



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»**

**Κατεύθυνση: Ηλεκτρονική Μάθηση**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Τεχνολογικά Υποστηριζόμενη Τεχνική Εκπαίδευση με τη  
μέθοδο Project.**

**Χρήση των Lego Mindstorms στη διδασκαλία του  
προγραμματισμού.**

**ΜΠΑΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ: ΜΕ 08021**

**Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Γ. Σάμψων, Αναπληρωτής Καθηγητής.**

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην Κατεύθυνση Ηλεκτρονική Μάθηση του Τμήματος Διδακτική της Τεχνολογίας και Ψηφιακά Συστήματα του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου πρόσφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. **Δ. Σάμψων**, που ήταν ο επιβλέπων μου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την πολύτιμη ηθική και γνωστική υποστήριξη που είχα από αυτόν αλλά και την καθοδήγηση που μου έδωσε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μου. Ευχαριστώ τον Καθηγητή κ. **Ν. Μ. Σγούρο**, τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. **Σ. Ρετάλη**, την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. **Φ. Παρασκευά**, την Επίκουρη Καθηγήτρια κ. **Φ. Μαλαματένιου**, τον Επίκουρο Καθηγητή κ. **Μ. Θεμιστοκλέους** και την Επίκουρη Καθηγήτρια **Α. Πρέντζα**, για την συνεισφορά τους στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που με βοήθησαν να φέρω εις πέρας την εργασία αυτή.

Φυσικά δεν πρέπει να παραλείψω να ευχαριστήσω και ένα πλήθος συναδέλφων εκπαιδευτικών που ο καθένας με τον τρόπο του συνέβαλε στην πραγματοποίηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης που σχεδίασα και υλοποίησα, αλλά και γενικότερα στην ολοκλήρωση της ερευνητικής διαδικασίας που ακολούθησα. Ολόψυχα ευχαριστώ τους Διευθυντές του 1<sup>ου</sup> ΕΠΑΛ και ΣΕΚ Αγ. Δημητρίου, κ. Ι. Κανελάκη και κ. Η. Κυροδήμο, για την υποστήριξή τους καθώς και τον συνάδελφο της Πληροφορικής κ. Θ. Παπαζαχαρόπουλο που παραχώρησε ώρες από το μάθημά του για την διεξαγωγή του Project Ρομποτικής. Επίσης τους καθηγητές Πληροφορικής στο 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ, 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> ΓΕΛ Αγ. Δημητρίου για την ανιδιοτελή βοήθειά τους.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τη σύντροφό μου για την υπομονή και την ψυχολογική υποστήριξη που μου παρείχαν όλο αυτό το διάστημα μέχρι την πραγμάτωση της εργασίας αυτής.

## Περιεχόμενα

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	6
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
<b>1. Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ .....</b>	<b>13</b>
1.1. Η ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....	13
1.2. Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΩΣ ΓΝΩΣΤΙΚΟ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ.....	13
1.2.1. Ο δομημένος προγραμματισμός .....	15
1.2.2. Βασικές δομές δομημένου προγραμματισμού .....	16
1.3. Ο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΩΣ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ .....	16
1.4. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΦΟΡΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ .....	19
1.4.1. Το σύστημα αναπαράστασης και επεξεργασίας.....	19
1.4.2. Ιδιαιτερότητες του προγραμματισμού ως αντικείμενου εκπαίδευσης .....	21
1.4.3. Ειδικά θέματα διδακτικής του προγραμματισμού.....	21
1.4.3.1. Η έννοια της μεταβλητής .....	21
1.4.3.2. Οι δομές ελέγχου και η έννοια της επιλογής.....	22
1.4.3.3. Η έννοια της επανάληψης .....	23
1.4.3.4. Η έννοια της αναδρομής.....	26
<b>2. ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ – ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ .....</b>	<b>27</b>
2.1. Ο ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ (CONSTRUCTIVISM).....	27
2.1.1. Η εφαρμογή του γνωστικού κονστρουκτιβισμού στη τάξη.....	29
2.2. Ο ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΣ (CONSTRUCTIONISM) .....	32
2.3. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ (PIAGET) ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΥ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΣΜΟΥ (PAPERT) .....	34
2.4. ΟΜΑΔΟΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ.....	35
2.5. Η ΜΕΘΟΔΟΣ PROJECT (ΣΧΕΔΙΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ).....	39
2.5.1. Ιστορική αναδρομή .....	39
2.5.2. Χαρακτηριστικά της μεθόδου Project.....	40
<b>3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ .....</b>	<b>45</b>
3.1. ΡΟΜΠΟΤ, ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ .....	45
3.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ .....	45
3.3. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ .....	46
3.4. ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΚΙΤ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ .....	48
3.4.1. ΚΗΕΡΕΡΑ II .....	49
3.4.2. ΗΕΜΙΣΣΟΝ .....	50
3.4.3. CIRCULAR GT ROBOT.....	52
3.4.4. ΑΜΙΓΟΒΟΤ .....	53
3.4.5. ΒΟΕΒΟΤ.....	54
3.4.6. ER-6.....	55
3.4.7. E-PUCK.....	56
3.5. ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΙ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΙ.....	59
3.5.1. Μια ταξινόμια των ρομποτικών διαγωνισμών.....	60
3.5.2. Η ψυχαγωγική διάσταση των διαγωνισμών .....	62
3.5.3. Οι διαγωνισμοί στην υπηρεσία της εκπαίδευσης.....	62
3.6. ΤΑ ΡΟΜΠΟΤ ΣΕ ΑΤΥΠΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ .....	63
3.7. ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	65
3.8. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ.....	66

<b>4.</b>	<b>ΕΡΕΥΝΑ.....</b>	<b>71</b>
4.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	71
4.2.	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	72
4.3.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ - LEGO MINDSTORMS .....	75
4.3.1.	<i>Πλεονεκτήματα χρήσης των LEGO Mindstorms στην διδασκαλία του προγραμματισμού</i> .....	77
4.3.2.	<i>Μειονεκτήματα χρήσης των Lego Mindstorms στη διδασκαλία:</i> .....	78
4.4.	ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ LEGO MINDSTORMS ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .....	79
4.4.1.	<i>Η χρήση των Lego στη διδασκαλία του προγραμματισμού.</i> .....	79
4.4.2.	<i>Η χρήση των Lego για την μελέτη γνωστικών στρατηγικών και την αύξηση της σχολικής επίδοσης</i> 86	
4.4.3.	<i>Η χρήση των Lego για την αύξηση της κινητοποίησης και της εμπλοκής</i> .....	94
4.4.4.	<i>Η χρήση των Lego ως εποικοδομητικό εργαλείο μάθησης</i> .....	97
4.5.	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ .....	99
4.5.1.	<i>Εξειδίκευση ερευνητικών ερωτημάτων</i> .....	101
4.5.1.1.	<i>Δομημένος προγραμματισμός – Βασικές προγραμματιστικές δομές</i> .....	101
4.5.1.2.	<i>Εμπλοκή (Engagement)</i> .....	102
4.6.	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ – ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ .....	104
4.6.1.	<i>Ποιοτική έρευνα.</i> .....	104
4.6.2.	<i>Πείραμα Πεδίου (Field experiment)</i> .....	107
4.6.3.	<i>Επιλογή μεθοδολογίας</i> .....	107
4.6.3.1.	<i>1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα</i> .....	108
4.6.3.2.	<i>2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα</i> .....	108
4.7.	ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ.....	109
4.7.1.	<i>Μέτρηση της εμπλοκής</i> .....	109
4.7.2.	<i>Κατασκευή του ερωτηματολογίου</i> .....	112
4.7.3.	<i>Αξιοπιστία και εσωτερική συνέπεια του ερωτηματολογίου.</i> .....	118
4.7.4.	<i>Κατασκευή του τεστ αξιολόγησης</i> .....	121
4.8.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	124
4.9.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....	125
4.9.1.	<i>Διδακτικές δραστηριότητες που συμβαίνουν στην εκπαιδευτική ρομποτική</i> .....	125
4.9.2.	<i>Ενσωμάτωση των διδακτικών δραστηριοτήτων στο μοντέλο PjBL</i> .....	127
4.9.3.	<i>Περιγραφή εκπαιδευτικού σεναρίου</i> .....	129
4.10.	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ.....	145
<b>5.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ .....</b>	<b>148</b>
5.1.	ΤΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΩΝ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΩΝ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ.....	148
5.1.1.	<i>Δημογραφικά στοιχεία</i> .....	148
5.1.2.	<i>Πρότερη ενασχόληση των υποκειμένων με δραστηριότητες Ρομποτικής</i> .....	149
5.2.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 1 <sup>ΟΥ</sup> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ .....	149
5.2.1.	<i>Ποσοστό επιτυχίας των ομάδων</i> .....	149
5.2.2.	<i>Μεθοδολογικά χαρακτηριστικά των ομάδων</i> .....	152
5.3.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 2 <sup>ΟΥ</sup> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ .....	154
5.3.1.	<i>Επιλογή στατιστικού εργαλείου</i> .....	155
5.3.2.	<i>Υποθέσεις και αποτελέσματα του τεστ</i> .....	156
5.4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ 3 <sup>ΟΥ</sup> ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΣ .....	158
5.4.1.	<i>Επιλογή στατιστικού εργαλείου</i> .....	158
5.4.2.	<i>Υποθέσεις και αποτελέσματα των τεστ</i> .....	159
5.5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΩΤΗΣΕΩΝ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ.....	173
<b>6.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>178</b>

6.1.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΩΝ. ....	178
6.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ. ....	185
<b>7.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>188</b>
<b>8.</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	<b>194</b>
A.	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (PRE-TEST) .....	194
B.	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (POST-TEST).....	198
	<i>ΚΛΕΙΔΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ</i> .....	202
Γ.	ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΔΟΜΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.....	203
Δ.	ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	205
Ε.	ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΜΑΔΩΝ.....	207
ΣΤ.	ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	209
Ζ.	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ LEGO MINDSTORMS (ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1-2).....	224
Η.	Η ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ DIALOG PLUS.....	236

## Λίστα Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΙΣΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ. ....	30
ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΠΟ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΤΟ ΚΙΤ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ER-6.....	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Η ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ CORNELL & WELLBORN ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΤΡΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ...	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 4: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ KONG, WONG & LAM.....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΤΑ ΤΡΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΕΝΑ ΑΠΟ ΑΥΤΑ .....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ( ΔΕΙΚΤΗΣ Α ΤΟΥ CRONBACH ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΤΗΣ. ....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 7: ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΟΥΝ ΤΗΝ ΕΡΩΤΗΣΗ ΠΟΥ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΧΑΜΗΛΟ ΔΕΙΚΤΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΣΤΙΚΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ.....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 : ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΣΧΑΡΑΣ ΠΟΥ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΟΥΣ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ, ΤΗΝ ΥΛΗ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΕΙ ΚΑΙ ΤΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΑΡΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ.....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 9: ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΘΕΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 10: ΤΑ ΠΕΝΤΕ ΣΤΑΔΙΑ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΧΕΔΙΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ (PROJECT), Η ΓΕΝΙΚΗ ΣΤΟΧΟΘΕΣΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΣΥΜΒΑΙΝΟΥΝ ΣΕ ΑΥΤΑ. ....	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 11: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΡΕΟΝΤΟΣ ΚΕΙΜΕΝΟΥ .....	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 12: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ DIALOGPLUS.....	144
ΠΙΝΑΚΑΣ 13: ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ ΚΑΙ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ ΩΡΟΛΟΓΙΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ .....	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 14: ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ 19 ΜΑΘΗΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΜΜΕΤΕΙΧΑΝ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ.....	148
ΠΙΝΑΚΑΣ 15: ΠΟΣΟΣΤΟ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ PROJECT ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ.....	150
ΠΙΝΑΚΑΣ 16: ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΡΑΛΛΑΓΩΝ ΤΟΥ ΦΥΛΛΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2 ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ.....	151
ΠΙΝΑΚΑΣ 17: ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΤΟ ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΤΟΥ PROJECT ...	155
ΠΙΝΑΚΑΣ 18: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ.....	156
ΠΙΝΑΚΑΣ 19: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ (ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ, ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ, ΤΥΠΙΚΟ ΛΑΘΟΣ) ΓΙΑ ΤΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	156
ΠΙΝΑΚΑΣ 20: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ T-TEST ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ.....	157
ΠΙΝΑΚΑΣ 21: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΤΡΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΟ ΟΜΑΔΕΣ ΠΡΙΝ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	160
ΠΙΝΑΚΑΣ 22: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ MANN-WHITNEY ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	161
ΠΙΝΑΚΑΣ 23: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΤΡΕΙΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΟ ΟΜΑΔΕΣ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	163

ΠΙΝΑΚΑΣ 24: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ MANN-WHITNEY ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	163
ΠΙΝΑΚΑΣ 25: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ ΓΙΑ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	165
ΠΙΝΑΚΑΣ 26: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ WILCOXON ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	167
ΠΙΝΑΚΑΣ 27: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ WILCOXON ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ .....	169
ΠΙΝΑΚΑΣ 28: ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΙΕΡΑΡΧΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΥΟ ΟΜΑΔΕΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	171
ΠΙΝΑΚΑΣ 29: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ MANN-WHITNEY ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑΣ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	171
ΠΙΝΑΚΑΣ 30: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ WILCOXON ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ .....	172
ΠΙΝΑΚΑΣ 31: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΤΕΣΤ WILCOXON ΓΙΑ ΤΗΝ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ ΤΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	173
ΠΙΝΑΚΑΣ 32: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ 4ΗΣ ΕΡΩΤΗΣΗΣ (ΕΡΩΤΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ) ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ PROJECT ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ .....	176
ΠΙΝΑΚΑΣ 33: ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΤΗΣ 4ΗΣ ΕΡΩΤΗΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΑΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΛΕΙΟΨΗΦΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ .....	177

## Λίστα Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1: BIGTRAK.....	47
ΕΙΚΟΝΑ 2: HERO-1 .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 3: LEGO DACTA 1993, P5.....	47
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΚΗΕΡΕΡΑ II.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 5: HEMISSON.....	50
ΕΙΚΟΝΑ 6: HEMISSON PACKS .....	51
ΕΙΚΟΝΑ 7: ROBOT SIMULATOR WEBOTS.....	51
ΕΙΚΟΝΑ 8: CIRCULAR GT ROBOT.....	52
ΕΙΚΟΝΑ 9: CIRCULAR GT ROBOT SOCCER.....	52
ΕΙΚΟΝΑ 10: AMIGOBOT.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΤΟ ΚΙΤ ΒΟΕΒΟΤ .....	54
ΕΙΚΟΝΑ 12: BOARD OF EDUCATION.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 13: ER-6 .....	55
ΕΙΚΟΝΑ 14: IZILAB SOFTWARE.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 15: E-PUCK.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 16: E-PUCK EXTENSIONS .....	59
ΕΙΚΟΝΑ 17: LEGO MINDSTORMS NXT .....	75
ΕΙΚΟΝΑ 18: LEGO MINDSTORMS PROGRAMMING ENVIRONMENT .....	76
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΒΑΙΝΟΥΝ ΣΕ ΚΑΘΕ ΣΤΑΔΙΟ ΤΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ .....	141
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ 5.1 ΣΕ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΠΛΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ .....	142
ΕΙΚΟΝΑ 21: Α,Β,Γ,Δ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΤΟ PROJECT ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ. Ε,ΣΤ,Ζ: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΤΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΟΜΑΔΩΝ .....	183



## Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται με το κατά πόσο η ενασχόληση των μαθητών με ένα Project ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει στην κατάκτηση μέρους των διδακτικών στόχων του μαθήματος «Στοιχεία Προγραμματισμού σε γραφικό περιβάλλον» της Γ' τάξης ΕΠΑΛ του τομέα της Πληροφορικής (και γενικότερα στα πλαίσια της διδασκαλίας του Προγραμματισμού Υπολογιστών στο Γυμνάσιο, στο ΓΕΛ αλλά και σε άλλες ειδικότητες των ΕΠΑΛ). Επίσης διερευνάται κατά πόσο η δραστηριότητα αυτή μπορεί να συμβάλλει στην αύξηση της μαθητικής εμπλοκής στο μάθημα του Προγραμματισμού που κατά γενική ομολογία θεωρείται δύσκολο από μεγάλη μερίδα καθηγητών και μαθητών.

Για την απάντηση στα παραπάνω ερωτήματα πραγματοποιήθηκε έρευνα με τη μέθοδο του πειράματος πεδίου και αξιολογήθηκαν στοιχεία ποιοτικής αλλά και ποσοτικής έρευνας. Συγκεκριμένα μελετήθηκε το κατά πόσο η ενασχόληση με ένα Project ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει:

- Στην επίτευξη του γενικού σκοπού του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών» που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον,
- Στη μεταφορά γνώσεων προγραμματιστικών δομών σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic,
- Στην ενίσχυση της εμπλοκής των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού.

Το πρώτο μέρος της εργασίας αποτελείται από τα τρία πρώτα κεφάλαια τα οποία είναι θεωρητικά και το καθένα από αυτά εστιάζει σε μία συνιστώσα του αντικειμένου της παρούσας έρευνας:

Από τη μία έχουμε τη διδασκαλία του προγραμματισμού, που αποτελεί και την πηγή του εκπαιδευτικού προβλήματος. Ο προγραμματισμός αποτελεί ένα σημαντικό μέρος της επιστήμης της Πληροφορικής (άρα αποτελεί και γνωστικό αντικείμενο της) αλλά ταυτόχρονα είναι και μια ικανότητα που επεκτείνεται και πέρα από τα όρια της Πληροφορικής και αναφέρεται στην γνωστική ικανότητα της αλγοριθμικής σκέψης. Από

έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει ότι η εκμάθηση του προγραμματισμού αποτελεί μια δύσκολη και επίπονη διαδικασία ενώ έχουν εντοπιστεί και τα προβλήματα που παρουσιάζονται κατά την εκμάθησή του.

Από την άλλη η εκπαιδευτική ρομποτική παρουσιάζεται ως μια εναλλακτική πρόταση η οποία μπορεί να συνεισφέρει στην αντιμετώπιση μέρους των προβλημάτων που σχετίζονται με τη διδασκαλία του προγραμματισμού και γενικότερα ως μέσο για την ανάπτυξη της δεξιότητας της επίλυσης προβλημάτων. Επισκόπηση της βιβλιογραφίας έδειξε ότι ρομποτική έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την διδασκαλία πολλών μαθημάτων, όπως πχ των μαθηματικών, της φυσικής, της τεχνολογίας, του προγραμματισμού κ.α. , άλλες φορές για την ανάπτυξη γνωστικών και συνεργατικών δεξιοτήτων, καθώς επίσης και για την αύξηση της κινητοποίησης και της εμπλοκής των μαθητών στην σχολική ζωή. Αυτή τη στιγμή κυκλοφορούν στο εμπόριο πλήθος ρομποτικών κιτ τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε για ψυχαγωγικούς σκοπούς, είτε αποκλειστικά ως εκπαιδευτικά εργαλεία, ενώ μπορεί να συνδυάζονται και τα δυο.

Τέλος γίνεται αναφορά στις θεωρίες μάθησης αλλά και τις στρατηγικές διδασκαλίας που στηρίζουν και αξιοποιούν τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Τέτοιες θεωρίες είναι ο εποικοδομητισμός με κύριους εμπνευστές του τον Piaget και τον Vygotsky και ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός του καθηγητή του MIT S. Papert. Οι αρχές της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας επίσης συνεισφέρουν στην επιλογή και εφαρμογή κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών μια από τις οποίες είναι και η μέθοδος Σχεδίων Εργασιών ή περισσότερο γνωστή ως μέθοδος Project.

Το δεύτερο μέρος της εργασίας, που αποτελείται από τα κεφάλαια τέσσερα έως έξι, αναφέρεται στο ερευνητικό κομμάτι της εργασίας:

Στο τέταρτο κεφάλαιο διατυπώνονται το εκπαιδευτικό πρόβλημα στο οποίο καλείται να συνεισφέρει η παρούσα εργασία, τα ερευνητικά ερωτήματα που προκύπτουν από την βιβλιογραφική επισκόπηση και οι ερευνητικές υποθέσεις για τις οποίες θα βγάλουμε συμπεράσματα μετά την έρευνα. Επίσης γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών και τεκμηριώνεται η επιλογή της ερευνητικής μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε και η κατασκευή των ερευνητικών εργαλείων που

χρησιμοποιήθηκαν, όπως τα ερωτηματολόγια και το τεστ αξιολόγησης. Στο ίδιο κεφάλαιο αναπτύσσεται και αναλύεται το εκπαιδευτικό σενάριο που σχεδιάστηκε ως πρότυπη εκπαιδευτική παρέμβαση για τις ανάγκες της έρευνας ενώ γίνεται αναφορά και στην πραγματοποίηση του Project ρομποτικής σε σχολείο της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα αποτελέσματα της έρευνας από τα οποία βγαίνει το συμπέρασμα ότι :

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα επιβεβαιώνεται δηλ. το project ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει στην κατάκτηση του γενικού σκοπού του μαθήματος που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον.

Το δεύτερο και τρίτο ερευνητικό ερώτημα δεν επιβεβαιώνονται, δηλ η ενασχόληση με το project δεν βοήθησε τους μαθητές να μεταφέρουν γνώσεις προγραμματιστικών δομών από το περιβάλλον προγραμματισμού NXT-G στο περιβάλλον της Visual Basic ενώ δεν παρατηρήθηκε αύξηση στην εμπλοκή των μαθητών όσον αφορά την προγραμματιστική διαδικασία.

Βέβαια οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, απαντώντας σε ερωτήσεις ανοικτού τύπου, φαίνεται ότι ευχαριστήθηκαν σε μεγάλο βαθμό την δραστηριότητα με τα ρομπότ και τη θεώρησαν χρήσιμη για την συνειδητοποίηση των πρακτικών εφαρμογών του προγραμματισμού αλλά και την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η επίλυση προβλημάτων, η συνεργατικότητα, η δημιουργικότητα και η διορατικότητα. Επίσης ανέφεραν ότι τα ρομπότ συνέβαλαν στην αύξηση του κίνητρου για μάθηση.

Στο έκτο κεφάλαιο, τέλος, διατυπώνονται κάποια γενικότερα συμπεράσματα για τα αποτελέσματα της έρευνας, γίνεται μια προσπάθεια να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα και να βρεθούν οι παράμετροι που τα επηρέασαν.

## Εισαγωγή

Ο προγραμματισμός Η/Υ αποτελεί αδιαμφισβήτητα μια γνωστική λειτουργία που συμβάλλει στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Η διδασκαλία του όμως παρουσιάζει πάρα πολλά προβλήματα αφού έχει αποδειχθεί ότι η πλειονότητα των εκπαιδευτικών και μαθητών θεωρούν τον προγραμματισμό μια επίπονη και δύσκολη διαδικασία. Πέρα από τις εγγενείς δυσκολίες της προγραμματιστικής δραστηριότητας, η μεθοδολογική προσέγγιση της διδασκαλίας του προγραμματισμού προσθέτει επιπλέον προβλήματα αφού τα επαγγελματικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται (πχ Pascal, Visual Basic) δεν δημιουργούν τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την εισαγωγή αρχαρίων στον Προγραμματισμό. Τα τελευταία χρόνια η εκμάθηση του προγραμματισμού δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στην μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων και στην εκμάθηση των βασικών δομών προγραμματισμού και λιγότερο στην εκμάθηση μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού.

Η χρήση της ρομποτικής ως εργαλείο εκμάθησης του προγραμματισμού ξεκίνησε ως μια εναλλακτική προσέγγιση που προσπάθησε να λύσει κάποια από τα προβλήματα της παραδοσιακής διδακτικής του προγραμματισμού. Η παιγνιώδης διάσταση αλλά και οι δυνατότητες που παρουσιάζουν τα σύγχρονα κιτ ρομποτικής τα κατέδειξαν ως ένα σημαντικό βοήθημα για την αύξηση της εμπλοκής των μαθητών και την καλλιέργεια σημαντικών δεξιοτήτων, με κυριότερη την δεξιότητα επίλυσης αυθεντικών προβλημάτων.

Σκοπός της έρευνας είναι να ανακαλύψει κατά πόσο η χρήση της ρομποτικής μπορεί να συμβάλλει θετικά στην ανάπτυξη προγραμματιστικών ικανοτήτων και στην αύξηση της μαθητικής εμπλοκής στο μάθημα του προγραμματισμού στα σχολεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

## 1. Η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

### 1.1. Η Πληροφορική στην εκπαίδευση

Στην Ελληνική εκπαίδευση η Πληροφορική ξεκίνησε ως ενότητα μαθημάτων ειδίκευσης στα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια το 1985 και στη συνέχεια επεκτάθηκε ως γνωστικό αντικείμενο καταρχήν στο Γυμνάσιο (1992) και στο ενιαίο λύκειο (1997). Μετά την κατάργηση των τεχνικών και επαγγελματικών λυκείων και τη μετατροπή τους σε ΤΕΕ η Πληροφορική αποτέλεσε κατεύθυνση σπουδών σε 2 κύκλους. Με την ίδια φιλοσοφία αλλά με σαφώς περιορισμένες διδακτικές ώρες μεταφέρθηκε η διδασκαλία της Πληροφορικής και στα ΕΠΑΛ.

Όπως ορίζει το θεσμικό πλαίσιο λειτουργίας των ΕΠΑΛ οι απόφοιτοι του τομέα Πληροφορικής θα πρέπει να αποκτήσουν αφενός επαρκή θεωρητική κατάρτιση ώστε να είναι ικανοί να προσαρμόζονται και να ανταποκρίνονται με επιτυχία στα κάθε φορά νέα δεδομένα που δημιουργούνται στον επαγγελματικό τους χώρο και αφετέρου πρακτικές γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες που θα τους επιτρέπουν να ενταχθούν άμεσα στην αγορά εργασίας.

### 1.2. Ο προγραμματισμός ως γνωστικό αντικείμενο

Μια από τις βασικές έννοιες του προγραμματισμού είναι η έννοια του αλγόριθμου. Σύμφωνα με τους Goldschlager και Lister (1996) η έννοια του αλγόριθμου είναι θεμελιώδης στην Πληροφορική και αποτελεί ενοποιό έννοια για όλες τις δραστηριότητες που αντιμετωπίζουν οι επιστήμονες των υπολογιστών. Η διαδικασία ανάπτυξης αλγορίθμων, που χαρακτηρίζεται με τον όρο αλγοριθμική σκέψη, αποτελεί θεμελιώδη ανθρώπινη δεξιότητα υψηλού επιπέδου, η οικοδόμηση της οποίας είναι ζητούμενο στα σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα (Arsac, 1987).

Γενικά με τον όρο αλγόριθμος εννοούμε μια πεπερασμένη σειρά βημάτων η ενεργειών που απαιτούνται για την επίλυση ενός δεδομένου προβλήματος. Συνεπώς ένας αλγόριθμος περιγράφει την μέθοδο με την οποία μπορεί να διεκπεραιωθεί ένα έργο. Ειδικά στον προγραμματισμό, με τον όρο αλγόριθμος αναφερόμαστε σε ένα διατεταγμένο και πεπερασμένο σύνολο από καλώς ορισμένα βήματα για την διενέργεια μιας διεργασίας, στο τέλος της οποίας – και δεδομένης μιας αρχικής κατάστασης – θα προκύψει μια αντίστοιχη τελική κατάσταση σε πεπερασμένο χρόνο.

Ο ρόλος του αλγόριθμου είναι θεμελιώδης για δυο τουλάχιστον λόγους: Αφενός χωρίς αλγόριθμο δεν μπορεί να υπάρξει πρόγραμμα και συνεπώς δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί μια εργασία μέσω υπολογιστή. Αφετέρου, οι αλγόριθμοι είναι ανεξάρτητοι από την γλώσσα προγραμματισμού στην οποία διατυπώνονται, όσο και από τον υπολογιστή ο οποίος τους εκτελεί (Goldschlager και Lister, 1996).

Η διδακτική προσέγγιση της έννοιας του αλγορίθμου συμπεριλαμβάνει απαραίτητα την ανάλυση μιας εργασίας σε στοιχειώδεις εργασίες, την αναγνώριση των επαναλαμβανομένων εργασιών, την εκτίμηση της διάρκειας μιας εργασίας και την επαλήθευση του εάν η διαδοχή των στοιχειωδών πράξεων οδηγεί στο αναμενόμενο αποτέλεσμα (Satzgemi, 2000). Η προσέγγιση αυτή σχετίζεται άμεσα τόσο με τον προγραμματιστή που γράφει ένα πρόγραμμα όσο και γενικότερα με τον τρόπο συλλογισμού κάθε ορθολογικού όντος.

Μια άλλη βασική έννοια στον προγραμματισμό είναι η έννοια του προγράμματος. Το πρόγραμμα, που γράφεται σε μια γλώσσα προγραμματισμού, αποτελείται από μια σειρά εντολών, κατάλληλων για την εκτέλεση ορισμένων λειτουργιών, οι οποίες χρησιμοποιούνται προκειμένου να εξαχθούν κάποια αποτελέσματα, ώστε να αυτοματοποιηθεί μια λειτουργία. Τα προγράμματα γράφονται σε γλώσσες προγραμματισμού, όπως η PASCAL, C++, Visual Basic κλπ και χρησιμοποιούνται για την επίλυση διαφόρων προβλημάτων. Μπορούν επίσης να εκφραστούν σε μια τυπική μορφή ιδεατής γλώσσας, που ονομάζεται ψευδογλώσσα.

Όλα τα προγράμματα βασίζονται σε έναν ή περισσότερους αλγόριθμους. Στο πλαίσιο αυτό, οι αλγόριθμοι αποτελούνται από ακολουθίες εντολών που περιγράφουν βήμα προς βήμα μια διαδικασία που τερματίζει την εκτέλεση της μετά από την ολοκλήρωση πεπερασμένου αριθμού βημάτων και αφορούν την επίλυση ενός συγκεκριμένου

προβλήματος ( Αβούρης κ.α. , 2002). Με άλλα λόγια η προγραμματιστική επίλυση ενός προβλήματος συνίσταται στην εύρεση ενός ή περισσοτέρων αλγορίθμων, βάσει των οποίων θα συνταχθεί το τελικό πρόγραμμα σε μια γλώσσα προγραμματισμού. Συνήθως ένας αλγόριθμος διατυπώνεται αρχικά σε μορφή ανεξάρτητη (πχ σε φυσική γλώσσα) από τη σύνταξη μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού.

### **1.2.1. Ο δομημένος προγραμματισμός**

Ο δομημένος προγραμματισμός (Dijkstra, 1976) αποτελεί βασική έννοια στο πλαίσιο της διδασκαλίας του προγραμματισμού, κυρίως όσον αφορά το διαδικαστικό (procedural) προγραμματιστικό παράδειγμα. Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που προσπάθησε να μελετήσει η προσέγγιση του δομημένου προγραμματισμού ήταν η συγγραφή προγραμμάτων που δεν περιέχουν την εντολή GOTO , η οποία οδηγεί σε διακλαδώσεις του προγράμματος που είναι δύσκολο να ελεγχθούν στην συνέχεια. Αυτό οδηγεί σε αναπόφευκτα σφάλματα και προκαλεί μεγάλες δυσκολίες στην συντήρηση των προγραμμάτων. Από την αντίστοιχη έρευνα προέκυψε ότι εντολές τέτοιου τύπου μπορούν να αποφευχθούν με την χρήση κατάλληλων βρόχων ( Dahi, Dijkstra, Hoare, 1972 – Μανωλόπουλος & Ζάχαρης, 2002 ).

Στόχος του δομημένου προγραμματισμού είναι να αλλάξει τη διαδικασία του προγραμματισμού από μια επίπονη λειτουργία δοκιμής και λάθους σε μια ποιοτική και ελεγχόμενη λειτουργία. Προϋποθέτει τη δομημένη σχεδίαση και τον έλεγχο ενός δομημένου προγράμματος το οποίο αποτελείται από ανεξάρτητα μέρη (άλλα μικρότερα προγράμματα που αποκαλούνται διαδικασίες ή ρουτίνες) με βάση ένα προκαθορισμένο σχέδιο. Η κύρια ιδέα είναι η χρησιμοποίηση βασικών δομών για τη δημιουργία πολύπλοκων προγραμμάτων και η αποφυγή αλμάτων μέσα στον κώδικα. Η κατανόηση ενός δομημένου προγράμματος είναι πιο εύκολη από την κατανόηση προγραμμάτων που είναι γραμμένα με διαφορετικό τρόπο.

### 1.2.2. Βασικές δομές δομημένου προγραμματισμού

Για να πετύχει τους στόχους του ο δομημένος προγραμματισμός χρησιμοποιεί λογικές δομές προγραμματισμού σε τρεις βασικούς τύπους, οι οποίοι είναι επαρκείς για την κατασκευή οποιουδήποτε αλγόριθμου:

- Την ακολουθία ή διαδοχή (sequence).
- Την επιλογή (selection) ή έλεγχο ή απόφαση (decision).
- Την επανάληψη (iteration) ή επαναληπτική διαδικασία ή βρόχο (loop).

Η **ακολουθία** είναι η πιο απλή από τις τρεις βασικές δομές προγραμματισμού. Οι εντολές που βρίσκονται σε ακολουθία εκτελούνται κατά την σειρά που είναι γραμμένες και δεν υπάρχει εντολή που να τροποποιεί την σειρά αυτή. Οι εντολές εκτελούνται μια-μια και κάθε εντολή εκτελείται ακριβώς μια φορά.

Με τη **δομή επιλογής** παρέχεται η δυνατότητα εκτέλεσης μιας ή περισσότερων εντολών ανάλογα με το αποτέλεσμα ελέγχου μιας δυαδικής συνθήκης. Στη δομή επιλογής εξετάζεται ένα ερώτημα και ανάλογα με την απάντηση το πρόγραμμα εκτελεί μια από τις δύο δυνατές επιλογές και στη συνέχεια προχωράει στην επόμενη εντολή.

Υπάρχουν 4 είδη δομής επιλογής:

- Απλή επιλογή
- Διπλή επιλογή
- Σύνθετη επιλογή
- Πολλαπλή επιλογή

Η **δομή επανάληψης** είναι μια τυπική σύνθετη εντολή η οποία επιτρέπει την εκτέλεση μιας ή περισσότερων εντολών με βάση κάποια συνθήκη. Οι εντολές επαναλαμβάνονται εφόσον αληθεύει η συνθήκη.

### 1.3. Ο προγραμματισμός ως γνωστική ικανότητα



Ο προγραμματισμός συνιστά μια ιδιαίτερη δραστηριότητα, που δεν προϋπήρχε της Πληροφορικής και δεν μπορεί να παρομοιαστεί με καμία άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα. Κάτω από αυτό το πρίσμα ενδιαφέρει τους παιδαγωγούς και τους ψυχολόγους.

Οι παιδαγωγοί βρίσκουν στον προγραμματισμό ένα αδιαμφισβήτητο εκπαιδευτικό ενδιαφέρον, το οποίο συνίσταται κυρίως στην ανάλυση ενός προβλήματος ή μιας κατάστασης που προηγείται της συγγραφής ενός προγράμματος και συνακόλουθα ενός τρόπου διδασκαλίας της λογικής σκέψης και της αλγοριθμικής επίλυσης προβλημάτων, εφαρμοσμένης σε οικείες περιστάσεις.

Στο πλαίσιο μιας εποικοδομητικής προσέγγισης της διδασκαλίας και της μάθησης του προγραμματισμού, το κύριο ζητούμενο στην τάξη της πληροφορικής δεν είναι απλώς να διδαχθούν η σύνταξη και οι εντολές μιας γλώσσας προγραμματισμού. Αντίθετα το ζητούμενο είναι η βοήθεια που πρέπει να δοθεί στους μαθητές ώστε να οικοδομήσουν τα απαραίτητα νοητικά πλαίσια για να εξασκήσουν προγραμματιστικές δραστηριότητες (Pair, 1988). Κάτω από το πρίσμα αυτό, η διδακτέα ύλη ( με τη μορφή εντολών και συντακτικών αρχών μιας γλώσσας προγραμματισμού) δεν μπορεί να συνιστά το μοναδικό σημείο εκκίνησης, αλλά πολύ σημαντικό ρόλο επίσης παίζουν τα νοητικά μοντέλα και οι αναπαραστάσεις που διαθέτει ο μαθητής, τα οποία πρέπει να γνωρίζει ο εκπαιδευτικός ώστε να τα χρησιμοποιεί ως σημείο εκκίνησης για τη διδασκαλία του.

Στην περίπτωση αυτή κύριο μέλημα της διδασκαλίας συνιστά η εξέλιξη αυτών των νοητικών μοντέλων ώστε να πλησιάσουν όσο γίνεται αυτά των ειδικών. Η αναπαράσταση που έχει ο μαθητής για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα που ασκεί πρέπει να έρθει σε αντιπαράθεση με εμπειρίες που πιθανόν να την επιβεβαιώσουν, να την εμπλουτίσουν ή – όπως γίνεται συνήθως - να την θέσουν σε αμφισβήτηση. Έτσι η μάθηση είναι μια συνεχής διεργασία εννοιολογικών αλλαγών. Συνεπώς ο εκπαιδευτικός πρέπει να προτείνει δραστηριότητες οι οποίες θα ευνοούν τις διαδικασίες ανάπτυξης γνωστικών συγκρούσεων και εννοιολογικών αλλαγών.

Οι ψυχολόγοι θεωρούν ότι το ζεύγος ανάλυση – προγραμματισμός συνιστά μια νοητική δραστηριότητα η οποία αποτελεί αντικείμενο μελέτης όπως κάθε άλλη ανθρώπινη δραστηριότητα. Η δραστηριότητα αυτή ανήκει σε μια πιο εκτεταμένη κατηγορία έργων την οποία ονομάζουν επίλυση προβλήματος (Problem solving)(Kahney, 1993).

Μέσα στο ρεπερτόριο των ανθρώπινων ικανοτήτων, μια από τις πιο χαρακτηριστικές είναι αυτή που επιτρέπει στο άτομο να επεξεργάζεται καταστάσεις και προβλήματα.

Μια κατάσταση προβλήματος μπορεί να χαρακτηριστεί από 3 στοιχεία:

- Την κατάσταση εκκίνησής του, δηλ την αρχική κατάσταση
- Μια κατάσταση – σκοπό , δηλ την κατάσταση στην οποία οφείλουμε να φτάσουμε και
- Τις επιτρεπτές πράξεις που παρέχουν την δυνατότητα να τροποποιούμε την κατάσταση με τρόπο ώστε να συνδέσουμε την αρχική κατάσταση με την κατάσταση – σκοπό.

Στον προγραμματισμό, με την ευρεία έννοια, οι δραστηριότητες αυτές αφορούν την οικοδόμηση μεθόδων και τεχνικών, την ανακάλυψη ή τη βελτιστοποίηση αλγορίθμων, τη σύνταξη οδηγιών χρήσης και συμβουλών κλπ. Στο επίκεντρο αυτής της δραστηριότητας τοποθετείται το ερώτημα της μετάβασης από μια διαδικασιακή γνώση (αυτό που κάνουμε) σε μια δηλωτική γνώση (διατύπωση των ιδιοτήτων αυτού που κάνουμε).

Πολλές έρευνες (Soloway & Spohrer, 1989 – Hoc et all, 1991) μελέτησαν τη δραστηριότητα του προγραμματισμού ως διαδικασία επίλυσης προβλήματος εστιάζοντας στις ακόλουθες πτυχές:

- Νοητικές δραστηριότητες ως διαδικασίες μέσω των οποίων ο προγραμματιστής συλλαμβάνει προγράμματα, οργανώνει το σχεδιασμό και τις στρατηγικές και αναπτύσσει αλγόριθμους
- Δραστηριότητες συγγραφής εντολών
- Ανάλυση και κατανόηση προγραμμάτων γραμμένων από το ίδιο άτομο ή από άλλα άτομα και στρατηγικές αναζήτησης λαθών
- Μάθηση γλωσσών προγραμματισμού
- Σύγκριση στρατηγικών ανάμεσα σε αρχάριους και προχωρημένους προγραμματιστές
- Δυσκολίες, λανθασμένες παραστάσεις και σφάλματα που εμφανίζονται κατά την προγραμματιστική δραστηριότητα
- Σχέση μαθηματικών και προγραμματισμού

Στα πλαίσια των παραπάνω αναφορών, **βασικός στόχος της διδασκαλίας του προγραμματισμού πρέπει να είναι η μεταφορά δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων**, δηλ η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους για την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων που δεν έχουν διδαχθεί πιο πριν (Τζιμόγιαννης, 2003).

