



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας
Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών
Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών
Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Παιδαγωγικά μέσω Καινοτόμων Προσεγγίσεων, Τεχνολογίες και Εκπαίδευση

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διδακτική της ρομποτικής

POST GRADUATE THESIS

Educational robotics



ΟΝΟΜΑΦΟΙΤΗΤΗ(ΤΩΝ)/NAME OF STUDENTS

Ιωάννης Χρηστάκης

Ioannis Christakis

ΟΝΟΜΑΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

Παναγιώτα Λάλου

Panagiota Lalou

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2019



Faculty of Health and Caring Professions
Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences
Department of Biomedical Sciences
Department of Treatment and Caring in Early Childhood



Inter-department Post Graduate Program
Pedagogics with New Approaches, Technologies and Education

POST GRADUATE THESIS

Educational Robotics

Ioannis Christakis

mscedt17002

jchr@uniwa.gr

FIRST SUPERVISOR
PANAGIOTA LALOY

SECOND SUPERVISOR
DIMITRIS CHANIOTIS

AIGALEO 2019

Δήλωση περί λογοκλοπής

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας διπλωματικής εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην διπλωματική μου εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Ιωάννης Χρηστάκης

Ευχαριστίες

Αφιέρωσεις

Περίληψη

Εισαγωγή: Η θεωρία του εποικοδομισμού είναι η βασική αρχή υψηλού βαθμού επιτυχίας διδακτικού στόχου, σύμφωνα με την εποικοδομιστική κατασκευαστική προσέγγιση της μάθησης. Ένα μαθησιακό περιβάλλον πρέπει να παρέχει δράσεις και λύσεις προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, ενθάρρυνση της έκφρασης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Μέσα από το πρόγραμμα TERECoP παρατηρήθηκε ότι πρέπει να υπάρχει μια σειρά από αλληλοσυνδεδεμένα στάδια κατά τη μάθηση.

Σκοπός: Τα χαρακτηριστικά που έχει η μαθησιακή διαδικασία μέσα από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι, Μαθαίνω κατασκευάζοντας, Μαθαίνω για την κατασκευή, Μαθαίνω δημιουργώντας.

Μέθοδος: Με βάση τα προηγούμενα πολλές επιστημονικές αναφορές, αφορούν κατασκευές, για την εκπαιδευτική ρομποτική, με χρήση εμπορικών ρομποτικών διατάξεων, όπως Lego, STEM κλπ. Στην παρούσα εργασία προτείνεται η χρήση αναπτυξιακών διατάξεων χαμηλού κόστους, τύπου Arduino, για την εκπαιδευτική ρομποτική,

Αποτελέσματα: σύμφωνα με επιστημονικές αναφορές είναι δεδομένο ότι οι διατάξεις αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση αποδίδοντας ικανοποιητικά αποτελέσματα, και με τα όποια ο μαθητής μπορεί να κατασκευάσει τον δικό του αυτοματισμό.

Συμπεράσματα: ο μαθητής, χρησιμοποιώντας κατάλληλα κατασκευαστικά μέσα, αλλά και εύκολο προγραμματιστικό περιβάλλον μπορεί να εκφράσει τις ιδέες του, να κατανοήσει την αρχή λειτουργίας ενός αυτοματισμού, μέσα από τη διδακτική της ρομποτικής.

Abstract

Introduction:The theory of constructivism is the basic principle of a high degree of teaching success, according to the constructive structure approach of learning. A learning environment must provide actions and solutions of the problems from the real world, encouraging expression and social interaction. Through the TERECoP program it was observed that there should be a number of interrelated stages in learning.

Purpose: The characteristics of the learning process through educational robotics activities are, Learning to build, Learning for the build, Learning to create.

Method: Based on the above, many scientific references relate to constructions for educational robotics using commercial robotic devices such as Lego, STEM etc. In this study it is proposed to use Arduino microcontroller developmental devices for educational robotics.

Results: according to scientific references, given that these provisions have been used in education, yielding satisfactory results.

Discussion: With that the student can construct its own automation using appropriate construction tools, easy programming environment for expressing its ideas and understanding the principle of operation through of roboticsteaching.

Περιεχόμενα

Δήλωση περί λογοκλοπής.....	iii
Ευχαριστίες.....	v
Αφιερώσεις.....	vii
Περίληψη.....	ix
Abstract.....	xi
1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	15
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	19
2.1 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	20
2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ & ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	21
2.2.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	21
2.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ.....	23
2.2.2.1 ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ & ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	24
2.2.2.2 ΣΤΟΧΟΤΑΞΙΝΟΜΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ (Bloom, & Krathuohl).....	25
2.3 ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ.....	28
2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΝΟΙΩΝ.....	30
2.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ.....	31
2.6 Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	32
2.6.1 ΈΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	32
2.6.2 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ.....	34
2.6.3 Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	36
2.6.4 Η ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ.....	37
2.7 ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ.....	38
2.7.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ.....	39
2.7.2 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΙΣΜΟΣ.....	40
2.7.3 «ΡΟΕΣ» ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΙΣΜΟΥ.....	41
2.8 ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ.....	44
2.8.1 ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΥ.....	44
2.8.2 ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ.....	44
3. ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	46
3.1 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	46
3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	47
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ.....	49
3.4 ΤΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	50
3.4.1 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	54
3.4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	58
3.4.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	60
3.4.4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΝ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	62
3.5. ΡΑΡΕΡΤ & ΛΟΓΟ.....	63
3.5.1. SEYMOUR RAPERTE.....	63
3.5.2. RAPERTE και LOGO.....	64
3.5.3. MICROWORLDS PRO.....	65
3.5.4. SCRATCH.....	66
3.6 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	67
3.6.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	67
3.6.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	69

3.6.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	71
4. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO.....	73
4.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	77
4.1.2 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΩ ARDUINO.....	78
4.2 ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ «ΜΑΘΑΙΝΩ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ».....	79
4.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ‘ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ’.....	79
4.2.2 ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO.....	82
4.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ «ΜΑΘΑΙΝΩ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ».....	86
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	87
5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	87
5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	89
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	98

Συνομογραφίες

Αγγλική ορολογία

MOODLE Modular object oriented dynamic
learning environment

Ελληνική ορολογία

Αρθρωτό αντικειμενοστραφές δυναμικό περιβάλλον εκπαίδευσης

1.ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η επίτευξη των επιθυμητών διδακτικών στόχων βασίζεται στην θεωρία του εποικοδομισμού της γνώσης (constructivism) του Piaget (1974) και συμβαδίζει με την εποικοδομιστική κατασκευαστική προσέγγιση της μάθησης (constructionist) σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώθηκαν [1].

Η θεωρία του εποικοδομισμού, αναφέρει ότι η μάθηση δεν είναι η συσσώρευση πληροφοριών ή ανακάλυψη μιας εξωτερικής πραγματικότητας αλλά οργάνωση των εσωτερικών αντιλήψεων και εμπειριών του ατόμου.

Οι μαθητές δομούν καινούργιες έννοιες και ιδέες με βάση τις γνώσεις που έχουν και μέσω της ενεργητικής συμμετοχής και εμπλοκής τους σε δραστηριότητες αυθεντικού τύπου [2].

Ενα μαθησιακό περιβάλλον [3] με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού θα πρέπει:

- να παρέχει δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο,
- να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία,
- να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Συγκεκριμένα ο “κατασκευαστικός” εποικοδομισμός σύμφωνα με τον Papert, υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι οικοδομούν τη γνώση καλύτερα όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, κατασκευές Lego, προγράμματα υπολογιστών κλπ [1].

Δίνεται επίσης μεγάλη βαρύτητα για το νέο σχολείο [4], σύμφωνα με τον οποίο η εκπαίδευση πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις των παιδιών για έρευνα, κατασκευή, επικοινωνία και έκφραση. Η μεθοδολογία στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη σχεδίαση δραστηριοτήτων ταυτίζεται με τη μέθοδο διδασκαλίας με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος, αφού πρόκειται για δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκεται η δημιουργία και ο κατάλληλος χειρισμός μίας μηχανικής κατασκευής για την εκπλήρωση μιας αποστολής. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να πάρουν τη μορφή συνθετικών εργασιών που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις [5].

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοριστικός. Για καθοριστικά μαθησιακά αποτελέσματα πρέπει η εκπαιδευτική διαδικασία που θα ακολουθηθεί να στοχεύει σε μία μαθητο-κεντρική προσέγγιση, συμπεριλαμβάνοντας τα χαρακτηριστικά των μαθητών. Στην περίπτωση αυτή η διδασκαλία είναι έμμεση διότι οι εκπαιδευτικοί επεμβαίνουν μόνο συμβουλευτικά, δίνοντας στους μαθητές τη δυνατότητα να δοκιμάσουν την ορθότητα των λύσεων τους. Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες

ρομποτικές κατασκευές οργανώνεται (TERECop, 2007) [46] με μια σειρά από αλληλοσυνδεόμενα στάδια :

- Στάδιο Εμπλοκής : Εμπλοκή στον προσδιορισμό του προβλήματος μέσα από συζήτηση
- Στάδιο Πειραματισμού : Πειραματισμός με το υλικό
- Στάδιο Διερεύνησης : Πρόταση μιας ή περισσοτέρων λύσεων σε ερωτήματα
- Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας : Σύνθεση υλικών σε τελική μορφή, ως απάντηση στο αρχικό πρόβλημα.
- Στάδιο Αξιολόγησης : Αξιολόγηση στην τάξη όλων των προτάσεων σε σχέση με όλα τα προηγούμενα στάδια

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί εκτενώς σε ερευνητικά προγράμματα, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Ο Papert [1] αναφέρεται στην εκπαιδευτική ρομποτική, με χρήση Logo, ως εργαλείο για την κατασκευή μοντέλων που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους (active models) και εστιάζει στη σημασία της κατασκευής για την ανάδειξη σημαντικών ιδεών, σε μια ποικιλία ηλικιών από μαθητές, κατά τους [6] οι εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες: i) τα ενεργά περιβάλλοντα (πχ, ο αυτόματος φωτισμός ενός χώρου), ii) οι αυτόνομες οντότητες (πχ ένας δεινόσαυρος ρομπότ) και iii) τα προσωπικά πειράματα (όπως, για παράδειγμα, η μέτρηση της ταχύτητας του ποδηλάτου κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του μαθητή από το σπίτι στο σχολείο). Οι Rusk, Resnick, Berg, & Pezalla-Granlund [7] οργανώνουν εργαστήρια ρομποτικής με παιδιά, εφήβους, οικογένειες και εκπαιδευτικούς σε ποικίλους χώρους: σχολεία, μουσεία και ινστιτούτα κατάρτισης. Στα εργαστήρια οργανώνονται κατασκευές και ολοκληρώνονται με έκθεση των έργων. Άλλοι ερευνητές [8] εστιάζουν σε χαρακτηριστικά όπως η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση και η διαθεματικότητα. Στην Ελλάδα έχουν υπάρξει δομές που αφορούν διαθεματικές συνθετικές εργασίες κατασκευής και προγραμματισμού ρομπότ [9], [10], πειραματισμούς για τη διερεύνηση εννοιών Φυσικής και Μαθηματικών [11], εφαρμογές στη διδασκαλία εννοιών Πληροφορικής και Μηχανολογίας [12].

Τα χαρακτηριστικά που έχει η μαθησιακή διαδικασία μέσα από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Μαθαίνω κατασκευάζοντας: Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Είναι το μέσο από το οποίο συντελείται η μάθηση. Η ιδέα 'Μαθαίνω κατασκευάζοντας' (learning by making ή learning through design) είναι η αρχή του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), ως έναυσμα της κατασκευής των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση, [1], αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός πλαισίου αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία τέτοιου που να προκαλέσει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με

τον οποίο διδάσκουν οικειοποιητικοί και μαθαίνουν οι μαθητές [13]. Η μάθηση είναι μια διαδικασία που κάνει το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε μια δημιουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, είτε αυτό είναι ο σχεδιασμός ενός σχήματος με τη γλώσσα Logo είτε είναι η κατασκευή ενός carousel με δομικά υλικά της Lego. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την κατασκευή [14]. Η κατασκευή είναι το εργαλείο μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο [5].

Όλα τα παραπάνω βασίζονται στις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση όπως αυτή περιγράφεται στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (constructivism). Η γνωστική ψυχολογία και η παιδαγωγική επιστήμη αποδέχονται ότι κάθε άνθρωπος, από μικρή ηλικία, δημιουργεί γνωστικές δομές με συγκεκριμένο περιεχόμενο για κάθε τι που συναντά καθημερινά. Η μάθηση είναι μια διαδικασία μέσα από την οποία οι γνωστικές αυτές δομές επεκτείνονται ή διαφοροποιούνται [15], [16], [17]. Κάθε διαδικασία μάθησης έχει ως αφετηρία την πρότερη γνώση του μαθητή και επηρεάζει το ατομικό γνωστικό του σύστημα. Η υλοποίηση μιας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή.

Μαθαίνω για την κατασκευή: αφορά, τόσο στη μηχανολογική κατασκευή όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς της. Η Τεχνολογία αποτέλεσε και αποτελεί το ερέθισμα που οδηγεί την επιστημονική έρευνα. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισαγάγουν στο αναλυτικό πρόγραμμα ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως αυτές των φυσικών περιορισμών που θέτει η πραγματική συμπεριφορά ενός ρομπότ, της διαρκούς βελτίωσης μιας κατασκευής, της συνθετότητας και διαθεματικότητας των πραγματικών προβλημάτων [18]. Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα ιδανικό πρακτικό εργαστήριο για την υλοποίηση μιας τέτοιας διδασκαλίας, εφόσον οι μαθητές μπορούν στην πράξη να μελετήσουν τη λειτουργία μηχανών, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν νέες.

Με παρόμοιο τρόπο, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ιδανικό εργαλείο για την εισαγωγή σύνθετων εννοιών της Πληροφορικής. Οι έννοιες της μεταβλητής, της επανάληψης, του ελέγχου εισάγονται κατά μοναδικό τρόπο μέσα από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης του λογισμικού και της αντίστοιχης συμπεριφοράς των φυσικών κατασκευών [19]. Ιδέες όπως η αξιοπιστία, τα λάθη και η αντιμετώπισή τους, η λειτουργία σε πραγματικές συνθήκες αποτελούν μέρος των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο μαθητής προγραμματίζοντας τη λειτουργία μιας ρομποτικής κατασκευής.

Μαθαίνω δημιουργώντας: Τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνθέτουν ένα ανοιχτό περιβάλλον μέσα στο οποίο κάθε παιδί (ή ενήλικας) μπορεί να κατασκευάσει τις δικές

του εφαρμογές. Είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την ελεύθερη έκφραση και την κατασκευή έργων και αντανακλούν τα άμεσα ενδιαφέροντα και τις ιδέες του δημιουργού τους. Μπορούν με μεγάλη ευκολία να τροποποιηθούν και να επεκταθούν. Ο μαθητής οικειοποιείται το αντικείμενο και έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει μέσα από αυτό τα δικά του ερωτήματα. Οι Resnick & Silverman [20], παρατηρούν ότι *‘... τα παιδιά θα συνεχίσουν να εκπλήσσονται (και να μας εκπλήσσουν) καθώς διερευνούν τις δυνατότητές τους αξιοποιώντας τα εργαλεία αυτά για εργασίες όπως η μέτρηση της ταχύτητας με την οποία τρέχει το skateboard ή η κατασκευή κοσμημάτων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον τους [21].*

Τέλος, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την είσοδο του μαθητή στο σημείο που θεωρεί αυτός ως κατάλληλο. Είναι εργαλείο το οποίο είναι το ίδιο προσίτο σε όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους [20]. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με βάση αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον όπου συμμετέχουν ενεργά οι μαθητές, στην κατασκευή αντικειμένων που τους ενδιαφέρουν, εκφράζοντας τις ιδέες τους, ενώ τους δίνεται η δυνατότητα να διερευνούν ερωτήματα με ουσιαστικό, πραγματικό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

Όλα τα παραπάνω όπως περιγράφηκαν αφορούσαν κατασκευές για εκπαιδευτική ρομποτική με χρήση ετοιμών εμπορικών διατάξεων Lego, STEM κλπ. Στην παρούσα εργασία προτείνεται η χρήση αναπτυξιακών διατάξεων χαμηλού κόστους τύπου Arduino [22], με δεδομένο ότι έχει χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση [23] με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα, κατά τα οποία ο μαθητής μπορεί να κατασκευάσει τον δικό του αυτοματισμό χρησιμοποιώντας κατασκευαστικά μέσα αλλά και προγραμματιστικό περιβάλλον για την έκφραση των ιδεών του αλλά και για την κατανόηση αρχής λειτουργίας της κατασκευής.

Το πλεονέκτημα με τη χρήση των αναπτυξιακών διατάξεων Arduino, είναι πολύ χαμηλό κόστος, πλήθος αισθητήρων, εύκολη γλωσσά προγραμματισμού, πληθώρα πληροφορίας – προγραμμάτων, στο διαδικτυό, για διαφορές εφαρμογές που ενδεχομένως να αποτελέσουν εναρκτήριο λάκτισμα σε σχέση με την ιδέα που μπορεί να έχει ένα παιδί σε σχέση με αυτό που θέλει να κάνει.

Η εφαρμογή που παρουσιάζεται στην συγκεκριμένη εργασία είναι η κατασκευή ενός παιχνιδιού με χρήση Arduino και περιφερικών διατάξεων. Το παιχνίδι αυτό είναι η αναγνώριση χρωμάτων, το παιδί έχει πέντε κάρτες διαφορετικού χρώματος στα χεριά του, άσπρη, μύρη,

κόκκινη, πράσινη, κίτρινη, εισάγοντας όποια κάρτα- χρώμα θέλει στο παιχνίδι αυτό «καταλαβαίνει» το χρώμα και τυπώνει σε μια οθόνη υγρού κρυστάλλου.

Ο σκοπός για να κινήσουμε το ενδιαφέρον των παιδιών μέσα από το παιχνίδι, είναι να τους δημιουργήσουμε την ανάγκη το ερώτημα του πως λειτουργεί, αυτό είναι και το σημείο τομή, όπου το παιδί καταλαβαίνει την αρχή λειτουργίας με απλή περιγραφή και μας δίνει την ευκαιρία να επεκταθούμε σε περισσότερο επιστημονικό πεδίο, με χρήση πολύ οικονομικών διατάξεων.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η επίτευξη επιθυμητών διδακτικών στόχων στηρίζεται στην θεωρία του εποικοδομισμού (constructivism) της γνώσης του Piaget [2] και ακολουθεί την εποικοδομιστική κατασκευαστική (constructionist) προσέγγιση της μάθησης σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώθηκαν από τον Papert [1]. Η θεωρία του εποικοδομισμού, υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν συνίσταται στη συσσώρευση πληροφοριών ή στην ανακάλυψη μιας εξωτερικής πραγματικότητας αλλά στην οργάνωση των εσωτερικών αντιλήψεων και εμπειριών του ατόμου. Οι μαθητές οικοδομούν καινούργιες έννοιες και ιδέες με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και μέσω της ενεργητικής συμμετοχής και εμπλοκής τους σε δραστηριότητες αυθεντικού τύπου [2].

Σύμφωνα με τους Κόμη Β. και Μικρόπουλο [3], ένα μαθησιακό περιβάλλον με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού θα πρέπει :

- α) να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο,
- β) να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία,
- γ) να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Ιδιαίτερα, ο “κατασκευαστικός” εποικοδομισμός με κύριο εμπνευστή τον Papert, υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι οικοδομούν καλύτερα τη γνώση τους όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους άλλους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, κατασκευές Lego, προγράμματα υπολογιστών, ή μία θεωρία για το σύμπαν [1].

Παράλληλα, στην εργασία αυτή δίνεται μεγάλη βαρύτητα στη άποψη που έχει διατυπωθεί από τον Dewey [4] για το νέο σχολείο, σύμφωνα με την οποία η εκπαίδευση πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις των παιδιών για έρευνα, κατασκευή, επικοινωνία και έκφραση.

Η μεθοδολογία που ενδείκνυται να ακολουθηθεί στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη σχεδίαση δραστηριοτήτων ταυτίζεται με τη μέθοδο διδασκαλίας με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος (problem-based learning) αφού πρόκειται για δραστηριότητες στις

οποίες εμπλέκεται η δημιουργία και ο κατάλληλος χειρισμός μίας μηχανικής κατασκευής για την εκπλήρωση μιας αποστολής.

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να πάρουν τη μορφή συνθετικών εργασιών (project-based learning) που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις [5].

2.1 ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Στην εκπαιδευτική δραστηριότητα θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην δόμηση της διδασκαλίας. Κατά τη δόμηση της διδασκαλίας μας πρέπει να λάβουμε υπόψη

- το μαθητικό και μαθησιακό δυναμικό της τάξης μας (ποιους/ες διδάσκουμε και ποιο είναι το γνωστικό τους επίπεδο)
- το διαθέσιμο χρόνο

με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να καλύψουμε τα ακόλουθα επιστημολογικά ερωτήματα:

α) Τι διδάσσουμε.

Έννοιες γνωστικής δομής στις οποίες ενσωματώνεται η νέα γνώση. Συγκεκριμένα καταγράφουμε την έννοια ή τις έννοιες που αποτελούν υπόβαθρο της διδασκαλίας μας έτσι ώστε η νέα γνώση να ενταχθεί στο προϋπάρχον εννοιολογικό πλαίσιο των μαθητών/τριών.

β) Γιατί διδάσκουμε

Ποιοι είναι οι στόχοι της διδασκαλίας μας.

γ) Πως θα διδάξουμε.

Ποιά είναι η κατάλληλη διδακτική μέθοδος με αντίστοιχες τεχνικές και μέσα που θα πρέπει να ακολουθήσουμε.

δ) Πως θα ξερουμε αν πετύχαμε.

Αξιολόγηση της διδασκαλίας μας.

2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ & ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

«Το μαθησιακό και παιδαγωγικό περιβάλλον δομείται με άξονα πολλαπλές κομβικές δεξιότητες που θέλουμε να αναπτύξουν οι εκπαιδευόμενοι. Έτσι, θα πρέπει να περιλαμβάνει την καλλιέργεια όχι μόνο γνωστικών αλλά και κοινωνικών/επικοινωνιακών και μεταγνωστικών

δεξιοτήτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την επιλογή, δημιουργία και εφαρμογή κατάλληλων και συγκεκριμένων δραστηριοτήτων.

Παράλληλα, φροντίζουμε να κινητοποιήσουμε τους εκπαιδευόμενους με δράσεις που εστιάζουν στις εμπειρίες και τα βιώματά τους .

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ

Καταγράφουμε με χρήση American Psychological Association (APA) style τις βιβλιογραφικές, διαδικτυακές και άλλες πηγές που αξιοποιήσαμε κατά τη δόμηση της διδασκαλίας.»

2.2.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

«Α. ΤΙ ΔΙΔΑΣΚΟΥΜΕ

Οι έννοιες αποτελούν νοητικές κατασκευές , στην ευρεία τους διάσταση, με τις οποίες ταξινομεί και ονοματίζει το άτομο, οντότητες, διαδικασίες, καταστάσεις και φαινόμενα σύμφωνα με τα ουσιώδη γνωρίσματά τους. Στην πραγματικότητα ο σχηματισμός εννοιών είναι μια διαδικασία ένταξης μεμονωμένων στοιχείων σε πλαίσιο σχέσεων που όχι μόνο προϋποθέτει αλλά και προάγει την κατανόηση. Όλες οι επιστήμες έχουν τις δικές τους έννοιες, τις οποίες χρησιμοποιούν ως κλειδιά.

Β. ΓΙΑΤΙ ΔΙΔΑΣΚΟΥΜΕ

Οι στόχοι διατυπώνουν τι θα πρέπει να κάνουν οι εκπαιδευόμενοι μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας. Είναι συγκεκριμένοι, μετρήσιμοι και ξεκινούν με την πρόταση «Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να είναι ικανοί να ...». Να σημειωθεί ότι καταγράφουμε μόνο γνωστικούς στόχους, στόχους δηλαδή που αναφέρονται στις γνώσεις και νοητικές ικανότητες που παρέχει και καλλιεργεί μια συγκεκριμένη διδακτική ενότητα. Παράλληλα, φροντίζουμε οι στόχοι μας να είναι κατάλληλοι για το μαθητικό δυναμικό που απευθυνόμαστε και υλοποιήσιμοι στο χρόνο που έχουμε στη διάθεσή μας.

Με τους στόχους μας προσπαθούμε να υλοποιήσουμε τους σκοπούς μας, οι οποίοι είναι γενικοί, διαχρονικοί, μη μετρήσιμοι και απεικονίζουν συνήθως την υλοποίηση της εκάστοτε εκπαιδευτικής πολιτικής.

Γ. ΠΩΣ ΘΑ ΔΙΔΑΞΟΥΜΕ

Επιλέγουμε μία από τις διδακτικές μεθόδους διδασκαλίας με τις αντίστοιχες τεχνικές που τις καθιστούν υλοποιήσιμες και τα αντίστοιχα μέσα που απαιτούνται. Θεωρητική βάση των επιλογών μας αποτελεί η θεωρία κατασκευής της γνώσης (Constructivism) σύμφωνα με την οποία η γνώση οικοδομείται ενεργητικά από τους μαθητές, εκκινεί από τις δικές τους προϋπάρχουσες γνώσεις, παρατηρήσεις και εμπειρίες και προάγεται κοινωνικά μέσα από τις αλληλεπιδράσεις τους.

Χαρακτηριστικές μέθοδοι διδασκαλίων και παιδαγωγικών προσεγγίσεων που αξιοποιούν τις αρχές της θεωρίας κατασκευής της γνώσης είναι:

- Μέθοδος επεξεργασίας εννοιών
- Διερευνητική μέθοδος
- Ομαδοσυνεργατική μέθοδος
- Βιωματική μέθοδος

Να σημειωθεί ότι, υπάρχει δυνατότητα να αξιοποιηθεί οποιαδήποτε σύγχρονη μέθοδος διδασκαλίας, αρκεί να αναλυθεί σε φάσεις διδασκαλίας.

Όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας πλαισιώνονται με πολλαπλές τεχνικές όπως:

- Παιχνίδι ρόλων. Ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει το πλαίσιο και δημιουργεί «καρτέλες ρόλων» για τα πρόσωπα του παιχνιδιού.
- Δημιουργία ομάδων
- Δημιουργία από τους μαθητές φακέλου εργασιών (Portfolio, e-portfolio)
- Δημιουργία εννοιολογικού χάρτη (Concept map)
- Καταιγισμός ιδεών (Brain storming)
- Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων (Rubrics)
- Παρατήρηση
- Συνέντευξη
- Προσομοίωση. Οι μαθητές συμμετέχουν σε δραστηριότητες που ανταποκρίνονται στην ανασύσταση πραγματικών καταστάσεων
- Ημιδομημένος διάλογος
- Συζήτηση
- Επίδειξη

Τέλος, όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας πλαισιώνονται με πολλαπλά μέσα όπως:

- Εννοιολογικός χάρτης
- Ημερολόγιο
- Αξιοποίηση έργων τέχνης, λογοτεχνικών έργων, κινηματογραφικών ταινιών, εκπαιδευτικών σεναρίων
- Έντυπα, διαγράμματα, πίνακες, εικόνες, φωτογραφίες, ψηφιακό υλικό, λογισμικά, δραστικό πίνακα
- Πεδίο δυνάμεων

Δ. ΠΩΣ ΘΑ ΞΕΡΟΥΜΕ ΑΝ ΠΕΤΥΧΑΜΕ

Μπορούμε να επιλέξουμε και να αξιοποιήσουμε όποιες από τις τεχνικές αξιολόγησης θεωρούμε ότι καλύπτουν τους στόχους μας όπως:

- Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου, ερωτήσεις ανάπτυξης
- Ημιδομημένος διάλογος μεταξύ των συμμετεχόντων στη μαθησιακή διαδικασία
- Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων (rubrics)
- Εννοιολογικός χάρτης (Concept map)
- Συνθετικές δημιουργικές - διερευνητικές εργασίες
- Συστηματική παρατήρηση
- Φάκελος εργασιών / Ηλεκτρονικός φάκελος εργασιών (Portfolio / e-Portfolio)
- Αυτοαξιολόγηση / Ετεροαξιολόγηση / Αλληλοαξιολόγηση»

2.2.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

2.2.2.1 ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ & ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

«Στη διδασκαλία μας στοχεύουμε να αναπτύξουμε και τα τρία επίπεδα δεξιοτήτων, γνωστικές - κοινωνικές/επικοινωνιακές – μεταγνωστικές, εξοπλίζοντας έτσι τους εκπαιδευόμενους με όλα τα απαραίτητα εφόδια που θα τους επιτρέψουν να δημιουργούν, να διαχειρίζονται, να ανακατασκευάζουν και να αξιολογούν τη γνώση και παράλληλα να δρουν συλλογικά.

- Οι γνωστικές δεξιότητες αποτελούν εργαλεία επεξεργασίας πληροφοριών και δεδομένων. Στο γνωστικό επίπεδο επικεντρωνόμαστε σε δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, διατύπωσης

ερωτήσεων, εύρεσης πηγών, αποτελεσματικής χρήσης πληροφοριών και διαδικασιών έρευνας. Ακόμα, φροντίζουμε να αναπτύξουμε δεξιότητες οργάνωσης, ανάλυσης και παρουσίασης δεδομένων, καθώς και δεξιότητες προφορικής και γραπτής έκφρασης. Παράλληλα, διευκολύνουμε τους εκπαιδευόμενους να ολοκληρώνουν τις σχεδιασμένες δραστηριότητες και να επιμένουν στην υλοποίηση των προβλεπόμενων διδακτικών στόχων.

