεσιμότητάς του και της πληθώρας μαθησιακού υλικού που έχει αναπτυχθεί.

3.4 Scratch

Το Scratch είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που βασίζεται στις ιδέες της Lego, με φιλική διεπαφή και τρόπο συγγραφής κώδικα ώστε να αποτελέσει κατάλληλο εργαλείο εξοικείωσης με τον προγραμματισμό ακόμη και για τις μικρότερες ηλικίες μαθητών. Οι μαθητές με τη χρήση του Scratch είναι σε θέση να αναπτύξουν εφαρμογές πολυμέσων (animation, βίντεο κ.λπ.), παιχνίδια οποιουδήποτε είδους ψηφιακές εφαρμογές που είναι διαδραστικές. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα διαμοιρασμού των έργων που αναπτύσσουν στην παγκόσμια δικτυακή κοινότητα του Scratch. Το 2007 παρουσιάστηκε από την ομάδα Lifelong Kindergarten Group του MIT Media Lab (υπό τον Mitchel Resnick) η πρώτη έκδοση του Scratch. Η βασική έκδοση που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στην εκπαίδευση από το 2009 ήταν η 1.4. Σήμερα (2022) είναι διαθέσιμη η έκδοση 3.0 με την οποία μπορεί κανείς να προγραμματίσει είτε online, είτε να την εγκαταστήσει τοπικά.



Εικόνα 6. Το περιβάλλον εργασίας του Scratch

Στην εικόνα 6. Διακρίνονται οι λειτουργικές περιοχές στη διεπαφή του Scratch, (έκδοση 3.0).

- ✓ Περιοχές 1 και 2: Στο Scratch ο προγραμματισμός γίνεται με μικρομπλόκ εντολών. Ο προγραμματιστής δεν γράφει κώδικα με μορφή κειμένου, αλλά επιλέγει την κατηγορία εντολών (κίνηση, όψη, ήχο, συμβάντα, έλεγχος, αισθητήρες, τελεστές, μεταβλητές, επιπλέον εντολές και τέλος επεκτάσεις) που χρειάζεται από την περιοχή 1, οπότε στην περιοχή 2 εμφανίζονται τα μικρομπλόκ εντολών που είναι διαθέσιμα στην επιλεγμένη κατηγορία.
- ✓ Περιοχή 3: Εδώ δημιουργείται ο κώδικας της εφαρμογής. Ο προγραμματιστής σύρει από την περιοχή 2 και αφήνει στην περιοχή 3 την εντολή (μικρομπλόκ) που χρειάζεται κάθε φορά. Ο κώδικας αναπτύσσεται με τη μορφή μικρομπλόκ που συνδέονται μεταξύ τους. Παρατηρούμε ότι τα μικρομπλόκ φέρουν εσοχές ή προεξοχές, εξασφαλίζοντας έτσι ότι δεν γίνονται συντακτικά λάθη (εντολές που δεν ταιριάζουν συντακτικά δεν είναι δυνατόν να συνδεθούν οπτικά μεταξύ τους, αφού δεν ταιριάζουν οι προεξοχές – εσοχές τους).
- ✓ Περιοχή 4: Η οθόνη της εφαρμογής όπου εμφανίζονται οι «ηθοποιοί» (sprites) της εφαρμογής και λειτουργούν σύμφωνα με την προγραμματισμένη συμπεριφορά τους.
- ✓ Περιοχή 5: Ρυθμίζεται η κατεύθυνση και η περιστροφή των αντικειμένων.
- ✓ Περιοχή 6: Προσθήκη επιπλέον αντικειμένων.

- ✓ Περιοχή 7: Προσθήκη background (σκηνικό – υπόβαθρο).

Το Scratch έχει γίνει ευρέως αποδεκτό από την ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα, και οι εκπαιδευτικοί βρίσκουν ελεύθερα διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, τόσο στο διαδίκτυο όσο και στη βιβλιογραφία.

3.5 Πλατφόρμες εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Ο πρόδρομος όλων των σημερινών συστημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής υπήρξαν οι *επιδαπέδιες χελώνες* (floor turtles) που κατασκεύασε η ομάδα του Papert τη δεκαετία του 1970 (blog post: [‘The Logo Turtle’@cyberneticzoo.com](http://www.cyberneticzoo.com)). Τα ειδικά κατασκευαστικά πακέτα (construction kits) χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού που είναι ευρέως διαθέσιμα, οδήγησαν στην διάδοση της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Mataric, 2004). Η σύνθεση αυτών των πακέτων αποτελείται από μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές οι οποίες με τη βοήθεια κατασκευαστικού υλικού (συνήθως τουβλάκια) δίνουν τη δυνατότητα δημιουργίας ρομποτικών κατασκευών. Με το κατάλληλο λογισμικό το οποίο διαθέτουν, γίνεται εφικτή ο προγραμματισμός της συμπεριφοράς του ρομπότ. Η κατάλληλη αξιοποίηση αυτών των πακέτων υποστηρίζει τη δημιουργία ενός εποικοδομητικού περιβάλλοντος μάθησης μέσω εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, ενθαρρύνοντας την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, και υποστηρίζοντας την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Ακολουθεί αναφορά κάποιων δημοφιλών εργαλείων κατασκευής και προγραμματισμού ρομπότ. Οι απαιτούμενες δεξιότητες και οι αναγκαίοι πόροι διαφέρουν ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε χρήστη.

3.5.1 BeeBot, η «έξυπνη μέλισσα»

Ένα ρομπότ που χρησιμοποιείται από παιδιά προσχολικής ακόμα ηλικίας και των πρώτων τάξεων του δημοτικού, είναι το BeeBot ([why](http://www.beebotrobot.com)) που έχει τη μορφή μέλισσας και είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου. Επάνω στη μέλισσα (on-board) βρίσκονται τα πλήκτρα μέσω των οποίων μπορεί να επιτευχθεί ο προγραμματισμός του ρομπότ. Έχει τη δυνατότητα να προγραμματιστεί για να κινείται με ακρίβεια στο χώρο, κινούμενο μπροστά – πίσω και στρίβοντας αριστερά – δεξιά. Η μνήμη που διαθέτει είναι ικανή για να προγραμματίζονται εύκολα ως και 40 βήματα. Έχει τη δυνατότητα να επιβεβαιώνει τις εντολές που δέχεται, είτε με ένα χαρακτηριστικό ήχο είτε αναβοσβήνοντας τα μάτια. Διαθέτει το πλήκτρο GO, δίνοντας τη δυνατότητα εκτέλεσης

των εντολών, δύο πλήκτρα διαγραφής της εντολής και της μνήμης και ένα πλήκτρο πάγωμα (Pause) της εκτέλεσης των εντολών. Το BeeBot έχει απλή διάταξη και είναι ιδιαίτερα φιλικό προς τα παιδιά, καθιστώντας το έτσι μια καλή λύση για την εκκίνηση της διδασκαλίας του ελέγχου, του προσανατολισμού και της γλώσσας προγραμματισμού για τα παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.



Εικόνα 7. Ρομπότ BeeBot. Έξυπνη μέλισσα

Το Pro-Bot αποτελεί την εξέλιξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας του Bee-Bot, επιτρέποντας πιο σύνθετο προγραμματισμό. Με τη μετεξέλιξη του Bee-Bot, εισάγονται νέες λειτουργίες στην εκπαιδευτική διαδικασία της Logo. Έχει τη μορφή αγωνιστικού αυτοκινήτου, προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να εξοικειωθούν τόσο με το γραμμικό προγραμματισμό, όπως γίνεται και με το Bee-Bot, αλλά έχουν τη δυνατότητα να εξελίσουν την προγραμματιστική τους ικανότητα, με τη χρήση του αριθμητικού πληκτρολογίου και να εισάγουν την απόσταση που θέλουν να διανύσει το αυτοκίνητο, προς την επιθυμητή κατεύθυνση, αλλά και να ορίσουν και τις μοίρες κατά τις οποίες επιθυμούν να περιστραφεί.

Η κάθε εντολή που εκτελείται, εμφανίζεται στην LCD οθόνη, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα, παρατηρώντας οι μαθητές τα βήματα, να είναι σε θέση να εκσφαλματώσουν το πρόγραμμά τους, αλλάζοντας κάθε εντολή ξεχωριστά, χωρίς να απαιτείται να εισάγουν όλο το πρόγραμμα από την αρχή. Με αυτόν τον τρόπο, καθίστανται ικανοί (οι μαθητές), να εξελίσουν τις δεξιότητές τους γρήγορα και αποτελεσματικά.

Επιπλέον δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης πιο σύνθετων προγραμμάτων, καθώς υποστηρίζεται η δυνατότητα χρήσης υπορουτίνων στον προγραμματισμό του, καθότι αυτές δύνανται να αποθηκεύονται και να χρησιμοποιούνται σε ένα μεγαλύτερο πρόγραμμα, που μπορεί να τις περιλαμβάνει.

Τέλος, διαθέτει στον προφυλακτήρα αισθητήρες αφής, ήχου και φωτός και έχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιεί μολύβι ή μαρκαδόρο ώστε να διαγράφει την πορεία που ακολουθεί ή να ζωγραφίζει οχήματα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα να μπορεί να αξιοποιηθεί σε μια μεγάλη γκάμα εκπαιδευτικών προγραμματιστικών δραστηριοτήτων, που καλλιεργούν τη δημιουργικότητα και τη φαντασία των μικρών μαθητών.



Εικόνα 8. Ρομπότ ProBot

3.5.2 Thymio II

Το Thymio II είναι μια απλή δισκοειδής διαφορεική πλατφόρμα μικρού μεγέθους (10 εκ.), το οποίο δημιουργήθηκε για χρήση στην εκπαίδευση με στόχο να προσφέρει στο ευρύ κοινό τη δυνατότητα κατανόησης των βασικών εννοιών της ρομποτικής και του προγραμματισμού. Είναι ένα κινητό ρομπότ για παιδιά. Δημιουργήθηκε από το EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne) με τη βοήθεια άλλων ερευνητικών ιδρυμάτων και εκπαιδευτικών το 2010. Οι δημιουργοί του εκμεταλλεύτηκαν την ευκολία χρήσης του Aseba, το οποίο είχε επίσης αναπτυχθεί από την EPFL (Riedo, Chevalier, Magnenat & Mondada, 2013).

Το Thymio II διαθέτει έξι προ-προγραμματισμένες συμπεριφορές (Φιλική – Friendly, Εξερευνητική – Explorer, Φοβητσιάρικη – Fearful, Ερευνητική – Investigator, Υπάκουη – Obedient, Προσεκτική – Attentive). Αυτές οι συμπεριφορές είναι πάντα διαθέσιμες και μπορούμε να τις επιλέξουμε από τα αντίστοιχα κουμπιά που διαθέτει.

Εκτός από αυτές τις συμπεριφορές, ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει αυτές που θέλει προκειμένου να πετύχει το στόχο που θέτει. Το Thymio II έχει τη δυνατότητα να προγραμματιστεί με δύο διαφορετικούς τρόπους: με οπτικό προγραμματισμό (Visual Programming Language - VPL, Blockly, Scratch) και με εισαγωγή εντολών (Aseba Text programming).

Ο προγραμματισμός με VPL είναι διαθέσιμος εφόσον εγκατασταθεί η σουίτα λογισμικού Thymio Suite, ξεκινώντας το λογισμικό Thymio VPL. Λειτουργεί με τη μεθοδολογία drag-n-drop, μπλοκ εικόνων στην οθόνη του προγραμματιστικού περιβάλλοντος και με την κατάλληλη ρύθμισή τους ώστε να συμπεριφέρονται με τον τρόπο που θέλουμε. Λειτουργεί συνδυάζοντας ένα μπλοκ συμβάντων (event block) με ένα ή περισσότερα μπλοκ δράσης (action block) σε ένα ζευγάρι. Είναι κατάλληλος για παιδιά ηλικίας από έξι ετών.

Η Blockly αναπτύχθηκε από την Google, και είναι η γέφυρα μεταξύ μιας οπτικής γλώσσας προγραμματισμού και μιας γλώσσας προγραμματισμού κειμένου εντολών. Η οπτική γλώσσα Blockly παρέχει από τη δημιουργία της, όλα τα συμβάντα (events) που είναι διαθέσιμα στο ρομπότ Thymio, επιτρέποντάς μας να προγραμματίζουμε καθαρά με συμβάντα (event programming). Αυτή είναι και η διαφορά με την οπτική γλώσσα Scratch, η οποία, ενώ παρέχει παρόμοια διεπαφή χρήστη, χρησιμοποιεί τη διαδοχική εκτέλεση εντολών στον προγραμματισμό (sequential approach to programming). Είναι κατάλληλη για παιδιά ηλικίας από εννέα ετών.

Το Scratch είναι μια διερμηνευόμενη δυναμική οπτική γλώσσα προγραμματισμού που έχει αναπτυχθεί από μια ομάδα ερευνητών στο Lifelong Kindergarten Group στο MIT Media Lab. Όντας δυναμική, επιτρέπει αλλαγές του κώδικα ακόμη και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των προγραμμάτων. Έχει ως στόχο τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού σε παιδιά και εφήβους, επιτρέποντας τους να δημιουργήσουν παιχνίδια, βίντεο και μουσική. Είναι διαθέσιμη εφόσον εγκατασταθεί η σουίτα λογισμικού Thymio Suite, επιλέγοντας το Scratch. Τα μπλοκ που αλληλεπιδρούν με το Thymio είναι στην κατηγορία «Thymio» του Scratch. Είναι κατάλληλο για παιδιά ηλικίας από εννέα ετών.

Το Aseba είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον ανοιχτού κώδικα, για μικρά κινούμενα ρομπότ. Βασίζεται στον προγραμματισμό βάσει συμβάντων (event-driven

programming), δηλαδή εκτέλεση μιας ενέργειας, όπως αλλαγή κατάστασης, φωτισμός, παραγωγή μελωδίας, κίνηση, η οποία έπεται ενός γεγονότος (συμβάν) π.χ. άγγιγμα, ήχος, χρόνος, κλίση εδάφους, ανίχνευση ή όχι ενός αντικειμένου. Η σύνταξη της γλώσσας Aseba μοιάζει με αυτή μιας δημοφιλούς τάξης γλωσσών προγραμματισμού, συμπεριλαμβανομένων των Pascal και Matlab. Με τη χρήση της μπορούμε να ελέγξουμε την κατάσταση του ρομπότ Thymio, να αποκτήσουμε πρόσβαση σε όλους τους αισθητήρες, να δημιουργήσουμε γραφήματα σε πραγματικό χρόνο κι ότι άλλο μπορούμε να φανταστούμε. Είναι κατάλληλο για παιδιά ηλικίας από δώδεκα ετών.

Το Thymio kit, υποστηρίζεται από ένα σετ on-line μαθημάτων και πρόσθετα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά το σχεδιασμό των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων, τα οποία σχετίζονται με θέματα της επιστήμης των υπολογιστών. (Riedo, Chevalier, Magnenat, και Mondada, 2013)

Το υλικό και το λογισμικό του Thymio II είναι ανοιχτού κώδικα, λειτουργεί σε διαφορετικές πλατφόρμες Linux, Windows και Mac OS, ενώ τα εξαρτήματα του έχουν χαμηλό κόστος.

Το Thymio II διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό αισθητήρων που δέχονται πληροφορίες από το περιβάλλον (αισθητήρες φωτός, ήχου, εδάφους, αφής), καθώς και μία ποικιλία ενεργειών που μπορούν να ενεργοποιηθούν, είτε μέσα από έτοιμα προγράμματα για συμπεριφορές του ρομπότ, είτε μέσα από το περιβάλλον προγραμματισμού Aseba, όπως κίνηση μέσα στο χώρο, LED φωτισμό στο σώμα του ρομπότ, παραγωγή ήχων, χρονομέτρηση, επιταχυνσιόμετρο για την αναγνώριση της κλίσης του εδάφους και ισορροπία σε ανισόπεδες επιφάνειες, αποφυγή αντικειμένων, ακολουθία αντικειμένων, αναγνώριση ανοιχτόχρωμης-σκουρόχρωμης επιφάνειας κ.ά. Μία από τις σημαντικότερες δυνατότητες του ρομπότ αποτελεί η οπτικοποίηση των αισθητήρων στην οθόνη του υπολογιστή, αλλά και στο σώμα του ρομπότ, πράγμα που επιτρέπει την άμεση ανατροφοδότηση των ενεργειών του χρήστη. Λόγω της ευχρηστίας του είναι κατάλληλο για την εκπαιδευτική ρομποτική και την έρευνα (Shin, J., Siegwart, R., & Magnenat, S., 2014), Riedo, Chevalier, Magnenat και Mondada (2013). Θεωρείται η πιο διαδεδομένη πλατφόρμα στην προσχολική και την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση.. Είναι φιλική προς το χρήστη, τόσο σε μικρές όσο και μεγαλύτερες ηλικίες.



Εικόνα 9. Ρομπότ Thymio και τα διαθέσιμα προγραμματιστικά περιβάλλοντα

Το ρομπότ [Thymio](#) και ειδικά η ασύρματη έκδοση διαθέτει:

Αισθητήρες: 9 αισθητήρες απόστασης / εγγύτητας υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR) με εμβέλεια περίπου στα 10cm, 5 κουμπιά αφής, 1 επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων, 1 αισθητήρα θερμοκρασίας, 1 μικρόφωνο (εγγραφή / ανίχνευση ήχων), 1 IR δέκτη για τηλεχειριστήριο, 1 μονάδα ασύρματης επικοινωνίας 2.4 GHz protocol 802.15.4.

Ενεργοποιητές: 39 LED για δημιουργία χρωματικών εφέ, 2 DC κινητήρες με ρόδες και έλεγχο ταχύτητας με μέγιστη ταχύτητα 14 cm/s, 1 μεγάφωνο για αναπαραγωγή ήχων.

Μπαταρία: Li-Po, 3.7V, 1500 mAh επαναφορτιζόμενη μέσω USB, με αυτονομία μεταξύ 3 και 5 ωρών, χρόνο πλήρους φόρτισης 1 έως 2 ώρες.

Επιπρόσθετα χαρακτηριστικά: Διαθέτει μια τρύπα ανάμεσα στους τροχούς για συγκράτηση μαρκαδόρου για να σχεδιάσετε τη διαδρομή κίνησης ή γεωμετρικά σχήματα. Υποδοχή κάρτας MicroSD (για εγγραφή εσωτερικών δεδομένων, μουσικής ή αποθήκευση προγράμματος). Ένα άγκιστρο στο πίσω μέρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τραβήξει ένα ρυμουλκούμενο. Υποδοχές για προσάρτηση εξωτερικών δομικών στοιχείων/ τουβλάκια LEGO. Βάρος 270 gr. Διαστάσεις 11 cm x 11.2 cm x 5.3 cm.

3.5.3 Edison

Το Edison 2.0, είναι επίσης εκπαιδευτικό ρομπότ το οποίο διαθέτει ενσωματωμένους αισθητήρες υπέρυθρων, ήχου και φωτός. Προγραμματίζεται σε οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα με το γραφικό περιβάλλον EdWare ή μπορεί να προγραμματιστεί και μέσω Python υλοποιώντας πιο προχωρημένους αλγόριθμους. Το Edison έχει συμβατότητα με τα τουβλάκια Lego και είναι σχετικά οικονομικό. Το λογισμικό του είναι ανοιχτού κώδικα. Είναι εύκολο στη χρήση και περιλαμβάνει πολλές προγραμματισμένες λειτουργίες που ενεργοποιούνται από barcodes. Είναι κατάλληλο για όλες τις ηλικίες, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό.



Εικόνα 10. Edison ρομπότ

3.5.4 Lego WeDo

Το Lego WeDo, αποτελείται από αισθητήρες, μοτέρ και δομικά στοιχεία (τουβλάκια). Απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας άνω των 7 ετών. Χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Lego WeDo, οι μαθητές εξοικειώνονται με έννοιες όπως η δομή ακολουθίας, η δομή επανάληψης και η δομή επιλογής, και οδηγούνται στην απόκτηση ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης, προγραμματισμού και κατασκευής (Κόμης, 2005, Sullivan & Bers, 2016). Το βασικό πακέτο LEGO Education WeDo 2.0, αποτελεί μια εκπαιδευτική λύση για τους μαθητές της Δημοτικής Εκπαίδευσης που ενισχύει την περιέργειά τους και βελτιώνει τις ικανότητές τους στο STEM.

Τα παιδιά μαθαίνουν να δίνουν κίνηση στις κατασκευές τους αποκτώντας δεξιότητες προγραμματισμού, engineering (σχεδιασμός και κατασκευή) και επίλυσης προβλημάτων (problem solving). Το βασικό πακέτο περιλαμβάνει: ένα Smart hub, ένα μεσαίο κινητήρα, έναν αισθητήρα κίνησης, έναν αισθητήρα κλίσης και δομικά στοιχεία. Το συνοδευτικό λογισμικό λειτουργεί σε laptop και tablet και παρέχει ένα εύχρηστο

περιβάλλον προγραμματισμού, ώστε τα παιδιά να εξοικειώνονται με το υλικό και το λογισμικό.



Εικόνα 11. Το ρομπότ Lego Wedo 2.0 και το βασικό πακέτο LEGO Education WeDo 2.0

3.5.5 Lego Mindstorms

Τα Lego Mindstorms είναι ένα πακέτο της Lego που συνδυάζει μια κεντρική μονάδα προγραμματισμού με ηλεκτρικούς κινητήρες, αισθητήρες, τουβλάκια Lego αλλά και τεχνητά κομμάτια Lego, όπως άξονες, ακτίνες, γρανάζια, και υδραυλικά μέρη, κατάλληλα έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να δημιουργήσει πληθώρα αυτοματοποιημένων και αλληλεπιδραστικών συστημάτων ρομπότ. Η εκπαιδευτική έκδοση των προϊόντων αυτών ονομάζεται *Lego Mindstorms Education* και έρχεται με το γραφικό λογισμικό προγραμματισμού *ROBOLAB*, που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο *Tufts* χρησιμοποιώντας ως βάση το *LabVIEW* της *National Instruments* (Barnes, 2002).

Η έκδοση *Lego Mindstorms NXT*, αναπτύχθηκε το έτος 2006 σε δυο εκδόσεις, την εκπαιδευτικού χαρακτήρα αλλά και της εμπορικής έκδοσης. Κύριο στοιχείο αποτέλεσε το *NXT Intelligent Brick*, το οποίο ήταν ένα υπολογιστικό σύστημα που παρείχε την δυνατότητα εισόδου τεσσάρων αισθητήρων ταυτόχρονα, ελέγχοντας παράλληλα και τρεις κινητήρες. Οι αισθητήρες που διέθετε ήταν φωτός, ήχου, υπερήχων και θερμοκρασίας. Επιπλέον, διαθέτει μία οθόνη *LCD*, τέσσερα πλήκτρα για ορισμένους απαραίτητους χειρισμούς της ρομποτικής κατασκευής και ηχείο (Han Kim & Wook Jeon, 2007).

Η έκδοση *Lego Mindstorms NXT 2.0* αποτελεί την εξέλιξη της έκδοσης *Lego Mindstorms NTX* διαθέτοντας ακόμη περισσότερες δυνατότητες και λειτουργίες.

Ορισμένες από τις νέες λειτουργίες ήταν η λειτουργία επεξεργασίας και αποθήκευσης ηχητικού υλικού, η λήψη και αποθήκευση εικόνων και ο αισθητήρας *RGB* που έδινε την δυνατότητα διαχωρισμού των βασικών χρωμάτων. Παράλληλα αυξήθηκε ο αριθμός των συνδέσεων αισθητήρων αλλά και των εξαρτημάτων που περιλάμβανε το πακέτο. Τέλος οι γλώσσες προγραμματισμού που μπορούσε ο χρήστης να χρησιμοποιήσει ήταν η *RCX Code* και η *ROBOLAB* που βασίζεται στο *Labview* (Lauwaert, 2008), (UI Hasan, Hasan, Asad, Farooq, & Gu, 2014), (Terekhov, Litvinov, & Bryksin, 2013).

Σήμερα είναι διαθέσιμη η νεότερη έκδοση του Lego Mindstorms EV3, η οποία διαθέτει μικροεπεξεργαστή της Texas Instruments (300 MHz), μνήμη 64 MB RAM, υποδοχή για μνήμη microSD, θύρα USB, συνδέσεις Wi-Fi & Bluetooth και δυνατότητα σύνδεσης με συσκευές Apple (Δημητριάδης, 2015, σελ. 178). Η φιλοσοφία σχεδίασης του εκπαιδευτικού υλικού της Lego, στηρίζεται στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι (Hussain, Lindh, και Shukur, 2006, LEGO).