Οι δεξιότητες αυτές περιλαμβάνουν:

- Κατανόηση και αναπαράσταση της αρχικής κατάστασης του προβλήματος συμπεριλαμβανομένου και του προσδιορισμού των ειδών της πληροφορίας που απαιτείται για την λύση του.
- Συλλογή και οργάνωση της κατάλληλης και ουσιώδους πληροφορίας
- Κατασκευή και διαχείριση ενός σχεδίου δράσης ή μιας στρατηγικής και αναζήτηση ευρετικών τεχνικών
- Χρήση διάφορων εργαλείων επίλυσης προβλήματος
- Διαχωρισμός ενός σύνθετου προβλήματος σε απλούστερα προβλήματα, η λύση των οποίων είναι ενδεχομένως γνωστή
- Συλλογισμός, έλεγχος υποθέσεων και λήψη απόφασης

## **1.4. Προβλήματα που αφορούν την εκμάθηση του προγραμματισμού**

### **1.4.1. Το σύστημα αναπαράστασης και επεξεργασίας**

Η μάθηση του προγραμματισμού μπορεί να οδηγήσει στην εγκαθίδρυση νέων τρόπων αντίληψης, μοντελοποίησης και επεξεργασίας προβλημάτων και για το λόγο αυτό συνιστά ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον πεδίο στο πρόγραμμα σπουδών που δεν προσεγγίζεται από κανένα άλλο γνωστικό αντικείμενο στο χώρο της Β΄θμιας εκπαίδευσης. Έρευνες αναφέρουν ότι κατά τα πρώτα στάδια της μάθησης του προγραμματισμού οι μαθητές συμπεριφέρονται χρησιμοποιώντας γνωστικές διεργασίες που τους είναι ήδη οικείες. Ωστόσο, απέναντι στα γεγονότα και την πραγματικότητα, οι

νοητικές δομές εξ' ανάγκης τροποποιούνται. Η προσαρμογή αυτή οδηγεί τον μαθητή να οικοδομήσει σταδιακά νέες δομές αναπαραστάσεων, δηλ να προχωρήσει στην εννοιολογική αλλαγή.

Παρατηρώντας αρχάριους προγραμματιστές βλέπουμε ότι δεν ικανοποιούν δυο θεμελιώδεις απαιτήσεις του προγραμματισμού: την αναγκαιότητα της αναπαράστασης της δομής του προγράμματος και την αναγκαιότητα της σύλληψης μιας διαδικασίας συμβατής με τη λειτουργία της μηχανής. Οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται μόνο όταν ο προγραμματιστής οικοδομήσει αυτό που οι ψυχολόγοι ονομάζουν ένα «Σύστημα Αναπαράστασης και Επεξεργασίας»(Green, Hoc, Samurçay & Gilmore, 1990). Ο J.M.Hoc μελετώντας τη μάθηση του προγραμματισμού εισάγει τη διάκριση ανάμεσα στις αναπαραστάσεις και τις επεξεργασίες.

Με τον όρο αναπαράσταση εννοούμε μια δηλωτική γνώση και με τον όρο επεξεργασία εννοούμε μια διαδικαστική γνώση. Η δηλωτική γνώση αφορά το περιεχόμενο και συνίσταται από τα γεγονότα και τους ορισμούς που γνωρίζουμε ή τις επεξηγήσεις που δίνουμε( το τι). Η διαδικαστική γνώση χαρακτηρίζει τις νοητικές ή πραξιακές τεχνικές που ξέρουμε να εφαρμόζουμε( το πως).

Ένα Σύστημα Αναπαράστασης και Επεξεργασίας (ΣΑΕ) είναι ένα νοητικό μοντέλο το οποίο οικοδομείται από το υποκείμενο όταν αυτό ασκεί μια δραστηριότητα που απαρτίζεται από ένα σύνολο έργων. Συνεπώς ένα ΣΑΕ είναι το προϊόν της εσωτερίκευσης ενός χώρου έργων το οποίο συνδέει τις αναπαραστάσεις και τις επεξεργασίες που σχετίζονται με τα αντικείμενα τις ιδιότητες και με τις πράξεις του χώρου.

Ο αρχάριος προγραμματιστής , μην έχοντας ακόμα εγκαθιδρύσει ένα ΣΑΕ του πληροφορικού μέσου, χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο άλλα ΣΑΕ που ήδη διαθέτει. Συνεπώς θέτει σε λειτουργία στρατηγικές επίλυσης με τη μέθοδο της αναλογίας δηλ οικοδομεί την πληροφορική διαδικασία σύμφωνα με τις αρχές μιας διαδικασίας που έχει αναπτυχθεί μέσα σε ένα άλλο ΣΑΕ , για κάποιο άλλο μέσο. Ωστόσο, αφού οι αρχές αυτές είναι ασύμβατες με τους κανόνες λειτουργίας του πληροφορικού μέσου ο αρχάριος προγραμματιστής θα πρέπει να προσαρμόσει αυτή τη διαδικασία. Για να είναι ικανοποιητική αυτή η προσαρμογή θα πρέπει το υποκείμενο να προσαρμόσει την διαδικασία του εκτελώντας την νοητικά.

### 1.4.2. Ιδιαιτερότητες του προγραμματισμού ως αντικείμενου εκπαίδευσης

Η πληροφορική και ειδικότερα ο προγραμματισμός ως αντικείμενο εκπαίδευσης παρουσιάζει σημαντικές ιδιαιτερότητες κυρίως γιατί βασίζεται σε μια τεχνολογική υπόσταση: το υπολογιστικό μέσο.

Η δραστηριότητα του υποκειμένου (αυτός που δημιουργεί ή χρησιμοποιεί προγράμματα) διαμεσολαβείτε από το υπολογιστικό μέσο (παρόν κατά τη χρήση ενός λογισμικού εφαρμογών ή επικαλούμενο κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού).

Άρα στον προγραμματισμό υπάρχει η διαφορά από το «κάνω» στο «κάνω να κάνει», δηλ δεν κάνει κάτι ο προγραμματιστής αλλά κάνει το υπολογιστικό μέσο να κάνει κάτι. Στο πλαίσιο αυτό πρέπει να διασαφηνιστεί μια έγκυρη διαδικασία για μια καθορισμένη κλάση δεδομένων , ενώ τα συνηθισμένα έργα (όχι προγραμματιστικά) απαιτούν την παραγωγή αποτελέσματος στη βάση συγκεκριμένων δεδομένων.

Οι προϋπάρχουσες γνώσεις κατά την διαδικασία μάθησης της Πληροφορικής αφορούν σε συνηθισμένους τρόπους προσέγγισης προβλημάτων τα οποία επιλύονται με το χέρι, αναπαραστάσεις (μαθηματικές ή άλλες), τρόπους επίλυσης, γνώσεις που έχουν προσκτηθεί σε άλλα πλαίσια (Φυσική γλώσσα, άλγεβρα, γραφήματα...). Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε ότι αυτές οι γνώσεις μπορεί και να παίξουν μειωτικό ρόλο στην διαδικασία της μάθησης. Για παράδειγμα οι μαθηματικές γνώσεις της έννοιας της μεταβλητής μπορεί να δημιουργήσουν εμπόδια στην οικοδόμηση της έννοιας της μεταβλητής στην Πληροφορική.

### 1.4.3. Ειδικά θέματα διδακτικής του προγραμματισμού

#### 1.4.3.1. Η έννοια της μεταβλητής

Οι μεταβλητές (variables) είναι ονόματα για θέσεις μνήμης στο υπολογιστικό σύστημα. Κάθε θέση μνήμης διαθέτει μια διεύθυνση. Η επιλογή κατάλληλου ονόματος

μεταβλητής στο πρόγραμμα διευκολύνει συχνά την κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής ως ονομασίας μιας θέσης μνήμης. Το γεγονός αυτό δεν επαρκεί για να κατανοήσουν οι αρχάριοι το λειτουργικό νόημα της μεταβλητής. Η κοινή αντίληψη των μαθητών για τη μεταβλητή βασίζεται στην αναλογία του κουτιού ( το «περιέχον»), γεγονός που εισάγει διάφορες παρανοήσεις στη λειτουργία της (Τζιμόγιαννης & Κόμης, 2000).

Η πρόσκτηση της έννοιας της μεταβλητής στον προγραμματισμό είναι ιδιαίτερα σημαντική και παράλληλα αρκετά δύσκολη. Όπως αναφέρει ο Dijkstra (1972) όταν κάποιος καταλάβει που χρησιμοποιούνται οι μεταβλητές στον προγραμματισμό έχει καταλάβει την πεμπτουσία του προγραμματισμού. Η δραστηριότητα του προγραμματισμού απαιτεί σε μεγάλο βαθμό τη γνώση της χρήσης συμβόλων και αναπαραστάσεων για τη διαχείριση και την αποθήκευση δεδομένων. Ωστόσο το ζήτημα της αποθήκευσης δεδομένων με τη μορφή μεταβλητών συνιστά ένα δύσκολο πρόβλημα στον προγραμματισμό.

Τα βασικά διδακτικά προβλήματα που εμφανίζονται κατά την διδασκαλία και τη μάθηση της έννοιας της μεταβλητής σχετίζονται με την ανάθεση τιμής, τον τύπο της μεταβλητής, τις ειδικές κατηγορίες μεταβλητών που χρησιμοποιούνται από τον προγραμματιστή αλλά δεν αντιστοιχούν στις απαιτήσεις του προβλήματος και στην απόδοση αρχικών τιμών (αρχικοποίηση) της μεταβλητής ( Samurrcay, 1989 – Du Boulay, 1989 – Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000).

#### **1.4.3.2. Οι δομές ελέγχου και η έννοια της επιλογής**

Η δομή ελέγχου επιτρέπει σε έναν αλγόριθμο να αλλάξει την εκτέλεση του ανάλογα με τις περιστάσεις. Χρησιμοποιείται για την λήψη απόφασης μεταξύ δυο διαφορετικών καταστάσεων, εκ των οποίων η μια είναι αληθής και η άλλη ψευδής. Συνήθως στα προβλήματα περιλαμβάνονται κάποιοι έλεγχοι δεδομένων. Ανάλογα με τα αποτελέσματα τους επιλέγονται οι επεξεργασίες που θα ακολουθήσουν. Η διατύπωση των ελέγχων γίνεται με τη χρήση λογικών προτάσεων που ονομάζονται συνθήκες (Τζιμόγιαννης & Γιούνης, 2003). Η δύναμη της επιλογής έγκειται στο ότι επιτρέπει στον

επεξεργαστή να ακολουθήσει διαφορετικά μονοπάτια μέσα στον αλγόριθμο ανάλογα με την ισχύ ή όχι της συνθήκης. Χωρίς επιλογή θα ήταν αδύνατο να γραφούν αλγόριθμοι με σημαντική πρακτική αξία (Goldschlager & Lister, 1996).

Οι διάφορες έρευνες δείχνουν ότι η δομή ελέγχου είναι μια δομή που οικοδομείται με ιδιαίτερη δυσκολία από τους μαθητές και από αρχάριους προγραμματιστές (Rogalski, 1987 – Soloway & Spohrer, 1989). Τα προγράμματα είναι διατυπωμένα ως μια αυστηρή αλληλουχία εντολών. Οι δομές ελέγχου διακόπτουν αυτό τον ισομορφισμό γραμμικής τάξης ανάμεσα στο κείμενο του προγράμματος και την εκτέλεση του. (Rogalski, 1987). Οι ιδιαίτερες δυσκολίες συνδέονται κατά κύριο λόγο με τα ακόλουθα σημεία:

- Λογικό περιεχόμενο των συνθηκών ( συνδυασμός περιπτώσεων, αναλυτικότητα και αποκλειστικότητα, λογικές πράξεις σύζευξης, διάζευξης, άρνησης κλπ) (Hoc, 1989)
- Συμβολικές αναπαραστάσεις αυτών των περιπτώσεων
- Σημασιολογικές και συντακτικές ιδιότητες της δομής ελέγχου μέσα στη χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού (Du Boulay, 1989)
- Αλληλεπιδράσεις με τις αναπαραστάσεις της ακολουθιακής μορφής της εκτέλεσης

#### **1.4.3.3. Η έννοια της επανάληψης**

Η επαναληπτική διαδικασία (iteration) ή βρόχος (loop) επιτρέπει την επανάληψη μιας επεξεργασίας για κάποιες φορές, ο αριθμός των οποίων δεν είναι κατ' ανάγκη γνωστός εκ των προτέρων. Συνεπώς η διαδικασία μπορεί να εκτελείται όσο μια συνθήκη είναι αληθής (conditional loop) ή για προκαθορισμένο αριθμό επαναλήψεων (counting loop) (Θραμπουλίδης, 2000).

Στην πρώτη περίπτωση η έξοδος από την επαναληπτική εκτέλεση των εντολών εξαρτάται από τη συνθήκη (αν είναι αληθής ή ψευδής). Ένα από τα πιο συχνά λάθη στη σχεδίαση αλγορίθμων είναι η αποτυχία να καθοριστεί επιτυχώς η συνθήκη τερματισμού της επανάληψης. Όπως και στη δομή επιλογής η επανάληψη διακόπτει την

ακολουθιακή εκτέλεση του προγράμματος με όλες τις γνωστικές συνέπειες που επιφέρει αυτό το γεγονός.

Στη δεύτερη περίπτωση, που είναι απλούστερη εννοιολογικά, ο αριθμός των επαναλήψεων του σώματος του βρόγχου είναι γνωστός πριν ακόμα εκτελεστεί η ανακύκλωση. Μπορεί όμως και να εξαρτάται από μια κατάσταση που εμφανίζεται κατά την διάρκεια της επεξεργασίας. Αυτό εξαρτάται από το αν ο έλεγχος τέλους είναι μια σταθερά ή μια μεταβλητή της οποίας η τιμή υπολογίζετε πριν ή κατά τη διαδικασία της επανάληψης.

Η οικοδόμηση της έννοιας της επανάληψης (Laborde et all, 1985) εμπειρικλείει αφενός τον προσδιορισμό των στοιχειωδών δράσεων ή κανόνων που πρέπει να επαναληφθούν και αφετέρου τη συνθήκη που προσδιορίζει το τέλος ή τη συνέχιση της επανάληψης (Rogalski, 1990).

Η επαναληπτική δομή συνιστά μια από τις βασικές προγραμματιστικές δομές και όπως δείχνουν διάφορες έρευνες παρουσιάζει ιδιαίτερα διδακτικά προβλήματα (Soloway et all 1983 – Laborde et all, 1985 – Kessler & Anderson, 1986 – Dagdilelis et all, 1990 – Γρηγοριάδου κ.α. , 2004). Οι αρχάριοι προγραμματιστές δεν χρησιμοποιούν αυθόρμητα την επαναληπτική διαδικασία για να λύσουν ένα πρόβλημα (Dagdilelis et all, 1990).

Η επαναληπτική διαδικασία της οποίας ο αριθμός των επαναλήψεων δεν είναι εκ των προτέρων γνωστός μπορεί να διατυπωθεί με δυο διαφορετικές μεθόδους, κάθε μια από τις οποίες επηρεάζει την συμπεριφορά του – αρχάριου κυρίως – προγραμματιστή και τη σημασία ή την πολυπλοκότητα του προγράμματος.

- Τη μέθοδο με σώμα βρόγχου – συνθήκη ελέγχου
- Τη μέθοδο με συνθήκη ελέγχου – σώμα βρόγχου

Στην πρώτη περίπτωση πρέπει να περιγραφεί η δράση (action) και στη συνέχεια να γίνει ο έλεγχος (test), ενώ στη δεύτερη περίπτωση ισχύει το αντίθετο (Samurcay, 1987 – Rogalski & Vergnaud, 1987).

Κάθε ένας από τους παραπάνω τρόπους δεν παρουσιάζει τα ίδια διδακτικά προβλήματα, ούτε οικοδομείται ως έννοια με την ίδια ευκολία. Οι έρευνες που έχουν γίνει πάνω στα νοητικά μοντέλα των μαθητών δείχνουν ότι οι αυθόρμητοι συλλογισμοί τους και οι αναπαραστάσεις που διαθέτουν σχετικά με την επανάληψη έχουν κάποια



συγκεκριμένη δομή και σταθερή σειρά έκφρασης: περιγραφή της δράσης, μετρητής επανάληψεων, προσδιορισμός της επανάληψης και τέλος συνθήκη ελέγχου (Samurçay, 1987). Επιπρόσθετα σημαντικό διδακτικό πρόβλημα φαίνεται ότι συνιστά η πρόβλεψη και η διατύπωση της συνθήκης ελέγχου, η οποία δεν εμφανίζεται αυθόρμητα αφού στην «επεξεργασία με το χέρι» ή στις συνήθειες (μη προγραμματιστικές) δραστηριότητες των μαθητών υπονοείται.

Ένα άλλο σημαντικό διδακτικό πρόβλημα τίθεται από την ίδια τη διατύπωση του σώματος του βρόχου. Ο μαθητής οφείλει να προσδιορίσει αφενός τις εμπλεκόμενες μεταβλητές και αφετέρου τη σχέση ανάμεσα τους, η οποία πρέπει να διατηρείται σε όλη τη ζωή του βρόχου (Rogalski, 1990). Επιπρόσθετα, οι πράξεις πάνω στις μεταβλητές της επανάληψης δεν είναι πάντα του ίδιου βαθμού δυσκολίας. Από έρευνες φαίνεται ότι τα λάθη απόδοσης αρχικών τιμών παρουσιάζονται πιο συχνά από τα λάθη ενημέρωσης ή ελέγχου (Samurçay, 1987 – Soloway & Spohrer, 1989).

Όταν είναι γνωστός ο αριθμός των επανάληψεων χρησιμοποιείται η εντολή FOR, η οποία απαντάται πολύ συχνά στον προγραμματισμό αφού αποτελεί δομή όλων πρακτικά των γλωσσών. Η τυπική μορφή της εντολής αυτής σε συμβολισμό BNF είναι:

**FOR** <μεταβλητή> := <αρχική-τιμή> **STEP** <βήμα> **UNTIL** <τελική-τιμή> **DO** <εντολή>

Υπάρχουν αρκετά προβλήματα που πρέπει να λύσουμε ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο δουλεύει η FOR σε κάθε γλώσσα (Horowitz, 1984): Ποιός είναι ο τύπος των τιμών που παίρνει η <μεταβλητή>, πόσο σύνθετες μπορεί να είναι οι παραστάσεις <αρχική-τιμή>, <τελική-τιμή>, <βήμα>, και ποιός είναι ο τύπος των αποτελεσμάτων τους. Ακόμη, πόσο συχνά υπολογίζονται <τελική-τιμή> και <βήμα> όσο συνεχίζεται η επανάληψη, πότε ελέγχεται η <μεταβλητή> σε σχέση με την <τελική-τιμή>, εάν μπορεί η <μεταβλητή> να αλλάξει από μια ανάθεση τιμής μέσα στο βρόχο, ποιά είναι η τιμή της <μεταβλητή> μετά τον τερματισμό του βρόχου και αν επιτρέπεται η μεταφορά της μέσα στο βρόχο ή έξω από αυτόν.

#### 1.4.3.4. Η έννοια της αναδρομής

Η αναδρομή (recursion) ως έννοια εμφανίζεται πολύ συχνά σε διάφορες πτυχές της καθημερινής ζωής ( πχ στην τέχνη με το έργο του M. Escer και στη μουσική με το έργο του J.S.Bach), αλλά και στο φυσικό περιβάλλον (Hofstadter, 1979).

Οι αναδρομικές διαδικασίες συνιστούν ένα ιδιαίτερο είδος διαδικασιών, πολύ σημαντικών στην Πληροφορική αφού χρησιμοποιούνται για την επίλυση πολύπλοκων προγραμματιστικών προβλημάτων. Με τον όρο αυτό περιγράφονται οι διαδικασίες που καλούν (άμεσα ή έμμεσα) τον εαυτό τους. Παράδειγμα αναδρομικής διαδικασίας είναι ο υπολογισμός του παραγοντικού ( $n!$ ).

Ο αναδρομικός ορισμός είναι:  $n! = 1$  αν  $n=0$  και  $n(n-1)!$  αν  $n \geq 1$

Η χρήση της αναδρομής θέτει μια σειρά από σημαντικά διδακτικά προβλήματα, που είναι εγγενή στη φύση της αναδρομικής διαδικασίας. Η αναδρομή είναι μια δυσνόητη έννοια τόσο στη σύλληψη, όσο και στην εφαρμογή της (Μικρόπουλος, 2003).

Για παράδειγμα, ο αναδρομικός ορισμός θέτει προβλήματα τερματισμού, τα οποία πρέπει να προβλεφθούν μέσα στο σώμα της αναδρομικής διαδικασίας: που σταματά η διαδικασία; Πως σταματά; Η φαινομενική κυκλικότητα της αναδρομής αποφεύγεται εφόσον εξασφαλίζεται ότι τα δεδομένα στις διαδοχικές κλήσεις της γίνονται σταδιακά πιο «απλά» (Komis, 1991). Για τον λόγο αυτόν πρέπει να υπάρχει κάποια οριακή συνθήκη στην οποία τα δεδομένα εισόδου είναι τόσο «απλά» ώστε η διεργασία να μπορεί να εκτελεστεί χωρίς να χρειάζεται πλέον να καλέσει τον εαυτό της (Goldschlager & Lister, 1996).

Παρανοήσεις σχετικά με την έννοια της αναδρομής έχουν παρατηρηθεί σε μαθητές και φοιτητές και έχουν σχέση με το ρόλο της εντολής (STOP) που τερματίζει μια αναδρομική διαδικασία. Άλλες παρανοήσεις έχουν σχέση με τη δομή των αναδρομικών εργασιών: σε κάποιες περιπτώσεις ταυτίζεται η αναδρομική διαδικασία με μια κλασική επαναληπτική διαδικασία και σε κάποιες άλλες η παρανόηση αφορά την κλήση της αναδρομικής διαδικασίας. Τέλος κάποιες παρανοήσεις έχουν σχέση με τον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν οι τοπικές μεταβλητές στο πλαίσιο αναδρομικών διαδικασιών (Close & Dicheva, 1997).

## 2. ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ – ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ

### 2.1. Ο Εποικοδομητισμός (Constructivism)

Ο γνωστικός κονστρουκτιβισμός υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι κατασκευάζουν τη γνώση τους και ότι η πραγματικότητα καθορίζεται από τις εμπειρίες του γινώσκοντος και δεν υπάρχει αντικειμενικά και ανεξάρτητα από το άτομο (Jonassen, 1991). Με άλλα λόγια, τα ανθρώπινα όντα δεν μπορούν να γνωρίζουν μια αντικειμενική «αλήθεια» πέρα από τη δική τους ερμηνεία της αλήθειας, γιατί οι γνώσεις τους φιλτράρονται και ερμηνεύονται κάτω από το πρίσμα των προηγούμενων εμπειριών τους και όσων είδη γνωρίζουν.

Με μια πρώτη ματιά ο γνωστικός κονστρουκτιβισμός μπορεί να μοιάζει μάλλον με μια ριζοσπαστική αλλαγή στη διαμόρφωση θεωριών για την ανθρώπινη σκέψη και μάθηση. Οι βασικές ιδέες αυτής της προσέγγισης, όμως, προϋπήρχαν για αρκετό διάστημα από τον Σωκράτη και τον Kant. Οι ρίζες όμως της σύγχρονης κονστρουκτιβιστικής άποψης για το ανθρώπινο γινώσκειν αποδίδονται στους Jean Piaget και Lev Vygotsky.

Όπως οι περισσότερες θεωρίες, ο κονστρουκτιβισμός δεν είναι μια και μόνο θέση, αλλά όλες οι παραλλαγές έχουν ορισμένα κοινά, καθοριστικά χαρακτηριστικά:

- (1) *Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε την αντικειμενική πραγματικότητα.* Κατασκευάζουμε τη δική μας υποκειμενική κατανόηση των εμπειριών μας, ερμηνεύοντας τα πάντα υπό το πρίσμα των όσων έχουμε ήδη βιώσει και μάθει. Η γνώση είναι μια προσαρμοστική λειτουργία (von Glaserfeld, 1996). Οι γνωστικές μας αναπαραστάσεις όλων των πτυχών του περιβάλλοντος (φυσικού, κοινωνικού, πολιτισμικού) μας βοηθούν να προσαρμοστούμε στις πτυχές αυτές και να επιζήσουμε.
- (2) *Η γνώση είναι υποκειμενική.* Δεν υπάρχουν δυο άνθρωποι που να έχουν τις ίδιες εμπειρίες, την ίδια φυσιολογία ή το ίδιο περιβάλλον, επομένως δεν μπορούν να κατασκευάσουν την ίδια γνώση.

- (3) Οι γνώσεις δυο ανθρώπων μπορεί να «εκλαμβάνονται ως κοινές» στο βαθμό που οι γνωστικές τους κατασκευές λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο σε συγκεκριμένες καταστάσεις (Cobb, 1991). Αυτό δε σημαίνει ότι οι κατασκευές της γνώσης τους είναι οι ίδιες, μόνο ότι είναι αρκετά συμβατές ώστε να επιτρέπουν κοινή κατανόηση, κοινές προσδοκίες και κοινή συμπεριφορά. Πολλοί από τους άρρητους πολιτισμικούς κανόνες που διέπουν τις κοινωνικές συναλλαγές είναι γνώσεις που εκλαμβάνονται ως κοινές, γεγονός που μπορεί να προκαλέσει πονοκέφαλο σε ανθρώπους που προέρχονται από άλλους πολιτισμούς.
- (4) Η γνώση κατασκευάζεται μέσω της διαδικασίας προσαρμογής στα γεγονότα και τις ιδέες που βιώνει κανείς (Fosnot, 1996 – Glaseerfeld, 1996). Μια σημαντική επίδραση στις γνωστικές κατασκευές που οικοδομούμε είναι η εμπειρία της σύγκρουσης. Οι άνθρωποι, στην προσπάθεια τους να λύσουν τις συγκρούσεις, συλλογίζονται αφαιρετικά τη σύγκρουση. Με άλλα λόγια, σκέφτονται για πράγματα τα οποία δεν καταλαβαίνουν. Ως αποτέλεσμα, οι υπάρχουσες δομές της γνώσης αναδιοργανώνονται και κατασκευάζονται νέες δομές γνώσης.
- (5) Η κατασκευή της γνώσης επηρεάζεται σημαντικά από το περιβάλλον του ατόμου και από τα σύμβολα και τα υλικά που χρησιμοποιεί ή στα οποία έχει πρόσβαση (Fosnot, 1996). Ο όρος περιβάλλον δεν αναφέρεται μόνο στον φυσικό περίγυρο αλλά και στις άμεσες κοινωνικές επαφές που έχει ο άνθρωπος, καθώς και στο ευρύτερο πολιτισμικό περιβάλλον. Το περιβάλλον συντελεί ώστε ορισμένες ουσίες, υλικά και συστήματα συμβόλων να είναι πιο άμεσα διαθέσιμα, πιο χρήσιμα και πιο αποδεκτά. Τα σύμβολα αυτά και τα υλικά γίνονται τα «εργαλεία της σκέψης» και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται, ερμηνεύει και λειτουργεί μέσα στο περιβάλλον του.
- (6) Το άτομο είναι έτοιμο να μάθει μια έννοια όταν οι γνωστικές του κατασκευές είναι σε θέση να ενσωματώσουν κάποια πτυχή της έννοιας αυτής. Η γνώση της έννοιας που κατασκευάζεται μπορεί να μην είναι «σωστή» σύμφωνα με τα κριτήρια κάποιου «εκτός ομάδος», αλλά δεν σημαίνει ότι το άτομο δεν έμαθε τίποτα για την έννοια ή ότι η υπάρχουσα γνώση δεν τροποποιήθηκε κατά κάποιο τρόπο. Μια δεδομένη εμπειρία μπορεί να πυροδοτήσει ριζική αναδιάρθρωση,

στην περίπτωση ενός μαθητή, ενώ να επιφέρει ελάχιστες αλλαγές στην περίπτωση ενός άλλου μαθητή.

Αυτές οι έξι κεντρικές θέσεις περιγράφουν τη γενική ιδέα του γνωστικού κονστрукτιβισμού.

### 2.1.1. Η εφαρμογή του γνωστικού κονστрукτιβισμού στη τάξη

Η ιδέα ότι ο καθένας μας κατασκευάζει τη δική του γνώση έχει σημαντικές εφαρμογές για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ της διδακτικής προσέγγισης που βασίζεται στον γνωστικό κονστрукτιβισμό και μιας πιο παραδοσιακής προσέγγισης. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει μερικές από τις κύριες διαφορές.

Παραδοσιακή προσέγγιση	Κονστрукτιβιστική προσέγγιση
Η πρωταρχική έμφαση δίνεται στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων και στην οικοδόμηση της κατανόησης από «κάτω προς τα επάνω».	Η πρωταρχική έμφαση δίνεται στις «μεγάλες ιδέες» και στην ανάπτυξη της κατανόησης «εκ των άνω προς τα κάτω».
Οι δραστηριότητες της τάξης βασίζονται συνήθως στα βιβλία και στα τετράδια.	Οι δραστηριότητες της τάξης βασίζονται συνήθως στις πρωταρχικές πηγές δεδομένων και στον χειρισμό των υλικών.
Οι μαθητές θεωρούνται παθητικοί αποδέκτες των πληροφοριών που παρέχει ο παντογνώστης εκπαιδευτικός.	Οι μαθητές θεωρούνται ότι αναζητούν ενεργά τη γνώση δημιουργώντας τη δική τους προσωπική κατανόηση των πληροφοριών.
Οι εκπαιδευτικοί θεωρούνται παντογνώστες και παρέχουν στους μαθητές πληροφορίες πάνω σε	Οι εκπαιδευτικοί θεωρούνται οδηγοί της μάθησης παρέχοντας βοήθεια καθώς οι μαθητές αναπτύσσουν και απαντούν στις δικές τους ερωτήσεις πάνω σε

προκαθορισμένα θέματα.	θέματα ή/και δραστηριότητες που τους ενδιαφέρουν.
Υπάρχει ένας περιορισμένος αριθμός σωστών απαντήσεων και αυτές γίνονται αποδεκτές	Οι υποθέσεις, ερωτήσεις και απόψεις των μαθητών γίνονται δεκτές και χρησιμοποιούνται για να καθοδηγήσουν την περαιτέρω μάθηση.
Οι μαθητές εργάζονται συνήθως ατομικά σε εργασίες που έχει αναπτύξει ο εκπαιδευτικός.	Οι μαθητές συχνά εργάζονται σε εργασίες που έχουν σχεδιάσει μόνοι τους.
Η αξιολόγηση γίνεται συνήθως χωριστά από την διδασκαλία παίρνοντας συχνά τη μορφή αντικειμενικών τεστ.	Η αξιολόγηση είναι συνήθως ενσωματωμένη στη διεργασία της μάθησης, λαμβάνοντας συχνά τη μορφή παρατηρήσεων του εκπαιδευτικού, της επίδοσης των μαθητών ή της παρουσίασης εργασιών και/ή της αυτοαξιολόγησης των μαθητών.

**Πίνακας 1: Διαφορές μεταξύ της παραδοσιακής διδασκαλίας και της εποικοδομιστικής προσέγγισης της διδασκαλίας.**

Γενικά ο εκπαιδευτικός που χρησιμοποιεί την κωνστροκτιβιστική προσέγγιση ενεργεί ως διευκολύνων τη γνώση και την απόκτηση δεξιοτήτων, ως οδηγός ή προσωποπηγή του οποίου στόχος είναι να δομήσει το διδακτικό περιβάλλον ώστε να βοηθήσει κάθε μαθητή να φτάσει στη δική του κατανόηση της πληροφορίας.

Πέντε κατευθυντήριες γραμμές έχουν αναπτυχθεί από τους Brooks και Brooks (1993) και είναι χρήσιμες για την υιοθέτηση του κωνστροκτιβιστικού πλαισίου:

*Να θέτετε προβλήματα που να ενδιαφέρουν τους μαθητές.* Η κωνστροκτιβιστική προσέγγιση της διδασκαλίας δεν σημαίνει ότι ο εκπαιδευτικός μπορεί να προγραμματίσει μόνο θέματα και δραστηριότητες για τις οποίες οι μαθητές εκδηλώνουν ενδιαφέρον. Έτσι δεν θα μπορούσε ποτέ να προγραμματίσει το μάθημα του! Αντίθετα, το ενδιαφέρον είναι δυνατόν να δημιουργηθεί και να έλξει τους μαθητές, αν ο εκπαιδευτικός είναι ικανός να δημιουργήσει ενδιαφέροντα προβλήματα

με τα οποία να ασχοληθούν οι μαθητές. Ο εκπαιδευτικός μπορεί να εκμεταλλευτεί την ισχύ της γνωστικής σύγκρουσης για να ενθαρρύνει την αλλαγή. Η γνωστική σύγκρουση δημιουργείται από ένα ενδιαφέρον πρόβλημα, για το οποίο οι μαθητές θα μπορούν να κάνουν ελεγχόμενες προβλέψεις, να το συζητήσουν μεταξύ τους, να το επεξεργαστούν για να αναπτύξουν περαιτέρω γνώσεις και να καταλάβουν τη σχέση του με το μάθημα (Brooks & Brooks, 1993 – Greenberg, 1990). Το πρόβλημα πρέπει να είναι επαρκώς περίπλοκο ώστε οι μαθητές να χρειάζεται να προσπαθήσουν πράγματι για να βρουν λύσεις: « η περιπλοκότητα συχνά χρησιμεύει στη δημιουργία συνάφειας και, επομένως, ενδιαφέροντος. Η υπεραπλούστευση μπερδεύει τους μαθητές» (Brooks & Brooks, 1993, σ.39).

*Δομήστε τη μάθηση γύρω από τις βασικές έννοιες.* Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εντοπίζουν τις «μεγάλες ιδέες» που είναι σημαντικές για τους μαθητές και να δομούν τη διδασκαλία τους γύρω από αυτές. Καθώς οι μαθητές εργάζονται για να κατανοήσουν και να εμβαθύνουν στις βασικές αυτές έννοιες μιας επιστήμης, οι λεπτομέρειες θα προστεθούν γιατί είναι απαραίτητες για μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση.

*Αναζητήστε και δώστε αξία στις απόψεις των μαθητών.* «Οι απόψεις των μαθητών είναι τα παράθυρα απ' όπου μπορούμε να δούμε τους συλλογισμούς τους. Η άποψη κάθε μαθητή είναι ένα εκπαιδευτικό κατώφλι στην πύλη της προσωποποιημένης εκπαίδευσης» (Brooks & Brooks, 1993, σ.60). Ακούγοντας τους μαθητές να δικαιολογούν τις απαντήσεις τους, αποκτά κανείς ανεκτίμητες πληροφορίες για το πως αυτοί κατανοούν τις έννοιες.

*Προσαρμόστε την διδακτέα ύλη στο τρέχον επίπεδο κατανόησης των μαθητών.* Αν η ύλη δεν ταιριάζει στον μαθητή αλλάξτε την. Προσαρμόστε την ώστε να ταιριάζει στην τρέχουσα κατανόηση του μαθητή και να καθοδηγεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο την ανάπτυξη των γνώσεων του.

*Αξιολογήστε τη μάθηση του μαθητή στο πλαίσιο της διδασκαλίας.* Αυτή η κατευθυντήρια γραμμή ενθαρρύνει τους εκπαιδευτικούς να δίνουν λιγότερη έμφαση στις σωστές και εσφαλμένες απαντήσεις και να αξιολογούν συνεχώς τη μάθηση των μαθητών τους, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες για να προσαρμόσουν τη διδασκαλία τους. Μια ενδιαφέρουσα πτυχή της αξιολόγησης στο πλαίσιο της διδασκαλίας είναι η ιδέα της ανατροφοδότησης χωρίς κριτική. Χρήσιμες τακτικές στην κατεύθυνση αυτή

είναι οι ερωτήσεις, οι πιθανές αντιφάσεις και αιτήματα για παραδείγματα ώστε οι μαθητές να εκτιμήσουν οι ίδιοι τη δουλειά τους.

## 2.2. Ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός (Constructionism)

Εμπνευστής του «κατασκευαστικού εποικοδομητισμού» είναι ο Seymour Papert καθηγητής του MIT ο οποίος δούλεψε για πολλά χρόνια δίπλα στον Piaget και φυσικά επηρεάστηκε από τις απόψεις του για τη μάθηση. Ο ίδιος ο Papert δεν θέλησε να δώσει ένα συγκεκριμένο ορισμό για τη δική του θεωρία και υποστήριζε ότι μπορούν να δοθούν πολλές διαφορετικές ερμηνείες του τι είναι ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός: Μια από αυτές θα μπορούσε να λέει ότι είναι απλά «μαθαίνω φτιάχνοντας». Όπως ο ίδιος αναφέρει στην εισαγωγή του βιβλίου του "Constructionism" (Ablex Publishing Corporation, 1991) σκοπός του είναι να βοηθήσει τον αναγνώστη να «χτίσει» μια πλούσια και πολύπλευρη αντίληψη για την έννοια αυτή.

Ο ίδιος ο Papert (1991,σελ 1) αναφέρει: « Ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός μοιράζεται με τον εποικοδομητισμό την αντίληψη ότι η μάθηση είναι το χτίσιμο γνωστικών δομών μέσα από την σταδιακή εσωτερίκευση των πράξεων... και πάνω σε αυτή την αντίληψη προσθέτει την ιδέα ότι αυτό συμβαίνει αποδοτικά σε ένα περιβάλλον στο οποίο ο μαθητευόμενος συνειδητά εμπλέκεται στην κατασκευή μίας οντότητας, είτε πρόκειται για ένα κάστρο στην άμμο ή για θεωρία του σύμπαντος».

Ο όρος constructionism πηγάζει από τη λέξη construct (κονστράκτ : κατασκευή). Ο Papert «παίζοντας» με τις λέξεις υπαινίσσεται 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 εποικοδομητιστικές ή κονστρουκτιβιστικές κατ' ακολουθία του όρου constructivism (κονστρουκτιβισμός ή εποικοδομητισμός). Ο κονστρουκτιβισμός, όπως και ο κονστρουκτιβισμός, θεωρεί τη μάθηση ως οικοδόμηση γνωστικών δομών ανεξάρτητα από τις συνθήκες μάθησης. Το πρόσθετο στοιχείο του κατασκευαστικού 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 αυτοαναφερόμενη 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: κάποιιο 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 ότι 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. (Kafai & Resnick, 1996, Constructionism in practice).

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.