- Ο πυρήνας των κοινωνικών/επικοινωνιακών δεξιοτήτων περιλαμβάνει τη συνεργασία, τη διαπροσωπική επικοινωνία και τη γόνιμη αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών οποιασδήποτε ομάδας, καθώς και την ανάπτυξη της ενσυναίσθησης. Έτσι, στο κοινωνικό/επικοινωνιακό επίπεδο δεξιοτήτων εφοδιάζουμε τους εκπαιδευόμενους με ικανότητες αποτελεσματικής επικοινωνίας και φροντίζουμε, με κατάλληλες δραστηριότητες, να δίνουν σαφή μηνύματα, να είναι ενεργητικοί ακροατές και να χειρίζονται τις διαφωνίες. Παράλληλα, τους στηρίζουμε να αποκτήσουν υπευθυνότητα, πρωτοβουλία και αυτοπεποίθηση, τους ενθαρρύνουμε να συμμετέχουν σε συζητήσεις, να συνεργάζονται και να εργάζονται σε ομάδες καθώς και να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τις θέσεις και τα συναισθήματα των άλλων.
- Οι μεταγνωστικές δεξιότητες αποτελούν το σύνολο των δεξιοτήτων που επιτρέπουν στο άτομο να έχει επίγνωση όλων των γνωστικών μηχανισμών που χρησιμοποιεί και πως ακριβώς αυτοί λειτουργούν. Έτσι, στο μεταγνωστικό επίπεδο δεξιοτήτων στηρίζουμε τους εκπαιδευόμενους να δομήσουν κριτική σκέψη και να οδηγηθούν σε διαδικασίες αναστοχαστικής διαχείρισης της γνώσης και αυτοαξιολόγησης. Εστιάζουμε σε δραστηριότητες που προάγουν την πρωτοβουλία και τους δίνουν τη δυνατότητα να επιλέξουν, να στοχαστούν τις συνέπειες των επιλογών τους και να δράσουν κατάλληλα. Παράλληλα, τους στηρίζουμε να δώσουν έμφαση όχι απλά στο αποτέλεσμα αλλά και στη διαδικασία που οδηγεί σε αυτό. Τέλος, τους ενθαρρύνουμε να κάνουν συνδέσεις με άλλες γνωστικές περιοχές, να διακρίνουν προεκτάσεις, σχέσεις και διαφορές, καθώς και να προσαρμόζονται στις συνεχείς αλλαγές και εξελίξεις.

Παράλληλα, δραστηριοποιούμε τους εκπαιδευόμενους, τους εμπλέκουμε ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και τους στηρίζουμε να αποκτήσουν κίνητρα και θετική στάση απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο. Επιλέγουμε δραστηριότητες που αναπτύσσουν το ενδιαφέρον τους και βασίζονται στις εμπειρίες και τα βιώματά τους. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η κινητοποίηση τους κατά την έναρξη της διδασκαλίας και η διατήρησή της καθ' όλη τη διάρκειά της διδακτικής ώρας. Ιδιαίτερη έμφαση θα πρέπει να δίνεται στην άμεση, συγκεκριμένη και περιεκτική ανατροφοδότηση που επιδρά θετικά και παρωθεί τους εκπαιδευόμενους και ταυτόχρονα τους εμπλέκει ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ Όταν δομούμε τη διδασκαλία μας αξιοποιούμε πολλαπλές πηγές και βοηθήματα τα οποία καταγράφουμε με χρήση American Psychological Association (APA) style.

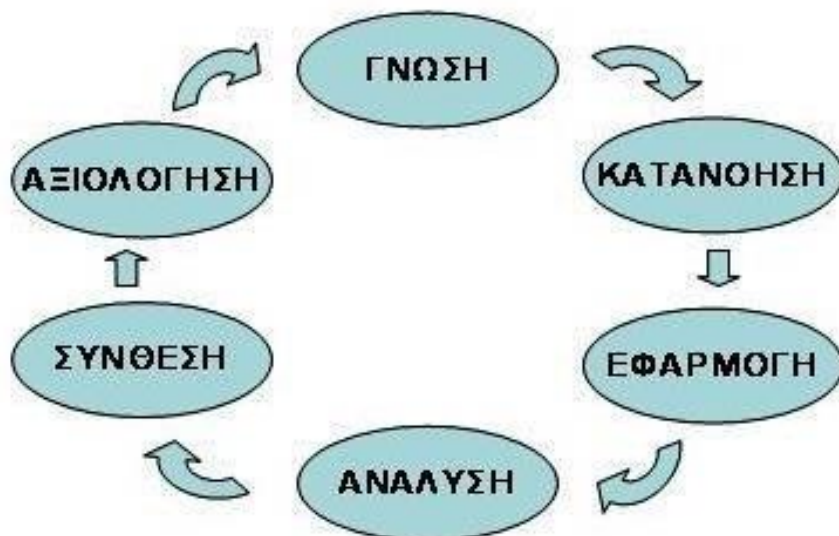
2.2.2.2 ΣΤΟΧΟΤΑΞΙΝΟΜΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ (Bloom, & Krathwohl)

Η στοχοταξινομία του Bloom αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα συστήματα ταξινόμησης διδακτικών στόχων, σύμφωνα με το οποίο οι στόχοι κατατάσσονται σε τρεις τομείς: τον γνωστικό, τον συναισθηματικό και τον ψυχοκινητικό.

Επίπεδα γνωστικού τομέα

Η στοχοταξινομία στο γνωστικό τομέα περιλαμβάνει έξι διαφορετικά, ιεραρχικά δομημένα επίπεδα, Εικόνα 2.1. Η προσέγγιση των επιπέδων μπορεί να είναι κυκλωτερική και όχι απαραίτητα σειριακή καθώς υπάρχει δυνατότητα να καλυφθούν κάποια από τα επίπεδα (π.χ. το επίπεδο της Κατανόησης να ταυτιστεί με το επίπεδο της Ανάλυσης, το επίπεδο της Σύνθεσης να καλυφθεί από την ανάθεση Εργασίας, το επίπεδο Αυτό-αξιολόγησης να εμπεριέχει ποιοτικές μεθόδους).

Εικόνα 2.1 - Στοχοταξινομία



Γνώση

Στο επίπεδο γνώσης οι εκπαιδευόμενοι αναγνωρίζουν ή ανακαλούν πληροφορίες, όπως γεγονότα, ορολογία, διαδικασίες, τύπους, ημερομηνίες, ονόματα, στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων και κανόνες. Μερικά ρήματα που χρησιμοποιούνται στο επίπεδο της γνώσης είναι: όρισε, περίγραψε, ταύτισε, ονόμασε, κατάγραψε, ανέφερε, θύμισε, απάγγειλε, διάλεξε, δήλωσε.

Κατανόηση

Στο επίπεδο κατανόησης οι εκπαιδευόμενοι μεταφέρουν σε πιο κατανοητές μορφές τι έχουν διδαχθεί, δίνουν παραδείγματα μιας έννοιας, βλέπουν σχέσεις στα διάφορα μέρη, εξάγουν συμπεράσματα ή αποτελέσματα από πληροφορίες, μεταφράζουν σύμβολα, σχεδιαγράμματα και εικόνες. Μερικά από τα ρήματα που χρησιμοποιούνται είναι τα εξής: μετάρτηψε, υποστήριξε, ξεχώρισε, διάκρινε, υπολόγισε, εξήγησε, κάνε επέκταση, γενίκευσε, κάνε περίληψη, μετάφερε, παράφρασε, πρόβλεψε.

Εφαρμογή

Οι στόχοι εφαρμογής διαφέρουν από τους στόχους κατανόησης, γιατί η εφαρμογή προϋπαιτεί παρουσίαση προβλήματος σε διαφορετική αλλά συναφή περίπτωση. Μερικά ρήματα ενέργειας που περιγράφουν μαθησιακά αποτελέσματα στο επίπεδο της εφαρμογής είναι τα εξής: άλλαξε, υπολόγισε, δείξε, ανάπτυξε, τροποποίησε, λειτούργησε, οργάνωσε, προετοίμασε, συσχέτισε, λύσε, μετάφερε, χρησιμοποίησε.

Ανάλυση

Ανάλυση είναι η ικανότητα εντοπισμού των επιμέρους συστατικών μιας έννοιας και εύρεσης σχέσης ή σχέσεων μεταξύ των μερών, όπως είναι η εύρεση της δομής ή της οργάνωσής της. Στο επίπεδο ανάλυσης, οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να συσχετίσουν ιδέες, να τις συγκρίνουν και να τις παραθέσουν. Μερικά ρήματα που χρησιμοποιούνται για περιγραφή των αποτελεσμάτων μάθησης στο επίπεδο ανάλυσης είναι τα εξής: ανάλυσε, συμπέρανε, διαδραμάτισε, ξεχώρισε, διευκρίνισε, σκιαγράφησε, δείξε, συσχέτισε, διαίρεσε, σύγκρινε.

Σύνθεση

Σύνθεση είναι η ικανότητα σύνθεσης στοιχείων σε ένα ενιαίο σύνολο, με απώτερη επίδωξη τη δημιουργία ενός προσωπικού έργου. Στο επίπεδο αυτό οι εκπαιδευόμενοι αναμένεται να κατασκευάσουν ένα έργο ή να προβούν στην παραγωγή πρότυπων γραπτών δημιουργημάτων. Μερικά από τα ρήματα που χρησιμοποιούνται στους στόχους σύνθεσης είναι τα ακόλουθα: Κατηγοριοποίησε, θεσμοποίησε, σύνθεσε, δημιούργησε, σχεδίασε, επινόησε, μορφοποίησε, πρόβλεψε, παράγαγε.

Αξιολόγηση

Αξιολόγηση είναι η ικανότητα εκτίμησης της αξίας σκοπών, στόχων, μεθόδων, δραστηριοτήτων και μέσων ως και η ικανότητα κρίσης της ανταπόκρισης στα κριτήρια που τέθηκαν. Συνιστά το ύψιστο επίπεδο διδασκαλίας και στόχοι αυτού του επιπέδου απαιτούν από τους εκπαιδευόμενους να διαφοροποιήσουν κρίσεις, να λάβουν αποφάσεις και να τις τεκμηριώσουν με βάση εξωτερικά ή εσωτερικά κριτήρια ή αρχές. Μερικά από τα ρήματα που χρησιμοποιούμε στο επίπεδο της αξιολόγησης είναι τα εξής: εκτίμησε, κρίνε, αντιπαραθέσε, αξιολόγησε, επέλεξε, δικαιολόγησε, υποστήριξε.

Να σημειωθεί ότι το 2001 δημοσιεύτηκε η αναθεωρημένη μορφή όπου η χρήση ρημάτων σε κάθε επίπεδο αντικαταστάθηκε από χρήση ουσιαστικών και ταυτόχρονα έγινε εναλλαγή των δύο υψηλότερων επιπέδων. Έτσι η στοχοταξινόμια πήρε την ακόλουθη μορφή:

Θυμάμαι → Κατανώ → Εφαρμόζω → Αναλύω → Αξιολογώ → Δημιουργώ»

2.3 ΚΡΙΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

«Τα δομικά στοιχεία της κριτικής σκέψης οργανωμένα κατά αύξουσα δυσκολία είναι:

- Οι λογικοί συλλογισμοί,

α) επαγωγικός (από το μερικό και συγκεκριμένο της γνώσης στο γενικό και αφηρημένο δηλ. θεωρητικοποίηση της καθημερινής εμπειρίας).

β) παραγωγικός δομεί τη γνώση από το γενικό στα επιμέρους στοιχεία της, δηλ. συσχέτιση της γενικευμένης γνώσης με τα μεμονωμένα περιστατικά της καθημερινής εμπειρίας).

γ) αναλογικός (από το μερικό της γνώσης οδηγεί πάλι στο μερικό δηλ. πρόκειται για μια διαδικασία μεταφοράς σχημάτων σχέσεων από ένα γνωστό μας πεδίο σε ένα νέο γνωστικό πεδίο).

- Οι γνωστικές δεξιότητες

α) συλλογή δεδομένων

β) οργάνωση δεδομένων

γ) ανάλυση δεδομένων

δ) υπέρβαση δεδομένων

- Το μεταγνωστικό

α) γνώση

β) δεξιότητες

γ) στάσεις

Το μεταγνωστικό είναι η γνωστική λειτουργία που επιτρέπει στο άτομο να έχει επίγνωση του τρόπου λειτουργίας της σκέψης του και των τρόπων με τους οποίους την επεξεργάζεται. Το μεταγνωστικό καθιστά το άτομο αυτόνομο στη σκέψη και στη δράση και το εφοδιάζει με δεξιότητες όπως:

- Να στοχάζεται για το τι γνωρίζει, να αξιολογεί τις γνώσεις και τις δράσεις του και να έχει επίγνωση του εαυτού του
- Να προσδιορίζει τη φύση ενός προβλήματος που αντιμετωπίζει και να το αναλύει στα δομικά του στοιχεία.
- Να καταστρώνει σχέδιο δράσης για τη επίλυση μιας κατάστασης προβληματισμού, να υλοποιεί, να κατευθύνει και να παρεμβαίνει διορθωτικά στο συγκεκριμένο σχέδιο.

Τα γνωστικά προϊόντα της κριτικής σκέψης είναι:

Οι έννοιες.

Ως έννοιες ορίζουμε την οργανωμένη γνώση που κατέχει το άτομο για τα ουσιώδη γνωρίσματα προσώπων, αντικειμένων, γεγονότων, ιδεών, καταστάσεων και διαδικασιών.

Οι κρίσεις.

Οι κρίσεις εκφράζουν σχέσεις όπως είναι η ταυτότητα, η ομοιότητα, η διαφορά και η αντίθεση που συνδέουν δύο έννοιες. Οι κρίσεις επιτρέπουν στο άτομο να διατυπώσει προσωπικές γνώμες, εκτιμήσεις και συμπεράσματα για τα αντικείμενα που το απασχολούν.

Οι γενικεύσεις.

Οι γενικεύσεις εκφράζουν τις αιτιώδεις ή κανονιστικές σχέσεις που συνδέουν τις έννοιες. Οι γενικεύσεις χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν, να επεξηγήσουν και να προβλέψουν φαινόμενα και καταστάσεις.

Τα σχήματα.

Τα σχήματα οργάνωσης της γνώσης αποτελούν σχήματα ερμηνείας του κόσμου. Εμπιρεύουν ανώτατου επιπέδου νοητικές κατασκευές που αναδεικνύουν τη δομή των εννοιών και πώς αυτές εντάσσονται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο σχέσεων με συναφείς έννοιες. Το άτομο μαζί με τα σχήματα, τις αξίες και τις πεποιθήσεις του διαμορφώνει την προσωπική του κοσμοαντίληψη.

Οι διαδικασίες.

Οι διαδικασίες αποτελούν τη διαδικαστική γνώση. Η διαδικαστική γνώση αντιστοιχεί σε διανοητικές δεξιότητες. Η διαδικαστική γνώση αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο επιτελείται ένα εγχείρημα, περιλαμβάνει δε τις διακρίσεις, την κατανόηση των εννοιών και την εφαρμογή των κανόνων που διέπουν τις σχέσεις και συχνά περιλαμβάνει κινητικές δεξιότητες και γνωστικές στρατηγικές.

Σε αντιδιαστολή με τη διαδικαστική γνώση, έχει ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι η δηλωτική γνώση αναφέρεται σε πληροφορίες που μπορούν να εκφραστούν λεκτικά και περιλαμβάνει την ανάκληση συγκεκριμένων γεγονότων, αρχών, τάσεων, κριτηρίων και τρόπων οργάνωσης των συμβάντων. Συνιστά επομένως, γνώση που μπορεί να δηλωθεί.

Αξίες και κοινωνικές στάσεις.

Οι αξίες και στάσεις αποτελούν την ηθική πλευρά της κριτικής σκέψης. Η ανάπτυξη κοινωνικών ηθικών στάσεων και αξιών καλλιεργείται σε ένα κατάλληλο πλαίσιο διδασκαλίας που εξασφαλίζει τη ψυχολογική αποδοχή και ενθαρρύνει τη διαφοροποίηση και την αντιπαράθεση. Η διαφοροποίηση ενισχύεται μέσα από τη συνεξέταση εναλλακτικών απόψεων, πληροφοριών και κριτηρίων πάνω σε αξιακά θέματα και η αντιπαράθεση σχετικοποιεί τις προσωπικές θέσεις και ενθαρρύνει την κριτική σκέψη και τη συμπεριφορά.»

2.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΝΝΟΙΩΝ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

«Η Μέθοδος επεξεργασίας εννοιών αποτελεί μια γενική πορεία διδασκαλίας που επικεντρώνεται στην επίτευξη των στόχων διδασκαλίας που έχουν τεθεί και παράλληλα ικανοποιεί τις απαιτήσεις των προγραμμάτων σπουδών. Η συγκεκριμένη μέθοδος θα πρέπει να υλοποιείται με εφαρμογή κατάλληλα σχεδιασμένων, σύγχρονων τεχνικών και μέσων, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να έχουν ενεργητικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία και να αναπτύξουν πολλαπλές δεξιότητες. Σημαντικά χαρακτηριστικά της μεθόδου είναι η ευελιξία και η προσαρμογή στις ανάγκες των εκπαιδευόμενων.

Ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού στη μέθοδο επεξεργασίας εννοιών εστιάζει στη διευκόλυνση της επίτευξης των προκαθορισμένων στόχων και στη γενικότερη υποστήριξη και ενθάρρυνση των εκπαιδευόμενων.

Οι επιμέρους φάσεις της μεθόδου είναι:

- Πρώτη Φάση: Προετοιμασία Διδακτικού Πλαισίου - Προβληματοποίηση

Εισαγωγή στο προς διδασκαλία αντικείμενο μέσω δραστηριοτήτων που κινητοποιούν και προβληματίζουν τους εκπαιδευόμενους. Ο/Η εκπαιδευτικός φροντίζει να ικανοποιηθούν όλες οι απαραίτητες ψυχολογικές και γνωσιολογικές προϋποθέσεις που θα διευκολύνουν τη μάθηση.

- Δεύτερη Φάση: Επαφή Εκπαιδευόμενου με Δεδομένα και Επεξεργασία

Οι εκπαιδευόμενοι, υπό την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού, αναζητούν δεδομένα και πληροφορίες του νέου αντικειμένου, τα επεξεργάζονται και τα εντάσσουν στα προσωπικά τους σχήματα κατανόησης.

- Τρίτη Φάση: Ανατροφοδότηση, Συμπεράσματα και Εφαρμογή/Εξάσκηση

Οι εκπαιδευόμενοι ανατροφοδοτούνται, διατυπώνουν συμπεράσματα και τα συνδέουν με παρόμοιες καταστάσεις, πρότερες γνώσεις και βιώματα. Υπό την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού ονοματίζουν τη νέα γνώση, τη μεταφέρουν σε καινούργιες καταστάσεις και εξασκούνται έτσι ώστε να την κάνουν λειτουργική.

- Τέταρτη Φάση: Αξιολόγηση

Με την εφαρμογή κατάλληλων τεχνικών αξιολόγησης ελέγχεται η υλοποίηση των στόχων που έχουν τεθεί.

- Πέμπτη Φάση: Ανακεφαλαίωση

Η ανακεφαλαίωση μπορεί να είναι:

- Λεκτική
- Αναπαραστασιακή
- Μεταγνωστική.»

2.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται το Θεωρητικό πλαίσιο Πρακτικές ασκήσεις διδασκαλίας Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. / ΕΠΠΑΙΚ ΑΘΗΝΑ 2017-2018 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΙΚΡΟΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ :

«Η διερευνητική μέθοδος μάθησης εισάγει την επιστημονική έρευνα στη σχολική

πράξη. Εφοδιάζει τον εκπαιδευόμενο με δεξιότητες όπως:

- Να ασκεί την κριτική του σκέψη.
- Να συλλέγει με επιστημονικές μεθόδους τις πηγές του.
- Να αποκτά επιστημονικό λόγο.
- Να συνειδητοποιεί την αναγκαιότητα να αποκτήσει τις απαιτούμενες ικανότητες και να θέτει μαθησιακούς στόχους.
- Να αναδεικνύει τη μαθησιακή αποτελεσματικότητα της εκάστοτε διδακτικής ενότητας.
- Να τεκμηριώνει επιστημονικά τις απόψεις και θέσεις του.
- Να εφοδιάζεται με αυτό-εκτίμηση και αυτοσεβασμό.

Οι επιμέρους φάσεις της διερευνητικής μεθόδου είναι:

Πρώτη Φάση: Έκθεση Προβληματισμού-Κινητοποίηση Εκπαιδευόμενων

Μέσω μιας κατάστασης προβληματισμού ή μέσω δραστηριοτήτων, οι εκπαιδευόμενοι ενεργοποιούνται για να διερευνήσουν ένα συγκεκριμένο θέμα και τους γίνεται επεξήγηση των ερευνητικών διαδικασιών που θα ακολουθήσουν.

Δεύτερη Φάση: Διατύπωση Υποθέσεων - Συγκέντρωση Δεδομένων-Επεξεργασία Υλικού

Οι εκπαιδευόμενοι διατυπώνουν υποθέσεις για το υπό διερεύνηση θέμα, παρατηρούν, συλλέγουν και αρχειοθετούν δεδομένα και πληροφορίες. Συγκρίνουν τις πληροφορίες με ό,τι είναι ήδη αποδεκτό και κάνουν συνδέσεις του γνωστικού αντικειμένου με τη χρησιμότητα στην ευρύτερη κοινωνία.

Τρίτη Φάση: Οργάνωση-Έλεγχος Υποθέσεων-Διατύπωση Συμπερασμάτων

Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να οργανώσουν τα δεδομένα, να ελέγξουν τις υποθέσεις που είχαν θέσει, να αναφέρουν τις δικές τους ερμηνείες και επεξηγήσεις και στη συνέχεια, σε συνεργασία με τον εκπαιδευτικό, διατυπώνονται συμπεράσματα και κανόνες.

Τέταρτη Φάση: Ανάλυση Ερευνητικής Διαδικασίας-Εφαρμογή

Αναλύεται η ερευνητική στρατηγική που ακολούθησαν οι εκπαιδευόμενοι, γίνεται προσπάθεια για ανάπτυξη αποτελεσματικότερων ερευνητικών στρατηγικών και υλοποιείται αντίστοιχη εφαρμογή.

Πέμπτη Φάση: Αξιολόγηση

Μέσα από τεχνικές αυτοαξιολόγησης και ετεροαξιολόγησης, οι εκπαιδευόμενοι

αναστοχάζονται και επανατροφοδοτούνται στην όλη διαδικασία. Παράλληλα, αξιοποιούνται και όποιες τεχνικές αξιολόγησης κρίνονται κατάλληλες για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί.

Έκτη Φάση: Ανακεφαλαίωση»

2.6. Η ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται Ο Φάκελος Εργασιών Μαθητή ως μέσο αυθεντικής αξιολόγησης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση - Κεφ. 1: Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση.

<https://paroutsas.jmc.gr/portfol/evaluat.htm>

2.6.1 ΈΝΝΟΙΑ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όπως αναφέρεται στο σχετικό προεδρικό Διάταγμα (Π.Δ 8/1995)

Αξιολόγηση είναι η διαδικασία που αποσκοπεί στο να προσδιορίσει, κατά τρόπο συστηματικό και αντικειμενικό, το αποτέλεσμα ορισμένης δραστηριότητας σε σχέση με τους στόχους τους οποίους αυτή επιδιώκει και την καταλληλότητα των μέσων και μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την επίτευξη τους (άρθρ. 1, παρ. 1)

Το πώς αυτοί οι τρεις παράγοντες (στόχοι, αποτελέσματα και μέσα) συνδέονται με την εκπαιδευτική πρακτική και ειδικότερα με την μαθητική επίδοση, η οποία είναι και αντικείμενο της παρούσας εργασίας, διαφαίνεται επίσης από το ίδιο νομοθέτημα:

Η Αξιολόγηση του μαθητή είναι η συνεχής παιδαγωγική διαδικασία, με βάση την οποία παρακολουθείται η πορεία της μάθησής του, προσδιορίζονται τα τελικά αποτελέσματά της και εκτιμώνται, παράλληλα, άλλα χαρακτηριστικά του, τα οποία σχετίζονται με το έργο του σχολείου. Η αξιολόγηση αποτελεί οργανικό στοιχείο της διδακτικής-μαθησιακής διαδικασίας, η οποία αρχίζει με τον καθορισμό των στόχων και ολοκληρώνεται με τον έλεγχο της επίτευξής τους.

Η αξιολόγηση, ως εξατομικευμένη εκτίμηση της επίδοσης του μαθητή, δεν είναι αυτοσκοπός και σε καμία περίπτωση δεν προσλαμβάνει χαρακτήρα ανταγωνιστικό ή επιλεκτικό για το μαθητή του Δημοτικού Σχολείου. Αυτή δεν αναφέρεται μόνο στην επίδοση του στα διάφορα μαθήματα, αλλά και σε άλλα χαρακτηριστικά του, όπως είναι η προσπάθεια που

καταβάλλει, το ενδιαφέρον του, οι πρωτοβουλίες που αναπτύσσει, η δημιουργικότητά του, η συνεργασία του με άλλα άτομα και ο σεβασμός των κανόνων λειτουργίας του σχολείου (Αρθρ. 1. παρ. 2 & 3)

Μια προσεκτική ανάγνωση των ορισμών αυτών, καταδεικνύει ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της αξιολόγησης των μαθητών: Κατ' αρχάς, φανερώνεται με κάθε σαφήνεια ότι η αξιολογική διαδικασία συνιστά ένα αναπόσπαστο κομμάτι της παιδαγωγικής πρακτικής. Αποτελεί το σημαντικότερο μηχανισμό για τον έλεγχο και την αποτίμηση της ατομικής επίδοσης του μαθητή αλλά και για τον έλεγχο της ανταπόκρισής του στους στόχους του αναλυτικού προγράμματος. Επίσης, είναι το μοναδικό μέσον ώστε να ιεραρχηθούν και να ταξινομηθούν οι μαθητές τόσο μεταξύ τους, όσο και με βάση τα κριτήρια που τίθενται από την εφαρμοζόμενη κάθε φορά κεντρική εκπαιδευτική πολιτική.

Παρ' όλο που στο κείμενο του προεδρικού διατάγματος ορίζεται ρητά ότι «η αξιολόγηση, δεν είναι αυτοσκοπός και δεν προσλαμβάνει χαρακτήρα ανταγωνιστικό ή επιλεκτικό», η μορφή που παίρνει στην καθημερινή πρακτική έχει σημαντικές επιπτώσεις στη διαμόρφωση της διδασκαλίας, διότι πολλές φορές δρα ακόμη και δια της βίας πάνω στην εμπειρία, στα συναισθήματα, την σκέψη, αλλά και την εν γένει σταδιοδρομία των μαθητών.

Η ανάγκη και μόνο του νομοθέτη να επισημάνει το «φιλοσοφικό» υπόβαθρο της αξιολόγησης, δείχνει την σημασία που αποδίδεται σε αυτό το ζήτημα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ως προς αυτή τη διάσταση είναι τα ευρήματα παλαιότερης έρευνας, η οποία καταδεικνύει ότι η αξιολόγηση των μαθητών είναι περισσότερο επιεικής, όταν οι αξιολογητές έχουν σαφή και καταγεγραμμένα κριτήρια, παρά όταν αυτοί δρουν «αυτόματα» και χωρίς προετοιμασία, όπως γίνεται σήμερα (Μαρκατάτος 1992).

2.6.2 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ

Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα [38],

Η αξιολόγηση ανατροφοδοτεί τον εκπαιδευτικό, του υποδεικνύει αν πρέπει να συνεχίσει το μάθημα, τι πρέπει να επαναλάβει, σε τι να επιμείνει και πώς να διαμορφώσει τελικά τη διδακτική του προσέγγιση. Πληροφορεί τους γονείς για την πορεία μάθησης των παιδιών τους και αποτελεί πολλές φορές απαρχή και βάση οικοδόμησης συνεργασίας του εκπαιδευτικού με τους γονείς.

Επιπρόσθετα θα μπορούσαμε να πούμε ότι, καθώς η αξιολόγηση έχει διαγνωστικό, προγνωστικό και ανατροφοδοτικό ρόλο, μπορεί να παρέχει μεγάλες δυνατότητες οργάνωσης της εκπαιδευτικής παρέμβασης για να βελτιωθούν τόσο το περιεχόμενο όσο και η μέθοδοι διδασκαλίας. Η Τζάνη (1989, όπ. αναφ. στο ανωτ.), θεωρεί ότι

«η αξιολόγηση βοηθά το παιδί να συνδέσει την προσωπική του προσπάθεια με το αποτέλεσμα, με συνέπεια να αποκτά την πεποίθηση ότι ελέγχει την πραγματικότητα, και, τέλος να μάθει τον τρόπο οργάνωσης και διεξαγωγής σκόπιμων και προγραμματισμένων δραστηριοτήτων».)