Εικόνα 12. Lego Education Mindstorms

3.5.6 mBot

Το mBot είναι ένα ρομπότ εκπαίδευσης STEAM για αρχάριους, που κάνει την δημιουργία και τον προγραμματισμό ενός ρομπότ απλή και διασκεδαστική διαδικασία για έναν μαθητή. Με απλά εργαλεία, οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν ένα ρομπότ από το μηδέν και να βιώσουν την χαρά της χειρωνακτικής δημιουργίας. Μαθαίνουν από μια ποικιλία ρομποτικών τμημάτων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, και έρχονται σε μια πρώτη επαφή με τις βασικές αρχές του προγραμματισμού αναπτύσσοντας την αλγοριθμική σκέψη και τις δεξιότητες σχεδίασης. Αποτελείται από μια βάση, ηλεκτροκινητήρες, αισθητήρες, τον κεντρικό μικροεπεξεργαστή και όλα τα υλικά συνδεσμολογίας και στήριξης για την δημιουργία ενός ρομποτικού συστήματος. Το λογισμικό προγραμματισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι βασισμένο στο *Scratch*. Ο κώδικας μπορεί να μετατραπεί επίσης σε κώδικα *Python* και να υποστηρίξει

λειτουργίες τεχνητής νοημοσύνης (*Artificial Intelligence*), όπως αναγνώριση προσώπου και φωνής. Υποστηρίζει διάφορα λειτουργικά συστήματα συμπεριλαμβανομένων του macOS και των Windows (Abdulla, Alsammarraie, Shaeer, Karawi, & Baba, 2017).



Εικόνα 13. Το Ρομπότ mBot

3.5.7 Vex Robotics Design System

Το *Vex Robotics Design System* δημιουργήθηκε από την *Innovation First, Inc.*, και αναγνωρίζεται ως μια κορυφαία πλατφόρμα για την προώθηση της ρομποτικής στην σχολική τάξη. Έχει σχεδιαστεί για να καλύψει όλους τους τομείς της Επιστήμης, της Τεχνολογίας της Μηχανικής και των Μαθηματικών (*STEM*) στην εκπαίδευση. Το *Vex Robotics Design System* παρέχει στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές ένα οικονομικά προσιτό, ανθεκτικό και υπερσύγχρονο ρομποτικό σύστημα κατάλληλο τόσο για χρήση στην τάξη όσο και για χρήση σε διαγωνισμούς εκπαιδευτικής ρομποτικής. Το *Vex Robotics Design System* αποτελείται από μεταλλικά τμήματα που σε συνδυασμό με ένα ισχυρό και προγραμματιζόμενο από τον χρήστη μικροεπεξεργαστή για τον έλεγχο του, δίνει την δυνατότητα στον χρήστη για την δημιουργία πληθώρας διαφορετικών ρομποτικών συστημάτων με πολλές δυνατότητες (Robinson & Stewardson, 2012).



Εικόνα 14. Vexrobotics

3.5.8 Mobile Robot Programming Toolkit (MRPT)

Το *Mobile Robot programming toolkit* αποτελεί μία βιβλιοθήκη δεδομένων γραμμένη σε γλώσσα προγραμματισμού C++. Ο κύριος σκοπός δημιουργίας της ήταν η υποβοήθηση της ερευνητικής ρομποτικής μέσα από μια συλλογή αλγοριθμικών συναρτήσεων που σχετίζονται με τον εντοπισμό και την χαρτογράφηση (*Localization and Mapping*), την αστικοποίηση και την αυτόνομη κίνηση (αποφυγή εμποδίων). Το *Mobile Robot programming toolkit* χρησιμοποιεί λογισμικό ανοικτού κώδικα και διανέμεται πλέον από την BSD (Harris & Conrad, 2011), (Blanco, Gonzalez, & Fernandez-Madrigal, 2006).

3.5.9 RoboPlus Bioloid

Η ρομποτική κατασκευή *RoboPlus Bioloid* δημιουργήθηκε από την εταιρεία *Robotics* και έχει σαν στόχο την εκπαίδευση των χρηστών στην ρομποτική. Το *Bioloid* είναι ένα εκπαιδευτικό ρομποτικό πακέτο το οποίο βοηθά τους χρήστες να μάθουν τα βασικά στοιχεία των δομών και των αρχών των αρθρώσεων των ρομπότ. Η εφαρμογή μπορεί να επεκταθεί στην μηχανική, τον προγραμματισμό και την κινηματική. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα κατασκευής προσαρμοσμένων ρομπότ και αποτελεί ένα από τα πιο δημοφιλή πακέτα ρομπότ σε διαγωνισμούς ρομποτικής. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται είναι το *RoboPlus* και αποτελεί μία απλή γλώσσα προγραμματισμού που κυρίως βασίζεται στην προγραμματιστική γλώσσα C (Ayala & Fu, 2014).



Εικόνα 15. Bioloid Premium Robot Kit

3.5.10 Arduino

Το Arduino κάνει την εμφάνισή του το 2005 στην πόλη Invea της Ιταλίας. Είναι μια πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (είναι η γλώσσα προγραμματισμού C++ μαζί με ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++).

Ο μικροελεγκτής (*microcontroller*) είναι μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή, ο οποίος έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, επειδή διαθέτει πολλά ενσωματωμένα υποσυστήματα. Χρησιμοποιείται σε μεγάλο εύρος σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα (*embedded systems*) ελέγχου, που έχουν χαμηλό ή μεσαίο κόστος, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα καθημερινής χρήσης (για παράδειγμα, ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα.



Εικόνα 16. Το λογότυπο του Arduino

Στην πλακέτα Arduino θα αναφερθούμε αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, λόγω του ότι είναι το μέσο με το οποίο θα κάνουμε τη διδακτική μας σχεδίαση.

Πλεονεκτήματα	Στιβαρή κατασκευή – μικρό μέγεθος Εύκολος προγραμματισμός Ηχητική αλληλεπίδραση Εγγραφή ήχου για αναπαραγωγή Ποικιλία – διαθεματικότητα διαθέσιμων σεναρίων	Οπτική ανατροφοδότηση, τηλεχειρισμός, αισθητήρας εδάφους Οικονομικά εξαρτήματα	Προγραμματίζεται με Python. Το EdWare και οι οδηγίες είναι στα ελληνικά. Ιδιαίτερα ανθεκτικό.	Συμβατό με Windows, mac, Android, iOS	Γυροσκόπιο, ανίχνευση χρώματος, έχουν γίνει πολλές έρευνες	Στιβαρή κατασκευή Απεριόριστη επεκτασιμότητα (Συμβατό με lego – Arduino)	Διάφορα μοντέλα, ανάλογα την ηλικία	
Μειονεκτήματα		Σχετικά υψηλό κόστος	Δε διαθέτει USB, Bluetooth	Σχετικά υψηλό κόστος	Μεγάλο κόστος		Μεγάλο κόστος	Πολύ μεγάλο κόστος
Ηλικίες	3+	6+		7+			3+	
Κόστος	100€	220€		210€	550€	150€	200€ - 1200€	1260€

Πίνακας 2. Σύγκριση πλατφορμών EP

Arduino: υπάρχει μεγάλο πλήθος αισθητήρων οι οποίοι είναι κατάλληλοι για ό,τι κατασκευή θελήσει κάποιος να δημιουργήσει, διατίθενται συμβατοί ηλεκτροκινητήρες και σέρβο, διαθέτει USB και WiFi, το λογισμικό του είναι η Wiring C και υποστηρίζει ανάπτυξη κώδικα τόσο με γραφή εντολών όσο και σε περιβάλλον Block (ArduBlock, Scratch for Arduino). Είναι ανοικτού κώδικα σε ότι αφορά τόσο στο υλικό όσο και στο λογισμικό του. Είναι ιδιαίτερα οικονομική λύση, τόσο η ίδια η πλακέτα όσο και τα διάφορα περιφερειακά εξαρτήματα (στο εμπόριο υπάρχουν kit που ξεκινούν από τα 20€).

3.6 Διαγωνισμοί Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

3.6.1 Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής – WRO

Η Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (World Robot Olympiad -WRO) είναι ένα εξαιρετικά σημαντικό, παγκόσμιο γεγονός για την επιστήμη, την τεχνολογία και την εκπαίδευση. Η WRO συγκεντρώνει παιδιά και νέους από όλον τον κόσμο με σκοπό να βοηθηθούν στην ανάπτυξη της δημιουργικότητάς τους και της ικανότητάς τους για επίλυση προβλημάτων, μέσα από τη συμμετοχή σε δύσκολες και δημιουργικές προκλήσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Η WRO ιδρύθηκε επίσημα το 2003 και πρώτη φορά πραγματοποιήθηκε το 2004 στη Σιγκαπούρη. Αρχικά χρησιμοποιούνταν ως ρομποτικά συστήματα τα Lego Mindstorms που κατασκευάζεται από την LEGO Education. Τώρα πια, ανάλογα την κατηγορία, υπάρχει δυνατότητα ελεύθερης επιλογής τόσο στον εξοπλισμό, όσο και στο λογισμικό.

Η Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής διοργανώνεται σε περισσότερες από 75 χώρες από όλον τον κόσμο. Οι Εθνικοί διοργανωτές της WRO, όπως ο WRO Hellas για την Ελλάδα, εξασφαλίζουν ότι περισσότερα από 70.000 παιδιά και νέοι παγκοσμίως έχουν την ευκαιρία να λάβουν μέρος στη διοργάνωση.

Για τη συμμετοχή στην Ολυμπιάδα, οι ενδιαφερόμενοι καλούνται να συγκροτούν ομάδες των δύο ή τριών παιδιών. Οι ομάδες καλούνται να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα ρομπότ που είτε θα χρησιμοποιείται σε δοκιμασίες πίστας (Regular κατηγορία), είτε θα προσομοιώνει ένα επιστημονικό project σχετικό με τη θεματολογία της κάθε χρονιάς.

Ο διαγωνισμός αποτελείται από 4 διαφορετικές κατηγορίες/επίπεδα:

- **Κατηγορία Future Innovators (Open)**

Ηλικία: Δημοτικό: 8-12 | Γυμνάσιο: 11-15 | Λύκειο: 14-19

Ομάδα: 2-3 άτομα με 1 προπονητή

Εξοπλισμός: Ελεύθερο

Λογισμικό: Ελεύθερο

Μέγιστο μέγεθος περιπτέρου: Max. 2 x 2 x 2 m

Η κατηγορία έχει εκθεσιακό χαρακτήρα και ζητά από τους μαθητές να δημιουργήσουν τη δική τους έξυπνη ρομποτική λύση, με βάση ένα δοσμένο θέμα. Κατά την ημέρα του αγώνα οι ομάδες παρουσιάζουν στους κριτές το έργο τους, καθώς και ένα ολοκληρωμένο portfolio που το συνοδεύει.

- **Κατηγορία RoboMission (Regular)**

Ηλικία: Δημοτικό: 8-12 | Γυμνάσιο: 11-15 | Λύκειο: 14-19

Ομάδα: 2-3 άτομα με 1 προπονητή

Εξοπλισμός: LEGO®

Λογισμικό: Ελεύθερο

Μέγιστο μέγεθος κατασκευής: Max. 25 x 25 x 25 cm

Η απαιτητική κατηγορία Regular αποτελεί την πιο δημοφιλή επιλογή για τις διαγωνιζόμενες ομάδες. Σε αυτή την κατηγορία οι μαθητές καλούνται να κατασκευάσουν τα ρομπότ τους κατά την ημέρα του διαγωνισμού, καθώς και να κάνουν επί τόπου αλλαγές στον προγραμματισμό, με βάση έναν κανόνα – έκπληξη που τίθεται κατά τη διάρκεια της Ολυμπιάδας.

- **Κατηγορία Robo Sports**

Ηλικία: 11-19

Ομάδα: 2-3 άτομα με 1 προπονητή

Εξοπλισμός: LEGO®

Λογισμικό: Ελεύθερο

Μέγιστο μέγεθος κατασκευής: Max. 20 x 20 x 20 cm

Κάθε χρόνο εισάγονται μικρές αλλαγές στο παιχνίδι, έτσι ώστε να παρακινήθούν οι μαθητές να συνεχίσουν να αναπτύσσουν τα ρομπότ τους.

Το 2022 κάνει για πρώτη φορά την εισαγωγή του στο διαγωνισμό το νέο συναρπαστικό παιχνίδι Double Tennis, αντικαθιστώντας το WRO Football στο εξής.

- **Future Engineers**

Ηλικία: 14-19

Ομάδα: 2-3 άτομα με 1 προπονητή

Εξοπλισμός: Ελεύθερο

Λογισμικό: Ελεύθερο

Μέγιστο μέγεθος κατασκευής: Max. 30 x 20 x 30 cm

Η συγκεκριμένη πρόκληση απευθύνεται σε φοιτητές και μαθητές ηλικίας 14-19 ετών. Η κατηγορία WRO Future Engineers είναι ένας διαγωνισμός αυτόνομης οδήγησης αυτοκινήτου. Οι συμμετέχοντες θα σχεδιάσουν ένα μοντέλο αυτοκινήτου, θα το

εξοπλίσουν με ηλεκτρομηχανικά εξαρτήματα και θα το προγραμματίσουν έτσι ώστε να μπορεί να οδηγεί αυτόνομα σε μια πίστα και να αποφεύγει εμπόδια.

Μέσα από το διαγωνισμό, κύριοι στόχοι για τους μικρότερους μαθητές είναι να διερευνήσουν και να επεξεργαστούν ρομποτικά συστήματα μέσα στο σχολείο, να ενταχθεί η σύγχρονη επιστήμη και τεχνολογία στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες του σχολείου, να προωθηθεί η δημιουργική σκέψη, να βελτιωθεί η επικοινωνία και η συνεργασία, να συγκεντρώσει νέους ανθρώπους από όλο τον κόσμο για να αναπτύξουν τις ικανότητές τους στη δημιουργικότητα και να διευρύνει τις απόψεις των νέων ως προς την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας στην σύγχρονη εποχή (Balogh, 2005), (Aroca, et al., 2016).

Ο μη κερδοσκοπικός Οργανισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής & Επιστήμης WRO Hellas είναι ο κύριος φορέας διεξαγωγής διαγωνισμών εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Ελλάδα και στην ευρύτερη περιοχή της Νοτιοανατολικής Ευρώπης. Είναι μέλος της World Robot Olympiad Association (National Organizer), και αποτελεί τον επίσημο φορέα διοργάνωσης της Ολυμπιάδας Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO για την Ελλάδα, μέσα από την οποία αναδεικνύονται οι ομάδες που θα εκπροσωπήσουν τη χώρα στον Παγκόσμιο Τελικό διαγωνισμό της World Robot Olympiad.

Η Ολυμπιάδα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO αποτελεί έναν προκριματικό διαγωνισμό, μέσα από τον οποίο αναδεικνύονται κάθε χρόνο εκείνες οι ομάδες που εκπροσωπούν τη χώρα μας στη World Robot Olympiad. Διοργανώνεται από την WRO Hellas από το 2009 και ακολουθεί τα εκπαιδευτικά και διαγωνιστικά πρότυπα της διεθνούς World Robot Olympiad. Τα θέματα του διαγωνισμού μεταφράζονται και ανακοινώνονται στην Ελλάδα τον Μάρτιο κάθε έτους, ενώ ο Εθνικός Τελικός της Ολυμπιάδας Εκπαιδευτικής Ρομποτικής WRO διεξάγεται τον Ιούλιο. Οι νικήτριες ομάδες προκρίνονται για να συμμετέχουν στη World Robot Olympiad, η οποία φιλοξενείται κάθε χρόνο από διαφορετική χώρα. Επιδίωξη αποτελεί η εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής καθώς και της ευρύτερης μεθοδολογίας STEM στο επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα.

3.6.2 Πανελλήνιος Διαγωνισμός Ανοιχτών Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Ο Πανελλήνιος Διαγωνισμός Ανοιχτών Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, διεξάγεται με την έγκριση του Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων και έχει ως στόχο την εισαγωγή στην εκπαίδευση υλικού και λογισμικού που ανοίγει ορίζοντες, ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα των μαθητών, δεν θέτει φραγμούς στην επινοητικότητα

και την πρωτοβουλία τους, χωρίς να επιβάλλει σε μαθητές και τις οικογένειες τους τη χρήση συγκεκριμένων «κλειστών» προϊόντων.

Ο Διαγωνισμός δεν έχει σαν στόχο τον ανταγωνισμό των σχολείων για το ποια κατασκευή τρέχει πιο γρήγορα ή παλεύει και πηδάει πιο ψηλά. Είναι ένας εκπαιδευτικός διαγωνισμός που έχει σαν στόχο το μοίρασμα και την επανάχρηση της γνώσης. Τα έργα των ομάδων που θα υλοποιηθούν, θα συμπεριλαμβάνουν αναλυτικές οδηγίες κατασκευής, χρήσης και διδασκαλίας για να μπορούν να είναι επαναχρησιμοποιήσιμα και από άλλα σχολεία και να δημιουργούν ανοικτούς εκπαιδευτικούς πόρους σύμφωνα με το OER Canvas.

Στην τελική φάση του διαγωνισμού, η οργανωτική–επιστημονική επιτροπή θα επιλέξει τα τρία καλύτερα έργα ανά κατηγορία (σύμφωνα με τα κριτήρια αξιολόγησης) τα οποία θα παρουσιαστούν σε εκδήλωση που θα πραγματοποιηθεί στο πλαίσιο του Διαγωνισμού στην Αθήνα.

3.7 Σύνοψη Κεφαλαίου

Το κεφάλαιο αυτό, αφιερώθηκε στο να παρουσιάσουμε τις διάφορες πλατφόρμες που έχουν αναπτυχθεί για να εισαχθεί η ΕΡ στην εκπαιδευτική διαδικασία, τόσο από άποψη υλικού, όσο και λογισμικού. Κάναμε ιδιαίτερη αναφορά στη γλώσσα Logo καθώς οι επιδαπέδιες χελώνες θεωρούνται ο πρόδρομος όλων των σημερινών συστημάτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Στη συνέχεια παρουσιάσαμε το Microworlds Pro και το Scratch. Αναφερθήκαμε στις πλατφόρμες όπως: BeeBot (η έξυπνη μέλισσα), Thymio II, Edison, Lego WeDo και Mindstorms, mBot, Vex Robotics Design System, Mobile Robot Programming Toolkit, RoboPlus Bioloid και συνοπτικά στο Arduino.

Έπειτα επιχειρήσαμε μια συγκριτική παρουσίαση των περιβαλλόντων αυτών.

Τέλος κάναμε αναφορά στους διαγωνισμούς Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που γίνονται στην Ελλάδα και στο εξωτερικό.

4

Arduino και ArduBlock

4.1 Arduino

4.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Το 2005 ξεκίνησε μια πρωτοβουλία με σκοπό να δημιουργηθεί μία συσκευή που θα μπορεί να ελέγχει τα προγράμματα διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, με στόχο να είναι πιο οικονομική από άλλα πρωτότυπα συστήματα που ήταν διαθέσιμα εκείνη την περίοδο. Ιδρυτές ήταν οι Massimo Banzi και David Cueartielles και έδωσα το όνομα Arduino από τον Αρντουίνο της Ιβρέας (έναν βασιλιά της Ιταλίας του 9^{ου} αιώνα, που κατοικούσε στην ίδια πόλη). Ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο που βρίσκεται στη βορειοδυτική Ιταλία. Στην ίδια περιοχή στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti.

Το Arduino συνδυάζει το ανοικτού κώδικα framework Wiring, (κατάλληλο για προγραμματισμό των μικροελεγκτών) και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας μια γλώσσα βασισμένη στο Wiring (σύνταξη και βιβλιοθήκες), παρόμοια με την C++ με απλοποιήσεις και αλλαγές, καθώς και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE).

4.1.2 Εκδόσεις

- Σεπτέμβριος 2006: διατίθεται το Arduino Mini
- Οκτώβριος 2008: διατίθεται το Arduino Duemilanove. Αρχικά βασίστηκε στον Atmel Atmega168, αλλά στη συνέχεια κυκλοφόρησε με το ATmega328
- Μάρτιος 2009: διατίθεται το Arduino Mega. Βασίζεται στο Atmel ATmega1280
- Τον Μάιο του 2011 υπάρχουν πάνω από 300.000 Arduino που είναι σε χρήση σε όλο τον κόσμο
- Ιούλιος 2012: διατίθεται το Arduino Leonardo. Βασίζεται στο Atmel ATmega32u4
- Οκτώβριος 2012: διατίθεται το Arduino Due. Βασίζεται στο Atmel SAM3X8E, με πυρήνα ARM Cortex-M3

- Νοέμβριος 2012: διατίθεται το Arduino Micro. Βασίζεται στο Atmel ATmega32u4
- Μάιος 2013: διατίθεται το Arduino Robot. Βασίζεται στο Atmel ATmega32u4 και ήταν το πρώτο επίσημο Arduino με ρόδες
- Μάιος 2013: διατίθεται το Arduino Yun. Βασίζεται στο ATmega32u4 και στο Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν wifi που συνδύαζε το Arduino με το Linux.

4.1.3 Υλικό (Hardware) και Λογισμικό (Software)

Κάθε πλακέτα Arduino απαρτίζεται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (οι παλαιότερες εκδόσεις διέθεταν τον ATmega8, ενώ οι νεότερες διαθέτουν τους ATmega328 και ATmega168) και άλλα εξαρτήματα για να διευκολύνεται ο χρήστης στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Σε όλες τις πλακέτες περιλαμβάνεται επίσης ένας γραμμικός ρυθμιστή τάσης 5V και ένας κρυσταλλικός ταλαντωτής 16MHz. Ο μικροελεγκτής είναι προγραμματισμένος από την κατασκευή του με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Όλα τα boards προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό διαφέρει ανάλογα με την hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό level shifter κύκλωμα για την μετατροπή του σήματος επιπέδου RS-232 σε TTL. Στα σύγχρονα Arduino ο προγραμματισμός τους γίνεται μέσω σύνδεσης USB με τον υπολογιστή.

Τα Arduino και τα συμβατά με αυτό boards, χρησιμοποιούν την τεχνολογία των Shields. Τα Shields είναι τυπωμένα boards που επεκτείνουν τα κυκλώματα και συνδέονται στα κανονικά παρεχόμενα pin-headers του Arduino. Τα Shields χρησιμεύουν γιατί παρέχουν έλεγχο στα διάφορα περιφερειακά εξαρτήματα, όπως motors, GPS, Ethernet, LCD εικόνας ή breadboarding (προτυποποίησης). Επίσης, θα μπορούσε ένας πιο ενημερωμένος και ικανός χρήστης, να δημιουργήσει τα δικά του Shields.

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού, που διαθέτει ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Είναι κατάλληλο για οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να δημιουργήσει αλληλεπιδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα (για καλλιτέχνες, σχεδιαστές, υλοποίηση χόμπι και δραστηριοτήτων κ.λ.π.).

Με πιο τεχνική ορολογία, διαθέτει ένα κύκλωμα που χρησιμοποιεί μικροελεγκτή, και αποτελείται από έναν αριθμό πυλών (pins) που μπορεί να λειτουργούν τόσο ως είσοδοι όσο και ως έξοδοι στα κυκλώματά που δημιουργούμε. Αυτά τα pins μπορούμε να τα διαχειριζόμαστε γράφοντας κώδικα στο περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE που είναι βασισμένο στη γλώσσα C/C++.

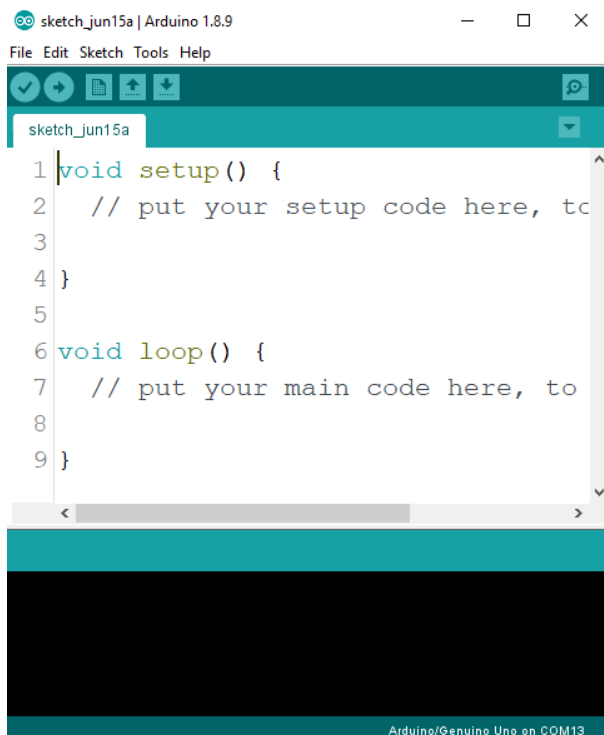
Στην επίσημη σελίδα του Arduino μπορούμε να βρούμε πολλές πληροφορίες για αυτό, και να κατεβάσουμε το περιβάλλον προγραμματισμού από την αντίστοιχη σελίδα.