### 2.3. Διαφορές μεταξύ εποικοδομητισμού (Piaget) και κατασκευαστικού εποικοδομητισμού (Papert)

Η Ackermann (2001) στην εισαγωγή του δοκιμίου “Piaget’s Constructivism, Papert’s Constructionism: What’s the difference?” αναφέρει:

*«...Πέρα από το παιχνίδι με τις λέξεις, νομίζω πως υπάρχει όντως διαφορά και ότι η ενοποίηση των δυο απόψεων μπορεί να μας διαφωτίσει για το πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν και αναπτύσσονται. Ο εποικοδομητισμός του Piaget μας πληροφορεί για το τι ενδιαφέρει τα παιδιά και τι είναι αυτά ικανά να πετύχουν στα διάφορα στάδια της ανάπτυξης τους. Η θεωρία του περιγράφει πως η σκέψη και η πράξη των παιδιών εξελίσσεται στο χρόνο και κάτω από ποιες συνθήκες τα παιδιά θα αλλάξουν ή θα εμμένουν στις απόψεις τους... Ο κατασκευαστικός εποικοδομητισμός του Papert, αντίθετα, επικεντρώνεται κυρίως στην «τέχνη της μάθησης» ή «μαθαίνω πώς να μαθαίνω» και στην σημασία που έχει για τη μάθηση το «να φτιάχνω κατασκευές». Ο Papert ενδιαφέρεται για το πώς οι μαθητευόμενοι εμπλέκονται σε ένα «διάλογο» με τις (δικές τους ή άλλων) κατασκευές-προϊόντα και πως αυτοί οι διάλογοι ενισχύουν την αυτοκατευθυνόμενη μάθηση και διευκολύνουν την κατασκευή νέας γνώσης. Δίνει ιδιαίτερη σημασία στο ρόλο που παίζουν τα εργαλεία, τα μέσα και το περιβάλλον (context) στην ανθρώπινη ανάπτυξη...»*

Οι θεωρίες του Piaget και του Papert έχουν πολλά κοινά σημεία. Και οι δύο είναι «εποικοδομητιστές» και «αναπτυξιαστές» αφού θεωρούν ότι η γνώση και ο κόσμος χτίζονται και ξαναχτίζονται μέσα από τις προσωπικές εμπειρίες και ότι αυτό γίνεται σταδιακά. Η διαφορά τους βρίσκεται στο γεγονός ότι ο πρώτος ενδιαφέρεται για τη δημιουργία εσωτερικής ισορροπίας (μέσα από τον μηχανισμό σύγκρουσης και αφομοίωσης) ενώ ο δεύτερος για την δυναμική των αλλαγών.

Ο Piaget μελετάει το πώς τα παιδιά σταδιακά μεταφέρονται από τον κόσμο των υλικών αντικειμένων στον κόσμο των ιδεατών και συμβολικών αντικειμένων και αποκτούν την ικανότητα να υιοθετούν κανόνες και να χτίζουν «γνωστικές σταθερές». Η θεωρία του τονίζει την ανάγκη για την διατήρηση αυτού του «γνωστικού οικοδομήματος» και την οργάνωσή του.

Ο Papert από την άλλη θεωρεί ότι η εξυπνάδα θα πρέπει να μελετάται και να ορίζεται ξεχωριστά για κάθε περίπτωση (in-situ), υποδηλώνοντας ότι το να είσαι έξυπνος σημαίνει να προσαρμόζεσαι στις αλλαγές του περιβάλλοντος.

Για τον Piaget το «ιδανικό» παιδί είναι αυτό του νέου επιστήμονα που προσπαθεί να επιβάλλει την σταθερότητα και την τάξη σε έναν διαρκώς μεταβαλλόμενο κόσμο. Είναι το παιδί που ενώ βρίσκεται σε ένα ανεξερεύνητο νησί ξεκινάει την εξερεύνηση οδηγούμενος από περιέργεια αλλά σκοπός του δεν είναι να ζήσει την περιπέτεια αλλά να αποτραβηχτεί από αυτήν και να δημιουργήσει χάρτες και χρήσιμα εργαλεία ώστε να ελέγξει την περιοχή αυτή.

Στο «ιδανικό» παιδί του Papert όμως αρέσει να σχετίζεται και να «βουτάει» μέσα στις καταστάσεις. Του αρέσει να ανακαλύπτει νέα πράγματα αλλά να παραμένει σε επαφή με αυτά (άνθρωποι ή πράγματα). Του αρέσει να μαθαίνει από τις εμπειρίες του αλλά δεν καταλήγει σε γενικεύσεις και νόμους. Του αρέσει να εμπλέκεται και όχι να αποτραβιέται. Του αρέσει να μιλάει για αυτά που κατανοεί όσο είναι μέσα στο περιβάλλον της εξερεύνησης και όχι να περιγράφει εκ των υστέρων τις εμπειρίες του.

#### **2.4. Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία**

Η στρατηγική της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας βασίζεται στις θεωρητικές αρχές και διδακτικές πρακτικές του κινήματος που είναι γνωστό ως cooperative learning movement (βλ. Sharan, 1994). Το κίνημα αυτό, στη σημερινή του μορφή, συνενώνει σε ενιαίο σύστημα παιδαγωγικές, διδακτικές, ψυχολογικές και κοινωνιολογικές αρχές από πολλούς χώρους. Ιστορικά το κίνημα της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας ξεκίνησε από τις αρχές της νέας αγωγής, που τονίζουν τη σημασία της μαθητικής ενεργοποίησης και

της διερευνητικής προσέγγισης για τη μάθηση και προβάλλουν ως πρωταρχικό σκοπό του σχολείου τον εκδημοκρατισμό και την κοινωνικοποίηση του παιδιού σε αυτόνομη και ολοκληρωμένη προσωπικότητα.

Μεταξύ των περισσότερο γνωστών προγραμμάτων αυτής της κατεύθυνσης θεωρούνται το σύστημα Winneka, το σύστημα των «σχεδίων εργασίας» (Projects) του Kilpatrick στην Αμερική, τα προγράμματα ομαδικής εργασίας του Cousinet στη Γαλλία, τα προγράμματα κολεκτιβιστικής αγωγής του Makarenko στη Σοβιετική Ένωση και τα προγράμματα του Otto, του Kerschensteiner, του Gaudig και του Petersen στη Γερμανία.

Με την επικράτηση του μιχεβιορισμού τα ομαδοσυνεργατικά σχήματα ατόνησαν για να ανακάμψουν τη δεκαετία του 1960 σε περιορισμένη κλίμακα και αργότερα, τη δεκαετία του 1980, να επανέλθουν στο διδακτικό προσκήνιο ως πρόταση με θεωρητική δομή και ερευνητική στήριξη. Στην αλλαγή αυτή έπαιξε σημαντικό ρόλο η γνωστικό-αναπτυξιακή ψυχολογία (Piaget) που αντικατέστησε την μιχεβιοριστική και η ψυχοκοινωνιολογία (Vygotsky), που εξετάζει το ρόλο του κοινωνικού πλαισίου στην ανάπτυξη του μαθητή.

Αναλυτικότερα, η Γνωστική ψυχολογία, όπως είναι γνωστό, τονίζει την ενεργητική φύση της μάθησης και μέσω δυο βασικών – και σε μερικά σημεία αντιθέτων στις απόψεις – εκπροσώπων της, του Piaget και του Vygotsky, τονίζει ιδιαίτερα το ρόλο της διαμαθητικής επικοινωνίας και συνεργασίας στη μάθηση και τη γνωστική ανάπτυξη. Για τον Piaget, η διαμαθητική επικοινωνία αναδεικνύει τις γνωστικές συγκρούσεις, γεγονός που συμβάλει στη γνωστική ανάπτυξη, ενώ για τον Vygotsky η διαμαθητική αλληλεπικοινωνία δημιουργεί τη δυναμική της «ζώνης της επικείμενης ανάπτυξης» (ZPD). Με άλλα λόγια και οι δύο ψυχολόγοι στηρίζουν θεωρητικά την κατά μικρο-ομάδες συνεργασία των μαθητών, παρά το γεγονός ότι την ερμηνεύουν διαφορετικά (Tudge & Rogoff 1989 – Mercer, 1995).

Η επιτυχία της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας δεν εξασφαλίζεται αυτόματα με την ομαδοποίηση των μαθητών σε ολιγομελείς ομάδες. Επέρχεται μετά από μεγάλες και μακρές προσπάθειες του εκπαιδευτικού και των μαθητών και εφόσον συντρέχουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- (1) Θετική αλληλεξάρτηση μεταξύ των μελών της ομάδας.

- (2) Άμεση προσωπική επικοινωνία μεταξύ των μελών της ομάδας.
- (3) Ατομική και συλλογική ευθύνη.
- (4) Συνεχής εξάσκηση σε δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας και συλλογικής εργασίας.
- (5) Ανομοιογένεια στη σύνθεση της ομάδας.
- (6) Αποκέντρωση εξουσίας
- (7) Περιορισμένος αριθμός μελών

Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία έχει απασχολήσει συστηματικά την εκπαιδευτική έρευνα και έχουν ερευνηθεί οι επιπτώσεις της στην διαδικασία της εκπαίδευσης. Οι επιπτώσεις αυτές εντοπίζονται σε 3 τομείς: τον κοινωνικό, τον ψυχολογικό και τον γνωστικό (Johnson & Johnson, 1989 και 1991 – Slavin, 1995 – Ματσαγγούρας 1995β – Danseraeu 1988 – Davinson & Worshham , 1992)

#### I. Επιπτώσεις στον κοινωνικό τομέα:

*Κοινωνικοποίηση.* Ένας από τους βασικούς σκοπούς της σχολικής αγωγής είναι η κοινωνικοποίηση του αναπτυσσόμενου ατόμου. Αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία στη σημερινή εποχή, η οποία παρουσιάζει πλήθος κοινωνικών προβλημάτων, με μεγάλο ποσοστό των ατόμων να παρουσιάζει αντικοινωνική συμπεριφορά παθητικής φύσης (απομόνωση, δυσκολία επικοινωνίας, ψυχολογικά προβλήματα, τάση για αυτοκαταστροφή) ή ενεργητικής φύσης (βία, έγκλημα)

*Σχολική πειθαρχία.* Η αυξημένη δραστηριότητα και το ενδιαφέρον που δημιουργεί η ομαδοσυνεργατική μάθηση περιορίζει τα κρούσματα απειθαρχίας, τα οποία είναι στην ουσία μορφές διαμαρτυρίας για τη μη ικανοποίηση των μαθησιακών και κοινωνικών αναγκών των «ατακτούντων» μαθητών.

*Στάση των μαθητών προς το σχολείο.* Λιγότερες έρευνες που έχουν γίνει επιβεβαιώνουν τη θετική επίδραση του συνεργατικού συστήματος στη σχολική εργασία, κυρίως σε ότι αφορά ηλικίες του δημοτικού σχολείου.

*Εκδημοκρατισμός του ατόμου.* Η συνεργατική οργάνωση προσφέρει ευκαιρίες ισότιμης συμμετοχής στη λύση προβλημάτων που αντιμετωπίζει η ομάδα, αλλά και η τάξη γενικότερα (Γκότοβος – Μαυρογιώργος – Παπακωνσταντίνου, 1984). Ακόμη το άτομο

έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει τα όρια της δημοκρατικής αρχής της πλειοψηφίας, η οποία έχει τους περιορισμούς της και δεν μπορεί να εφαρμοστεί παντού.

## II. Επιπτώσεις στον ψυχολογικό τομέα.

*Ψυχολογικό κλίμα.* Οι μαθητές των συνεργατικών τάξεων παρουσιάζουν μικρότερο ποσοστό σχολικού άγχους (Johnson & Ahlgren, 1976) και δηλώνουν ότι αισθάνονται αποδεκτοί από τους συμμαθητές τους και το δάσκαλο τους, ότι είναι ελεύθεροι να εκδηλώνουν τις σκέψεις τους και ότι είναι περισσότερο ανεξάρτητοι και υπεύθυνοι.

*Αυτοεκτίμηση.* Μέσα από την ομαδική εργασία προσφέρεται στο άτομο η δυνατότητα να δει τον εαυτό του σε σχέση με τους άλλους, αλλά και μέσα από τα μάτια των άλλων. Επειδή δε η συσχέτιση αυτή γίνεται σε κλίμα αποδοχής βοηθά το άτομο να αναπτύξει θετική εικόνα για τον εαυτό του.

## III. Επιπτώσεις στον γνωστικό τομέα.

*Νοητική ανάπτυξη.* Η οργάνωση της διδασκαλίας μέσα στα συνεργατικά πλαίσια δεν προάγει μόνο την ακαδημαϊκή μάθηση, αλλά δημιουργεί συνθήκες που αναπτύσσουν τις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες. Ο Piaget θεωρεί τις εμπειρίες συνεργασίας αναγκαίες, για να διαμορφώσει το παιδί σκέψη ανώτερου επιπέδου. Σύγχρονοι γνωστικοί ψυχολόγοι προσθέτουν ότι η αυθεντική διαπροσωπική επικοινωνία μέσα στην ομάδα προσφέρει πρότυπα αποτελεσματικών στρατηγικών σκέψης, ευκαιρίες άσκησης αυτών των στρατηγικών και πλαίσιο κινητοποίησης και ψυχολογικής στήριξης (Resnick, 1990). Τέλος, οι συνεργαζόμενοι μαθητές αναπτύσσουν σε μεγαλύτερο βαθμό την κριτική σκέψη και την ικανότητα να αναλύουν, να αξιολογούν και να επιλέγουν από τις συνήθως αλληλοσυγκρουόμενες ιδέες, πληροφορίες, μεθόδους, στάσεις εκείνες που βοηθούν στην επίτευξη του κοινού σκοπού (Johnson & Johnson, 1991).

*Γλωσσική ανάπτυξη.* Οι δυνατότητες λεκτικής επικοινωνίας είναι περισσότερες σε ένα ομαδοσυνεργατικό σύστημα διδασκαλίας απ' ό,τι σε ένα δασκαλοκεντρικό όπου ο λόγος του εκπαιδευτικού καταλαμβάνει το μεγαλύτερο μέρος της λεκτικής επικοινωνίας. Η ποσοτική αλλά και ποιοτική βελτίωση του μαθητικού λόγου προκύπτει από το γεγονός ότι περισσότεροι μαθητές μιλούν ταυτόχρονα και από το γεγονός ότι ο αποκριτικός και δασκαλοκατευθυνόμενος λόγος μετατρέπεται σε λόγο ελεύθερης διερεύνησης, με

στοιχεία διήγησης, περιγραφής, ανάλυσης και συσχέτισης δεδομένων, διατύπωσης υποθέσεων, συμπερασμάτων κτλ.

*Ακαδημαϊκή μάθηση.* Ο Thelen (Joyce, Weil & Showers, 1992) υποστηρίζει ότι η ομαδική συνεργασία μεγιστοποιεί τη μάθηση, διότι οι αντιπαραθέσεις των αλληλοσυγκρουόμενων απόψεων και ιδεών α) ενδυναμώνουν το ενδιαφέρον των μαθητών β) επισημαίνουν τις διάφορες παραμέτρους του προβλήματος γ) δίνουν στο μαθητή-ερευνητή τη δυνατότητα να κάνει διευκρινίσεις, συσχετίσεις, υποθέσεις, επαληθεύσεις κλπ και δ) δίνουν στο μαθητή τη δυνατότητα, μέσω μιας συνθετικής διαδικασίας, να διατυπώσει την προτεινόμενη λύση του προβλήματος.

## **2.5. Η μέθοδος Project (Σχέδια εργασιών)**

### **2.5.1. Ιστορική αναδρομή**

Η πρώτη επίσημη αναφορά στη μέθοδο project ως στρατηγική διδασκαλίας γίνεται από τον William Heard Kilpatrick στην εργασία του “The Project Method” το 1918. Η μέθοδος αυτή αποτελεί γνήσιο «προϊόν» του Αμερικάνικου προοδευτικού εκπαιδευτικού κινήματος, η οποία όμως ξεπέρασε τα όρια της Αμερικής και υιοθετήθηκε και εφαρμόστηκε στην Ευρώπη και σε άλλα μέρη του κόσμου (Church & Sedlak, 1976 ; Cremin, 1961; Kilpatrick, 1918; Rohrs, 1977).

Πολλά βιβλία και άρθρα έχουν γραφτεί για τη μέθοδο αυτή, ενώ για πολλά χρόνια υπήρχαν «διαμάχες» για τα ακριβή χαρακτηριστικά της. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα, κάποιοι ερευνητές να ερμηνεύσουν τη παιδαγωγική προσέγγιση του Rufus W. Stimson με το “home project plan” το 1908 ως την πρώτη ανεπίσημη εκδοχή της μεθόδου, ενώ άλλοι να δώσουν την πρωτιά στους καθηγητές Charles R. Richards & John Dewey με τα “manual and industrial arts programs” το 1900.

Παρόλαυτά ιστορικές έρευνες των τελευταίων ετών έδωσαν απάντηση στο ερώτημα του πότε πρωτοχρησιμοποιήθηκε ο όρος Project για να υποδηλώσει κάποιο εκπαιδευτικό ή μαθησιακό αντικείμενο. Σύμφωνα λοιπόν με τις έρευνες η πρώτη

εφαρμογή της μεθόδου τοποθετείται στα τέλη του 16<sup>ου</sup> αιώνα, στο εκπαιδευτικό κίνημα που αφορούσε την αρχιτεκτονική και τη μηχανική στην Ιταλία. Μία σύντομη ιστορική αναδρομή της μεθόδου φαίνεται παρακάτω:

**1590-1765:** Ξεκίνημα της εργασίας με project στις αρχιτεκτονικές σχολές της Ευρώπης.

**1765-1880:** Η μέθοδος project ως μια κανονική μέθοδος διδασκαλίας και η μεταφορά της στο Αμερικάνικο εκπαιδευτικό σύστημα.

**1880-1915:** Εργασία με project στην «χειρωνακτική» εκπαίδευση και στην γενική εκπαίδευση.

**1915-1965:** Επαναπροσδιορισμός της μεθόδου και μεταφορά της από την Αμερική πίσω στην Ευρώπη.

**1965-σήμερα:** Αναβίωση της ιδέας «εργασιών με project» και τρίτο κύμα της εφαρμογής της παγκοσμίως.

Η περεταίρω ιστορική αναφορά δεν κρίνεται σκόπιμη στα πλαίσια της εργασίας αυτής. Περισσότερες πληροφορίες μπορεί κάποιος να βρει στο άρθρο του Michael Knoll: “The project method: its vocational education origin and international development”.

### 2.5.2. Χαρακτηριστικά της μεθόδου Project

Η μέθοδος Project είναι μια εκτενής διδακτική προσέγγιση που εμπλέκει τους μαθητευόμενους σε μια διαρκή, συνεργατική έρευνα (Brandford & Stein, 1993). Είναι μια διδακτική και μαθησιακή στρατηγική που εμπλέκει τους μαθητευόμενους σε πολύπλοκες δραστηριότητες. Τα project εστιάζουν στην δημιουργία ενός προϊόντος ή την εκτέλεση ενός έργου και γενικότερα απαιτούν από τους μαθητές να επιλέξουν και να οργανώσουν τις δραστηριότητές τους, να διεξάγουν έρευνα, και να συνθέσουν πληροφορίες. Σύμφωνα με έρευνες (Thomas, Mergendoller & Michaelson, 1999, Brown & campione, 1994), τα project είναι πολύπλοκες εργασίες, που βασίζονται σε ένα πρόβλημα-πρόκληση, το οποίο λειτουργεί ως αφορμή για να οργανωθούν και να



εκτελεστούν δραστηριότητες , οι οποίες θα οδηγήσουν σε ένα προϊόν που θα έχει νόημα και αξία. Μέσα από αυτά, δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να εργαστούν σχετικά αυτόνομα για μεγάλο χρονικό διάστημα και να καταλήξουν σε ένα ρεαλιστικό προϊόν ή παρουσίαση, σαν αποτέλεσμα μιας σειράς τεχνουργημάτων, προσωπικής επικοινωνίας ή διαδοχικών εργασιών που δίνουν λύση στο πρόβλημα-πρόκληση. Το περιβάλλον εργασίας μέσα σε ένα project πρέπει να περιέχει αυθεντικό περιεχόμενο, αυθεντική αξιολόγηση, καθηγητή που να λειτουργεί διευκολυντικά αλλά όχι υποδεικτικά, σαφής εκπαιδευτικούς στόχους, συνεργατική μάθηση και αναστοχασμό (Han & Bhattacharya, 2001).

Η μέθοδος Project, από τη σκοπιά μιας μεθόδου διδασκαλίας και μάθησης, βασίζεται σε σχετικά σύγχρονες θεωρίες μάθησης που θεωρούν ότι η γνώση, η σκέψη, η πράξη και το περιβάλλον μάθησης είναι αναπόσπαστα δεμένα μεταξύ τους. Σήμερα γνωρίζουμε ότι η μάθηση είναι μερικώς μια κοινωνική δραστηριότητα, που λαμβάνει χώρα μέσα στην κουλτούρα, την κοινότητα και τις εμπειρίες από την καθημερινή ζωή μας. Η οικοδόμηση της γνώσης αποτελεί ένα όρο κλειδί για την περιγραφή ενός ενεργού μαθητευόμενου που αναπτύσσει και δημιουργεί την προσωπική του γνώση. Έχει κεντρική σημασία στην περιγραφή της μάθησης μέσα από στρατηγικές επίλυσης προβλήματος (problem based learning) και συμμετοχής σε project (project based learning). Η μέθοδος αυτή στηρίζεται από τις παιδαγωγικές απόψεις του Dewey (1966) και από τις εποικοδομητικές (constructivist) θεωρήσεις (Steffe & Gale, 1995).

Η οικοδόμηση της γνώσης προϋποθέτει μια ενεργή και αναστοχαστική λειτουργία αναζήτησης πληροφοριών από την πλευρά των μαθητών όπου ο καθηγητής δεν είναι η μοναδική πηγή πληροφοριών. Επίσης προϋποθέτει μια κοινωνική διεργασία, αφού οι μαθητές πρέπει να συνεργαστούν ώστε να πραγματοποιήσουν τις εργασίες τους.

Η μέθοδος Project είναι ένα μοντέλο διδασκαλίας που πραγματοποιείται στην τάξη αλλά διαφέρει από τις συνηθισμένες πρακτικές που πραγματοποιούνται εκεί, όπως είναι τα δασκαλοκεντρικά, απομονωμένα και μικρής διάρκειας μαθήματα. Αντί αυτού επικεντρώνεται σε μακρόχρονες ,μαθητοκεντρικές, διαθεματικές δραστηριότητες που εμπνέονται από θέματα και πρακτικές της καθημερινότητας. Η μέθοδος αυτή βοηθάει ώστε η μάθηση να σχετιστεί με τη ζωή έξω από την τάξη, με αληθινές ανησυχίες και αυθεντικές δεξιότητες και έτσι να φανεί χρήσιμη στους μαθητές. Βασικές δεξιότητες,

όπως το να συνεργάζονται με άλλους, να παίρνουν κριτικές αποφάσεις, να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες και να επιλύουν σύνθετα προβλήματα. Δύνεται επίσης η δυνατότητα στους καθηγητές να χτίσουν τις σχέσεις τους με τους μαθητές και να υποδυθούν διαφορετικούς ρόλους, όπως το να γίνουν καθοδηγητές, «διευκολυντές» της μάθησης και συν-μαθητευόμενοι. Τα τελικά προϊόντα, τα σχέδια, τα προσχέδια, τα πρωτότυπα, δίνουν αμέτρητες αφορμές για συζήτηση με τους μαθητές ώστε να αναδειχθεί η νέα γνώση που συντελείται.

**Βασικά χαρακτηριστικά της μεθόδου Project:** τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λάβει κάποιος υπ' όψιν του ώστε να περιγράψει, να αξιολογήσει και να σχεδιάσει ένα project σύμφωνα με τους Han & bhattacharya (2001) είναι:

*Μαθητοκεντρικό περιβάλλον:* Τα σχέδια εργασίας πρέπει να μεγιστοποιούν την πιθανότητα λήψης αποφάσεων και πρωτοβουλιών από τους μαθητές, πριν την πραγματοποίηση τους στην επιλογή θέματος αλλά και κατά την διάρκεια τους για τον έλεγχο του τελικού προϊόντος και της παρουσίασής του. Επιπρόσθετα θα πρέπει να έχουν την κατάλληλη δομή ώστε να παρέχουν ανατροφοδότηση που θα βοηθάει τους μαθητές να παίρνουν αποφάσεις και να τις επανελέγχουν. Οι μαθητές θα πρέπει να καταγράφουν τις αποφάσεις τους, τις αναθεωρήσεις τους και τις πρωτοβουλίες τους ώστε να μπορούν αργότερα να αναστοχαστούν πάνω στα μαθησιακά αποτελέσματα και να έχουν την δυνατότητα αυτοαξιολόγησης και ανάδρασης πάνω στην προσωπική τους ανάπτυξη.

*Συνεργασία:* Τα σχέδια εργασίας πρέπει να στοχεύουν στην ανάπτυξη επικοινωνιακών και συνεργατικών δεξιοτήτων, συμπεριλαμβάνοντας ομαδικές αποφάσεις, αλληλεξάρτηση, ανατροφοδότηση από τους συμμαθητές και τον καθηγητή και ομαδική εργασία.

*Αυθεντικές εργασίες:* Τα σχέδια εργασίας πρέπει να συνδέονται με τον «πραγματικό» κόσμο και να κεντρίζουν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν πραγματικά προβλήματα που σχετίζονται με τη ζωή τους και την επαγγελματική τους σταδιοδρομία μέσα στην κοινότητα που ζουν.

*Πολλαπλοί τρόποι εργασίας:* Τα σχέδια εργασίας πρέπει να υποστηρίζουν τους μαθητές ώστε αυτοί να χρησιμοποιούν διάφορα τεχνολογικά εργαλεία για τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την παρουσίαση των κατασκευών τους.

*Διαχείριση χρόνου:* Τα σχέδια εργασίας θα πρέπει να προβλέπουν τον απαιτούμενο χρόνο που θα χρειαστούν οι μαθητές για την πραγματοποίηση των εργασιών τους. Οι μαθητές πρέπει να έχουν τον έλεγχο της μάθησης τους κατά την διάρκεια του project και χρειάζονται χρόνο για να σχεδιάσουν, να αναθεωρήσουν και να αναστοχαστούν πάνω σε αυτό.

*Καινοτομική αξιολόγηση:* Η αξιολόγηση στα σχέδια εργασίας πρέπει να είναι μια συνεχής διεργασία τεκμηρίωσης της μάθησης σε όλη τη διάρκεια του έργου. Η αξιολόγηση πρέπει να είναι συχνή και να γίνεται με διαφορετικούς τρόπους συμπεριλαμβάνοντας αξιολόγηση από τον καθηγητή, από τους συμμαθητές, από τους ίδιους και στοιχεία αναστοχασμού. Είναι απαραίτητη η καταγραφή της εργασίας και των αποτελεσμάτων του project ώστε να διευκολύνεται η αξιολόγησή τους.

Κατά καιρούς έχουν προταθεί από πολλούς ερευνητές διάφορες παραλλαγές τις μεθόδου, με μικρές διαφοροποιήσεις στα στάδια και στην ονομασία τους. Σε γενικές γραμμές 3 είναι τα βασικά στάδια της μεθόδου (Ham & Bhattacharya, 2001):

- 1) Σχεδιασμός (Planning): στο στάδιο αυτό ο μαθητευόμενος επιλέγει το θέμα του Project , εντοπίζει τις απαραίτητες πηγές και οργανώνει την συνεργατική εργασία. Οι δραστηριότητες αυτές έχουν στόχο να βοηθήσουν τον μαθητή να αναγνωρίσει και να «αντιπροσωπεύσει» ένα θέμα, να συλλέξει σχετικές πληροφορίες και να σχεδιάσει μια πιθανή λύση.
- 2) Κατασκευή ή δημιουργία (Creating or implementing): Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει ενέργειες όπως η ανάπτυξη ενός προϊόντος, η τεκμηρίωση και η καταγραφή των αποφάσεων, ο συντονισμός και το μοίρασμα των υποχρεώσεων των μελών της ομάδας και η παρουσίαση του τελικού προϊόντος στην υπόλοιπη τάξη. Οι μαθητές πραγματοποιούν μια κατασκευή που μπορούν να μοιραστούν με άλλους.
- 3) Επεξεργασία (Processing): Οι δραστηριότητες στο στάδιο αυτό αποσκοπούν στον αναστοχασμό και τις «μελλοντικές» προεκτάσεις» του έργου. Οι μαθητές

δέχονται ανατροφοδότηση για τα προϊόντα τους και αξιολογούν την μαθησιακή διαδικασία και το project.

Στοιχεία που πρέπει να λάβει κανείς υπ' όψιν του για την οργάνωση των σταδίων αυτών είναι:

- Μια ερώτηση ή ένα πρόβλημα που θα οδηγήσει στην πραγματοποίηση του project και θα είναι αυθεντικό και διαθεματικό.
- Να δοθούν ευκαιρίες στους μαθητές ώστε να προβούν σε ενεργή διερεύνηση ώστε να μάθουν έννοιες, να συλλέξουν πληροφορίες και να εφαρμόσουν τις γνώσεις με διάφορους τρόπους.
- Συνεργασία μεταξύ μαθητών, καθηγητών και άλλων στην τοπική κοινότητα, ώστε η αποκτηθείσα γνώση να διαμοιρασθεί ανάμεσα στα μέλη της.
- Να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία ως γνωστικό εργαλείο που θα βοηθήσει τους μαθητές να αναπαραστήσουν τις ιδέες τους.

Ειδικά για την χρήση ρομποτικών κίτ σε project προτείνεται το μοντέλο των Carbonaro et al (2004) που περιγράφεται στην παράγραφο 4.8.

### 3. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

#### 3.1. Ρομπότ, Ρομποτική

Τα ρομπότ είναι αυτόματα μηχανήματα, που αποτελούνται κυρίως από μηχανικά, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά μέρη, τα οποία δημιουργούνται για να φέρουν εις πέρας μια συγκεκριμένη εργασία, αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους και η συμπεριφορά/λειτουργία τους καθορίζεται από ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα.

Ο όρος «ρομπότ» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε ένα θεατρικό έργο του Τσέχου συγγραφέα Karel Capek στο έργο “Rossum’s Universal Robots” το 1920 για να χαρακτηρίσει ανθρωπόμορφες κατασκευές που δημιουργήθηκαν για να προσφέρουν εργασία στους ανθρώπους και προέρχεται από τη λέξη «robota» που στα τσέχικα σημαίνει εργασία, σκληρή δουλειά<sup>1</sup>.

Ρομποτική είναι η επιστήμη που μελετάει τον σχεδιασμό, την κατασκευή, την χρήση και την δομική διάταξη των ρομπότ. Είναι ουσιαστικά ένας συνδυασμός της μηχανολογίας, της ηλεκτρονικής και της πληροφορικής.

#### 3.2. Ορισμός εκπαιδευτικής ρομποτικής

Στην σημερινή εποχή τα προϊόντα της ρομποτικής επιστήμης βρίσκουν εφαρμογή σε ένα πολύ μεγάλο πλήθος εφαρμογών, στην βιομηχανία με τη χρήση ρομποτικών βραχιόνων για την συναρμολόγηση αυτοκινήτων, ηλεκτρονικών πλακετών και πολλών άλλων συσκευών, στην υγεία με τη χρήση ρομποτικών βραχιόνων για την διενέργεια χειρουργικών επεμβάσεων, στο σπίτι με τη χρήση ρομπότ για τις δουλειές του σπιτιού (π.χ. ρομπότ-ηλεκτρική σκούπα), στην επιστήμη και την έρευνα για την εξερεύνηση των ωκεανών σε μεγάλα βάθη αλλά και μακρινών πλανητών, στις εμπορικές επιχειρήσεις με τη χρήση ρομποτικών αυτοκινούμενων οχημάτων και σε πολλές άλλες εφαρμογές.

---

<sup>1</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Robot>

Από την δεκαετία του '70 και μετά οι ρομποτικές κατασκευές άρχισαν σιγά-σιγά να διεισδύουν και στον χώρο της εκπαίδευσης. Ένας πολύ απλός ορισμός θα μπορούσε να λέει ότι εκπαιδευτική ρομποτική είναι η χρήση οποιασδήποτε αυτόματης κατασκευής που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον της και η λειτουργία της στηρίζεται στην εκτέλεση κάποιου προγράμματος (ρομπότ) για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η εκπαιδευτική παράμετρος δεν σημαίνει ότι αναφερόμαστε απαραίτητα μόνο στην οργανωμένη εκπαίδευση (σχολείο, πανεπιστήμιο) αλλά σε οποιαδήποτε δραστηριότητα που μπορεί να συμβάλλει στην απόκτηση κάποιας γνώσης, δεξιότητας ή στάσης. Άτυπα περιβάλλοντα μάθησης θεωρούνται οι ρομποτικοί διαγωνισμοί και η χρήση ρομπότ ως ξεναγοί σε μουσεία.

Παρόλα αυτά σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναφερθεί κυρίως στην χρήση των ρομποτικών κατασκευών στην επίσημη εκπαίδευση.

Η ρομποτική και οι αυτοματισμοί διδάσκονται στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών αρκετές δεκαετίες. Η ένταξη τους όμως στην δευτεροβάθμια και πρωτοβάθμια εκπαίδευση έγινε εφικτή τα τελευταία χρόνια, χάρη στην εμφάνιση 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 (Φράγκου, 2010). 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 και οι δράσεις που μπορούν να αναπτυχθούν μέσω αυτών ανήκουν στον χώρο των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και ειδικότερα στην εκπαιδευτική ρομποτική (Κόμης, 2004).

### **3.3. Ιστορική Αναδρομή**

Τα πρώτα κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής κάνουν την εμφάνισή τους την δεκαετία του '70, έχουν την μορφή χελώνας και φέρουν ενσωματωμένο πληκτρολόγιο με το οποίο προγραμματίζονται. Αξιοποιήθηκαν σε παιδιά μικρής ηλικίας και αποτέλεσαν τον

πρόδρομο των Logo-like περιβαλλόντων. Παράδειγμα τέτοιων ρομπότ αποτελεί το Bigtrak (εικ. 1) για το οποίο υπάρχει μάλιστα και ιστοσελίδα <http://www.thebigtrak.com/>.

Το 1982 κυκλοφορεί για πρώτη φορά στην αγορά το Hero-1 από την εταιρεία Heathkit. Βασισμένο στον μικροεπεξεργαστή 8 bit 6808, με μνήμη 8K ROM και 4K RAM, και με ένα πλήθος αισθητήρων όπως φωτός, ήχου, απόστασης, αφής και κίνησης αλλά και με άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά όπως ρολόι πραγματικού χρόνου και συνθέτη φωνής, αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο με πολλές δυνατότητες (εικ. 2). Παρόλα αυτά το κιτ δεν συνοδεύεται από θεωρητικό υποστηρικτικό υλικό και έτσι δεν αποτελεί ικανοποιητική εκπαιδευτική εμπειρία με αποτέλεσμα να μην προσελκύσει πολλούς πελάτες. Έτσι η εταιρεία, μαζί με άλλες που φτιάχνουν παρόμοια κιτ, θα κλείσει. (<http://www.hero-1.com/broadband>)

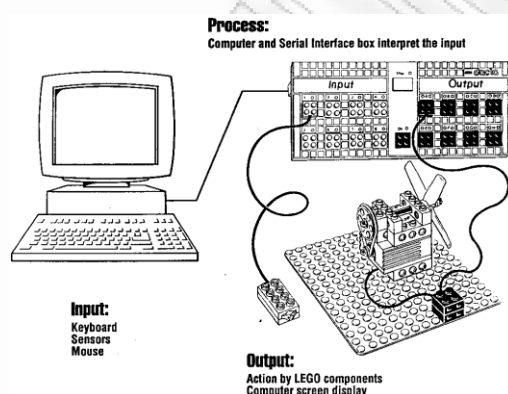


**Εικόνα 1: Bigtrak**



**Εικόνα 2: Hero-1**

Στα μέσα της δεκαετίας του '80 εμφανίζεται η LEGO-Logo τεχνολογία, το πρώτο πραγματικό κιτ κατασκευής αυτόματων συστημάτων, που συνδυάζει τα φημισμένα



**Εικόνα 3: Lego Dacta 1993, p5**

τουβλάκια LEGO με την προγραμματιστική γλώσσα Logo. Η τεχνολογία αυτή ενσωματώνει σε ένα κιτ δυο διαφορετικού τύπου δραστηριότητες σχεδιασμού (Resnick & Ocko, 1991 ; Resnick, 1993). Τα παιδιά ξεκινάνε φτιάχνοντας μια κατασκευή χρησιμοποιώντας εκτός από τα παραδοσιακά τα τουβλάκια Lego και μερικά νέα, όπως γρανάζια, κινητήρες και αισθητήρες. Στη συνέχεια τα παιδιά μπορούν να προγραμματίσουν τις κατασκευές τους με μια έκδοση της Logo, ώστε να συμπεριφέρονται με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Αυτό γίνεται συνδέοντας την κατασκευή

με ένα Η/Υ (εικ. 3)<sup>2</sup>. Για παράδειγμα ένα παιδί μπορεί να φτιάξει ένα σπίτι με φώτα και να προγραμματίσει τα φώτα να ανάβουν και να σβήνουν σε καθορισμένες χρονικές στιγμές. Στη συνέχεια μπορεί να φτιάξει και ένα γκαράζ του οποίου η πόρτα θα ανοίγει κάθε φορά που πλησιάζει ένα αυτοκίνητο (Resnick 1993).

Στα χρόνια που ακολούθησαν πολλές εταιρείες προσπάθησαν να κατασκευάσουν ρομποτικά συστήματα. Οι περισσότερες από αυτές έκλεισαν ή δραστηριοποιήθηκαν σε άλλους τομείς της αγοράς. Πλέον όλες οι εταιρείες που κατασκευάζουν ρομποτικά κιτ είναι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον χώρο των ηλεκτρονικών ειδών ή των παιχνιδιών και η ρομποτική αποτελεί ένα κομμάτι των προϊόντων που διαθέτουν.

### 3.4. Σύγχρονα κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής

Αυτή τη στιγμή υπάρχουν διαθέσιμα στο εμπόριο πολλά κιτ ρομποτικής. Πολλά από αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς ενώ άλλα όχι. Οι Mondada, Bonani et al, 2009, θεωρούν ότι για να μπορεί ένα κιτ ρομποτικής να χρησιμοποιηθεί στην εκπαίδευση θα πρέπει να πληρεί τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Μέγεθος: Το μέγεθος του ρομπότ πρέπει να είναι σχετικά μικρό ώστε να διευκολύνει τον πειραματισμό των μαθητών κοντά στον υπολογιστή. Ο χώρος πειραματισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιος από το μέγεθος του ρομπότ. Άρα σε εφαρμογές σε περιορισμένο χώρο (θρανίο, τραπέζι) το ρομπότ θα πρέπει να έχει μικρές διαστάσεις.
- Δυνατότητες: Για να μπορεί το ρομπότ να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους επιστημονικούς τομείς θα πρέπει στη βασική του έκδοση να έχει πολλές λειτουργικότητες. Οι δυνατότητες του ρομπότ θα πρέπει να καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών τόσο από πλευράς μηχανικών ιδιοτήτων όσο και εκπαιδευτικών δυνατοτήτων.

---

<sup>2</sup> <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v9n2/pdf/jarvinen.pdf>



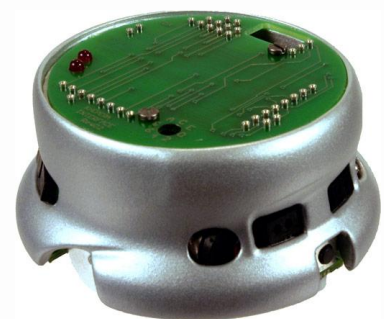
- Φιλικό στον χρήστη: Η διεπαφή του χρήστη με το ρομπότ πρέπει να είναι απλή, αποδοτική και να έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με τις ανάγκες του μαθητή. Αυτό είναι πολύ βασικό ώστε το κιτ να γίνει αποδεκτό από την μαθητική κοινότητα.
- Κόστος: Το κόστος του κιτ ρομποτικής θα πρέπει να κρατηθεί σε χαμηλά επίπεδα. Λαμβάνοντας ως δεδομένο τον μεγάλο αριθμό ρομπότ που χρειάζονται σε ένα σχολικό περιβάλλον αλλά και τον χαμηλό προϋπολογισμό που διαθέτουν τα σχολεία, θα πρέπει αναπόφευκτα να μειωθεί το κόστος του κιτ.
- Ανοικτό Υλικό/Λογισμικό: Το κιτ θα πρέπει να είναι ανοικτό από πλευράς hardware και software ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους ενδιαφερόμενους, όπως πανεπιστήμια, εργαστήρια, καθηγητές και μαθητές.

Παρακάτω παραθέτουμε μια λίστα από αυτά που θεωρούμε ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς χωρίς όμως να σημαίνει ότι πληρούν όλες τις παραπάνω προϋποθέσεις.