Παράλληλα, ο Χριστιάς [39] θεωρεί ότι «η αξιολόγηση μπορεί να λειτουργήσει θετικά ως εξωτερικό κίνητρο μάθησης», καθώς το σύνολο των εκπαιδευτικών επιδιώξεων δεν μπορεί να αφεθεί μόνο στα αυθόρμητα ενδιαφέροντα και τα εσωτερικά κίνητρα των μαθητών (Χιωτάκης 1993, σελ 65, όπ. αναφ. στο Ματσαγγούρας [38])

Επιπροσθέτως, θα πρέπει να αντικατοπτρίζει την αποτελεσματική διδασκαλία, να είναι συνεχής, ως αναπόσπαστο μέρος της και να παρέχει πληροφορίες σχετικά με το επίπεδο αφομοίωσης του διδακτέου υλικού. Ταυτόχρονα η συνεχής ανατροφοδότηση είναι απαραίτητη προκειμένου οι ίδιοι οι μαθητές να αποκτήσουν σαφή εικόνα του τι έχουν κατακτήσει: οι μαθητές πρέπει να παρακολουθούν την μαθησιακή τους πορεία και να αξιολογούν ενεργά τη στρατηγική τους καθώς και το τρέχον επίπεδο κατανόησης στο οποίο βρίσκονται [40]. Εξ άλλου έχει διαπιστωθεί ότι οι άνθρωποι αποκτούν μια δεξιότητα πολύ πιο γρήγορα εφόσον υπάρχει ανατροφοδότηση σχετικά με το αν αυτό που κάνουν είναι σωστό ή λάθος [41].

Ένας από τους σημαντικότερους ρόλους της αξιολόγησης, λοιπόν, είναι η παροχή έγκαιρης και ενημερωτικής ανατροφοδότησης προς τους μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και μάθησης, έτσι ώστε η εξάσκηση της δεξιότητας και η συνακόλουθη απόκτησή της θα είναι αποτελεσματική και αποδοτική.

Κατά συνέπεια, φαίνεται πως η αξιολόγηση είναι όχι μόνον αναγκαία για την αποτελεσματική διδασκαλία αλλά και αποτελεί αναπόσπαστο μέρος αυτής. Προς την κατεύθυνση αυτή η εμπειρία έχει καταδείξει ότι οι πιο πετυχημένοι εκπαιδευτικοί εφαρμόζουν τους εξής δύο βασικούς κανόνες:

- Προετοιμάζουν τη διδασκαλία τους ξεκινώντας με ερωτήσεις που επικεντρώνονται περισσότερο στο τι πρέπει να κάνει και να μάθει ο μαθητής παρά στο τι πρέπει να κάνει ο δάσκαλος.

- Ελέγχουν την πρόδό τους και αξιολογούν με κάποια συστηματική μέθοδο που τους επιτρέπει ταυτόχρονα να προβαίνουν στις κατάλληλες διορθωτικές κινήσεις. Αξιολογούν επίσης τους μαθητές τους με βάση τους κύριους στόχους μάθησης και όχι κάποια αυθαίρετα πρότυπα [42].

Σε ότι αφορά, τώρα, το περιβάλλον μέσα στο οποίο συντελείται η εκπαιδευτική διαδικασία, φαίνεται ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά (δηλαδή τα αποτελέσματα είναι μόνιμα, ουσιαστικά και έχουν θετική επιρροή στον τρόπο που σκέφτονται, ενεργούν, ή αισθάνονται), όταν:

- προσπαθούν να λύσουν προβλήματα κάθε είδους (πνευματικά, φυσικής, καλλιτεχνικά, πρακτικά, αφηρημένα, κλπ.) ή όταν επιδιώκουν να δημιουργήσουν κάτι καινούριο που θεωρούν ενδιαφέρον, όμορφο ή σημαντικό
- η εκπαιδευτική διαδικασία συντελείται σε ένα περιβάλλον γεμάτο προκλήσεις αλλά εντούτοις είναι υποστηρικτικό και τους παρέχει την αίσθηση ότι ελέγχουν οι ίδιοι την πορεία της μάθησής τους
- μπορούν να εργαστούν από κοινού με άλλους μαθητές για την επίλυση των προβλημάτων
- πιστεύουν ότι η εργασία τους θα κριθεί δίκαια και τίμια, και
 - μπορούν να προσπαθούν, να αποτυγχάνουν, και να λαμβάνουν ανατροφοδότηση από κάποιον ειδήμονα πριν και ανεξάρτητα από οποιαδήποτε τελική και οριστική κρίση των προσπαθειών τους [42].

2.6.3 Η ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΑΥΘΕΝΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Οι Bagnato, Grom, και Haynes [43] δημοσίευσαν μια διαχρονική μελέτη σχετική με τον αντίκτυπο στην ανάπτυξη και τα αποτελέσματα μιας πρότυπης παρέμβασης σε μικρά παιδιά που ανήκαν σε κοινότητες υψηλού κινδύνου. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων εφαρμόστηκε ένα «Μοντέλο Αυθεντικής Αξιολόγησης» το οποίο αφορούσε 1.350 παιδιά σε μια τριετή περίοδο. Η καταγραφή των αποτελεσμάτων έγινε με συστηματικό τρόπο, για τον οποίο ενημερώθηκαν πάνω από 125 εκπαιδευτικοί και τον εφάρμοσαν χρησιμοποιώντας στοιχεία φυσικής παρατήρησης των δεξιοτήτων του παιδιού στην καθημερινή ρουτίνα της τάξης. Τα αποτελέσματα της τριετούς μελέτης απέδειξαν τόσο τη σκοπιμότητα, τη χρησιμότητα και το κύρος της μεθοδολογίας της αυθεντικής αξιολόγησης όσο και την αποτελεσματικότητα του προγράμματος.

Σε άλλη μελέτη κατα τον Bereiter (44), καταδεικνύεται σαφώς ότι οι ενδιάμεσες αξιολογήσεις της μάθησης των παιδιών που έχουν διαμορφωθεί με εργαλεία που βασίζονται στη διδασκαλία και την κονστρουκτιβιστική μέθοδο, όχι μόνο προσδιορίζουν επακριβώς αλλά και προβλέπουν την πρόοδο τόσο των παιδιών που αποδίδουν καλά όσο και εκείνων που δεν τα καταφέρνουν. Επιπρόσθετα η διδασκαλία μέσω ενός συστήματος δειγματοληπτικού ελέγχου των εργασιών των παιδιών, εμπλουτίζει τη διαδικασία, βελτιώνει τη μάθηση μέσω της ανατροφοδότησης, και δίνει ώθηση στα αποτελέσματα των παραδοσιακών μεθόδων αξιολόγησης.

Τέλος, σύμφωνα με την Sandra Schurr [45] η αυθεντική αξιολόγηση περιλαμβάνει τα παρακάτω οφέλη:

- Ευνοεί τη συνεργασία μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών
- Περιγράφει την ατομική προσπάθεια και γνώση του μαθητή
- Αναγνωρίζει τα διαφορετικά στυλ μάθησης και ενδιαφέροντα
- Αποφεύγει τις αθέμιτες συγκρίσεις
- Το ακροατήριο εκτείνεται πέρα από το δάσκαλο
- Ο μαθητής γνωρίζει εκ των προτέρων γνώση το είδος των ερωτήσεων και των καθηκόντων που συμμετέχουν στην αξιολόγηση
- Περιλαμβάνει ένα πολύπλευρο σύστημα βαθμολόγησης
- Ενσωματώνει την αυτο-αξιολόγηση
- Επιτρέπει στους μαθητές να επιδείξουν πρωτοτυπία και δημιουργικότητα ξεπερνώντας τη διδασκαλία
- Ενσωματώνει όλα ή τα περισσότερα επίπεδα της Γνωστικής Ταξινόμιας του Bloom
- Αντανακλά την πρόοδο σε κοινωνικές και ακαδημαϊκές δεξιότητες και στάσεις κάτι που δεν διαπιστώνεται εύκολα με τα γραπτά τεστ.
- Κινητοποιεί και εμπλέκει τους μαθητές που υστερούν στη μάθηση και έχουν χαμηλές επιδόσεις.
- Καθιστά τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα και μόνιμη ως προς τα αποτελέσματά της.
- Επιτρέπει την ευκολότερη αλληλεπίδραση των δεξιοτήτων ανάγνωσης, γραφής και λόγου.
- Παρέχει στους μαθητές περισσότερο χρόνο και ευελιξία για το αναστοχαστικό τους έργο.
- Επιτρέπει την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών
- Μπορεί να λειτουργήσει σε μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά στυλ.

2.6.4 Η ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της ρομποτικής τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοριστικός. Για να υπάρξουν καθοριστικά μαθησιακά αποτελέσματα θα πρέπει η εκπαιδευτική διαδικασία που θα ακολουθηθεί να στοχεύει σε μία μαθητο-κεντρική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπ' όψη τα χαρακτηριστικά των μαθητών. Στην προσέγγιση αυτή η διδασκαλία είναι πάντα έμμεση καθώς οι εκπαιδευτικοί επεμβαίνουν μόνο συμβουλευτικά δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να δοκιμάσουν την ορθότητα των λύσεων τους.

Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές οργανώνεται αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων TERCOP, 2007 [46] σε μια σειρά από ξεχωριστά αλλά αλληλοσυνδεόμενα στάδια :

- Στάδιο Εμπλοκής : Στο στάδιο αυτό διατυπώνεται το πρόβλημα και οι μαθητές μέσα από μία συζήτηση εμπλέκονται στον προσδιορισμό του.
- Στάδιο Πειραματισμού : οι μαθητές πειραματίζονται με το διαθέσιμο υλικό, για παράδειγμα προγραμματιζόμενες μονάδες, κινητήρες, αισθητήρες και το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν.
- Στάδιο Διερεύνησης : Οι μαθητές καλούνται να προτείνουν λύσεις σε ερωτήματα τα οποία ενδέχεται να έχουν περισσότερες από μία απαντήσεις.
- Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας : Οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και υλικά (προγράμματα) τα οποία παρουσιάστηκαν στην τάξη σε μία τελική μορφή που απαντά στο αρχικό πρόβλημα.
- Στάδιο Αξιολόγησης : Όλες οι τελικές προτάσεις των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται με βάση τα ερωτήματα/κριτήρια που έχουν θέσει οι μαθητές σε προηγούμενα στάδια (στάδια εμπλοκής, διερεύνησης).

Καθ όλη τη διάρκεια της εγχειρήματος καταβάλετε προσπάθεια ώστε να παρέχονται τα απαραίτητα κίνητρα και να υπάρχει η κατάλληλη ανατροφοδότηση. Δίνουμε προσοχή στον καταιγισμό ιδεών, τις συζητήσεις, τις ενέργειες και τις αντιδράσεις των μαθητών. Κρατάμε σημειώσεις και επεμβαίναμε μόνο για να θέσουμε προβληματισμούς, ή όταν οι μαθητές χρειάζονταν βοήθεια. Ο ρόλος μας είναι συμβουλευτικός παρά καθοδηγητικός. Τονίζουμε συνέχεια στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύοντας την ευγενή άμιλλα μεταξύ των μαθητών.

2.7 ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ

Σύμφωνα και όπως αναφέρεται . Κεφ 8 :Κονστρακτισμός Σ. Δημητριάδης 2015
https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/3404/1/247_chapter08.pdf

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί εισαγωγή στις ιδέες της θεωρίας του κονστραξιονισμού (constructionism), ενώ ακόμη παρουσιάζει ορισμένες από τις σημαντικότερες τεχνολογίες μάθησης που υλοποιούν τις ιδέες αυτές. Ειδικότερα οι ενότητες του κεφαλαίου περιλαμβάνουν:

- Εποικοδομητισμός
- Κοινωνικός εποικοδομητισμός
- Κονστραξιονισμός: οι ιδέες του S. Papert και τα πρότυπα Logo-like περιβάλλοντα (Microworlds Pro & Scratch)
- Εκπαιδευτική Ρομποτική (Educational Robotics),

2.7.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ (Constructivism);

Ο Εποικοδομητισμός (Constructivism) είναι μια θεωρία μάθησης σύμφωνα με την οποία μαθαίνουμε σημαίνει οικοδομούμε νέα γνώση για μας. Μάθηση είναι η οικοδόμηση νοήματος. Οικοδομούμε νέα γνώση καθώς αλληλεπιδρούμε με τα δεδομένα στο υπόβαθρο των εμπειριών μας.

Ο Seymour Papert ανέπτυξε τη γλώσσα προγραμματισμού Logo για να υποστηρίξει την εποικοδομητιστική θεωρία. Αυτός θεμελίωσε τον όρο κονστρουκτιονισμό/οικοδομητισμό (constructionism): "Κονστρουκτιονισμός σημαίνει να δίνεις στα παιδιά καλά πράγματα να κάνουν έτσι ώστε να μπορούν να μάθουν κάνοντας πολύ καλύτερα απ' ό,τι μπορούσαν πριν" [47].

Ο όρος constructionism πηγάζει από τη λέξη construct (κονστράκτ : κατασκευή) υποδηλώνοντας δύο από τις πολλαπλές όψεις του εποικοδομητισμού, μία σοβαρή και μία παιγνιώδη. Η σοβαρή όψη αφορά τη σύνδεσή του με την οικογένεια των θεωριών της κατασκευής της γνώσης που συνήθως αναφέρονται ως οικοδομιστικές ή κονστρουκτιβιστικές κατ' ακολουθία του όρου constructivism (κονστρουκτιβισμός ή οικοδομισμός). Ο κονστρουκτιονισμός, όπως και ο κονστρουκτιβισμός, θεωρεί τη μάθηση ως οικοδόμηση γνωστικών δομών ανεξάρτητα από τις συνθήκες μάθησης. Το πρόσθετο στοιχείο του εποικοδομητισμού έγκειται στο ότι ο μαθητευόμενος συνειδητά κατασκευάζει ένα αντικείμενο-οντότητα, είτε πρόκειται για πύργο στην άμμο είτε για μία επιστημονική θεωρία. Οτιδήποτε γίνεται κατανοητό, όταν κατασκευαστεί. Η παιγνιώδη όψη υπονοεί την αυτο-αναφερόμενη απόδοση νοήματος στην ιδέα του εποικοδομητισμού. Με έναυσμα τη βάση του εποικοδομητισμού όπου η διαδικασία της μάθησης προσεγγίζεται ως μαθαίνω-

φτιάχνοντας (learning-by-making), ο ενδιαφερόμενος καλείται και ενθαρρύνεται να επεξεργαστεί, να κατασκευάσει προσωπικά την έννοια του εποικοδομητισμού. Η διατύπωση ενός ορισμού του εποικοδομητισμού θα ήταν οξύμωρο σχήμα.

Θέση πρωτεύουσας σημασίας κατέχει η ιδέα της εγγύτητας στα αντικείμενα: κάποιοι προτιμούν τρόπους σκέψης συνδεδεμένους άμεσα με τα φυσικά αντικείμενα, ενώ άλλοι χρησιμοποιούν αφηρημένα και τυπικά μέσα προκειμένου να αποστασιοποιούνται από το συγκεκριμένο.

Κεντρικό σημείο του εποικοδομητισμού αποτελεί η έννοια του bricolage (μπρικολάζ: μαστόρεμα) ως τεχνικός όρος για τη μαθησιακή διαδικασία. Bricoleur (μπρικολέρ: μάστορας) είναι αυτός που ασχολείται με το bricolage. Η αφετηρία του bricolage έγκειται στην ανάπτυξη στρατηγικών οργάνωσης δουλειάς: ο μαθητευόμενος καθοδηγείται από την πορεία της δουλειάς του και δεν εμμένει σε ένα προκαθορισμένο σχέδιο.

«Η μάθηση αποτελείται από το κτίσιμο συνόλων από υλικά και εργαλεία που μπορεί κάποιος να χειριστεί και να χρησιμοποιήσει. Ίσως στο κέντρο όλων, είναι η διαδικασία της εργασίας με ό,τι έχεις. ...Με την πιο ουσιαστική έννοια, ως μαθητευόμενοι, είμαστε όλοι μάστορες. ...Αν το μαστόρεμα είναι ένα μοντέλο του πώς κτίζονται οι επιστημονικά έγκυρες θεωρίες, τότε μπορούμε ν' αρχίσουμε να αποκτούμε μεγαλύτερο σεβασμό για τον εαυτό μας ως μάστορα.»

"Ο Κονστρουκτιονισμός προτείνει ότι οι μαθητευόμενοι κατασκευάζουν νέες ιδέες όταν ενεργά ασχολούνται με τη δημιουργία εξωτερικής κατασκευής -μπορεί ένα ρομπότ, ένα ποίημα, ένα κάστρο στην άμμο, ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή- πάνω στις οποίες αναστοχάζονται και μοιράζονται με άλλους. Έτσι ο κονστρουκτιονισμός εμπλέκει δυο διαπλεκόμενους τύπους κατασκευής: την οικοδόμηση της γνώσης στο πλαίσιο οικοδόμησης κατασκευών με προσωπικό νόημα. [48].

Οι νέες τεχνολογίες παρέχουν την ευκαιρία μάθησης δίνοντας νέες δυνατότητες για άτομα κάθε ηλικίας να φανταστούν και να πραγματοποιήσουν σύνθετα έργα μέσω των οποίων αποκτούν μία ευρείας κλίμακας σημαντική γνώση.

Το MicroWorlds Pro αποτελεί ένα θαυμάσιο προγραμματιστικό πολυμεσικό περιβάλλον που δίνει την ευκαιρία στους χρήστες να "οικοδομούν πράγματα με νόημα" με σχετική ευκολία και λειτουργεί ως καταλύτης για πλούσιες μαθησιακές ευκαιρίες.

2.7.2 ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΙΣΜΟΣ

Ο κοινωνικός εποικοδομισμός (socialconstructivism) είναι ένα σημαντικό ρεύμα σκέψης στον χώρο των θεωριών μάθησης, το οποίο τονίζει, αναλύει και μελετά τις κοινωνικές

αλληλεπιδράσεις (social interactions) ως μηχανισμό οικοδόμησης γνώσης. Η θεώρηση αυτή αναδεικνύει τη σημασία της οικοδόμησης μιας κατανόησης για τον κόσμο από κοινού με τους κοινωνικούς εταίρους. Επίσης, αναλύει τη σημασία που έχουν στη διαδικασία της μάθησης οι πολιτισμικές κατακτήσεις και πρακτικές μιας κοινότητας, καθώς και η ιστορική διαδρομή τους. Διαδρομή κατά την οποία η κοινότητα αναπτύσσει και εξελίσσει πολιτισμικά προϊόντα/εργαλεία (γλώσσα, κοινές πρακτικές, σύμβολα, ρυθμίσεις και κανόνες κ.λπ.) που διαμορφώνουν βαθιά τη συλλογική αντίληψη της πραγματικότητας και τον τρόπο με τον οποίο τα νέα μέλη της κοινότητας οικοδομούν την κατανόησή τους για τον κόσμο και εντάσσονται σταδιακά στην κοινότητα (Wikipedia, University of Georgia Wiki, Berkeley Graduate Division).

2.7.3 «ΡΟΕΣ» ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΙΣΜΟΥ

Στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομισμού ως κοινωνικές αλληλεπιδράσεις εννοούνται οι με οποιονδήποτε τρόπο ανταλλαγές πληροφοριών μεταξύ του ατόμου και του κοινωνικού του περιγύρου, οι οποίες ενεργοποιούν διεργασίες οικοδόμησης γνώσης, καθορίζουν τις δυνατότητες δράσης του και διαμορφώνουν την κατανόησή του. Οι αλληλεπιδράσεις αυτές συνήθως εντοπίζονται σε καταστάσεις, όπως:

(α) Η ένταξη του νέου ανθρώπου μέσα σε μια ιδιαίτερη κοινότητα μάθησης (π.χ. σχολείο) και η αλληλεπίδρασή του με τα άλλα μέλη (δασκάλους, συμμαθητές, γονείς).

(β) Η ισότιμη αλληλεπίδραση του ατόμου με μικρότερο ή μεγαλύτερο αριθμό συνεργατών (peers) που συνθέτουν μια ομάδα (συνήθως αναφέρονται και ως ομότιμοι). Η ομάδα μπορεί να εμπλέκεται σε δραστηριότητα μάθησης ή και εργασίας (collaborative learning, collaborative work).

(γ) Η ένταξη του ατόμου σε μια ευρύτερη κοινότητα πρακτικής (community of practice) και ο σταδιακός μετασχηματισμός του σε έμπειρο μέλος της κοινότητας μέσω της αλληλεπίδρασης με τα άλλα μέλη.

Η θεωρία διευρύνει τη μονάδα ανάλυσης του φαινομένου της μάθησης και εστιάζει –πέρα από το κάθε συγκεκριμένο άτομο– και στην ομάδα συνεργατών (learning group) αλλά και τη διευρυμένη κοινότητα, μέσα στις οποίες πραγματοποιούνται κοινωνικές αλληλεπιδράσεις που ενεργοποιούν συλλογικούς και ατομικούς μηχανισμούς μάθησης. Η παιδαγωγική πρόταση που αναδύεται μέσα από αυτή τη θεώρηση είναι γνωστή ως «συνεργατική ή ομαδοσυνεργατική μάθηση» (collaborative learning).

Τις τελευταίες δεκαετίες (από το 1990 και μετά) η συνεργατική μάθηση βρίσκει υποστήριξη από ειδικά σχεδιασμένες ψηφιακές τεχνολογίες, και η ειδικότερη αυτή περιοχή αναφέρεται

στη βιβλιογραφία ως «Συνεργατική Μάθηση με Υποστήριξη Υπολογιστή (ή ΣΜΥΥ)» (Computer-Supported Collaborative Learning ή CSCL). Στη γενικότερη περιοχή του κοινωνικού εποικοδομισμού εντάσσονται αρκετές κοινωνικού προσανατολισμού θεωρίες, με σημαντικότερες τις αναπτυξιακές θεωρίες των Vygotsky και Bruner, καθώς και την κοινωνικο-γνωσιακή θεωρία του Bandura [49].

Η θεωρία του Vygotsky αναφέρεται ιδιαίτερα ως «κοινωνικο-πολιτισμική» θεώρηση, ώστε να τονίζεται και η σημαντική της διαφοροποίηση από τον κλασικό εποικοδομισμό του Piaget.

Κοινωνικο-γνωσιακές θεωρίες (socialcognitive ή sociocognitive theories)

Με αυτό τον όρο βρίσκουμε θεωρήσεις που τονίζουν το γεγονός πως η ατομική κατανόηση και γνώση επηρεάζονται από κοινωνικού τύπου αλληλεπιδράσεις που τις γεννούν, τις ενθαρρύνουν και τις κατευθύνουν. Μια τέτοια θεώρηση προσφέρουν οι Doise και Mugny [50], αναδεικνύοντας στα πειράματά τους τη σημασία της επικοινωνίας (διαλόγου) των συνεργατών-μαθητών αλλά και της μεταξύ τους «κοινωνικής σύγκρουσης» (social conflict) όταν προσπαθούν να λύσουν ένα πρόβλημα.

Τα στοιχεία αυτά θεωρείται πως παίζουν σημαντικό ρόλο και στον διάλογο μεταξύ μαθητών και δασκάλων, γονέων, ειδικών κ.λ.π., ενεργοποιώντας γνωστικές διεργασίες στους μαθητές που ευνοούν την οικοδόμηση της γνώσης. Εντούτοις, οι απόψεις αυτές δεν αμφισβητούν κατά κανόνα τη θέση του Piaget ότι η αναπτυξιακή ωρίμανση του οργανισμού είναι η απαραίτητη προϋπόθεση για την κατάκτηση νοητικών δεξιοτήτων. Μια προσέγγιση που εντάσσεται στην περιοχή αυτή είναι η κοινωνικο-γνωσιακή θεωρία του A. Bandura (social cognitive theory, αναφέρεται και ως «κοινωνικός συμπεριφορισμός»).

Ο Bandura [51] τονίζει ιδιαίτερα το ότι η μάθηση συμβαίνει σε ένα κοινωνικό πλαίσιο όπου ο μαθητής μαθαίνει παρατηρώντας στο περιβάλλον το τι κάνουν οι άλλοι περισσότερο έμπειροι συνεργάτες.

Κοινωνικο-πολιτισμικές θεωρίες (socio-cultural theories).

Ο όρος προσδιορίζει την περιοχή με πυρήνα το έργο του Lev Vygotsky σχετικά με τους κοινωνικούς μηχανισμούς της μάθησης και ανάπτυξης γνώσης, όπου σημαντικό ρόλο παίζουν τα πολιτισμικά εργαλεία της κοινότητας. Η προσέγγιση αυτή αναλύει ιδιαίτερα τον ρόλο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης ως μηχανισμού νοητικής εξέλιξης του ατόμου, σε αντίθεση με τον κλασικό εποικοδομισμό, που προτείνει εξηγήσεις βασισμένες σε βιολογικού επιπέδου μηχανισμούς (ωρίμανση του οργανισμού).

Πλαισιοθετημένη νόηση/μάθηση (Situated cognition/learning)

Η προσέγγιση της πλαισιοθετημένης μάθησης (έχει αποδοθεί στα ελληνικά και ως «εγκατεστημένη» ή «εγκαθιδρυμένη») τονίζει πως κάθε είδους μάθηση και γνώση αναπτύσσεται μέσα στο φυσικό και κοινωνικό πλαίσιο μιας κοινότητας πρακτικής (community of practice), δηλ. μιας ομάδας ανθρώπων που τους συνδέει η κοινή επαγγελματική ενασχόληση (Wikipedia). 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 (Wikipedia, Instructional Design).

Η θεωρία θεμελιώθηκε μέσα από το έργο των Lave και Wegner [52], 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 (Wikipedia), πρακτικές δραστηριότητες (workshops), παίξιμο ρόλων, επισκέψεις σε επαγγελματικούς χώρους εφαρμογής γνώσης, δραστηριότητες κατάρτισης επαγγελματιών κ.λπ.

Κατανεμημένη νοημοσύνη (Distributed cognition).

Η θεωρία της κατανεμημένης νοημοσύνης κατά τον Hutchins [53] είναι η άποψη πως η νοημοσύνη κατανοείται καλύτερα ως ένα κατανεμημένο φαινόμενο μέσα στο σύστημα: «Άτομο–Κοινωνικοί Εταίροι–Αντικείμενα διαμεσολάβησης». Μια τέτοια ομάδα/σύστημα περιλαμβάνει ένα πλήθος εμπρόθετων διαδραστικών πρακτόρων οι οποίοι εκπληρώνουν κάποιο ρόλο/στόχο. Μπορεί να είναι έμβιοι (δάσκαλοι, μαθητές) ή τεχνητοί (π.χ. ψηφιακοί πράκτορες) και να διαθέτουν κάποιες εσωτερικές διεργασίες επεξεργασίας πληροφορίας.

Έτσι η νοημοσύνη αποκτά μια κατανεμημένη διάσταση (κοινωνικά και τεχνολογικά) και εξαρτάται από τις ιδιότητες των συνεργατών και των τεχνολογικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται. Οι γνωστικές ικανότητες των ομάδων θεωρούνται διευρυμένες σε σχέση με εκείνες των ατόμων, καθώς η ικανότητα ενός ατόμου να εκτελεί ένα έργο ενισχύεται μέσω της ένταξής του σε μια ομάδα/κοινότητα, όπου εμπλέκονται εξ ορισμού και άλλοι κοινωνικοί εταίροι αλλά και διαμεσολαβητικά εργαλεία (π.χ. γλώσσα, αναπαραστάσεις, τεχνολογικά εργαλεία όπως υπολογιστές, δίκτυα κ.λπ.).

Η θεωρία της κατανεμημένης νοημοσύνης οδηγεί σαφώς στο να διευρύνουμε τη μονάδα ανάλυσης του φαινομένου της μάθησης, λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικό και τεχνολογικό πλαίσιο μέσα στο οποίο συμβαίνει η μάθηση. Τα τεχνολογικά συστήματα σχεδιάζονται και αξιολογούνται ως γνωστικά εργαλεία που διαμεσολαβούν στη συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας, ενθαρρύνοντας και υποστηρίζοντας τις ανάγκες των εκπαιδευομένων για αποδοτική συνεργασία. Με τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους (δομή, αναπαραστάσεις, τεχνικές υποστήριξης, προσαρμοστικότητα, ευφυΐα) στοχεύουν να συνεισφέρουν στην αύξηση της ικανότητας της ομάδας να προχωρήσει αποδοτικά στην ολοκλήρωση του έργου, στη λύση του προβλήματος κ.λπ.

2.8. ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ

2.8.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΥ

Ο κονστραξιονισμός είναι μια ιδιαίτερη εκδοχή του εποικοδομισμού όπως την ανέπτυξε και την προώθησε ο Seymour Papert στο έργο του. Εκφράζει κυρίως την ιδέα ότι η οικοδόμηση γνώσεων (ειδικότερα για τις μικρότερες ηλικίες) συμβαίνει μέσα από την κατασκευή απτών αντικειμένων και τον αναστοχασμό πάνω στην εμπειρία αυτή.

Στην ελληνική γλώσσα ο διεθνής όρος «constructionism» έχει αποδοθεί και ως «κατασκευαστικός εποικοδομισμός», όμως προτείνουμε τη μονολεκτική απόδοση «κονστραξιονισμός» ως οικονομικότερη και εκφραστικότερη (παρότι κάπως κακόχη στη γλώσσα μας). Ο εποικοδομισμός θεωρεί τη μάθηση ως τη σταδιακή οικοδόμηση μιας προσωπικής κατανόησης από τον μαθητή. Η οικοδόμηση γνώσης προάγεται από δραστηριότητες ενεργού μάθησης, δηλ. συνθήκες που ευνοούν την αυξημένη διάδραση στο περιβάλλον μάθησης, με στόχο την επίλυση «αυθεντικών» προβλημάτων (προβλήματα που έχουν νόημα για τους μαθητές, κεντρίζουν το ενδιαφέρον τους και είναι κατάλληλα προσαρμοσμένα στο νοητικό τους επίπεδο).