Εκτός από το βασικό περιβάλλον προγραμματισμού, το Arduino IDE, υπάρχει και μια παραλλαγή που βασίζεται στο Scratch, και την οποία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να γράψουμε προγράμματα για το Arduino, η S4A - Scratch For Arduino, η οποία επίσης είναι ανοικτού κώδικα και δωρεάν. Το πλεονέκτημα αυτής της έκδοσης είναι ο οπτικός προγραμματισμός (blocks όπως στο Scratch) σε σχέση με το γράψιμο εντολών στο κλασσικό περιβάλλον, οπότε γίνεται πολύ προσιτή η ενασχόληση με το Arduino στις μικρότερες ηλικίες. Αντίστοιχο είναι και το ArduBlock, το οποίο επίσης χρησιμοποιεί οπτικό προγραμματισμό μέσω έτοιμων blocks για τον προγραμματισμό του Arduino και με το οποίο θα αναπτύξουμε τη διδακτική μας παρέμβαση. Υπάρχουν και άλλα περιβάλλοντα για οπτικό προγραμματισμό στο διαδίκτυο (web περιβάλλοντα), όπως το BlocklyDuino ή το ArduinoMio. Μπορεί κανείς να επισκεφτεί τις αντίστοιχες ιστοσελίδες για αυτά τα περιβάλλοντα.

4.1.4 Εγκατάσταση περιβάλλοντος Arduino IDE

Για να προγραμματίσουμε την πλακέτα μας χρησιμοποιούμε το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE (εικόνα 17). Σε αυτό το περιβάλλον γράφουμε τον κώδικα μας (βασίζεται στη γλώσσα C/C++) ο οποίος αφού μεταγλωττιστεί τον μεταφορτώνουμε στην πλακέτα μας. Το Arduino IDE διατίθεται σε εκδόσεις για Windows, Mac και Linux και μπορούμε να το κατεβάσουμε εντελώς δωρεάν από την επίσημη ιστοσελίδα (<http://arduino.cc/en/Main/Software>).

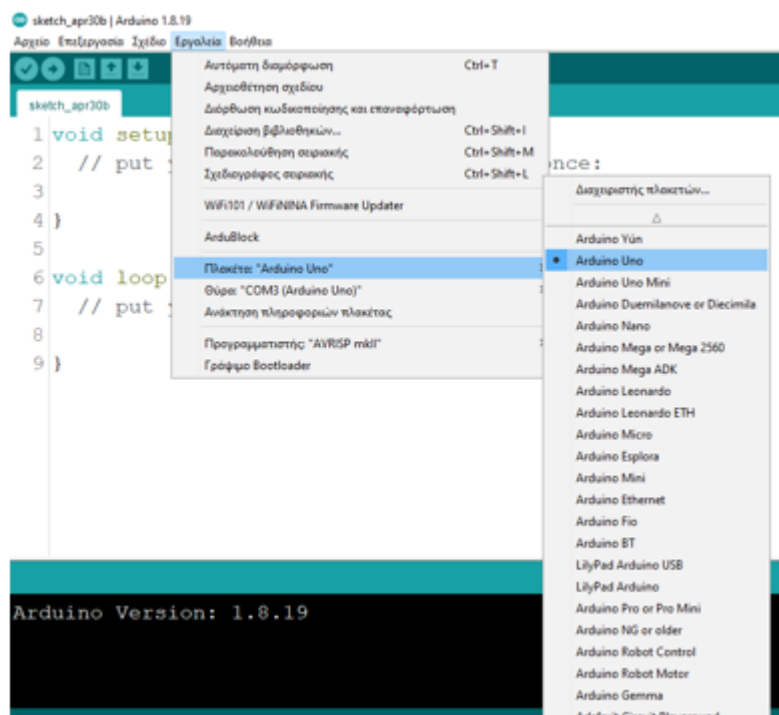
Το περιβάλλον αυτό έχει μενού στα ελληνικά, και διαθέτει αρκετά έτοιμα παραδείγματα χρήσης για τις βασικές του λειτουργίες (Αρχείο → Παραδείγματα).



Εικόνα 17. Το περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE

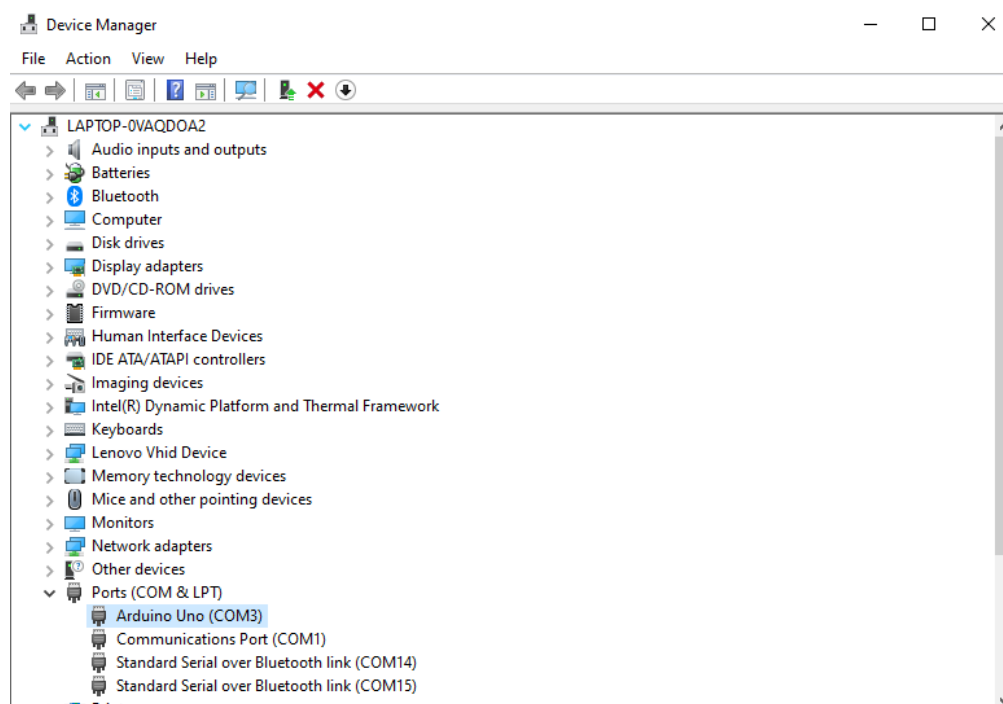
Με την εγκατάσταση του προγράμματος, εγκαθίστανται και οι απαραίτητοι drivers.

Για να φορτώσουμε το πρόγραμμά μας από το IDE στο Arduino πρέπει καταρχάς να συνδέσουμε την πλακέτα με τον υπολογιστή μέσω της USB θύρας. Εφόσον έχουν φορτωθεί σωστά οι drivers, ο υπολογιστής βλέπει το Arduino σαν μια εικονική σειριακή θύρα, (για τα Windows COMx). Στη συνέχεια επιλέγουμε στο IDE την πλακέτα που έχουμε φορτώσει εμείς (στην περίπτωση μας Arduino Uno) (Εικόνα 18) και τη θύρα που έχει συνδεθεί η πλακέτα μας (εδώ η COM3). Αυτές οι επιλογές συνήθως γίνονται αυτόματα, εμείς απλά ελέγχουμε ότι έχουν πάει όλα καλά.



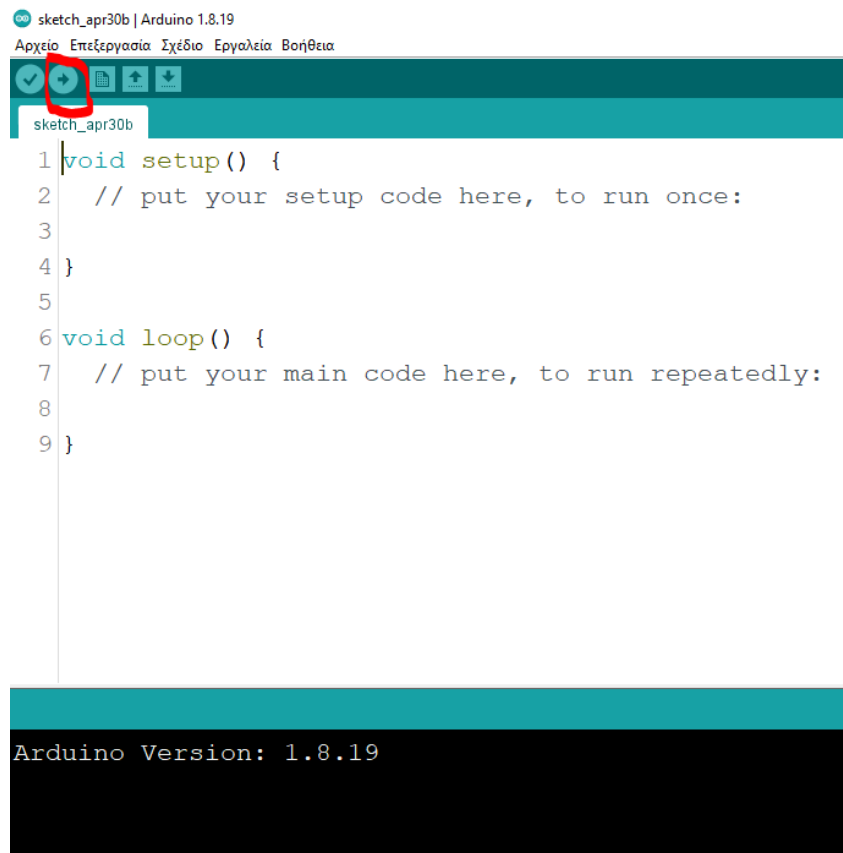
Εικόνα 18. Σύνδεση IDE – Arduino

Αν κάτι δεν έχει πάει καλά, ελέγχουμε από τη διαχείριση συσκευών του υπολογιστή μας, ότι έχει «δει» την πλακέτα (Εικόνα 19).



Εικόνα 19. Διαχείριση Συσκευών

Στη συνέχεια κι αφού έχουν πάει όλα καλά, μπορούμε να ανεβάσουμε το πρόγραμμά μας στο Arduino πατώντας το σχετικό πλήκτρο (Εικόνα 20).



Εικόνα 20. Πλήκτρο ανεβάσματος του προγράμματος

4.1.5 Ρεύμα λειτουργίας

Το Arduino μπορεί να δουλέψει είτε με αυτόνομη παροχή ρεύματος από μπαταρία είτε με το ρεύμα που παίρνει από τη USB θύρα του υπολογιστή μας, ενώ παρέχει σταθερά τάση 5V στις εξόδους του.

Αν θέλουμε να δώσουμε παροχή ρεύματος στην πλακέτα από εξωτερική πηγή, υπάρχει υποδοχή για τροφοδοσία από εξωτερικό βύσμα. Συνιστάται η παρεχόμενη τάση λειτουργίας να είναι στα 7V έως 12V, ώστε να μπορεί να λειτουργεί σωστά και να δίνει σταθερά στην έξοδο τα 5V. (βλ. <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>).

Μπορούμε να συνδέσουμε την παροχή ρεύματος απευθείας στα pins που προορίζονται για αυτό το σκοπό: (+) στο Pin VCC IN και (-) στο Gnd δίπλα του.

Στην περίπτωση που είναι συνδεδεμένη η μονάδα μας μόνιμα με θύρα USB τότε δουλεύει χωρίς πρόβλημα με τα 5V που παρέχει η USB θύρα.

4.1.6 Θύρες εισόδου/εξόδου (Pins)

Το Arduino Uno R3, το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στα μαθήματά μας, είναι ιδανικό για εκμάθηση ηλεκτρονικών και προγραμματισμού. Είναι συμβατό με πλήθος Shields επέκτασης. Περιλαμβάνεται στο βιβλίο «Getting Started with Arduino» του συν-εφευρέτη του Arduino, Massimo Banzi.

Η πλακέτα βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 (datasheet) και διαθέτει 14 ψηφιακές θύρες (pins) που χρησιμεύουν είτε ως εισοδοί είτε ως ή έξοδοι (digital input/output pins) και ονομάζονται με τα νούμερα από το 0 έως το 13 και έξι αναλογικές εισόδους (analog input pins), που ονομάζονται με το γράμμα A ακολουθούμενο από ένα νούμερο από 0 μέχρι το 5 (π.χ. A4). Στην έξοδο τα pins δίνουν από 0 έως και 5V τάση. Από τις 14 ψηφιακές θύρες οι έξι, και συγκεκριμένα οι 3, 5, 6, 9, 10, 11, είναι και PWM θύρες (Pulse Width Modulation), δηλαδή μπορούν να προσομοιώσουν την λειτουργία αναλογικών εξόδων.

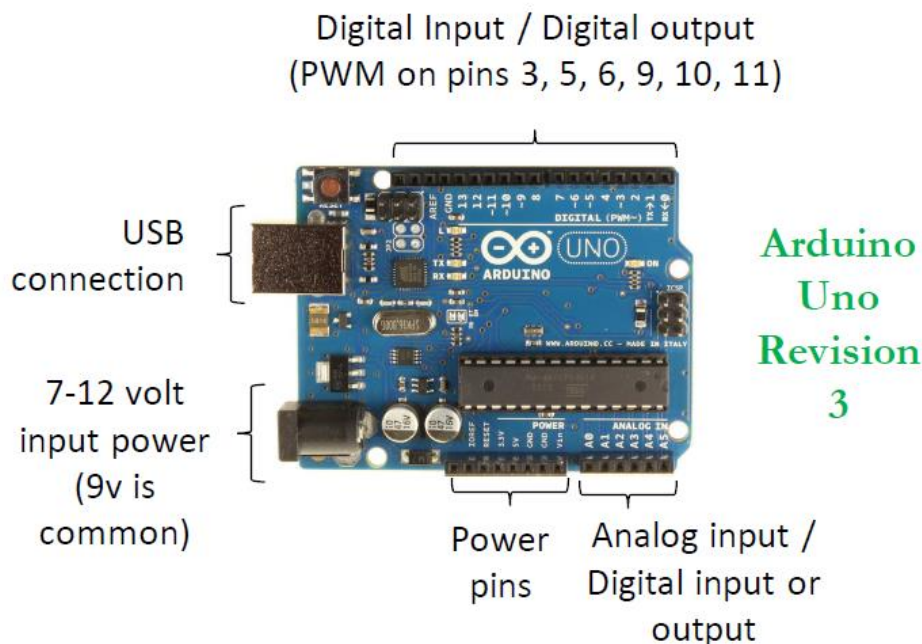
Έτσι, συγκεντρωτικά για την είσοδο και έξοδο έχουμε: (βλέπε εικόνα 21)

- Οι 14 ψηφιακές θύρες, 0 – 13 χρησιμοποιούνται για **ψηφιακή είσοδο**. Όταν λειτουργούν ψηφιακά, η είσοδος μπορεί να είναι ή 0 ή 5V, και χαρακτηρίζονται ως LOW ή HIGH όπως θα δούμε στη συνέχεια.
- Οι 14 ψηφιακές θύρες, 0 – 13 χρησιμοποιούνται για **ψηφιακή έξοδο**. Όταν λειτουργούν ψηφιακά, η έξοδος μπορεί να είναι 0 ή 5V, με τον χαρακτηρισμό LOW ή HIGH όπως θα δούμε στη συνέχεια.
- Για να διαβάσουμε τιμές ρεύματος στο διάστημα 0 έως 5V, δηλαδή για **αναλογική είσοδο**, χρησιμοποιούμε τις έξι αναλογικές θύρες A0 - A5.
- Τις έξι PWM ψηφιακές θύρες (3, 5, 6, 9, 10, 11), έχουμε τη δυνατότητα να τις χρησιμοποιούμε για **αναλογική έξοδο** οι οποίες μας δίνουν ρεύμα εξόδου όποιας τιμής θέλουμε στο διάστημα από 0 έως 5V.

Όταν γράφουμε το πρόγραμμα μας, με τη συνάρτηση pinMode(), αρχικοποιούμε τις θύρες που χρησιμοποιούμε, δηλαδή δίνουμε την πληροφορία για αυτές που χρησιμοποιήσουμε αν θα είναι θύρες εισόδου ή για εξόδου.

Τα pins 0 και 1 χρησιμοποιούνται όταν χρειαζόμαστε τη σειριακή οθόνη παρακολούθησης της επικοινωνίας με τον υπολογιστή, για αυτό, καλό είναι να μην χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές μας, εκτός αν αυτό είναι απαραίτητο (π.χ. δεν φτάνουν τα υπόλοιπα 12 pins για την εφαρμογή).

Υπάρχει συνδεδεμένο ένα Led από κατασκευής πάνω στην πλακέτα Arduino Uno στη θύρα 13, το οποίο μπορούμε να το χρησιμοποιούμε για σχετικές λειτουργίες.



Εικόνα 21. Η πλακέτα Arduino Uno

UNO στα Ιταλικά σημαίνει ENA και για αυτό η εταιρεία Arduino έδωσε το όνομα αυτό στην πλακέτα που ήταν η πρώτη της οικογένειας Arduino που είχε επικοινωνία απευθείας με τον υπολογιστή μέσω θύρας USB σε συνεργασία με το πρόγραμμα Arduino 1.0 (IDE 1.0).

Το βασικότερο πλεονεκτήματα του UNO είναι ότι ο μικροελεγκτής είναι τοποθετημένος πάνω σε βάση εύκολης τοποθέτησης και έτσι ο χρήστης μπορεί να πειραματιστεί χωρίς να προβληματίζεται για το αν γίνει κάποιο λάθος. Στη χειρότερη περίπτωση μπορεί να αντικατασταθεί το τσιπ με μικρό κόστος .

Η μνήμη Flash του Arduino Uno που αποθηκεύεται το πρόγραμμα (sketch) είναι 32KB, ικανή να δεχτεί τα περισσότερα απλά προγράμματα.



Microcontroller: ATmega328P

(<http://www.atmel.com/devices/atmega328p.aspx?tab=documents>)

Εικόνα 22. Πιο αναλυτική παρουσίαση της πλακέτας Arduino UNO

4.1.7 Πλεονεκτήματα του Arduino για εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Το Arduino, αποτελεί άριστη επιλογή για χρήση σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, για τους παρακάτω λόγους:

- Έχει πολύ χαμηλό κόστος. Αποτελεί πολύ οικονομική λύση για Εκπαιδευτική Ρομποτική.
- Είναι ιδιαίτερα απλό. Δε χρειάζεται παρά λίγος χρόνος, ώστε ένας αρχάριος χρήστης να μπορέσει να υλοποιήσει το πρώτο του έργο, και με αυτόν τον τρόπο να πάρει ευχαρίστηση και θέληση ώστε να ασχοληθεί με το αντικείμενο.
- Είναι ανοικτού κώδικα, τόσο για το υλικό, όσο και για το λογισμικό.
- Μπορεί να γίνει ιδιοκατασκευή εναλλακτικών πειραματικών διατάξεων και να μην περιορίζεται κανείς σε αυτές του εμπορίου.
- Διατίθενται πολλοί αισθητήρες σε ιδιαίτερα χαμηλό κόστος.
- Η απεικόνιση δεδομένων από τους αισθητήρες γίνεται με εύκολο τρόπο.
- Τόσο το υλικό όσο και το λογισμικό του, είναι ανοικτά και ελεύθερα διαθέσιμα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, οι χιλιάδες υποστηρικτές του ελεύθερου λογισμικού,

να αναπτύσσουν βιβλιοθήκες που το υποστηρίζουν. Ταυτόχρονα, τόσο η αρχιτεκτονική όσο και το υλικό του Arduino εξελίσσονται συνεχώς.

- Το Arduino IDE εκτελείται σε linux, windows, mac.
- Έχει πολλές εκδόσεις, από τις οποίες η κάθε μία καλύπτει διαφορετικές ανάγκες.
- Υπάρχουν πολλές πλακέτες επέκτασης (Shields), που δίνουν νέες και αυξημένες δυνατότητες στις πλατφόρμες Arduino.
- Στο διαδίκτυο υπάρχει πλούσιο υλικό υποστήριξης.
- Υπάρχουν fora όπου εκπαιδευτικοί, ερευνητές και χομπίστες που ασχολούνται με το αντικείμενο μοιράζονται τις εμπειρίες τους και τη δουλειά τους.

4.2 ArduBlock

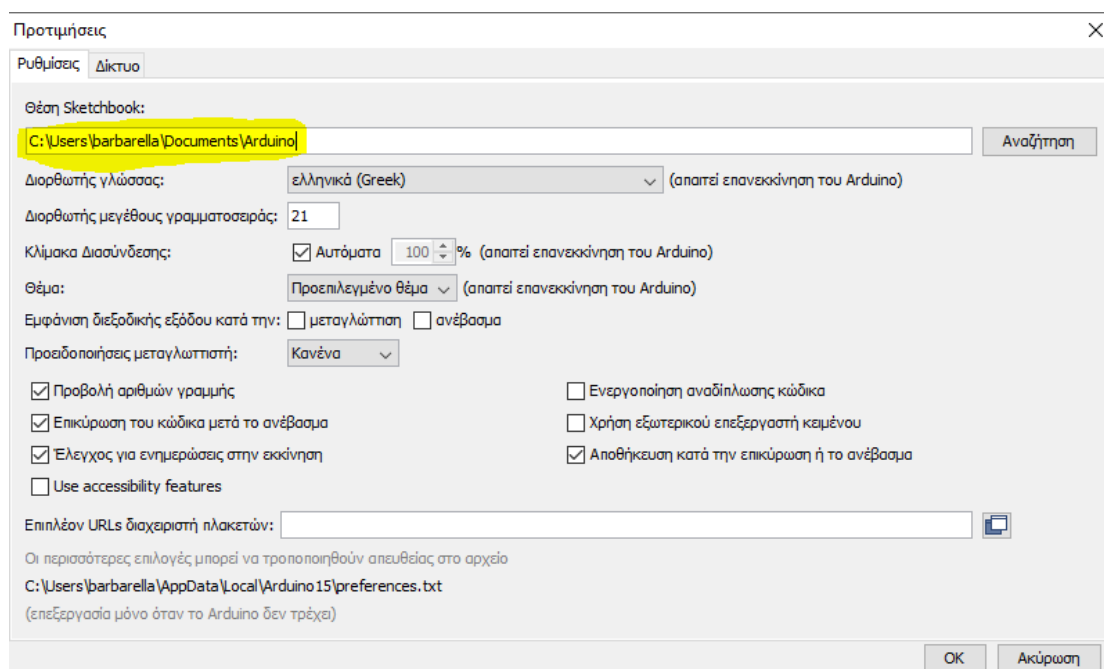
4.2.1 Τι είναι

Το ArduBlock είναι ένα προγραμματιστικό εργαλείο που εγκαθίσταται και χρησιμοποιείται μέσα από το περιβάλλον IDE του Arduino. Ουσιαστικά είναι ένα εργαλείο που μας παρέχει μια διεπαφή για να μπορούμε να δημιουργήσουμε προγράμματα για το Arduino με οπτικό προγραμματισμό, με τη μέθοδο drag-and-drop (σύρε και άσε) των πλακιδίων (blocks) που υλοποιούν τις διάφορες εντολές προγραμματισμού. Κυκλοφορεί σε διάφορες εκδόσεις. Εδώ χρησιμοποιούμε την έκδοση 20171028 την οποία μπορούμε να κατεβάσουμε από τη διεύθυνση: <https://github.com/taweili/ardublock/releases/tag/beta-20171028> και η οποία είναι συμβατή με τις τελευταίες εκδόσεις του Arduino.

4.2.2 Εγκατάσταση

1. Κατεβάζουμε το ArduBlock από τη διεύθυνση:
<https://github.com/taweili/ardublock/releases/tag/beta-20171028>
2. Στο Arduino IDE, πηγαίνουμε από το μενού Αρχείο → Προτιμήσεις (Εικόνα 23) και κρατάμε τη θέση όπου αποθηκεύονται τα προγράμματα Arduino που

δημιουργούμε.