### 3.4.1. KHEPERA II

Το κιτ Khepera II<sup>3</sup> από την εταιρεία K-Team είναι ο επανασχεδιασμός του πρωτότυπου κιτ Khepera Robot. Είναι στο ίδιο μέγεθος με τη πρώτη έκδοση και απόλυτα συμβατό με αυτή όσον αφορά τις επεκτάσεις, το λογισμικό και τα επιστημονικά εργαλεία. Το μέγεθος του είναι πολύ μικρό (διάμετρος 7 εκ.) ενώ είναι και πολύ ελαφρύ (βάρος 80 γραμμ. ).

Ο επεξεργαστής του είναι ο MOTOROLA 68331, 25 MHz Improved, έχει μνήμη RAM & Flash, από 512KB η κάθε μια. Έχει 2 DC σερβοκινητήρες που του επιτρέπουν μέγιστη ταχύτητα τα 0,5 m/s, διαθέτει 8 αισθητήρες προσέγγισης και ένα αισθητήρα φωτός ενώ έχει και 3 αναλογικές εισόδους (0 – 4,3 V). Η αυτονομία του είναι



**Εικόνα 4: KHEPERA II**

<sup>3</sup> Ανάκτηση 8 Ιουλίου, 2010 από <http://www.k-team.com/mobile-robotics-products/khepera-ii/specifications>

1 ώρα εάν κινείται συνέχεια. Το κόστος του είναι αρκετά μεγάλο αφού κοστολογείται στα 1500 ευρώ.

### 3.4.2. HEMISSON

Το κιτ Hemisson<sup>4</sup>, επίσης από την εταιρεία K-Team, είναι ιδανικό για αρχάριους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας αλλά και σε εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης. Μπορεί να προγραμματιστεί με διάφορα λογισμικά όπως το BotStudio, αλλά και άλλα που έχουν πρόσβαση στη σειριακή θύρα όπως το MATLAB, Visual Studio C/C++.



Εικόνα 5: HEMISSON

<sup>4</sup> Ανάκτηση 10 Ιουλίου, 2010 από <http://www.k-team.com/mobile-robotics-products/hemisson>

Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά είναι: Επεξεργαστής PIC 16F877 (20 Mhz CPU clock, 8bit, 8kword program memory), 2 dc κινητήρες (με έλεγχο ανοικτού βρόγχου χωρίς κωδικοποιητή), 8 αισθητήρες φωτός, 6 αισθητήρες εμποδίων (υπέρυθροι), 2 αισθητήρες ανίχνευσης γραμμής, 1 θύρα σειριακής επικοινωνίας, 1 δέκτης υπεριώδους (λαμβάνει σήμα από TV control), 1 buzzer, 4 LEDs. Οι διαστάσεις του ρομπότ είναι 12 εκ. διάμετρος ενώ το βάρος του είναι 200 γραμμ. Η τιμή του ξεκινάει από τα 225 ευρώ.

Το Hemisson πωλείται σε 3 διαφορετικές εκδόσεις: Hemisson Standard pack (εικ. 6a), Deluxe Pack (εικ. 6b) και Super Educational Pack (εικ.6c).



(a) Standard Pack



(b) Deluxe Pack

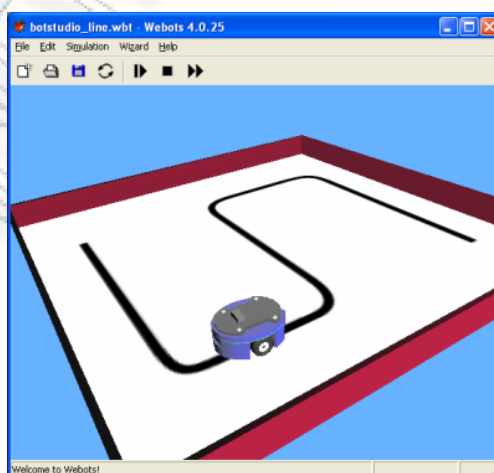


(c) Super Educational Pack

**Εικόνα 6: Hemisson packs**

Το Hemisson διαθέτει και δυνατότητα εξομίωσης της λειτουργίας του μέσα από το πρόγραμμα εξομίωσης ρομποτικών κιτ Webots. Περισσότερες πληροφορίες για το λογισμικό αυτό στην ιστοσελίδα: <http://www.cyberbotics.com>

Παρακάτω φαίνεται ένα screenshot από το λογισμικό εξομίωσης Webots 4.0.25



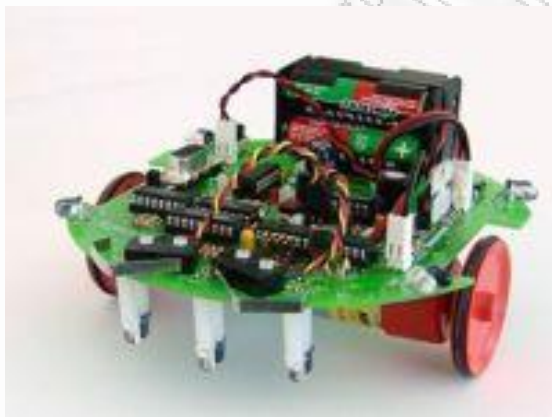
**Εικόνα 7: Robot Simulator Webots**

### 3.4.3. CIRCULAR GT ROBOT

Η εταιρεία idMind κατασκευάζει και προωθεί το κιτ GT robot<sup>5</sup> το οποίο κατασκευάζεται πάνω σε μια κυκλική βάση (πλακέτα). Η τιμή του κιτ κοστολογείται στα 210 ευρώ.

Το κιτ περιλαμβάνει:

- Μια πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος πάνω στην οποία τοποθετούνται ο επεξεργαστής PIC, οι drivers για τους κινητήρες, η διασύνδεση για 7 αναλογικούς αισθητήρες, η σειριακή διασύνδεση με το PC, έξτρα ψηφιακές θύρες (3) και έξτρα αναλογική διασύνδεση (4 θύρες εισόδου)
- 2 DC κινητήρες
- 7 IR (υπέρυθρα) ζεύγη πομπού-δέκτη
- 2 αισθητήρες αφής (μικροδιακόπτες)
- 2 τροχούς
- 1 σειριακό καλώδιο
- Λογισμικό προγραμματισμού



Εικόνα 8: Circular GT robot



Εικόνα 9: Circular GT Robot Soccer

Το κιτ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα μαθήματα που έχουν σχέση με την επιστήμη και την τεχνολογία αλλά και για project ρομποτικής.

<sup>5</sup> Ανάκτηση 5 Ιουλίου, 2010 από <http://www.idmind.pt/en/education/circular.php>

### 3.4.4. AMIGOBOT

Το εκπαιδευτικό κιτ Amigobot<sup>6</sup> από την εταιρεία MobileRobots (πρώην Activemedia) είναι ένα από τα εννέα κιτ που διαθέτει η εταιρεία και το πιο απλό μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εύκολα project ρομποτικής στην εκπαίδευση. Το εγχειρίδιο λειτουργίας του Amigobot μπορείτε να το βρείτε στην ιστοσελίδα: <http://robots.mobilerobots.com/amigobot/amigofree/AmigoGuide.pdf>.

Ο εγκέφαλος του αποτελείται από ένα μικροεπεξεργαστή Hitachi H8 στα 20 Mhz που συνδέεται με μια μνήμη Flash στην οποία είναι εγκατεστημένο το λογισμικό που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του (AmigOS). Για τον προγραμματισμό του είναι απαραίτητη η εγκατάσταση των λογισμικών Activ's Media Robotics Interface for Applications (ARIA) και Saphira στον Η/Υ.

Οι διαστάσεις του είναι  $M \times \Pi \times Y = 33\text{εκ.} \times 28\text{εκ.} \times 13\text{εκ.}$  ενώ ζυγίζει 3,6 κιλά. Η κίνηση του προέρχεται από 2 DC κινητήρες με ενσωματωμένο κιβώτιο γραναζιών με λόγο 19,5:1. Περιλαμβάνει 8 υπερηχητικούς αισθητήρες (4 μπροστά, 2 πίσω και 1 σε κάθε πλευρά), κωδικοποιητές θέσης/ταχύτητας μεγάλης ακρίβειας (19500 ticks/περιστροφή τροχού) στους κινητήρες και 1 μεγάφωνο για να αναπαράγει ήχους.



**Εικόνα 10: Amigobot**

<sup>6</sup>Ανάκτηση 15 Ιουλίου, 2010 από <http://www.mobilerobots.com/researchrobots/researchrobots/AmigoBot.aspx>

### 3.4.5. BOEBOT

Το εκπαιδευτικό κιτ ρομποτικής BoeBot<sup>7</sup> κατασκευάζεται από την εταιρεία Parallax Inc. Το ρομπότ κατασκευάζεται πάνω σε ένα αλουμινένιο σασί που λειτουργεί ως βάση για τους σερβοκινητήρες και την ηλεκτρονική πλακέτα ενώ υπάρχουν τρύπες και υποδοχές για διάφορα ρομποτικά εξαρτήματα (π.χ. αισθητήρες).



Εικόνα 11: Το κιτ BoeBot

Το όνομα του κιτ προέρχεται από το Board of Education (BOE) που ουσιαστικά αποτελεί και τον προγραμματιζόμενο εγκέφαλο του ρομπότ. Το BOE είναι μια ηλεκτρονική πλακέτα που αποτελεί μια αναπτυξιακή πλατφόρμα βασισμένη στην σειρά μικροεπεξεργαστών Basic Stamp επίσης της εταιρείας Parallax Inc (εικ 12)<sup>8</sup>. Το κιτ κοστολογείται στα 260\$.



Εικόνα 12: Board of education

<sup>7</sup> Ανάκτηση 10 Ιουλίου, 2010 από <http://www.parallax.com/tabid/411/Default.aspx>

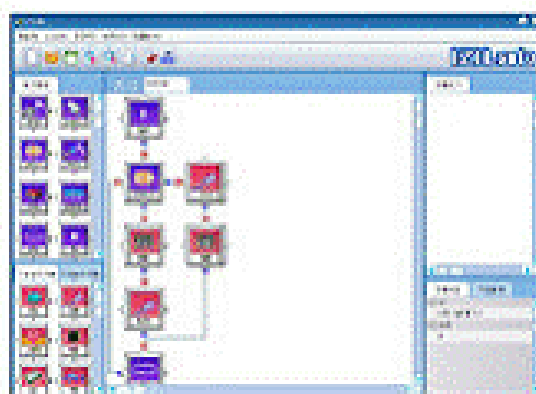
<sup>8</sup> <http://users.ntua.gr/dpiperid/MyWebPage/Contructions/Bs2Board.htm>

### 3.4.6. ER-6

Το εκπαιδευτικό κιτ ρομποτικής ER-6<sup>9</sup> (εικ. 13) κατασκευάζεται από την εταιρεία INNOMetal IZIRObots και το κόστος του πλησιάζει τα 140\$. Συναρμολογείται χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία και περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα, όπως αισθητήρες, μοτέρ, πλακέτα ελεγκτή, έλεγχο από απόσταση (remote control), λογισμικό και μια σειρά από έξτρα πλακετούλες (modular units) κάποιες από τις οποίες φέρουν προγραμματιζόμενα chip. Το κιτ συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω καλωδίου USB και προγραμματίζεται με τη βοήθεια ενός ευκολόχρηστου λογισμικού, του IZILab (εικ. 14), που βασίζεται στην τεχνική σύρε και άσε (drag and drop).



Εικόνα 13: ER-6



Εικόνα 14: IZILab Software

Το ρομπότ αφού προγραμματιστεί μπορεί να κινηθεί είτε με έλεγχο από απόσταση είτε αυτόνομα βάσει του προγράμματος του και της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον.

Εφαρμογές στις οποίες μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι: ανίχνευση γραμμής, ανίχνευση φωτός, ανίχνευση ήχου, ποδόσφαιρο, σούμο κ.α. Για την λειτουργία του πρέπει να τροφοδοτηθεί με 4 μπαταρίες AA.

<sup>9</sup>Ανάκτηση 20 Ιουλίου, 2010 από [http://www.izirobotics.com/english/products\\_04.html](http://www.izirobotics.com/english/products_04.html)

Το σετ περιλαμβάνει:

Mainboard	Sensors & Modules	Base Components
- 5 x MA-VIN module sockets	- Buzzer	- 2 Gearboxed Motors
- 1 x LCD Display socket	- Speaker	- 2 Wheels
- LCD Display	- LED Module (4 LED)	- USB Cable
- Atmel microcontroller	- 6 x Infrared Photo Sensors	- Transparent Cover
	- Sound Sensor	- Mainboardholder
	- Color Detection Sensor	- Battery Box
	- Touch Sensor	- Screws
	- Tact Switch Module	- Software CD

**Πίνακας 2:Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται το κιτ ρομποτικής ER-6**

### 3.4.7. E-PUCK

Το κιτ ρομποτικής e-puck<sup>10</sup> σχεδιάστηκε από το École Polytechnique Fédérale de Lausanne για να εξυπηρετήσει τις εκπαιδευτικές ανάγκες του ιδρύματος. Η αφορμή για την κατασκευή του κιτ ήταν η ανάγκη για τη χρήση μιας ενιαίας ρομποτικής πλατφόρμας αντί των πολλών και διαφορετικών που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν σε μαθήματα ρομποτικής, σε άλλα μαθήματα που έχουν κάποια σχέση με τη ρομποτική (π.χ. επεξεργασία σήματος, αυτόματος έλεγχος, προγραμματισμός) και σε εισαγωγικά μαθήματα (ώστε οι φοιτητές να έρχονται νωρίτερα σε επαφή με έννοιες ρομποτικής). Το κιτ ρομποτικής σχεδιάστηκε με τη φιλοσοφία της ανοικτής πρόσβασης τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και λογισμικού και έτσι μπορεί κάποιος να βρει στην επίσημη

<sup>10</sup> Ανάκτηση 8 Ιουλίου, 2010 από <http://www.e-puck.org/index.php>



ιστοσελίδα τόσο τα σχέδια (ηλεκτρονικά κυκλώματα, μηχανική κατασκευή) του υλικού όσο και τον κώδικα που το συνοδεύει.



**Εικόνα 15: e-ruck**

Τεχνικά χαρακτηριστικά (Υλικό)

Μικροελεγκτής: Όλη η σχεδίαση του e-ruck στηρίχτηκε σε έναν μικροελεγκτή της Microchip και συγκεκριμένα της οικογένειας dsPIC ο οποίος ενσωματώνει έναν 16bit επεξεργαστή σε συνδυασμό με έναν επεξεργαστή ψηφιακού σήματος (Digital Signal Processor – DSP). Λειτουργεί στα 64 MHz και έχει υπολογιστική ισχύ 16MIPS. Η έκδοση που χρησιμοποιήθηκε περιλαμβάνει στο σώμα του μικροελεγκτή μνήμη RAM 8KB και μνήμη προγράμματος τύπου Flash 144KB.

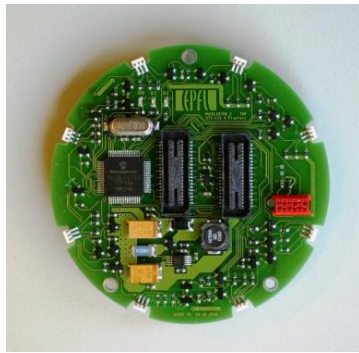
Αισθητήρες και ενεργοποιητές: Το e-ruck περιλαμβάνει 8 υπέρυθρους αισθητήρες προσέγγισης (για μέτρηση φωτός και ανίχνευση εμποδίων), ένα 3D-επιταχυνσιόμετρο (για τη μέτρηση κλίσης, ταχύτητας και ανίχνευση συγκρούσεων), 3 μικρόφωνα (για την

ανίχνευση ήχου και της πηγής του), μια έγχρωμη κάμερα με ανάλυση 640X800 (για την επεξεργασία εικόνας), 2 βηματικούς κινητήρες με ανάλυση 1000 βημάτων/περιστροφή, ένα μεγάφωνο, 6 κόκκινα LED και ένα σετ από πράσινα LED (για την αλληλεπίδραση με τον χρήστη αλλά και μεταξύ των ρομπότ) και 1 κόκκινο LED (παράγει μια εστιασμένη κόκκινη ακτίνα φωτός που χρησιμοποιείται για την μέτρηση απόστασης).

Διεπαφή με το χρήστη: το e-ruck περιλαμβάνει 2 LEDs (ένα για την ένδειξη χαμηλής μπαταρίας και ένα για την κατάσταση λειτουργίας), ένα συνδετήρα για τον προγραμματισμό της μνήμης Flash, έναν υπέρυθρο δέκτη για έλεγχο από απόσταση συμβατό με TV remote control), μια κλασσική σειριακή θύρα RS232 για την επικοινωνία με τον Η/Υ, επικοινωνία Bluetooth με τον Η/Υ ή μέχρι και 7 άλλα e-ruck, ένα πλήκτρο RESET, έναν περιστρεφόμενο διακόπτη 16 θέσεων που προσδιορίζει έναν 4 bit αριθμό για την επιλογή π.χ. παραμέτρων ή προγραμματισμένων συμπεριφορών.

Μηχανικά μέρη: Το ρομπότ έχει διάμετρο 7,5 εκ. ενώ το ύψος του καθορίζεται από τυχόν σύνδεση έξτρα προεκτάσεων (extensions). Το κυρίως σώμα αποτελείται από 4 πλαστικά κομμάτια. Οι κινητήρες και η πλακέτα PCB ενσωματώνονται πάνω στο βασικό σώμα με βίδες, ενώ μέσα του βρίσκεται και η μπαταρία.

Προεκτάσεις: Υπάρχουν 3 διαφορετικά είδη προεκτάσεων, αυτές που μπαίνουν στην κορυφή και δεν επιτρέπουν την τοποθέτηση άλλης προέκτασης (top), αυτές που μπαίνουν στη βάση (bottom) και αυτές που μπαίνουν στην κορυφή αλλά επιτρέπουν και άλλες προεκτάσεις (sandwich). Παραδείγματα προεκτάσεων είναι ένα περιστρεφόμενο scanner, ένας πυργίσκος με 3 κάμερες, πλακέτα με 3 αισθητήρες για μέτρηση χρώματος στο πάτωμα, μια ραδιοσύνδεση Zigbee, ένα στεφάνι με RGB LEDs και ένα πυργίσκο με πανκατευθυντική κάμερα και ενσωματωμένο επεξεργαστή. Μερικές από τις προεκτάσεις φαίνονται παρακάτω:



(a) RGB LEDs



(b) Ground sensors



(c) Zigbee radiolink

**Εικόνα 16: e-puck extensions**

Το κιτ κοστολογείται στα 550 ευρώ.

### 3.5. Ρομποτικοί διαγωνισμοί

Ο ανταγωνισμός είναι μια διαδικασία που τραβάει την προσοχή των ανθρώπων και τους κάνει να θέλουν να συμμετέχουν ενεργά και αυτό ισχύει για όλες τα πεδία δράσης. Στην εκπαίδευση, ο ανταγωνισμός είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των μαθητών και αυτό ισχύει για όλες τις βαθμίδες, από το νηπιαγωγείο μέχρι και το πανεπιστήμιο και για τα περισσότερα μαθήματα, από την απλή ανάγνωση μέχρι και την ανώτερη επιστήμη.

Τα τελευταία 25 χρόνια οι ρομποτικοί διαγωνισμοί αποτελούν ένα νέο πεδίο ανταγωνισμού, στο οποίο συμμετέχουν με ιδιαίτερο ζήλο οι μαθητές, οι καθηγητές και οι γονείς, αποσπώντας ένα μερίδιο συμμετοχής από πιο παραδοσιακά ανταγωνιστικά σπορ.

Οι απαρχές των διαγωνισμών ρομποτικής βρίσκονται στο πανεπιστήμιο MIT, όπου το 1970 ο καθηγητής H.H. Richardson μετέτρεψε το μάθημα «Εισαγωγή στη σχεδίαση» στο τμήμα Μηχανολόγων μηχανικών σε διαγωνισμό σχεδίασης. Πολλοί φοιτητές από τα τμήματα Ηλεκτρολόγων μηχανικών και Πληροφορικής ζηλεύοντας το μάθημα των μηχανολόγων αποφάσισαν να δημιουργήσουν τον δικό τους διαγωνισμό. Ενώ αρχικά ο

διαγωνισμός γινόταν σε επίπεδο εξομοίωσης από το 1991 και ύστερα συμπεριέλαβε αυτόνομα ρομπότ που μάχονταν «σώμα με σώμα» μέχρι τελικής πτώσης. Από κει και ύστερα το φαινόμενο αυτό απέκτησε σιγά-σιγά παγκόσμιες διαστάσεις.

### **3.5.1. Μια ταξινόμια των ρομποτικών διαγωνισμών.**

Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να διαχωρίσει κανείς το μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων που συνιστούν ένα διαγωνισμό ρομποτικής. Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε τα παρακάτω κριτήρια (Miller, Nourbakhsh & Siegwart, 2008):

#### **Αυτονομία**

Το επίπεδο αυτονομίας που επιδεικνύουν τα ρομπότ στους διαγωνισμούς κυμαίνεται σε ένα μεγάλο εύρος. Σε κάποιους διαγωνισμούς τα ρομπότ είναι τηλεχειριζόμενα και δεν έχουν καμία ανεξαρτησία για τη δράση τους ή την λήψη αποφάσεων (π.χ. BEST™). Σε άλλους διαγωνισμούς τα ρομπότ είναι τηλεχειριζόμενα αλλά μπορούν να κάνουν κάποια επεξεργασία στις εντολές που λαμβάνουν ή να πάρουν ανατροφοδότηση από κάποιους ενσωματωμένους αισθητήρες (π.χ. FIRST®). Τέλος υπάρχουν και περιπτώσεις που τα ρομπότ είναι εντελώς αυτόνομα, με μικρή ή καθόλου επίδραση από τους χειριστές τους αλλά και εδώ έχουμε μια γκάμα περιπτώσεων. Κάποια ρομπότ απλά επαναλαμβάνουν κάποιες συμπεριφορές (λειτουργώντας ως συστήματα ανοιχτού βρόγχου), κάποια ελέγχουν την συμπεριφορά τους βασιζόμενα σε ανατροφοδότηση από αισθητήρες, ενώ κάποια άλλα «μαθαίνουν» καθώς λειτουργούν και τροποποιούν όχι μόνο τη συμπεριφορά τους αλλά και το πρόγραμμά τους. Μια γενίκευση που μπορεί να γίνει σε σχέση με τους διαγωνισμούς ρομποτικής και την εκπαιδευτική τους διάσταση είναι ότι όσο πιο αυτόνομα είναι τα ρομπότ τόσο περισσότερο ο διαγωνισμός σχετίζεται με θέματα λογισμικού/προγραμματισμού ενώ αντίθετα λιγότερη αυτονομία συνεπάγεται έμφαση στη μηχανική σχεδίαση και την φυσική κατασκευή.

## **Απόδοση vs Αντιπαλότητας**

Σε μερικούς διαγωνισμούς ρομποτικής η κατάταξη (βαθμολογία) των ρομπότ γίνεται σε μια απόλυτη κλίμακα ανάλογα με την απόδοση του ρομπότ σε μια συγκεκριμένη δοκιμασία με βάση κάποια προκαθορισμένα κριτήρια. Σε άλλους διαγωνισμούς η κατάταξη βασίζεται ανάλογα με τον αριθμό νικών που έχει ένα ρομπότ απέναντι σε μια σειρά αντιπάλων. Στη δεύτερη περίπτωση δεν παίζει ρόλο πόσο καλά τα πήγε το ρομπότ σε ένα συγκεκριμένο γύρο αρκεί να τα πήγε καλύτερα από το ρομπότ του αντιπάλου. Ο διαγωνισμός πυρόσβεσης από ρομπότ στο Trinity College (Trinity College's Firefighting Robot Contest, TCFHRC) ανήκει στην πρώτη περίπτωση και ο νικητής είναι το ρομπότ που θα ανιχνεύσει και θα σβήσει στο συντομότερο χρόνο τη φλόγα ενός κεριού. Η βαθμολόγηση στο RoboCup Junior Dance είναι πιο υποκειμενική αλλά βασίζεται και πάλι στην ατομική επίδοση του ρομπότ σε μια απόλυτη κλίμακα. Το κριτήριο και στις δύο προηγούμενες περιπτώσεις είναι η «απόδοση». Αντίθετα οι διαγωνισμοί σούμο ανήκουν στην κατηγορία της «αντιπαλότητας» και πολλές φορές είναι γνωστοί με την ονομασία "head-to-head". Μια άλλη σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο περιπτώσεων είναι ότι σε ένα διαγωνισμό «απόδοσης» το περιβάλλον είναι σε μεγάλο βαθμό προβλέψιμο σε αντίθεση με τους διαγωνισμούς «αντιπαλότητας» όπου κανείς δεν μπορεί να προβλέψει τις κινήσεις του αντίπαλου. Αυτό έχει ως συνέπεια το κάθε πρόβλημα προς επίλυση να χρειάζεται διαφορετική στρατηγική.

### **Συγκεκριμένος αγώνας vs νέος αγώνας ανά χρόνο.**

Τι είναι καλύτερο, οι μαθητές να εξετάζουν τις λύσεις που δόθηκαν από προηγούμενους διαγωνιζόμενους και πάνω σε αυτές να δημιουργούν τις δικές τους ιδέες ή να συνθέτουν εξ' αρχής κάτι νέο χωρίς το παράδειγμα των παλαιότερων; Δεν υπάρχει συγκεκριμένη απάντηση αλλά για κάθε φιλοσοφία υπάρχει και ένας διαγωνισμός που την υποστηρίζει. Διαγωνισμοί όπως ο RoboCup έχουν μεγάλη παράδοση και αποτελούν παράδειγμα της πρώτης φιλοσοφίας όπου το παιχνίδι και οι κανόνες του παραμένουν ανέπαφοι στην πάροδο του χρόνου. Μάλιστα κάθε χρόνο εκδίδονται έντυπα που αναφέρουν λεπτομερώς τις πετυχημένες στρατηγικές εκείνης της χρονιάς. Έτσι υπάρχει μια σταθερή σταδιακή βελτίωση στις τεχνικές που χρησιμοποιούνται. Αντίθετα διαγωνισμοί όπως ο Botball® χρησιμοποιούν νέο παιχνίδι κάθε χρόνο. Έτσι οι νέοι διαγωνιζόμενοι έχουν τις ίδιες πιθανότητες να κερδίσουν σε σχέση με τους παλιούς

αφού οι κανόνες του παιχνιδιού δίνονται την ίδια χρονική στιγμή και όλοι πρέπει να φτιάξουν ένα νέο σύστημα για τον αγώνα σε προκαθορισμένο χρόνο. Ο κάθε εκπαιδευτής/διοργανωτής επιλέγει την φιλοσοφία που θεωρεί καλύτερη. Νέα δραστηριότητα κάθε χρόνο έχει το πλεονέκτημα ότι διατηρεί το ενδιαφέρον σε υψηλό βαθμό τόσο για τους καθηγητές όσο και για τους μαθητές. Ο ίδιος αγώνας κάθε χρόνο έχει το πλεονέκτημα της υψηλής τεχνογνωσίας που δημιουργείτε χρόνο με το χρόνο.

### **3.5.2. Η ψυχαγωγική διάσταση των διαγωνισμών**

Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους διοργανώνονται οι ρομποτικοί διαγωνισμοί είναι και η ψυχαγωγική τους πλευρά τόσο για τους συμμετέχοντες όσο και για το κοινό που τους παρακολουθεί. Είναι βέβαια αλήθεια ότι η ψυχαγωγική αξία ενός διαγωνισμού δεν είναι ανάλογη με την τεχνική πολυπλοκότητα των ρομπότ. Ο διαγωνισμός Battlebots® και οι διάφορες παραλλαγές του είχαν μεγάλη επιτυχία σε επίπεδο μαζικής ψυχαγωγίας. Τα ρομπότ που χρησιμοποιούνται είναι τηλεχειριζόμενα και ενώ κάποιες φορές είναι κατασκευαστικά πολύπλοκα από πλευράς υπολογιστικής δύναμης είναι απλοποιημένα. Στο διαγωνισμό του Συνδέσμου για την Ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (Association for the Advancement of Artificial Intelligence – AAAI) παίρνουν μέρος ρομπότ εξεζητημένης υπολογιστικής ισχύος κάτι που όμως δεν συνεπάγεται και την αύξηση της αξίας της ψυχαγωγίας του κοινού.

### **3.5.3. Οι διαγωνισμοί στην υπηρεσία της εκπαίδευσης**

Επαγγελματικοί οργανισμοί όπως ο AAAI και ο IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) συχνά διοργανώνουν διαγωνισμούς για τα μέλη τους παράλληλα με την διεξαγωγή των συνεδρίων τους. Σκοπός τους είναι προσελκύσουν μαθητές ώστε να παρακολουθήσουν το συνέδριο και να γίνουν ενεργά μέλη τους. Η ενασχόληση με τα ρομπότ βελτιώνει τις γνώσεις και τις δεξιότητές των μαθητών ενώ παράλληλα δημιουργεί τον απαραίτητο ενθουσιασμό για την τεχνολογία και την

επιχειρηματικότητα που στηρίζει ο εκάστοτε οργανισμός. Παράλληλα οι μαθητές κινητοποιούνται ώστε να ακολουθήσουν ανάλογες σπουδές.

Πολλά πανεπιστήμια και κολλέγια χρησιμοποιούν ρομποτικούς διαγωνισμούς σαν μέρος του προγράμματος σπουδών τους είτε στα πλαίσια κάποιου μαθήματος (όπως ήταν π.χ. το μάθημα 6.270 στο MIT) είτε συμμετέχοντας σε κάποιον από τους υπάρχοντες (π.χ. Beyond Botball).

Στην πλειοψηφία τους όμως οι διαγωνισμοί ρομποτικής απευθύνονται σε μαθητές της μέσης εκπαίδευσης (επίπεδο γυμνασίου και λυκείου). Εδώ το ζητούμενο δεν είναι να διδαχθούν συγκεκριμένες δεξιότητες αλλά να αναδειχθεί η δημιουργικότητα των μαθητών και να δοθεί έμφαση σε πιο βασικές έννοιες, ενώ παράλληλα γίνεται προσπάθεια ώστε οι μαθητές να εκτιμήσουν βασικές αρχές της επιστήμης, της τεχνολογίας, της εκπαίδευσης και των μαθηματικών. Σε μερικές διοργανώσεις υπάρχουν επιπλέον δραστηριότητες όπως η γραπτή τεκμηρίωση, η παρουσίαση, αναφορές, ακόμα και γραπτές εξετάσεις ώστε να διευρύνει ο καθηγητής τις απαιτήσεις ως προς την γνώση που αποκτήθηκε. Για να μπορέσουν οι καθηγητές να κατευθύνουν σωστά τους μαθητές, πολλά τουρνουά έχουν συνδεθεί με υλικό από το πρόγραμμα σπουδών. Η NASA έχει συγκεντρώσει συνδέσμους σε τέτοιου είδους υλικό και τους έχει αναρτήσει στο INTERNET.

### **3.6. Τα ρομπότ σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης**

Τα ρομπότ είναι ελκυστικές προς τον άνθρωπο κατασκευές και μπορούν να αλληλεπιδράσουν μαζί του με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Έτσι δεν είναι τυχαίο ότι μία από τις πρώτες εφαρμογές που είχαν τα ρομπότ ήταν αυτή του οδηγού/ξεναγού σε ερευνητικά εργαστήρια και αργότερα σε μουσεία και εκθέσεις. Τα πρώτα ρομπότ που κατασκευάστηκαν για το σκοπό αυτό είχαν πολύ μικρό βαθμό αλληλεπίδρασης με τους επισκέπτες και δεν είχαν εξελιγμένες ικανότητες. Το ρομπότ SHAKY, που κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '70, ήταν το πρώτο κινούμενο ρομπότ και μπορούσε να μετακινεί ξύλινα μπλόκ σύμφωνα με τις εντολές που έπαιρνε από ένα πληκτρολόγιο. Αργότερα, το ρομπότ POLLY, ήταν το πρώτο που ήρθε σε επαφή με

επισκέπτες που δεν ήταν εκπαιδευμένοι στη λειτουργία του και χρησιμοποιήθηκε από το εργαστήριο τεχνητής νοημοσύνης του πανεπιστημίου MIT για την διεξαγωγή ξεναγήσεων στο χώρο του εργαστηρίου. Τα ρομπότ άρχισαν να χρησιμοποιούνται σε μουσεία και εκθεσιακούς χώρους μόνο όταν έγιναν αρκετά ικανά να προσφέρουν μεγάλο βαθμό αλληλεπίδρασης με τους επισκέπτες και να μπορούν να προσανατολίζονται σε πολύπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα. Το πρώτο ρομπότ-ξεναγός, που ονομαζόταν RHINO χρησιμοποιήθηκε για 6 μέρες σε ένα Γερμανικό μουσείο στη Βόνη το 1997. Σκοπός του ήταν να δραστηριοποιεί τους επισκέπτες και να τους ξεναγεί στα διάφορα εκθέματα. Η εμπειρία αυτή έφερε στην επιφάνεια την ανάγκη για την κατασκευή πιο εξελιγμένων ρομπότ με αυξημένες ικανότητες αλληλεπίδρασης. Ένα πρώτο βήμα προς αυτή την κατεύθυνση ήταν το ρομπότ MINERVA (το πρώτο με γυναικείο όνομα!) του οποίου μια κατασκευαστική εκδοχή ήταν εξοπλισμένη με ένα πρόσωπο (είχε στόμα , μάτια φρύδια) και μπορούσε να προσποιηθεί συναισθήματα αλλά και να ψυχαγωγεί τον κόσμο. Σύμφωνα με μια έρευνα που έγινε εκείνη την εποχή οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούσαν ότι η νοημοσύνη του ρομπότ ήταν αντίστοιχη με αυτή ενός σκύλου!

Στα επόμενα χρόνια κατασκευάστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν πολλά άλλα ρομπότ, όπως τα ALBERT, HERMES, CHIPS, η σειρά the Inciting, the Instructive, and the Twiddling, ο στόλος RoboX, RACKHAM κ.α. Τα ρομπότ αυτά είχαν εξελιγμένες λειτουργίες όπως να δέχονται φωνητικές εντολές, να ενσωματώνουν οθόνες αφής με οπτικοακουστικό υλικό, να μιλάνε με τη βοήθεια ενός συνθέτη φωνής , να ανιχνεύουν τους επισκέπτες κ.λ.π.

Τα τελευταία χρόνια κατασκευάστηκαν ανθρωπόμορφα ρομπότ, όπως είναι η περίπτωση του Repliee Q1 που κατασκευάστηκε από το πανεπιστήμιο της OSAKA και χρησιμοποιήθηκε στην έκθεση World Expo της Ιαπωνίας. Το ρομπότ είχε τοποθετηθεί στις «Πληροφορίες» της έκθεσης και επικοινωνούσε με ομιλία, εκφράσεις του προσώπου και γλώσσα του σώματος. Η επόμενη έκδοση του Repliee προβλέπεται να έχει ενεργά πόδια ώστε να μπορεί να μετακινείται.

Όλη αυτή η πολύχρονη εμπειρία από την χρήση των ρομπότ έδωσε στους κατασκευαστές νέες αντιλήψεις για τον σχεδιασμό των ρομπότ-ξεναγών και την συμπεριφορά των χρηστών. Ένα από τα σημαντικά συμπεράσματα είναι ότι σε



ανεπίσημα περιβάλλοντα μάθησης, όπως είναι τα μουσεία, είναι αδύνατο να διδάξεις τους επισκέπτες να χρησιμοποιούν το ρομπότ και γι' αυτό η λειτουργία των ρομπότ θα πρέπει να ακολουθεί τη φιλοσοφία plug and play. Αυτό είναι εφικτό αν ο σχεδιασμός και η λειτουργικότητα είναι αρμονικά δεμένα μεταξύ τους έτσι ώστε οι προθέσεις του ρομπότ αλλά και οι εσωτερικές του καταστάσεις να είναι κατανοητές από τον επισκέπτη. Τα σύγχρονα ρομποτικά μοντέλα δημιουργούν απαιτήσεις στο χρήστη, π.χ. τα ανθρωπόμορφα ρομπότ κάνουν τον επισκέπτη να πιστεύει ότι το ρομπότ έχει όλες τις ανθρώπινες ικανότητες. Επίσης αν το ρομπότ μιλάει τότε περιμένει κανείς να μπορεί να ανταποκριθεί σε ένα διάλογο. Γενικά ο κόσμος έχει την τάση να υπερεκτιμάει τις ικανότητες των ρομπότ κυρίως επειδή οι περισσότεροι τα γνωρίζουν μέσα από ταινίες επιστημονικής φαντασίας.

Οι επισκέπτες είναι περίεργοι αλλά και ανυπόμονοι και αγενείς. Έτσι τα ρομπότ-ξεναγοί θα πρέπει να επιτρέπουν στον επισκέπτη να ανακαλύπτει πράγματα με γρήγορο ρυθμό, να είναι δυναμικά και να ανταποκρίνονται γρήγορα ενώ θα πρέπει να είναι και ανθεκτικά σε περίπτωση κακομεταχείρισης. Η επιτυχής λειτουργία τέτοιων ρομπότ βασίζεται στον προσεκτικό σχεδιασμό που λαμβάνει υπ' όψιν του όλες τις προηγούμενες παραμέτρους.

### **3.7. Κατηγοριοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής**

Όπως είπαμε και νωρίτερα ένας πολύ απλός ορισμός της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η χρήση ρομποτικών κατασκευών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αρχικά η ρομποτική αποτελούσε μια επιστήμη που διδάσκονταν σε πανεπιστημιακό επίπεδο και συνδέονταν άμεσα με άλλες επιστήμες όπως η Μηχανολογία και η Ηλεκτρονική (αλλά και η Πληροφορική και οι Αυτοματισμοί) οδηγώντας σε ένα νέο όρο, την μηχανοτρονική (Mechatronics). Αργότερα, η ρομποτική άρχισε να εισχωρεί και σε χαμηλότερες εκπαιδευτικές βαθμίδες, ακόμη και στο Δημοτικό, για την διδασκαλία του προγραμματισμού και της τεχνολογίας κ.α., αλλά και σαν μέσο αύξησης της κινητοποίησης των μαθητών.

Όλες οι δραστηριότητες και τα project που υλοποιούνται μέσα στο σχολικό περιβάλλον μπορούν να χωριστούν σε δύο ξεχωριστές κατηγορίες, ανάλογα με τον ρόλο που διαδραματίζουν στην μαθησιακή διαδικασία (Alimisis, Kynigos, 2009):

α) *Η ρομποτική ως μαθησιακό (γνωστικό) αντικείμενο.* Εδώ περιλαμβάνονται εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπου το ρομπότ είναι το αντικείμενο της μελέτης. Οι δραστηριότητες αυτές αποσκοπούν στο να εμπλέξουν τον εκπαιδευόμενο σε αυθεντικά προβλήματα που εστιάζουν σε θέματα ρομποτικής όπως: η εφαρμογή στην οποία θα χρησιμοποιηθεί το ρομπότ, ο σχεδιασμός του, η κατασκευή του, ο προγραμματισμός του, και η τεχνητή νοημοσύνη γενικότερα.

β) *Η ρομποτική ως μαθησιακό εργαλείο.* Στην κατηγορία αυτή ανήκουν δραστηριότητες στις οποίες η ρομποτική κατασκευή χρησιμοποιείται ως εργαλείο για να διδαχτούν άλλες επιστήμες σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης. Η ρομποτική βρίσκει κυρίως εφαρμογή σε διαθεματικά project που αφορούν τις θετικές επιστήμες, τα μαθηματικά, την πληροφορική και την τεχνολογία.

Βέβαια πολλές φορές η κατηγοριοποίηση αυτή δεν είναι αρκετά ξεκάθαρη. Ακόμη και στις περιπτώσεις όπου η ρομποτική διδάσκεται ως αυτόνομο γνωστικό αντικείμενο, καλύπτει πολλές εκπαιδευτικές πτυχές και εξυπηρετεί διδακτικούς στόχους πέρα από αυτούς που αναφέρονται στο επίσημο πρόγραμμα σπουδών, όπως η ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη, η συνεργασία κ.α. Επίσης στην διαδικασία του σχεδιασμού και του προγραμματισμού των ρομποτικών κατασκευών, οι μαθητές μαθαίνουν και άλλες έννοιες από τον χώρο της μηχανικής, των μαθηματικών και της επιστήμης των υπολογιστών (Druin and Hendler, 2000, Arlegui et al, 2008a).