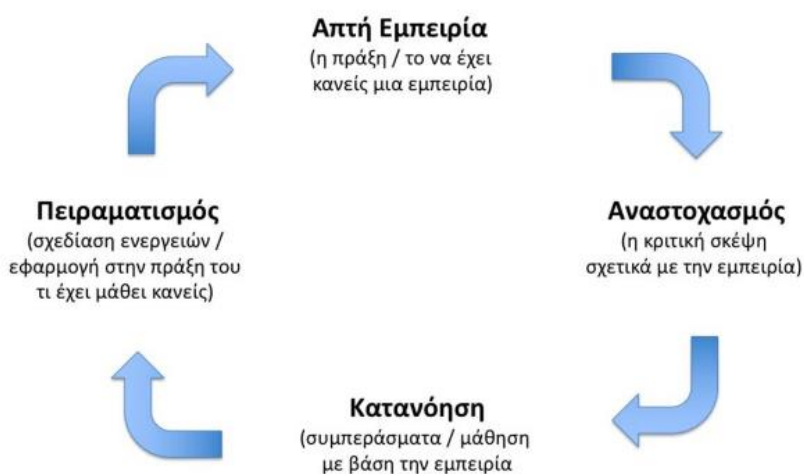
Η οπτική του εποικοδομισμού για το εκπαιδευτικό λογισμικό είναι πως λειτουργεί ως νοητικό εργαλείο (cognitive tool), δηλ. ως εργαλείο επέκτασης της σκέψης του μαθητή, υποστηρίζοντας και επεκτείνοντας τις νοητικές λειτουργίες του. Ακόμη, ο κοινωνικός εποικοδομισμός και ειδικά η σχολή Vygotsky (κοινωνικο-πολιτισμική προσέγγιση) θεωρεί πως η κοινωνική αλληλεπίδραση είναι καταλυτικός παράγοντας νοητικής ανάπτυξης και προωθεί την προσέγγιση της συνεργατικής μάθησης (collaborative learning) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλότερου επιπέδου (ανάλυση, σχεδίαση, επιχειρηματολογία, αξιολόγηση) των μαθητών.

2.8.2. ΚΟΝΣΤΡΑΞΙΟΝΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Ο Papert επεκτείνει τις ιδέες του Piaget σχετικά με τον εποικοδομισμό, προωθώντας την άποψη πως η μάθηση συμβαίνει αποτελεσματικότερα όταν οι μαθητές ενεργοποιούνται κατασκευάζοντας συγκεκριμένα αντικείμενα που έχουν νόημα γι'αυτούς και μπορούν να τα διαμοιράσουν μεταξύ τους, ενισχύοντας έτσι τις μεταξύ τους κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τονσηματισμό 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» [54].

Η θεωρητική προσέγγιση του κονστραξιονισμού συνδέει την περιοχή του κλασικού εποικοδομισμού (constructivism) με εκείνη της εμπειρικής μάθησης (experiential learning)(Wikipedia), δηλ. 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, εικόνα 2.2) 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 8.1).

Η θεωρία της εμπειρικής μάθησης συνδέεται κυρίως με το έργο του Αμερικανού θεωρητικού D. Kolb [55].



Εικόνα 2.2 - Ο κύκλος της εμπειρικής μάθησης

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.

Θα πρέπει να αναφέρουμε πως οι ιδέες της εμπειρικής μάθησης εμφανίζονται ήδη στα κείμενα αρχαίων διανοητών, όπως π.χ. ο Αριστοτέλης, ο οποίος γράφει (Ηθικά Νικομάχεια): «ἀγὰρ δεῖμαθόντας ποιεῖν, ταῦτα ποιοῦντες μανθάνομεν, οἷον 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).

3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

**Το κεφάλαιο αυτό παρατείνεται όπως περιγράφεται από το κεφ.10 Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη Διδασκαλία της Πληροφορικής – Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών - Σ. Φράγκου (http://edurobotics.weebly.com/uploads/6/8/5/3/6853018/education_robotics_4.pdf)*

3.1 ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΡΟΜΠΟΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

«Τα συστήματα αυτοματισμού και οι ρομποτικές κατασκευές αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής μας ζωής. Ο αυτομάτες πόρτες του γκαράζ, τα φανάρια της κυκλοφορίας, τα μηχανήματα πώλησης εισιτηρίων, τα οχήματα εξερεύνησης μακρινών πλανητών είναι μερικά από τα χιλιάδες παραδείγματα που μπορούν να καταγραφούν σε αυτή την τεχνολογική ομάδα.

Ένα σύστημα αυτοματισμού ή ένα ρομπότ είναι συνήθως ένα σύστημα το οποίο είναι προγραμματιζόμενο, συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον του, επιλέγει τη συμπεριφορά που θα εκδηλώσει ανάλογα με τις συνθήκες και εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες.

Αυτό που διαχωρίζει τα συστήματα αυτοματισμού και τα ρομποτικά συστήματα από οποιονδήποτε άλλο μηχανισμό είναι το στοιχείο του ελέγχου και το στοιχείο του προγραμματισμού. Μια μηχανή αυτοματισμού όπως η μηχανή αυτόματης πώλησης εισιτηρίων μπορεί να αναγνωρίσει το ποσό των χρημάτων που έχει εισαγάγει ο χρήστης, καθώς και την ποσότητα των εισιτηρίων που έχει αυτός ζητήσει (είσοδος), μπορεί να αξιολογήσει αν πληρούνται οι

απαιτούμενες συνθήκες (πρόγραμμα) και μπορεί να προχωρήσει ή όχι στην έκδοση των εισιτηρίων (έξοδος). Το ραδιόφωνο, από την άλλη πλευρά, είναι μια απλή μηχανή η οποία, μέσα από τον εξωτερικό χειρισμό της, μεταφέρεται σε κατάσταση τέτοια που της επιτρέπει την εκτέλεση μίας συγκεκριμένης πράξης, και ειδικότερα της λήψης και αναπαραγωγής ενός σήματος.

3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Η ρομποτική και οι αυτοματισμοί διδάσκονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών αρκετές δεκαετίες. Η ένταξή τους όμως στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της εμφάνισης ειδικών κατασκευαστικών πακέτων χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού (construction kits).

Τα πακέτα αυτά περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές οι οποίες με τη βοήθεια δομικού υλικού μπορούν να συνθέσουν τις ρομποτικές κατασκευές. Συνοδεύονται συνήθως από το κατάλληλο λογισμικό, που επιτρέπει τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς τους. Άλλοτε είναι ερευνητικού χαρακτήρα και άλλοτε έχουν εμπορική εφαρμογή. Τα συστήματα αυτά καθώς και οι δράσεις που μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αυτών ανήκουν στο χώρο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), και ειδικότερα στην Εκπαιδευτική Ρομποτική [24].



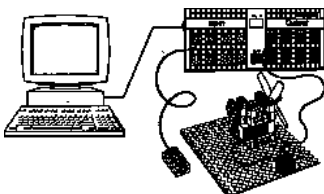
Εικόνα 3.1: Bigtrak



Εικόνα 3.2: Roamer

Αξίζει τον κόπο να κάνουμε μια αναδρομή σε κάποια αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτών των τεχνολογιών. Στη δεκαετία του '70 εμφανίζονται στο χώρο της εκπαίδευσης οι επιδαπέδιες χελώνες, οι οποίες προγραμματίζονται με τη βοήθεια ενσωματωμένου πληκτρολογίου. Αξιοποιήθηκαν σε παιδιά μικρής ηλικίας και αποτέλεσαν τον πρόδρομο των Logo-like περιβαλλόντων (Limbos, 1999). Οι σύγχρονες 'χελώνες'-ρομπότ συνδέονται με αισθητήρες και κινητήρες, μπορούν να προσομοιώσουν συμπεριφορές και να εκτελέσουν έργα με ιδιαίτερη επιτυχία. Συνδυάζουν φυσικά αντικείμενα και αντίστοιχα εικονικά περιβάλλοντα μέσα από τα οποία ελέγχονται. Παραδείγματα τέτοιων χελωνών είναι ο Bigtrak (Εικόνα 3.1, <http://www.thebigtrak.com/>) και ο Roamer (Εικόνα 3.2, http://www.valiant-technology.com/uk/pages/roamer_home.php), που ακόμα και σήμερα βρίσκουν εφαρμογή σε νηπιαγωγεία και δημοτικά σχολεία.

Η έρευνα στο MIT έφερε στο προσκήνιο στη δεκαετία του '80 νέα ανοιχτά συστήματα τα οποία μπορούσαν να προσομοιώνουν με επιτυχία αυτοματισμούς, όπως, για παράδειγμα, ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο. Προγραμματίζονταν με γλώσσα παρεμφερή με τη γλώσσα Logo και ήταν σταθερά συνδεδεμένα στον υπολογιστή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους (Εικόνα 3.3 LEGO TECHIC Control, LEGO Dacta Controlab).



Εικόνα 3.3: Dacta Control Lab

Ο πρώτος κύβος που είχε δυνατότητα προγραμματισμού και μπορούσε να λειτουργήσει αυτόνομα κατασκευάστηκε στα εργαστήρια του MIT σε συνεργασία με τη Lego [8] [14]. Ο κύβος αυτός περιλάμβανε ένα μικροεπεξεργαστή ο οποίος επέτρεπε την αποθήκευση προγράμματος και τον έλεγχο αισθητήρων και μηχανών. Στη συνέχεια κατασκευάστηκαν μικρότερες συσκευές με ενσωματωμένους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές.

Πρόκειται για μικρά τούβλα μεγέθους μικρότερου από αυτό ενός σπιρτόκουτου, μπάλες, χάντρες κ.ά. τα οποία μπορούσαν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και να ενταχτούν σε πολλά καθημερινά χρηστικά αντικείμενα ([6], [25]). Ταυτόχρονα, εμπορικές εταιρείες παρουσίασαν αντίστοιχα συστήματα. Ένα παράδειγμα αποτελούν τα LEGO Mindstorms Rombotic Invention Systems με τον προγραμματιζόμενο κύβο RCX, που εμφανίζονται στο τέλος της δεκαετίας του '90.

Σήμερα στην αγορά υπάρχουν συστήματα όπως το NXT Mindstorms της LEGO, το FischerTechnik Mobile, τα Elekit Robots, τα οποία λειτουργούν με παρόμοια λογική. Ένα άλλο μέλος της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνδέεται με συναρμολογούμενα μικρο-ρομπότ (ανθρωποειδή), τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν με μαθητές για την εκτέλεση συγκεκριμένων έργων. Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου θα ασχοληθούμε με το σύστημα ρομποτική Lego Mindstorms NXT (Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4: Lego Mindstorms NXT

Ο κύβος NXT μπορεί να προγραμματιστεί με τη βοήθεια λογισμικών τα οποία βασίζονται σε γλώσσες προγραμματισμού όπως οι γλώσσες Logo, C++, Python κ.ά.

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ

Διδασκαλία προγραμματισμού με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής του πακέτου Lego Mindstorms RCX for Schools. Ως προγραμματιστικό περιβάλλον χρησιμοποιεί το λογισμικό Robolab που συνοδεύει το πακέτο αυτό.

Το πακέτο Lego Mindstorms αποτελεί ένα ευέλικτο μέσο δημιουργικής μάθησης που παρέχει ευκαιρίες για σχεδιασμό και κατασκευές σε μικρό χρονικό διάστημα και με μικρό προϋπολογισμό. Περιλαμβάνει ένα σύνολο από δομικά στοιχεία (τουβλάκια, γρανάζια, τροχούς, κ.α.), αισθητήρες, κινητήρες και άλλα εξαρτήματα με τα οποία μπορεί κανείς να κατασκευάσει φυσικά μοντέλα. Τα εξαρτήματα αυτά προσαρμόζονται πάνω σε ένα τουβλάκι της LEGO μεγαλύτερων διαστάσεων, στο οποίο είναι ενσωματωμένος ο επεξεργαστής RCX.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του πακέτου Lego Mindstorms for Schools

είναι :

- α) λόγω των δυνατοτήτων του RCX να ελέγχει κινητήρες ή φώτα και να συγκεντρώνει δεδομένα με τη βοήθεια αισθητήρων, παιδιά και ενήλικες μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν κατασκευές που κινούνται, σκέφτονται, και αντιδρούν [26].
- β) πολλοί μαθητές έχουν εξοικειωθεί με τα τουβλάκια της Lego από μικρές ηλικίες [27] και αποτελούν μια χαμηλού κόστους λύση [28].
- γ) οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα Lego περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης καθώς η πλειοψηφία τους έχει «παίξει» με αυτά. Η πτυχή - παιχνίδι, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου και παρότρυνσης στην εκπαίδευση [29].
- δ) με το πακέτο ρομποτικής της Lego ενισχύονται οι βασικοί στόχοι της διδασκαλίας του προγραμματισμού [30].

Το λογισμικό Robolab παρέχει ένα απλό γραφικό περιβάλλον για τον προγραμματισμό "συμπεριφορών" των ρομποτικών κατασκευών της Lego που επιτρέπει στο χρήστη να προγραμματίσει χρησιμοποιώντας εικονίδια που αναπαριστούν όλους τους τύπους δεδομένων και τις βασικές εντολές και δομές.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του λογισμικού Robolab είναι :

- α) η διδασκαλία του προγραμματισμού δεν ακολουθεί το τυπικό μοντέλο διδασκαλίας αλλά μια κατασκευαστική προσέγγιση [31].

β) το περιβάλλον αυτό είναι σχεδιασμένο για παιδιά, απαιτεί μόνο βασικές γνώσεις χρήσης Η/Υ και δεν προϋποθέτει γνώσεις αρχών προγραμματισμού [32].

3.4 ΤΟ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

**Το κεφάλαιο αυτό παρατείνεται όπως περιγράφεται από το κεφ.10 Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη Διδασκαλία της Πληροφορικής – Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών - Σ. Φράγκου (http://edurobotics.weebly.com/uploads/6/8/5/3/6853018/education_robotics_4.pdf)*

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί εκτενώς σε ερευνητικά προγράμματα, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Οι εφαρμογές που καταγράφονται στη βιβλιογραφία αφορούν όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και τα θέματά τους έχουν τεράστια ποικιλία. Ο Papert στο άρθρο του Situating Constructionism [1] αναφέρεται στην εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο που επεκτείνει τις δυνατότητες της Logo, επιτρέπει την κατασκευή μοντέλων που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους (active models) και εστιάζει στη σημασία της κατασκευής για την ανάδειξη σημαντικών ιδεών. Μέσα από την εμπειρία τους με μαθητές διαφόρων ηλικιών, οι Resnick, Martin, Sargent, & Silverman, [33] κατηγοριοποιούν τις εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε τρεις ευρύτερες κατηγορίες: i) τα ενεργά περιβάλλοντα (όπως, για παράδειγμα, ο αυτόματος φωτισμός ενός χώρου), ii) οι αυτόνομες οντότητες (όπως, για παράδειγμα, ένας δεινόσαυρος ρομπότ) και iii) τα προσωπικά πειράματα (όπως, για παράδειγμα, η μέτρηση της ταχύτητας του ποδηλάτου κατά τη διάρκεια της μετακίνησης του μαθητή από το σπίτι στο σχολείο).

Οι Turbak & Berg [25] εξερευνούν τις δυνατότητες ένταξης ιδεών της Μηχανολογίας στο μάθημα της Ρομποτικής με φοιτητές θεωρητικής κατεύθυνσης και επισημαίνουν τα οφέλη που αυτοί αποκομίζουν μεταφέροντας σημαντικές ιδέες της επιστήμης της Μηχανολογίας σε άλλους τομείς. Οι Rusk, Resnick, Berg, & Pezalla-Granlund [7] οργανώνουν εργαστήρια ρομποτικής με παιδιά, εφήβους, οικογένειες και εκπαιδευτικούς σε ποικίλους χώρους: σχολεία, μουσεία και ινστιτούτα κατάρτισης. Τα εργαστήρια τους έχουν ένα κύριο θέμα γύρω από το οποίο περιστρέφονται και οργανώνονται όλες οι κατασκευές (μία μέρα στο πάρκο, η γιορτή, τα γενέθλια) και ολοκληρώνονται με έκθεση των έργων των συμμετεχόντων στην κοινότητα.

Άλλοι ερευνητές εστιάζουν σε χαρακτηριστικά όπως η ομαδοσυνεργατική προσέγγιση και η διαθεματικότητα [8]. Ενδεικτικές εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής στον ελλαδικό χώρο αφορούν διαθεματικές συνθετικές εργασίες κατασκευής και προγραμματισμού ρομπότ [9],

[10], πειραματισμούς για τη διερεύνηση εννοιών Φυσικής και Μαθηματικών [11], εφαρμογές στη διδασκαλία εννοιών Πληροφορικής και Μηχανολογίας [12]. Στη συνέχεια θα προσπαθήσουμε να σκιαγραφήσουμε τα χαρακτηριστικά που έχει η μαθησιακή διαδικασία μέσα από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Μαθαίνω κατασκευάζοντας:

Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Η κατασκευή αφορά τόσο την κατασκευή του μηχανικού ρομπότ όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση. Η ιδέα 'Μαθαίνω κατασκευάζοντας' (learning by making ή learning through design) είναι στην καρδιά της φιλοσοφίας του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), που ενέπνευσε αρχικά την κατασκευή των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση, την οποία θεμελίωσαν ο Papert και οι συνεργάτες του [1], αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός πλαισίου αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία ικανού να προκαλέσει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές [13].

Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, η μάθηση είναι μια διαδικασία που κάνει το μαθητή να συμμετέχει ενεργά σε μια δημιουργική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, είτε αυτό είναι ο σχεδιασμός ενός σχήματος με τη γλώσσα Logo είτε είναι η κατασκευή ενός carousel με δομικά υλικά της Lego. Το περιβάλλον και τα αντίστοιχα κατασκευάσματα είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτουν ουσιαστικά ζητήματα προς αναζήτηση και διερεύνηση. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την κατασκευή [14]. Οι ανάγκες του έργου είναι η αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο. Η κατασκευή είναι το εργαλείο μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο [5].

Τα παραπάνω υπηρετούν με συνέπεια τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση όπως αυτή περιγράφεται στο πλαίσιο του εποικοδομισμού (constructivism). Η γνωστική ψυχολογία και η παιδαγωγική επιστήμη αποδέχονται ότι κάθε άνθρωπος, από πολύ μικρή ηλικία, δημιουργεί γνωστικές δομές με συγκεκριμένο περιεχόμενο για κάθε τι που συναντά καθημερινά. Οι δομές αυτές πιθανότατα επηρεάζονται από τη βιολογική λειτουργία των αισθητηριακών συστημάτων και το περιεχόμενό τους είναι εννοιολογικό και σχεσιακό. Η μάθηση είναι μια διαδικασία μέσα από την οποία οι γνωστικές αυτές δομές επεκτείνονται ή διαφοροποιούνται ([15] [16] [17]). Κάθε διαδικασία μάθησης έχει ως αφετηρία την πρότερη γνώση του μαθητή και επηρεάζει το ατομικό

γνωστικό του σύστημα. Η υλοποίηση μιας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή.

Μαθαίνω για την κατασκευή:

Συμπληρωματικά στη διάσταση ‘Μαθαίνω κατασκευάζοντας’ υπάρχει και η διάσταση ‘Μαθαίνω για την κατασκευή’, τόσο τη μηχανολογική κατασκευή όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς της. Η αξία των μηχανολογικών κατασκευών στο σχολικό περιβάλλον είναι σχετικά υποτιμημένη, ακολουθώντας μια παράδοση που θέλει τις πρακτικές εφαρμογές να έχουν μικρότερη κοινωνική αποδοχή από τις αντίστοιχες θεωρητικές έννοιες. Όμως, η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στην επιφάνεια την άρρηκτη σύνδεση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία. Η Τεχνολογία αποτέλεσε και αποτελεί το ερέθισμα που οδηγεί την επιστημονική έρευνα. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισαγάγουν στο αναλυτικό πρόγραμμα ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως αυτές των φυσικών περιορισμών που θέτει η πραγματική συμπεριφορά ενός ρομπότ, της διαρκούς βελτίωσης μιας κατασκευής, της συνθετότητας και διαθεματικότητας των πραγματικών προβλημάτων [25].

Οι παραπάνω ιδέες μπορεί να φανούν χρήσιμες και σε άλλους επιστημονικούς τομείς, όπως της οικονομίας, της τέχνης, της κοινωνιολογίας. Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα ιδανικό πρακτικό εργαστήριο για την υλοποίηση μιας τέτοιας διδασκαλίας, εφόσον οι μαθητές μπορούν στην πράξη να μελετήσουν τη λειτουργία μηχανών, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν νέες. Με παρόμοιο τρόπο, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ιδανικό εργαλείο για την εισαγωγή σύνθετων εννοιών της Πληροφορικής. Οι έννοιες της μεταβλητής, της επανάληψης, του ελέγχου εισάγονται κατά μοναδικό τρόπο μέσα από την ανάλυση της αλληλεπίδρασης του λογισμικού και της αντίστοιχης συμπεριφοράς των φυσικών κατασκευών [19]. Ιδέες όπως η αξιοπιστία, τα λάθη και η αντιμετώπισή τους, η λειτουργία σε πραγματικές συνθήκες αποτελούν μέρος των προβλημάτων που αντιμετωπίζει ο μαθητής προγραμματίζοντας τη λειτουργία μια ρομποτικής κατασκευής.

Μαθαίνω δημιουργώντας:

Τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνθέτουν ένα ανοιχτό περιβάλλον μέσα στο οποίο κάθε παιδί (ή ενήλικας) μπορεί να κατασκευάσει τις δικές του εφαρμογές. Μπορεί κάποιος με την ίδια ευκολία να προσομοιώσει ένα αυτοκίνητο, ένα πιάνο και ένα μηχάνημα ανακύκλωσης σκουπιδιών. Είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την ελεύθερη έκφραση και την κατασκευή έργων που έχουν σημασία γι’ αυτόν που τα υλοποιεί. Είναι προσωπικά δημιουργήματα και αντανακλούν τα άμεσα ενδιαφέροντα και τις ιδέες του δημιουργού τους. Μπορούν με μεγάλη

ευκολία να τροποποιηθούν και να επεκταθούν. Ο μαθητής ως δημιουργός οικειοποιείται το αντικείμενο το οποίο κατασκευάζει και έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει μέσα από αυτό τα δικά του ερωτήματα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική συντίθεται από εργαλεία τα οποία έχουν παρομοιαστεί με τα χαρακτηριστικά ενός δωματίου: έχει 'χαμηλό δάπεδο, ψηλό ταβάνι και είναι ευρύχωρο' (*'low floor, high ceiling and wide walls'*). Είναι δηλαδή εργαλεία τα οποία εύκολα γίνονται προσιτά σε αρχάριους, εμπλουτίζονται με πολλές δυνατότητες τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει ένας ειδικός, αλλά κυρίως είναι κατάλληλα για ποικίλους αυθεντικούς και προσωπικούς πειραματισμούς. Οι Resnick & Silverman [20], εύστοχα παρατηρούν ότι *'... τα παιδιά θα συνεχίσουν να εκπλησσονται (και να μας εκπλήσσουν) καθώς διερευνούν τις δυνατότητές τους'* αξιοποιώντας τα εργαλεία αυτά για εργασίες όπως η μέτρηση της ταχύτητας με την οποία τρέχει το skateboard ή η κατασκευή κοσμημάτων που αλλάζουν χρώμα ανάλογα με το περιβάλλον τους [21].

Τέλος, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την είσοδο του μαθητή στο σημείο που θεωρεί αυτός ως κατάλληλο. Μπορεί κάποιος να ασχοληθεί με την κατασκευή και μετά με τον προγραμματισμό της. Μπορεί να σχεδιάσει πρώτα και να υλοποιήσει μετά ή, αντίστροφα, να ξεκινήσει από την κατασκευή και, μέσα από τα υλικά και τη δυναμική τους, να οδηγηθεί στην έμπνευση. Είναι εργαλείο το οποίο είναι το ίδιο προσιτό σε όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους [20]. Αυτό εξηγεί και την ποικιλία των εφαρμογών που συναντάμε στην έρευνα: εφαρμογές σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, εφαρμογές ενταγμένες στο κανονικό σχολικό πρόγραμμα ή εκτός αναλυτικού προγράμματος, δραστηριότητες για παιδιά με ιδιαίτερο μαθησιακό ή κοινωνικό προφίλ. Επομένως, το να μαθαίνει κανείς με την εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να είναι συνώνυμο με το *'μαθαίνω δημιουργώντας'*.

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να υπηρετήσει με συνέπεια τις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και, συγκεκριμένα, να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που έχουν γι' αυτούς νόημα, εκφράζοντας τις ιδέες τους, ενώ ταυτόχρονα διερευνούν ερωτήματα τα οποία έχουν ουσιαστικό, πραγματικό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

3.4.1 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών εργαλείων αναδεικνύονται στο βαθμό που οι δραστηριότητες που υποστηρίζουν την εφαρμογή τους στην τάξη είναι σύμφωνες με το αντίστοιχο παιδαγωγικό πλαίσιο. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τις επιπτώσεις που έχει το παιδαγωγικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε παραπάνω στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση δραστηριοτήτων με την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ειδικότερα, θα ασχοληθούμε με τον τρόπο με τον οποίον επηρεάζεται η επιλογή του θέματος, η οργάνωση της τάξης και οι διδακτικές δράσεις.

Επιλογή θέματος:

Η επιλογή του θέματος της δραστηριότητας επηρεάζεται καθοριστικά από τις διδακτικές ενότητες που ο εκπαιδευτικός προτίθεται να διδάξει. Προτείνεται, ωστόσο, το επιλεγόμενο θέμα να είναι αυθεντικό, με την έννοια ότι οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σύνδεσή του με την εμπειρία τους και τον κόσμο που τους περιβάλλει και καλούνται μέσα από τις δράσεις που θα αναπτύξουν να έχουν παρόμοιες γνωστικές εμπειρίες με αυτές που θα είχε ένας ειδικός επιστήμονας που θα δούλευε σε ένα παρόμοιο πεδίο [34].

Προτείνεται, επίσης, τα θέματα που επιλέγονται να έχουν μεγάλο εύρος και χρονική διάρκεια [7]. Μια ερώτηση ή μια δοκιμασία δεν αρκούν για να τροφοδοτήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να επιτρέψουν την έκφραση προσωπικών ερωτήσεων και προσωπικών πειραματισμών. Ένα ευρύ θέμα επιτρέπει να εκφραστούν ποικίλες ιδέες και, έτσι, κάθε μαθητής μπορεί να εντάξει το προσωπικό του στοιχείο, εξοικειωμένος και με τη διαδικασία και με το αποτέλεσμα της εργασίας. Τα παραπάνω συνηγορούν στην επιλογή διαθεματικών δραστηριοτήτων οι οποίες είναι δομημένες στο πλαίσιο συνθετικών εργασιών που οδηγούν σε ένα συγκεκριμένο τελικό προϊόν.

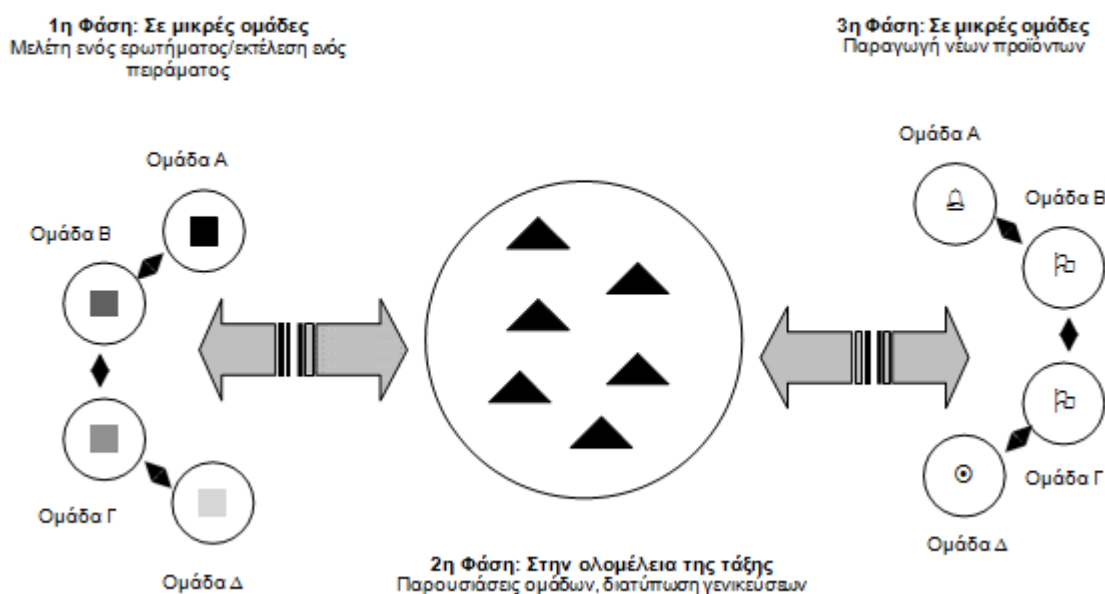
Οργάνωση της τάξης:

Η συνεργασία στο πλαίσιο της μικρής ομάδας και στο σύνολο της τάξης είναι απαραίτητη προϋπόθεση της γνωστικής ανάπτυξης στο πλαίσιο του εποικοδομισμού [34]. Η προσωπική αλληλεπίδραση με την ομάδα αποτελεί i) το χώρο στον οποίο δοκιμάζεται η αλήθεια κάθε ιδέας, ii) το χώρο στον οποίον ο μαθητής αποκτά επίγνωση των διαδικασιών που εκτελεί και των ιδεών που καθορίζουν τις επιλογές του (αναστοχασμός) και iii) το λειτουργικό χώρο στον οποίον από κοινού διαμορφώνονται ιδέες. Η γνώση, επομένως, θεωρείται ως το αποτέλεσμα της κοινωνικής διαπραγμάτευσης.