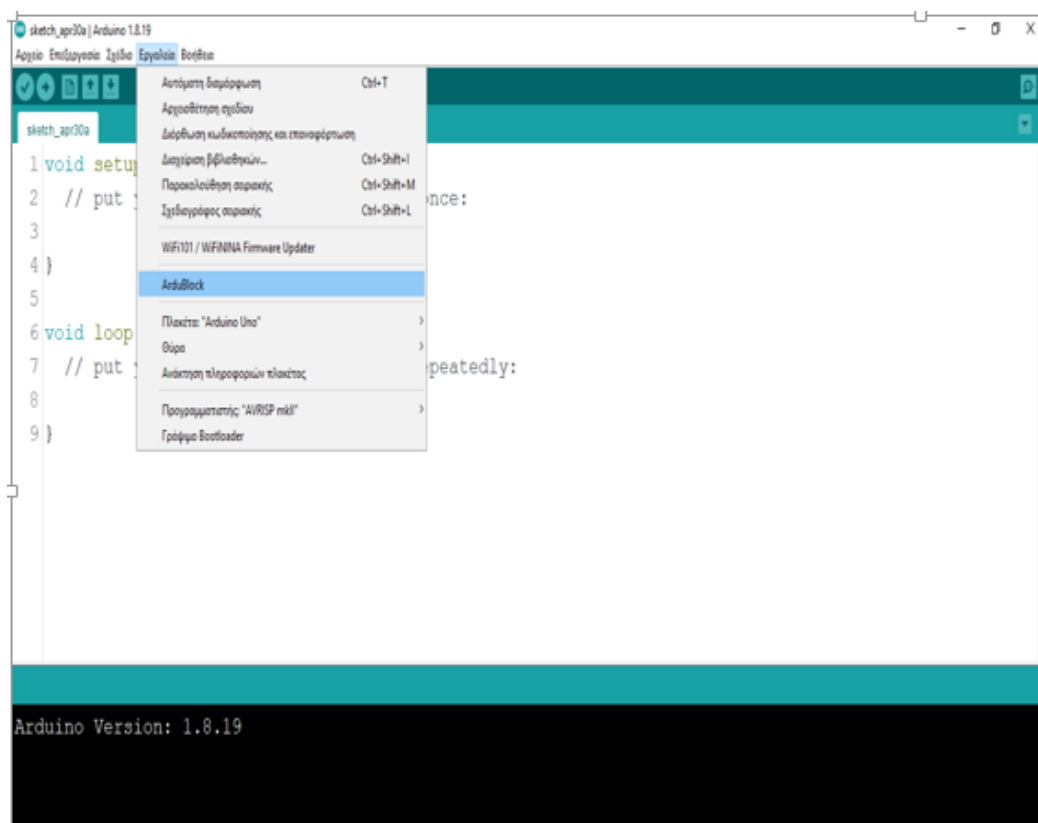


Εικόνα 23. Arduino IDE Αρχείο --> Προτιμήσεις

Για να γίνει η ενσωμάτωση του ArduBlock στο IDE πρέπει να δημιουργηθεί η εξής δομή καταλόγων κάτω από τον κατάλογο του Arduino: tools\ArduBlockTool\tool και μετά να τοποθετήσουμε μέσα στον φάκελο tool το jar αρχείο που κατεβάσαμε στο προηγούμενο βήμα. (Προσοχή κατά τη δημιουργία της δομής καταλόγων πρέπει να τηρηθεί αυστηρά η γραφή πεζών – κεφαλαίων). (π.χ. στο δικό μας σύστημα: C:\Users\barbarella\Documents\Arduino\tools\ArduBlockTool\tool\ ardublock-all-master-beta-20171028.jar.)

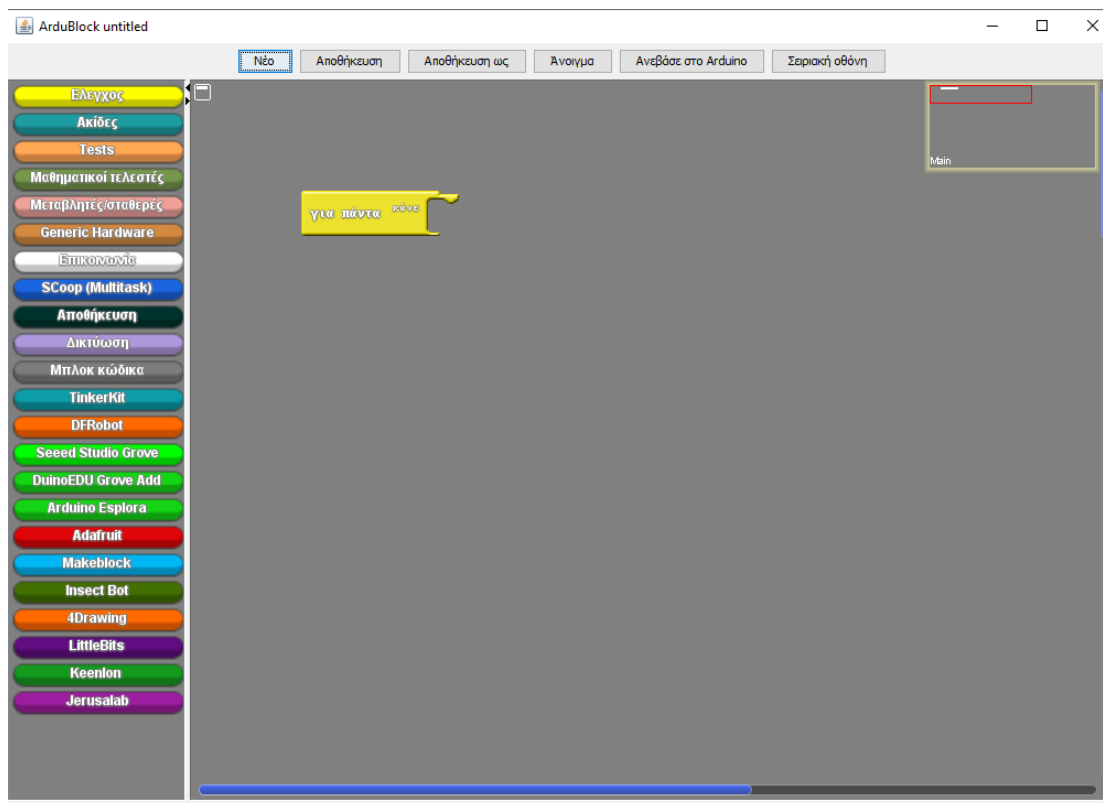
Σε ότι αφορά την τοποθεσία σχεδίων, στα windows είναι εξ ορισμού «Documents\Arduino» κάτω από το home directory του χρήστη, στο Mac «Documents/Arduino» κάτω από το home directory του χρήστη και στο Linux είναι εξ ορισμού «sketchbook» κάτω από το home directory του χρήστη.

3. Στην επόμενη εκκίνηση του IDE θα βρούμε την επιλογή ArduBlock στο μενού Εργαλεία (Εικόνα 24).



Εικόνα 24. Το ArduBlock μέσα από το IDE

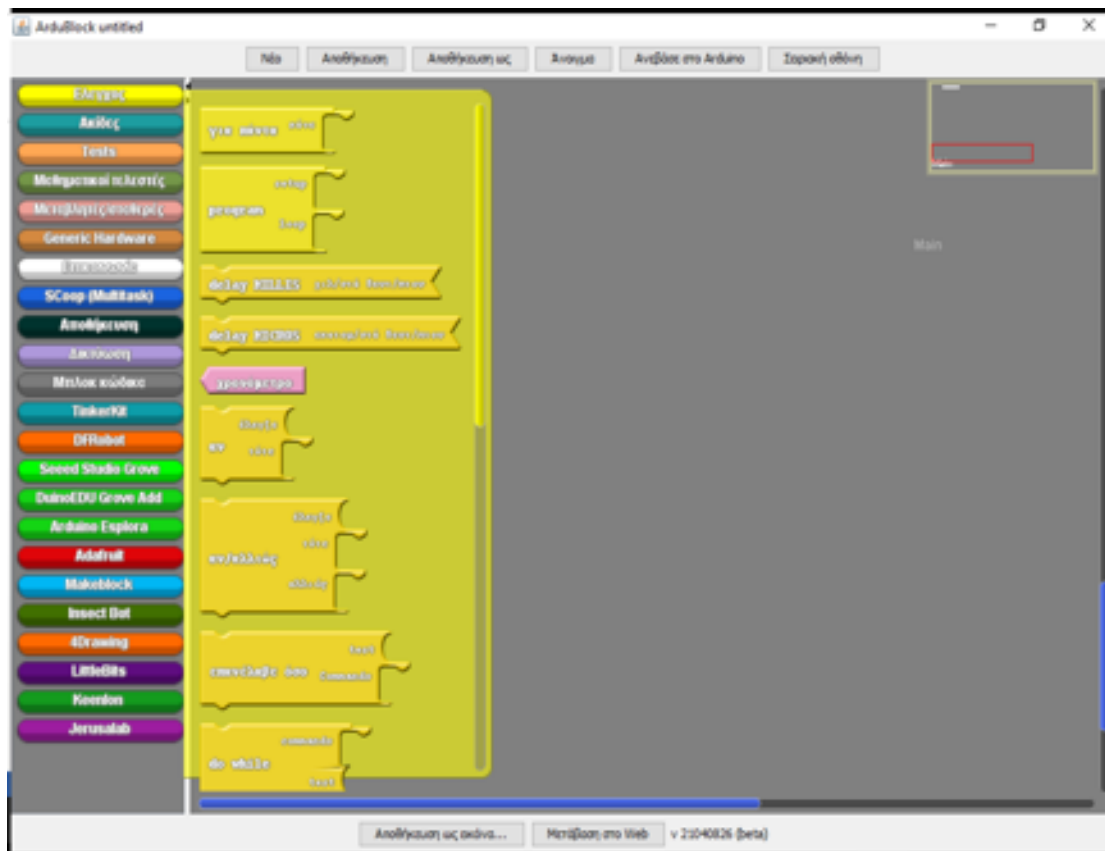
Επιλέγοντας ArduBlock ανοίγει το παράθυρο που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 25):



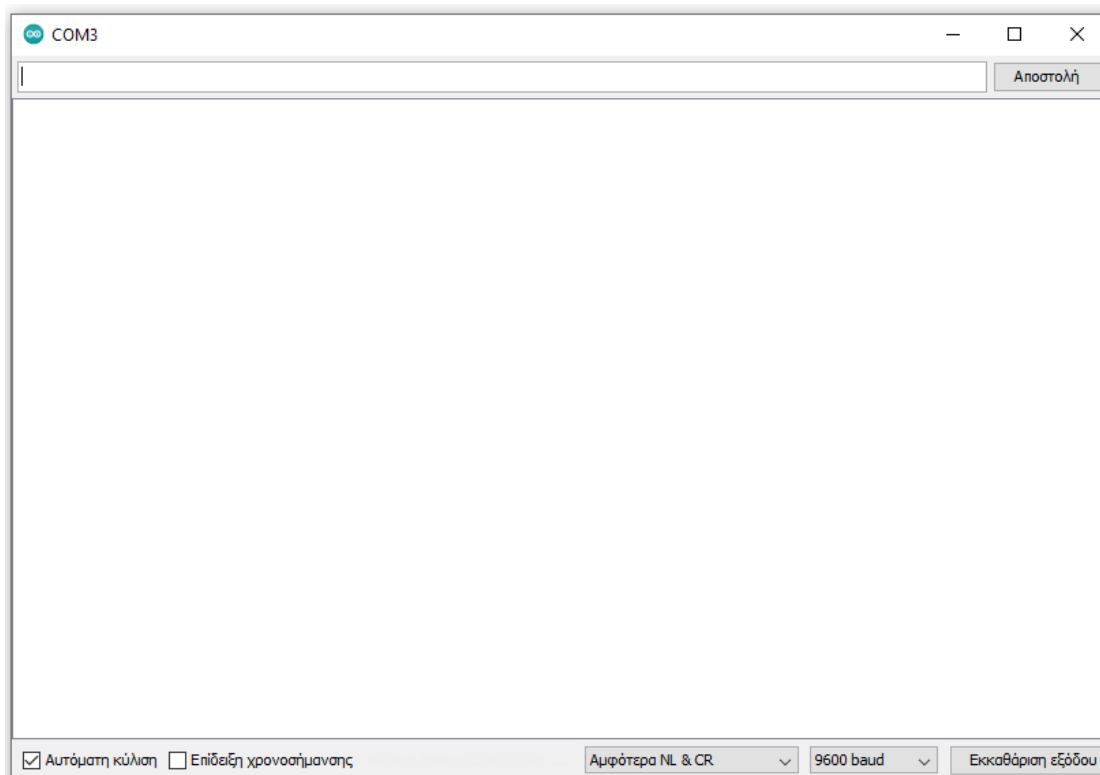
Εικόνα 25. Παράθυρο ArduBlock

Στα αριστερά υπάρχουν πλήκτρα με τις κατηγορίες των εντολών. Η κάθε μια έχει διαφορετικό χρώμα. Επιλέγοντας μία κατηγορία ανοίγει η αντίστοιχη λίστα με τα blocks των εντολών που ανήκουν στην κατηγορία (Εικόνα 26). Κάθε εντολή – block έχει το χρώμα της καρτέλας στην οποία ανήκει. Μπορούμε να προσθέσουμε μια εντολή στο πρόγραμμα σύροντας την, από τη λίστα, στο κεντρικό τμήμα του παραθύρου και να την ενώσουμε με τις ήδη υπάρχουσες εντολές. Αντίστοιχα για να αφαιρέσουμε κάποια εντολή από το πρόγραμμα την τραβάμε αριστερά στην περιοχή με τις κατηγορίες. Στο επάνω μέρος του παραθύρου υπάρχουν τα πλήκτρα: «Νέο», για τη δημιουργία ενός νέου προγράμματος, «Αποθήκευση» και «Αποθήκευση ως», για την αποθήκευση του προγράμματος με κατάληξη .abr, «Άνοιγμα», για να ανοίξουμε ένα ήδη υπάρχων .abr αρχείο, «Ανέβασε στο Arduino», για να μεταφραστεί το πρόγραμμα που φτιάξαμε με το ArduBlock σε γλώσσα Wiring C (τη γλώσσα που καταλαβαίνει το Arduino), μέσα στο παράθυρο του IDE, ώστε μετά να φορτωθεί στην πλακέτα Arduino, «Σειριακή οθόνη», εμφανίζει σε παράθυρο (εικόνα 27) τη σειριακή οθόνη μέσω της οποίας λαμβάνουμε και στέλνουμε δεδομένα από και προς το Arduino, εφόσον αυτό είναι συνδεδεμένο μέσω USB θύρας με τον υπολογιστή. Αυτά τα δυο πλήκτρα για να λειτουργήσουν είναι απαραίτητη προϋπόθεση να έχει συνδεθεί το Arduino και να έχουν οριστεί σωστά οι σχετικές παράμετροι, θύρα σύνδεσης και τύπος Arduino μέσα από το περιβάλλον του IDE, από το μενού «Εργαλεία». Στο κάτω μέρος του παραθύρου υπάρχει το πλήκτρο

«Αποθήκευση ως εικόνα», ώστε να μπορούμε να αποθηκεύσουμε το πρόγραμμα που φτιάξαμε με το ArduBlock σε μορφή εικόνας.



Εικόνα 26. Κατηγορία "Ελεγχος" και η αντίστοιχη λίστα εντολών



Εικόνα 27. Η Σειριακή οθόνη της εφαρμογής

Το ArduBlock θα κλείσει, αν κλείσουμε το παράθυρο του IDE μέσα από το οποίο το καλέσαμε.

4.3 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάσαμε λεπτομερώς την πλακέτα Arduino, που είναι το εργαλείο με το οποίο στη συνέχεια θα σχεδιάσουμε τη διδακτική μας παρέμβαση. Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού υλικού και λογισμικού. Αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR και άλλα εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωσή του σε άλλα κυκλώματα. Έχει έναν αριθμό πυλών οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως είσοδοι είτε ως έξοδοι. Διατίθεται σε διάφορες εκδόσεις οι οποίες καλύπτουν διαφορετικές ανάγκες. Διαθέτει επίσης ένα περιβάλλον προγραμματισμού Arduino IDE που έχει βασιστεί στη γλώσσα C/C++. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να το προγραμματίσουμε με οπτικό προγραμματισμό είτε με το S4A - Scratch For Arduino (παραλλαγμένη έκδοση του Scratch), είτε με το ArduBlock. Εμείς χρησιμοποιήσαμε το ArduBlock.

Το Arduino, αποτελεί άριστη επιλογή για χρήση σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, διότι έχει μια σειρά πλεονεκτήματα, όπως η απλότητα, το χαμηλό κόστος, το πλήθος

οικονομικών αισθητήρων που διατίθενται, η μεγάλη κοινότητα που το υποστηρίζει, το πλούσιο υλικό υποστήριξης και πολλά άλλα.

Τέλος δώσαμε αναλυτικές οδηγίες τόσο για την εγκατάσταση του Arduino IDE όσο και του ArduBlock.

5

Η Διδακτική μας παρέμβαση

Η διδακτική μας παρέμβαση σχεδιάστηκε με σκοπό να βοηθήσει το μάθημα ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών) και Πληροφορικής στην Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη δημοτικής εκπαίδευσης και στοχεύει στο να βοηθήσει τους μικρούς μαθητές στην κατανόηση των διάφορων προγραμματιστικών εννοιών.

Στη χώρα μας, εδώ και πολλά χρόνια έχει ενταχθεί στο εκπαιδευτικό μας σύστημα η Πληροφορική και οι ΤΠΕ, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, τόσο ως ξεχωριστό μάθημα που αναφέρεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών αλλά και ως εργαλείο που βοηθάει στη διδασκαλία άλλων μαθημάτων. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο που έχει αναπτύξει το παιδαγωγικό Ινστιτούτο για το Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, ο στόχος της ένταξής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι η υποστήριξη σύγχρονων παιδαγωγικών μεθόδων για τη μάθηση, η επίλυση προβλημάτων και η ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της κριτικής σκέψης των παιδιών, η υποστήριξη ανάπτυξης δραστηριοτήτων που είναι διερευνητικές, εποικοδομητικές και συνεργατικές.

Στην παρούσα εργασία, μας απασχολεί το αντικείμενο της πληροφορικής ως αυτόνομο μάθημα και ειδικότερα η εκμάθηση προγραμματισμού. Είναι πλέον αποδεκτή στους κόλπους των παιδαγωγών και των επιστημόνων που αναπτύσσουν τα παιδαγωγικά προγράμματα, η μεγάλη αξία που έχει η διδακτική του προγραμματισμού. Κατά το στάδιο που προηγείται της ανάπτυξης ενός προγράμματος, πρέπει να γίνει ανάλυση του προβλήματος, έτσι καλλιεργούνται δεξιότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα (επεξεργασία δεδομένων, σχεδιασμός και υλοποίηση αλγορίθμων, μοντελοποίηση λύσεων, δημιουργικότητα και καινοτομία). Η διαδικασία αυτή βοηθάει στο να αναπτύσσονται δεξιότητες υψηλού επιπέδου, όπως ο αλγοριθμικός τρόπος σκέψης, η αναλυτική και κριτική σκέψη, η συνθετική ικανότητα, η λογική, αλλά και ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας. Αυτές οι δεξιότητες μπορούν να αξιοποιηθούν για την κατανόηση και άλλων εννοιών διάφορων επιστημονικών πεδίων αλλά και στον τρόπο που αντιμετωπίζουν τα παιδιά τα διάφορα θέματα της καθημερινότητας.

Σύμφωνα λοιπόν με το Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου προβλέπεται τα παιδιά να διδαχθούν προγραμματισμό και πιο συγκεκριμένα, να αποκτήσουν γνώσεις για τα

εξής βασικά θέματα: Αλγόριθμος, Πρόγραμμα, Γεγονότα (events), Επαναληπτική Δομή, Δομή Ελέγχου, Διαδικασία (υποπρόγραμμα), Διόρθωση Σφαλμάτων, Βελτιστοποίηση Προγραμμάτων. Ως εκπαιδευτικό υλικό προτείνεται, μεταξύ άλλων, Εκπαιδευτικό Περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού και η Εκπαιδευτική Ρομποτική.

Οι δραστηριότητες που προτείνουμε είναι κλιμακούμενης δυσκολίας, με στόχο μετά από μια σειρά μαθημάτων, στα οποία οι μαθητές, δουλεύοντας πάντα σε ομάδες, θα μνηθούν στα βασικά θέματα του προγραμματισμού και της ρομποτικής, στη συνέχεια να τους αναθέσουμε ένα μεγαλύτερο project το οποίο θα μπορέσουν να φέρουν εις πέρας, συνθέτοντας κομμάτια από τις επιμέρους δραστηριότητες, τις οποίες έχουν ήδη αναπτύξει. Επιπλέον μέσα από τις δραστηριότητες αυτές τα παιδιά έρχονται σε επαφή και με άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως για παράδειγμα έννοιες σχετικές με τον ηλεκτρισμό.

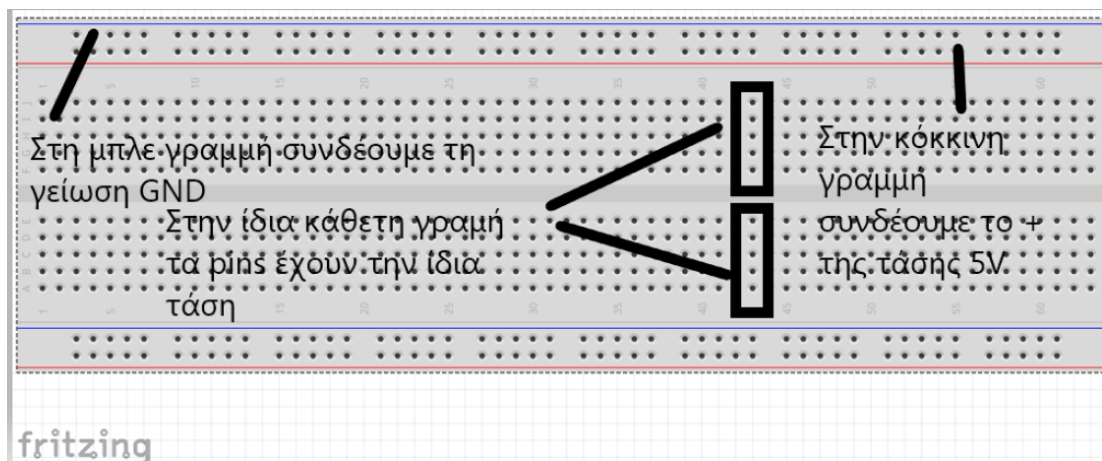
Όπως γίνεται αντιληπτό κατά τη μελέτη των δραστηριοτήτων, οι θεωρίες μάθησης στις οποίες βασιζόμαστε, είναι οι σύγχρονες θεωρίες του κοντραξιοτισμού και του εποικοδομισμού, και στην εκπόνηση συνθετικών εργασιών (project based learning). Τα παιδιά μέσω των δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν, κατασκευάζουν μόνα τους και χειρίζονται χειροπιαστά αντικείμενα, τα οποία άπτονται και σε θέματα της καθημερινότητας τους (π.χ. δραστηριότητα με τα φανάρια ή δραστηριότητα με σύστημα παρκαρίσματος) με αποτέλεσμα να προάγεται η εννοιολογική τους ανάπτυξη.

5.1 Υλικά που θα χρειαστούμε

Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε μερικά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη ρομποτικών κατασκευών με το Arduino.

Breadboard

Το breadboard είναι μία επιφάνεια στην οποία μπορούμε εύκολα να κατασκευάσουμε προσωρινά κυκλώματα και δε χρειάζεται να γίνει οποιαδήποτε συγκόλληση. Η επιφάνεια του breadboard διαθέτει οπές πάνω στις οποίες μπορούν να τοποθετηθούν οι ακροδέκτες των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στο κύκλωμά μας κάθε φορά. Οι οπές είναι κάθετα εσωτερικά μεταξύ τους συνδεδεμένες ανά πέντε. Όταν τοποθετούμε κάποιο εξάρτημα σε μία οπή, αυτό είναι σε σειρά συνδεδεμένο με όποιο άλλο εξάρτημα τοποθετήσουμε στην ίδια κάθετη λωρίδα. Αυτό συμβαίνει εξ αιτίας των μεταλλικών γραμμών που είναι αγωγίμες και επιτρέπουν στον ρεύμα να περνάει από κάθε σημείο τους.

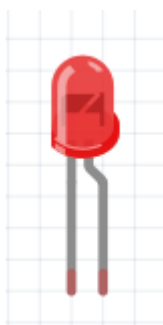


Εικόνα 28. Το Breadboard

Σε κάθε μεταλλική λωρίδα, υπάρχουν πέντε (5) οπές, δηλαδή μπορούμε να συνδέσουμε μέχρι πέντε το πολύ εξαρτήματα σε κάθε λωρίδα.