### **3.8. Χαρακτηριστικά της εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Τα τεχνολογικά εργαλεία δεν μπορούν να εγγυηθούν από μόνα τους την επιτυχία στην εκπαιδευτική διαδικασία. Το ίδιο ισχύει φυσικά και για την ρομποτική και ιδιαίτερα την εκπαιδευτική ρομποτική.

Το γεγονός ότι το νέο κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms πήρε την ονομασία του από το βιβλίο του Seymour Papert «Νοητικές Θύελλες», αυτό καταδεικνύει και την φιλοσοφία πάνω στην οποία στηρίζεται η χρήση του κιτ αυτού (αλλά και οποιουδήποτε άλλου κιτ ρομποτικής) στην εκπαίδευση. Η θεωρία του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού συνδέεται άμεσα με την εκπαιδευτική ρομποτική από την άποψη ότι δίνει μερικές **βασικές αρχές πάνω στις οποίες θα στηριχτεί η ενσωμάτωση της στην εκπαιδευτική διαδικασία** (Κ. Ραπανικόλαου, Σ. Φραγκου, 2009):

- 🤖 Η ρομποτική δεν διδάσκεται για να προσθέσει νέες γνώσεις στο παραδοσιακό σχολικό πρόγραμμα. Βασικά δεν διδάσκεται καθόλου! Λειτουργεί σαν μια πρόκληση για την επίλυση ενός προβλήματος από τον μαθητή αλλά και από τον καθηγητή. Μέσα από την προσπάθεια επίλυσης των προβλημάτων αυτών αναδεικνύονται οι ικανότητες των μαθητών που οδηγούν στη λύση η οποία στη συνέχεια μέσα από συζητήσεις θα πυροδοτήσει νέα προβλήματα κ.ο.κ.
- 🤖 Οι οδηγίες για την χρήση της ρομποτικής μπορεί να αναφέρονται σε κάποια προγραμματιστική γλώσσα ή σε κάποια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική (π.χ. κάποιο συγκεκριμένο κιτ) αλλά δεν πρέπει να εξαρτώνται αυστηρά από αυτά. Ο στόχος είναι να εμφυσήσουμε το «πνεύμα της Logo», όταν κατασκευάζουμε και προγραμματίζουμε τα ρομπότ άρα θα πρέπει να πειραματιζόμαστε με διαφορετικές γλώσσες και ρομποτικά κιτ ώστε να υπάρχει μεθοδολογική εγκυρότητα. Είναι επίσης σημαντικό να παρέχουμε βοηθητικό υλικό (υπό μορφή προτάσεων και όχι υποδείξεων) μαζί με το βασικό υλικό, όπως κατασκευαστικές οδηγίες, προγραμματιστικά παραδείγματα κλπ.
- 🤖 Ακόμα και στην ρομποτική δεν υπάρχει σωστό και λάθος. Η μαθησιακή δραστηριότητα προχωράει βήμα-βήμα αναλύοντας τις απαιτήσεις του προβλήματος και βελτιώνοντας τις λίγο ή πολύ αποδεκτές λύσεις. Δεν θα είναι λίγες οι φορές που ο καθηγητής θα προσφέρει απρόβλεπτες ή τουλάχιστον μη γνωστές καταστάσεις στις οποίες θα συμμετέχει και ο ίδιος σαν συμμαθητευόμενος. Τέτοιες καταστάσεις θα προκύπτουν τυχαία στο εργαστήριο κατά την διάρκεια των ασκήσεων γιατί αυτό έγκειται στην φύση των ρομποτικών δραστηριοτήτων. Έτσι θα δίνονται ευκαιρίες στον καθηγητή και

τους μαθητές να εξασκούν τις δεξιότητές τους και να ανακαλύπτουν τα όρια τους.

🤖 Αν θέλουμε να δώσουμε έμφαση στην κατασκευαστική (δημιουργική) δυνατότητα που μας δίνουν οι νέες τεχνολογίες και όχι στην απλή παροχή πληροφοριών, τότε η ρομποτική προσφέρει μια ισορροπημένη σύνθεση ανάμεσα στην υλική (ρομπότ) και μη-υλική (πρόγραμμα) κατασκευή (δημιουργία). Άλλες δραστηριότητες, όπως το να διαμοιράζουμε οδηγίες ή να ανταλλάσουμε εμπειρίες μέσα από το ίντερνετ, δεν επισκιάζουν ούτε απειλούν την βασική δραστηριότητα.

Η συνειδητοποίηση των ικανοτήτων, η αυτό-αποτελεσματικότητα, ή αυτό-αξιολόγηση, η αυτό-αμοιβή θα πρέπει να είναι στο προσκήνιο όταν σχεδιάζουμε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Από αυτές τις βασικές αρχές προκύπτουν και τα χαρακτηριστικά που έχει η μαθησιακή διαδικασία μέσα από τις δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής (Φράγκου, 2009):

α) *Μαθαίνω για την κατασκευή.*

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 την Τεχνολογία. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισάγουν 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 (Turbak and Berg, 2002). 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. Επιπλέον στην κατασκευή ενσωματώνεται και η έννοια της συμπεριφοράς, η οποία υλοποιείται μέσα από τον προγραμματισμό της. Έτσι η ενασχόληση με ρομποτικές κατασκευές αποτελεί αφορμή για την εισαγωγή σύνθετων εννοιών της

πληροφορικής, όπως αυτή της μεταβλητής, της επανάληψης, του ελέγχου κ.α. αφού ο μαθητής συνδέει το λογισμικό με τη συμπεριφορά του ρομπότ.

#### *β) Μαθαίνω κατασκευάζοντας.*

Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείτε η μάθηση. Είναι η πεμπτούσια της φιλοσοφίας του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού (Papert) που ενέπνευσε αρχικά την κατασκευή των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση αποσκοπεί στην αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, μέσα σε ένα πλαίσιο που θα προκαλέσει αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι καθηγητές και μαθαίνουν οι μαθητές (Ackermnn,2001).

Η γνωστική ψυχολογία και η παιδαγωγική επιστήμη αποδέχονται ότι κάθε άνθρωπος 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 και διαφοροποιούνται (Carey, 2000, Chi et al, 1994, diSessa and Sherin, 1998). Κάθε διαδικασία μάθησης έχει ως αφετηρία την πρότερη γνώση του μαθητή και επηρεάζει το ατομικό γνωστικό του σύστημα.

Η εκπαιδευτική ρομποτική λοιπόν αποτελεί ένα περιβάλλον που επιτρέπει στο μαθητή να χρησιμοποιήσει την κατασκευή ώστε να εκφράσει τις εμπειρίες του, τις γνώσεις του και τις ανάγκες του (Resnick and Ocko, 1991). Το περιβάλλον και τα αντίστοιχα κατασκευάσματα είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να θέτουν ουσιαστικά ζητήματα προς αναζήτηση και διερεύνηση. Οι ανάγκες του έργου είναι αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο μέσα στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο (Brown, Collins and Duguid, 1989). Η υλοποίηση μιας κατασκευής αποτελεί, επομένως, μια ιδανική διδακτική παρέμβαση για την ανάδειξη, αξιοποίηση και αξιολόγηση των γνωστικών δομών κάθε μαθητή.

#### *γ) Μαθαίνω δημιουργώντας.*

Τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνθέτουν ένα ανοιχτό περιβάλλον μέσα στο οποίο κάθε μαθητευόμενος μπορεί να κατασκευάσει τις δικές του εφαρμογές. 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. Ο μαθητευόμενος ως δημιουργός οικειοποιείται το αντικείμενο το οποίο κατασκευάζει και έχει τη δυνατότητα να διερευνήσει μέσα από αυτό τα δικά του ερωτήματα.

Η ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει στον μαθητευόμενο να δημιουργήσει με το δικό του ρυθμό και προσωπικό στυλ, ανάλογα με τις ανησυχίες του, τα προσωπικά ενδιαφέροντα αλλά και τις δυνατότητές του. Είναι εργαλείο που γίνεται προσιτό σε αρχάριους αλλά μπορεί να εμπλουτιστεί έτσι ώστε να χρησιμοποιείται και από ειδικούς. Μπορεί κάποιος να ασχοληθεί με την κατασκευή και μετά με τον προγραμματισμό ή και το αντίστροφο. Να σχεδιάσει στην αρχή και να υλοποιήσει στην συνέχεια ή να κατασκευάσει και μετά να οδηγηθεί στην έμπνευση. Επομένως το να μαθαίνει κανείς με την εκπαιδευτική ρομποτική είναι συνώνυμο με το «μαθαίνω δημιουργώντας».

## 4. ΕΡΕΥΝΑ

### 4.1. Εισαγωγή

Η μεγάλη ανάπτυξη και ο ρόλος που έχουν στη σημερινή εποχή οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), τις έχουν καταστήσει δομική συνιστώσα κάθε σύγχρονου Προγράμματος Σπουδών. Η εξοικείωση των μαθητών με τις ΤΠΕ (τεχνολογικός αλφαριθμητισμός), η κατανόηση βασικών-διαχρονικών εννοιών της Πληροφορικής και η ανάπτυξη σχετικών δεξιοτήτων θεωρούνται τμήμα του πυρήνα της βασικής εκπαίδευσης, αντίστοιχης σπουδαιότητας με την ανάγνωση και τη γραφή (Unesco/IFIP,2000).

Η σημασία του προγραμματισμού Η/Υ, ως γνωστική δραστηριότητα των μαθητών και η συνεισφορά του στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης έχει τεθεί για πρώτη φορά από τον Papert (1980). Η συμβολή του προγραμματισμού στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλες γνωστικές περιοχές έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης ( Clements, 1987 – Kagan, 1989 – Mayer,Dyck & Vilberg, 1989 – Kurland et all, 1989 – Palumbo & Reed, 1991 – Ennis, 1994 – Pirolli & Recker, 1994).

Η διδακτική του προγραμματισμού, όπως είδαμε και στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο, αποτελεί αντικείμενο έρευνας εδώ και πάρα πολλά χρόνια, από την εισαγωγή της Πληροφορικής στο εκπαιδευτικό σύστημα μέχρι και σήμερα. Οι ιδιαιτερότητες του προγραμματισμού ως γνωστικό αντικείμενο αλλά και ως γνωστική δραστηριότητα οδήγησαν τους ερευνητές στην μελέτη τόσο της φύσης του προγραμματισμού όσο και των δυσκολιών και προβλημάτων που δημιουργούνται κατά την διδασκαλία του.

Η σύγχρονη τάση για την διδασκαλία του προγραμματισμού δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην διαδικασία της επίλυσης προβλημάτων και τη δημιουργία αλγορίθμων και ασχολείται λιγότερο με την εκμάθηση μιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού. Επίσης γίνεται προσπάθεια στην κατανόηση, από πλευράς μαθητή, των βασικών εννοιών του δομημένου προγραμματισμού οι οποίες ούτως ή άλλως εμπεριέχονται σχεδόν σε όλες τις γλώσσες προγραμματισμού.

Αυτή η τάση ουσιαστικά «επιβλήθηκε» από τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης και ιδιαίτερα από την θεωρία του εποικοδομητισμού η οποία, όπως αναφέρθηκε στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, έφερε στο προσκήνιο την ανάγκη για περισσότερο «αυθεντικές» δραστηριότητες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Και η πιο αυθεντική δραστηριότητα την οποία εξασκεί ο άνθρωπος σε καθημερινή σχεδόν βάση είναι η επίλυση προβλημάτων. Η ανάγκη του ανθρώπου να λύνει προβλήματα οδηγεί στην εφεύρεση εξαρτημάτων και εργαλείων. Όπως η βίδα, το κατσαβίδι και το δράπανο εφευρέθηκαν για να λύσουμε το πρόβλημα της στήριξης ενός ραφιού στον τοίχο, έτσι και ο προγραμματισμός εφευρέθηκε για να λύσουμε το πρόβλημα της αυτοματοποίησης της λειτουργίας των μηχανών.

Διάφορα «εργαλεία» έχουν δημιουργηθεί για να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα της διδακτικής του προγραμματισμού. Τα εργαλεία αυτά όμως δεν μπορούν να φέρουν αποτελέσματα αν δεν συνδυάζονται με τις κατάλληλες στρατηγικές μάθησης. Αφενός έχουμε να λύσουμε προβλήματα που οφείλονται στο μεγάλο «γνωστικό φορτίο» της δεξιότητας του προγραμματισμού και αφετέρου προβλήματα που έχουν να κάνουν με την κινητοποίηση των μαθητών ώστε να ασχοληθούν με μια τόσο δύσκολη εργασία.

#### **4.2. Διατύπωση εκπαιδευτικού προβλήματος**

Η διδακτική εμπειρία δείχνει ότι ο προγραμματισμός Η/Υ αποτελεί για την πλειονότητα των μαθητών μία δύσκολη και ελάχιστα ελκυστική δραστηριότητα (Τζιμόγιαννης, 2003). Οι μαθητές δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για το διαδίκτυο, για λογισμικά γενικής χρήσης και κυρίως για ηλεκτρονικά παιχνίδια. Από την πλευρά του εκπαιδευτικού, η διδασκαλία του προγραμματισμού αποτελεί μια δύσκολη αλλά ταυτόχρονα ενδιαφέρουσα εργασία, ιδιαίτερα όταν αφορά σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι, δυστυχώς, συχνά διατυπώνονται απόψεις που θέτουν υπό αμφισβήτηση την παιδαγωγική αξία της διδασκαλίας του προγραμματισμού. Σε έρευνα που έγινε σε 83 καθηγητές πληροφορικής Λυκείου από όλη την Ελλάδα, οι 2 στους 3 αξιολογούν τη διδασκαλία των αρχών προγραμματισμού



ως τον λιγότερο σημαντικό διδακτικό στόχο του Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής (Τζιμόγιαννης 2002α).

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στην ελληνική εκπαίδευση ξεκινάει στο Γυμνάσιο. Οι σκοποί του αναλυτικού προγράμματος περιλαμβάνουν την πρόσκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που σχετίζονται με την επίλυση προβλήματος και τον σχεδιασμό αλγόριθμων. Προκειμένου να επιτευχθούν οι σκοποί αυτοί ακολουθείται η εξής διαδικασία: Χρησιμοποιείται μια γλώσσα γενικού σκοπού ( Pascal, Basic κλπ) , ένα επαγγελματικό περιβάλλον εργασίας για τη γλώσσα αυτή και γίνεται ανάπτυξη προγραμμάτων που λύνουν προβλήματα επεξεργασίας αριθμών και συμβόλων. Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, αυτή η προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού αποτελεί έναν σημαντικό ανασταλτικό παράγοντα στην εκμάθηση του (Maya Sartatzemi et all, 2005).

Ειδικότερα, τα πιο σημαντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι αρχάριοι προγραμματιστές δημιουργούνται από το γεγονός ότι: α) Οι επαγγελματικές γλώσσες προγραμματισμού προσφέρουν ένα μεγάλο εύρος εντολών οι οποίες είναι πολύπλοκες. Ως συνέπεια, οι μαθητές κατά τη διδασκαλία της επίλυσης ενός προβλήματος τείνουν να εστιάζουν την προσοχή τους στην χρήση της γλώσσας και όχι στην επίλυση του προβλήματος. Η μετατροπή ενός αλγόριθμου σε πρόγραμμα απαιτεί μια δύσκολη πνευματική διεργασία, β) Τα επαγγελματικά περιβάλλοντα δεν ικανοποιούν τις ανάγκες των αρχάριων προγραμματιστών από την άποψη ότι προσφέρουν λειτουργίες που είναι «ξένες» σε αυτούς, ενώ δεν προσφέρουν την υποστήριξη που χρειάζεται ένας αρχάριος όπως η υποστήριξη στην εξεύρεση συντακτικών λαθών και τα μηνύματα λάθους κατά την εκσφαλμάτωση και γ) Για να λύσουν ενδιαφέροντα προβλήματα, οι μαθητές πρέπει ήδη να κατέχουν ένα σημαντικό ρεπερτόριο εντολών ενώ απαιτείται η συγγραφή μεγάλων προγραμμάτων. Αυτό δεν είναι εφικτό λόγω του περιορισμένου χρόνου διδασκαλίας (Xinogalos, Sartatzemi, Dagdilelis, 2004).

Πέρα από τα ειδικότερα προβλήματα της διδακτικής του προγραμματισμού ένα άλλο πρόβλημα με το οποίο ασχολείται η εκπαιδευτική κοινότητα τα τελευταία χρόνια είναι η μαθητική εμπλοκή στο περιβάλλον του σχολείου. Ο όρος εμπλοκή αναφέρεται ουσιαστικά στην σχέση των μαθητών με το γενικότερο περιβάλλον του σχολείου δηλ το

μάθημα, τα γνωστικά αντικείμενα που διδάσκονται, τους συμμαθητές και καθηγητές, τους κανόνες, το πρόγραμμα, τις διδακτικές μεθόδους, τις επαγγελματικές προοπτικές κ.α. Οι έρευνες που γίνονται τα τελευταία χρόνια εστιάζουν τόσο στο γενικότερο φαινόμενο της εγκατάλειψης του σχολείου από μεγάλη μερίδα μαθητών, όσο και στην απροθυμία των μαθητών να συνεχίσουν τις σπουδές τους στον τομέα των επιστημών, της εφαρμοσμένης μηχανικής (engineering) και της Πληροφορικής.

Από το 2006 και κάθε χρόνο, γίνεται στις ΗΠΑ μια μεγάλη έρευνα (HSSSE: High School Survey of Student Engagement) που αφορά την μαθητική εμπλοκή στο σχολείο. Σε ένα από τα ερωτήματα ένας μαθητής έγραψε: «Μακάρι το σχολείο να προκαλούσε τόσο πνευματικό όσο και ακαδημαϊκό ενδιαφέρον». Επίσης, προκαλεί ενδιαφέρον ότι ένα από τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξε ότι τα 2/3 των μαθητών δήλωσαν ότι βαριούνται το μάθημα τουλάχιστον 1 φορά την ημέρα, ενώ μόνο το 2% απάντησε ποτέ. Στην αναφορά που έγινε για τα αποτελέσματα της έρευνας το 2006, αναφέρεται ότι η πλειοψηφία των μαθητών έδειξε να νοιάζεται για το σχολείο, να αισθάνεται μεγάλο βαθμό εμπλοκής και να νιώθει σημαντικό κομμάτι της σχολικής κοινότητας. Παρόλα αυτά σε ένα κόσμο όπου κανένα παιδί δεν πρέπει να μένει πίσω, σε ένα σχολικό περιβάλλον που παίζει σημαντικό ρόλο στην διαμόρφωση της πνευματικής και κοινωνικής ανάπτυξης του μαθητή, η πλειοψηφία δεν είναι αρκετή!

Όλα όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους οδηγούν σε ένα ενιαίο πρόβλημα που σχετίζεται με την διδακτική του προγραμματισμού. Αφενός πρέπει να βρεθούν τεχνικές και εργαλεία που θα βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν βασικές έννοιες του προγραμματισμού, αφετέρου πρέπει η χρήση τους να γίνει σε ένα αυθεντικό περιβάλλον μάθησης, που θα κινητοποιεί και θα εμπλέκει τους μαθητές, σύμφωνα με τις αρχές του εποικοδομητισμού.

Ένα από τα τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιείται εδώ και αρκετό καιρό για τη διδασκαλία βασικών αρχών προγραμματισμού αλλά και ως εργαλείο για την ανάπτυξη της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων είναι οι ρομποτικές κατασκευές. Η παρούσα ερευνητική εργασία έχει στόχο να μελετήσει κατά πόσο το κιτ ρομποτικής της εταιρείας LEGO μπορεί να χρησιμοποιηθεί, τόσο στην διδασκαλία βασικών αρχών

προγραμματισμού, όσο και στην αύξηση του ποσοστού εμπλοκής των μαθητών κατά τη διδασκαλία τους.

### 4.3. Επιλογή τεχνολογικού εργαλείου - LEGO MINDSTORMS

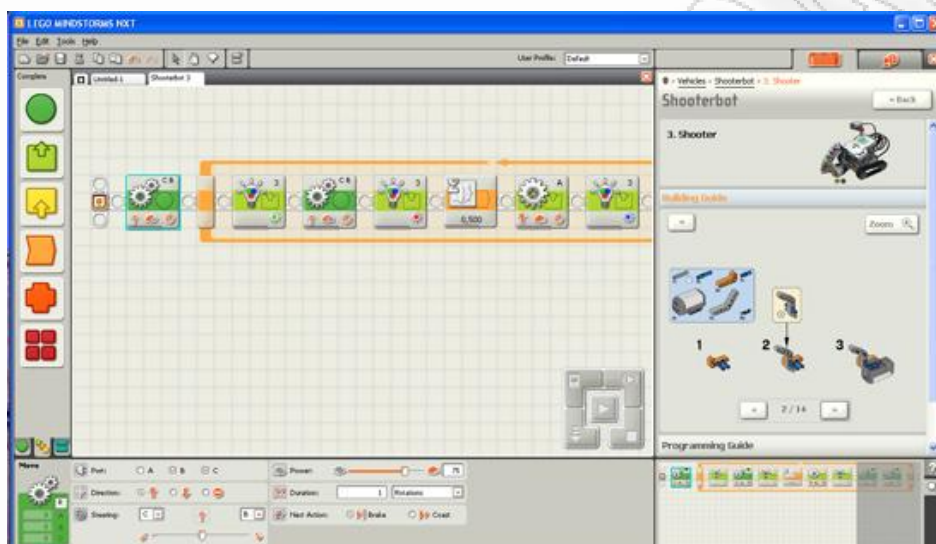
Τα Lego Mindstorms NXT (<http://www.legomindstorms.com>) είναι ένα προγραμματιζόμενο κιτ ρομποτικής το οποίο κυκλοφόρησε στην αγορά το 2006, αντικαθιστώντας το κιτ 1<sup>ης</sup> γενιάς (Robotics Invention system, RIS). Αποτελείται από 519 εξαρτήματα (τουβλάκια, γρανάζια, άξονες, τροχαλίες κλπ.), 3 μοτέρ συνεχούς ρεύματος, 4 αισθητήρες (υπερήχων, φωτός, αφής, ήχου), 7 καλώδια σύνδεσης, 1 καλώδιο USB και 1 προγραμματιζόμενο «έξυπνο» τούβλο NXT. Το «έξυπνο τούβλο» αποτελεί τον εγκέφαλο του ρομπότ.



Εικόνα 17: Lego Mindstorms NXT

Με την αγορά του κιτ, προσφέρεται επίσης ένα γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού ([http://mindstorms.lego.com/Overview/NXT\\_Software.aspx](http://mindstorms.lego.com/Overview/NXT_Software.aspx)), που δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας προγραμματιζόμενων «συμπεριφορών» για της μηχανικές κατασκευές. Οι προγραμματιζόμενες συμπεριφορές μεταβιβάζονται από τον Η/Υ στη μηχανική κατασκευή μέσω σύνδεσης USB ή Bluetooth μεταξύ του Η/Υ και του μικροεπεξεργαστή (που βρίσκεται μέσα στο «έξυπνο» τούβλο) των μηχανικών κατασκευών.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό LEGO MINDSTORMS Education NXT βασίζεται στη χρήση εικονιδίων και είναι μια εκπαιδευτική έκδοση του επαγγελματικού λογισμικού LabVIEW του National Instruments, λογισμικό που χρησιμοποιούν παγκοσμίως επιστήμονες και μηχανικοί, προκειμένου να σχεδιάσουν, να ελέγξουν και να δοκιμάσουν προϊόντα και συστήματα.



**Εικόνα 18: Lego Mindstorms Programming Environment**

Το λογισμικό έχει μια διαισθητική διεπαφή “σύρε και άφησε” (drag and drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη. Οι παλέτες προγραμματισμού προσφέρουν όλα τα blocks προγραμματισμού που απαιτούνται για να δημιουργηθούν τα προγράμματα. Κάθε block προγραμματισμού περιλαμβάνει τις οδηγίες που το NXT μπορεί να ερμηνεύσει. Ένα πρόγραμμα δημιουργείται με συνδυασμό διαφορετικών blocks.

Τα διαθέσιμα εικονίδια-blocks περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων block κίνησης (κάνουν τα ρομπότ να κινούνται), block αναμονής (κάνουν το ρομπότ να περιμένει για την ενεργοποίηση των αισθητήρων του ή για τη λήξη ενός οριζόμενου χρονικού διαστήματος), block επανάληψης (Loop) (το ρομπότ επαναλαμβάνει την ίδια συμπεριφορά όσες φορές ορίσουμε ή μέχρι να ενεργοποιηθεί κάποιος αισθητήρας), block επιλογής (Switch block) (επιτρέπουν στο ρομπότ να παίρνει τις δικές του αποφάσεις). Η πλήρης παλέτα εικονιδίων περιλαμβάνει blocks δράσης που επιτρέπουν

τον έλεγχο διάφορων εξωτερικών συσκευών (διαδραστικού κινητήρα, ήχων, λαμπτήρων κ.ά.)

#### 4.3.1. Πλεονεκτήματα χρήσης των LEGO Mindstorms στην διδασκαλία του προγραμματισμού

Μέχρι σήμερα η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί κυρίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Την τελευταία δεκαετία σημειώνονται αρκετές προσπάθειες σε διεθνές επίπεδο για την εισαγωγή της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία. Η χρήση των LEGO Mindstorms όπως έχει αποδειχθεί από τη σχετική έρευνα παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα :

**Edutainment:** Ο συνδυασμός των λέξεων Education & Entertainment δημιουργήθηκε για να υποδηλώσει την έννοια της Ψυχαγωγικής Εκπαίδευσης που συνδυάζει το παιχνίδι με την εκπαίδευση. Η γενική ιδέα του Edutainment σχετίζεται σχεδόν με κάθε παιχνίδι εκπαιδευτικού χαρακτήρα και στόχος της είναι να μετατρέψει την εκπαίδευση σε μια διασκεδαστική δραστηριότητα, καθώς είναι γνωστό πως η μάθηση επιτυγχάνεται ευκολότερα, ταχύτερα και ουσιαστικότερα όταν συνδυάζεται με το παιχνίδι (Lund & Nielsen, 2002). Ο μαθητής αλληλεπιδρά με το ρομπότ με στόχο να κερδίσει ένα βραβείο ή να δημιουργήσει κάτι που θα του προσφέρει μια ηθική ικανοποίηση.

**Άμεση ανατροφοδότηση:** Η χρήση φυσικών μηχανικών μοντέλων χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό αλληλεπίδρασης μεταξύ του υπολογιστή και του πραγματικού αντικειμένου, με αποτέλεσμα, ο διδασκόμενος να μπορεί να συσχετίσει τις αντιδράσεις του μοντέλου με τις εντολές του προγράμματος και να παρατηρήσει τις συνέπειες που έχουν στη συμπεριφορά του μοντέλου οι αλλαγές που πραγματοποιεί στο πρόγραμμα (Eden et al. 1996).

**Αλληλεπίδραση:** Τα LEGO Mindstorms μπορούν να προσφέρουν πολλά σε μια λογική διδασκαλία του προγραμματισμού όχι με την έννοια του «υπολογισμού» αλλά με την έννοια της «αλληλεπίδρασης» , όπου τα δεδομένα δεν είναι τιμές (values) αλλά οντότητες που θα παρατηρηθούν και τα αποτελέσματα δεν είναι νέες τιμές αλλά

«ενέργειες μέσα σε μια δυναμική διαδικασία». Μια τέτοια λογική υλοποιείται σε ένα αντικειμενοστραφές πλαίσιο όπου ο δεσμός ανάμεσα στη συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής και στο πρόγραμμα του μαθητή είναι ισχυρός και άμεσα παρατηρήσιμος (Lawhead et al. 2002).

Ενδιαφέροντα προβλήματα: Ο μαθητής μπορεί να ασχοληθεί με την επίλυση σύνθετων και ενδιαφερόντων προβλημάτων χωρίς να χρειάζεται η εκμάθηση μεγάλου συνόλου εντολών. Επίσης οι εντολές είναι οπτικοποιημένες ενώ υπάρχει η αναλογία για την χρήση δομών προγραμματισμού και μεταβλητών.

#### **4.3.2. Μειονεκτήματα χρήσης των Lego Mindstorms στη διδασκαλία:**

Κόστος αγοράς: Το βασικό εκπαιδευτικό πακέτο στοιχίζει 350 ευρώ. Αυτό περιορίζει τον αριθμό των κιτ που μπορούν να αγοραστούν από μια σχολική μονάδα και κάνει απαγορευτική τη χρήση ενός κιτ για κάθε μαθητή ξεχωριστά.

Ο τρόπος λειτουργίας τους εξαρτάται από εξωγενής παράγοντες: Για παράδειγμα ένα πρόγραμμα μπορεί να περιστρέφει ένα κινητήρα κατά 93 μοίρες τη μια μέρα και 83 μοίρες την επόμενη λόγω εξάντλησης των μπαταριών. Τα εξαρτήματα έχουν κατασκευαστικές διαφορές. Έτσι δυο κινητήρες μπορεί να περιστρέφονται με μια πολύ μικρή διαφορά μεταξύ τους παρότι από το πρόγραμμα τους έχει δοθεί ή ίδια ισχύς περιστροφής. Αυτό σημαίνει ότι η ενώ η κίνηση μιας κατασκευής αναμένεται να είναι απόλυτα ευθεία, στην πραγματικότητα λόγω της μικρής διαφοράς των κινητήρων, έχει μια μικρή κλίση προς τα δεξιά ή προς τ' αριστερά. Άλλο παράδειγμα είναι οι αισθητήρες φωτός των οποίων οι ενδείξεις επηρεάζονται από τον φωτισμό του περιβάλλοντα χώρου.

Υπάρχει περιορισμός στην διδασκαλία προχωρημένων εννοιών αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού, όπως η έννοια του πολυμορφισμού ή η διαχείριση της πολυπλοκότητας μέσω της διάδρασης πολλαπλών κλάσεων και αντικειμένων.

## 4.4. Προηγούμενη έρευνα στη χρήση των LEGO Mindstorms στην εκπαίδευση

### 4.4.1. Η χρήση των Lego στη διδασκαλία του προγραμματισμού.

Ο Ka-Wing Wong διεξήγαγε έρευνα το 2001 σχετικά με την αποτελεσματικότητα της χρήσης του κιτ ρομποτικής Lego RCX στην διδασκαλία του προγραμματισμού στο Eastern Kentucky University. Επέλεξε τάξεις από 3 διαφορετικά επίπεδα προγραμματιστικών δεξιοτήτων (Εισαγωγικό, Ενδιάμεσο, Προχωρημένο). Για κάθε τάξη αφιέρωσε 3 εβδομάδες από το εξάμηνο για την ενασχόληση με ένα πρακτικό εργαστηριακό project. Στο τέλος των 3 εβδομάδων οι φοιτητές υποβλήθηκαν σε εξέταση για να διαπιστωθεί το ποσοστό των γνώσεων που απόκτησαν μέσα από την ενασχόληση τους με το project αυτό και τα αποτελέσματα αυτά συγκρίθηκαν με τα αποτελέσματα από άλλες τάξεις που υποβλήθηκαν σε παρεμφερή εξέταση.

Στο εισαγωγικό επίπεδο (Introductory Level) επιλέχθηκε μια τάξη με 17 φοιτητές, η οποία προγραμματίζε σε γλώσσα C++. Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε ομάδες 2-3 ατόμων. Χρησιμοποίησαν τα ρομπότ RCX για να διδαχθούν τις έννοιες του αντικειμένου και των δομών (ελέγχου και επανάληψης) μέσα από τη λύση συγκεκριμένων προβλημάτων. Τα προγράμματα που έγραψαν οι φοιτητές απαιτούσαν την συλλογή πληροφοριών και την λήψη αποφάσεων ελέγχου. Οι φοιτητές πειραματίστηκαν με συλλογή πληροφοριών από διάφορα αντικείμενα και τη λήψη αποφάσεων ελέγχου για τον έλεγχο της κίνησης του ρομπότ.

Στο ενδιάμεσο επίπεδο (Intermediate Level) επιλέχθηκε μια τάξη με 11 φοιτητές, η οποία ασχολήθηκε με δομές δεδομένων. Δούλεψαν σε ομάδες 2-3 ατόμων και κάθε ομάδα ασχολήθηκε με τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας δομής δεδομένων που θα αποθηκευόταν στη μνήμη του ρομπότ RCX. Η δομή δεδομένων αφορούσε πληροφορίες που θα χρησιμοποιούσε το ρομπότ για την ολοκλήρωση μιας εργασίας. Συγκεκριμένα η εργασία αφορούσε την επίλυση ενός προβλήματος αποφυγής εμποδίων. Το ρομπότ αρχικά κινούνταν από την μια μεριά του δωματίου στην άλλη και κάθε φορά που συγκρούονταν με ένα εμπόδιο κατέγραφε τις συντεταγμένες του σε μια δομή

δεδομένων. Στη συνέχεια το ρομπότ έπρεπε να ακολουθήσει την ίδια πορεία αλλά να αποφύγει τα εμπόδια αυτά.

Στο προχωρημένο επίπεδο (Advanced Level) επιλέχθηκε μια τάξη φοιτητών στο έτος αποφοίτησης στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Ζητήθηκε από τους φοιτητές να σχεδιάσουν ένα υπολογιστικό μοντέλο που θα μπορούσε να αποθηκευτεί στο RCX. Η πρόκληση στην προκειμένη περίπτωση είναι το μοντέλο αυτό να αποθηκευτεί στην περιορισμένη μνήμη του ρομπότ. Μια ομάδα φοιτητών σχεδίασε και πραγματοποίησε ένα νευρωνικό δίκτυο στο RCX. Στη συνέχεια το ρομπότ εκπαιδεύτηκε για την πραγματοποίηση κάποιας εργασίας.

Οι φοιτητές έδειξαν μεγάλο ενθουσιασμό στο να μάθουν τα ρομπότ RCX προγραμματίζοντάς τα. Πολλοί από αυτούς εργάζονταν και μετά το κανονικό μάθημα στο εργαστήριο. Ζητήματα επίλυσης προβλημάτων τα οποία αντιμετώπισαν οι φοιτητές περιλαμβάνουν:

*Έλεγχος πραγματικού χρόνου:* Η ενασχόληση με τα ρομπότ έδειξε στους μαθητές ότι υπάρχουν περιπτώσεις που τα προγραμματιστικά προβλήματα απαιτούν τη συγγραφή προγραμμάτων που δέχονται άμεση ανατροφοδότηση (το πρόγραμμα στο ρομπότ δέχεται συνεχώς δεδομένα από τους αισθητήρες για να λάβει αποφάσεις). Κάτι τέτοιο είναι σε αντίθεση με τη συνήθη εργασία των μαθητών στον προγραμματισμό, όπου ουσιαστικά δεν υπάρχει χρονικός περιορισμός στην επίλυση προβλημάτων.

*Διαχείριση πόρων:* Όταν οι φοιτητές δουλεύουν σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον εργασίας (IDE) δεν καταλαβαίνουν την ανάγκη για οικονομία στους χρησιμοποιούμενους πόρους. Δεν αναζητούν καλύτερες λύσεις για τα προβλήματά τους. Η ενασχόληση με τα ρομπότ τους βοήθησε να κατανοήσουν πόσο χρειάζεται ο σωστός σχεδιασμός και η σωστή αξιοποίηση των πόρων.

*Επίγνωση του περιβάλλοντος του προβλήματος:* Οι φοιτητές όταν σχεδιάζουν ένα πρόγραμμα δεν έχουν επίγνωση του περιβάλλοντος στο οποίο θα τρέξει. Το γραφικό περιβάλλον εργασίας στο οποίο προγραμματίζουν αναλαμβάνει τη λύση τέτοιων θεμάτων. Με τα ρομπότ όμως δε συμβαίνει το ίδιο αφού ένα πρόγραμμα μπορεί να μην λειτουργεί σωστά όταν αλλάξει κάποια παράμετρος του περιβάλλοντος στο οποίο



κινούνται ή εργάζονται (πχ αλλαγή στο μέγεθος του τροχού ή αλλαγή στον λόγο γραναζιών κ.α.). Κάποιες ομάδες αντιμετώπισαν και μηχανικά προβλήματα κατά τον έλεγχο της λειτουργίας των ρομπότ.

*Ανάπτυξη λύσεων βασισμένη στην έννοια των συναρτησιακών στοιχείων (modular solutions):* Οι φοιτητές ανακάλυψαν ότι το ρομπότ αποτελείται από διαφορετικές μονάδες (π.χ. μονάδα τροφοδοσίας, σύστημα τροχών και αξόνων, κιβώτιο ταχυτήτων κ.α.). Έτσι οι μαθητές οπτικοποιούν την έννοια αυτή και την μεταφέρουν και στην δομή του προγράμματος αλλά και στην επίλυση προβλημάτων.

Οι φοιτητές που ασχολήθηκαν με τα Lego φαίνεται ότι αποστήθισαν την γνώση που απόκτησαν σε μεγαλύτερο βαθμό, ενώ τα πήγαν καλύτερα και σε τεστ που αφορούσε το υλικό που διδάχθηκαν με τη βοήθεια των Lego. Μετά το πέρας των τριών εβδομάδων δόθηκε στους φοιτητές ένα τεστ. Ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων των φοιτητών του εισαγωγικού επιπέδου που ασχολήθηκαν με τα Lego ήταν 2% καλύτερος σε σχέση με αυτούς που διδάχθηκαν το ίδιο υλικό με τον παραδοσιακό τρόπο, ενώ οι φοιτητές του ενδιάμεσου επιπέδου είχαν 4% καλύτερα αποτελέσματα.

Επίσης ζητήθηκε από τους φοιτητές να συμπληρώσουν ένα ερωτηματολόγιο μετά την πειραματική περίοδο των 3 εβδομάδων. Οι ερωτήσεις αφορούσαν το περιεχόμενο της ύλης που διδάχθηκαν, την αποτελεσματικότητα της μάθησης, την αποτελεσματικότητα της ομαδικής εργασίας, την ολοκληρωμένη άποψη που είχαν για την διδασκαλία τους με τη χρήση των ρομπότ RCX και την προτίμησή τους ανάμεσα στην διδασκαλία του προγραμματισμού με τη μονάδα RCX και στην διδασκαλία με άλλους τρόπους. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι οι απαντήσεις των φοιτητών περιείχαν θετικά σχόλια σε όλα τα ζητήματα ενώ ήταν ξεκάθαρη και η προτίμησή τους για την χρήση των Lego στο μάθημα του προγραμματισμού.

Ο Ka-Wing Wong καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα project ρομποτικής είναι ένα ισχυρό εργαλείο μάθησης στην διδασκαλία του προγραμματισμού. Η χρήση τέτοιων project και στα τρία επίπεδα προγραμματισμού (εισαγωγικό, ενδιάμεσο, προχωρημένο) βελτίωσαν τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Μια άλλη έρευνα έγινε στα πλαίσια ενός προγράμματος καινοτόμων ιδεών (Innovation Challenge) στο Πανεπιστήμιο του Sunderland από την Elizabeth Gandy (The use of Lego Mindstorms NXT Robots in the teaching of introductory Java programming to undergraduate students, 2010). Οι καθηγητές που επιθυμούσαν να λάβουν μέρος έπρεπε να παρουσιάσουν μια καινοτόμο ιδέα στην ειδικότητά τους για την αναβάθμιση της μαθησιακής εμπειρίας των φοιτητών καθώς και την αξιολόγησή της.

Το project με τα Lego έγινε από το τμήμα Εφαρμοσμένων Επιστημών το ακαδημαϊκό έτος 2008/2009, στο πρώτο στάδιο (level 1) του μαθήματος Ανάπτυξη Λογισμικού (Java Programming). Το μάθημα αυτό διαρκεί 10 εβδομάδες και σε εβδομαδιαία βάση γίνονται 3 ώρες διάλεξης τις οποίες παρακολουθούν όλοι οι φοιτητές και 3 ώρες εργαστηρίων οι οποίες γίνονται από ομάδες των 25 φοιτητών. Σε μια τυπική χρονιά το μάθημα αυτό το παρακολουθούν πάνω από 70 φοιτητές.