Η υλοποίηση δραστηριοτήτων σε ομάδες δεν διασφαλίζει απαραίτητα την ουσιαστική συνεργασία των μελών μεταξύ τους σε επίπεδο ομάδας ή σε επίπεδο τάξης. Παράμετροι οι οποίες με προσεκτικό χειρισμό διασφαλίζουν την επιτυχία είναι: η σύνθεση των ομάδων (ικανότητα των

μελών, ενδιαφέροντα κ.τ.λ.), η ανάθεση ρόλων σε κάθε μέλος της ομάδας και, τέλος, η ανάθεση διαφορετικών έργων σε κάθε ομάδα της τάξης. Η Hoyles [35] προτείνει μία ενδιαφέρουσα μορφή οργάνωσης του διδακτικού έργου και της συνεργασίας για δραστηριότητες προγραμματισμού που στην προκειμένη περίπτωση μπορεί επίσης να εφαρμοστεί και στην εκπαιδευτική ρομποτική (Εικόνα 3.5). Το μοντέλο αυτό είναι οργανωμένο σε τρεις φάσεις. Αρχικά, κάθε ομάδα μελετά ένα ερώτημα ή εκτελεί ένα πείραμα.

Τα ερωτήματα/πειράματα αυτά σχετίζονται αναδεικνύοντας διαφορετικές όψεις του ίδιου θέματος. Στη 2η φάση, στην ολομέλεια της τάξης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας κάθε ομάδας και με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού γίνεται η σύνδεση των απαντήσεων και η διατύπωση συμπερασμάτων και γενικεύσεων. Στην 3η φάση, στο πλαίσιο της μικρής ομάδας, οι μαθητές καλούνται να παραγάγουν ένα νέο προϊόν μέσα από την εφαρμογή των συμπερασμάτων. Μέσα από αυτή την οργάνωση του διδακτικού έργου διασφαλίζεται η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων (παρουσίαση – 2η φάση), η αξιοποίηση της εργασίας όλων των ομάδων από την ολομέλεια (συμπεράσματα – 2η φάση) και η αξιοποίηση από τους μαθητές των συμπερασμάτων σε ένα νέο έργο (3η φάση).



Εικόνα 3.5: Οργάνωση του διδακτικού έργου και της συνεργασίας [προσαρμογή από Hoyles, (1993).]

Συμπληρωματικά στα παραπάνω, μπορούμε να αναφέρουμε τα ψηφιακά περιβάλλοντα που υποστηρίζουν συνεργατικές δράσεις, όπως οι ηλεκτρονικές τάξεις, τα forums, τα wikies και τα blogs, τα οποία μπορούν να ενταχθούν αποτελεσματικά στη διδακτική πράξη και να διευκολύνουν τη συνεργασία ανάμεσα στα μέλη των ομάδων, αλλά και μεταξύ ομάδων, καθώς και στην ανταλλαγή ψηφιακού υλικού.

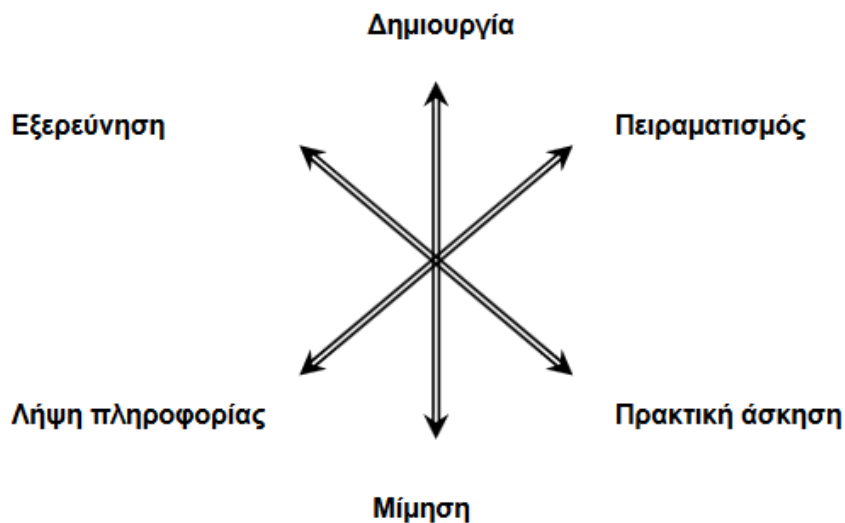
Διδακτικές δράσεις: Οι διδακτικές παρεμβάσεις που εντάσσει ο εκπαιδευτικός στο διδακτικό σχεδιασμό μιας δραστηριότητας καθορίζουν την αναμενόμενη γνωστική ενεργοποίηση των μαθητών κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της. Οι Denis & Hubert [36] κατηγοριοποιούν τις διδακτικές παρεμβάσεις που συμβαίνουν στην τάξη στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε έξι διδακτικές δράσεις (διδακτικά παραδείγματα). Κάθε μία δράση περιγράφεται μέσα από το ρόλο του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου, τις τεχνικές και τα υλικά που απαιτούνται κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της.

- * *Μίμηση:* Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής συνειδητά (ή ασυνείδητα) συλλέγει εικόνες, πληροφορίες ή επαναλαμβάνει αυτό που βλέπει να υλοποιείται από κάποιον άλλο. Η κατασκευή ενός ρομπότ με τη βοήθεια οδηγιών αποτελεί μία τέτοιου τύπου δραστηριότητα. Ο εκπαιδευτικός, κατά τη διάρκεια αυτής της δράσης, τροφοδοτεί το μαθητή με τα κατάλληλα μοντέλα προς μίμηση.
- * *Λήψη πληροφορίας:* Ο μαθητής μπορεί να έχει (ή να μην έχει) κάποιο ερώτημα το οποίο είναι γνωστικού περιεχομένου. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει να δώσει απάντηση στο μαθητή (διάλεξη) ή να τον καθοδηγήσει στην εύρεσή της (στο βιβλίο, στο διαδίκτυο κ.τ.λ.). Στη δεύτερη περίπτωση, η πληροφορία μπορεί τελικά να δομηθεί ατομικά ή συλλογικά στο πλαίσιο της ομάδας.
- * *Πρακτική άσκηση:* Αφορά τις περιπτώσεις στις οποίες επιδιώκεται να αποκτηθεί/καλλιεργηθεί στο μαθητή μια συγκεκριμένη δεξιότητα (διαδικασία). Ο μαθητής εκτελεί τη δραστηριότητα που υποδεικνύει ο εκπαιδευτικός μέσω οδηγιών (συστηματική άσκηση). Με αυτό τον τρόπο λειτουργεί ένα λογισμικό πρακτικής άσκησης (Computer Assisted Instruction). Ο εκπαιδευτής (ή ο υπολογιστής) αναλαμβάνει να δώσει κατάλληλη ανατροφοδότηση και να επέμβει στην περίπτωση λάθους, καθώς και να συντηρήσει το ενδιαφέρον του μαθητή.
- * *Πειραματισμός:* Είναι η δράση στην οποία ο μαθητής καλείται να λύσει ένα πρόβλημα ή να απαντήσει σε μια ερώτηση χειριζόμενος μεταβλητές σε ένα δεδομένο περιβάλλον.

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο μαθητής να έχει διατυπώσει μια υπόθεση. Ο εκπαιδευτικός, σε αυτή την περίπτωση, βοηθά στη διατύπωση ερωτημάτων και παρέχει διαδραστικά περιβάλλοντα μέσα στα οποία μπορούν να υλοποιηθούν οι πειραματισμοί. Οι προσομοιώσεις και οι μικρόκοσμοι αποτελούν ιδανικό περιβάλλον για τέτοιου τύπου δράσεις.

- * *Εξερεύνηση:* Σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής έχει προσωπικές ερωτήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει δομώντας ο ίδιος μία έρευνα στις πηγές, στις γνώσεις και στα υλικά που έχει στη διάθεσή του. Ο εκπαιδευτικός παρέχει ενδιαφέρουσες πηγές και τροφοδοτεί το μαθητή, ανάλογα με τις ανάγκες του, με νέες.
- * *Δημιουργία:* Είναι η δράση κατά την οποία ο μαθητής, ατομικά ή στην ομάδα, παράγει ένα νέο προϊόν ή αντικείμενο. Η αφορμή είναι μια προσωπική ιδέα. Ο εκπαιδευτικός παρέχει τα υλικά της δημιουργίας, βοηθά στη διαμόρφωση της ιδέας, ενθαρρύνει την ολοκλήρωσή της και αξιολογεί το τελικό προϊόν.

Οι παραπάνω διδακτικές δράσεις προσεγγίζουν με διαφορετικό τρόπο το ρόλο του μαθητή σε τρεις σημαντικές πλευρές της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Εικόνα 3.6):



Εικόνα 3.6: Διδακτικές πράξεις οργανωμένες σε τρεις άξονες [προσαρμογή από Denis & Hubert, (1991)].

Εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων, τελικό προϊόν της εργασίας, νοητικές διεργασίες.

- α) Εισαγωγή νέων εννοιών/γνώσεων: Τόσο η *Λήψη πληροφορίας* όσο και ο *Πειραματισμός* μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εισαγωγή νέων γνώσεων. Η *Λήψη πληροφορίας* τοποθετεί το μαθητή στο ρόλο του παθητικού δέκτη της πληροφόρησης ενώ ο *Πειραματισμός* εμπλέκει το μαθητή ενεργά στην αναζήτηση σχέσεων και στη διαμόρφωση νέων γνωστικών σχημάτων μέσα από συνειδητές διαδικασίες (αναστοχασμός).
- β) Τελικό προϊόν της εργασίας: Η *Μίμηση* ως διδακτική δράση έχει ως τελικό προϊόν ένα συγκεκριμένο αντικείμενο σύμφωνα με τις οδηγίες που έδωσε ο εκπαιδευτικός ενώ η *Δημιουργία* δίνει την ελευθερία στο μαθητή να εκφραστεί ατομικά ή συλλογικά με προσωπικό τρόπο (εξοικείωση) παράγοντας ένα προσωπικό τελικό προϊόν το οποίο υπακούει σε συγκεκριμένες προδιαγραφές.
- γ) Νοητικές διεργασίες: Η *Πρακτική άσκηση* ενεργοποιεί συγκεκριμένες γνωστικές δεξιότητες, χρήσιμες στην περίπτωση αυτοματισμών. Η *Εξερεύνηση*, από την άλλη, επιτρέπει την ελευθερία επιλογής στις νοητικές διαδικασίες που ο μαθητής επιλέγει να εκτελέσει ανάλογα με το προσωπικό του στίλ και το στάδιο της προσωπικής του εξέλιξης (αυτορρύθμιση).

Επομένως, μία διδακτική παρέμβαση στο πλαίσιο του εποικοδομισμού, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στα ενδιαφέροντα του μαθητή, στα ιδιαίτερα μαθησιακά χαρακτηριστικά του και στην ενεργή συμμετοχή του, μπορεί να οργανωθεί σπονδυλωτά, εντάσσοντας σταδιακά δράσεις που προάγουν την ενεργή συμμετοχή στη διαμόρφωση της νέας γνώσης (από τη λήψη πληροφορίας στον πειραματισμό), την ελευθερία στην έκφραση (από τη μίμηση στη δημιουργία) και την ελευθερία στην επιλογή των νοητικών διεργασιών που επιλέγει κάθε στιγμή ο μαθητής να εκτελέσει, ανάλογα με τις ανάγκες του και τα ενδιαφέροντά του (από την πρακτική άσκηση στην εξερεύνηση).

3.4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Η ένταξη της ρομποτικής στο αναλυτικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να θεμελιωθεί σε δύο βασικά επιχειρήματα. Το πρώτο συναρτάται με τον προπαρασκευαστικό ρόλο της σχολικής εκπαίδευσης και αφορά την *εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης* ενώ το δεύτερο απορρέει από την παιδαγωγική διάσταση της εκπαίδευσης και αφορά την *εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης*.

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης:

Η ρομποτική τεχνολογία είναι παρούσα σε όλες τις εκδηλώσεις της καθημερινής μας ζωής. Ως εκ τούτου, ο μαθητής ως μελλοντικός πολίτης οφείλει να έχει μια ελάχιστη κατανόηση της λειτουργίας της, να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιεί αποτελεσματικά και να αντιλαμβάνεται τη συμβολή που μπορεί να έχει αυτή στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του. Από την άλλη, η ρομποτική αποτελεί έναν ιδιαίτερα ενδιαφέροντα και πολλά υποσχόμενο κλάδο της Τεχνολογίας στον οποίο ο μαθητής ως μελλοντικός επιστήμονας θα μπορούσε να εργαστεί. Ως εκ τούτου, η εκπαίδευσή του στις βασικές αρχές αυτού του κλάδου στο πλαίσιο της υποχρεωτικής και της προαιρετικής εκπαίδευσης είναι σημαντική. Αυτό το επιχείρημα συνηγορεί στην ένταξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο μάθημα της Πληροφορικής, της Τεχνολογίας, της Μηχανολογίας για τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού, σχεδιασμού και μηχανολογίας.

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης:

Η ενασχόληση με τις ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που υπηρετεί αποτελεσματικά διδακτικές παρεμβάσεις μέσα στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας.

Παραδείγματα τέτοια είναι μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης (σχέση χρόνου - μετατόπισης, σχέση χρόνου - ταχύτητας) ή μία ρομποτική διάταξη που επιτρέπει τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενός υγρού που θερμαίνεται. Με ανάλογο τρόπο, η ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την αντιμετώπιση ανοιχτών ερωτημάτων και προβλημάτων των αντίστοιχων γνωστικών αντικειμένων, όπως είναι, για παράδειγμα, το ερώτημα 'Πώς αλλάζει η θερμοκρασία ενός δωματίου κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας;'. Τα επιχειρήματα που καταγράφηκαν παραπάνω μπορούν να εξυπηρετηθούν εξίσου μέσω διαθεματικών διδακτικών παρεμβάσεων που αποσκοπούν στη μελέτη ενός θέματος/προβλήματος. Ο προτεινόμενος τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας είναι το μοντέλο της συνθετικής εργασίας. Το μοντέλο της συνθετικής εργασίας, επίσης, επιτρέπει την πλήρη αξιοποίηση του δυναμικού των εργαλείων της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο του εποικοδομισμού,

μιας και μπορεί να φιλοξενήσει τον προσωπικό προβληματισμό των μαθητών, να οδηγήσει σε ποικίλους πειραματισμούς και να υλοποιηθεί μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες.

Ειδικότερα στο χώρο του Δημοτικού σχολείου, τέτοιες συνθετικές εργασίες μπορούν να αναπτυχθούν στα μαθήματα των Μαθηματικών, της Πληροφορικής, της Μελέτης Περιβάλλοντος, των Φυσικών και της Ευέλικτης ζώνης, ενώ στο Γυμνάσιο μπορούν να ενταχθούν στα μαθήματα της Τεχνολογίας, Φυσικής και της Πληροφορικής. Αυτό δεν αποκλείει βέβαια και την αξιοποίησή τους σε δραστηριότητες εκτός αναλυτικού προγράμματος που στηρίζονται στην εθελοντική συμμετοχή των μαθητών.

3.4.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι συνθετικές εργασίες είναι ιδιαίτερα απαιτητικές, τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς που τις κατευθύνουν. Η οργάνωση της συνθετικής εργασίας οφείλει να είναι τέτοια που να διασφαλίζει τη συστηματική καθοδήγηση των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια του έργου και να παρέχει στους μαθητές τα απαραίτητα εργαλεία για την επιτυχή υλοποίησή της, είτε αυτά είναι γνώσεις και δεξιότητες είτε αυτά είναι εργαλεία οργάνωσης και αυτοπαρακολούθησης της πορείας της εργασίας.

Η μεθοδολογία ανάπτυξης συνθετικών εργασιών που προτείνεται εδώ είναι βασισμένη στο μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers [37] και περιλαμβάνει πέντε στάδια: ενεργοποίηση, εξερεύνηση, διερεύνηση, δημιουργία, παρουσίαση (Πίνακας 10.1). Κάθε ένα από τα στάδια αυτά έχει συγκεκριμένη στοχοθεσία, η οποία υποστηρίζεται από τις κατάλληλες διδακτικές δράσεις. Η σπονδυλωτή αυτή οργάνωση αποσκοπεί στην ανάπτυξη επιμέρους διδακτικών παρεμβάσεων οι οποίες σταδιακά μεταφέρουν την απόφαση και τον έλεγχο της εργασίας από τον εκπαιδευτικό στο μαθητή. Η ακόλουθη οργάνωση μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη οποιασδήποτε διδακτικής ενότητας ανεξάρτητα από τη διάρκειά της, τη θεματολογία της και τα τεχνολογικά εργαλεία που αξιοποιεί.

1. Ενεργοποίηση: Σε αυτό το στάδιο γίνεται η εισαγωγή του προβλήματος που θα μελετήσουν οι μαθητές. Το πρόβλημα αναλύεται και εμπλουτίζεται με τη βοήθεια της ομάδας, η οποία δεσμεύεται για την υλοποίησή του. Πρόκειται για ένα στάδιο στο οποίο υπάρχουν οι *διδακτικές δράσεις* της *μίμησης* (μελετώ κάτι έτοιμο), *εξερεύνησης* και *δημιουργίας*.

Πίνακας 5.1: Στάδια, στόχοι και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις οργάνωσης μίας συνθετικής εργασίας.

Στάδιο	Γενική στοχοθεσία	Ενδεικτικές διδακτικές δράσεις
Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> * Εισαγωγή του προβλήματος * Διατύπωση των αρχικών ερωτημάτων/προβλημάτων προς διερεύνηση * Οργάνωση ομάδων 	<ul style="list-style-type: none"> Μίμηση Εξερεύνηση Δημιουργία
Εξερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> * Μελέτη του τρόπου λειτουργίας και των δυνατοτήτων των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών και του λογισμικού 	<ul style="list-style-type: none"> Μίμηση Λήψη πληροφορίας Πειραματισμός Πρακτική άσκηση
Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> * Διερεύνηση επιμέρους προβλημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> Εξερεύνηση Πειραματισμός
Δημιουργία	<ul style="list-style-type: none"> * Σύνθεση ενιαίας λύσης * Τεκμηρίωση 	<ul style="list-style-type: none"> Δημιουργία Εξερεύνηση Πειραματισμός
Παρουσίαση	<ul style="list-style-type: none"> * Παρουσίαση * Αυτοαξιολόγηση ομάδων * Αξιολόγηση από ομοίους * Αξιολόγηση τελικών προϊόντων και συνεργασίας 	<ul style="list-style-type: none"> Δημιουργία

2. Εξερεύνηση: Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, οι μαθητές αποκτούν τα απαραίτητα εφόδια για να ολοκληρώσουν την εργασία τους, όπως είναι η εισαγωγή νέων πληροφοριών και η καλλιέργεια δεξιοτήτων. Στο στάδιο αυτό εντάσσονται διδακτικές δράσεις όπως η *μίμηση*, η *λήψη πληροφορίας*, η *πρακτική άσκηση* και, κυρίως, ο *πειραματισμός*.

3. Διερεύνηση: Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για να δώσουν απάντηση σε κάποιο πρόβλημα. Πρόκειται για *εξερεύνηση* που συνδυάζεται με

πειραματισμό.

4. Δημιουργία: Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές συνθέτουν μια τελική λύση του προβλήματος. Διδακτικές δράσεις που αναπτύσσονται είναι η *δημιουργία*, ο *πειραματισμός* και η *εξερεύνηση*.

5. Παρουσίαση: Οι μαθητές κοινοποιούν τις εργασίες τους, αξιολογούν και αξιολογούνται στο πλαίσιο της ομάδας. Η διδακτική δράση που αναπτύσσεται εδώ είναι η *δημιουργία*.

3.4.4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΠΟΥ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΝ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Προετοιμασία

1. Ποιοι είναι οι εκπαιδευτικοί στόχοι;
2. Ποιες είναι οι διαθεματικές δεξιότητες/γνώσεις που θα αξιοποιηθούν;
3. Ποια είναι τα ερωτήματα/προβλήματα που θα διερευνηθούν;

Ενεργοποίηση

1. Ποια είναι η κατάλληλη παρουσίαση για την εισαγωγή του θέματος; Με ποια μέσα θα κινητοποιηθεί η σκέψη των μαθητών;
2. Βάσει ποιου σεναρίου θα γίνει η εισαγωγή στη δραστηριότητα;
3. Πώς θα οργανωθεί ο αρχικός διάλογος με τους μαθητές; Πώς θα κατηγοριοποιηθούν οι πληροφορίες που θα παρουσιαστούν;
4. Με ποιο τρόπο τα προσωπικά ερωτήματα των μαθητών θα ενταχτούν στο αρχικό σενάριο;
5. Ποια θα είναι τα τελικά προϊόντα της εργασίας;
6. Ποια θα είναι η σύνθεση των ομάδων για την καλύτερη αντιμετώπιση του συγκεκριμένου έργου;

Εξερεύνηση

1. Ποιες είναι οι γνώσεις που οφείλουν να έχουν οι μαθητές για να αντιμετωπίσουν το συγκεκριμένο πρόβλημα;
2. Με ποιον τρόπο θα γίνει η υπενθύμιση/επανάληψη των προαπαιτούμενων γνώσεων ή θα διδαχτούν οι νέες γνώσεις; Ποια ερωτήματα/δράσεις θα ενισχύσουν την κατανόηση;
3. Εξασφαλίζεται μέσα από τις διδακτικές τεχνικές που επιλέγονται ενεργή συμμετοχή των μαθητών σε όλες τις φάσεις;
4. Μήπως χρειάζεται να γίνει υπενθύμιση ή διδασκαλία κάποιων τεχνικών πειραματισμού, έρευνας και συνεργασίας;

5. Με ποια εργαλεία θα αξιολογηθεί ο βαθμός στον οποίο επιτεύχθηκαν οι στόχοι του συγκεκριμένου σταδίου; Με ποια μέσα θα δοθεί ανατροφοδότηση στους μαθητές;

Διερεύνηση

1. Ποιες τεχνικές αυτοοργάνωσης θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές;
2. Με ποιους τρόπους θα γίνει η ανατροφοδότηση των ομάδων κατά τη διάρκεια της αυτόνομης εργασίας;
3. Με ποιους τρόπους θα γίνει η επικοινωνία μεταξύ των ομάδων και πώς θα διασφαλιστεί η αξία αυτής της επικοινωνίας;

Δημιουργία

1. Με ποια μέσα θα συντηρηθεί/ενθαρρυνθεί η κινητοποίηση των μαθητών;
2. Με ποιον τρόπο τεκμηριώνεται η εργασία των μαθητών;
3. Πώς θα οργανωθεί η παρουσίαση των εργασιών των μαθητών;
4. Ποια είναι τα εργαλεία αξιολόγησης που θα χρησιμοποιηθούν;

Παρουσίασης

1. Ποια μορφή θα έχει η αυτοαξιολόγηση των ομάδων και των μαθητών ατομικά;
2. Ποια μορφή θα έχει η αξιολόγηση που θα πραγματοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό;
3. Με ποιον τρόπο θα δοθεί ανατροφοδότηση από την υπόλοιπη τάξη;

3.5. PAPERT & LOGO

3.5.1. SEYMOUR PAPERT

Ο Seymour Papert [56] γεννήθηκε το 1928 στην Πρετόρια της Νότιας Αφρικής και διακρίθηκε ως μαθηματικός, επιστήμονας υπολογιστών και εκπαιδευτικός. Υπήρξε πρωτοπόρος σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης και δημιουργός της γλώσσας 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». Μέσα από τη συνεργασία αυτή, ο Papert προσανατολίστηκε στο να χρησιμοποιήσει τους υπολογιστές στην υποστήριξη της μάθησης των παιδιών.

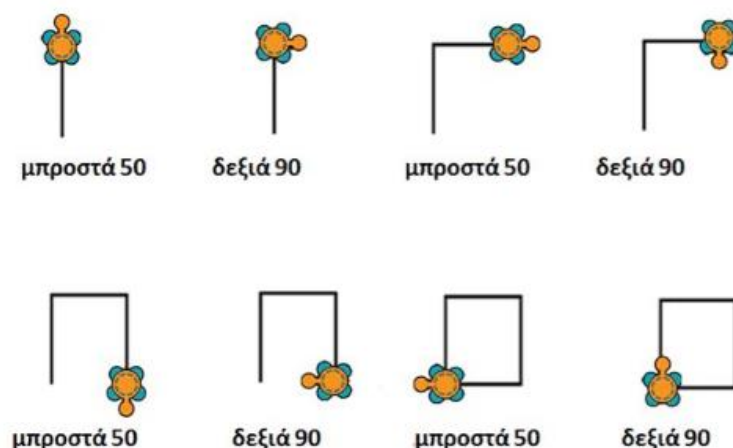
Ο papert υπήρξε συνιδρυτής του MIT Artificial Intelligence Laboratory το 1970 (μαζί με τον Marvin Minsky), για πολλά χρόνια διευθυντής του MediaLab's Epistemology and Learning Group που σήμερα είναι γνωστό ως Future of Learning Group, καθώς και πρώτος «LEGO Papert

Professor»στο MIT (Massachusetts Institute of Technology). Υπήρξε επίσης από τους κύριους υποστηρικτές και καθοδηγητές του έργου One Laptop Per Child που ξεκίνησε το 2005.05.

Ο 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).

3.5.2. PAPERΤ και LOGO

Εξηγώντας την οπτική του κονστραξιονισμού, ο Papert τονίζει πως οι μαθητές μαθαίνουν καθώς εισάγονται μέσα σε έναν κόσμο αντικειμένων κατάλληλα σχεδιασμένων ώστε να μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτά και να οικοδομήσουν την κατανόησή τους μέσω της ανατροφοδότησης που παίρνουν. Όπως μαθαίνει κανείς καλύτερα μια ξένη γλώσσα όταν ζει στη χώρα όπου μιλούν τη γλώσσα αυτή, έτσι μαθαίνει π.χ.μαθηματικά όταν έχει την ευκαιρία να αποκτήσει εμπειρίες σε έναν μικρόκοσμο μαθηματικών, δηλ. έναν χώρο όπου μπορεί να «κατασκευάσει» μαθηματικά, δηλ. να δοκιμάσει στην πράξη και να πάρει ανατροφοδότηση για τις ιδέες του στα μαθηματικά. Για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών του θεωριών με χρήση τεχνολογίας,ο Paperteισηγείται τη Logo, μια γλώσσα προγραμματισμού για την ανάπτυξη της σκέψης των παιδιών και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (problem-solving skills). Η Logo δημιουργήθηκε το 1967 για εκπαιδευτική χρήση από την ομάδα των Feurzeig, Bobrow, Grant, Solomon και Papert,και ο στόχος ήταν η κατασκευή ενός προγραμματιστικού μικρόκοσμου όπου τα παιδιά θα μπορούσαν να παίξουν με λέξεις και προτάσεις (και όχι μόνο με αριθμούς, μαθηματικά σύμβολα κ.λπ.), ενώ χειρίζονται προγραμματιζόμενα αντικείμενα όπως η χαρακτηριστική «χελώνα»(turtle).



Εικόνα 3.7 - Τυπικός προγραμματισμός της χελώνας σε περιβάλλον Logo

Στο κλασικό περιβάλλον της Logo τα παιδιά προγραμματίζουν τη συμπεριφορά της χελώνας (εικόνα 3.7) (που μπορεί βέβαια να είναι κάποιο άλλο φυσικό αντικείμενο ή γραφικό στοιχείο στην οθόνη). Ο προγραμματισμός της χελώνας δημιουργεί για τους μαθητές καταστάσεις όπου ενεργοποιούν γνωστικές διεργασίες οι οποίες υποστηρίζουν την εμπάθυνση στο γνωστικό αντικείμενο και την ανάπτυξη της ικανότητας να επιλύουν προβλήματα.

Ουσιαστικά προγραμματίζοντας σε Logo, περνούν από την τυπική εμπειρία του «μαθαίνω να προγραμματίζω» (learntocode) σε εκείνη του «προγραμματίζω για να μαθαίνω» (codetolearn) (άρθρο του Mitchel Resnick, MIT Media Lab Professor). Σήμερα έχουν αναπτυχθεί και διαδοθεί διάφορα τεχνολογικά περιβάλλοντα που έχουν τις ρίζες τους στην Logo (Logo-like περιβάλλοντα), διατηρώντας ουσιαστικά τις ίδιες παιδαγωγικές αρχές σχεδίασης που έθεσε ο Papert αλλά ενισχύοντας σημαντικά την ευχρηστία και φιλικότητα του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, τη σύνδεση με απτικές διεπαφές (βλέπε επόμενες ενότητες) και την υποστήριξη της ανάπτυξης κοινοτήτων στο διαδίκτυο. Χαρακτηριστικά τέτοια εργαλεία είναι τα Scratch, Tynker, Code, App Inventor κ.ά.