LED ή αλλιώς Φωτοδίοδος

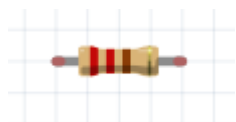
Το LED (Light Emitting Diode) είναι ένα στοιχείο, το οποίο φωτοβολεί όταν περνάει από αυτό ρεύμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος που περνάει στο LED, τόσο πιο έντονο είναι το φως που παράγεται. Το LED είναι δίοδος, που σημαίνει ότι επιτρέπει να περνάει το ρεύμα μόνο προς μία φορά (Εικόνα 29). Οι δύο ακροδέκτες του LED είναι μεταξύ τους άνισοι. Ο πιο μακρύς είναι η άνοδος και συνδέεται με το θετικό πόλο της πηγής, ενώ ο κοντύτερος είναι η κάθοδος και συνδέεται στη γείωση. Επίσης, το λαμπάκι από την αρνητική μεριά (-) είναι συνήθως επίπεδο κι όχι στρογγυλό όπως είναι από το άλλο πόδι (+). Για να ανάψει ένα LED πρέπει να έχει συνδεθεί με τη σωστή πολικότητα (θετικό – αρνητικό). Παρόλα αυτά η ανάποδη σύνδεση δε θα το καταστρέψει, απλά δε θα ανάψει (εκτός κι αν δώσουμε πολύ μεγάλη τάση ρεύματος).



Εικόνα 29. Ένα LED

Αντιστάσεις

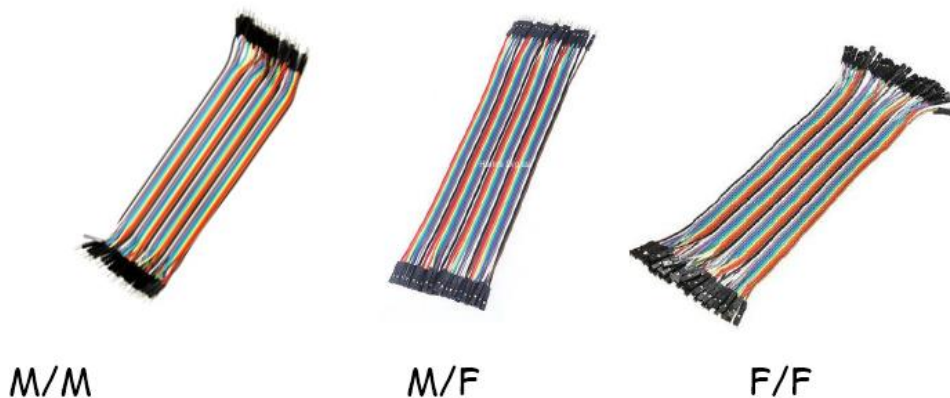
Οι αντιστάσεις είναι χρήσιμες για να μειώνουμε το ρεύμα που περνάει από το κύκλωμα για να προστατευθεί το εκάστοτε υλικό, από μεγάλη ποσότητα ρεύματος, που μπορεί να το καταστρέψει. Η μονάδα μέτρησης τους είναι το Ohm (Ω). Οι αντιστάσεις διαθέτουν ένα χρωματικό κώδικα, ανάλογα με το χρώμα των δαχτυλιδιών που έχουν και έτσι μπορούμε να γνωρίζουμε πόσα Ω είναι. Στα LEDs χρησιμοποιούμε 220 Ω .



Εικόνα 30. Αντίσταση 220 Ω

Καλώδια

Ειδικά καλώδια, ονομάζονται Jumper Cables χρησιμοποιούνται για να συνδέουμε τα εξαρτήματα με το breadboard και με το Arduino. Έχουν διάφορα χρώματα και μπορούμε να τα χρησιμοποιούμε κατά βούληση. Η σύμβαση όμως είναι στη γείωση να συνδέουμε πάντα μαύρο καλώδιο και όπου υπάρχει τροφοδοσία να συνδέεται κόκκινο καλώδιο.



Εικόνα 31. Δεσμίδες Καλωδίων Jumper Cables

Υπάρχουν τριών ειδών καλώδια: αυτά που έχουν ακίδες και από τις δύο πλευρές (Male- Male), αυτά που έχουν ακίδες από τη μια μεριά και οπές από την άλλη (Male- Female), και τέλος αυτά που έχουν οπές και από τις δύο μεριές (Female- Female).

Είναι πολύ σημαντικό όταν συνδέουμε καλώδια αρσενικά με θηλυκά για να δημιουργήσουμε μια προέκταση, πάντα να συνδέουμε τα ίδια χρώματα.

Αισθητήρας Απόστασης Ultrasonic HC-SR04

Ο υπερηχητικός αισθητήρας υπολογίζει την απόσταση ενός αντικειμένου – στόχου, λαμβάνοντας υπόψη την αντανάκλαση ενός ηχητικού σήματος πάνω στον στόχο. Δημιουργεί υψηλής συχνότητας κύμα και χρησιμοποιώντας το σήμα που επιστρέφεται, μπορεί να καθορίσει την απόσταση μέσω του χρόνου που έκανε το σήμα για να καλύψει την απόσταση από τον αισθητήρα στον στόχο και πάλι πίσω. Ο υπολογισμός της απόστασης σε cm γίνεται από τον τύπο: $distance = duration/58.138$, βασιζόμενοι στην ταχύτητα του ήχου. Η τιμή 58.138 έρχεται από τον κατασκευαστή και προκύπτει από την ταχύτητα του ήχου.

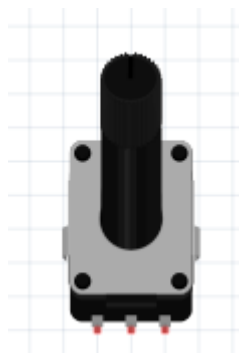


Εικόνα 32. Ultrasonic HC-SR04

- Χρησιμοποιεί δύο διατάξεις, μία για να στείλει υπερηχητικό σήμα (trig) και μία για να λάβει (echo).
- Από τον χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ της αποστολής και της λήψης του σήματος υπολογίζεται η απόσταση.
- Έχει 4 pins
 - Vcc 5 Volt για την τροφοδοσία
 - Gnd για τη γείωση
 - Trig για αποστολή σήματος
 - Echo για λήψη σήματος
- Trig pin →OUTPUT
- Echo pin →INPUT

Περιστροφικό Ποτενσιόμετρο

Με το ποτενσιόμετρο μπορούμε να ρυθμίζουμε την ένταση του ρεύματος που περνάει από κάποιο στοιχείο του κυκλώματος μας, για παράδειγμα ενός LED. Στο Περιστροφικό ποτενσιόμετρο υπάρχουν τρεις ακροδέκτες και ένας ρυθμιστής που είναι περιστρεφόμενος. Οι ακριανοί ακροδέκτες συνδέονται ο ένας με τη γείωση κι ο άλλος με την τροφοδοσία 5V. Ο μεσαίος ακροδέκτης συνδέεται με μια από τις αναλογικές εισόδους δίνοντας τάση από 0 ως 5 Volt.

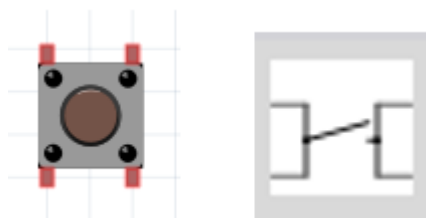


Εικόνα 33. Περιστροφικό ποτενσιόμετρο

Το ποτενσιόμετρο είναι μια αναλογική ηλεκτρονική συσκευή που δίνει μεταβλητές τιμές σαν τάση εξόδου. Το βασικό στοιχείο του είναι μια μεταβλητή αντίσταση, που πάνω της κινείται μια επαφή που συνδέεται στο μεσαίο ακροδέκτη. Η θέση της επαφής στη μεταβλητή αντίσταση καθορίζει την τάση στο μεσαίο ακροδέκτη.

Κουμπί Πίεσης

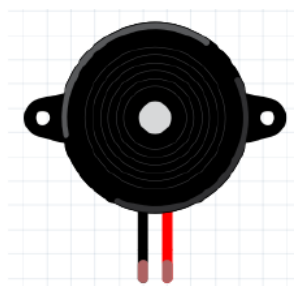
Στο κουμπί υπάρχουν τέσσερις (4) ακροδέκτες οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους ανά δύο πάνω - κάτω. Η διάταξη χωρίζεται σε δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους κομμάτια, αριστερό – δεξί. Όταν το κουμπί είναι πατημένο, κλείνει ο διακόπτης και τα δύο κομμάτια συνδέονται.



Εικόνα 34. Κουμπί πίεσης

Buzzer

Το Buzzer είναι μια μικρή συσκευή που παράγει ηχητικά σήματα.



Εικόνα 35. Buzzer

5.2 Δραστηριότητες για το μάθημα

Η εκπαιδευτική μας παρέμβαση έχει ως στόχο να βοηθήσει τα παιδιά να έρθουν σε επαφή με τον κόσμο της τεχνολογίας και του προγραμματισμού με ευχάριστο και παιγνιώδη τρόπο. Φιλοδοξία μας είναι, να κάνουμε πιο ελκυστικό το μάθημα των ΤΠΕ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Σε κάθε περίπτωση, όπως και σε όλες τις STEM διδακτικές παρεμβάσεις, μας δίνεται η ευκαιρία, οι μικροί μαθητές μας, να έρθουν σε επαφή και με άλλα γνωστικά αντικείμενα και να αναπτύξουν ομαδικότητα, συνεργατικότητα, υπολογιστική και κριτική σκέψη. Κατά την εκπόνηση των δραστηριοτήτων οι μαθητές είναι χωρισμένοι σε ομάδες που αποτελούνται συνήθως από τρία άτομα.

Δραστηριότητα 1. LED που αναβοσβήνει

Με αυτήν την πρώτη εφαρμογή, παρουσιάζουμε στην τάξη, τη βασική δομή ενός σχεδίου Arduino καθώς και τη χρήση των ψηφιακών εξόδων της πλακέτας.

Τι θα μάθουμε:

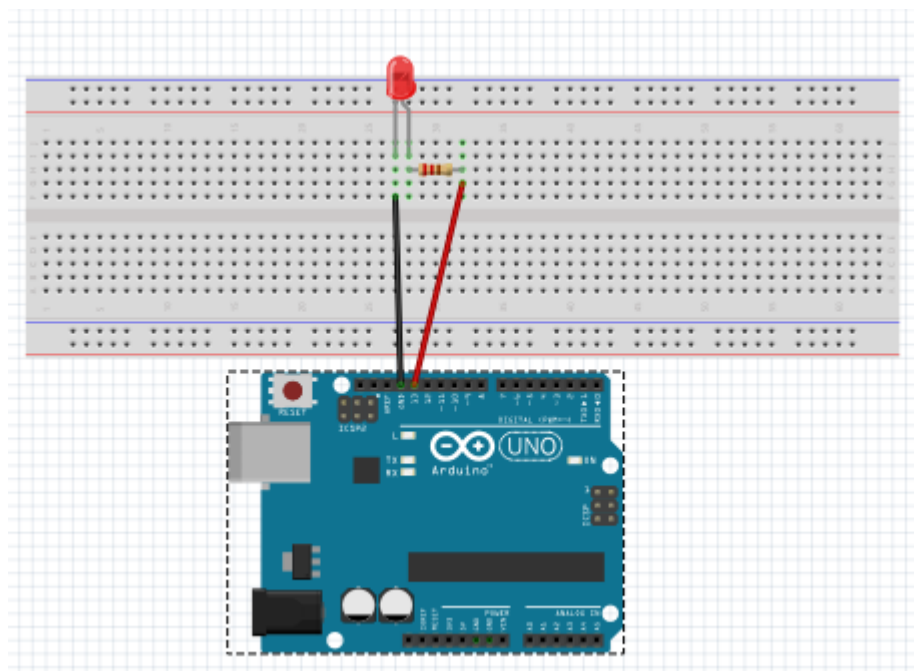
- ✓ θύρες και διαχείρισή τους,
- ✓ Breadboard,
- ✓ Καθυστέρηση,
- ✓ Ψηφιακή έξοδος,
- ✓ LED

Θα συνδέσουμε ένα LED με την πλακέτα Arduino και στη συνέχεια μέσα από το περιβάλλον του ArduBlock θα προγραμματίσουμε τον μικροελεγκτή Arduino να αναβοσβήνει το LED ανά ένα δευτερόλεπτο (sec).

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ Αντίσταση 220Ω
- ✓ LED
- ✓ Καλώδια

Το κύκλωμα:

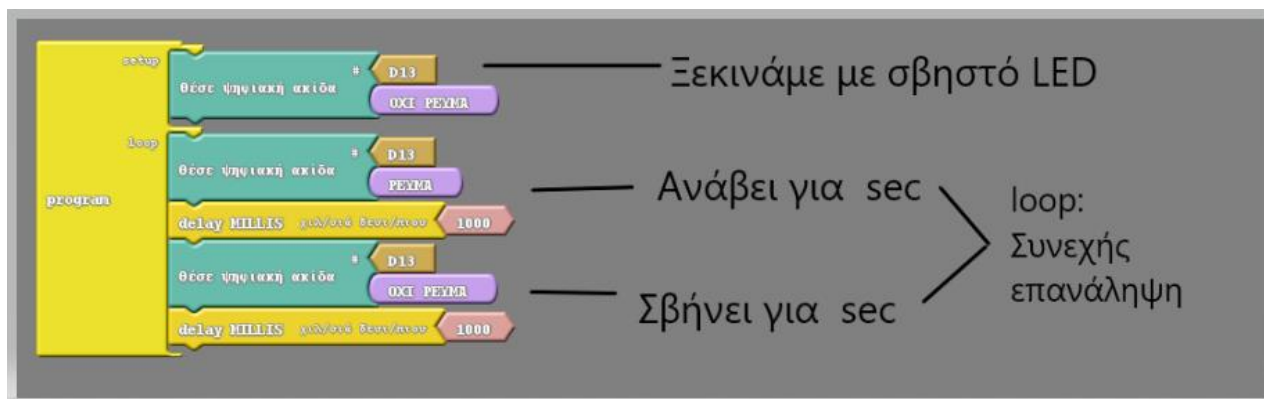


Εικόνα 36. Κύκλωμα 1ου σχεδίου. LED που αναβοσβήνει

Συνδέουμε την άνοδο (+) (το μακρύτερο ποδαράκι), με την αντίσταση. Από το άλλο άκρο της αντίστασης, συνδέουμε ένα κόκκινο καλώδιο το οποίο καταλήγει στο pin 13 της πλακέτας. Συνδέουμε την κάθοδο (-) (το κοντύτερο ποδαράκι), με ένα μαύρο καλώδιο, το οποίο καταλήγει στη γείωση (GND) της πλακέτας (Εικόνα 36).

Αφού φτιάξουμε το παραπάνω κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εξαρτήματα, ανοίγουμε το περιβάλλον IDE του Arduino και μετά το ArduBlock.

Πρέπει να φτιάξουμε το παρακάτω block κώδικα:



Εικόνα 37. Τα blocks κώδικα για το 1ο σχέδιο

Η συνάρτηση «setup» τρέχει μια φορά για να γίνει αρχικοποίηση. Στη συνέχεια και για όσο έχει ρεύμα το Arduino εκτελείται συνεχώς η συνάρτηση «loop», ή μέχρι να πατηθεί το πλήκτρο «reset» του Arduino. Αν πατηθεί το «reset» τότε θα τρέξει μια φορά η συνάρτηση «setup» και μετά συνεχώς θα τρέχει η «loop».

Στη συνέχεια πατάμε «Ανέβασε στο Arduino» για να φορτωθεί το πρόγραμμα στο μικροελεγκτή. Εφόσον έχουν πάει όλα καλά, το LED θα αναβοσβήνει κάθε δευτερόλεπτο.

Δραστηριότητες

1. Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα LED στο παραπάνω κύκλωμα, χρησιμοποιώντας τη θύρα 8 του Arduino, έτσι ώστε όταν ανάβει το ένα LED να σβήνει το άλλο.
2. Να κάνετε τις απαραίτητες αλλαγές στο πρόγραμμα ώστε τα LEDs να αναβοσβήνουν ανά 3 δευτερόλεπτα.

Δραστηριότητα 2. Φανάρι Κυκλοφορίας Αυτοκινήτων

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα αναπαραστήσουμε τη λειτουργία των φαναριών κυκλοφορίας αυτοκινήτου. Στην αρχή θα ανάβει το πράσινο φανάρι για 5 δευτερόλεπτα, μετά το πορτοκαλί για 2 δευτερόλεπτα και στη συνέχεια το κόκκινο για 3 δευτερόλεπτα. Με αυτήν τη δραστηριότητα γίνεται αντιληπτή η έννοια του συγχρονισμού ενεργειών στο πρόγραμμα.

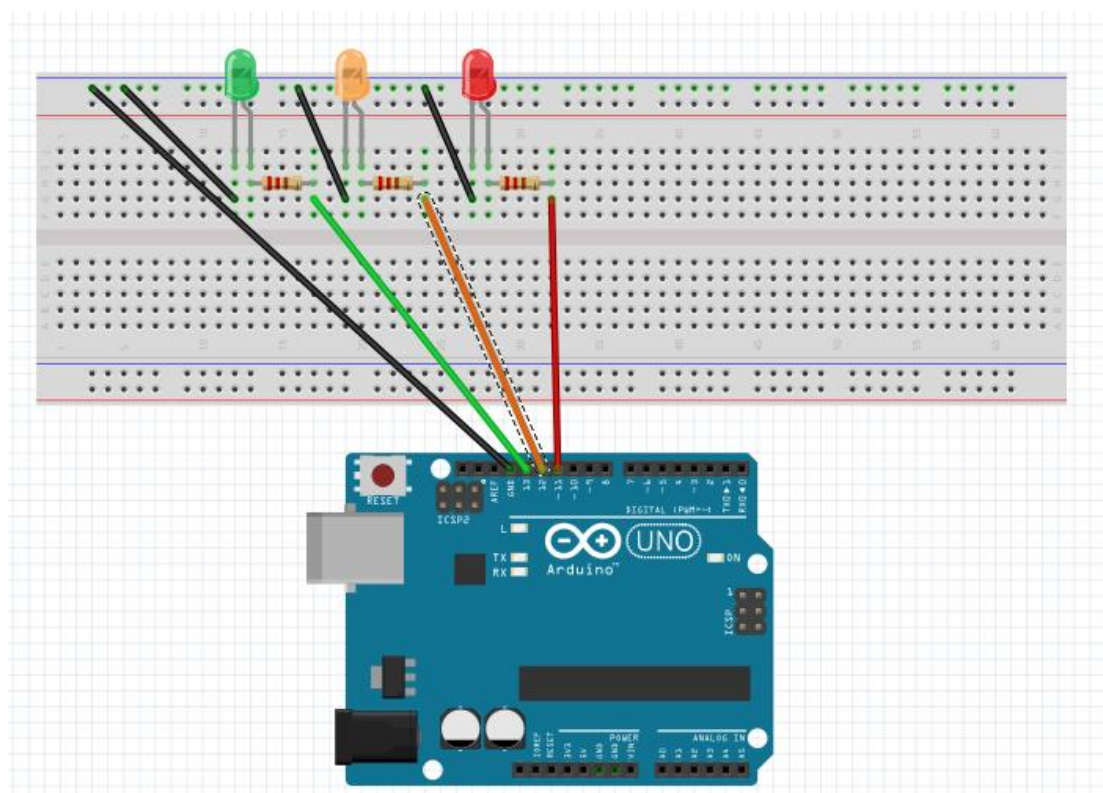
Τι θα μάθουμε:

- ✓ Συγχρονισμός ενεργειών προγράμματος
- ✓ Βραχυκύκλωση πολλών υποδοχών GND

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

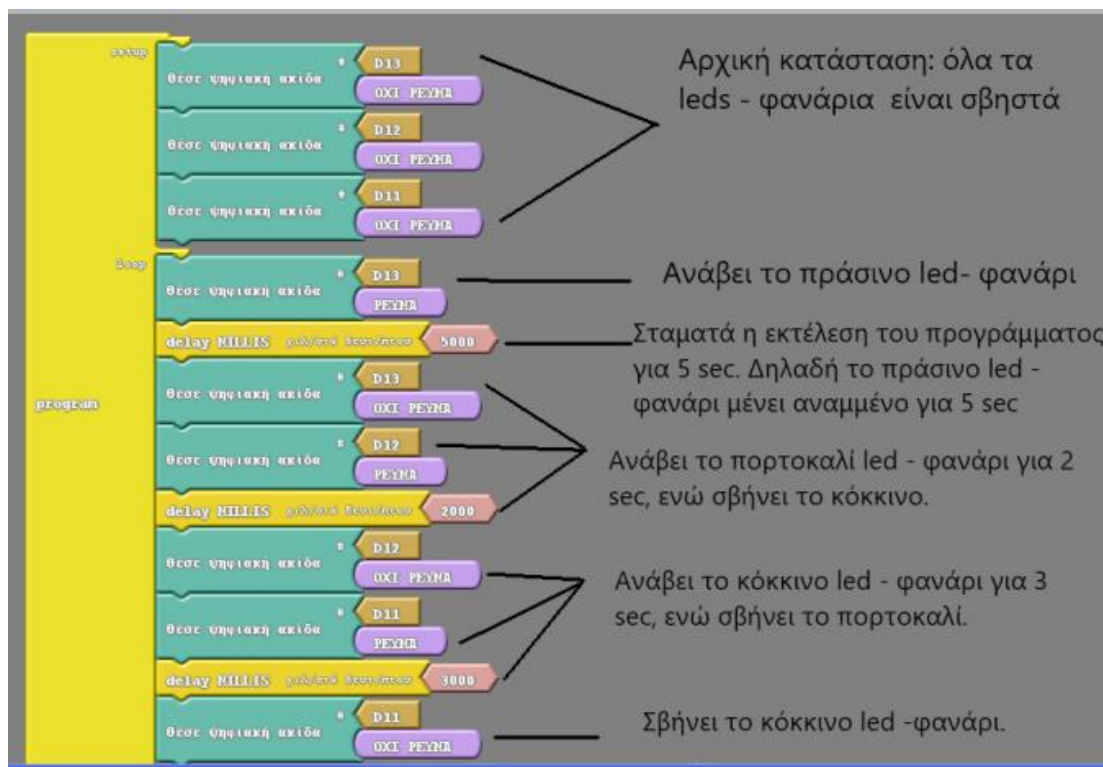
- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 3 Αντιστάσεις 220Ω
- ✓ 1 LED κόκκινο
- ✓ 1 LED πορτοκαλί
- ✓ 1 LED πράσινο
- ✓ Καλώδια

Το κύκλωμα:



Εικόνα 38. Κύκλωμα 2ου σχεδίου. Φανάρι Κυκλοφορίας

Παρατηρούμε ότι επειδή δεν υπάρχουν πολλές υποδοχές GND, όλες οι συνδέσεις από τις καθόδους των LEDs βραχυκυκλώνονται πάνω στο breadboard (-) και εκεί συνδέουμε το GND του Arduino. Επίσης για να ξεχωρίζουμε που συνδέεται κάθε LED χρησιμοποιούμε καλώδιο χρώματος αντίστοιχου του εκάστοτε LED.



Εικόνα 39. Τα blocks κώδικα για το 2ο σχέδιο

Οι τρεις πρώτες εντολές, που βρίσκονται μέσα στη «setup» εκτελούνται από το Arduino μόνο μια φορά, όταν τροφοδοτηθεί με ρεύμα την πρώτη φορά ή όταν πατηθεί το πλήκτρο «reset». Η «loop» στη συνέχεια εκτελείται ακατάπαυστα όσο το Arduino τροφοδοτείται με ρεύμα.

Δραστηριότητα

Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλα δυο φανάρια στο κύκλωμα, ένα πράσινο και ένα κόκκινο, ώστε να μπορέσουν να αναπαρασταθούν τα φανάρια των πεζών. Όταν είναι αναμμένα το πράσινο ή το πορτοκαλί φανάρι των αυτοκινήτων, θα πρέπει να είναι αναμμένο το κόκκινο φανάρι των πεζών και σβηστό το πράσινο. Αντίστοιχα, όταν θα είναι αναμμένο το κόκκινο φανάρι των αυτοκινήτων, θα πρέπει να είναι αναμμένο το πράσινο φανάρι των πεζών και σβηστό το κόκκινο.

Δραστηριότητα 3. LED με σταδιακή αυξομείωση της φωτεινότητας

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα παρουσιάσουμε τη χρήση των PWM ακίδων του Arduino. Θα συνδέσουμε ένα LED σε μια από τις PWM θύρες του Arduino (στο παράδειγμά μας στην 11), οι οποίες δουλεύουν και ως αναλογικοί έξοδοι. Οι δυνατές τιμές που μπορούν να δώσουν είναι από το 0 έως το 255, προσομοιώνοντας τις δυνατές τάσεις από 0 έως 5V.