Σκοπός της έρευνας ήταν να αξιολογηθεί η χρήση ενός κιτ ρομποτικής στην ανάπτυξη προγραμματιστικών ικανοτήτων. Στην πιλοτική φάση του Project έπρεπε να σχεδιαστεί μια μελέτη περίπτωσης καθώς και το υλικό και οι πρακτικές ασκήσεις που θα την συνόδευαν. Η αξιολόγηση του Project θα γινόταν σε δυο φάσεις, μια στην «εβδομάδα εμπέδωσης» στα μέσα του Project και μια στο τέλος. Το ποσοστό παρακολούθησης του μαθήματος από τους φοιτητές θα συγκρινόταν με αυτό των προηγούμενων χρόνων, στα οποία είχε παρατηρηθεί ότι οι φοιτητές δεν παρακολουθούσαν το πρακτικό κομμάτι εξαιτίας της μικρής εμπλοκής τους. Η επιτυχία του προγράμματος θα βασιζόταν στο ποσοστό ευχαρίστησης και οφέλους που οι φοιτητές ένιωσαν ότι πήραν από αυτό.

Πριν την πραγματοποίηση του project δημιουργήθηκε ένα προγραμματιστικό πλαίσιο (σε γλώσσα Java) ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία συγγραφής εντολών για τον έλεγχο του ρομπότ (για την επικοινωνία του προγράμματος με τους κινητήρες και τους αισθητήρες). Αυτό έγινε στο προγραμματιστικό περιβάλλον BlueJ σε συνδυασμό με τη χρήση κάποιου plug-in ώστε τα αρχεία προγραμμάτων να καταβαίνουν στο ρομπότ κατευθείαν μέσα από το περιβάλλον αυτό. Το firmware των ρομπότ αντικαταστάθηκε από το αντίστοιχο LeJOS (Lego Java Operating System).

Το Project έτρεξε δυο φορές κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2008/2009, σε δυο τάξεις, μια αποτελούμενη από 56 φοιτητές και μια αποτελούμενη από 16 φοιτητές.

Η πραγματοποίηση του Project περιγράφεται ξεχωριστά για κάθε τάξη, αφού υπήρχαν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο που διεξήχθησαν.

## **1<sup>η</sup> ΤΑΞΗ**

Κατά τη διάρκεια του project μόνο ένα κιτ ρομποτικής ήταν στη διάθεση των εκπαιδευομένων και έτσι δεν ήταν εφικτό να δουλεύουν όλες οι ομάδες με αυτό. Επίσης δεν υπάρχει κάποιος εξομοιωτής του ρομπότ ώστε να μην είναι απαραίτητη η φυσική μονάδα του ρομπότ στην διάρκεια των ασκήσεων. Έτσι υιοθετήθηκε μια άλλη προσέγγιση κατά την οποία το μάθημα γίνεται στην αίθουσα διαλέξεων, οι φοιτητές χωρίζονται σε ομάδες, τους επιδεικνύεται η αναμενόμενη συμπεριφορά του ρομπότ από το φυσικό μοντέλο και οι φοιτητές πρέπει να γράψουν τον κώδικα που νομίζουν ότι θα επιφέρει την συγκεκριμένη συμπεριφορά. Οι ασκήσεις γίνονται στο χαρτί και τα προγράμματα των φοιτητών αποτέλεσαν αντικείμενο συζήτησης με τον καθηγητή ενώ συγκρίθηκαν και με το πραγματικό πρόγραμμα που έτρεχε στο ρομπότ. Το βάρος της συζήτησης έπεφτε αρχικά στον αλγόριθμο που έφτιαξαν οι φοιτητές ενώ σε κάποιες περιπτώσεις η συμπεριφορά του ρομπότ «έσπαγε» σε μικρότερες συμπεριφορές πάνω στις οποίες δούλευαν οι φοιτητές. Στο τέλος κάθε μαθήματος γινόταν κουβέντα για μελλοντικές «επεκτάσεις» της συμπεριφοράς του ρομπότ και κάποιες φορές οι φοιτητές επέκτειναν τους αλγόριθμούς τους για το σκοπό αυτό.

Στη μέση του Project ζητήθηκε ανατροφοδότηση από τους φοιτητές σχετικά με τις ρομποτικές δραστηριότητες, για τυχόν αλλαγές στο περιεχόμενο και τη λειτουργία του μαθήματος. Η ανατροφοδότηση έδειξε ότι οι φοιτητές ευχαριστιόντουσαν τα μαθήματα και ότι οι ρομποτικές δραστηριότητες αποτελούσαν ιδανική πρακτική εξάσκηση σε σχέση με τη προγραμματιστική θεωρία.

Στο τέλος του μαθήματος εκτός από τη συνήθη τακτική ανατροφοδότησης οι φοιτητές συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο που αφορούσε τις εμπειρίες τους από τη χρήση του ρομπότ στο μάθημα και τις επιπτώσεις που είχε αυτή στην εκμάθηση προγραμματιστικών τεχνικών.

## **2<sup>η</sup> ΤΑΞΗ**

Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων της 2<sup>ης</sup> τάξης ,υπήρχαν στη διάθεση των φοιτητών 7 κιτ ρομποτικής, κάτι που επέτρεψε σε κάθε ομάδα να εργάζεται αυτόνομα με το ρομπότ της. Οι φοιτητές δεν έγραφαν τα προγράμματά τους στο χαρτί αλλά τα δοκίμαζαν κατευθείαν στο ρομπότ. Τις περισσότερες φορές τα προγράμματα έτρεχαν σωστά ενώ όσες φορές υπήρχε πρόβλημα αυτό ήταν μια καλή ευκαιρία για εκσφαλμάτωση του προγράμματος. Στα μέσα του Project οι φοιτητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (των 3 και 4 ατόμων) και δούλεψαν πάνω σε μια πρόκληση η οποία ήταν χωρισμένη σε στάδια. Η πρόκληση ήταν έτσι φτιαγμένη ώστε οι φοιτητές να χρησιμοποιήσουν τις προγραμματιστικές δομές που διδάχθηκαν στη θεωρία. Και οι φοιτητές του γκρουπ αυτού συμπλήρωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο με την προηγούμενη ομάδα.

Τα αποτελέσματα δείχνουν γενικότερα ότι οι μαθητές ευχαριστήθηκαν το μάθημα και ένιωσαν ότι αποκόμισαν οφέλη από αυτό. Αξιοσημείωτο είναι ότι η ερώτηση που είχε το μεγαλύτερο ποσοστό (πάνω από 85%) στις κατηγορίες Strongly Agree & Agree ήταν αυτή που αναφερόταν στη βοήθεια του Project για να καταλάβουν οι φοιτητές τις πρακτικές εφαρμογές της Java. Αυτό ήταν πολύ θετικό γιατί συνήθως το πρόβλημα των αρχάριων φοιτητών στον προγραμματισμό είναι ότι με τον παραδοσιακό τρόπο δεν μπορούν να κατασκευάσουν ρεαλιστικά προγράμματα.

Ένα άλλο αποτέλεσμα που αξίζει να σημειωθεί είναι ότι οι φοιτητές της 2<sup>ης</sup> τάξης είχαν υψηλότερα ποσοστά στις κατηγορίες Strongly Agree & Agree κάτι που προφανώς οφείλεται στο γεγονός ότι αυτοί είχαν στη διάθεση του περισσότερα κιτ ρομποτικής. Παρόλα αυτά στην ερώτηση που αφορούσε την κατανόηση του περιεχομένου του μαθήματος οι φοιτητές των 2 ομάδων είχαν παρόμοια αποτελέσματα κάτι που είναι θετικό εφόσον αυτό δείχνει και ότι η απλή επίδειξη των ρομπότ είχε ευεργετικά αποτελέσματα. Αυτό θα βοηθήσει σε περιπτώσεις μεγάλων τάξεων (100+ φοιτητές) όπου είναι απαγορευτική η χρήση ενός κιτ από κάθε ομάδα.

Τέλος παρατηρήθηκε μια σημαντική βελτίωση στο ποσοστό παρακολούθησης των μαθημάτων κάτι που όμως μπορεί να οφείλεται και σε αλλαγές που έγιναν, όπως στον τρόπο αξιολόγησης των φοιτητών και στον τρόπο λειτουργίας των μαθημάτων.

Στην Ελλάδα οι Atmatzidou, Markelis, Demetriadis (2008) σχεδιάζουν μια διδακτική προσέγγιση και μελετούν την αποτελεσματικότητα της χρήσης των LEGO για την

διδασκαλία βασικών προγραμματιστικών εννοιών μέσα από μια παιγνιώδη δραστηριότητα.

Ειδικότερα η έρευνα αυτή εστιάζει σε δυο ερευνητικά ερωτήματα:

- Σε ποιό βαθμό η χρήση των LEGO μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών ώστε να εμπλακούν με την προγραμματιστική δραστηριότητα δημιουργικά, ευχάριστα και αποτελεσματικά;
- Μπορεί να μεταφερθεί γνώση από το προγραμματιστικό περιβάλλον των LEGO σε άλλα πιο τυπικά προγραμματιστικά περιβάλλοντα (πχ Visual Basic);

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα Δημοτικό Σχολείο στις Σέρρες και ένα Τεχνικό Λύκειο στη Κοζάνη. Οι μαθητές συμμετείχαν σε δραστηριότητες χρησιμοποιώντας το υλικό των LEGO Mindstorms, οι οποίες χωρίστηκαν σε 2 φάσεις: Φάση προπόνησης και Φάση Πρόκλησης. Η πρώτη φάση χωρίστηκε σε 6 προπονήσεις ώστε να προετοιμαστούν οι φοιτητές για την δεύτερη φάση.

Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία ποιοτικής μορφής. Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι μαθητές έγραφαν τα σχόλια και τις παρατηρήσεις τους σε μορφή αναφοράς. Οι ερευνητές παρατηρούσαν επίσης την συμπεριφορά των μαθητών.

Η έρευνα κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

Η εμπλοκή των μαθητών με τις ρομποτικές κατασκευές συνέβαλε στην οικειοποίηση εννοιών δομημένου προγραμματισμού και είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Φάνηκε ότι οι μαθητές καταλάβαιναν πιο εύκολα προγραμματιστικές έννοιες, με τις οποίες δυσκολευόντουσαν στο παραδοσιακό μάθημα (Pascal, Visual basic). Χαρακτηριστική δήλωση μαθητή: « Καταλαβαίνω καλύτερα την δομή επανάληψης όταν πρέπει να κάνω το ρομπότ να χτυπήσει ένα εμπόδιο 3 φορές και μετά να σταματήσει. Έτσι είναι πιο ενδιαφέρον...»

Με την χρήση των ρομπότ, οι έννοιες αποκτούν νόημα για τους μαθητές αφού υπάρχει άμεση σχέση ανάμεσα στο πρόγραμμα και την εφαρμογή του, ως ρομποτική συμπεριφορά.

Οι μαθητές συσχέτισαν τις εντολές που μάθαιναν στη Visual basic με τις δραστηριότητες των ρομπότ. Έτσι κατανόησαν καλύτερα εντολές όπως οι If, For και While. Δήλωση μαθητή: « ποτέ δεν περίμενα να έχει τόσο ενδιαφέρον η Visual Basic. Μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε για να προγραμματίσουμε τα ρομπότ;»

Η φάση πρόκλησης και η δημιουργία ανταγωνισμού μεταξύ των ομάδων αύξησε την κινητοποίηση των μαθητών και βοήθησε στο να ξεπερνιούνται οι δυσκολίες. Επιπλέον αυξήθηκε η εμπλοκή των μαθητών με τον προγραμματισμό.

Η παιγνιώδης διάσταση των ρομποτικών κατασκευών βοήθησε τους μαθητές να είναι πιο δημιουργικοί, αντιμετωπίζοντας τον προγραμματισμό ως διασκέδαση και εύκολη εργασία. Ο ενθουσιασμός τους ήταν εμφανής.

#### **4.4.2. Η χρήση των Lego για την μελέτη γνωστικών στρατηγικών και την αύξηση της σχολικής επίδοσης**

Η εργασία των Eleonora Bilotta, Lorella Gabriele, Rocco Servidio & Assunta Tavernise (Edutainment Robotics As A Learning Tool, 2009) αποτελεί μια εμπειρική μελέτη που έγινε σε φοιτητές πανεπιστημίου σκοπός της οποίας ήταν να εξερευνηθούν οι γνωστικές στρατηγικές των φοιτητών κατά την χρήση των Lego Mindstorms.

Στόχος της έρευνας ήταν να αναλυθούν οι γνωστικές ικανότητες των φοιτητών σε σχέση με τη:

- Στρατηγική σχεδιασμού (Planning Strategies). Οι φοιτητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν την Constructorpedia (έναν οδηγό με παραδείγματα χρήσης των κατασκευών Lego) ώστε να σχεδιάσουν τα δικά τους ρομπότ τροποποιώντας λειτουργικά μέρη των έτοιμων κατασκευών.
- Στρατηγική προγραμματισμού (Programming Strategies). Οι φοιτητές πρέπει να ορίσουν και να διαχειριστούν τη συμπεριφορά του ρομπότ σε σχέση με την τελική αποστολή.
- Χρήση στρατηγικών ώστε να ολοκληρωθεί η αποστολή και πως αυτές οι στρατηγικές επηρεάζουν το αποτέλεσμα.

Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 28 φοιτητές ηλικίας 19 έως 21 ετών οι οποίοι δραστηριοποιήθηκαν σε ένα εργαστηριακό πρόγραμμα 11 εβδομάδων στο Πανεπιστήμιο της Calabria, χωρίστηκαν σε 6 ομάδες ενώ κανείς από αυτούς δεν είχε εμπειρία από εκπαιδευτική ρομποτική ή χρήση των Lego Mindstorms. Όλοι οι φοιτητές ήταν πρωτοετείς στο τμήμα ανθρωπιστικών σπουδών και παρακολουθούσαν το μάθημα της Γνωστικής Ψυχολογίας. Το μάθημα ήταν χωρισμένο σε δύο μέρη: Στο πρώτο μέρος γινόταν μια εισαγωγή στη γνωστικές διεργασίες όπως ή αντίληψη, η μνήμη, η γλώσσα, η αιτιολόγηση και η επίλυση προβλημάτων. Στο δεύτερο μέρος εστίαζαν σε θέματα Τεχνητής Νοημοσύνης και εξηγούσαν την αναπαραγωγή της ανθρώπινης συμπεριφοράς από τεχνητούς εντολοδόχους (artificial agents) όπως ρομποτικές κατασκευές.

Οι ερευνητές ανέλυσαν τις αναφορές των φοιτητών κατά τη διάρκεια των εργαστηριακών δραστηριοτήτων ώστε να εντοπίσουν το πως οργανώνουν αυτοί την εργασία τους, σε σχέση με τις στρατηγικές επίλυσης προβλήματος, εφαρμόζοντας τα ακόλουθα κριτήρια:

- Κατανομή της εργασίας σε κάθε ομάδα.
- Περιγραφή της κάθε ομάδας για τις μεθόδους εργασίας και την ανάλυση της εργασίας της.
- Ορθότητα προγραμματιστικών στρατηγικών (αποδεικνυόμενη από τη επιτυχή συμπεριφορά των ρομπότ)
- Τον αριθμό των δοκιμών που έγιναν μέχρι την επιτυχή συμπεριφορά των ρομπότ.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν τα εξής:

Οι ομάδες υιοθέτησαν 3 διαφορετικές τυπολογίες καταμερισμού εργασίας: α) κάθε μέλος είχε ένα ρόλο στην κατασκευή του ρομπότ ενώ ο προγραμματισμός έγινε από όλους, β) δεν υπήρχαν προκαθορισμένοι ρόλοι στην κατασκευή και τον προγραμματισμό του ρομπότ και γ) κάθε μέλος είχε ένα ρόλο στην κατασκευή και τον προγραμματισμό του ρομπότ και ένας επέπτευε την όλη διαδικασία.

Η ενασχόληση με τα ρομπότ οδήγησε τους φοιτητές να εξερευνήσουν τις γνώσεις με «κριτικό» τρόπο και να τις μοιραστούν μέσα στην ομάδα. Η ολοκλήρωση της δραστηριότητας έγινε μέσα από τρεις φάσεις:

1. Σχεδιασμός και κατασκευή του ρομπότ σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προβλήματος προς λύση. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας οι φοιτητές έλαβαν υπ' όψιν τους την αναμενόμενη συμπεριφορά του ρομπότ και τις «αισθητηριακές» του ικανότητες σύμφωνα πάντα και με τις δυνατότητες των εξαρτημάτων του κιτ ρομποτικής.
2. Προγραμματισμός της συμπεριφοράς του ρομπότ, όπου οι φοιτητές διέγνωσαν τα προβλήματα, έκαναν υποθέσεις και εφάρμοσαν στρατηγικές λύσεις. Συγκεκριμένα, οι φοιτητές ανέλυσαν το πρόβλημα σε διαφορετικά μέρη και εξειδικεύοντας για κάθε μέρος κατέληξαν σε μια γενική λύση. Η φάση αυτή είχε άμεση σχέση με την επόμενη.
3. Έλεγχος της συμπεριφοράς του ρομπότ, ο οποίος οδηγούσε σε μια από τις προηγούμενες φάσεις (κατασκευή, προγραμματισμός) ή σε αναζήτηση νέων ιδεών.

Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εκπαιδευτική ρομποτική διεγείρει το ενδιαφέρον των φοιτητών, ώστε να τροποποιήσουν τις κατασκευές προσαρμόζοντας τις στις απαιτήσεις του προβλήματος και να επιλέξουν την καλύτερη στρατηγική ώστε να ολοκληρώσουν την δραστηριότητα. Έτσι, ασχολήθηκαν ενεργά με την επίλυση του προβλήματος και ενθαρρύνθηκαν να δουλέψουν συνεργατικά ακούγοντας τις απόψεις των άλλων. Σε γενικές γραμμές η ενασχόληση με τα ρομπότ δημιουργεί μια γέφυρα ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς στόχους και την «χειροπιαστή» εμπειρία βοηθώντας τους φοιτητές να αποκτήσουν νέες δεξιότητες σε ένα ελκυστικό (engaging) περιβάλλον.

Σε μια άλλη έρευνα οι Shakir Hussain, Jorgen Lindh, Ghazi Shukur το 2006 μελετούν την επίδραση της ενασχόλησης των μαθητών με τα LEGO για μια ολόκληρη χρονιά στην σχολική τους επίδοση.

Συγκεκριμένα το ερευνητικό Project με τίτλο «Προγραμματιζόμενο υλικό κατασκευών στην διδακτική διαδικασία» σκοπεύει στην μελέτη των παιδαγωγικών επιδράσεων που έχει η ενασχόληση με το υλικό Lego Dacta σε σχολεία της κεντρικής Σουηδίας. Για την



διεξαγωγή της έρευνας δημιουργήθηκαν μια πειραματική και μια ομάδα ελέγχου. Η πρώτη ήρθε σε επαφή με το υλικό ενώ η δεύτερη όχι.

Το Project πραγματοποιήθηκε σε 12 «πειραματικές τάξεις» σε διαφορετικά σχολεία της Σουηδίας. Συνολικά συμμετείχαν 322 μαθητές, 193 από αυτούς ήταν στην Πέμπτη τάξη (12-13 χρονών) ενώ οι υπόλοιποι 129 ήταν στην Ένατη τάξη (15-16 χρονών). Επίσης υπήρχαν και 12 «τάξεις ελέγχου», με σύνολο 374 μαθητές και αντίστοιχα 169 και 205 στην Πέμπτη και Ένατη τάξη. Η πειραματική ομάδα ασχολούταν με το υλικό περίπου 2 ώρες την εβδομάδα κατά την διάρκεια 12 μηνών, από τον Απρίλη του 2002 έως τον Απρίλη του 2003. Για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας και οι 2 ομάδες θα έπρεπε να είναι ισοδύναμες σε σχέση με εκπαιδευτικούς, κοινωνικούς και δημογραφικούς παράγοντες. Γι' αυτό τα σχολεία που επιλέχθηκαν ήταν από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές της Σουηδίας, με διαφορετικό μέγεθος (μικρός και μεσαίος αριθμός μαθητών) σε μεγάλους δήμους. Επίσης έγινε προσπάθεια ώστε να υπάρχει ισοδύναμος αριθμός μαθητών στις 2 διαφορετικές τάξεις (Πέμπτη, Ένατη). Το μέγεθος των τάξεων ήταν από 17 έως 43 μαθητές.

Οι ερευνητές δεν επέβαλαν κάποιο συγκεκριμένο τρόπο εργασίας στα σχολεία. Οι μαθητές χωρίζονταν σε ομάδες των 3-4 ατόμων και κάθε σχολείο ενσωμάτωνε τη χρήση του υλικού σύμφωνα με τις δικές του ανάγκες στις καθημερινές δραστηριότητες των παιδιών. Μόνο στην αρχή, για να υπάρχει ένα κοινό σημείο εκκίνησης, οι δάσκαλοι έλαβαν οδηγίες ώστε να ξεκινήσουν με την ίδια εργασία.

Τα ερευνητικά ερωτήματα διατυπώθηκαν ως εξής:

Ερωτήματα σε σχέση με την μάθηση

- Πως οι μαθητές μαθαίνουν το υλικό LEGO Dacta;
- Τι είδους δεξιότητες και ικανότητες αναπτύσσουν οι μαθητές όταν δουλεύουν με το υλικό;
- Υπάρχουν διαφορές στον τρόπο και την ικανότητα διαχείρισης του υλικού ανάλογα με την ηλικία και το φύλλο;

Ερωτήματα σε σχέση με το «περιβάλλον μάθησης»

- Με ποιό τρόπο πρέπει να οργανωθεί το εκπαιδευτικό περιβάλλον (context/environment) ώστε να προσφέρει τα καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα;
- Πως μπορεί να ενσωματωθεί το υλικό στις καθημερινές δραστηριότητες των παιδιών με φυσικό τρόπο;

Ερωτήματα σε σχέση με το ρόλο του καθηγητή

- Ποιός ρόλος είναι κατάλληλος για τον δάσκαλο/παιδαγωγική προσέγγιση ώστε να υποστηρίξει την μάθηση των μαθητών με το υλικό;

Όπως αναφέρθηκε σκοπός της έρευνας είναι να μετρήσει την επίδραση των ρομποτικών παιχνιδιών LEGO στα Μαθηματικά, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και την στάση των μαθητών. Στην κατεύθυνση αυτή σχεδιάστηκε ένα κατάλληλο μοντέλο, προσδιορίστηκαν οι μετρήσιμες παράμετροι και έγινε ποσοτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Δύο ερευνητικές υποθέσεις διατυπώνονται:

- Με τη χρήση του υλικού της LEGO (εξαρτήματα, αισθητήρες, προγραμματιστικό περιβάλλον) οι μαθητές θα αναπτύξουν καλύτερες γνώσεις μαθηματικών απ' ότι οι μαθητές που δεν θα χρησιμοποιήσουν το υλικό.
- Με τη χρήση του υλικού της LEGO (εξαρτήματα, αισθητήρες, προγραμματιστικό περιβάλλον) οι μαθητές θα αναπτύξουν καλύτερες ικανότητες επίλυσης προβλημάτων απ' ότι οι μαθητές που δεν θα χρησιμοποιήσουν το υλικό.

Επιπλέον, υπήρχε η πρόθεση να μετρηθεί η στάση των μαθητών σε σχέση με τη χρήση των LEGO και γενικότερα με τεχνικές που χρησιμοποιούνται στο σχολείο. Ένα ερωτηματολόγιο, τύπου Likert, 17 ερωτήσεων δημιουργήθηκε για τον σκοπό αυτό.

Η μεθοδολογία της έρευνας βασίστηκε σε ποιοτικές και ποσοτικές μετρήσεις.

Για την ποιοτική έρευνα χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές της παρατήρησης, της συνέντευξης και της διερεύνησης. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους καθηγητές που συμμετείχαν στο πρόγραμμα να καταγράψουν τα μαθήματα με τη χρήση LEGO: Τι δραστηριότητες έγιναν κατά τη διάρκεια του μαθήματος, πως δούλευαν οι μαθητές, τι

είδους προβλήματα αντιμετώπισαν κτλ. Οι ερευνητές επισκέπτονταν τα σχολεία τακτικά και κατά την διάρκεια των επισκέψεων αυτών έπαιρναν συνεντεύξεις από τους μαθητές και παρατηρούσαν την εργασία τους. Οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνήθηκαν για περαιτέρω ανάλυση. Σκοπός των επισκέψεων ήταν η παρακολούθηση της προόδου και των επιτευγμάτων των μαθητών καθώς και οι στάσεις και τα συναισθήματα των παιδιών για τα LEGO. Από την απομαγνητοφώνηση αναλύθηκε ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές μιλούσαν για τα LEGO καθώς και η κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με το υλικό αυτό.

Για την ποσοτική έρευνα χρησιμοποιήθηκαν διάφορα τεστ στα μαθηματικά και την επίλυση προβλημάτων καθώς και ερωτηματολόγιο για να καταγραφούν οι στάσεις των μαθητών σε σχέση με την ενασχόληση τους με τα ρομπότ.

Πριν την έναρξη των δραστηριοτήτων με τα LEGO οι μαθητές έδωσαν εξετάσεις μαθηματικών που ήταν παρόμοιες με αυτές των εθνικών εξετάσεων στα μαθηματικά ενώ ακολούθως έδωσαν και εξετάσεις μετά το πέρας των δραστηριοτήτων. Και οι δυο ομάδες, πειραματική και ελέγχου, υποβλήθηκαν στις εξετάσεις αυτές. Σκοπός ήταν η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δυο ομάδων για να βρεθούν τυχόν αλλαγές ή βελτιώσεις. Αντίστοιχες εξετάσεις διενεργήθηκαν την ίδια περίοδο για την αξιολόγηση της επίδοσης των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων.

Όσον αφορά την στάση των μαθητών και τη γνώμη τους για τα LEGO ,οι μαθητές απάντησαν σε 17 ερωτήσεις, οι απαντήσεις των οποίων είχαν χωρισθεί σε 4 κατηγορίες: Συμφωνώ απόλυτα, συμφωνώ μερικώς, διαφωνώ μερικώς, διαφωνώ απόλυτα. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από την πειραματική ομάδα πριν και μετά την ενασχόληση με τα LEGO.

#### **Ποιοτικά αποτελέσματα:**

##### *Στρατηγικές εκμάθησης του υλικού*

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές μαθαίνουν το υλικό με διάφορους τρόπους, κάτι το οποίο έχει αποδειχθεί από προηγούμενες έρευνες (Kafai, 1996). Ένας τρόπος είναι αυτός της δοκιμής-λάθους. Άλλος τρόπος είναι πιο συνεργατικός: Ρωτώντας τους συμμαθητές, ειδικότερα αυτούς που θεωρούσαν ότι καταλάβαιναν το υλικό καλύτερα.

Συχνά οι μαθητές διαβάζουν τις οδηγίες που δίνει ο καθηγητής ή από κάποιο βιβλίο. Τα κορίτσια είναι περισσότερο πρόθυμα να ακολουθούν γραπτές οδηγίες από τ' αγόρια.

#### *Μαθησιακά αποτελέσματα*

Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι μαθητές έμαθαν να συνεργάζονται μέσα στις ομάδες τους. Στις συνεντεύξεις των μαθητών φαινόταν πολλές φορές ότι είχε αναπτυχθεί σε αυτούς το αίσθημα της κοινότητας.

Ένα άλλο θετικό στοιχείο ήταν ότι οι μαθητές καταλάβαιναν καλύτερα πως να προγραμματίζουν στον υπολογιστή και να «φορτώνουν» τα προγράμματα στα ρομπότ. Σταδιακά οι μαθητές αποκτούσαν καλύτερη αντίληψη για το πως να «καθοδηγούν» το ρομπότ φτιάχνοντας πολύπλοκα προγράμματα που έκαναν τα ρομπότ να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον με έναν «προηγμένο» τρόπο. Δεν παρατηρήθηκε κάποια σημαντική διαφορά στην ικανότητα κατασκευής και προγραμματισμού των ρομπότ, στα δυο ηλικιακά γκρουπ αλλά και σε σχέση με το φύλλο.

#### *Περιβάλλον μάθησης*

Κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με το περιβάλλον εργασίας είναι οι εξής: Πρώτον, χρειάζεται να υπάρχει μεγάλος χώρος ώστε οι μαθητές να μπορούν να απλώσουν το υλικό στο πάτωμα, να κινούνται άνετα και να δοκιμάζουν τις κατασκευές τους ανάλογα με το έργο που έχουν αναλάβει. Οι ομάδες εργασίας δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλες (maximum 2-3 μαθητές για κάθε κιτ ρομποτικής). Η εργασία που ανατίθεται στους μαθητές πρέπει να είναι συγκεκριμένη, σχετική με τα μαθήματα και ρεαλιστική ως προς την επίλυση της.

#### *Ο ρόλος του καθηγητή*

Ο ρόλος του καθηγητή ως διαμεσολαβητή της γνώσης και των δεξιοτήτων είναι σημαντικός σε τέτοιου είδους τεχνολογίες (Chiocciariella et al, 2001). Ο καθηγητής πρέπει να είναι ικανός να υποστηρίζει και να βοηθά τους μαθητές ώστε αυτοί να κατανοήσουν τις δυνατότητες των LEGO σε υψηλότερο επίπεδο. Από την μελέτη διαπιστώθηκαν τα πλεονεκτήματα ενός καλά προετοιμασμένου καθηγητή που μπορεί να αντιμετωπίσει δύσκολες ερωτήσεις από «ένθερμους» μαθητές. Κάποιες φορές

έπρεπε να λυθούν δύσκολα προβλήματα πριν οι μαθητές συνεχίσουν με νέες κατασκευές.

Επίσης, μια άποψη που συχνά ειπώθηκε από τους καθηγητές είναι ότι η παρουσία 2 καθηγητών μέσα στην τάξη παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα ενώ ο ένας καθηγητής αναλύει διεξοδικά ένα πρόβλημα μέσα σε μια ομάδα, ο άλλος μπορεί να ελέγχει την κατάσταση στην τάξη. Ο καθηγητής επίσης ή κάποιος άλλος ενήλικας μπορεί να παρέμβει σε διαμάχες που δημιουργούνται ανάμεσα στους μαθητές.

### **Ποσοτικά αποτελέσματα**

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση των μαθητών της 5<sup>ης</sup> τάξης στα μαθηματικά, με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας να υπερτερούν έναντι της ομάδας ελέγχου. Βλέποντας τις επιδόσεις των μαθητών της 9<sup>ης</sup> τάξης στα μαθηματικά, πριν και μετά την παρέμβαση, δεν βρέθηκε καμία σημαντική μετατόπιση του μέσου όρου βαθμολογίας. Όσον αφορά στην ικανότητα επίλυσης προβλημάτων δεν υπήρχε επίσης σημαντική βελτίωση σε καμία από τις δύο τάξεις. Ένα άλλο ενδιαφέρον αποτέλεσμα δείχνει ότι οι μαθητές που ήταν καλοί στα μαθηματικά παρουσίασαν μεγαλύτερη «εμπλοκή».

Η έρευνα δεν αποκάλυψε κάποια θετική στάση των μαθητών για τα LEGO, παρά μόνο για κάποιες συγκεκριμένες κατηγορίες μαθητών, πχ για τους μαθητές της 5<sup>ης</sup> τάξης με υψηλή επίδοση στα μαθηματικά. Το ίδιο ισχύει και για τους μαθητές της 9<sup>ης</sup> τάξης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές στην πλειοψηφία τους είχαν μια μετατόπιση προς λιγότερο θετική στάση μετά την παρέμβαση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αποδεικνύουν ότι είναι δύσκολο να επιβεβαιωθούν οι υποθέσεις ότι τα LEGO, γενικά, έχουν θετική επίδραση στην γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Παρόλα αυτά φάνηκε να έχουν θετική επίδραση σε συγκεκριμένες ομάδες/κατηγορίες μαθητών. Ο Pedersen (1998) θεωρεί ότι ο ρόλος του καθηγητή είναι σημαντικός σε σχέση με τα θετικά αποτελέσματα. Είναι επίσης πολύ πιθανό η άποψη του καθηγητή για τα εργαλεία αυτά να επηρεάζει την στάση των μαθητών, αγοριών και κοριτσιών.

Οι ερευνητές καταλήγουν στην ανάγκη να διεξαχθούν και άλλες έρευνες, κυρίως μακροπρόθεσμες, ώστε να μπορέσει να απαντηθεί το ερώτημα αν η ενασχόληση με τα LEGO μπορεί να αυξήσει τις ικανότητες των μαθητών να λύνουν λογικά προβλήματα.

#### 4.4.3. Η χρήση των Lego για την αύξηση της κινητοποίησης και της εμπλοκής

Σε έρευνα που διεξήχθη από τους William I. McWhorter, Brian C. O'Connor (Do Lego Mindstorms Motivate students in CS1?, 2009) διερευνάται η αποτελεσματικότητα της χρήσης των LEGO Mindstorms στην κινητοποίηση (motivation) των φοιτητών σε ένα πανεπιστημιακό εισαγωγικό μάθημα προγραμματισμού. Για να μετρηθεί η κινητοποίηση των μαθητών χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Το MSLQ χρησιμοποιεί ερωτήσεις που απαντώνται βάση μιας 7-βάθμιας κλίμακας τύπου Likert. Η κινητοποίηση των μαθητών μετριέται από 6 δείκτες:

1. Intrinsic Goal Orientation: κινητοποίηση που σχετίζεται με την εργασία, όπως για παράδειγμα πρόκληση, περιέργεια και επιθυμία να κατακτηθεί η γνώση.
2. Extrinsic Goal Orientation: κινητοποίηση που προέρχεται από πηγές πέραν της εργασίας, όπως για παράδειγμα ο βαθμός, η επιβράβευση και ο ανταγωνισμός.
3. Task Value: αναφέρεται στην αντίληψη του φοιτητή για το πόσο σημαντική, χρήσιμη ή ενδιαφέρουσα είναι η εργασία.
4. Control of Learning Belief: αναφέρεται στην πίστη του φοιτητή ότι η μάθηση θα έχει θετικά αποτελέσματα.
5. Self-Efficacy: αναφέρεται στην άποψη του φοιτητή για την ικανότητα του να μαθαίνει νέα γνώση και να φέρνει εις πέρας τις εργασίες επιτυχώς.
6. Test Anxiety: αναφέρεται στην ανησυχία ή τα συναισθήματα που μπορεί να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση του φοιτητή.

Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου. Και οι δύο ομάδες αποτελούνταν από φοιτητές του πανεπιστημίου Texas A&M. Για να μην προκύψουν θέματα ζήλειας μεταξύ των ομάδων η ομάδα ελέγχου που αποτελούνταν

από 38 φοιτητές παρακολούθησε το μάθημα το φθινόπωρο του 2005, ενώ η πειραματική ομάδα που αποτελούνταν από 40 φοιτητές παρακολούθησε το μάθημα την άνοιξη του 2006. Και στις δύο ομάδες το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από τους φοιτητές πριν και μετά το εξάμηνο σπουδών.

Η πειραματική ομάδα κατά τη διάρκεια του εξαμήνου χρησιμοποίησε τα LEGO σε εργαστηριακό περιβάλλον για 3 εβδομάδες. Για τον προγραμματισμό των Robot χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα NQC (Not Quite C) ενώ η γλώσσα C++ χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση δεδομένων που συλλέχθηκαν από τα Robot.

Η ομάδα ελέγχου παρακολούθησε το μάθημα με τον παραδοσιακό τρόπο.

Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων έδειξαν ότι η χρήση των LEGO είχε πολύ μικρή επίδραση στην κινητοποίηση των φοιτητών. Για να υπάρχει καλύτερη ανάλυση των δεδομένων 5 ειδικά επιλεγμένοι φοιτητές υποβλήθηκαν σε συνέντευξη. Οι απαντήσεις που έδωσαν δείχνουν ότι οι φοιτητές πραγματικά «ευχαριστήθηκαν» τις δραστηριότητες με τα LEGO.

Λαμβάνοντας υπ' όψιν τις αντικρουόμενες ενδείξεις από την ποσοτική και ποιοτική έρευνα φαίνεται ότι τα LEGO έχουν αξία για την διδασκαλία του προγραμματισμού. Η έλλειψη θετικών αποτελεσμάτων μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως τεχνικές δυσκολίες, περιορισμένος χρόνος, μικρό δείγμα φοιτητών, όμως σε καμία περίπτωση τα αποτελέσματα αυτά δεν σημαίνουν ότι τα LEGO δεν έχουν παιδαγωγική αξία.

Το 2010 ο Nicolas Gold στην εργασία του “Motivating students in software engineering group projects” παρουσιάζει τα αποτελέσματα της χρήσης των LEGO στο μάθημα της Πληροφορικής στο κολέγιο King’s College London.

Η αρχική πρόθεση του ερευνητή ήταν να βρει ένα τρόπο να αυξήσει την εσωτερική κινητοποίηση (Intrinsic interest) των μαθητών χρησιμοποιώντας κάποιο κιτ ρομποτικής. Όπως αναφέρει ο ίδιος: «student motivation and engagement with courses is a well-known problem and challenge in higher education, particularly in technical subjects». Στο δεύτερο έτος σπουδών του συγκεκριμένου κολλεγίου προβλεπόταν η ανάπτυξη λογισμικού από ομάδες εργασίας. Σκοπός ήταν να εισαγάγει τους μαθητές στο πνεύμα

της ομαδικής εργασίας μέσα από την κατασκευή κάποιου συστήματος. Ο ερευνητής αποφάσισε την εισαγωγή kit ρομποτικής στα πλαίσια του προγράμματος αυτού. Ενώ η ουσία παραμένει η ανάπτυξη λογισμικού, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται σαν πλατφόρμα κινητοποίησης και τομέας ενασχόλησης.

Τα ερευνητικά δεδομένα συγκεντρώθηκαν από ερωτηματολόγια στα πλαίσια του μαθήματος, από την αλληλεπίδραση με τους μαθητές και από τις αναφορές των μαθητών. Από τα δεδομένα αυτά αλλά και την εμπειρία των μαθημάτων προέκυψαν συμπεράσματα σε σχέση με τις δυσκολίες και τα τεχνικά και οργανωτικά προβλήματα του μαθήματος. Τα συμπεράσματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν ώστε να επανασχεδιαστεί το μάθημα με καλύτερο τρόπο.

Όσον αφορά την αρχική πρόθεση του ερευνητή να αυξήσει την εμπλοκή των μαθητών, αυτή στέφθηκε με επιτυχία αφού όπως προκύπτει από την επίσημη αλλά και ανεπίσημη ανατροφοδότηση οι κινητοποίηση των μαθητών ήταν ιδιαίτερα αυξημένη.

Με τον παράγοντα της κινητοποίησης ασχολείται και η έρευνα των Pauline Mosley & Richard Kline το 2006. Στο πανεπιστήμιο Pace στο Pleasantville της Νέας Υόρκης οι φοιτητές είναι υποχρεωμένοι να παρακολουθήσουν ένα μάθημα που σχετίζεται με την παροχή κοινωνικών υπηρεσιών μάθησης. Οι υπηρεσίες αυτές προσφέρονται σε τοπικούς οργανισμούς ή σχολεία. Στα πλαίσια του μαθήματος αυτού, οι φοιτητές σε ένα από τα πολλά σενάρια παροχής υπηρεσιών, διδάσκουν την τεχνική επίλυσης προβλημάτων σε καθηγητές και μαθητές σχολείων μέσης εκπαίδευσης με τη χρήση του kit ρομποτικής της Lego.

Στόχος του καινοτόμου αυτού μαθήματος είναι:

- Να φέρει τους φοιτητές σε επαφή με τις φυσικές επιστήμες και την μηχανική μέσα από την ενασχόληση με project ρομποτικής.
- Να ενθαρρύνει τους φοιτητές να εξερευνήσουν μια ευρεία περιοχή επιστημών, όπως η φυσική, η πληροφορική, τα μαθηματικά, η βιολογία, η μηχανική και η τέχνη με μοναδικό προαπαιτούμενο το μάθημα εισαγωγή στην πληροφορική.
- Να εμπλέξει τους μαθητές σε υπηρεσίες κοινωνικής προσφοράς στην τοπική κοινωνία τους και σε προκλήσεις επίλυσης προβλημάτων.