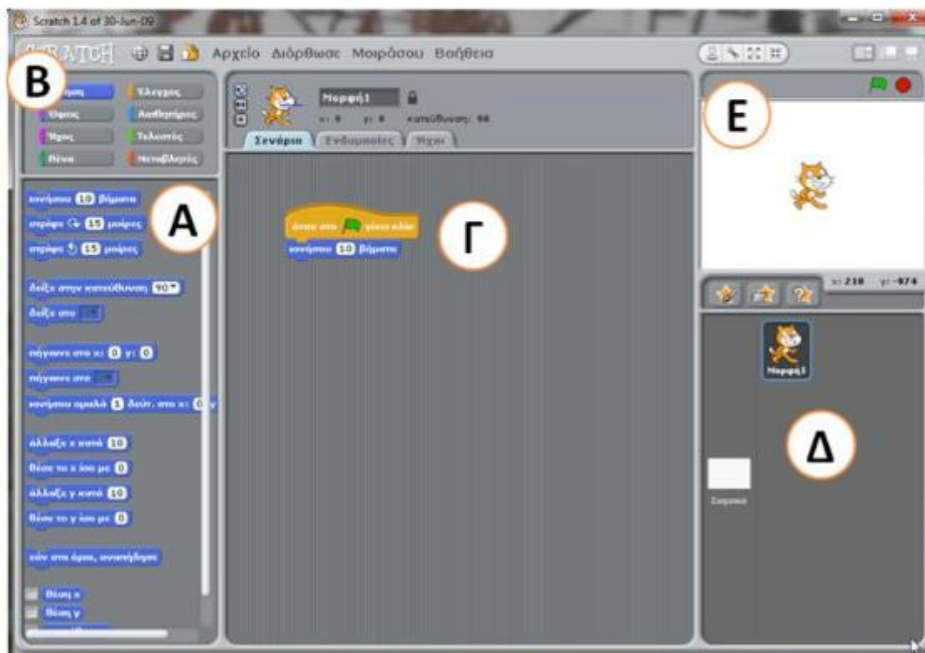
3.5.3. MICROWORLDS PRO

Το Microworlds Pro είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού Logo που αποτελεί εμπορικό προϊόν της LCSi. Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 το λογισμικό εξελληνίστηκε και εγκαταστάθηκε στα εργαστήρια πληροφορικής των σχολείων της Ελλάδας, προσφέροντας τη δυνατότητα για εισαγωγικές δραστηριότητες προγραμματισμού (σε επίπεδο δημοτικού και γυμνασίου) αλλά και εκπαίδευσης με βάση το μοντέλο του κονστραξιονισμού και της μάθησης με ανάπτυξη έργου. Σήμερα η εταιρία έχει αντικαταστήσει το λογισμικό με το πιο εξελιγμένο

MicroworldsEX, αλλά τόσο η διαθεσιμότητα του Pro στην Ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα όσο και η πληθώρα μαθησιακού υλικού που έχει αναπτυχθεί το διατηρούν στη θέση ενός από τα Logo-like περιβάλλοντα που εξακολουθούν να χρησιμοποιούν συχνά οι εκπαιδευτικοί (LCSIMicroworldsEX).

3.5.4. SCRATCH

Το Scratch είναι ένα προγραμματιστικό περιβάλλον βασισμένο 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 (ScratchMIT, Βικιπαίδεια). Χρησιμοποιώντας το Scratch, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν εφαρμογές πολυμέσων (σχεδιασμοί κινήσεις, βίντεο κ.λπ.), παιχνίδια και γενικά κάθε είδους διαδραστικά ψηφιακά προϊόντα. Μπορούν ακόμη να διαμοιράσουν το περιεχόμενο που αναπτύσσουν στην παγκόσμια δικτυακή κοινότητα του Scratch. Η πρώτη έκδοση του Scratch παρουσιάστηκε το 2007 από την ομάδα Lifelong Kindergarten Group του MIT Media Lab(υπό τον Mitchel Resnick). Από το 2009 η βασική έκδοση που χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα στην εκπαίδευση ήταν η 1.4. Στις νεωτερες εκδοσεις, βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι ο προγραμματισμός μπορεί πλέον να γίνει πλήρως στο διαδίκτυο μέσω ενός πλοηγτή (φυσικά είναι διαθέσιμη και έκδοση για τοπική εγκατάσταση)(LearnScratch).



Εικόνα 3.8 - Το περιβάλλον εργασίας του Scratch

Στην εικόνα 3.8 διακρίνονται οι λειτουργικές περιοχές στη διεπαφή του Scratch.

- Περιοχές Α και Β: Στο Scratchο προγραμματισμός γίνεται με μικρομπλόκ εντολών. Ο προγραμματιστής δεν γράφει κώδικα με μορφή κειμένου, αλλά επιλέγει την κατηγορία εντολών που χρειάζεται από την περιοχή Β, οπότε στην περιοχή Α εμφανίζονται τα μικρομπλόκ εντολών που είναι διαθέσιμα στην επιλεγμένη κατηγορία.
- Περιοχή Γ: Εδώ χτίζεται ο κώδικας της εφαρμογής. Ο προγραμματιστής σύρει από την περιοχή Α και αφήνει στην περιοχή Γ την εντολή (μικρομπλόκ) που χρειάζεται κάθε φορά. Ο κώδικας αναπτύσσεται με τη μορφή μικρομπλόκ συνδεδεμένων μεταξύ τους. Παρατηρήστε ότι τα μικρομπλόκ φέρουν εσοχές ή προεξοχές, κάτι που εξασφαλίζει ότι δεν γίνονται συντακτικά λάθη (εντολές που δεν ταιριάζουν συντακτικά απλώς δεν συνδέονται οπτικά μεταξύ τους, αφού δεν ταιριάζουν οι προεξοχές–εσοχές τους).
- Περιοχή Δ: Περιοχή με καρτέλες για τη διαχείριση των στοιχείων του προγράμματος (sprites, σελίδες, φάκελοι κ.λπ.).
- Περιοχή Ε: Η οθόνη της εφαρμογής όπου εμφανίζονται οι «ηθοποιοί» (sprites) της εφαρμογής και λειτουργούν σύμφωνα με την προγραμματισμένη συμπεριφορά τους.

Το Scratch το έχει αγκαλιάσει η ελληνική εκπαιδευτική κοινότητα, και ο ενδιαφερόμενος εκπαιδευτικός μπορεί να βρει ελεύθερα διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, [(α) Ελληνική διαδικτυακή κοινότητα για τη Logo στην εκπαίδευση, (β) Βιβλίο: Δημιουργώ παιχνίδια στο Scratch]. Το πιο πρόσφατο μέλος της «οικογένειας Scratch» είναι το ScratchJr, μια πιο απλή και φιλική έκδοση του περιβάλλοντος που απευθύνεται σε μικρότερες ηλικίες (5-7), δίνοντάς τους την ευκαιρία να εκφράζονται δημιουργικά με τον υπολογιστή σχεδιάζοντας τις ψηφιακές τους ιστορίες και παιχνίδια.

3.6. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

3.6.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) (educational robotics) είναι ένα καινοτόμο εργαλείο εκπαίδευσης το οποίο επιτρέπει στους μαθητές να εργαστούν σε μικρές ομάδες ώστε να κατασκευάσουν και να ελέγξουν μια τεχνολογική φυσική οντότητα (ρομπότ) με τη βοήθεια απλών εργαλείων προγραμματισμού. Κάθε τεχνολογία εκπαιδευτικής ρομποτικής γενικά περιλαμβάνει:

- (α) Φυσικό προγραμματιζόμενο αντικείμενο (physical/natural object). Πρόκειται για κάποιας μορφής αντικείμενο που οικοδομείται από απλούστερες μονάδες (π.χ. κύβους,

τουβλάκια) με δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας πληροφοριών, και επιπρόσθετη δυνατότητα σύνδεσης με κατάλληλους κινητήρες και αισθητήρες.

•(β) Εικονικό (virtual) τμήμα. Πρόκειται για περιβάλλον προγραμματισμού με το οποίο προγραμματίζεται το φυσικό αντικείμενο (ρομπότ). Ο προγραμματισμός χειρίζεται ως εισόδους την πληροφορία που μεταφέρουν οι αισθητήρες (π.χ. πληροφορία ήχου του περιβάλλοντος ή φωτός κ.λπ. και καθοδηγεί στην έξοδο τους κινητήρες που δίνουν κίνηση-συμπεριφορά στο φυσικό αντικείμενο (ρομπότ).

Σε μια δραστηριότητα ΕΡ οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες (μέχρι 3-4 άτομα) ώστενα κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν ένα ρομπότ που να συμπεριφέρεται σύμφωνα με το δεδομένο σενάριο. Βοηθητικά υλικά (όπως π.χ. ταμπλό με σχεδιασμένο λαβύρινθο μέσα στον οποίο πρέπει να κινηθεί το ρομπότ) είναι πολύ συνηθισμένα εξαρτήματα υλοποίησης του σεναρίου. Οι δραστηριότητες ΕΡ αντλούν θεμελίωση από τις προτάσεις του κονστραξιονισμού και της κοινωνικο-πολιτισμικής θεώρησης και στοχεύουν σαφώς στην ανάπτυξη υψηλότερων νοητικών δεξιοτήτων των μαθητών που σχετίζονται με την οικοδόμηση νέας γνώσης μέσω της ανακάλυψης, της συνεργασίας και της επίλυσης προβλημάτων [57] [58]. Είναι σαφές πως μέσω δραστηριοτήτων ΕΡ οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αναπτύξουν αρχικές δεξιότητες προγραμματισμού. Γενικότερα, όμως, οι δραστηριότητες ΕΡ προωθούν την προβληματοκεντρική μάθηση, δεδομένου ότι εστιάζουν γύρω από την έρευνα και την ανάλυση ενός σύνθετου προβλήματος του πραγματικού κόσμου [59]. Σχεδιάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να κάνει ακόμη και μια απλή εργασία, ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων [60] [61]. Συνολικά, οι δραστηριότητες προγραμματισμού εκπαιδευτικών ρομπότ θεωρείται πως καλλιεργούν ένα θετικό περιβάλλον μάθησης [62], όπου:

- Επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και φυσικού αντικείμενου (ρομπότ).
- Υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση προς τους μαθητές σχετικά με την πορεία επίλυσης του προβλήματος.
- Υπάρχει πειραματισμός και ενεργός συμμετοχή από τους μαθητές.
- Αναπτύσσεται η κριτική σκέψη, καλλιεργείται η δημιουργική σκέψη, η διορατικότητα και η πρωτοτυπία.
- Υποστηρίζεται η μάθηση της σύνταξης και σημασιολογίας των βασικών δομών προγραμματισμού.

- Υποστηρίζεται η διδασκαλία διαφόρων πεδίων, όπως τα Μαθηματικά, ο Προγραμματισμός, η Φυσική, η Επιστήμη Υπολογιστών, ο Σχεδιασμός, η Τεχνολογία, ακόμα και η Ιστορία, αφού για τη δημιουργία μιας ρομποτικής κατασκευής μπορεί να δοθεί στον μαθητή το ιστορικό υπόβαθρό της.
- Αναπτύσσονται άλλες σημαντικές δεξιότητες των μαθητών, όπως η συνεργασία, η καινοτομία, η διαχείριση ενός έργου.
- Προσφέρεται ένα περιβάλλον για δοκιμές και αναζήτηση από τους μαθητές και τον (συνεκπαιδευόμενο) δάσκαλο, κατάλληλο για την ανάπτυξη σύνθετων νοητικών δεξιοτήτων.
- Δίνεται η ευκαιρία σε μαθητές και δασκάλους να εξοικειωθούν με νέες μεθόδους και υλικά, χρησιμοποιώντας λειτουργικά την τεχνολογία που τους επιτρέπει να πραγματοποιήσουν αλλαγές στον (φυσικό) κόσμο.
- Πρωθείται η συνεργατική μάθηση μέσω της ανάθεσης κοινών εργασιών σε ομάδες μαθητών.

3.6.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Ο πρόδρομος όλων των σημερινών συστημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής υπήρξαν οι επιδαπέδιες χελώνες (floorturtles) που κατασκεύασε η ομάδα του Papert τη δεκαετία του 1970 (blogpost: 'TheLogoTurtle'@cyberneticzoo.com). Σήμερα πολλά ρομποτικά συστήματα προσφέρονται για εκπαιδευτική χρήση. Οι δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής εμφανίζονται πλέον σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης [63], και σ' αυτό βοηθάει και η διαθεσιμότητα ειδικών κατασκευαστικών πακέτων (construction kits) χαμηλού κόστους και απλού χειρισμού. Τα πακέτα αυτά περιλαμβάνουν συνήθως μικροεπεξεργαστές, αισθητήρες, κινητήρες και άλλες μηχανές οι οποίες με τη βοήθεια κατασκευαστικού υλικού (τουβλάκια) μπορούν να συνθέσουν τις ρομποτικές κατασκευές. Συνοδεύονται συνήθως από το κατάλληλο λογισμικό, που επιτρέπει τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του ρομπότ. Τα προϊόντα αυτά, αν αξιοποιηθούν κατάλληλα, μπορούν να υποστηρίξουν τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος μάθησης εποικοδομικού τύπου, παρέχοντας εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, ενθαρρύνοντας την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, και υποστηρίζοντας την κοινωνική αλληλεπίδραση. Παρακάτω παρατίθενται τα πιο δημοφιλή εργαλεία για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ. Οι δεξιότητες και οι αναγκαίοι

πόροι ποικίλουν, και συνεπώς διαφοροποιούνται αναλόγως με τις ανάγκες και τις δεξιότητες του χρήστη που επιλέγει να ασχοληθεί με κάποιο από αυτά.

- **Arduino**

Είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα [64] βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές). Μπορεί να «διαισθάνεται» το περιβάλλον με τη λήψη δεδομένων από ποικίλους αισθητήρες και μπορεί να αλληλεπιδρά με τον περίγυρό του με μετρήσεις φωτός και χρήση κινητήρων. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές παραλλαγές Arduino στην αγορά, μικρότερων ή μεγαλύτερων διαστάσεων και δυνατοτήτων (Arduino Mini, Arduino Mega κ.λπ.).

- **VEX Robotics**

Είναι ένα ρομποτικό σύστημα που επιτρέπει στον χρήστη να σχεδιάσει, να κατασκευάσει, να χειριστεί, και έπειτα να αποσυνθέσει και να ξαναδημιουργήσει τηλεκατευθυνόμενα, αυτόνομα ή ημιαυτόνομα ρομπότ. Υπάρχει επίσης μια σειρά της VEX που επιτρέπει την κατασκευή ακόμα μεγαλύτερων και ισχυρότερων ρομπότ. Η πλατφόρμα VEX είναι αρκετά διαδεδομένη και τη συναντά κανείς ήδη στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και σε διάφορα πανεπιστημιακά εργαστήρια.

- **Fischertechnik**

Είναι ένα εμπορικό σήμα του κατασκευαστικού παιχνιδιού [66] που εφευρέθηκε από τον Arthur Fischer και παράγεται από τη Fischer Technik GmbH στο Waldachtal της Γερμανίας. Προσφέρονται διάφορα κιτ συναρμολόγησης σε ποικιλία μορφών και μεγεθών, καθένα από τα οποία επιτρέπει την εξερεύνηση σύγχρονων συστημάτων που ελέγχονται από προγράμματα υπολογιστών.

- **LEGO Mindstorms**

Δημοφιλές προϊόν [67] προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών που προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να κατασκευάσουν και προγραμματίσουν τη συμπεριφορά ενός ρομπότ. Η δανέζικη εταιρία Lego εμφάνισε το προϊόν Lego Mindstorms με τον προγραμματιζόμενο κύβο RCX στα τέλη της δεκαετίας του '90, με έλεγχο αισθητήρων και κινητήρων, καθώς και δυνατότητα αποθήκευσης προγράμματος. Το 2006 εμφανίστηκε η επόμενη γενιά προγραμματιζόμενου κύβου: NXT. Ο NXT προγραμματίζεται με διάφορες γλώσσες προγραμματισμού (π.χ. RobotJ, JavaRobot, NXT), ενώ περιλαμβάνει ποικιλία αισθητήρων όπως κίνησης, φωτός, ήχου, υγρασίας κ.λπ. Σήμερα είναι διαθέσιμη η νεότερη έκδοση του

LegoMindstormsEV3, 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.

3.6.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ

Η οργάνωση μιας δραστηριότητας εκπαιδευτικής ρομποτικής δεν είναι άμεσα προφανής, καθώς εμπλέκεται ένα πλήθος παραγόντων που απαιτούν την οργανωτική φροντίδα του δασκάλου. Η Hoyles [35] προτείνει μια κατανεμημένη οργάνωση της δραστηριότητας που μπορεί να υποστηρίξει τη συνεργασία μεταξύ ομάδων. Η οργάνωση προδιαγράφει τρεις φάσεις: (1) Κάθε μικρή ομάδα εμπλέκεται σε μια συγκεκριμένη εργασία. Π.χ. μελετά ένα είδος κίνησης ή εκτελεί ένα πείραμα με τη χρήση του ρομπότ. Οι εργασίες των ομάδων συσχετίζονται, ώστε να αναδεικνύουν διαφορετικές απόψεις του ίδιου θέματος. Ο στόχος είναι η κάθε ομάδα να διερευνήσει μία πλευρά ενός γενικότερου θέματος/προβλήματος.

(2) Στην ολομέλεια της τάξης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εργασίας κάθε ομάδας, γίνεται διατύπωση συμπερασμάτων και γενικεύσεων.

(3) Στη συνέχεια κάθε μικρή ομάδα προχωρά να επιλύσει ένα σύνθετο ολοκληρωμένο πρόβλημα και να παραγάγει ένα νέο προϊόν με εφαρμογή των συμπερασμάτων όλων των ομάδων. Μοντέλο ΣΠΑΑ++ Για την οργάνωση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας ΕΡ έχει προταθεί το μοντέλο ΣΠΑΑ++ [68], το οποίο προβλέπει:

- Συνεργασία: Οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες (2-4 άτομα). Προβλέπεται η ανάθεση ρόλων στους μαθητές-μέλη της ομάδας και η εφαρμογή κατάλληλου σεναρίου συνεργασίας (collaboration script), ώστε μέσω των διαδράσεων να ενεργοποιούνται γνωστικές διεργασίες των μαθητών και να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες μάθησης.
- Πρόβλημα: Η πορεία εκμάθησης κατασκευής και προγραμματισμού των ρομπότ αγκιστρώνεται γύρω από συγκεκριμένα προβλήματα (απλούστερα στην αρχή, συνθετότερα αργότερα) που προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών. Δηλ. δεν εμφανίζεται προς τους μαθητές απλώς μαθήματα εκμάθησης τεχνικών προγραμματισμού του ρομπότ.
- Παιχνίδι: Η όλη δραστηριότητα εκπαίδευσης επενδύεται με παιγνιώδη χαρακτήρα. Το συνηθέστερο σενάριο παιχνιδιού είναι πως κάθε ομάδα «προπονείται» (μαθαίνει να προγραμματίζει το ρομπότ) ώστε να πάρει μέρος σε έναν τελικό διαγωνισμό με

μορφή παιχνιδιού, αντιμετωπίζοντας τις υπόλοιπες ομάδες. Η ατμόσφαιρα παιχνιδιού δημιουργεί κατάλληλη ψυχολογική διάθεση στους μαθητές για ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί και συνθήκες ατομικής ευθύνης απέναντι στην προσπάθεια της ομάδας.

- Άμιλλα: Στο παιχνίδι οι ομάδες εμπλέκονται σε άμιλλα/ανταγωνισμό με τις άλλες ομάδες. Η άμιλλα ενισχύει την ικανότητα στοχοθεσίας και εφαρμογής στρατηγικής για κατάκτηση της νίκης, διατηρεί σε υψηλό επίπεδο το ενδιαφέρον για την ομαδική προσπάθεια, ενώ ταυτόχρονα είναι ευκαιρία για εφαρμογή των αρχών του «ευ αγωνίζεσθαι» (fairplay).
- «++»: Τα σύμβολα αυτά αναφέρονται στις επιπρόσθετες ενέργειες που πρέπει να κάνει ο εκπαιδευτικός εφόσον θέλει να υποστηρίξει δεξιότητες των μαθητών του, όπως: μεταγνωστικές δεξιότητες, επίλυσης προβλήματος, υπολογιστικής σκέψης, επικοινωνιακές, συνεργατικές.

Καθοδήγηση των μαθητών

Η προσέγγιση της ελάχιστης καθοδήγησης δεν οδηγεί σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά ούτε και πρέπει να ταυτίζεται με τις προτάσεις του εποικοδομισμού. Οι μαθητές (ειδικά οι αρχάριοι) πρέπει να έχουν την καθοδήγηση και υποστήριξη που χρειάζονται, σύμφωνα και με τα ιδιαίτερα λειτουργικά χαρακτηριστικά της ανθρώπινης γνωστικής αρχιτεκτονικής (π.χ. περιορισμοί της εργαζόμενης μνήμης). Στην περίπτωση δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής δεν πρέπει να αναμένεται πως η ανάπτυξη δεξιοτήτων θα γίνει «αυτόματα» ή με ελάχιστη καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να μοντελοποιήσει ικανοποιητικά τις δεξιότητες των μαθητών που θέλει να ενισχύσει (το «++» το μοντέλου ΣΠΑΑ++) και να στρέψει την προσοχή της παρέμβασής του προς αυτές, εφαρμόζοντας κατάλληλες τεχνικές (σενάριο συνεργασίας, ρόλοι μαθητών, κατευθυντικές ερωτήσεις αναστοχασμού, τεχνικές αξιολόγησης κ.λπ.). Αναλυτικότερα, η πρόταση μας στο ζήτημα αυτό είναι πως:

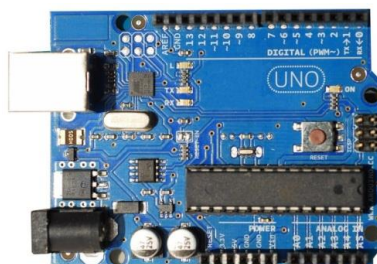
(α) Η δεξιότητα που αποτελεί στόχο μάθησης θα πρέπει να μοντελοποιηθεί κατάλληλα, ώστε να είναι σαφές πώς θα ασκηθούν οι μαθητές και τι θα αποτελεί απόδειξη ανάπτυξης της συγκεκριμένης δεξιότητας.

(β) Με βάση το μοντέλο αυτό, ο εκπαιδευτικός πρέπει να καθοδηγεί τις ομάδες των μαθητών, κάτι που μπορεί να γίνει με χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων φύλλων εργασίας της δραστηριότητας, τα οποία να καθορίζουν:

- κατάλληλο σενάριο συνεργασίας με ανάθεση ρόλων στους μαθητές (σχετικοί με τη δεξιότητα-στόχο),
- οδηγίες για το πώς θα υλοποιήσουν τονρόλο τους (μικροσενάριο που καθοδηγεί τα πρώτα βήματα ανάπτυξης της δεξιότητας),
- οδηγίες για τη διάδραση με τους συνεργάτες τους (στην ίδια ή άλλη ομάδα) (καθοδήγηση αλληλεπιδράσεων),
- βαθμιαία απόσυρση καθώς οι μαθητές αρχίζουν και αναπτύσσουν δεξιότητες και μπορούν να δράσουν αυτοδύναμα.

4. Η ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ARDUINO

Στην ενότητα αυτή, παρουσιάζεται ο μικροελεγκτής Arduino που χρησιμοποιήθηκε, τα χαρακτηριστικά του και μερικά από τα διαθέσιμα εξαρτήματα που μπορούν να συνδεθούν απ'ευθείας με αυτό. Το Arduino [64] είναι μία ανοιχτού λογισμικού πλατφόρμα πρωτοτύπων ηλεκτρονικών συσκευών που βασίζονται στην ευελιξία και στην ευκολία χρήσης υλικού και λογισμικού. Το Arduino μπορεί να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον κάνοντας λήψη σημάτων μέσα από μια ποικιλία αισθητήρων. Το arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη διαλογικών λειτουργιών, με είσοδο από μια πληθώρα πηγών (διακόπτες, αισθητήρες,..) και έλεγχο φυσικών αντικειμένων (φώτα, κινητήρες κλπ). Το arduino μπορεί να είναι αυτόνομο ή να επικοινωνεί με άλλα arduino ή υπολογιστικά συστήματα. Τα έργα που βασίζονται σε αυτόν τον μικροελεγκτή, μπορούν να είναι αυτόνομα ή μπορούν να επικοινωνούν με το λογισμικό που τρέχει σε έναν υπολογιστή (π.χ. Flash, Processing, MaxMSP). Το arduino είναι ένα εργαλείο που μας επιτρέπει να κατασκευάσουμε υπολογιστικά συστήματα που μπορούν να αισθανθούν και να ελέγξουν το φυσικό κόσμο πολύ πιο εύκολα από ότι αν χρησιμοποιούσαμε έναν τυπικό υπολογιστή γραφείου. Είναι μια αρχιτεκτονική που βασίζεται σε ανοιχτό κώδικα, μια πλακέτα μικροεπεξεργαστή και ένα αναπτυξιακό περιβάλλον για τη συγγραφή προγράμματος για την πλακέτα. Η οικογένεια Arduino αποτελείται από πολλές αναπτυξιακές πλακέτες, διαφορετικών χαρακτηριστικών. Η πιο δημοφιλής αναπτυξιακή πλακέτα είναι η ArduinoUNO Εικόνα 4.1.



Εικόνα 4.1 Arduino UNO

Η ευκολία σχεδίασης και χρήσης ενσωματωμένων συστημάτων που βασίζονται στην οικογένεια arduino, οφείλεται κατά μεγάλο ποσοστό στις δυνατότητες επέκτασης που παρέχονται με τη χρήση πλακετών επέκτασης (Εικόνα 4.2) που ονομάζονται ως 'shields' στην αγγλική γλώσσα. Shields είναι τα εξαρτήματα που συνδέονται απευθείας με όλα τα pin του arduino



Εικόνα 4.2 Πλακέτες επέκτασης Arduino

Χαρακτηριστικά της αναπτυξιακής πλακέτας Arduino UNOR3

Μικροελεγκτής ATMEGA328	ATMEGA328
Τάση λειτουργίας	5VDC
Τάση εισόδου	7-12VDC
Όρια τάσης εισόδου	6-20VDC
Ψηφιακοί ακροδέκτες	14,(6PWMέξοδοι)
Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου	6
Ισχύς συνεχόμενου ρεύματος ανά ακροδέκτη	40mA
Ισχύς συνεχόμενου ρεύματος για ακροδέκτη τάσης 3.3V	50mA
Μνήμη flash	32KB(ATMEGA328)
Μνήμη SRAM	2KB(ATMEGA328)
Μνήμη EEPROM	1KB(ATMEGA328)
Ταχύτητα ρολογιού	16MHz

Το Arduino UNO μπορεί να τροφοδοτηθεί με DC ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής φινιτών των 2.1mm. Για την αποφυγή προβλημάτων, η εξωτερική τροφοδοσία θα πρέπει να είναι από 7 ως 12V.

- Ο μικροεπεξεργαστής ATmega328 έχει τρεις ομάδες μνήμης. Διαθέτει flash memory, στην οποία αποθηκεύονται τα Arduino sketch, SRAM (static random access memory), στην οποία δημιουργείται το sketch και χρησιμοποιεί τις μεταβλητές όταν τρέχει, και

EEPROM, η οποία χρησιμοποιείται από τους προγραμματιστές για την αποθήκευση μακροχρόνιων πληροφοριών.

- 2KB μνήμης SRAM: Η ωφέλιμη μνήμη που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα προγράμματα για να αποθηκεύουν μεταβλητές, πίνακες κλπ Η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος στο Arduino σταματήσει ή πατηθεί το κουμπί επανεκκίνησης. 1KB μνήμης EEPROM: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εγγραφή ή ανάγνωση δεδομένων από τα προγράμματα. Σε αντίθεση με την SRAM, δε χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης.
- 32KB μνήμης Flash: 2 KB χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση προγραμμάτων στο μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB. Τα υπόλοιπα 30KB της μνήμης Flash χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση αυτών ακριβώς των προγραμμάτων, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή. Η μνήμη Flash, δε χάνει τα περιεχόμενά της με απώλεια τροφοδοσίας ή επανεκκίνησης. Η αναπτυξιακή πλακέτα Arduino UNO έχει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες. Όλοι οι ψηφιακοί ακροδέκτες μπορεί να χρησιμοποιηθούν για είσοδο και έξοδο ψηφιακών τιμών. Το Arduino UNO χρησιμοποιεί 5V τάση στους ακροδέκτες, οπότε αν ένας ακροδέκτης εισόδου φέρει τάση 5V διαβάζεται ως '1' ενώ διαφορετικά διαβάζεται ως 0. Αντίστοιχα, ο ακροδέκτης εξόδου γράφει το λογικό '1' ως τάση +5V, ενώ το '0' αντιστοιχεί στη γείωση. Εκτός από τη γενική λειτουργία των ακροδεκτών εισόδου εξόδου, κάποιοι ακροδέκτες έχουν επιπρόσθετες λειτουργίες. Οι ακροδέκτες αυτοί περιγράφονται στη συνέχεια.
- Ακροδέκτες 0 και 1: λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής θύρας όταν το πρόγραμμα ενεργοποιεί τη σειριακή θύρα. Έτσι, όταν το πρόγραμμα στέλνει δεδομένα στη σειριακή θύρα, αυτά προωθούνται και στη θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-Over-USB, αλλά και στον ακροδέκτη 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή. Αυτό φυσικά σημαίνει ότι αν στο πρόγραμμα ενεργοποιήσει το σειριακό interface, χάνει 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους η πλατφόρμα.
- Ακροδέκτες 2 και 3: λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Ρυθμίζονται μέσα από το πρόγραμμα ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει άμεσα και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα

εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.