Τι θα μάθουμε:

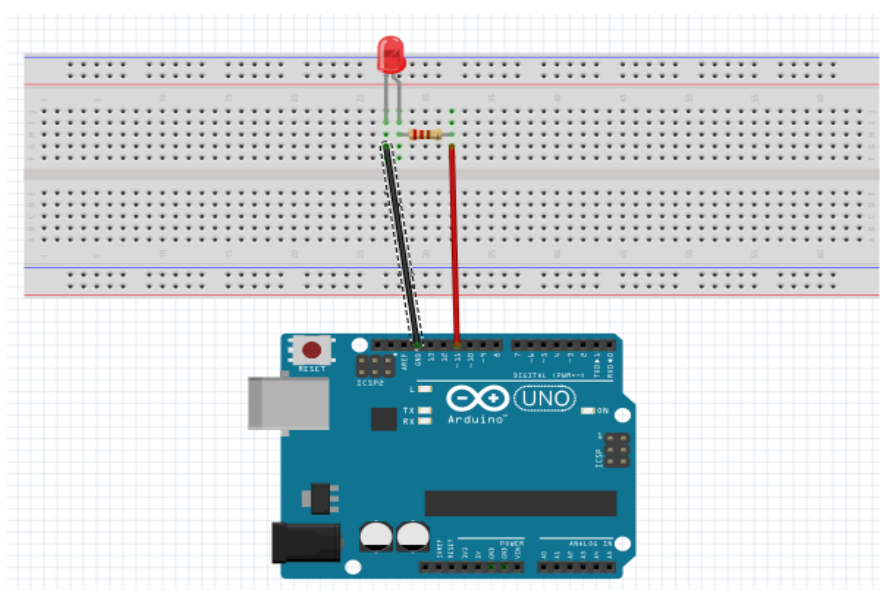
- ✓ Αναλογική έξοδος
- ✓ Μεταβλητές
- ✓ Εντολή επανάληψης περιορισμένου αριθμού φορών
- ✓ Έλεγχος συνθήκης

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 1 Αντίσταση 220Ω
- ✓ 1 LED
- ✓ Καλώδια

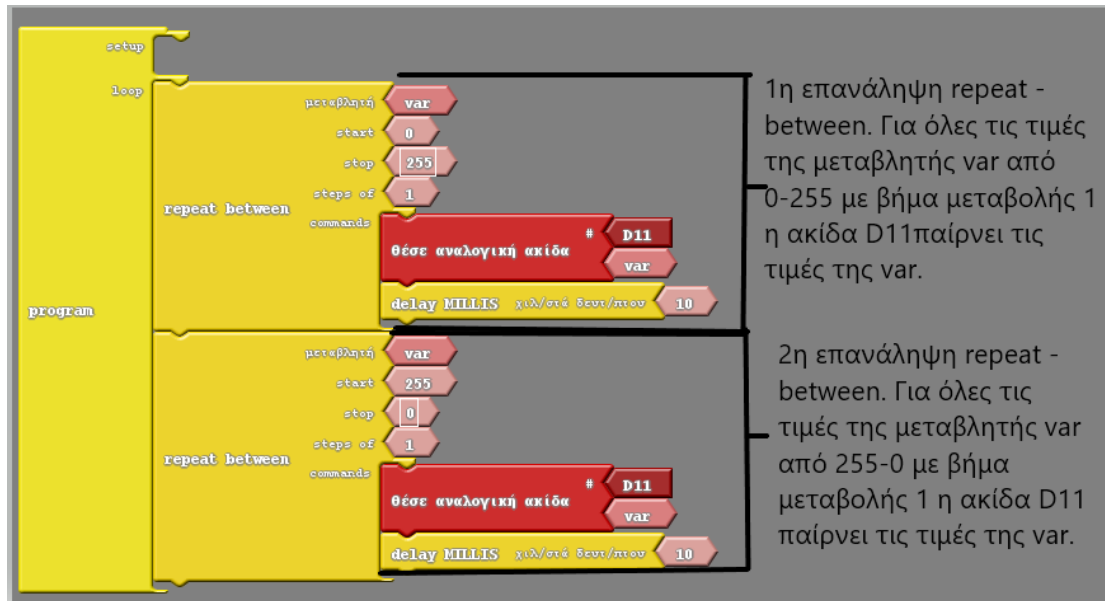
Τα pins του Arduino στην έξοδο, έχουν τη δυνατότητα να δώσουν από 0 έως και 5V τάση. Από τις 14 ψηφιακές θύρες που διαθέτει, οι έξι και συγκεκριμένα οι 3, 5, 6, 9, 10, 11, είναι και PWM θύρες (Pulse Width Modulation), που σημαίνει ότι μπορούν να προσομοιώσουν αναλογικές εξόδους, οι οποίες μπορούν να δώσουν ρεύμα εξόδου όποιας τιμής θέλουμε στο διάστημα από 0 έως 5V. Για την ακρίβεια έχουν τη δυνατότητα να δίνουν 256 διαφορετικά επίπεδα τάσης, με το επίπεδο 0 να αντιστοιχεί στα 0 V, το επίπεδο 255 στα 5 V, το επίπεδο 127 στα 2,5 V κ.ο.κ.

Το κύκλωμα:



Εικόνα 40. Κύκλωμα 3ου σχεδίου. LED με αυξομειούμενη ένταση

Η μόνη διαφορά από το κύκλωμα του 1^{ου} σχεδίου είναι ότι τώρα το LED είναι συνδεδεμένο στη θύρα 11 του Arduino που είναι PWM.



Εικόνα 41. Τα blocks κώδικα του 3ου σχεδίου

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 41, στον κώδικα της εφαρμογής, μέσα στη συνάρτηση loop υπάρχουν δύο εντολές επανάληψης, repeat – between. Στην 1^η το LED από σβηστό ανάβει σταδιακά παίρνοντας όλες τις ενδιάμεσες τιμές της μεταβλητής var από 0-255, δηλαδή η φωτεινότητα του ξεκινά από τα 0V και φτάνει ως τα 255V που είναι η μέγιστη τιμή που μπορεί να πάρει. Αρχικά στη μεταβλητή var ανατίθεται η τιμή 0, μέσω της παραμέτρου start. Στη συνέχεια εξετάζεται η τιμή της συνθήκης, αν δηλαδή η τιμή της var είναι μικρότερη ή ίση με 255 μέσω της παραμέτρου stop. Όσο η συνθήκη είναι αληθής εκτελούνται οι εντολές της περιοχής commands, ενώ μόλις η συνθήκη γίνει ψευδής τερματίζεται η εκτέλεση της repeat.

Στη δεύτερη επανάληψη κάνει το αντίστροφο, δηλαδή το LED από αναμμένο που είναι στα 5V μειώνεται σταδιακά η φωτεινότητα του μέχρι να σβήσει. Σε κάθε επανάληψη υπάρχει και μια καθυστέρηση delay 10ms για να γίνεται πιο ομαλά η μεταβολή της φωτεινότητας. Για να γίνει αυτή η εφαρμογή, στηρίζομαστε στην τεχνική PWM, η οποία υποστηρίζει 256 διαφορετικά επίπεδα τάσης με τα οποία τροφοδοτούμε το LED μέσω της μεταβλητής var η οποία παίρνει αυτές τις 256 διαφορετικές τιμές σταδιακά.

Δραστηριότητα

Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα LED διαφορετικού χρώματος στο προηγούμενο κύκλωμα, το οποίο θα δουλεύει αντίστροφα από το πρώτο LED. Δηλαδή, όταν η φωτεινότητα του πρώτου αυξάνεται, του δεύτερου θα μειώνεται και αντίστροφα.

Δραστηριότητα 4. LED με σταδιακή αυξομείωση της φωτεινότητας και αναβόσβησμα δυο φορές όταν είναι τελείως σβηστό κι όταν έχει πλήρη φωτεινότητα

Σε αυτή τη δραστηριότητα θα βασιστούμε στην προηγούμενη. Το κύκλωμα δε θα αλλάξει καθόλου. Θα προσθέσουμε όμως νέες εντολές ώστε το LED να αναβοσβήνει δύο φορές όταν φτάνει σε πλήρη φωτεινότητα 5V κι όταν φτάνει στην ελάχιστη 0V.

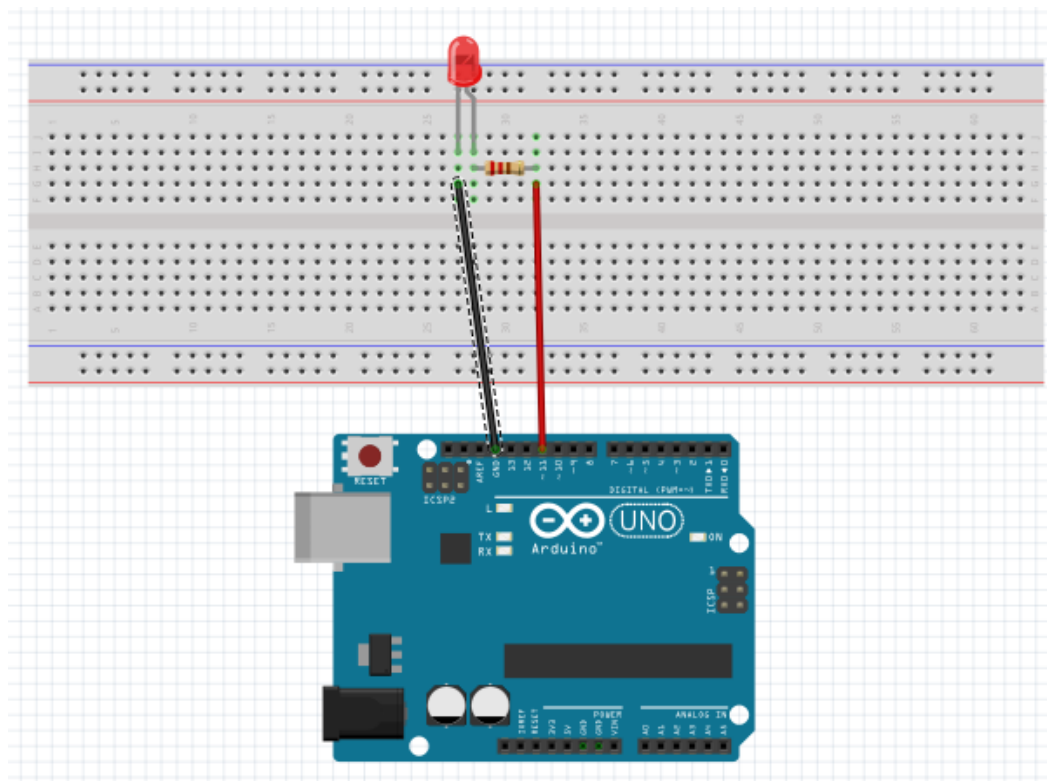
Τι θα μάθουμε:

- ✓ Εντολή Ελέγχου
- ✓ Εντολή Επανάλαβε

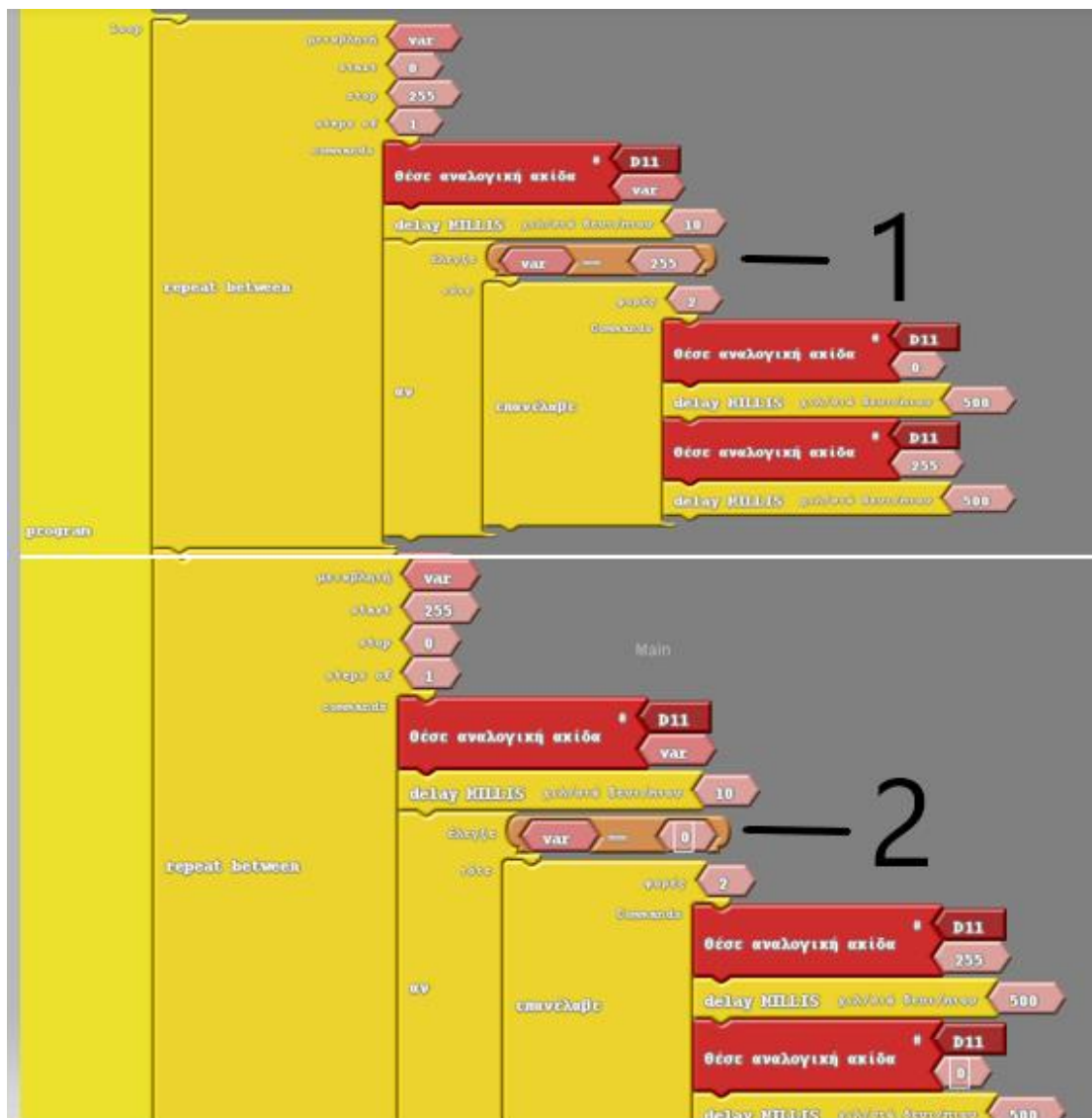
Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 1 Αντίσταση 220Ω
- ✓ 1 LED
- ✓ Καλώδια

Το κύκλωμα



Εικόνα 42. Κύκλωμα 4ου σχεδίου



Εικόνα 43. Τα blocks κώδικα του 4ου σχεδίου

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 43, σε σχέση με τον κώδικα του προηγούμενου παραδείγματος, έχουν προστεθεί δύο επιπλέον τμήματα, τα 1, 2.

Στο 1, χρησιμοποιούμε τη δομή ελέγχου «αν» - «τότε» και μέσα σε αυτήν τη δομή «επανάλαβε» - «φορές». Στην αρχή λοιπόν, στη δομή «αν» και στην παράμετρο «έλεγχε», ελέγχει αν η τιμή της μεταβλητής var είναι ίση με 255. Αν η συνθήκη είναι αληθής εκτελείται το κομμάτι κώδικα μέσα στο «τότε» όπου τοποθετούμε τη δομή «επανάλαβε» και στην παράμετρο φορές έχουμε βάλει το 2 γιατί θέλουμε να αναβοσβήσει το LED δύο φορές, ενώ μέσα στην παράμετρο «Comments» έχουμε βάλει τις εντολές για να ανάψει και να σβήσει δύο φορές το LED με μια καθυστέρηση 0,5 sec.

Αντίστοιχα στο 2, κάνουμε ανάλογη διαδικασία, αλλά εδώ ο έλεγχος γίνεται για το αν η τιμή της μεταβλητής var είναι ίση με 0. Με αυτόν τον τρόπο, πετυχαίνουμε το LED να αναβοσβήσει δύο φορές όταν είναι πλήρως αναμμένο κι όταν είναι τελείως σβηστό.

Δραστηριότητα

Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα LED διαφορετικού χρώματος στο προηγούμενο κύκλωμα, το οποίο θα δουλεύει αντίστροφα από το πρώτο LED. Δηλαδή, όταν η φωτεινότητα του πρώτου αυξάνεται, του δεύτερου θα μειώνεται και αντίστροφα και το καθένα από αυτά όταν φτάνει σε τάση 0V ή 5V να αναβοσβήνει δύο φορές.

Δραστηριότητα 5. LED με ρύθμιση της φωτεινότητας με ποτενσιόμετρο

Σε αυτήν τη δραστηριότητα θα χρησιμοποιήσουμε ένα ποτενσιόμετρο για να μπορούμε να ρυθμίζουμε την ένταση (φωτεινότητα) με την οποία θα ανάβει ένα LED. Το ποτενσιόμετρο είναι μια αναλογική ηλεκτρονική συσκευή που δίνει μεταβλητές τιμές σαν τάση εξόδου. Για το κύκλωμα θα χρησιμοποιήσουμε ένα LED και μια αντίσταση τα οποία τα οποία θα συνδέσουμε σε μια PWM ακίδα στην πλακέτα, ένα ποτενσιόμετρο το οποίο θα συνδέσουμε σε ένα αναλογικό pin εισόδου. Ανάλογα με την τιμή που διαβάζεται από το ποτενσιόμετρο, δίνεται αντίστοιχη ένταση στο LED.

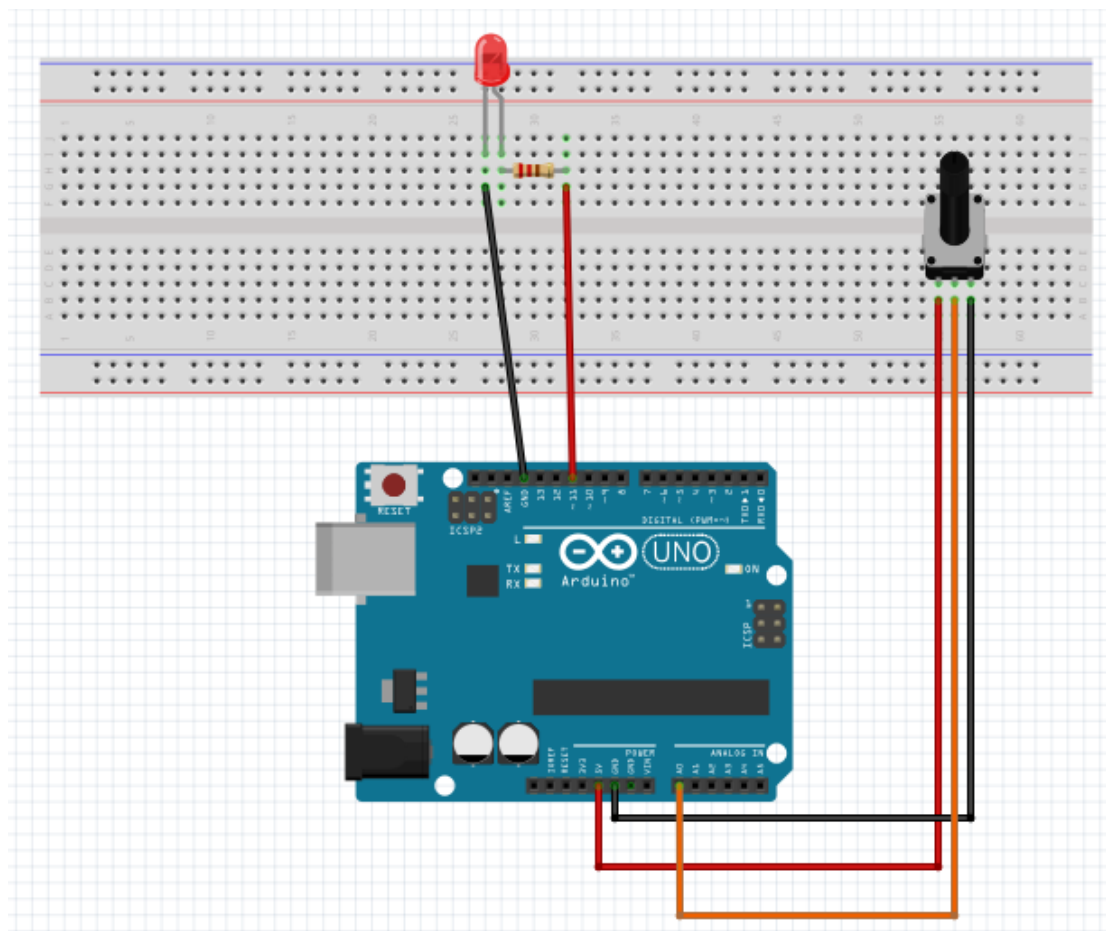
Τι θα μάθουμε:

- ✓ Αναλογική Είσοδος
- ✓ Ποτενσιόμετρο

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

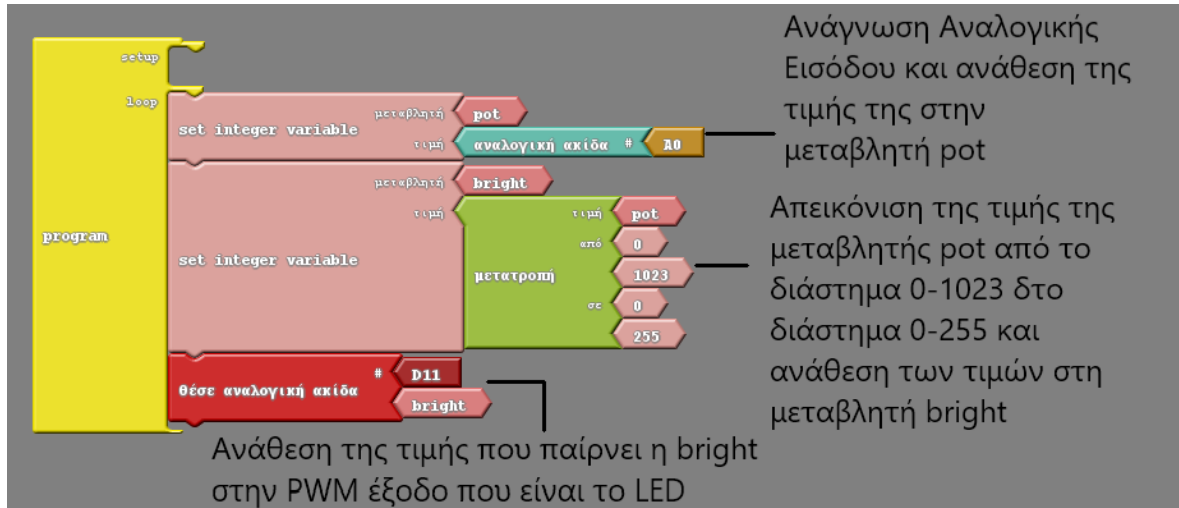
- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 1 Αντίσταση 220Ω
- ✓ 1 LED
- ✓ Καλώδια
- ✓ 1 Περιστροφικό ποτενσιόμετρο

Το κύκλωμα



Εικόνα 44. Κύκλωμα 5ου σχεδίου

Από τον αριστερό ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου παίρνουμε ένα καλώδιο και το συνδέουμε με τον ακροδέκτη 5V της πλακέτας. Με άλλο ένα καλώδιο συνδέουμε τον δεξί ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου με τη γείωση GND της πλακέτας. Και τέλος με ένα τρίτο καλώδιο, συνδέουμε τον μεσαίο ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου με την Αναλογική είσοδο της πλακέτας A0.



Εικόνα 45. Τα blocks κώδικα του 5ου σχεδίου

Στη loop σε κάθε επανάληψη, διαβάζεται η τιμή από την αναλογική είσοδο του Arduino A0 που παίρνει τιμές από 0 – 1023, η οποία αντιστοιχίζεται στο διάστημα 0 – 255 και ανατίθεται στη μεταβλητή bright. Αυτή η μετατροπή είναι απαραίτητη, γιατί αυτές είναι οι επιτρεπτές τιμές που μπορούμε να στείλουμε στον ακροδέκτη 11 που είναι συνδεδεμένο το LED. Η εντολή «θέσε αναλογική ακίδα D11», «bright», στέλνει την τιμή της μεταβλητής bright στην θύρα 11 που είναι συνδεδεμένο το LED. Οπότε ανάλογα με την τιμή της bright θα έχουμε αντίστοιχη φωτεινότητα στο LED.