- Να βοηθήσει τους φοιτητές να επιδείξουν τις γνώσεις τους πάνω σε έννοιες ρομποτικής, είτε διδάσκοντας αυτές σε λέσχες σχολείων, είτε εκπαιδεύοντας καθηγητές που θέλουν να δημιουργήσουν τέτοιες λέσχες στα σχολεία τους.

Τις 7 πρώτες εβδομάδες οι φοιτητές ασχολούνται με την πραγματοποίηση κάποιων εργαστηριακών εργασιών που σχετίζονται με την κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομπότ. Τις υπόλοιπες 4 εβδομάδες οι φοιτητές συναντήθηκαν και πραγματοποίησαν project με τους μαθητές των σχολείων εντός και εκτός τάξης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το πρόγραμμα παροχής κοινωνικών υπηρεσιών μάθησης είχε επιτυχία. Οι φοιτητές πέτυχαν πολλούς από τους επιδιωκόμενους στόχους του μαθήματος ενώ χάρηκαν προσφέροντας βοήθεια στους μαθητές των σχολείων. Η κινητοποίηση των φοιτητών ήταν σημαντική και έδειξαν μεγάλη διάθεση να αναβαθμίσουν τις δεξιότητες ρομποτικής όσο και τις διδακτικές τους ικανότητες αφού οι μαθητές των σχολείων θα συμμετείχαν σε διαγωνισμό ρομποτικής.

Οι απαντήσεις των φοιτητών σε ερωτηματολόγια τύπου Likert έδειξαν μεγάλο ποσοστό αποδοχής ( agree, strongly agree) τόσο των εργαστηριακών εργασιών όσο και της κοινωνικής συνεισφοράς. Τα συμπεράσματα των ερευνητών είναι ότι στο πρόγραμμα επιτεύχθηκαν όλοι οι διδακτικοί στόχοι.

#### **4.4.4. Η χρήση των Lego ως εποικοδομητικό εργαλείο μάθησης.**

Το έργο *TERECOP (Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods, 2006-2009, <http://www.terecop.eu>)* αποσκοπεί στην ανάπτυξη προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών με στόχο να τους καταστήσει ικανούς να ενσωματώσουν τη χρήση δραστηριοτήτων ρομποτικής στη διδακτική τους μεθοδολογία σαν εποικοδομητικό εργαλείο μάθησης ικανό να υποστηρίξει την κατασκευή της γνώσης από το μαθητή, τη μάθηση μέσω της πράξης, τη μάθηση με ενεργό εξερεύνηση και την αύξηση των κινήτρων μάθησης του μαθητή στις Φυσικές επιστήμες και την Τεχνολογία.

Συντονιστής του έργου είναι η Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης - ΑΣΠΑΙΤΕ (Παιδαγωγικό Τμήμα). Στο συγκεκριμένο έργο συνεργάζονται άλλα 7 Ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά ιδρύματα:

- Institut Universitaire de Formation des Maîtres d'Aix-Marseille (Γαλλία),
- University of Padova, Department of Information Engineering (Ιταλία),
- University of Pitești (Ρουμανία),
- Charles University Prague, Faculty of Education (Τσεχία),
- Public University of Navarre (Ισπανία),
- IT+Robotics (Ιταλία),
- Town Museum of Rovereto (Ιταλία).

Η σύμπραξη αυτή εργάζεται για το σχεδιασμό μεθοδολογίας μάθησης βασισμένης στη ρομποτική, για την ανάπτυξη ρομποτικών δραστηριοτήτων και εκπαιδευτικών υλικών και τελικά για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και αξιολόγηση προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Οι ομάδες στις οποίες απευθύνεται περιλαμβάνουν τους εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (κυρίως αυτούς των Φυσικών επιστημών, της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας), εκπαιδευτές εκπαιδευτικών και ερευνητές στο χώρο αυτό.

### **Εκπαιδευτική Μεθοδολογία**

Η εκπαιδευτική μεθοδολογία που υιοθετήθηκε κατά την διάρκεια του προγράμματος είναι εποικοδομιστική (constructivist) από την άποψη ότι εστιάζει σε εκπαιδευτικές εμπειρίες που βοηθούν τους εκπαιδευόμενους-εκπαιδευτές να «χτίσουν» τη δική τους κατανόηση για την τεχνολογική και εκπαιδευτική πλευρά της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Έρευνες έχουν δείξει ότι δεν είναι καθόλου εύκολο να αλλάξει κανείς την συμπεριφορά/στάση των καθηγητών (Fullan, 1991) και ισχύει το ρητό ότι «οι καθηγητές διδάσκουν όπως διδάχτηκαν και οι ίδιοι και όχι όπως τους λέει κάποιος να διδάξουν». Έτσι οι σχεδιαστές του προγράμματος δημιούργησαν εκπαιδευτικές δραστηριότητες τις οποίες οι καθηγητές θα μπορούσαν να μεταφέρουν αργότερα στις τάξεις τους.

Από θεωρητική άποψη, η επαγγελματική επιμόρφωση των καθηγητών που στηρίζεται στον εποικοδομιστικό θα πρέπει να δίνει τον απαραίτητο χρόνο σε αυτούς ώστε να

απαντήσουν σε καίρια ερωτήματα που αφορούν τη μάθηση (π.χ. είναι η μάθηση μια εποικοδομητική διαδικασία;), την διδασκαλία (π.χ. είναι ο δάσκαλος διαχειριστής ή «διευκολυντής» και ποια είναι η κατανόηση του για το περιεχόμενο διδασκαλίας;) και την επαγγελματική ανάπτυξη (π.χ. είναι ο εποικοδομισμός η καταλληλότερη προσέγγιση για την δική τους μάθηση;).

Η σχεδίαση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων βασισμένων στη ρομποτική στηρίζεται από την πλευρά των θεωριών μάθησης στον εποικοδομιστικό και στον κατασκευαστικό εποικοδομιστικό, ενώ από την πλευρά της στρατηγικής στην μέθοδο Project (PjBL-Project Based Learning) η οποία θεωρείται η καταλληλότερη για το σκοπό αυτό. Αυτό συμβαίνει γιατί τα χαρακτηριστικά της μεθόδου αυτής ταιριάζουν με το θεωρητικό πλέγμα των παραπάνω θεωριών μάθησης:

- ✓ Μαθητοκεντρικό περιβάλλον
- ✓ Συνεργασία
- ✓ Αυθεντικές δραστηριότητες
- ✓ Πολλαπλοί τρόποι εργασίας
- ✓ Διαχείριση χρόνου
- ✓ Καινοτομική αξιολόγηση

#### 4.5. Διατύπωση ερευνητικών Ερωτημάτων

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των ΕΠΑΛ, προβλέπεται η διδασκαλία του «Προγραμματισμού Υπολογιστών» στην Γ' Τάξη των ειδικοτήτων Πληροφορικής και Ηλεκτρονικής. Στο ΑΠΣ του τομέα της Πληροφορικής το μάθημα, που αναφέρεται ως «Στοιχεία Προγραμματισμού σε γραφικό περιβάλλον», διαιρείται σε 4 άξονες-ενότητες:

Α) Ανάλυση Προβλήματος, Β) Σχεδίαση και ανάπτυξη αλγορίθμων, Γ) Υλοποίηση σε προγραμματιστικό περιβάλλον, Δ) Αξιολόγηση-Τεκμηρίωση Προγράμματος

Ο γενικός σκοπός του μαθήματος είναι: **να αποκτήσει ο μαθητής ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα, να μπορεί να επιλύει απλά προβλήματα και να αναπτύσσει απλές εφαρμογές σε προγραμματιστικό περιβάλλον.**

Μερικοί από τους ειδικούς διδακτικούς στόχους του μαθήματος είναι ο μαθητής να έχει την ικανότητα να:

- Εντοπίζει τις απαιτήσεις ενός προβλήματος και να διακρίνει τα όρια του.
- Διακρίνει τα μέρη του προβλήματος
- Μπορεί να διατυπώνει αλγοριθμικά τη διαδικασία επίλυσης του προβλήματος
- Υλοποιεί τον αλγόριθμο με χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού
- Έχει ευχέρεια στη χρήση δομών ελέγχου της ροής του προγράμματος
- Κάνει έλεγχο και εκσφαλμάτωση του προγράμματος

Η βιβλιογραφική επισκόπηση έδειξε ότι τα Lego Mindstorms έχουν χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία βασικών εννοιών προγραμματισμού αλλά και για την εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού (π.χ. Java, C++)

Το ερώτημα που προκύπτει είναι αν τα LEGO Mindstorms μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη γενικών και ειδικών στόχων του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών» όπως αυτοί περιγράφονται στο ΑΠΣ του τομέα της Πληροφορικής.

Στη τεχνική εκπαίδευση για την επίτευξη των στόχων αυτών χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό η γλώσσα Visual Basic. Η ανάπτυξη των προγραμμάτων γίνεται σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον και τα προβλήματα που καλούνται να λύσουν οι μαθητές είναι προβλήματα επεξεργασίας αριθμών και συμβόλων. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο συγκεκριμένος τρόπος διδασκαλίας δημιουργεί έναν ανασταλτικό παράγοντα στην εκμάθηση του προγραμματισμού.

Το προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας των LEGO είναι ένα γραφικό περιβάλλον στο οποίο οι εντολές υλοποιούνται σε μορφή Block χωρίς να χρειάζεται η συγγραφή προγράμματος σε κώδικα. Παρόλα αυτά στα πλαίσια του μαθήματος είναι απαραίτητη και η εκμάθηση κάποιας γλώσσας προγραμματισμού γενικού σκοπού.

Η βιβλιογραφική επισκόπηση έδειξε επίσης ότι σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν τα LEGO Mindstorms για την ενίσχυση της μαθησιακής κινητοποίησης και εμπλοκής σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Βάση των παραπάνω προκύπτουν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

**E.E.1:** Μπορούν τα LEGO Mindstorms να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του γενικού σκοπού του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών» που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον;

**E.E.2:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον Mindstorms Educational NXT-G να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις προγραμματιστικών δομών σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic;

**E.E.3:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το κιτ ρομποτικής LEGO Mindstorms να ενισχύσει την εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού;

#### **4.5.1. Εξειδίκευση ερευνητικών ερωτημάτων**

##### **4.5.1.1. Δομημένος προγραμματισμός – Βασικές προγραμματιστικές δομές**

Ο δομημένος προγραμματισμός (Dijkstra, 1976) αποτελεί βασική έννοια στο πλαίσιο της διδασκαλίας του προγραμματισμού, κυρίως όσον αφορά το διαδικαστικό (procedural) προγραμματιστικό παράδειγμα. Ένα από τα σημαντικότερα θέματα που προσπάθησε να μελετήσει η προσέγγιση του δομημένου προγραμματισμού ήταν η συγγραφή προγραμμάτων που δεν περιέχουν την εντολή GOTO, η οποία οδηγεί σε διακλαδώσεις του προγράμματος που είναι δύσκολο να ελεγχθούν στην συνέχεια. Στόχος του δομημένου προγραμματισμού είναι να αλλάξει τη διαδικασία του προγραμματισμού από μια επίπονη λειτουργία δοκιμής και λάθους σε μια ποιοτική και ελεγχόμενη

λειτουργία. Η κύρια ιδέα είναι η χρησιμοποίηση βασικών δομών για τη δημιουργία πολύπλοκων προγραμμάτων και η αποφυγή αλμάτων μέσα στον κώδικα.

Για να πετύχει τους στόχους του ο δομημένος προγραμματισμός χρησιμοποιεί λογικές δομές προγραμματισμού σε τρεις βασικούς τύπους, οι οποίοι είναι επαρκείς για την κατασκευή οποιουδήποτε αλγόριθμου:

- Την ακολουθία ή διαδοχή (sequence).
- Την επιλογή (selection) ή έλεγχο ή απόφαση (decision).
- Την επανάληψη (iteration) ή επαναληπτική διαδικασία ή βρόχο (loop).

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι οι δομές επιλογής και επανάληψης αποτελούν βασικές έννοιες, η κατάκτηση των οποίων συμβάλλει στην αποτελεσματική συγγραφή προγραμμάτων.

**Έτσι το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα αναδιατυπώνεται ως εξής:**

**E.E.2:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον Mindstorms Educational NXT-G να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις των προγραμματιστικών δομών επιλογής και επανάληψης σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic;

#### **4.5.1.2. Εμπλοκή (Engagement)**

Η έννοια της εμπλοκής στη μάθηση είναι πολυδιάστατη και διαπλέκεται δυναμικά με παράγοντες που αναφέρονται στα συναισθήματα, τις γνωστικές διαδικασίες και τη συμπεριφορά (Finn, 1989 – Connell, 1990 – Connell & Wellborn, 1991). Ο συναισθηματικός παράγοντας σχετίζεται με έννοιες όπως η αυτοαποτελεσματικότητα, η προσδοκία, το ενδιαφέρον, η ανάμειξη, ο θεωρούμενος έλεγχος, η αυτονομία, το αίσθημα του «ανήκειν». Ο μαθητής που δεν εμπλέκεται δεν έχει το αίσθημα της δέσμευσης και του ανήκειν. Το γνωστικό στοιχείο περιλαμβάνει την ανάπτυξη στρατηγικών μάθησης, σκέψης και επίλυσης προβλήματος. Ο παράγοντας της συμπεριφοράς αναφέρεται κυρίως στην συμμόρφωση στις εκπαιδευτικές διαδικασίες,

στην ανάληψη πρωτοβουλιών στην τάξη και στην συμμετοχή σε μαθησιακές δραστηριότητες.

Ο όρος που περιγράφει καλύτερα αυτή τη μορφή εμπλοκής είναι «εμπλοκή στο μαθησιακό έργο» και χρησιμοποιείται για να αναφερθεί στην γνωστική διαδικασία, την ενεργό συμμετοχή, και την συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών σε συγκεκριμένα μαθησιακά έργα. Σύμφωνα με τους Blumenfeld et al (2004) αυτός ο ορισμός προϋποθέτει την χρήση τριών αλληλένδετων μεταξύ τους κριτηρίων που αποτιμούν τα επίπεδα εμπλοκής των μαθητών:

- I. Γνωστικά κριτήρια, που έχουν ως δείκτη την έκταση και την κατανάλωση διανοητικής προσπάθειας στα μαθησιακά έργα (π.χ., προσπάθειες των μαθητών να ενσωματώσουν την νέα γνώση μέσα σε παλιότερα γνωστικά σχήματα και να καθοδηγήσουν την κατανόηση της εργασίας τους μέσω της χρήσης γνωστικών και μεταγνωστικών στρατηγικών). Η γνωστική εμπλοκή περιλαμβάνει την ύπαρξη μαθησιακών στόχων και εσωτερικών κινήτρων του μαθητή, την αυτορρύθμιση και την ικανότητα εφαρμογής στρατηγικών.
- II. Συμπεριφοριστικά κριτήρια, με δείκτη το βαθμό της ενεργητικής ανταπόκρισης στα μαθησιακά έργα που παρουσιάζονται (π.χ., ενεργός ανταπόκριση των μαθητών σε μια προηγηθείσα διδασκαλία όπως είναι η διατύπωση σχετικών ερωτήσεων, η επίλυση προβλημάτων και η συμμετοχή σε συζητήσεις με τους δασκάλους και τους συμμαθητές)
- III. Συναισθηματικά κριτήρια, με δείκτη το επίπεδο επένδυσης των μαθητών και των συναισθηματικών τους αντιδράσεων στα μαθησιακά έργα (π.χ., υψηλά επίπεδα ενδιαφέροντος ή θετικές στάσεις προς τα μαθησιακά έργα).

**Ύστερα από τον παραπάνω ορισμό της εμπλοκής το 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα αναδιατυπώνεται ως εξής:**

**E.E.3:** Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το κιτ ρομποτικής LEGO Mindstorms να ενισχύσει την γνωστική, συμπεριφοριστική και συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού;

## 4.6. Ερευνητική μεθοδολογία – Ερευνητικές υποθέσεις

### 4.6.1. Ποιοτική έρευνα.

Σύμφωνα με ένα γενικό ορισμό, ποιοτική έρευνα θεωρείται η ερμηνευτική μελέτη ενός συγκεκριμένου θέματος, στην οποία ο ερευνητής έχει κεντρική θέση στον τρόπο με τον οποίο το θέμα περιγράφεται και σημασιοδοτείται (Banister, Burman, Parker, Taylor & Tindall, 1994). Η λέξη «ποιοτική» υπονοεί την έμφαση στην ποιότητα των οντοτήτων που μελετώνται και στις διεργασίες και τα νοήματα τα οποία δεν μπορούν να μελετηθούν πειραματικά ή να μετρηθούν σε συνάρτηση με την ποσότητα, το βαθμό, την ένταση ή τη συχνότητα τους.

Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην ποιοτική έρευνα είναι η παρατήρηση, οι συνεντεύξεις και η ανάλυση γραπτού υλικού.

#### Παρατήρηση:

Στην προσπάθεια του να εξερευνήσει το «φυσικό περιβάλλον», η παρουσία του ερευνητή πρέπει να είναι όσο το δυνατόν διακριτικότερη έτσι ώστε να μην επηρεάσει την κατάσταση προς μελέτη. Γι' αυτό ο ερευνητής συνήθως αναλαμβάνει ένα ρόλο που αναγνωρίζεται μέσα στο περιβάλλον ενός οργανισμού (π.χ. σχολείο) ή μιας ομάδας (π.χ. συμμορίας). Ερευνητές, για τις ανάγκες της έρευνας, έχουν υποδηθεί ρόλους όπως αυτός του καθηγητή, του μέλους συμμορίας, του μαθητή, του γυμνιστή, του χίπυ και του φοιτητή ιατρικής.

Πολλές φορές δεν είναι δυνατό ο ερευνητής να αναλάβει κάποιο ρόλο, οπότε τότε η παρατήρηση είναι μη συμμετοχική. Ένα μάθημα μπορεί να παρατηρηθεί από τα πίσω θρανία, ενώ μια παιδική χαρά έξω από τα όρια της.

Ερευνητές που θέλουν μεγαλύτερη ασφάλεια στην συλλογή δεδομένων υιοθετούν την συστηματική παρατήρηση. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει ένα πρόγραμμα παρατήρησης ανά τακτά χρονικά διαστήματα, όπου η συμπεριφορά του υποκειμένου (π.χ. μαθητής) κωδικοποιείται σύμφωνα με προαποφασισμένες παραμέτρους.



Πλεονεκτήματα της συστηματικής παρατήρησης είναι:

- Είναι σε μεγάλο βαθμό αντικειμενική και ελαχιστοποιεί την επίδραση από την πλευρά του παρατηρητή.
- Η αξιοπιστία είναι μεγάλη, σε ποσοστό 80%.
- Γενικευσιμότητα: όταν έχεις φτιάξει ένα εργαλείο, μπορείς να το χρησιμοποιήσεις σε μεγαλύτερα δείγματα.
- Είναι ακριβής. Δεν επιτρέπει άσκοπη παρατήρηση ή ανακατωσούρα.
- Προβλέπει μια δομή για την έρευνα.

#### Συνεντεύξεις:

Ένα μεγάλο ποσοστό δεδομένων προκύπτουν μέσα από τη συνομιλία με τους ανθρώπους, είτε σε μορφή τυπικής συνέντευξης, είτε σε συνήθη κουβεντούλα. Για να μπορέσουμε σε μια συνέντευξη να εισχωρήσουμε στο «βάθος» της πραγματικότητας της κατάστασης προς μελέτη, είναι σημαντικό για τον ερευνητή να μπορεί να ταυτιστεί με τον ερωτούμενο και να κερδίσει την εμπιστοσύνη του. Επίσης πρέπει να είναι διακριτικός και να μην τον επηρεάζει.

Η καλύτερη τεχνική είναι αυτή της μη δομημένης συνέντευξης. Ο ερευνητής έχει κάποιες γενικές ιδέες για τα θέματα προς συζήτηση, αλλά μπορεί και να κρατά σημειώσεις για θέματα που προκύπτουν κατά την διάρκεια της συνέντευξης. Υπάρχουν κάποιες τεχνικές που θα βοηθήσουν στην διαύγεια, το βάθος και την αξιοπιστία της συνέντευξης:

- Έλεγχος για προφανείς αντιθέσεις, ασυνέχειες, ατεκμηρίωτες αναφορές, υπερβολές και αντιφατικότητες (π.χ. «Ναι, αλλά πριν λίγο δεν είπες ότι...»).
- Αναζήτηση της γνώμης του ερωτούμενου(π.χ. «Ποια είναι η γνώμη σου για...»).
- Ζήτηση διευκρινήσεων (π.χ. «Τι εννοείς όταν λες ότι...»).
- Ζήτηση εξηγήσεων, εναλλακτικών προτάσεων (π.χ. Θα μπορούσες να πεις επίσης ότι...»).
- Έλεγχος συγκρίσεων (π.χ. «Πως σχετίζεται αυτό που είπες με...»).
- Έκφραση δυσπιστίας ή έκπληξης (π.χ. «Δεν το πιστεύω...» ή «Αλήθεια;»).
- Συχνή ανακεφαλαίωση (π.χ. «Αυτό δηλ που θες να πεις είναι ότι...») κ.α.

Ο ερευνητής πρέπει να είναι ενεργός ακροατής και να δείχνει ότι δίνει προσοχή στα λεγόμενα του συνεντευξιαζόμενου. Πρέπει να τον κρατά μέσα στο θέμα. Μπορεί να αναφέρει δικές του εμπειρίες ώστε να τον ενθαρρύνει. Θα λέγαμε ότι μια μη δομημένη συνέντευξη είναι μια διαδικασία που αναζητά την αλήθεια με την συνεισφορά και των δύο πλευρών. Η απομαγνητοφώνηση της κουβέντας δημιουργεί την δυνατότητα για επιπλέον ανάλυση και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Όπως και με την παρατήρηση, ο ερευνητής μπορεί να επικεντρώσει την συνέντευξη σε συγκεκριμένα πράγματα που θέλει να γνωρίζει. Εδώ θα ήταν προτιμότερη μια δομημένη μορφή συνέντευξη. Ο ερευνητής ελέγχει την δομή της συνέντευξης και οι ερωτήσεις είναι προαποφασισμένες. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι η κουβέντα είναι λιγότερο «φυσική». Σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται η ημιδομημένη συνέντευξη όπου οι ερωτήσεις είναι συγκεκριμένες αλλά επιδέχονται περισσότερο ανοιχτού τύπου απαντήσεις.

#### Γραπτό υλικό:

Τα γραπτά κείμενα είναι μια χρήσιμη πηγή δεδομένων στην ποιοτική έρευνα, αλλά χρειάζεται προσοχή στην επεξεργασία τους. Κυρίως χρησιμοποιούνται επίσημα έγγραφα, προσωπικά έγγραφα και ερωτηματολόγια.

Επίσημα έγγραφα θεωρούνται τα αρχεία, τα χρονοδιαγράμματα, τα σχέδια μαθήματος και οι σημειώσεις, τα εμπιστευτικά κείμενα για τους μαθητές, οι εφημερίδες, τα ημερολόγια (reflective journals), τα απουσιολόγια, οι καταστάσεις βαθμολογίας, οι αναρτήσεις σε πίνακες ανακοινώσεων, τα διαγωνίσματα, οι σημειώσεις στον πίνακα, οι φωτογραφίες κ.α. Όλα αυτά μπορούν να προσφέρουν χρήσιμες πληροφορίες χωρίς όμως να είναι πάντα αντικειμενικές. Κάθε φορά πρέπει να χρησιμοποιούνται λαμβάνοντας υπ' όψιν το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο δημιουργήθηκαν.

Προσωπικά έγγραφα θεωρούνται τα ημερολόγια (diaries), οι ασκήσεις των μαθητών, προσωπική αλληλογραφία και σημειώσεις. Όλα αυτά αποτελούν αντανάκλαση της πραγματικότητας και δίνουν πολύτιμες πληροφορίες για την συμπεριφορά, την κουλτούρα και τις προοπτικές των μαθητών και των καθηγητών.

Τα ερωτηματολόγια αποτελούν ιδιαίτερη περίπτωση ποιοτικής έρευνας αφού υποβάλλουν τα υποκείμενα σε συγκεκριμένα ερεθίσματα και δεν προκαλούν «φυσική» συμπεριφορά. Όμως, είναι πολύ χρήσιμα, ειδικά όταν πρέπει να συλλέξουμε πληροφορίες από μεγάλο δείγμα κάτι που δεν είναι εφικτό με την συνέντευξη. Οι πληροφορίες που μας δίνουν είναι βέβαια περιορισμένες σε μια συγκεκριμένη γκάμα θεμάτων.

#### **4.6.2. Πείραμα Πεδίου (Field experiment)**

Όπως φαίνεται και από την ονομασία, το πείραμα πεδίου είναι ένα πείραμα που πραγματοποιείται εκτός εργαστηριακού περιβάλλοντος, μέσα στον πραγματικό κόσμο. Αντίθετα με τη μελέτη περίπτωσης και την μελέτη παρατήρησης, το πείραμα πεδίου ακολουθεί όλα τα βήματα της επιστημονικής μεθόδου, θέτοντας ερευνητικά προβλήματα και υποθέσεις. Όμως, όπως και στα εργαστηριακά πειράματα, τα υποκείμενα της έρευνας χωρίζονται σε ομάδα παρέμβασης και ομάδα ελέγχου.

Το φανερό πλεονέκτημα μιας μελέτης πεδίου είναι ότι είναι πρακτική και επιτρέπει τον πειραματισμό. Ένας βιολόγος που μελετά ένα οικοσύστημα δεν μπορεί φυσικά να το μεταφέρει στο εργαστήριο του γι' αυτό το πείραμα πεδίου είναι ο μοναδικός ρεαλιστικός ερευνητικός τρόπος σε πολλά επιστημονικά πεδία. Ένα πρόβλημα που δημιουργείται σε τέτοιου είδους πειράματα είναι η πιθανότητα έλλειψης ομάδας ελέγχου καθώς και η πληθώρα μεταβλητών που πρέπει να εξαλειφθούν.

Γεωλόγοι, κοινωνικοί επιστήμονες και περιβαλλοντικοί βιολόγοι χρησιμοποιούν πειράματα πεδίου ως μέρος της καθημερινής εργασίας τους.

#### **4.6.3. Επιλογή μεθοδολογίας**

Για την υλοποίηση της έρευνας θα υλοποιηθεί η μεθοδολογία του πειράματος πεδίου (field experiment) σε συνδυασμό με μεθοδολογικά στοιχεία ποιοτικού τύπου. Για το πείραμα πεδίου θα συγκροτηθούν μια ομάδα ελέγχου και μια πειραματική ομάδα.

Η ομάδα ελέγχου θα διδαχθεί τις βασικές έννοιες προγραμματισμού ακολουθώντας τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, στο προγραμματιστικό περιβάλλον της Visual Basic, αλλά και στο Excel με χρήση VB for Applications.

Η πειραματική ομάδα παράλληλα με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας θα ασχοληθεί και με ένα Project με τη χρήση του κιτ ρομποτικής LEGO. Το Project αυτό θα ενσωματωθεί στις υπάρχουσες διδακτικές ώρες που προβλέπει το ωρολόγιο αναλυτικό πρόγραμμα.

#### **4.6.3.1. 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα**

Όσον αφορά το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα θα ακολουθηθεί έρευνα ποιοτικής μορφής στην πειραματική ομάδα.

Μέθοδοι ποιοτικής έρευνας που θα χρησιμοποιηθούν είναι η παρατήρηση, η άτυπη κουβέντα με τους μαθητές και το γραπτό υλικό: η παρατήρηση θα αφορά τον τρόπο εργασίας των μαθητών και τη δυνατότητα να φέρουν εις πέρας το πρόβλημα που θα τους ανατεθεί. Το γραπτό υλικό θα είναι μια ομαδική αναφορά των μαθητών σε σχέση με τις αποφάσεις που πήραν, τον τρόπο που αντιμετώπισαν το δεδομένο πρόβλημα, τις λύσεις που έδωσαν και γενικότερα τη μεθοδολογία που ακολούθησαν για την επίτευξη του στόχου τους.

Δύο είναι τα βασικά σημεία στα οποία θα δοθεί ιδιαίτερη σημασία:

- Μεθοδολογία εργασίας
- Ποσοστό επιτυχίας της ολοκλήρωσης του Project

#### **4.6.3.2. 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα**

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με το 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα θα διεξαχθεί ποσοτική έρευνα με χρήση pre-test και post-test.

Συγκεκριμένα όσον αφορά το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα το ερευνητικό εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι γραπτή δοκιμασία (test) το οποίο θα δοθεί τόσο στην ομάδα

ελέγχου όσο και στην πειραματική ομάδα μετά την διεξαγωγή της εκπαιδευτικής παρέμβασης (post-test).

Όσον αφορά το 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα το ερευνητικό εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι ερωτηματολόγιο. Τα ερωτηματολόγια θα συμπληρωθούν και από τις δύο ομάδες πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση (pre-test & post-test).

Στην ποσοτική έρευνα, όπως είναι γνωστό, διατυπώνονται ερευνητικές υποθέσεις αντί για ερευνητικά ερωτήματα.

#### **Ερευνητικές υποθέσεις:**

**Ε.Υ.1:** Υπάρχει διαφορά στην κατάκτηση των διδακτικών στόχων που αφορούν τις έννοιες της δομής επιλογής και επανάληψης από τους μαθητές, όταν χρησιμοποιούνται τα Lego Mindstorms ως μέρος της διδασκαλίας του μαθήματος.

**Ε.Υ.2:** Υπάρχει διαφορά στα επίπεδα μαθησιακής εμπλοκής (γνωστικής, συμπεριφοριστικής, συναισθηματικής) των μαθητών, όταν χρησιμοποιούνται τα Lego Mindstorms ως μέρος της διδασκαλίας του μαθήματος.

### **4.7. Ερευνητικά εργαλεία**

#### **4.7.1. Μέτρηση της εμπλοκής**

Οι πρώτες μελέτες που έγιναν πάνω σε θέματα εμπλοκής συχνά εστίαζαν στον χρόνο απασχόλησης σε κάποια εργασία (Fisher, et al, 1980; Brophy, 1983). Πιο πρόσφατα όμως έχουν εμφανιστεί και άλλοι ορισμοί. Ο όρος «μαθητική εμπλοκή» έχει χρησιμοποιηθεί για να ερμηνεύσει την προθυμία των μαθητών να συμμετέχουν σε δραστηριότητες ρουτίνας, όπως η παρακολούθηση στην τάξη, η υποβολή ασκήσεων και η συμμόρφωση προς τις οδηγίες του καθηγητή. Για παράδειγμα ο Natriello (1984) όρισε την εμπλοκή ως «...συμμετοχή στις δραστηριότητες που αποτελούν μέρος του σχολικού προγράμματος». Αρνητικοί παράγοντες εμπλοκής σε αυτή την μελέτη θεωρήθηκαν

μεταξύ άλλων οι αδικαιολόγητες απουσίες από την τάξη, η αντιγραφή στα διαγωνίσματα και η καταστροφή της σχολικής περιουσίας.

Ένας άλλος ορισμός εστιάζει σε πιο «λεπτούς» γνωστικούς, συμπεριφοριστικούς και συναισθηματικούς δείκτες σε συγκεκριμένες μαθησιακές δραστηριότητες. Αυτή η κατηγοριοποίηση αντανακλάται στον ορισμό που έδωσαν οι Skinner & Belmont(1993):

Οι εμπλεκόμενοι μαθητές δείχνουν διαρκή ενασχόληση με τις μαθησιακές δραστηριότητες που συνοδεύεται από θετικά συναισθήματα. Επιλέγουν εργασίες στα όρια των ικανοτήτων τους, αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες όταν τους δίνεται η ευκαιρία και ασκούν μεγάλη προσπάθεια και συγκέντρωση στην πραγματοποίηση των εργασιών αυτών. Σε γενικές γραμμές δείχνουν θετικά συναισθήματα, όπως ο ενθουσιασμός, η αισιοδοξία, η περιέργεια και το ενδιαφέρον.

Το αντίθετο της εμπλοκής είναι η δυσανασχέτηση. Οι δυσαρεστημένοι μαθητές παρουσιάζουν παθητικότητα, δεν προσπαθούν σκληρά, τα παρατάνε εύκολα, βαριούνται, στεναχωριούνται, αγχώνονται ή ακόμα και θυμώνουν μέσα στην τάξη. Απαξιούν των ευκαιριών μάθησης και δημιουργούν προβλήματα σε καθηγητές και συμμαθητές (σελ 572).

Από μια άλλη οπτική γωνία, οι Pintrich & De Groot (1990) συνέδεσαν τα επίπεδα εμπλοκής των μαθητών με γνωστικές, μεταγνωστικές και αυτορυθμιστικές στρατηγικές που χρησιμοποίησαν για να μάθουν. Η κινητοποίηση των μαθητών, εκτός από τις γνωστικές στρατηγικές που επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν (επιφανειακές στρατηγικές όπως η αποστήθιση εναντίον βαθιών στρατηγικών όπως η επεξήγηση), φάνηκε και από την επιμονή τους στις δύσκολες εργασίες.

Η χρήση γνωστικών και μεταγνωστικών στρατηγικών (π.χ. «Ξαναδιάβασα πράγματα που δεν είχα καταλάβει» και «Προσπάθησα να συνδέσω τη σημερινή εργασία με πράγματα που είχα μάθει παλιότερα») θεωρούνται δείκτες ενεργούς εμπλοκής, ενώ «ρηχές» στρατηγικές (π.χ. «Προσπέρασα το δύσκολο κομμάτι») θεωρούνται επιτόλαια εμπλοκή (Meece, Blumefield and Hoyle, 1988).

Ο πιο κοινός τρόπος για να μετρήσει κανείς την μαθησιακή εμπλοκή είναι να λάβει πληροφορίες από αναφορές των ίδιων των μαθητών. Άλλοι τρόποι είναι με χρήση

κλίμακας αξιολόγησης και λίστες επιλογής (Checklists) από τους καθηγητές, παρατηρήσεις, ανάλυση της δουλειάς των μαθητών και μελέτες περίπτωσης.

Στην περίπτωση των αναφορών, οι μαθητές συνήθως συμπληρώνουν ερωτηματολόγια ή απαντούν σε δημοσκοπήσεις που αφορούν την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες. Ερωτήσεις που σχετίζονται με το γνωστικό κομμάτι της εμπλοκής, αναφέρονται σε παράγοντες όπως π.χ. το επίπεδο προσοχής ή διάσπαση της προσοχής στο μάθημα, η πνευματική προσπάθεια και η επιμονή. Επίσης υπάρχουν ερωτήσεις που αξιολογούν το ποσοστό συμμετοχής στο μάθημα ή την εσκεμμένη φασαρία ή την κουβέντα για θέματα εκτός μαθήματος ως δείκτες συμπεριφοριστικής εμπλοκής. Η συναισθηματική εμπλοκή μετρείται με ερωτήσεις που εκτιμούν το ενδιαφέρον και τις αντιδράσεις των μαθητών στις μαθησιακές δραστηριότητες, αν επιλέγουν λιγότερο ή περισσότερο απαιτητικές εργασίες, η επιθυμία τους να μάθουν περισσότερα για κάποιο θέμα και ο ενθουσιασμός για ένα νέο project.

Οι αναφορές αυτές πολλές φορές δίνουν επιπλέον στοιχεία όπως το γιατί υπάρχει αύξηση της εμπλοκής. Έρευνες έχουν αποδείξει την σχέση μεταξύ της κατάκτησης γνώσης ή δεξιάτητας από μια δραστηριότητα και των αποτελεσματικών στρατηγικών μάθησης (Covington, 2000). Άλλες έρευνες έχουν συσχετίσει θετικά τον έλεγχο της μάθησης με την προσαρμογή σε μαθησιακές διαδικασίες (Strickland, 1989; Thompson et al, 1998).

Εκτός από τις αναφορές, κάποιες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει κλίμακες αξιολόγησης για την μέτρηση της εμπλοκής. Για παράδειγμα οι Skinner & Belmont έφτιαξαν κλίμακες αξιολόγησης όπου οι καθηγητές βαθμολογούσαν την επιθυμία των μαθητών να συμμετέχουν σε σχολικές δραστηριότητες καθώς και τις συναισθηματικές αντιδράσεις τους σε αυτές. Άλλο παράδειγμα είναι το ερωτηματολόγιο του καθηγητή για την εμπλοκή των μαθητών στην μελέτη, που αναπτύχθηκε από τους Sweet, Guthrie & Ng (1996) και μετράει παράγοντες που σχετίζονται με την μαθησιακή εμπλοκή.

Η άμεση παρατήρηση χρησιμοποιείται ώστε να επιβεβαιωθούν οι αναφορές των μαθητών, αφού αυτές τίθενται υπό αμφισβήτηση όταν οι μαθητές δεν μπορούν να αξιολογήσουν τις γνωστικές ικανότητες τους, την συμπεριφορά τους ή τα

συναισθήματα τους. Στις μελέτες παρατήρησης, ο παρατηρητής σημειώνει αν μια συμπεριφορά εκδηλώθηκε ή όχι σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Ανάλυση δείγματος εργασίας του μαθητή μπορεί να δώσει πληροφορίες για υψηλού επιπέδου λύση προβλήματος και μεταγνωστικές στρατηγικές. Εργασίες μαθητών που χρησιμοποιούνται είναι τα μαθητικά project, τα portfolios, οι επιδόσεις, οι εκθέσεις, τα learning journals και τα log files. Η αποτελεσματικότητα τέτοιων μεθόδων εξαρτάται από την χρήση κατάλληλα δομημένων διαδικασιών που συνοδεύονται από ρουμπρικές αξιολόγησης.

Στην περίπτωση μικρού αριθμού μαθητών, η εστιασμένη μελέτη περίπτωσης βοηθάει στην συλλογή λεπτομερών περιγραφών της μαθητικής εμπλοκής. Οι ερευνητές ερμηνεύουν επαγωγικά την εμπλοκή καταγράφοντας λεπτομέρειες για την αλληλεπίδραση των μαθητών μεταξύ τους και με αντικείμενα μέσα στην τάξη.

Σε κάθε περίπτωση, για τη μέτρηση της εμπλοκής πρέπει να υπάρχουν διαφορετικά μέτρα για το γνωστικό, συμπεριφοριστικό και συναισθηματικό κομμάτι. Για κάθε κομμάτι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων, όταν αυτό φυσικά είναι εφικτό ανάλογα με το γενικότερο πλαίσιο στο οποίο γίνεται η έρευνα.

#### **4.7.2. Κατασκευή του ερωτηματολογίου**

Η επισκόπηση ανέδειξε κάποια εργαλεία για την μέτρηση της εμπλοκής:

- (1) The student engagement in the mathematics classroom scale (Kong, Wong & Lam, 2003).
- (2) Quantifying School Engagement: Research report ( Finlay K.,National Center for School Engagement, 2006)
- (3) Science Motivation Questionnaire (Glynn, Koballa, 2005)

Για την κατασκευή των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκαν οι οδηγίες από το “A Toolkit for Writing Surveys to Measure Student Engagement, Reflective and Responsible Learning” της Valerie Ruhe, PhD. Οι οδηγίες αυτές αποτελούνται από 3 βήματα:



1. Προσδιορισμός των Δομικών Στοιχείων (Define the Construct).
2. Επισκόπηση των πρότυπων ερωτηματολογίων (Review the Model Surveys).
3. Συγγραφή των παραγόντων (Write the items).

## 1<sup>ο</sup> ΒΗΜΑ

Όσον αφορά το 1<sup>ο</sup> βήμα, η πρόθεση μας είναι να μετρήσουμε την μαθησιακή εμπλοκή (Student Engagement). Η εμπλοκή εμπεριέχει 3 δομικά στοιχεία (constructs), το γνωστικό (cognitive), το συναισθηματικό (affective) και το συμπεριφοριστικό (behavioral) (Finn, 1989, 1993).