- Ακροδέκτες 3, 5, 6, 9,10 και 11:μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδό-αναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM(Pulse Width Modulation).

Η αναπτυξιακή πλατφόρμα ArduinoUNO μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη ανάγνωση αναλογικών σημάτων. Στην κάτω πλευρά του Arduino, με τη σήμανση ANALOG IN όπως φαίνεται και στο Σχήμα ΒΒ'.4, υπάρχει μια ακόμη σειρά από 6pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Κάθε κανάλι εισόδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανεξάρτητα. Το κάθε κανάλι έχει διακριτική ικανότητα 10bit (1024 τιμές), δηλαδή διαιρείται η τάση αναφοράς σε 1024 εύρη. Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μια εντολή (analogReference())στο 1.1V, ενώ η προεπιλογή είναι στα 5V. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η τάση που εφαρμόζεται στο pin με τη σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν τροφοδοτηθεί ο ακροδέκτης AREF με 3.3V και στη συνέχεια διαβάσει κάποιον ακροδέκτη αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζεται τάση 1.65V, το Arduino θα επιστρέψει την τιμή 512 (γιατί, $(1,65V/3,3V)*1024=512$). Η ανάπτυξη προγραμμάτων στην οικογένεια Arduino, γίνεται μέσω του προγράμματος ArduinoIDE [69]. Το περιβάλλον ανάπτυξης Arduino περιέχει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου, για τη σύνταξη του κώδικα, μια περιοχή στην οποία εμφανίζονται μηνύματα, μία κονσόλα κειμένου και μια γραμμή εργαλείων υπό μορφή κουμπιών. Συνδέεται με το hardware μέρος του arduino για να φορτώσει προγράμματα και να επικοινωνεί μαζί τους. Ο κώδικας που έχει γραφεί για το Arduino ονομάζεται sketch.

4.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ



Εικόνα 4.3 Προγραμματιστικό περιβάλλον Arduino

Το ArduinoIDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει

- Ένα πρακτικό περιβάλλον (Εικόνα 4.3) για τη συγγραφή των προγραμμάτων, με συντακτική χρωματική σήμανση.
- Μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της.
- Τον compiler για τη μεταγλώττιση των sketch.
- Μία σειριακή οθόνη (serial monitor) που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αποσφαλμάτωση των sketch.
- Την επιλογή για ανέβασμα των μεταγλωττισμένων sketch στο Arduino.

Γλώσσα Προγραμματισμού: Η γλώσσα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring [99] μια παραλλαγή C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc. Λόγω της καταγωγής της από τη C, στη γλώσσα του Arduino, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά οι ίδιες βασικές

εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στη C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για τη διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino.

Τα προγράμματα του Arduino διαιρούνται σε τρία μέρη: δομή (structure), τιμές (values) και συναρτήσεις (functions).

Ασφαλώς, σημαντικό στοιχείο της διαδικασίας συγγραφής προγραμμάτων στο Arduino, αποτελεί η αποσφαλμάτωση του συστήματος, είτε του λογισμικού (software) είτε του υλικού (hardware). Πολλές φορές θέλουμε να αποσφαλματώσουμε το κύκλωμά μας ή να επιβεβαιώσουμε ότι ένα κομμάτι του λειτουργεί σωστά. Για να το πετύχουμε αυτό, χρησιμοποιούμε τη σειριακή επικοινωνία σε συνδυασμό με εντολές εκτύπωσης στο σειριακό τερματικό.

4.1.2 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΕΠΙΛΕΞΩ ARDUINO

Υπάρχει πληθώρα άλλων μικροελεγκτών και αναπτυξιακών στο εμπόριο για να ασχοληθεί κάποιος. Ο Basic Stamp της Parallax, ο BX-24 της Netmedia, το Handyboard του MIT και πολύ άλλη όμοιας λειτουργικότητας. Όλα αυτά τα εργαλεία που προαναφέραμε είναι απλά και για τον αρχάριο χρήστη καθώς "κρύβουν" τις δύσκολες λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής και επιτρέπουν τον άμεσο προγραμματισμό του μικροελεγκτή, προσφέροντας τα πάντα σε ένα και μόνο "πακέτο" έτοιμο για χρήση.

Ο Arduino διαφέρει από τους προηγούμενους γιατί απλοποιεί την διαδικασία να δουλεύει κάποιος με μικροελεγκτές, αλλά κάποια πλεονεκτήματα που προσφέρει σε σχέση με άλλους μικροελεγκτές για χρήση από δασκάλους, μαθητές και άλλους hobbίστες είναι τα παρακάτω:

- Φθηνός
Οι πλακέτες του Arduino είναι εξαιρετικά φθηνές σε σχέση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Ειδικά δε μπορεί με τα σχηματικά που κυκλοφορούν στο Internet να κατασκευάσει κάποιος την φθηνότερη εκδοχή ενός Arduino. Ωστόσο ακόμα και αν προμηθευτεί την έτοιμη (μονταρισμένη πλακέτα) αυτή θα κοστίζει το μέγιστο 50 Euro.
- Τρέχει σε διάφορα Λειτουργικά Συστήματα.

Οι μηχανικοί λογισμικού, ανέπτυξαν το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino για Windows, Macintosh OSX και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης Μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.

- Απλό, ξεκάθαρο προγραμματιστικό περιβάλλον.

Το περιβάλλον προγραμματισμού ενός Arduino ενδείκνυται για αρχάριους, αλλά είναι ταυτόχρονα και ευέλικτο και για πιο προχωρημένους χρήστες.

- Ανοιχτού λογισμικού και λογισμικού που επεκτείνεται και παραμετροποιείται.

Το software του Arduino διανέμεται με την μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση για έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου των βιβλιοθηκών την C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να ασχοληθούν περισσότερο με τους μικροελεγκτές μπορούν να μεταβούν από τον Arduino στην AVR C που είναι για προγραμματισμό των Atmel Μικροελεγκτών και η γλώσσα στην οποία βασίστηκε το λογισμικό του Arduino. Ομοίως μπορεί κάποιος να προσθέσει κώδικα της AVR-C στο πρόγραμμα που έχει γράψει για τον Arduino του.

- Ανοιχτού Υλικού το οποίο μπορεί να επεκταθεί.

Ο Arduino βασίζεται στους μικροελεγκτές της Atmel ATMEGA8 και ATMEGA168. Τα σχηματικά για τα αναπτυξιακά είναι κάτω από την άδεια της Creative Commons, επιτρέποντας σε έμπειρους σχεδιαστές να κατασκευάσουν το δικό τους αναπτυξιακό, εξελίσσοντας το ήδη υπάρχον χωρίς να έχουν νομικά προβλήματα. Η ακόμη καλύτερα όχι τόσο έμπειροι χρήστες μπορούν να επιδιώξουν την αντιγραφή και κατασκευή της πλακέτας σε ράστερ για να καταλάβουν την λειτουργία ενός Arduino.

4.2. ΤΟ ΠΑΙΧΝΙΔΙ «ΜΑΘΑΙΝΩ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ»

4.2.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ 'ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ'

Για την κατασκευή του «παιχνιδιού» 'Μαθαίνω τα χρωματά' θα χρειαστεί να έχουμε τα παρακάτω υλικά

A) Arduino UNO

B) LCD Screen (I2C)

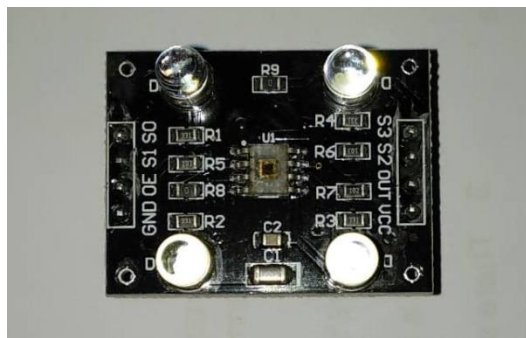
Γ) Color sensor

Τα υλικά παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω, στην εικόνα 4.4



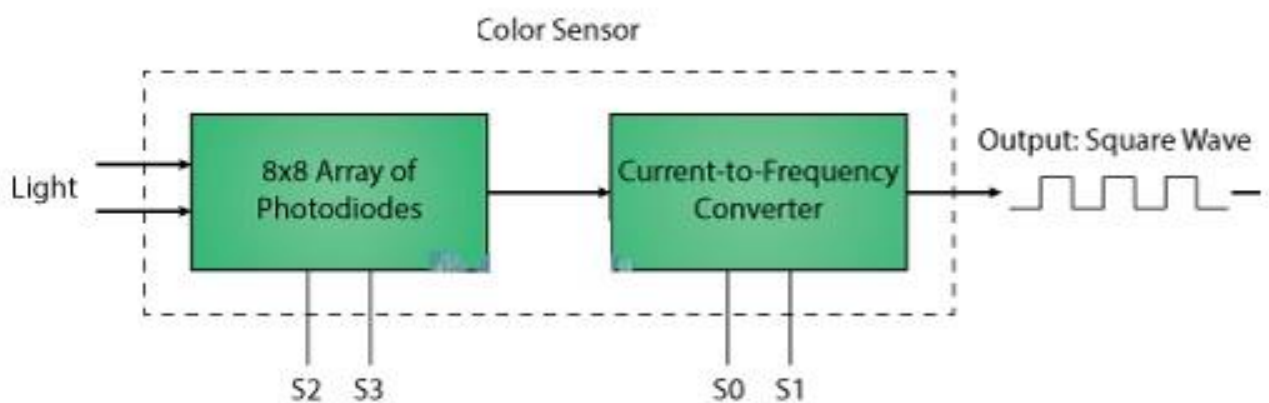
Εικόνα 4.4

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει για τον αισθητήρα χρώματος (Color sensor) Εικόνα 4.5



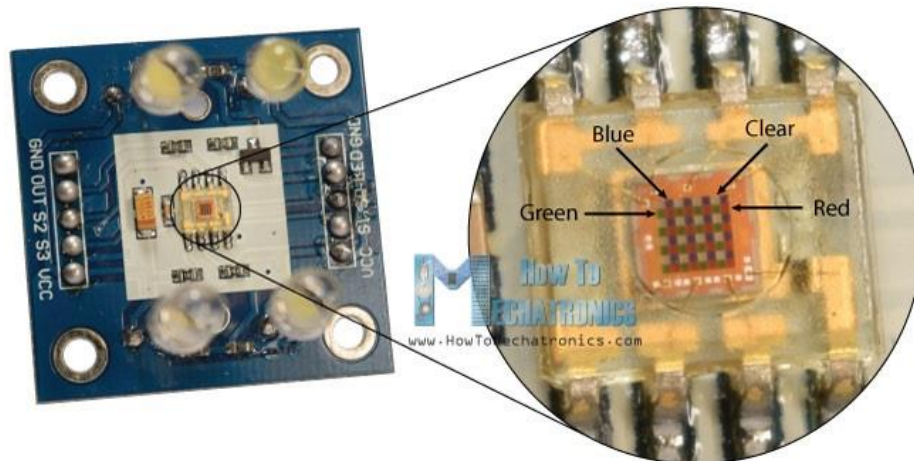
Εικόνα 4.5 Αισθητήρας χρώματος

Ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται το έγχρωμο φως με τη βοήθεια μιας σειράς 8 x 8 φωτοδιόδων. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας μετατροπέα ρεύματος προς συχνότητα, οι μετρήσεις από τις φωτοδιόδους μετατρέπονται σε τετραγωνικό κύμα με συχνότητα ευθέως ανάλογη προς την ένταση του φωτός. Τέλος, μπορούμε να διαβάσουμε την παραγωγή τετραγωνικών κυμάτων και να πάρουμε τα αποτελέσματα για το χρώμα Εικόνα 4.6



Εικόνα 4.6 Διάγραμμα Αισθητήρα

Αν κοιτάξουμε προσεκτικά τον αισθητήρα μπορούμε να δούμε πώς ανιχνεύει διάφορα χρώματα. Οι φωτοδιόδοι έχουν τρία διαφορετικά έγχρωμα φίλτρα, Εικόνα 4.7. Δεκαέξι από αυτά έχουν κόκκινα φίλτρα, άλλα 16 έχουν πράσινα φίλτρα, άλλα 16 έχουν μπλε φίλτρα και οι άλλες 16 φωτοδιόδους είναι καθαρές χωρίς φίλτρα.



Εικόνα 4.7 Δομή αισθητήρα

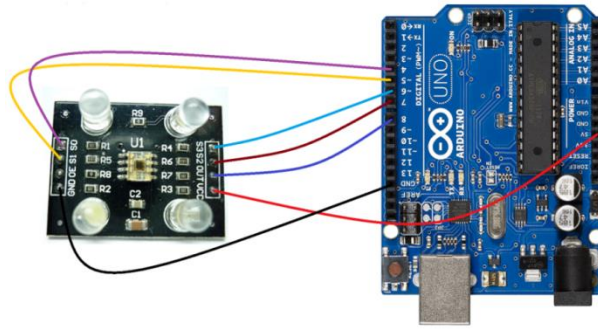
Κάθε 16 φωτοδιόδοι συνδέονται παράλληλα, έτσι χρησιμοποιώντας τους δύο ακροδέκτες ελέγχου S2 και S3 μπορούμε να επιλέξουμε ποιες από αυτές θα διαβαστούν. Για παράδειγμα, εάν θέλουμε να ανιχνεύσουμε το κόκκινο χρώμα, μπορούμε απλώς να χρησιμοποιήσουμε τις 16 κόκκινες διηθημένες φωτοδιόδους θέτοντας τους δύο ακροδέκτες σε λογικό LOW σύμφωνα με τον πίνακα (εικόνα 4.8).

S0	S1	Output Frequency Scaling	S2	S3	Photodiode Type
L	L	Power down	L	L	Red
L	H	2%	L	H	Blue
H	L	20%	H	L	Clear (no filter)
H	H	100%	H	H	Green

Εικόνα 4.8 Πίνακας ελέγχου αισθητήρα

Ο αισθητήρας διαθέτει δύο ακόμη ακροδέκτες ελέγχου, S0 και S1, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την κλιμάκωση της συχνότητας εξόδου. Η συχνότητα μπορεί να κλιμακωθεί σε τρεις διαφορετικές προκαθορισμένες τιμές 100%, 20% ή 2%. Αυτή η λειτουργία κλιμάκωσης συχνότητας επιτρέπει την βελτιστοποίηση της εξόδου του αισθητήρα για διάφορους μετρητές συχνότητας ή μικροελεγκτές.

Η καλωδιακή διαταξη του συστήματος θα είναι όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.9



Εικόνα 4.9 Καλωδιακή συνδεση Αισθητηρα χρωματος - Arduino

Αναλυτικότερα οι συνδέσεις μεταξύ Arduino και Color sensor πρέπει να γίνουν σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα 4.1.

Arduino (pin)	Color sensor (pin)
5V	Vcc
GND	GND
D4	S0
D5	S1
D6	S3
D7	S2
D8	OUT

Πίνακας 4.1

4.2.2 ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

Η δομηση του προγραμματος εχει γινει συμφωνα με την περιγραφη παρακατω

Πρωτα εντασουμε στο προγραμμα τις βιβλιοθηκες που θα χρησιμοποιησουμε

```

//
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

```

Η Wire.h είναι για την επικοινωνία με τον αισθητήρα χρώματος, ενώ η Liquidcrystal_I2C.h είναι για την οθόνη LCD. Ένα άλλο κρίσιμο σημείο του προγράμματος είναι η δήλωση των μεταβλητών που θα χρησιμοποιήσουμε

```

#define S0 4
#define S1 5
#define S2 6
#define S3 7
#define sensorOut 8
int frequency1 = 0;
int frequency2 = 0;
int frequency3 = 0;
int r=0;
int g=0;
int b=0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set the LCD I2C address

```

Κατά την αρχικοποίηση – εκκίνηση του προγράμματος, δηλώνουμε τις εισόδους – εξόδους του συστήματος – μικροελεγκτή

```
void setup() {
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(sensorOut, INPUT);

  // Setting frequency-scaling to 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.backlight();
  lcd.print("color game  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("by J.Christakis");
  delay(3000);
}
```

Στην κύρια – επαναληπτική λειτουργία του μικροελεγκτή έχουμε την εξής ακολουθία

- Ενεργοποίηση του αισθητήρα χρώματος
- Ανάγνωση τιμών ανα χρώμα R - G – B (κόκκινο – πράσινο – μπλέ)
- Αποθήκευση των τιμών αυτών σε καταχωρητή
- Σύγκριση των τιμών σε σχέση με προτυποποιητικές τιμές χρωμάτων
- Απόφαση εκτιμώμενου χρώματος
- Απεικόνιση του ονόματος του χρώματος στην οθόνη

Αναλυτικότερα παρακάτω έχουμε κατά την έναρξη της κύριας – επαναληπτικής λειτουργίας του μικροελεγκτή την ενεργοποίηση σε διαφορετικό χρόνο των ομάδων αισθητήρων χρώματος S0, S1, S2, S3 και ανάγνωση του τετραγωνικού παλμού – ψηφιακού σήματος , σε αριθμητική μορφή. Έπειτα ο αριθμός αυτός αποθηκεύεται σε ενα καταχωρητή για την περαιτέρω λειτουργία. Το χρώμα στην πραγματικότητα είναι συχνότητα κατ επέκταση έχει μήκος κύματος, ο αισθητήρας με τις ενεργοποιήσεις των φωτοδιόδων που κάνει (group red green blue) λαμβάνει τιμές που σχετίζονται άμεσα με το μήκος κύματος του χρώματος προς ανάγνωση. Εφόσον έχουμε τρία βασικά χρώματα έχουμε και τρία μήκη κύματος, για το λόγο αυτό έχουμε και στην βασική ρουτίνα και την ανάγνωση και αποθήκευση των μεταβλητών frequency1 , frequency2 ,

frequency3 οι οποίες μεταβλητές έπειτα δίδουν την τιμή τους στις μεταβλητές r, b, g, τις οποίες αποθηκεύουμε σε καταχωρητές.

```
void loop() {
  // Setting red filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,LOW);
  // Reading the output frequency
  frequency1 = pulseIn(sensorOut, LOW);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("R= "); //printing name
  Serial.print(frequency1); //printing RED color frequency
  Serial.print(" ");
  r=frequency1;
  delay(100);
  // Setting Green filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,HIGH);
  digitalWrite(S3,HIGH);
  // Reading the output frequency
  frequency2 = pulseIn(sensorOut, LOW);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("G= "); //printing name
  Serial.print(frequency2); //printing RED color frequency
  Serial.print(" ");
  g=frequency2;
  delay(100);
  // Setting Blue filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,LOW);
  digitalWrite(S3,HIGH);
  // Reading the output frequency
  frequency3 = pulseIn(sensorOut, LOW);
  // Printing the value on the serial monitor
  Serial.print("B= "); //printing name
  Serial.print(frequency3); //printing RED color frequency
  Serial.println(" ");
  b=frequency3;
  delay(100);
}
```

Το τελευταίο τμήμα του κώδικα είναι η απόφαση που θα πρέπει να λάβει το σύστημα για το τι χρώμα θα γραφεί στην οθονη σε σχεσει με τις τιμες που χει λαβει ο αισθητηρας.

Για να έχει σωστή απόκριση το σύστημα μας έχουν γίνει δοκιμές με διαφορετική φωτεινότητα των βασικών χρωμάτων (μάυρο , άσπρο, κόκκινο, πράσινο, κίτρινο, μπλέ) και έχουν ληφθεί τα έυρη τιμών που είχαν αυτά τα χρώματα. Με βάση αυτές τις διαφοροποιήσεις των τιμών έχει δημιουργηθεί μια ρουτίνα ελέγχου στον μικροελεγκτή όπου , αν κάποιο χρώμα αναγνωστεί με τιμές μέσα στα όρια τιμών που έχουν δηλωθεί τότε θα το απεικονίσει. Παρακάτω παρουσιάζεται ο το τμήμα του κώδικα της απόφασης χρώματος της διάταξης.

```

{
if ((r>20) && (r<35) && (g>20) && (g<35) && (b>16) && (b<30)) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("white      "); }

if ((r>220) && (r<260) && (g>235) && (g<260) && (b>155) && (b<180)) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("black      "); }

if ((r>70) && (r<90) && (g>50) && (g<62) && (b>65) && (b<82)) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("green      "); }

if ((r>17) && (r<28) && (g>23) && (g<35) && (b>35) && (b<48)) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("yellow     "); }

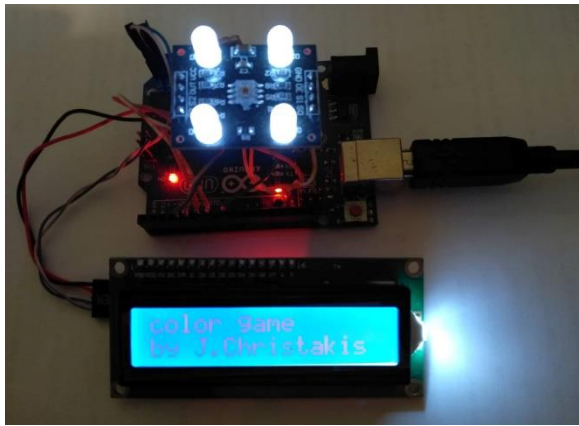
if ((r>20) && (r<45) && (g>115) && (g<128) && (b>73) && (b<85)) {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("red       "); }

}
}

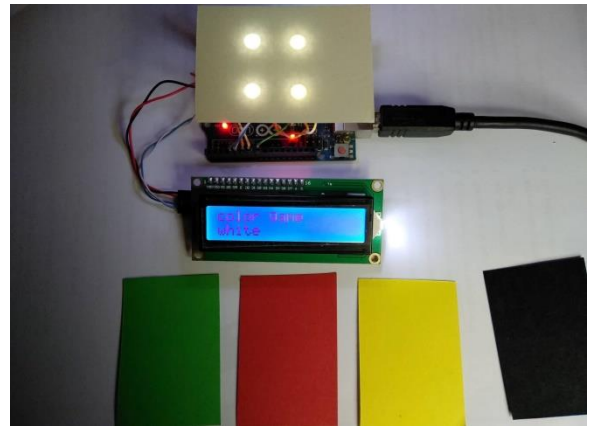
```

Στην επόμενη σελίδα παρουσιάζεται η διάταξη σε λειτουργία, ξεκινώντας από την αρχική κατάσταση, όπου και ακολουθούν εικόνες, με τοποθέτηση χάρτινων καρτών διαφορετικού χρώματος, το σύστημα αναγνωρίζει το χρώμα και το αναγράφει στη συνέχεια στην οθόνη. Για τις ανάγκες της εργασίας έχει γίνει ο κώδικας απλουστευμένος και μπορεί να αναγνωρίσει μέχρι πέντε χρώματα, προφανώς και είναι εφικτό να γράφει κατάλληλος κώδικας και να αναγνωρίζει πολλά περισσότερα με διαβαθμίσεις χρωμάτων κλπ, ο σκοπός είναι μέσα από αυτή την απλή εργασία να προσελκύσουμε τον μαθητή να τον μπλέξουμε με το στάδιο της κατασκευής, με τελικό στόχο, να γίνει κτήμα του η γνώση που θέλουμε να λάβει, βεβαίως αυτό μπορεί να έχει πολλές προεκτάσεις ως προς τη μάθηση, απ το να ξεκινήσει άπλα με την κατανόηση της δομής προγραμματισμού μιας διάταξης, άλλα και ως την κατανόηση σε φυσικό επίπεδο της κυματικής και άλλων πολλών φαινομένων. Βασικό πλεονέκτημα του εποικοδομητισμού είναι η συμμετοχή του μαθητή – εκπαιδευομένου σε όλη την διαδικασία της κατασκευής δίνοντας του έτσι το πλεονέκτημα της άμεσης αντιμετώπισης του προβλήματος και εμπλέκοντας τον σε όλη τη διαδικασία επίλυσής του.

4.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ «ΜΑΘΑΙΝΩ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ»



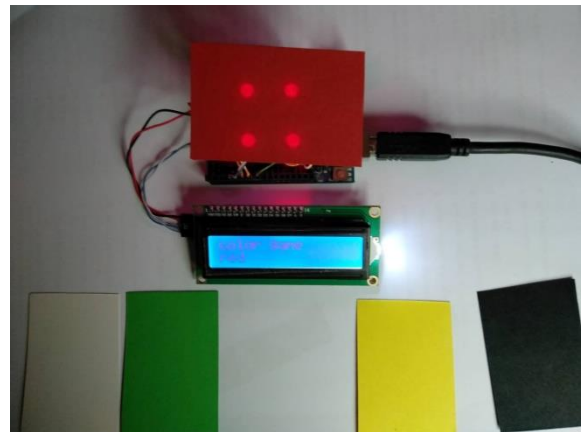
Έναρξη λειτουργίας της διάταξης



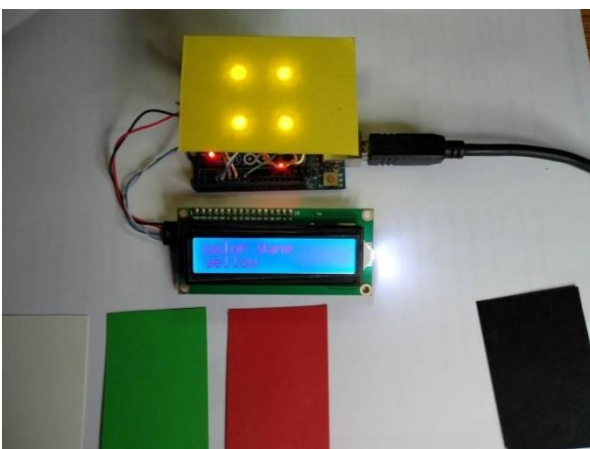
Η διάταξη «διαβάζει» ΛΕΥΚΟ χρώμα



Η διάταξη «διαβάζει» ΠΡΑΣΙΝΟ χρώμα



Η διάταξη «διαβάζει» ΚΟΚΚΙΝΟ χρώμα



Η διάταξη «διαβάζει» ΚΙΤΡΙΝΟ χρώμα



Η διάταξη «διαβάζει» ΜΑΥΡΟ χρώμα

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Δεδομένου ότι υπάρχουν λίγες ποσοτικές μελέτες που διεξάγονται στον τομέα της εκπαιδευτικής ρομποτικής, είναι δύσκολο να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας που εφαρμόζεται στη ρομποτική σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Η ποσοτική ανάλυση δεν παρέχει πάντα στοιχεία για τη χρήση ρομπότ [70]. Γενικά, τα αποτελέσματα των μελετών σχετικά με τη χρήση της ρομποτικής στις αίθουσες διδασκαλίας είναι θετικά, αλλά υπογραμμίζουν την ανάγκη για περαιτέρω μελέτη.

Οι [71] κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι είναι δύσκολο να επιβεβαιωθεί η υπόθεση ότι το LEGO έχει γενικά θετική επίδραση στη γνωστική ανάπτυξη. Οι μελέτες τους δείχνουν ότι μπορεί να αποδειχθούν ορισμένα θετικά αποτελέσματα για ομάδες / κατηγορίες σπουδαστών.

Ο Pedersen [72], υποστήριξε ότι ο ρόλος του καθηγητή στην επίτευξη των θετικών αποτελεσμάτων στην Κ-12 είναι κρίσιμος. Ο δάσκαλος έχει επίσης σημαντική επιρροή στον τρόπο με τον οποίο τα εργαλεία αυτά λαμβάνονται από τους μαθητές. Ο Beisser [73] διαπίστωσε ότι και τα δύο φύλα ευδοκιμούν στο περιβάλλον Lego / Logo και ότι και οι δύο ομάδες θεωρούν ότι η χρήση του υπολογιστή είναι σημαντική για την ολοκλήρωση των σχολικών εργασιών και για μελλοντικούς ρόλους εργασίας ή σταδιοδρομίας. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού δεν θεωρείται σημαντικός μόνο κατά τη χρήση ρομπότ, αλλά κατά τη χρήση εργαλείων πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην επιστήμη. Η ρομποτική είναι κατά κάποιο τρόπο επίσης μέρος των ΤΠΕ που χρησιμοποιούνται στα σχολεία. Οι ΤΠΕ καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τεχνικών, μέσων και μεθόδων που επιτρέπουν στους χρήστες να αποκτούν, να διαβιβάζουν, να αναπαράγουν και να λαμβάνουν πληροφορίες [74].

Τα ρομπότ αντιμετωπίζουν παρόμοιες αρχές και, ως επέκταση των υπολογιστών, συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον, λαμβάνουν αποφάσεις και ενεργούν (συστήματα αισθητήρα-ελεγκτή-ενεργοποιητή). Αυτή η διαδικασία βασίζεται στην αλγοριθμική σκέψη ενός μαθητή, οι μαθητές κάνουν το ρομπότ να κάνει αυτό που θέλουν μέσω του προγραμματισμού.