Δραστηριότητες

1. Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα LED διαφορετικού χρώματος στο προηγούμενο κύκλωμα, για το οποίο επίσης θα ρυθμίζεται η φωτεινότητά του με το ποτενσιόμετρο.
2. Αλλάξτε τώρα τον κώδικα της προηγούμενης άσκησης, έτσι ώστε η φωτεινότητα να ρυθμίζεται από το ποτενσιόμετρο αντίστροφα, δηλαδή, όταν η φωτεινότητα του πρώτου αυξάνεται, του δεύτερου θα μειώνεται και αντίστροφα.

Δραστηριότητα 6. LED που ανάβει με το πάτημα κουμπιού

Στα προηγούμενα κυκλώματα που είδαμε ως τώρα χρησιμοποιήσαμε τους διάφορους ψηφιακούς ακροδέκτες του Arduino σαν εξόδους. Σε αυτό το σχέδιο θα δούμε τη χρήση τους και σαν είσοδο. Για να γίνει αυτό θα χρησιμοποιήσουμε στο κύκλωμα του πρώτου σχεδίου κι ένα κουμπί. Το LED ανάβει και παραμένει αναμμένο, όσο το κουμπί κρατιέται πατημένο. Όταν αφήνουμε το κουμπί, τότε σβήνει το LED. Για να μπορούμε να ελέγχουμε σε τι κατάσταση βρίσκεται η ακίδα, πρέπει στο πρόγραμμά μας να εντάξουμε την εντολή ελέγχου: «αν – αλλιώς».

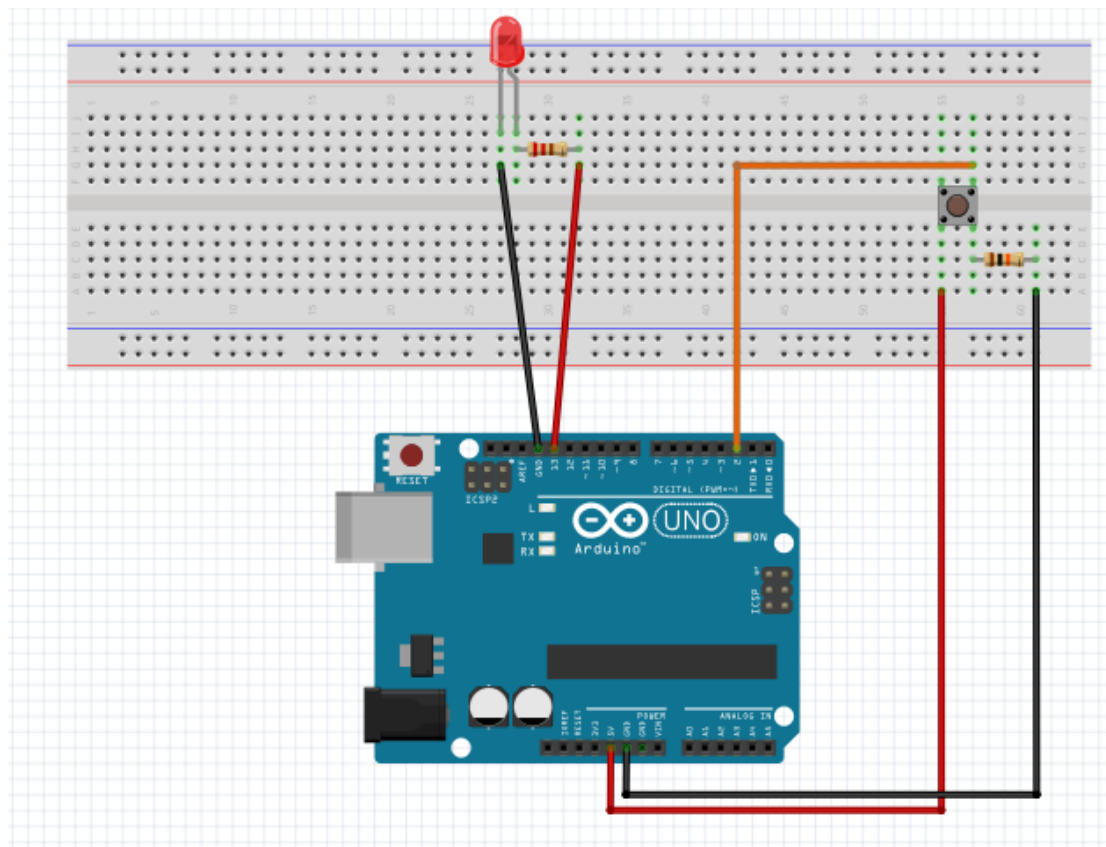
Τι θα μάθουμε:

- ✓ Ψηφιακή Είσοδος
- ✓ Κουμπί
- ✓ Εντολή Ελέγχου αν - αλλιώς

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 1 Αντίσταση 220Ω
- ✓ 1 Αντίσταση 10kΩ
- ✓ 1 LED
- ✓ Καλώδια
- ✓ 1 Κουμπί

Το κύκλωμα

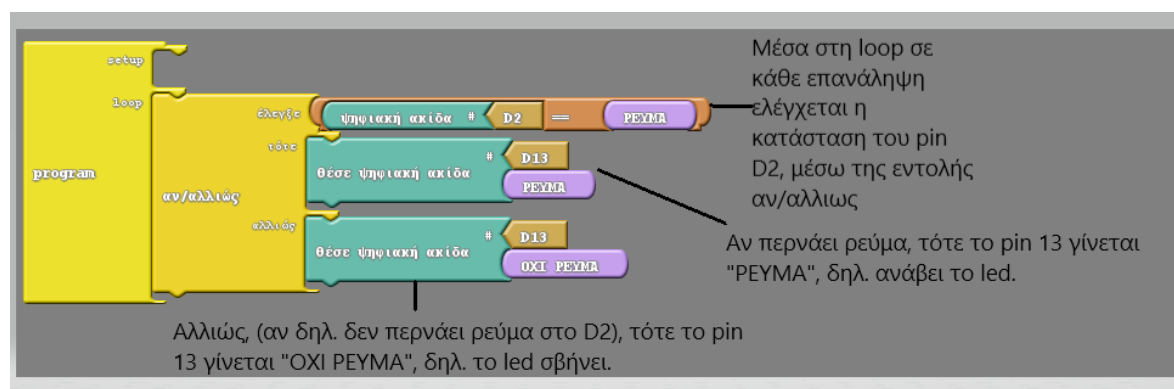


Εικόνα 46. Κύκλωμα του σχεδίου

Κουμπώνουμε το κουμπί πάνω στο breadboard όπως φαίνεται στην εικόνα 46, έτσι ώστε να γεφυρώνονται τα δύο ανεξάρτητα τμήματα των στηλών που έχουν πατήσι. Συνδέουμε με ένα καλώδιο τον κάτω αριστερά ακροδέκτη του κουμπιού, με τα 5V του Arduino. Στον κάτω δεξιά ακροδέκτη του κουμπιού, συνδέουμε την αντίσταση 10kΩ. Από το άλλο άκρο της αντίστασης συνδέουμε ένα καλώδιο που πάει στη γείωση της πλακέτας. Με ένα τρίτο καλώδιο συνδέουμε τον πάνω δεξιά ακροδέκτη του κουμπιού με την ψηφιακή ακίδα 2 του Arduino. (Η υπόλοιπη συνδεσμολογία του LED είναι η ίδια με αυτήν της πρώτης δραστηριότητας).

Ανάλυση της συνδεσμολογίας:

Το αριστερό μέρος του κουμπιού, συνδέεται απευθείας στην τροφοδοσία 5V του Arduino και το δεξί μέρος μέσω της αντίστασης 10kΩ στη γείωση (GND). Την κατάσταση του κουμπιού (πατημένο ή όχι), την ελέγχουμε με τη σύνδεση του δεξιού του τμήματος στον ψηφιακό ακροδέκτη 2 του Arduino. Όσο δεν πατάμε το κουμπί, δε δημιουργείται κύκλωμα κι έτσι ο ακροδέκτης 2 είναι συνδεδεμένος με τη γείωση. Αντίθετα, όταν πατάμε το κουμπί, δημιουργείται κύκλωμα και περνάει το ρεύμα, οπότε ο ακροδέκτης 2 συνδέεται στα 5V, και μέσω του προγράμματος, δίνει εντολή και ανάβει το LED.



Εικόνα 47. Τα blocks κώδικα του 6ου σχεδίου

Δραστηριότητα

Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα LED στο κύκλωμα, έτσι ώστε να κάνετε ένα συνδυασμό του πρώτου και του 6^{ου} σχεδίου. Δηλαδή το ένα LED θα αναβοσβήνει, όπως στο πρώτο σχέδιο και το άλλο θα ελέγχεται από το κουμπί. (Με αυτήν την δραστηριότητα θα μας δοθεί η δυνατότητα να εξηγήσουμε το πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε στο πρόγραμμα μας με τη χρήση της delay και να τους δείξουμε τη συνάρτηση «Χρονόμετρο»), οπότε τα παιδιά θα διδαχθούν και την έννοια της εκσφαλμάτωσης ενός προγράμματος.

Δραστηριότητα 7. Ανιχνεύοντας την απόσταση – Σύστημα parking

Σε αυτήν την κατασκευή θα χρησιμοποιήσουμε τον αισθητήρα απόστασης προκειμένου να προειδοποιούμαστε όταν ένα εμπόδιο βρίσκεται κοντύτερα από μια απόσταση, την οποία έχουμε ορίσει. Όταν η απόσταση είναι μεγαλύτερη από το όριο που έχουμε θέσει, ανάβει ένα πράσινο LED. Όταν η απόσταση γίνει μικρότερη από αυτό το όριο, σβήνει το πράσινο LED και ανάβει ένα κόκκινο. Όταν η απόσταση ξεπεράσει και ένα 2^ο όριο που έχουμε θέσει, εκτός από το κόκκινο LED ακούγεται κι ένας ήχος για να μας προειδοποιήσει ακόμη πιο έντονα. Αυτή η κατασκευή προσομοιάζει με το σύστημα που έχουν τα αυτοκίνητα, ώστε κατά το παρκάρισμα, όταν πλησιάζουμε πολύ κοντά σε κάποιο εμπόδιο, ηχεί το προειδοποιητικό σινιάλο.

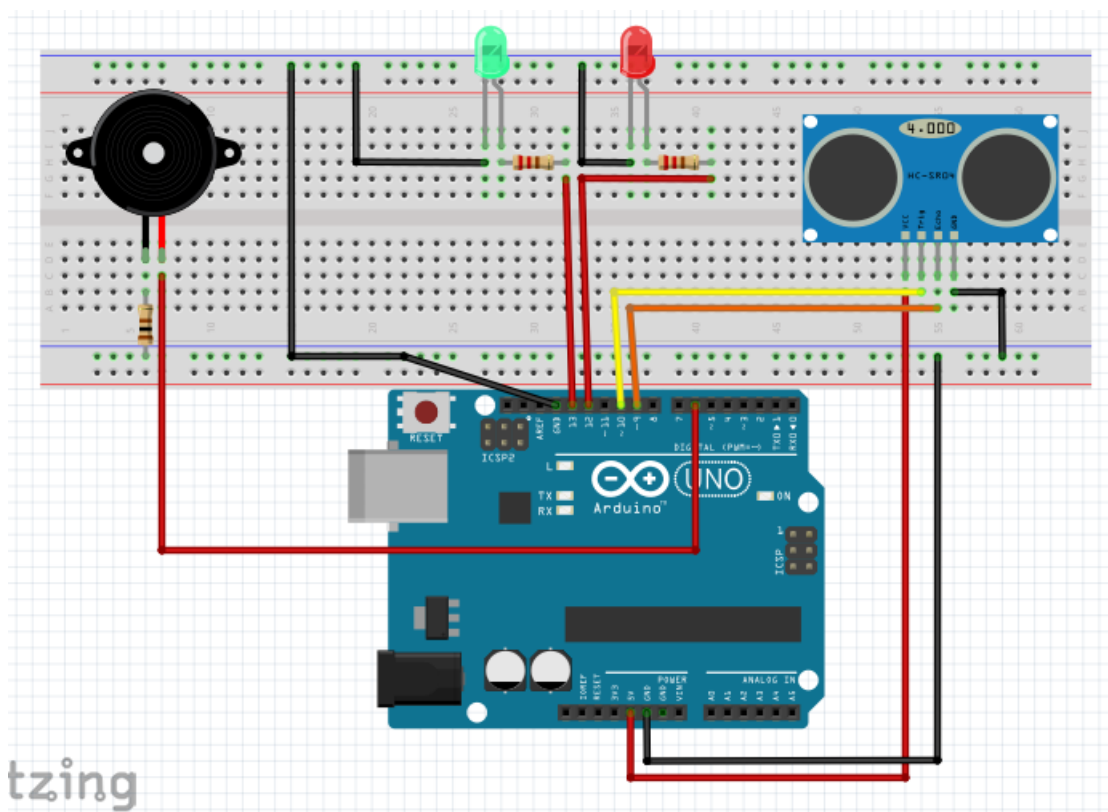
Τι θα μάθουμε:

- ✓ Πολλαπλοί έλεγχοι αν – αλλιώς
- ✓ Σειριακή οθόνη
- ✓ Αισθητήρας απόστασης
- ✓ Ηχείο ή buzzer

Υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε:

- ✓ Arduino UNO
- ✓ Breadboard
- ✓ 2 Αντιστάσεις 220Ω
- ✓ LED πράσινο
- ✓ LED κόκκινο
- ✓ Καλώδια
- ✓ Αισθητήρα απόστασης HC – SR04 ULTRASONIC
- ✓ Ηχείο η Buzzer

Το κύκλωμα



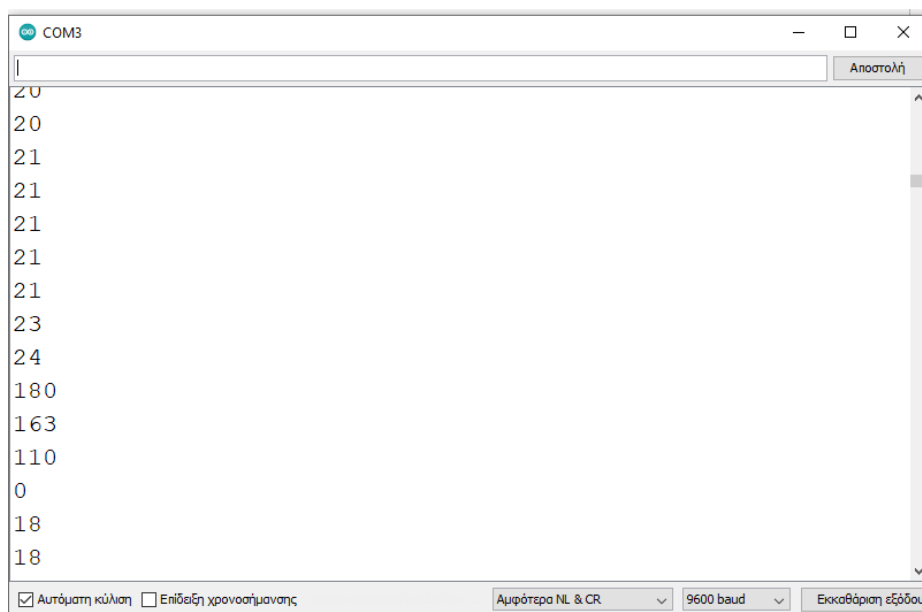
Εικόνα 48. Το κύκλωμα του σχεδίου 7

Πριν προχωρήσουμε στην ανάπτυξη ολόκληρου του προγράμματος θα δοκιμάσουμε ότι δουλεύει σωστά το κύκλωμα με τον αισθητήρα απόστασης ελέγχοντας τη λειτουργία του με τη σειριακή οθόνη. Για να ενεργοποιηθεί η σειριακή οθόνη πατάμε στο παράθυρο του ArduBlock το πλήκτρο «Σειριακή οθόνη».

Συνδέουμε το trigger του αισθητήρα στο pin 10 του Arduino και το echo στο pin 9. Με τις τιμές που παίρνονται από εκεί, υπολογίζεται η απόσταση και οι τιμές που προκύπτουν ανατίθενται στη μεταβλητή distance κι εμφανίζονται στη σειριακή οθόνη.

Εικόνα 49. Ο κώδικας για την εμφάνιση της απόστασης

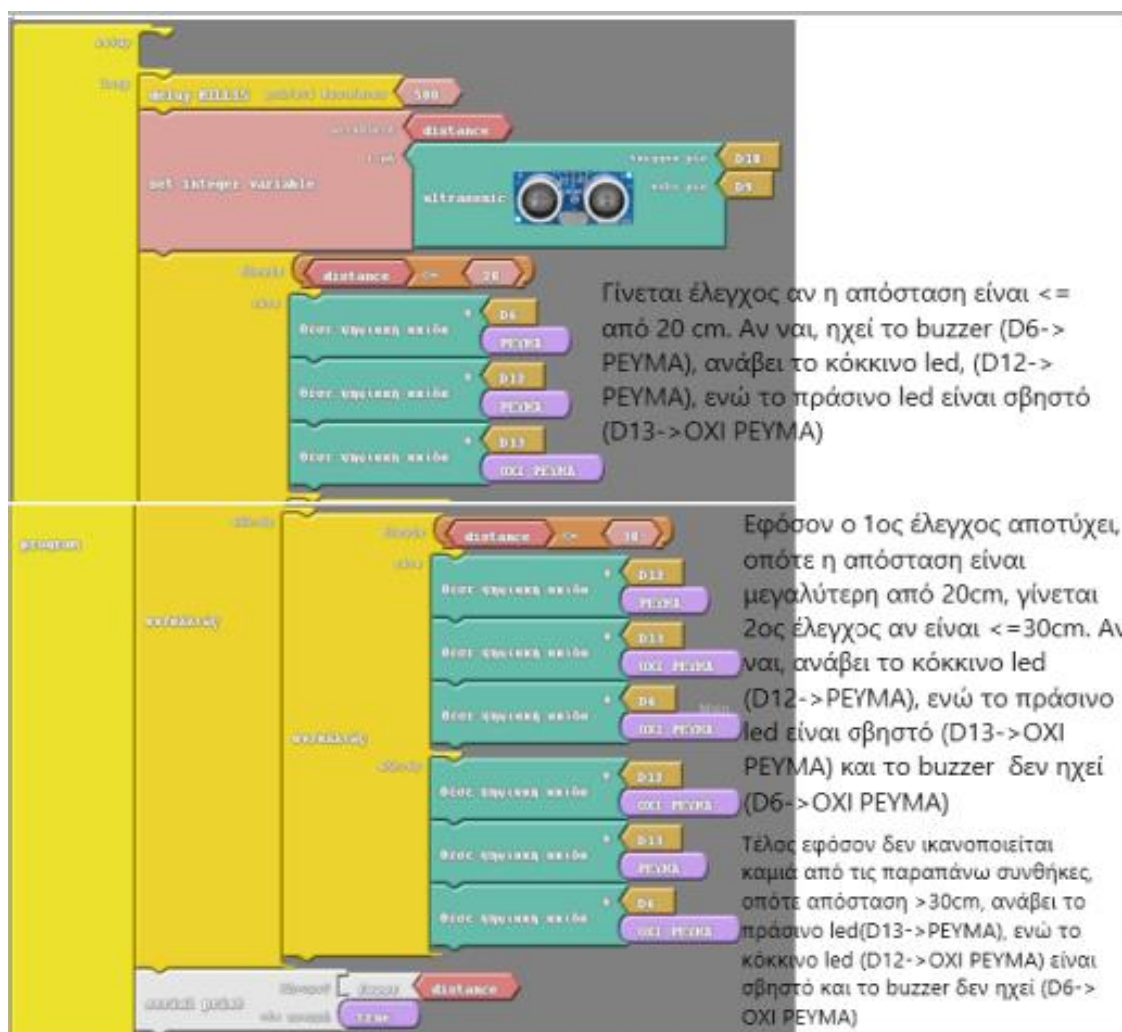
Και οι τιμές που παίρνουμε στην οθόνη.



Εικόνα 50. Οι τιμές που παίρνουμε στη Σειριακή οθόνη

Κρατάμε ένα αντικείμενο μπροστά από τον αισθητήρα, και το πλησιάζουμε ή το απομακρύνουμε από αυτόν και παρατηρούμε τις τιμές που παίρνουμε στην οθόνη. Όσο πλησιάζουμε το αντικείμενο στον αισθητήρα οι τιμές μικραίνουν κι όταν το απομακρύνουμε οι τιμές μεγαλώνουν. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας μπορεί να μετρήσει αποστάσεις από 2 – 400 cm.

Στη συνέχεια προχωράμε στην ολοκλήρωση του προγράμματος.



Εικόνα 51. Τα blocks κώδικα για το 7ο σχέδιο

Σε κάθε επανάληψη μέσα στη loop, έχουμε μια μέτρηση από τον αισθητήρα απόστασης. Η μέτρηση αυτή δίνει την τιμή της στη μεταβλητή distance. Όλη η διαδικασία αποστολής και λήψης σήματος που κάνει ο ultrasonic για τον υπολογισμό της ταχύτητας, υλοποιείται στο ArduinoBlock από το πλακίδιο ultrasonic. έχουμε επίσης στην αρχή κάθε επανάληψης μια καθυστέρηση 500ms ώστε να έχει περιθώριο ο αισθητήρας να ξανά στείλει σήμα ώστε να μετρήσει την απόσταση. Τέλος έχουμε κρατήσει και το πλακίδιο για να βγαίνουν στη σειριακή οθόνη οι μετρήσεις του αισθητήρα.

Δραστηριότητα

Δοκιμάστε να προσθέσετε άλλο ένα λαμπάκι πορτοκαλί χρώματος, και να αλλάξετε τα όρια που θα ανάβουν τα LEDS, με τρόπο τέτοιο, ώστε όταν η απόσταση θεωρείται επαρκής να ανάβει το πράσινο LED, όταν περάσει κάποιο όριο, που θα επιλέξετε εσείς, να ανάβει σαν πρώτη προειδοποίηση το πορτοκαλί LED, όταν θα μειωθεί και άλλο η απόσταση, να ανάβει το κόκκινο και όταν τα πράγματα γίνουν

επικίνδυνα γιατί πλησιάζει πολύ το εμπόδιο, εκτός από το κόκκινο LED να ηχεί και το buzzer.

Επόμενες Δραστηριότητες

Αφού συνεχιστεί μια σειρά μαθημάτων, αναπτύσσοντας μερικές ακόμη δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας, με τις οποίες τα παιδιά θα έχουν τη δυνατότητα να εμπεδώσουν καλύτερα τις διάφορες προγραμματιστικές έννοιες, την κατασκευή διάφορων αυτοματισμών, αλλά και τη λειτουργία διαφορετικών αισθητήρων, μηχανών και γενικά εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους κατασκευές, θα έρθει η ώρα να ανατεθεί στις ομάδες η εκπόνηση ενός μεγαλύτερου έργου. Μερικές ιδέες για την ανάθεση ενός τέτοιου έργου, μπορεί να είναι ένα όχημα του οποίου την κίνηση θα ελέγχουν τα παιδιά μέσω bluetooth από τις κινητές τους συσκευές ή από το πληκτρολόγιο ενός υπολογιστή, ή θα έχει τη δυνατότητα να παρκάρει αυτόματα, ή να αποφεύγει εμπόδια, ή να ακολουθεί μια προκαθορισμένη διαδρομή πάνω σε μια μαύρη γραμμή. Μια άλλη ιδέα είναι η κατασκευή ενός «Έξυπνου σπιτιού», ή το σύστημα αυτόματης Γεωργίας και οτιδήποτε άλλο μπορεί να βάλει ο νους μας.

5.3 Σύνοψη Κεφαλαίου

Στο κεφάλαιο αυτό επιχειρήσαμε να συνδέσουμε τη διδακτική μας παρέμβαση με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης και με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για τις ΤΠΕ στο Δημοτικό Σχολείο. Παρουσιάσαμε τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε για την διδακτική μας παρέμβαση και επτά δραστηριότητες για τα μαθήματα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούμε εκτός από την πλακέτα Arduino είναι: Breadboard, Καλώδια, LED, Αντιστάσεις, Αισθητήρας Απόστασης, Buzzer, Διακόπτης, Ποτενσιόμετρο. Οι δραστηριότητες είναι κλιμακούμενης δυσκολίας και άπτονται σε θέματα από την καθημερινή ζωή των παιδιών (για παράδειγμα, φανάρια κυκλοφορίας ή σύστημα παρκαρίσματος), οπότε τους κεντρίζουν ιδιαίτερα το ενδιαφέρον. Σε κάθε δραστηριότητα υπάρχει και πρόταση επέκτασης, έτσι ώστε να κεντρίζεται παραπάνω το ενδιαφέρον των παιδιών και να τους δίνεται η ευκαιρία να αναστοχαστούν και να δημιουργήσουν.