Οι τεχνολογίες των ΤΠΕ και η ρομποτική έχουν παρόμοια επίδραση στις δεξιότητες των φοιτητών [75]. Η εφαρμογή των τεχνολογιών ΤΠΕ στα σχολεία εξαρτάται από τους εκπαιδευτικούς και τις ικανότητές τους [76]). Η εκπαίδευση με τα ρομπότ είναι πλέον βασισμένη σε έργα [77]. Οι μαθητές επιλύουν τεχνολογικά προβλήματα πραγματικής ζωής επειδή είναι ενδιαφέροντα και κίνητρα. Αυτό εκτιμά τις ικανότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων των σπουδαστών, αλλά απαιτούνται περισσότερες μελέτες για να αποφασιστεί εάν η ρομποτική θα πρέπει

να είναι υποχρεωτική βοήθεια για τα σχολικά θέματα παρά ένα μέσο που εφαρμόζει παιδαγωγικές μεθόδους και αυξάνει τα κίνητρα.

Ένας άλλος τρόπος υποκίνησης των φοιτητών να χρησιμοποιηθούν τη ρομποτική είναι και οι διαγωνισμοί, όπου παρ' ότι είναι σπουδαίο ως γεγονός, μερικές φορές ενδεχεται να κάνει περισσότερη βλάβη. Με βάση την εμπειρία του διαγωνισμού του World Robot Olympiad (WRO, 2009), οι μαθητές κινητοποιούνται με έντονο ανταγωνισμό [78]. Οι εργασίες των ομάδων ρομποτικής και της ρομποτικής είναι παρόμοιες με εκείνες των αθλημάτων όπως το ποδόσφαιρο ή το μπάσκετ. Τα γήπεδα ρομποτικής και οι κανόνες ανταγωνισμού ήταν πολύ κοντά στα αγαπημένα αθλήματα των φοιτητών. Ένα παράδειγμα χρήσης διαγωνισμών για τη διδασκαλία της ρομποτικής στην Εσθονία είναι ένα πρόγραμμα εισαγωγής ρομπότ, όπου τρεις έως τέσσερις φοιτητές λαμβάνουν τον απαραίτητο εξοπλισμό και πηγαίνουν στα σχολεία για να αφήσουν τα παιδιά να δοκιμάσουν τον προγραμματισμό σε ρομπότ.

Συνήθως 45 λεπτά διατίθενται για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και την ολοκλήρωση ενός μικρού έργου για τη μετακίνηση ενός ρομπότ γύρω από τα εμπόδια. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για την ολοκλήρωση της εργασίας είναι κυρίως δοκιμή και σφάλμα. Πιο επιτυχημένοι είναι εκείνοι οι μαθητές που ακολουθούν αυτή την πορεία διαχωρισμού της διαδρομής σε μικρότερους στόχους. Οι υπόλοιποι που προσπαθούν να ολοκληρώσουν πλήρως την εργασία με έναν κύκλο προγραμματισμού μέσω υπολογιστή, δεν θα ολοκληρώσουν την εργασία τόσο γρήγορα. Στο τέλος, υπάρχει πάντα ένας ανταγωνισμός μεταξύ των μαθητών. Η ιδέα ενός διαγωνισμού είναι κίνητρο, αλλά μπορεί να οδηγήσει σε απογοήτευση αν οι μαθητές δεν καταφέρουν να πετύχουν τα αναμενόμενα.

Ένα άλλο παράδειγμα αποθάρρυνσης προέρχεται από τον ανταγωνισμό FIRST LEGO League (FLL) [79]. Δεδομένου ότι η ακρίβεια των ρομπότ NXT δεν είναι στο επίπεδο που αναμένεται από το πεδίο παιχνιδιών ρομπότ στο FLL, οι μαθητές απογοητεύονται όταν το ρομπότ δεν επιτύχει τους ίδιους στόχους στον τομέα του ανταγωνισμού σε σύγκριση με την κατάσταση στον τομέα του σπιτιού. Δεν είναι σαφές εάν αυτή η απογοήτευση μειώνει το ενδιαφέρον για τη ρομποτική ακόμη και όταν ο ανταγωνισμός βρίσκεται στο τελευταίο βήμα της μάθησης ή αν αποθαρρύνει την περαιτέρω συμμετοχή.

Από τους αγώνες σε αναλυτικό πρόγραμμα προσανατολισμένης μάθησης [78], από την εισαγωγή της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, το πρόγραμμα σπουδών της ρομποτικής θα μπορούσε να περιλαμβάνει τους μαθητές σε δραστηριότητες όπου εφαρμόζονται θεωρία και γνώσεις από τα μαθηματικά, την πληροφορική και τη φυσική. Με αυτόν τον τρόπο, τα

μαθήματα ρομποτικής θα μπορούσαν να υποστηρίξουν παραδοσιακά μαθήματα ή να είναι μαθήματα επιλογής χρησιμοποιώντας πολυμέσα όπως δίκτυα ή εφαρμογές ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η ομοιότητα της ρομποτικής με την πληροφορική και η χρήση της στον τομέα της εφαρμογής πραγματικών αλγορίθμων καθιστά τη ρομποτική πολύ χρήσιμο εργαλείο που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση διαφόρων μαθημάτων. Η χρήση της ρομποτικής στα μαθήματα προγραμματισμού βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν σωστά τις πρωταρχικές έννοιες προγραμματισμού [80]. Καθώς ο ίδιος ο προγραμματισμός θα ήταν ένα στενό αποτέλεσμα για την εκπαιδευτική ρομποτική, οι ρομποτικοί πόροι θα πρέπει να αξιολογούνται για να υποστηρίξουν άλλα θέματα όπως η φυσική.

Οι μελέτες σχετικά με τη ρομποτική που υποστηρίζουν τη φυσική πρέπει να δείχνουν τα αποτελέσματα και τα αποτελέσματα της χρήσης των κιτ LEGO, η αλλου ρομποτικού συστήματος, για το σκοπό αυτό. Η ρομποτική δεν αποτελεί αντικείμενο στην προκειμένη περίπτωση, είναι ένα εργαλείο για τη μάθηση της φυσικής. Μπορεί να είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί ρομποτική σε όλους τους τομείς ενός προγράμματος σπουδών φυσικής, αλλά υπάρχουν θέματα που είναι δύσκολα για τους μαθητές για τα οποία το ρομποτικό σύστημα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πειραματικό εργαλείο. Υπάρχουν πολλές παρερμηνείες στη φυσική μεταξύ των μαθητών [81]. Τέτοια θέματα περιλαμβάνουν την ώθηση, το νόμο του Newton II και τις διακυμάνσεις (κύματα). Η εκπαιδευτική ρομποτική θα μπορούσε να είναι μια κατάλληλη μεθοδολογία για την υποστήριξη της μάθησης σε αυτούς τους τομείς.

5.2 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων έρευνας (μετασχηματιστική και κανονιστική) πρέπει να είναι ένας νέος στόχος εφαρμογής της ρομποτικής. Εάν η ρομποτική και η μάθηση της έρευνας έχουν δείξει την αποτελεσματικότητά τους στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, ένας συνδυασμός αυτών των προσεγγίσεων θα μπορούσε να συμβάλει σε ακόμη καλύτερα αποτελέσματα μάθησης.

Η εκπαιδευτική ρομποτική χρησιμοποιείται κυρίως στο πλαίσιο εξωσχολικών δραστηριοτήτων και δεν έχει αλλάξει πολύ τα τελευταία τριάντα χρόνια. Η εκμάθηση της έρευνας έχει εμπλακεί σε μεγάλο βαθμό, αλλά δεν εφαρμόζεται συχνά στα σχολεία. Εξετάζονται μέθοδοι εμπλοκής της μάθησης της έρευνας στα σχολεία. Η ρομποτική ως εργαλείο και η έρευνα μάθησης ως μέθοδος θα δημιουργούσε, σύμφωνα με τη θεωρητική συζήτηση, μια ισχυρή και αμοιβαία επωφελής συνέργεια.

Γενικά, στην προσέγγιση της ρομποτικής εκπαίδευσης που βασίζεται στην έρευνα, τα ρομπότ του LEGO έχουν πρόσβαση στην ανθρώπινη γνώση παρόμοια με τη γλώσσα του υπολογιστή LOGO. Τα LEGO Mindstorms είναι πιο προηγμένα στην τεχνολογία και επιτρέπουν στους μαθητές να αντανακλούν τις σκέψεις τους σε ένα πιο περίπλοκο επίπεδο από το απλό κίνημα. Η χρήση περισσότερων αισθητήρων για την ανίχνευση του περιβάλλοντος πέραν των ανθρώπινων αισθήσεων θα μπορούσε να αποτελέσει πολλά υποσχόμενη υποστήριξη για τα θέματα STEM. Μέσω της πρακτικής μάθησης, οι μαθητές κατασκευάζουν τις γνώσεις τους και τις συνδέουν με την προ-γνώση, επειδή τα ρομπότ δίνουν νέο νόημα. Τα ρομπότ υποστηρίζουν την εποικοδομητική μάθηση, αλλά το ζήτημα της διδασκαλίας παραμένει. Απαιτούνται μελλοντικές μελέτες για να διευκρινιστεί ο τρόπος με τον οποίο θα πρέπει να υποστηρίζεται η μάθηση με τα ρομπότ και σε ποιο βαθμό οι μαθητές θα πρέπει να έχουν την ελευθερία να ανακαλύπτουν πιο ανεξάρτητα τα ρομπότ.

Το Arduino, σε συνδιασμό με διαφορούς τύπους αισθητήρων, και με στενή καθοδήγηση θα βοηθήσει τους μαθητές να συνδέσουν τη δουλειά τους με τα ρομπότ με τον πραγματικό κόσμο και να κατανοήσουν καλύτερα τις διαδικασίες του πραγματικού κόσμου. Αυτός ο τύπος διδασκαλίας απαιτεί περισσότερους εκπαιδευτικούς με πλήρη γνώση στην επιστήμη και την τεχνολογία γενικά, αλλά κυρίως στην επιστήμη της ρομποτικής. Οι περισσότερες προσεγγίσεις εκπαίδευσης για τη ρομποτική δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνοι, καθώς αυτές οι μεθοδολογίες υποστηρίζουν και ενισχύουν ο ένας τον άλλον. Η συνεργατική μάθηση ή η μάθηση μέσω ερωτήσεων θα μπορούσε να βοηθήσει τους μαθητές να μοιραστούν πληροφορίες, γνώσεις και εμπειρίες και να βελτιώσουν τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Όλες αυτές οι μεθοδολογίες βασίζονται στον κονστρουκτιβισμό και επομένως μπορούν εύκολα να συνδυαστούν. Σχεδόν όλες οι μεθοδολογίες έχουν θετικές και αρνητικές ιδιότητες, αλλά οι εκπαιδευτικοί πρέπει να βρουν τον καλύτερο τρόπο αντίδρασης σε αυτές, συνδυάζοντάς τους για να καλύψουν τις σημερινές εκπαιδευτικές ανάγκες. Απαιτείται περισσότερη έρευνα για να ληφθεί απόφαση σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να συνδυαστούν αυτές οι προσεγγίσεις. Η ποιοτική κρίση των εκπαιδευτικών και των σπουδαστών με βάση την εμπειρία στην εφαρμογή ρομποτικής στην εκπαίδευση δεν είναι επιστημονικά αποδεδειγμένη. Έτσι, τόσο η εφαρμογή των προσεγγίσεων που περιγράφονται στην τρέχουσα ανάλυση όσο και ο συνδυασμός τους θα πρέπει να υποστηρίζονται με πολύ ισχυρότερα εμπειρικά αποτελέσματα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική χρησιμοποιείται ευρέως στα σχολεία. Οι κύριοι λόγοι για τη χρήση των ρομπότ βασίζονται στις θετικές διαθεσεις των εκπαιδευτικών και των φοιτητών.

Υπάρχουν λίγες ποσοτικές μελέτες που δείχνουν την αποτελεσματικότητα της χρήσης ρομπότ που συχνά καταλήγουν στο να δηλώνουν την ανάγκη για περαιτέρω μελέτες. Έτσι, δεν υπάρχουν επαρκή ποσοτικά στοιχεία για την εφαρμογή ρομπότ στα προγράμματα σπουδών για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Ωστόσο, η αγορά της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι κορεσμένη με διαφορετικές ρομποτικές πλατφόρμες, καθώς πολλές εταιρείες βλέπουν τη δυνατότητα να κερδίσουν από την εκπαίδευση. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των επιστημών, αυτές οι πλατφόρμες θα μπορούσαν να έχουν ευρεία εφαρμογή, αλλά στην περίπτωση αυτή χρειάζεται ανασκόπηση επιτυχημένων μεθόδων. Με βάση τη βιβλιογραφία που βρέθηκε στην παρούσα ανάλυση, χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες προσεγγίσεις στην εκπαιδευτική ρομποτική: μάθηση ανακάλυψης, συνεργατική μάθηση, επίλυση προβλημάτων, μάθηση βάσει σχεδίου, μάθηση βασισμένη στον ανταγωνισμό και υποχρεωτική μάθηση. Όλες οι ρομποτικές πλατφόρμες στην αγορά θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν με αυτή την ποικιλία προσεγγίσεων που αναπτύχθηκαν από τη δεκαετία του 1960. Περισσότερο ή λιγότερο, αυτές οι προσεγγίσεις παρέμειναν ίδιες και πρέπει να αντιμετωπίσουν την ανάγκη της σύγχρονης κοινωνίας. Για παράδειγμα, η μάθηση της ανακάλυψης είναι μία από τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται για την εκπαιδευτική ρομποτική, αλλά είναι πολύ χρονοβόρα και συνεπώς δαπανηρή. Οι σπουδαστές σήμερα προσδοκούν τα γρήγορα αποτελέσματα και όταν οι καθηγητές δεν μπορούν να τους δώσουν άμεσες απαντήσεις, με αποτέλεσμα να απογοητεύονται. Αυτές οι προσεγγίσεις πρέπει να αναδιαμορφωθούν προς το πλαίσιο της σύγχρονης κοινωνίας. Ορισμένες προσεγγίσεις αναπτύσσονται από προηγούμενες προσεγγίσεις λόγω του μεταβαλλόμενου εκπαιδευτικού κόσμου. Η εκμάθηση της έρευνας θεωρείται μια από τις νέες προσεγγίσεις στην επιστήμη που βελτιώνει τις δεξιότητες των ερευνητών. Ωστόσο, δεν εφαρμόζεται πολύ ευρέως στις αίθουσες διδασκαλίας. Ως αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης προτείνεται ένας τρόπος να χρησιμοποιηθεί η ρομποτική ως εργαλείο για την εκμάθηση της φυσικής μέσω πειραμάτων που δημιουργούνται σύμφωνα με τα στάδια της μάθησης (καθορισμός ερευνητικών ερωτημάτων, υποβολή, σχεδιασμός πειραμάτων, συλλογή δεδομένων, ανάλυση, σύναψη συμπερασμάτων). Η φυσική είναι ένα μόνο παράδειγμα στην τρέχουσα μελέτη, η ρομποτική και η μάθηση της έρευνας μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα θέματα STEM. Η δυνατότητα διεξαγωγής έρευνας σχετικά με τη χρήση ρομπότ σε διαφορετικούς τομείς χρειάζεται περαιτέρω μελέτη.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1] Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In Papert, S., Harel, I., (eds.) Constructionism, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, US

[2] Piaget, J. (1974) "Success and Understanding"

[3] Κόμης, Β. και Μικρόπουλος, Α. (2001), «Πληροφορική και Εκπαίδευση», Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

- [4] Dewey, J. (1997), "Experience and education", New York : Simon & Schuster.
- [5] Brown, J., Collins, A. & Duguid, P. (1989). «Situated Cognition and the Culture of Learning». *Educational Researcher*, 18(1), 32 – 42.
- [6] Resnick, M., and Silverman, B. (1996). «Exploring Emergence. An "active essay" on the Web».
- [7] Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). «New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation». *Journal of Science Education and Technology*, vol. 17, no. 1, pp. 59-69.
- [8] Resnick, M. (1991). «Xylophones, Hamsters, and Fireworks: The Role of Diversity in Constructionist Activities». In *Constructionism*, edited by I. Harel & S. Papert. Ablex Publishing.
- [9] Κυνηγός, Χ. και Φράγκου, Σ. (2000), «Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη», Στα: Β.Ι.Κόμης (επιμ.): Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", Πάτρα, Οκτώβριος 2000
- [10] Δημητρίου Α. και Χατζηκρανιώτης Ε. (2003) «Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων για τη λύση προβλήματος: Εφαρμογή με το περιβάλλον LegoDacta». 2ο Συνέδριο Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.
- [11] Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. (2006). «Οι ρομποτικές κατασκευές LegoMindstorms στην κατανόηση εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης.», 5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ.
- [12] Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια μελέτη περίπτωσης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGOMindstorms», 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής".
- [13] Ackermann, E. (2001). «Piaget's constructivism, Papert 's constructionism: What's the difference?», Retrieved 22/9/2008 from MIT OpenCourseWare Media Arts and Sciences Web site, <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Media-Arts-and-Sciences/MAS-962Spring-2003/Readings>.
- [14] Resnick, M. & Ocko, S. (1991). *Lego/Logo Learning Through and About Design*, In Papert, S. & Harel, I. (eds.) *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 141 – 150.
- [15] Dick, Carey (2000). «The Systematic Design of Instruction», , Publisher: Allyn & Bacon.
- [16] Michelene T.H. Chi, Nicholas DeLeeuw, Mei-Hung Chiu, Christian Lavancher, (1994) «Eliciting self-explanations improves understanding» ELSEVIER, *Cognitive Science*, Volume 18, Issue 3, Pages 439-477.
- [17] Andrea A. diSessa & Bruce L. Sherin (1998), "What changes in conceptual change?", , *Journal International Journal of Science Education*, Volume 20, 1998 - Issue 10, Pages 1155-1191, (2006).
- [18] Franklyn Turbak, Robbie Berg, (2002). "Robotic Design Studio: Exploring the Big Ideas of Engineering in a Liberal Arts Environment", *Journal of Science Education and Technology*, Volume 11, Issue 3, pp 237–253

- [19] Elmore, R.F., Peterson, P.L., & McCartney, S.J., (1996). "Restructuring in the classroom: Teaching, learning, and school organization", San Francisco- Jossey Bass.
- [20] Resnick, M., Silverman, B. (2005). «Some reflections on designing construction kits for kids». In Proceeding of the 2005 conference on Interaction design and children , (Boulder, Colorado, June 08-10-2005), pp.117-122.
- [21] Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., and Silverman, B. (1998). «Digital Manipulatives». Proceedings of the CHI '98 conference, Los Angeles, April 1998.
- [22] Arduino (2016). <https://www.arduino.cc>.
- [23] Jamieson, P. (2011). «Arduino for Teaching Embedded Systems. Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat?» In: Proceedings of FECS, vol. 2011, pp. 289–294
- [24] Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών πληροφορίας και των επικοινωνιών. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- [25] Turbak, F., and Berg, R. (2002). Robotic Design Studio: Exploring the Big Ideas of Engineering in a Liberal Arts Environment. Journal of Science Education and Technology, vol. 11, no. 3, pp. 237-253
- [26] Portsmouth, M. (1999). ROBOLAB: Intuitive robotic programming software to support life long learning. APPLE Learning Technology Review, Spring/Summer.
- [27] Ringwood, J. V., Monaghan, K., & Maloco, J. (2005). Teaching engineering design through Lego® Mindstorms™. *European Journal of Engineering Education*, 30(1), 91–104. doi:10.1080/03043790310001658587
- [28] Hirst, A. J., Johnson, J., Petre, M., Price, B. A., & Richards, M. (2003). What is the best programming environment/language for teaching robotics using Lego Mindstorms?. *Artif Life Robotics*, 7, 124-131.
- [29] Κόμης, Β. Ι., (2005). Παιδαγωγικές Δραστηριότητες με (και για) Υπολογιστές στην Προσχολική και την Πρώτη Σχολική Ηλικία. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 2η Έκδοση, Πάτρα.
- [30] Lawhead, P.B., Duncan, M.E., Bland, C.G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J. and Hollingsworth, R. G. (2002), A road map for teaching introductory programming using lego mindstorms robots. In Working group reports from ITiCSE on Innovation and technology in computer science education, ACM Press, 191-201
- [31] Τσοβόλας, Σ., Αντωνίου, Α. (2005). Το ρομπότ και η χελώνα. Πρακτικά 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ , Σύρος, 13-15 Μαΐου, σελ. 686-694.
- [32] Δαγδιέλης, Β., & Κασκάλης, Θ. (2001). Οι ΤΠΕ και η αλλαγή του σχολικού περιβάλλοντος στον 21ο αιώνα. Στο Κ. Ουζούνης & Α. Καραφύλλης (επιμ.), Πρακτικά Συνεδρίου Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης "Ο Δάσκαλος του 21^{ου} Αιώνα στην Ευρωπαϊκή Ένωση" (σ. 221-228), Ξάνθη: Σπανίδης.
- [33] Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996). Programmable Bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal*, 35, 3 & 4, pp. 443 - 452.
- [34] Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, 35(5), 31-38.

- [35] Hoyles, C. (1993). Micro worlds/school worlds: The transformation of an innovation. In G Keitel & K. Ruthven (Eds.), *Learning from Computers: Mathematics Education and Technology* (NATO ASI Series F, Vol. 121, pp.1 –17). Berlin: Springer-Verlag.
- [36] DENIS, Brigitte and Sylviane HUBERT. Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior* [online]. 2001,vol. 17, 5-6, pp. 465-480 [cit.2015-03-05]. DOI: 10.1016/s0747-5632(01)00018-8.
- [37] Carbonaro, M., Rex, M. & Chambers, J.(2004). Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1). Retrieved 22/9/2008, from <http://imej.wfu.edu/articles/index.asp>.
- [38] Ματσαγγούρας, Η., Η σχολική τάξη, Εκδ. Γρηγόρης, Αθήνα 1999
- [39] Χριστιάς Ι. Θεωρία και μεθοδολογία της διδασκαλίας, ΕΚΔ. Γρηγόρης, Αθήνα 1992
- [40] Bransford, J.D., Brown, A.L., and Cocking, R.R. (Eds.) (1999). *How people learn : Brain, mind, experience ,and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- [41] Pellegrino, J. W., Chudowsky, N., & Glaser, R. (Eds.) (2001). *Knowing what students know: The science and design of educational assessment*. Washington, DC: National Academies Press.
- [42] Bain, k. (2004). *What the best college teachers do*. Cambridge. MA: Harvard University Press.
- [43] Bagnato, SJ, Grom, R, Haynes: *Alternative designs for community-based research: Pittsburgh's Early Childhood Initiative*. *Eval Exchange* 9(3), 6-8, 2003
- [44] Bereiter, C. (in press, 2002) *Education and Mind in the Knowledge Age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.(ISBN: 0-8058-3942-9).
- [45] Schurr S, *Prescriptions for Success in Heterogeneous Classrooms* , Book , 1999, ISBN-10: 1560900970
- [46] *Teacher Education on Robotics – Enhanced Constructivist Pedagogical Methods, 2006-2009*, <http://www.terecop.eu>)
- [47] Papert, S. (1980) *Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- [48] Kafai, Y., Resnick, M. (Eds.) (1996). *Constructionism in action*. Mahwah, NJ: Erlbaum
- [49] Shunk DH. 2000. *Learning theories: An educational perspective*(3rd ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- [50] Doise, Willem and Mugny, Gabriel, *Social Development of the Intellect* (International Series in Experimental Psychology, Pergamon Press, 1984, ISBN 10: 0080302092
- [51] https://simple.wikipedia.org/wiki/Social_cognitive_theory
- [52] Lave, J., & Wenger, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- [53] Hutchins, Edwin (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

- [54] Sabelli, N. (2008). Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. DRL Division of Research on Learning in Formal and Informal Settings, 193-206. Retrieved from <http://nsf.gov/awardsearch/showAward.do?AwardNumber=8751190>
- [55] https://en.wikipedia.org/wiki/David_A._Kolb
- [56] https://en.wikipedia.org/wiki/Seymour_Papert
- [57] Blanchard, Olivier, Giovanni Dell’Ariccia, and Paolo Mauro (2010), “Rethinking Macroeconomic Policy”, *Journal of Money, Credit, and Banking* 42 (supplement), 199-215.
- [58] Gura, M. & King, K. P. (Eds).(2007). Classroom Robotics. Case stories of 21st Century Instruction for Millennial students. Charlotte, NC: Information Age
- [59] Torp, L.,& Sage, S. (2002). Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education. 2nd Ed. Alexandria VS: ASCD.
- [60] Druin, A., & Hendler, J. (2000). Robots for kids: Exploring new technologies for learning. San Diego, CA: Academic Press.
- [61] Tappert,C.C., (2002). Students Develop Real-World Web and Pervasive Computing Systems. Proc. E-Learn 2002 World Conf. on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Ed., Montreal, Canada.
- [62] Dagdilelis, V., Sartatzemi, M.,& Kagani, K. (2005). Teaching (with) Robots in Secondary Schools: some new and not-so-new Pedagogical problems. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT’05),pp. 757-761
- [63] Matarić, M. (2004). Robotics Education for All Ages. Proceedings of AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education, Palo Alto, CA, 22-24
- [64] <http://www.arduino.cc/>
- [65] <http://www.vexrobotics.com/>
- [66] <http://www.fischertechnik.de/>
- [67] <http://www.lego.com/en-us/mindstorms>
- [68] Atmatzidou,S.,& Demetriadis, S. (2012). Evaluating the role of collaboration scripts as group guiding tools in activities of educational robotics, IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2012), Rome, Italy.
- [69] <https://www.arduino.cc/en/main/software>
- [70] Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58 (3), 978-988.
- [71] Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO Training on pupils’ school performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data *Educational Technology & Society*, 9 (3), 182-194.
- [72] Pedersen, J. (1998). Informationstekniken i skolan. En forskningsöversikt.

- [73] Beisser, S. R. (2006). An examination of gender differences in elementary constructionist classrooms using Lego/Logo instruction. *Computers in the Schools*, 22 (3-4), 7-19.
- [74] Martinez, J. A. D. (2000). Social trends of the information and communication technologies in Spain. *Futures*, 32 (7), 669-678.
- [75] Kim, H., Choi, H., Han, J., & So, H. J. (2012). Enhancing teachers' ICT capacity for the 21st century learning environment: Three cases of teacher education in Korea. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28 (6), 965-982.
- [76] Cavas, B. (2011). The use of information and communication technologies in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 10 (2), 72-72.
- [77] Arlegui, J., & Pina, A. (2009). Teacher training in the scientific field through robotic activities. Paper presented at the Lessons Learnt from the TERECOP Project and New Pathways into Educational Robotics across Europe Athens.
- [78] Giannakopoulos, N. (2009). Experiences from WRO 2009 competition and verifications about the robotics incorporation in the school Paper presented at the Lessons Learnt from the TERECOP Project and New Pathways into Educational Robotics across Europe Athens.
- [79] FIRST LEGO League (2013). Retrieved from <http://www.firstlegoleague.org>
- [80] Sartatzemi, M., Dagdilelis, V., & Kagani, K. (2005). Teaching programming with robots: A case study on Greek secondary education. *Advances in Informatics, Proceedings*, 3746, 502-512.
- [81] Krikmann, O., Susi, J., & Voolaid, H. (2004). Dependence on usage of physics misconceptions by year of study among Estonian students. Paper presented at the Annual Symposium of the Finnish Mathematics and Science Education Research Association, Helsinki.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
#define S0 4
```

```
#define S1 5
```

```
#define S2 6
```

```
#define S3 7
```

```
#define sensorOut 8
```

```

int frequency1 = 0;
int frequency2 = 0;
int frequency3 = 0;
int r=0;
int g=0;
int b=0;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE); // Set the LCD I2C address

void setup() {
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(sensorOut, INPUT);

  // Setting frequency-scaling to 20%
  digitalWrite(S0,HIGH);
  digitalWrite(S1,LOW);

  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.backlight();
  lcd.print("color game  ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("by J.Christakis");
  delay(3000);
}

void loop() {
  // Setting red filtered photodiodes to be read
  digitalWrite(S2,LOW);

```

```

digitalWrite(S3,LOW);
frequency1 = pulseIn(sensorOut, LOW);
Serial.print("R= "); //printing name
Serial.print(frequency1); //printing RED color frequency
Serial.print(" ");
r=frequency1;
delay(100);
// Setting Green filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,HIGH);
digitalWrite(S3,HIGH);
frequency2 = pulseIn(sensorOut, LOW);
Serial.print("G= "); //printing name
Serial.print(frequency2); //printing RED color frequency
Serial.print(" ");
g=frequency2;
delay(100);
// Setting Blue filtered photodiodes to be read
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);
frequency3 = pulseIn(sensorOut, LOW);
Serial.print("B= "); //printing name
Serial.print(frequency3); //printing RED color frequency
Serial.println(" ");
b=frequency3;
delay(100);
{
if (((r>20)&&(r<35))&&((g>20)&&(g<35))&&((b>16)&&(b<30))){
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("white "); }
if (((r>220)&&(r<260))&&((g>235)&&(g<260))&&((b>155)&&(b<180))){

```

```
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print("black    "); }  
  
if (((r>70)&&(r<90))&&((g>50)&&(g<62))&&((b>65)&&(b<82)))  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("green    "); }  
  
if (((r>17)&&(r<28))&&((g>23)&&(g<35))&&((b>35)&&(b<48)))  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("yellow    "); }  
  
if (((r>20)&&(r<45))&&((g>115)&&(g<128))&&((b>73)&&(b<85)))  
    lcd.setCursor(0, 1);  
    lcd.print("red        "); }  
}  
}
```