6

Συμπεράσματα - Επεκτάσεις

Συμπεράσματα

Η διδακτική μας παρέμβαση εφαρμόστηκε σε μια ομάδα παιδιών στο 3^ο Δημοτικό Σχολείο Ηρακλείου Αττικής, στο πλαίσιο δραστηριοτήτων που προσέφερε ο Σύλλογος Γονέων & Κηδεμόνων στους μαθητές του σχολείου. Τα παιδιά αυτά ήταν ήδη εξοικειωμένα με το αντικείμενο της ρομποτικής, με τη χρήση των πακέτων Lego Wedo 2 και Lego Mindstorms EV3. Παρατηρώντας λοιπόν τα παιδιά και τη συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, έχουμε να σχολιάσουμε τα εξής:

Τα παιδιά που δείχνουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και έχουν ταλέντο στη ρομποτική, φαίνεται να εντυπωσιάζονται ιδιαίτερα με την ενασχόληση με το Arduino. Με τα πακέτα της Lego, φαίνεται ότι είχαν φτάσει σε ένα σημείο που δεν είχαν κάτι παραπάνω να κατακτήσουν. Αυτό οφείλεται μάλλον στο γεγονός ότι αυτά τα πακέτα δίνουν βαρύτητα στα γρανάζια και στην ενασχόληση με τη μηχανική και μετά από ένα πλήθος δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν τα παιδιά, δεν έχει κάτι παραπάνω να τους προσφέρει. Αντίθετα οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται με το Arduino βασίζονται πιο πολύ στον ηλεκτρισμό (πολλή ενασχόληση με καλώδια, διαπέραση ή όχι ρεύματος κ.ά.). Αυτό είναι κάτι που συναρπάζει τα παιδιά, δεδομένου ότι το ρεύμα το βλέπουν παντού γύρω τους.

Δεδομένου ότι για το Arduino διατίθενται στο εμπόριο, πολλές και ιδιαίτερα οικονομικές συσκευές – περιφερειακά, οι εκπαιδευτικοί έχουν πολύ μεγάλη ευχέρεια να σχεδιάσουν ποικίλες εφαρμογές και τα παιδιά να δουν πολλά διαφορετικά πράγματα. Πολύ περισσότερο από τις άλλες πλατφόρμες οι εφαρμογές με το Arduino προσομοιάζουν στην πραγματικότητα, σε πράγματα με τα οποία τα παιδιά έρχονται καθημερινά σε επαφή (π.χ. σύστημα παρκαρίσματος, φανάρια κυκλοφορίας κ.ά.). Λόγω των πολλών και οικονομικών υλικών που διατίθενται, δίνεται η δυνατότητα στον δάσκαλο να αναπτύσσει το μάθημα κάθε φορά, σύμφωνα με το επίπεδο των μαθητών. Αυτό οφείλεται και στο ότι όλες οι δραστηριότητες είναι εύκολα επεκτάσιμες και άρα στις πιο προχωρημένες ομάδες, μπορεί εύκολα να δοθεί το έναυσμα να κάνουν μια επέκταση της δραστηριότητας, την ώρα που οι πιο αδύναμες ομάδες χρειάζονται χρόνο

για να κατανοήσουν και να ολοκληρώσουν την αρχική δραστηριότητα. Έτσι ούτε οι πιο προχωρημένοι βαριούνται και αδρανούν, ούτε οι πιο αδύναμοι αγχώνονται ή στεναχωριούνται ότι δεν τα καταφέρνουν. Ο εκπαιδευτικός έχει τη δυνατότητα να δείξει πιο πολλά εννοιολογικά αντικείμενα. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η ενασχόληση με το Arduino να ενθουσιάζει τα παιδιά, να τους κεντρίζει το ενδιαφέρον και να ενθαρρύνει τη συμμετοχή τους, κάνοντας τα να έχουν πολύ καλή ανταπόκριση.

Από την άλλη μεριά οι κατασκευές με το Arduino είναι πιο δύσκολες, χρειάζονται πιο ανεπτυγμένες δεξιότητες – λεπτή κινητικότητα – που πολλά παιδιά δε διαθέτουν σε ικανοποιητικό επίπεδο σε αντίθεση με τα Lego που δίνουν τη δυνατότητα για πιο εύκολες και απλές κατασκευές στις οποίες φαίνεται να αρέσκονται ιδιαίτερα τα παιδιά. Αυτό είναι ένα κρίσιμο σημείο, το οποίο πρέπει να προσέξει πολύ ο δάσκαλος, διότι λόγω του παραπάνω κινδύνου να δυσκολευτούν τα παιδιά στην κατασκευή, μπορεί να οδηγηθούν σε απογοήτευση και παραίτηση. Σε αυτό το σημείο, πρέπει να επισημάνουμε ότι παρατηρήσαμε, σε αντίθεση με ότι μπορεί να πιστεύουμε και αποτελεί στερεότυπο, ότι περισσότερα κορίτσια τα καταφέρνουν πολύ καλά με τα κυκλώματα.

Κλείνοντας τις παρατηρήσεις μας, θα αναφέρουμε ότι ο προγραμματισμός με το Arduino είναι πολύ πιο προχωρημένος. Αυτό, σε συνδυασμό και με την προηγούμενη εμπειρία που είχαν τα παιδιά με τα Lego, σαν φυσική συνέπεια αυτού του γεγονότος θα μπορούσαμε να πούμε, το loop των προγραμμάτων του Arduino είναι κάτι που δυσκολεύει πάρα πολύ τα παιδιά και αργούν πάρα πολύ να το κατανοήσουν.

Τέλος επιγραμματικά μπορούμε να πούμε ότι ομάδες παιδιών με ιδιαίτερη κλίση στη ρομποτική και τον προγραμματισμό, ανταποκρίνονται πολύ καλά στη χρήση του Arduino και το προτείνουμε ανεπιφύλακτα, πιστεύοντας ότι θα έχουμε θεαματική εξέλιξη και αποτελέσματα στην κατάκτηση ιδιαίτερων σχετικών δεξιοτήτων. Αντίθετα, παιδιά που δυσκολεύονται σχετικά, τόσο με τις κατασκευές, όσο και με τις προγραμματιστικές έννοιες, καλό θα ήταν να αργήσουν περισσότερο να ασχοληθούν με το Arduino και να παρατείνουν την ενασχόληση τους με τις Lego πλατφόρμες, γιατί υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος απογοήτευσης και παραίτησης.

Η δική μας διδακτική παρέμβαση, περιορίστηκε σε λίγα σχέδια μαθήματος. Μελλοντικά θα μπορούσε να εμπλουτιστεί, προσθέτοντας πλήθος άλλων δραστηριοτήτων, κατάλληλων για παιδιά δημοτικής εκπαίδευσης, αλλά θα μπορούσε να πάει ακόμη παρά πέρα, αναπτύσσοντας και άλλες δραστηριότητες μαθημάτων κατάλληλες για όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης.

Αναφορές

- Abdulla, R., Alsammarraie, M., Shaeer, K., Karawi, H., & Baba, A. (2017, January). Experiments with mBot. *Technical report*, pp. 1-11
- Abelson, H., Goodman, N., & Rudolph, L. (1974). *LOGO Manual*. Cambridge, Massachusetts: MIT
- App Inventor <http://appinventor.mit.edu/>
- ArduBlock <http://blog.ardublock.com/>
- Arduino
<https://www.arduino.cc/>
<https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
<http://wiring.org.co/>
<https://www.arduino.cc/en/software>
- ArduinoMio
<https://www.mastrohora.it/arduiniomio/en/xuino.php>
- Aroca, R., Pazelli, T., Tonidandel, F., Filho, A., Simoes, A. d., Colombini, E., Goncalves, L. M. (2016, September). Brazilian Robotics Olympiad: A successful paradigm for science and technology dissemination. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 13, (5), pp. 1-8
- Aseba <http://aseba.wikidot.com/en:asebalanguage-1-1>
- Ayala, H., & Fu, Y. (2014, June). Design and Implementation of BIOLOID Humanoid Robot. *International Journal of Robotics Applications and Technologies (IJRAT)2(2)*, Volume: 2, Issue 2, pp. 1-16
- Balogh, R. (2005, June). A Survey of Robotic Competitions. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 2, (2), pp. 144-160
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2, 48-54
- Barab, S., Evans, M., & Baek, E. (2003). *ctivity theory as a lens for charactering the participatory unit*. In: D. Jonassen (ed.), *International Handbook on Communication Technologies*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum

Barnes, D. J. (2002). Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models. *Proceedings of the 33rd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 147-151). Cincinnati, Kentucky, USA: ACM SIGCSE Bulletin 34(1)

Bezivin, J. (2005, May). On the unification power of models. *Software & Systems Modeling, Volume 4, Issue 2*, σσ. 171–188

Blanco, J., Gonzalez, J., & Fernandez-Madriral, J. (2006). Consistent observation grouping for generating metric-topological maps that improves robot localization. *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006.* (σσ. 818-823). Orlando, FL, USA: IEEE

Blikstein B. [Stanford University]

<https://tltlab.org/content/seymour-papert-s-legacy-thinking-about-learning-and-learning-about-thinking>

Bransford, J., & Stein, B. (1984). *The ideal problem solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity*. New York: Freeman

Briggs S. (2013) Instructional Scaffolding: A Definitive Guide <http://www.opencolleges.edu.au/informed/teacher-resources/scaffolding-in-education-a-definitive-guide/>

Brogardh, T. (2007). Present and future robot control development-An industrial perspective. *Annual Reviews in Control, Volume 31, Issue 1*, pp. 69-79.

Brugali, D., & Shakhimardanov, A. (2010, April). Component - based robotic engineering part ii: Systems and models. *IEEE Robotics and Automation Magazine, 17 (1)*., σσ. 100 - 115

Bruner, J. S. (1960). *The Process of education*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press

Bruner, J. S. (1961). *The act of discovery*. Harvard Educational Review, 31(1), σελ. 21-32

Bruner, J. (1966). *The Culture of Education*. Cambridge: MA: Harvard University Press

Bruner, J. S. (1978). The role of dialogue in language acquisition. In A. Sinclair, R. J. Jarvella and W. J.M. Levelt (eds.), *The Child's Concept of Language*. New York: Springer-Verlag

Bruyninckx, H. (2008). Robotics Software: The Future Should Be Open. *IEEE Robotics & Automation Magazine, Vol 15, Issue: 1*, σσ. 9-11

Cakir, M. (2008, October). Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review, v3 n4. *International Consortium for the Advancement of Academic Publication. Abant Izzet Baysal University, Faculty of Education*, σσ. 193-206

Carbonaro, M., Rex, M., & Chambers, J. (2004, January). Using LEGO Robotics in a Project-Based Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning, Volume 6, Number 1*

Chambers, M., & Carbonaro, P. (2003, January). Designing, Developing, and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education, Vol. 11, n2*, pp. 209-241

Cheng, F. (2000). A methodology for developing robotic workcell simulation models. *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, (σσ. 1265-1271)

Cobb, P. (1994, October 1). Where Is the Mind? Constructivist and Sociocultural Perspectives on Mathematical Development. *Educational Researcher, 23, (7)*, pp. 13-20

Code <https://code.org/>

Dagdilelis, V., Sartatzemi, M., & Kagani, K. (2005). Teaching (with) robots in secondary schools: some new and not-so-new pedagogical problems. *Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05)*. Kaohsiung, Taiwan: IEEE

Denning, P. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications of the ACM, 52(6)*, 28-30

DiSessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning and literacy*. Cambridge: MIT Press

Druin, A., & Hendler, J. A. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. Morgan Kaufmann.

Edison

<https://www.why.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1/%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/code-your-bot/edison-robot/>

- Eguchi, A. (2007). Educational Robotics for Elementary School Classroom. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 2542-2549). Chesapeake, Virginia: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). [290]
- Eguchi, A. (2014, January). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, σσ. 5-11
- Engestrom, Y. (1999). *Innovative learning in work teams: Analyzing cycles of knowledge creation in practice*, in Engestrom, Y., Miettinen, R., Punamaki, R., 1999, *Perspectives on Activity Theory*. NY: Cambridge University Press
- Foulin, J. & Mouchon, S. (2002). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία*. (Μ. Φανιουδάκη.Μτφρ). Αθήνα: Μεταίχμιο
- Gasparic, M., & Janes, A. (2016, March 1). What recommendation systems for software engineering recommend: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software, Volume 113*, pp. 101-113
- Georgeon, O., & Ritter, F. (2012, May). An Intrinsically-Motivated Schema Mechanism to Model and Simulate Emergent Cognition. *Cognitive Systems Research, Volumes 15–16*, σσ. 73-92
- Goldenberg, P. (1982, August). Logo – A Cultural Glossary. *Byte*, pp. 218-218
- Gonzalez, H., & Kuenzi, J. (2012 , August). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. *Congressional Research Service* , pp. 1-34
- Gudzial, M. (2008). Paving the way for computational thinking. *Communications of the ACM*, 51(8), 25-27
- Jonassen, D. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall
- Jung, S. E., & Won, E.-s. (2018, March 21). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, pp. 1-24
- Han Kim, S., & Wook Jeon, J. (2007). Programming Lego Mindstorms NXT with visual programming. *Control, Automation and Systems, 2007. ICCAS '07* (pp. 2468 - 2472). I.E.E.E.
- Han, S., & Bhattacharya, K. (2002, October). *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology, Chapter: Constructionism, learning by design, and project-based learnin*. Georgia: University of Georgia

Harel, I. (1991). *Children Designers: Interdisciplinary Constructions for Learning and Knowing Mathematics in a Computer-rich School*. Norwood, NJ: Ablex

Harris, A., & Conrad, J. M. (2011). Survey of popular robotics simulators, frameworks, and toolkits. *2011 Proceedings of IEEE Southeastcon* (pp. 234-249). Nashville, TN, USA: IEEE

Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). *The impact of LEGO training on students' school performance in maths, ability and problem-solving attitudes: Swedish data*. *Journal of Educational Technology and Society*, 9 (3), 182-194

Kathryn, A., & Larson, L. (2002). Teachers Bridge to Constructivism. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, Volume 75, Issue 3*, pp. 118-121

Kirschner, P., & Erkens, G. (2006, July). Cognitive Tools and Mindtools for Collaborative Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 35, (2), pp. 199-209

Kramer, J., & Scheutz, M. (2007, February). Development environments for autonomous mobile robots: A survey. *Autonomous Robots, Volume 22, Issue 2*, σσ. 101-132

Koschmann, T. (1996). *Paradigm shifts and instructional technology*. In: T. Koschmann (ed.), *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum

Lantolf, J. P., & Thorne, S. L. (2006). *Sociocultural Theory and the Genesis of Second Language Development*. Oxford: Oxford University Press

Lauwaert, M. (2008, September). Playing outside the box - On LEGO toys and the changing world of construction play. *History and Technology, Volume 24, Issue 3*, pp. 221-237

Leontiev, A. (1979). *The Problem of Activity in Psychology*. In: *The Concept of Activity in Soviet Psychology*, J. Wertsch (ed.), Armonk. New York: M.E. Sharpe

Logo Foundation

<https://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html>

Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003). *Project-Based Learning Handbook: A Guide to Standards Focused Project-Based Learning for Middle and High School Teachers*. Novato: Buck Institute for Education

mBot <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot>

- Mellon, R. (2005). *Η ανάλυση της συμπεριφοράς: Θεμελιώδης συμπεριφορισμός, μέθοδοι έρευνας και βασικές αρχές καθορισμού αντιδράσεων και δράσεων*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Mollie, E., Sullivan, A., & Umaschi Bers, M. (2014, January). Implementing a Robotics Curriculum in an Early Childhood Montessori Classroom. *Journal of Information Technology Educatio*, σσ. 153-169
- Morrison J. 2006. "TIES STEM Education Monograph Series: Atributes of STEM Education". Baltimore, MD:TIES, (2): 5
- Muhammad Ikhwan Jambak, H. H. (2010). *Robotil Modelling and Simulation: Theory and Application, Robot Manipulators Trends and Development, Agustin Jimenez and Basil M Al Hadithi (Ed.)*. InTech
- Nardi, B. A. (1996). *Context and Consciousness: Activity Theory and Human- Computer Interaction*. MIT Press
- Nocks, L. (2007). *The robot: the life story of a technology*. Westport: CT: Greenwood Publishing Group
- Norskov, M. (2009, November). The Robot: The Life Story of a Technology - by Lisa Nocks. *Centaurus*, 51, (4), σσ. 323-324
- Papert, S. (1991). *Νοητικές θύελλες, Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες, Τα πάντα γύρω από τη Logo*. Αθήνα: Οδυσσέας
- Pardamean, B. (2011, December). The effect of logo programming language for creativity and problem solving. *Proceedings of the 10th WSEAS international conference on E-Activities*, pp. 151-156
- Perkovic L., A. Settle, S. Hwang and J. Jones, "A Framework for Computational Thinking across the Curriculum", In ITiCSE 2010: 15th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, Turkey, June 2010
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005). Some reflections on designing construction kits for kids. *IDC '05 Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children* (pp. 117-122). Boulder, Colorado: ACM New York, NY, USA ©2005
- Resnick, M., Martin, F., Sargent, R., & Silverman, B. (1996). Programmable Bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal, Volume: 35, Issue: 3.4* , pp. 443-452

Ribeiro, C., Coutinho, C., Costa, M., & Rocha, M. (2007). A Study of Educational Robotics in Elementary. *Hands-on Science. Development Diversity and Inclusion in Science Education* (pp. 580-597). Portugal: Hands on Science Network

Riedo F., Chevalier M., Magnenat S., και Mondada F.(2013),Thymio ii, a robot that grows wiser with children. In *Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO)*, 2013 IEEE Workshop on, pages 187–193. IEEE.2013

Robinson, T., & Stewardson, G. (2012, October). Exciting Students through VEX Robotic Competitions. *Technology and Engineering Teacher*, Vol 72, N 2, σσ. 15-21

Schunk, D. H. (2010). *Θεωρίες μάθησης : Μια εκπαιδευτική προσέγγιση*. Αθήνα: Μεταίχμιο

Scratch <https://scratch.mit.edu/>

Shin, Jiwon, Siegart, Roland Yves and Magnenat, Stephane. Visual Programming Language for Thymio II Robot. ETH-Zurich (2014)

Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *Science*, 128 (967-77), pp. 137-158

Skinner, B. F. (1968). *The Technology of Teaching*. New York: Appleton-Century-Crofts

Skinner, B. F. (2013). *Περί συμπεριφορισμού / B. F. Skinner · επιμέλεια Ρόμπερτ Μέλλον · μετάφραση Ρόμπερτ Μέλλον, Ευστράτιος Τσούκαρης*. Αθήνα: Πεδίο

STEM powering Youth, (2017) *Οδηγός Arduino για το μάθημα της Πληροφορικής*. <https://docplayer.gr/108220884-Odigos-arduino-gia-to-mathima-tis-pliroforikis.html>

Struijk, B. (2011, October 3). Robotics in the new era - Challenges on robot design. *Debreceni Műszaki Közlemények*, pp. 15-25

Struijk, B. (2011, March 8). Robots in human societies and industry. *AARMS Technology*, pp. Vol. 10, No. 1 (2011) 183-195

Resnick M. (2013) MIT Meditema Lab Professor. Learn to Code, Code to Learn <https://www.edsurge.com/news/2013-05-08-learn-to-code-code-to-learn>

Scratch For Arduino (S4A)

<http://s4a.cat/>

Sullivan, A., & Umaschi Bers, M. (2015, January). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, pp. 3-20

Terekhov, A., Litvinov, Y., & Bryksin, T. (2013). QReal:Robots - An environment for teaching computer science and robotics in schools. *9th Central and Eastern European Software Engineering Conference in Russia, CEE-SECR 2013*. Moscow: ACM International Conference Proceeding Series

Tynker <https://www.tynker.com/>

Ul Hasan, M., Hasan, K., Asad, M., Farooq, U., & Gu, J. (2014). Design and experimental evaluation of a state feedback controller for two wheeled balancing robot. *17th IEEE International Multi Topic Conference 2014* (pp. 366-371). Karachi, Pakistan: IEEE

Vex Robotics Design System

https://www.vexrobotics.com/?__store=vexroboticseu&__from_store=vexrobotics

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: MA: Harvard University Press

Williams, D., Ma, Y., & Prejean, L. (2010, February). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, v29, n1, pp. 51-71

Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), pp.33-36

Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? 1-6

Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking – What and Why? The Link Magazine, Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburg
Research Notebook: Computational Thinking--What and Why? | Carnegie Mellon School of Computer Science (cmu.edu)

Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100

WRO <https://wrohellas.gr/world-robot-olympiad-2022/>

Γεωργιζίκη Ν,Θ. Δημιουργώ με το Arduino και προγραμματίζω με το ArduBlock.

ISBN: 978-618-00-1084-8, <https://nataliageorgitziki.blogspot.com/p/arduino-ardublock.html>

Δελή, Γ. Ι. (2012). Εκπαιδευτική αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και πληροφορικής. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»*, (σσ. 263–272). Φλώρινα

Δημητριάδης, Σ. (2015). *Θεωρίες μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*, Θεσσαλονίκη, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα.
<https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3397/2/finalpdf.pdf>

Κάρελ Τσάπεκ

https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%AC%CF%81%CE%B5%CE%BB_%CE%A4%CF%83%CE%AC%CF%80%CE%B5%CE%BA

Κολιάδης, Ε. (2007). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη: Γνωστικές θεωρίες*. Αθήνα: Σύγχρονες Ψυχολογικές Θεωρίες Μάθησης

Κόμης, Β., (2001) *Διδακτική της Πληροφορικής*, Πάτρα, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο,

Κόμης, Β. Ι. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών

Κόμης Β.(2005). *Εισαγωγή στην διδακτική της πληροφορικής*. Αθήνα: κλειδάριθμος

Κουσούνης Σ. (2022). Betty Bot: Η πρώτη ρομποτική υπάλληλος πλήρους απασχόλησης προσελήφθη σε ξενοδοχείο της Marriott
https://www.travel.gr/how_to_travel/travel-news/betty-bot-i-proti-rompotiki-ypallilos-pliroy/

Οικονόμου Β. (χ.χ.) *Συμπεριφορισμός*

<https://economu.wordpress.com/%CE%B5%CE%BA%CF%80%CE%B1%CE%B9%CE%B4%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CF%8C/%CF%83%CF%85%CE%BC%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82/>

Παλιούρας Α. (2016). 10^ο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής. Η Υπολογιστική Επιστήμη, η Υπολογιστική Σκέψη και η Εκπαιδευτική Ρομποτική
https://www.alfavita.gr/ekpraideysi/185191_i-ypologistiki-epistimi-i-ypologistiki-skepsi-kai-i-ekpraideytiki-rompotiki

Παλιούρας Α. (2017). *Κατασκευάζω και Προγραμματίζω με τον μικροελεγκτή Arduino*. ISBN: 978-960-93-8945-7,
<https://www.openbook.gr/kataskeyazo-kai-programmatizo-me-ton-mikroelegkti-arduino/>

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ., & Πιντέλας, Π. (2003). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγησή του*. Αθήνα: Μεταίχμιο

Πανελλήνιος Διαγωνισμός Ανοιχτών Τεχνολογιών

<https://openedtech.ellak.gr/openedtech2022/>

Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και στην πρώτη σχολική ηλικία*. Αθήνα: Πατάκης.

Πλακίτση, Κ., Θεοδωράκη, Χ., & Καλδρυμίδου, Μ. (2009). Οι σύγχρονες κοινωνικο-πολιτισμικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες ως μοχλός ανάπτυξης νέων αναλυτικών προγραμμάτων και σχολικών εγχειριδίων. *Παρουσίαση στο ΙΓ Συνέδριο της Παιδαγωγικής Εταιρείας*. Ιωάννινα

Πόρποδας, Κ. (1996). *Γνωστική Ψυχολογία: Η Διαδικασία της μάθησης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

Πουλάκης Εμμανουήλ, (2015) Προγραμματίζοντας με τον μικροελεγκτή Arduino ISBN 978-960-93-6760-8 <http://users.sch.gr/manroul/index.php/arduino>

Σταμούλης, Ε., & Πλακίτση, Κ. (2011, Σεπτέμβριος 20). Η θεωρία της δραστηριότητας ως πλαίσιο για τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων στον υπολογιστή για τη διδασκαλία εννοιών των φυσικών επιστημών. *Θεωρία της Δραστηριότητας και οι Φυσικές Επιστήμες*, σσ. 114 – 137

Ψυχάρης, Σ. (2016). Η Καινοτομία – Αριστεία στα Πρότυπα Σχολεία ως συνάρτηση του και της Διαφοροποιημένης Μάθησης.