## 2<sup>ο</sup> ΒΗΜΑ

Παραπάνω φαίνονται οι μελέτες που χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα για την κατασκευή του ερωτηματολογίου:

Οι Kong, Wong & Lam στην μελέτη τους αναφέρουν την κατηγοριοποίηση των Connell & Wellborn για τους τρεις παράγοντες της εμπλοκής.

<p>Γνωστική Εμπλοκή</p> <p>Ευέλικτη έναντι Αδιάλλακτης επίλυσης προβλήματος (Flexible vs. Rigid Problem Solving)</p> <p>Ενεργητική έναντι Παθητικής αντιμετώπισης της αποτυχίας (Active vs. Passive Coping with Failure)</p> <p>Ανεξάρτητο έναντι Εξαρτημένου στυλ εργασίας (Independent vs. Dependent Work Styles)</p> <p>Ανεξάρτητη έναντι Εξαρτημένης Κρίσης (Independent vs. Dependent Judgment)</p> <p>Σκληρή εργασία έναντι Χαλαρής εργασίας (Preference for Hard Work vs. Preference for Easy Work)</p>
<p>Συμπεριφοριστική Εμπλοκή</p>

<p>Συμμετοχή στο μάθημα έναντι Αδιαφορίας (Class Participation vs. Uninvolvement)</p> <p>Ενασχόληση με την ανατεθείσα εργασία έναντι Ενασχόλησης με άλλα πράγματα (On-Task vs. Off-task Behavior)</p> <p>Ακαδημαϊκός προσανατολισμός εξωσχολικών δραστηριοτήτων έναντι Μη Ακαδημαϊκών (Extra-curricular Academically vs. Extra-curricular Non-Academically Oriented)</p> <p>Αναζήτηση Επαγγελματικής Σταδιοδρομίας (Career Plans)</p> <p>Κοπάνες (Classes Skipped)</p> <p>Καθυστέρηση/Αργοπορία (Tardiness)</p>
<p>Συναισθηματική εμπλοκή</p> <p>Θυμός (Anger), Ενδιαφέρον (Interest), Νευρικότητα (Nervousness), Ευτυχία (Happiness), Λύπη (Sadness), Περιέργεια (Curiosity), Βαρεμάρα (Boredom), Απογοήτευση (Discouragement), Ενθουσιασμός (Excitement)</p>

**Πίνακας 3: Η κατηγοριοποίηση των Cornell & Wellborn για τους τρεις παράγοντες της εμπλοκής**

Οι ερευνητές ύστερα από συστηματική παρατήρηση μαθητών σε σχολεία της Κίνας, κατέληξαν στην κατηγοριοποίηση της συμπεριφοράς των μαθητών μέσα στην τάξη.

Από τη μελέτη της συμπεριφοράς οι ερευνητές κατέληξαν σε τρεις (3) διαστάσεις της συμπεριφοριστικής εμπλοκής: προσεκτικότητα (**attentiveness**), επιμέλεια (**diligence**) και χρόνος που αφιερώνεται σε εργασία (**time spent on homework**).

Πραγματοποιώντας συνεντεύξεις με τους μαθητές και αναλύοντας τα αποτελέσματα οι ερευνητές καταλήγουν σε τέσσερις (4) διαστάσεις της συναισθηματικής εμπλοκής: ενδιαφέρον (**interest**), προσανατολισμός στην επίτευξη (**achievement orientation**), άγχος (**anxiety**) και ματαίωση (**frustration**).

Οι στρατηγικές που χρησιμοποίησαν οι μαθητές αποδείχθηκε ότι είχαν σχέση με την γνωστική εμπλοκή. Οι στρατηγικές αυτές έχουν να κάνουν με τεχνικές απομνημόνευσης, εξάσκηση, προετοιμασία για εξέταση, κατανόηση των ερωτήσεων, σύνοψη των κεκτημένων γνώσεων, εξάρτηση από τους γονείς, εξάρτηση από τους καθηγητές, σύνδεση νέας γνώσης με την παλιά και σύνθεση τρόπων μάθησης. Οι ερευνητές κατηγοριοποίησαν τις στρατηγικές αυτές σύμφωνα με τις ιδέες άλλων ερευνητών (π.χ. Biggs 1978; Marton & Saljo, 1976), καταλήγοντας έτσι στις διαστάσεις της γνωστικής εμπλοκής που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Επιφανειακή Στρατηγική (Surface Strategy)	Εις Βάθος Στρατηγική (Deep Strategy)	Εμπιστοσύνη Reliance
Απομνημόνευση (Memorisation) Εξάσκηση (Practising) Επιτυχία στα διαγωνίσματα (Handling tests)	Κατανόηση ερωτήσεων (Understanding the question) Συνοψιση γνώσεων (Summarizing what is learnt) Συσχέτιση νέας γνώσης με παλαιότερη (Connecting new knowledge with the old ways of learning)	Εμπιστοσύνη στους γονείς (Relying on parents) Εμπιστοσύνη στους καθηγητές (Relying on teachers)

**Πίνακας 4: Διαστάσεις της γνωστικής εμπλοκής κατά τους Kong, Wong & Lam**

Ο Finlay αναφερόμενος στην δουλειά των Fredericks, Blumenfeld & Paris(2004) καταγράφει κάποιες από τις διαστάσεις των τριών κατηγοριών εμπλοκής:

A) Συμπεριφοριστική εμπλοκή: Ορίζεται γενικότερα ως η ενασχόληση με την σχολική εργασία και η αποδοχή των κανόνων του σχολείου. Μερικά παραδείγματα είναι:

- Θετική συμπεριφορά η οποία αποδεικνύεται από την προσπάθεια (effort), την επιμονή (persistence), τη συγκέντρωση (concentration), την προσοχή (attention), την διατύπωση ερωτήσεων (asking questions), τη συνεισφορά σε διάλογο μες την τάξη (contributing to class discussion), την αποδοχή κανόνων (following rules), την μελέτη (studying), την εκτέλεση εργασιών (completing homework),

και την συμμετοχή σε σχολικές δραστηριότητες (participating in school-related activities).

- Απουσία κακής συμπεριφοράς δηλ. να μην γίνονται κοπάνες και η μη συμμετοχή σε καβγάδες.

Β) Γνωστική εμπλοκή: Ορίζεται ως κινητοποίηση, προσπάθεια και χρήση στρατηγικών. Εδώ συμπεριλαμβάνεται η ψυχική επένδυση στην μάθηση, η επιθυμία για περεταίρω γνώση πέραν των σχολικών απαιτήσεων και η προτίμηση στην αντιμετώπιση προκλήσεων. Μερικά παραδείγματα είναι:

- Ευελιξία στην επίλυση προβλημάτων (flexibility in problem solving), σκληρή δουλειά (hard work), επένδυση στη γνώση (investment in learning), πνευματική προσπάθεια (mental effort) και επιθυμία για την πλήρη κατοχή ενός θέματος (desire to master a task).

Γ) Συναισθηματική εμπλοκή: Γενικά, ορίζεται ως το ενδιαφέρον, οι αξίες και τα συναισθήματα. Παραδείγματα:

- Συναισθηματικές αντιδράσεις στην τάξη (affective reactions), στάσεις απέναντι στο σχολείο και τους καθηγητές (attitudes towards school and teachers), ταύτιση με το σχολικό περιβάλλον (identification with school), αίσθημα του ανήκειν (feeling of belonging), εκτίμηση της σχολικής επιτυχίας (appreciation of success).
- Το άκρως αντίθετο των θετικών συναισθημάτων είναι επίσης στοιχεία συναισθηματικής εμπλοκής.

Οι Glynn & Koballa χρησιμοποιούν 6 στοιχεία για να μετρήσουν την κινητοποίηση των μαθητών στα μαθήματα θετικών επιστημών:

Εσωτερική κινητοποίηση για επιστημονική γνώση, Εξωτερική κινητοποίηση για επιστημονική γνώση, Προσωπική σχέση με την επιστημονική γνώση, Αυτό-αποφασιστικότητα για εκμάθηση επιστημονικής γνώσης και Αυτό-αποτελεσματικότητα στην εκμάθηση επιστημονικής γνώσης.

3<sup>ο</sup> ΒΗΜΑ

Ύστερα λοιπόν από την μελέτη των παραπάνω εργαλείων και την προσεκτική ανάγνωση των ερωτηματολογίων κατέληξα στην μέτρηση των παρακάτω παραγόντων (items) που σχετίζονται με την εμπλοκή:

Γνωστική	Συμπεριφοριστική	Συναισθηματική
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Πνευματική προσπάθεια</li> <li>▪ Κατανόηση</li> <li>▪ Ευελιξία στην επίλυση προβλημάτων</li> <li>▪ Απομνημόνευση</li> <li>▪ Σύνδεση της νέας γνώσης με παλιά</li> <li>▪ Επιθυμία για περαιτέρω γνώση</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Χρόνος που αφιερώνεται στην εργασία</li> <li>▪ Επιμονή</li> <li>▪ Υποβολή ερωτήσεων</li> <li>▪ Συνεργασία</li> <li>▪ Αφηρημάδα</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ενδιαφέρον</li> <li>▪ Περιέργεια</li> <li>▪ Προσανατολισμός στην επίτευξη του στόχου</li> <li>▪ Ενθουσιασμός</li> <li>▪ Άγχος</li> <li>▪ Βαρεμάρα</li> <li>▪ Ματαίωση</li> </ul>

**Πίνακας 5: Τα τρία δομικά στοιχεία της εμπλοκής και οι επιμέρους παράγοντες για κάθε ένα από αυτά**

Το ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε βρίσκεται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας. Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου λήφθηκαν υπ' όψιν οι οδηγίες των Cohen, Manion & Morrison(2008, σελ 436-438):

- Το ερωτηματολόγιο πρέπει να δείχνει εύκολο, ελκυστικό, ενδιαφέρον και όχι περίπλοκο, ασαφές, απαγορευτικό και βαρετό. Πρέπει να αποφεύγεται ο συνωστισμός των ερωτήσεων αφού ένα εκτενέστερο ερωτηματολόγιο με πολύ χώρο για ερωτήσεις και απαντήσεις είναι πιο ενθαρρυντικό.
- Είναι σημαντικό να υπάρχει μια εισαγωγή στην οποία να αναφέρεται ο σκοπός του ερωτηματολογίου.
- Να υπάρχει διαύγεια στην διατύπωση των ερωτήσεων αλλά και των οδηγιών συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου προς τους απαντώντες. Οι περίπλοκες οδηγίες και διαδικασίες φοβίζουν τους συμμετέχοντες.

- Είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν διαβεβαιώσεις εμπιστευτικότητας, ανωνυμίας και μη ανιχνευσιμότητας ακόμα και αν ζητήσουμε από τους συμμετέχοντες να γράψουν το όνομα τους.

Το ερωτηματολόγιο που δίνεται στους μαθητές πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση (pre-test) περιέχει δηλώσεις δημογραφικού χαρακτήρα ( όνομα, φύλο, ηλικία, περιοχή διαμονής), ερωτήσεις που διερευνούν την ύπαρξη από πλευράς των μαθητών γνώσης ή εμπειρίας σε σχέση με τις ρομποτικές κατασκευές και φυσικά ερωτήσεις που μετρούν την εμπλοκή των μαθητών στην προγραμματιστική διαδικασία. Η δεύτερη ενότητα που αναφέρεται σε πρότερη γνώση ή εμπειρία χρήσης ρομποτικών κατασκευών είναι σημαντική αφού είναι μια μεταβλητή που επηρεάζει τα αποτελέσματα της έρευνας.

Το ερωτηματολόγιο που δίνεται στους μαθητές μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση (post-test) περιέχει τις ίδιες ερωτήσεις που μετρούν την εμπλοκή των μαθητών. Εδώ υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση αφού στην πειραματική ομάδα υπάρχουν επιπλέον ερωτήσεις ανοικτού τύπου αλλά και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής που αφορούν τα συναισθήματα και τη στάση των μαθητών σε σχέση με την ενασχόληση τους με τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών. Η ερώτηση πολλαπλής επιλογής ανακτήθηκε από το ερωτηματολόγιο: «assessing educational robotics by the “Robot Edutainment Questionnaire”» που βρίσκεται στην ηλεκτρονική διεύθυνση: <https://www.mip.sdu.dk/research/technical-reports/2002/gr/TR-2002-3.pdf>.

#### **4.7.3. Αξιοπιστία και εσωτερική συνέπεια του ερωτηματολογίου.**

Αφού το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε από τον ερευνητή έπρεπε να μετρηθεί η αξιοπιστία του, τόσο η συνολική όσο και των επιμέρους παραγόντων που μετρά (Γνωστική εμπλοκή, Συμπεριφοριστική εμπλοκή, Συναισθηματική εμπλοκή). Η στατιστική μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν ο υπολογισμός του δείκτη  $\alpha$  του Cronbach. Γενικά ο δείκτης αυτός προσδιορίζει κατά πόσο ένα σύνολο μεταβλητών μετράει μια παρατηρούμενη έννοια. Ο δείκτης παίρνει τιμές από 0 έως 1. Τιμές μεγαλύτερες από

0,75 δηλώνουν ένα αποδεκτό όριο αξιοπιστίας. Για την περίπτωση μικρών δειγμάτων επαρκής θεωρούνται και τιμές από 0,60 και άνω.

Η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου έπρεπε να μετρηθεί πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας. Έτσι λοιπόν το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε και συμπληρώθηκε από μαθητές μέσα στο μήνα Σεπτέμβριο. Για την ανάλυση της αξιοπιστίας – εσωτερικής συνέπειας του ερωτηματολογίου, αυτό συμπληρώθηκε από συνολικά 39 μαθητές, εκ των οποίων 5 ερωτηματολόγια συμπληρώθηκαν από μαθητές της Γ΄ τάξης του τομέα πληροφορικής του 1ου ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου, 25 ερωτηματολόγια από μαθητές της Γ΄ τάξης του τεχνολογικού τομέα του 3<sup>ου</sup> ΓΕΛ Αγ. Δημητρίου και 9 ερωτηματολόγια από μαθητές της Γ΄ τάξης του τεχνολογικού τομέα του 2<sup>ου</sup> ΓΕΛ Αγ. Δημητρίου. Να σημειωθεί ότι όλοι οι μαθητές φοίτησαν στην Γ΄ τάξη το σχολικό έτος 2009 – 2010 και είχαν διδαχθεί το μάθημα του προγραμματισμού Η/Υ.

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SPSS ver.19. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

<b>Ερωτηματολόγιο</b>	<b>Δείκτης Cronbach alpha</b>	<b>Number of Items</b>
Ερωτήσεις εμπλοκής συνολικά (Q1 – Q18)	<b>0,830</b>	<b>18</b>
Συναισθηματική εμπλοκή Q1,Q2,Q7,Q10,Q14,Q16,Q18	<b>0,759</b>	<b>7</b>
Συμπεριφοριστική εμπλοκή Q3,Q6,Q8,Q9,Q13	<b>0,429</b>	<b>5</b>
Γνωστική εμπλοκή Q4,Q5,Q11,Q12,Q15,Q17	<b>0,635</b>	<b>6</b>

**Πίνακας 6: Αποτελέσματα αξιολόγησης του ερωτηματολογίου ( Δείκτης α του Cronbach για τη μέτρηση της εμπλοκής συνολικά και των επιμέρους παραγόντων της.**

Από τις μετρήσεις φαίνεται ότι το κομμάτι της συμπεριφοριστικής εμπλοκής παρουσιάζει χαμηλό δείκτη αξιοπιστίας, ενώ οι υπόλοιποι παράγοντες βρίσκονται μέσα σε αποδεκτά όρια.

Από την ανάλυση φαίνεται ότι η ερώτηση που δημιουργεί πρόβλημα είναι η ερώτηση Νο 6. Αν η ερώτηση αυτή αφαιρεθεί τότε ο δείκτης αξιοπιστίας των ερωτήσεων που μετρούν την συμπεριφοριστική εμπλοκή διαμορφώνεται στο 0,713. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Item-Total Statistics					
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Squared Multiple Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
Q3	15,08	4,453	,548	,408	,117
<b>Q6</b>	15,53	7,013	-,166	,295	<b>,713</b>
Q8	14,71	5,454	,531	,317	,227
Q9	14,84	5,164	,283	,461	,327
Q13	15,00	5,622	,264	,261	,347

**Πίνακας 7: Ανάλυση αποτελεσμάτων που δείχνουν την ερώτηση που δημιουργεί χαμηλό δείκτη αξιοπιστίας στον παράγοντα της συμπεριφοριστικής εμπλοκής**

Η ερώτηση Νο 6 του ερωτηματολογίου [ Question 6 (Q6): **«Συνεργάζομαι με τους συμμαθητές μου για να φέρω καλύτερα αποτελέσματα.»**] αναφέρεται στον δείκτη που μετράει την συνεργασία των μαθητών. Μία πιθανή εκτίμηση για τα αίτια που η ερώτηση αυτή δημιουργεί πρόβλημα είναι ότι στο ελληνικό σχολείο η συνεργασία των μαθητών πολλές φορές δεν προωθείται στα πλαίσια του μαθήματος και άρα δεν καλλιεργείται ως «αποδεκτή» συμπεριφορά. Ιδιαίτερα στη Γ' Λυκείου υπάρχει μεγάλος ανταγωνισμός μεταξύ των μαθητών κάτι που δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο την ανάπτυξη συνεργατικών συμπεριφορών.

Παρόλαυτά ο ερευνητής αποφάσισε να διατηρήσει την ερώτηση αυτή στο ερωτηματολόγιο και να τη χρησιμοποιήσει ως ξεχωριστό δείκτη που θα μετράει τη συνεργασία των μαθητών.



#### 4.7.4. Κατασκευή του τεστ αξιολόγησης.

Για την κατασκευή του τεστ αξιολόγησης χρησιμοποιήθηκαν οι οδηγίες των Cohen, Manion, Morrison (2008, σελ 540 – 566). Προκειμένου ο ερευνητής να δομήσει το τεστ πρέπει να λάβει υπ' όψιν του:

- Τους σκοπούς του τεστ (για την απάντηση των ερωτήσεων αξιολόγησης και για την εξασφάλιση ότι εξετάζει ότι πρέπει να εξετάσει).
- Τον τύπο του τεστ (π.χ. διαγνωστικό, επίδοσης, νοημοσύνης κ.α.).
- Τους αντικειμενικούς σκοπούς του τεστ
- Το περιεχόμενο του τεστ
- Το σχήμα του ερωτηματολογίου – τη διάταξη του, τις οδηγίες του, τη μέθοδο εργασίας και ολοκλήρωσης.

Στην περίπτωση μας σκοπός του τεστ είναι να μετρήσει την επίδοση των μαθητών στο τέλος μιας διδακτικής παρέμβασης ώστε να ελεγχθεί η επίτευξη των αντικειμενικών σκοπών ενός μέρους του σχολικού προγράμματος. Συγκεκριμένα, το τεστ θα δοθεί στους μαθητές μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της δομής επιλογής και της δομής επανάληψης μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον της VB.

Οι αντικειμενικοί σκοποί του τεστ θα πρέπει να συσχετίζονται με τους αντικειμενικούς σκοπούς του μαθήματος. Έτσι λοιπόν πριν την κατασκευή των ερωτήσεων/ασκήσεων θα πρέπει, προκειμένου να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα του τεστ, να διασφαλιστεί ότι οι αντικειμενικοί σκοποί του τεστ έχουν αναδειχθεί αμερόληπτα στα θέματα.

Σύμφωνα με το Α.Π.Σ του τομέα της πληροφορικής ο μαθητής θα πρέπει να αποκτήσει κάποιες γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με τον προγραμματισμό. Οι αντικειμενικοί σκοποί των οποίων μας ενδιαφέρει να μετρήσουμε το ποσοστό επίτευξης είναι οι εξής:

Να μπορεί ο μαθητής:

- Να δημιουργεί απλές εφαρμογές με τη χρήση δομημένης γλώσσας προγραμματισμού.

- Να αναγνωρίζει τα τμήματα ενός προγράμματος και να περιγράφει το αποτέλεσμα τους.
- Να χρησιμοποιεί τις δομές επιλογής.
- Να επιλέγει την καταλληλότερη δομή ελέγχου της ροής του προγράμματος.
- Να χρησιμοποιεί τις δομές επανάληψης.
- Να χρησιμοποιεί κατά περίπτωση την κατάλληλη δομή επανάληψης.

Ένας τρόπος να εξασφαλίσει κανείς ότι οι αντικειμενικοί σκοποί έχουν αναδειχθεί είναι με τη χρήση πλαισίου εσχάρας που δείχνει την κάλυψη των περιεχομένων, την κάλυψη των σκοπών του προγράμματος και τη σχετική βαρύτητα του θέματος.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται ένα τέτοιο πλαίσιο εσχάρας:

	Να περιγράφει το αποτέλεσμα ενός προγράμματος	Να χρησιμοποιεί την κατάλληλη δομή	Να δημιουργεί απλές εφαρμογές	Σύνολο
Δομή επιλογής (if, then, else, elseif)	5	20 *	40 **	
Δομή επιλογής (select, case)	5			
Δομή επανάληψης (For,Next)	5			
Δομή επανάληψης (Do, Loop, Until/While)	5	20 *		
Σύνολο	20	40	40	100
*Ο μαθητής θα κρίνει ποιός τύπος είναι καταλληλότερος για την επίλυση της άσκησης.				
**Ο μαθητής ανάλογα με την εφαρμογή θα επιλέξει την κατάλληλη δομή επιλογής,				

την κατάλληλη δομή επανάληψης ή συνδυασμό τους.

**Πίνακας 8 : Πλαίσιο εσχάρας που δείχνει τους αντικειμενικούς σκοπούς του τεστ αξιολόγησης, την ύλη που καλύπτει και τη σχετική βαρύτητα των θεμάτων**

Βάση του προηγούμενου πίνακα το τεστ χωρίζεται σε 3 ενότητες, μια για κάθε στήλη του πίνακα και κάθε ενότητα περιέχει τόσα θέματα όσα τα κελιά της κάθε στήλης. Έτσι λοιπόν η 1η ενότητα απαρτίζεται από 4 ερωτήσεις, η 2η ενότητα από 2 ασκήσεις και η 3η ενότητα από 1 άσκηση. Το τεστ αξιολόγησης βρίσκεται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

Η βαρύτητα των θεμάτων σχετίζεται άμεσα με την βαθμολόγηση των ερωτήσεων. Επίσης είναι σημαντικό για κάθε ερώτηση/άσκηση να είναι ξεκάθαρα τα κριτήρια της βαθμολόγησης. Όπως αναφέρετε στο βιβλίο των Cohen, Manion & Morisson (2008, σελ560): "...είναι ανάγκη να ξεκαθαρίσουμε με σαφήνεια ποια είναι τα κριτήρια βαθμολόγησης – ποια θα βαθμολογούνται ή όχι ως μονάδες. Αυτό απαιτεί μια διευκρίνιση σχετικά με το κατά πόσο υπάρχει ένας «κατάλογος ελέγχων» των κυρίων αντικειμένων που πρέπει να παρουσιαστούν στην απάντηση ενός μαθητή." Για το σκοπό αυτό έχει συνταχθεί ο παρακάτω πίνακας που αναλύει τα κριτήρια αυτά:

1η Ενότητα			
1η ερώτηση	2η ερώτηση	3η ερώτηση	4η ερώτηση
Σ=5	Σ=5	Σ=5	Σ=5
Λ=0	Λ=0	Λ=0	Λ=0
2η Ενότητα			
1η άσκηση - Λάθος αλγόριθμος, λάθος σύνταξη= (0-4β) - Σωστός αλγόριθμος, λάθος σύνταξη=(5-14β) - Σωστός αλγόριθμος, σωστή σύνταξη (15-20β)		2η άσκηση - Λάθος αλγόριθμος, λάθος σύνταξη= (0-4β) - Σωστός αλγόριθμος, λάθος σύνταξη=(5-14β) - Σωστός αλγόριθμος, σωστή σύνταξη (15-20β)	
3η Ενότητα			
Σωστή Διεπαφή: (0-10β)			
Σωστός αλγόριθμος: (10-25β)			
Σωστή σύνταξη: (25-40β)			

**Πίνακας 9: Κριτήρια βαθμολόγησης των επιμέρους θεμάτων του τεστ αξιολόγησης**

#### 4.8. Επιλογή Δείγματος.

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι 19 μαθητές της Γ' τάξης Επαγγελματικού Λυκείου του τομέα Πληροφορικής που φοιτούν στο 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου.

Για την διενέργεια της πειραματικής διαδικασίας ήταν απαραίτητο οι μαθητές να χωριστούν σε 2 ομάδες: 1 πειραματική ομάδα και 1 ομάδα ελέγχου. Ο διαχωρισμός των μαθητών έγινε ακολουθώντας μια διαδικασία που θα επέτρεπε στον ερευνητή να εξασφαλίσει την «ισοδυναμία» των 2 ομάδων ώστε τα αποτελέσματα της έρευνας να είναι όσο το δυνατόν περισσότερο αξιόπιστα. Έτσι λοιπόν τέθηκαν 2 κριτήρια βάση των οποίων θα γινόταν ο διαχωρισμός:

##### **1<sup>ο</sup> κριτήριο: Επίδοση στα μαθήματα ειδικότητας.**

Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει σε μεγάλο βαθμό ότι πριν την διδακτική παρέμβαση του ερευνητή οι δυο ομάδες (πειραματική και ελέγχου) είναι ισοδύναμες ως προς την επίδοσή τους στον προγραμματισμό. Επίσης εξασφαλίζεται η ισοδυναμία των υποομάδων της πειραματικής ομάδας που θα ασχοληθούν με το project ρομποτικής.

Από το αρχείο του σχολείου βρέθηκαν και συγκεντρώθηκαν οι βαθμολογίες των μαθητών στα μαθήματα ειδικότητας της Πληροφορικής για το σχολικό έτος 2009 – 2010. Με βάση το μέσο όρο των βαθμολογιών αυτών, οι μαθητές χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: Ομάδα υψηλής βαθμολογίας (6 μαθητές), ομάδα μεσαίας βαθμολογίας (7 μαθητές) και ομάδα χαμηλής βαθμολογίας (6 μαθητές). Στη συνέχεια έγινε κλήρωση και από κάθε ομάδα επιλέχθηκαν 3 μαθητές. Τα 9 άτομα που κληρώθηκαν αποφασίστηκε να αποτελέσουν την πειραματική ομάδα ενώ οι υπόλοιποι 10 μαθητές την ομάδα ελέγχου. Τέλος τα 9 άτομα της πειραματικής ομάδας χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των 3 ατόμων. Σε κάθε ομάδα υπήρχε ένας αντιπρόσωπος της ομάδας «υψηλής βαθμολογίας», ένας αντιπρόσωπος της ομάδας «μεσαίας βαθμολογίας» και ένας αντιπρόσωπος της ομάδας «χαμηλής βαθμολογίας»

##### **2<sup>ο</sup> κριτήριο: Προηγούμενη ενασχόληση με ρομποτικές κατασκευές.**

Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει την ισοδυναμία των ομάδων της πειραματικής ομάδας ώστε να μην ευνοηθεί κάποια από αυτές.

Όπως αναφέρεται και στην παράγραφο 5.1.2. κανείς από τους μαθητές δεν είχε ασχοληθεί στο παρελθόν με το κιτ ρομποτικής της Lego ενώ με εξαίρεση 2 μαθητές επίσης κανείς δεν είχε ασχοληθεί με οποιοδήποτε άλλη δραστηριότητα που είχε σχέση με την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ. Παρότι οι 2 μαθητές είχαν ασχοληθεί με ένα κιτ ρομποτικής που παρουσίαζε σημαντικές διαφορές με το κιτ ρομποτικής της Lego κρίθηκε σκόπιμο οι μαθητές αυτοί να μπουν στην ομάδα ελέγχου ώστε όλοι οι συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα να μην έχουν καμία προηγούμενη εμπειρία ή γνώση σε σχέση με ρομποτικές δραστηριότητες.

#### **4.9. Σχεδιασμός εκπαιδευτικού σεναρίου**

Για τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού σεναρίου λήφθηκαν υπ' όψιν οι θεωρίες μάθησης και οι στρατηγικές που αναφέρονται στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο καθώς και οι συσχετίσεις τους με την εκπαιδευτική ρομποτική όπως αυτές παρουσιάζονται στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο και ιδιαίτερα στην παράγραφο 3.8 «θεωρητικό υπόβαθρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής». Ιδιαίτερα στο κομμάτι της μεθοδολογίας υιοθετήθηκε η εκπαιδευτική μεθοδολογία των Carborano, Rex, Champers (2004) οι οποίοι προτείνουν την στρατηγική Project based learning. Επίσης για τον σχεδιασμό των διδακτικών δράσεων χρησιμοποιείται η κατηγοριοποίηση των Denis & Hubert (2001). Παρακάτω γίνεται αναφορά στον τρόπο ολοκλήρωσης των δύο αυτών προσεγγίσεων ώστε να χρησιμοποιηθούν ως πρότυπο για τον σχεδιασμό του εκπαιδευτικού σεναρίου.

##### **4.9.1. Διδακτικές δραστηριότητες που συμβαίνουν στην εκπαιδευτική ρομποτική**

Οι διδακτικές δράσεις (διδακτικά παραδείγματα) περιγράφονται μέσα από το ρόλο του εκπαιδευτή, του εκπαιδευόμενου καθώς και μέσα από τις τεχνικές και τα υλικά που απαιτούνται κατά τη διάρκεια υλοποίησής τους:

**Μίμηση:** είναι η δράση στην οποία ο μαθητής συνειδητά (ή ασυνείδητα) συλλέγει εικόνες και πληροφορίες ή επαναλαμβάνει αυτό που βλέπει να υλοποιείται από κάποιον άλλο. Η κατασκευή ενός ρομπότ ή η συγγραφή ενός προγράμματος με τη βοήθεια οδηγιών αποτελούν μια τέτοιου τύπου δραστηριότητα. Ο εκπαιδευτικός, για αυτή τη δράση τροφοδοτεί το μαθητή με τα κατάλληλα μοντέλα προς μίμηση.

**Λήψη πληροφορίας:** ο μαθητής μπορεί να έχει κάποιο ερώτημα το οποίο είναι γνωστικού περιεχομένου. Ο καθηγητής αναλαμβάνει να δώσει απάντηση στο μαθητή (π.χ. διάλεξη) ή να τον καθοδηγήσει στην εύρεσή της (είτε από κάποιο βιβλίο, είτε από το διαδίκτυο κλπ). Η απάντηση μπορεί να δοθεί ατομικά ή συλλογικά στο πλαίσιο της ομάδας ή της τάξης.

**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. Ο εκπαιδευτής αναλαμβάνει να δώσει κατάλληλη ανατροφοδότηση και να επέμβει σε 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 βοηθά στην διατύπωση ερωτημάτων και παρέχει διαδραστικά περιβάλλοντα μέσα στα οποία μπορούν να υλοποιηθούν οι πειραματισμοί. Οι προσομοιώσεις και οι μικρόκοσμοι αποτελούν ιδανικό περιβάλλον για τέτοιου είδους δράσεις.

**Εξερεύνηση:** σε αυτή τη περίπτωση, ο μαθητής έχει προσωπικές ερωτήσεις στις οποίες καλείται να απαντήσει δομώντας ο ίδιος μια έρευνα στις πηγές, στις γνώσεις και στα υλικά που έχει στη διάθεσή του. Ο εκπαιδευτικός παρέχει νέες ενδιαφέρουσες πηγές ανάλογα με τις ανάγκες του μαθητή.

**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.

#### 4.9.2. Ενσωμάτωση των διδακτικών δραστηριοτήτων στο μοντέλο PjBL.

Το μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers περιλαμβάνει 5 στάδια: **Ενεργοποίηση, Εξερεύνηση, Διερεύνηση, Δημιουργία, Παρουσίαση**. Κάθε ένα από αυτά τα στάδια 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. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη παρουσίαση των στόχων κάθε φάσης:

**1<sup>η</sup> φάση - 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 της λύσης του. Στη φάση αυτή μπορούν να λάβουν χώρα οι διδακτικές δράσεις της μίμησης, της εξερεύνησης και της δημιουργίας.

**2<sup>η</sup> φάση – Εξερεύνηση:** Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, οι μαθητές αποκτούν τα απαραίτητα εφόδια για να ολοκληρώσουν την εργασία τους, όπως η απόκτηση νέων γνώσεων και η καλλιέργεια δεξιοτήτων. Στο στάδιο αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν διδακτικές δράσεις όπως η μίμηση, η λήψη πληροφορίας, η πρακτική άσκηση και ο πειραματισμός.

**3<sup>η</sup> φάση – Διερεύνηση:** Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για να δώσουν απάντηση σε κάποιο πρόβλημα. Εδώ χρησιμοποιείται εξερεύνηση σε συνδυασμό με πειραματισμό.

**4<sup>η</sup> – φάση: 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<sup>η</sup> φάση – Παρουσίαση:** Οι μαθητές κοινοποιούν τις εργασίες τους, αξιολογούν και αξιολογούνται στο πλαίσιο της ομάδας. Η διδακτική δράση που αναπτύσσεται είναι η δημιουργία.

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα 5 στάδια , με τη γενική στοχοθεσία τους και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις.

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

**Πίνακας 10:** Τα πέντε στάδια της μεθόδου σχεδίων εργασιών (Project), η γενική στοχοθεσία τους και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις που συμβαίνουν σε αυτά.



### 4.9.3. Περιγραφή εκπαιδευτικού σεναρίου

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται η περιγραφή του εκπαιδευτικού σεναρίου, σε μορφή ρέοντος κειμένου, που θα χρησιμοποιηθεί για την πειραματική ομάδα.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ	
<b>Μάθημα:</b> Στοιχεία Προγραμματισμού σε Γραφικό Περιβάλλον	
<b>Τάξη:</b> Γ' ΕΠΑΛ, <b>Τομέας:</b> Πληροφορικής	
<b>Τίτλος Σεναρίου:</b> Οχήματα αυτόματης πλοήγησης	
<b>Εκπαιδευτική προσέγγιση:</b> Project Based Learning (Μέθοδος Συνθετικών Εργασιών)	
<b>Διάρκεια:</b> 11 διδακτικές ώρες (45')	
<b>1. Περιγραφή:</b>	<p>Οι μαθητές στα πλαίσια της συνθετικής εργασίας θα αναλάβουν να φέρουν εις πέρας μια αυθεντική εργασία η οποία περιγράφεται παρακάτω:</p> <p>«Εργάζεστε σε μια εταιρεία που κατασκευάζει οχήματα αυτόματης πλοήγησης όπως αυτά που παρακολουθήσατε στα προηγούμενα βίντεο * και συγκεκριμένα στο τμήμα προγραμματισμού οχημάτων. Έχετε στη διάθεση σας ένα νέο μοντέλο που μόλις κατασκευάστηκε και έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Σκοπός της εργασίας σας είναι να δώσετε προγραμματιστικές λύσεις σε θέματα κίνησης του οχήματος (ταχύτητα κίνησης, ακολουθία συγκεκριμένης διαδρομής, δυνατότητα πραγματοποίησης κλειστών ή ανοιχτών στροφών), σε θέματα ασφάλειας (αποφυγή συγκρούσεων, εμποδίων) και θέματα συμπεριφοράς (στάση σε σταθμούς εργασίας, ανακοίνωση άφιξης, εντολές από το προσωπικό κ.τ.λ)»</p> <p>*<a href="http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=r">http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=r</a></p>

	<p><a href="http://www.egeminusa.com/swf/packmobile2.html">elated</a> <a href="http://www.egeminusa.com/swf/packmobile2.html">http://www.egeminusa.com/swf/packmobile2.html</a></p>
<p><b>2. Εκπαιδευτικοί σκοποί/στόχοι:</b></p>	<p><u>Γενικοί εκπαιδευτικοί σκοποί:</u></p> <p>Βασικός σκοπός του εκπαιδευτικού σεναρίου που προτείνετε είναι να αυξηθεί η εμπλοκή των μαθητών στο μάθημα του προγραμματισμού μέσω της ενασχόλησής τους με ένα αυθεντικό πρόβλημα στα πλαίσια της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Μέσα από την επιλογή της εκπαιδευτικής προσέγγισης των συνθετικών εργασιών προωθείται η έννοια της διαθεματικότητας και καλλιεργούνται δεξιότητες όπως αυτές της συνεργασίας, της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης, της ανάληψης αποφάσεων και πρωτοβουλιών και της αυτοαξιολόγησης.</p> <p>Επίσης εξυπηρετούνται οι γενικοί σκοποί, όπως αυτοί ορίζονται από το Α.Π.Σ. , που είναι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να αναπτύξει ο μαθητής ικανότητες αναλυτικής και συστηματικής προσέγγισης στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων.</li> <li>➤ Να αποκτήσει ο μαθητής ικανότητες στο σχεδιασμό, στην ανάπτυξη και στον έλεγχο αλγορίθμων.</li> <li>➤ Να αποκτήσει ο μαθητής δεξιότητες υλοποίησης αλγορίθμων σε προγραμματιστικό περιβάλλον.</li> <li>➤ Να αποκτήσει ο μαθητής ικανότητες τεκμηρίωσης και αξιολόγησης της εργασίας του.</li> </ul> <p>Τέλος παρότι η ρομποτική λειτουργεί ως μαθησιακό εργαλείο και δεν είναι το αντικείμενο της μελέτης υπάρχουν και εκπαιδευτικοί σκοποί που αναφέρονται σε αυτή:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να περιγράψει ο μαθητής τα χαρακτηριστικά ενός ρομπότ.</li> <li>➤ Να εξηγήσει την λειτουργία των αισθητήρων και των ενεργοποιητών (μοτέρ κίνησης).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα αισθητήρια ώστε να αλληλεπιδρά το ρομπότ με το περιβάλλον του για την πραγματοποίηση κάποιας εργασίας.</li> <li>➤ Να χρησιμοποιεί κατάλληλο λογισμικό, και να δημιουργεί μέσω αυτού προγράμματα που θα καθορίζουν τη συμπεριφορά του ρομπότ.</li> <li>➤ Να αξιολογεί τις προτεινόμενες λύσεις εν μέρει για την κατασκευή του ρομπότ και κυρίως για τον προγραμματισμό του (Οι μαθητές στα πλαίσια της εργασίας του θα χρησιμοποιήσουν μια έτοιμη κατασκευή στην οποία κατασκευαστικά θα επέμβουν μόνο στη χρήση των κατάλληλων αισθητηρίων).</li> </ul>
<p><b>3. Ρόλοι</b></p>	<p><b>Καθηγητής:</b> Παρουσιαστής, Διευκολυντής, Καθοδηγητής, Αξιολογητής</p> <p><b>Εκπαιδευόμενος:</b> Ακροατής, Μέλος ομάδας, Πειραματιζόμενος, Δημιουργός, Ετεροαξιολογητής, Αυτοαξιολογητής.</p>
<p><b>4. Προαπαιτούμενα</b></p>	<p>Το εκπαιδευτικό αυτό σενάριο απευθύνεται σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, λυκειακού επιπέδου (15-17 ετών). Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν βασικές γνώσεις Η/Υ (Να είναι εξοικειωμένοι με τον χειρισμό του Η/Υ και έννοιες όπως το λειτουργικό σύστημα, η εγκατάσταση προγραμμάτων, η αποθήκευση αρχείων κλπ). Δεν χρειάζεται οι μαθητές να έχουν γνώσεις ρομποτικής.</p>
<p><b>5. Πόροι/Μέσα:</b></p>	<p>Υλικό:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 9 σύγχρονοι Η/Υ με DVD-ROM και θύρα USB</li> <li>➤ Kit Ρομποτικής Lego Mindstorms NXT</li> <li>➤ Καλώδιο USB</li> <li>➤ Βιντεοπροβολέας (Projector)</li> </ul> <p>Λογισμικό:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Lego Mindstorms Edu NXT - ( λογισμικό για την</li> </ul>

δημιουργία προγραμμάτων σε γραφικό περιβάλλον εργασίας, για την μεταφορά των προγραμμάτων στον επεξεργαστή του ρομπότ (NXT brick) και για την διαχείριση του firmware, της μνήμης και των προγραμμάτων του NXT brick)

- Microsoft Office ( κυρίως Word, PowerPoint)
- Φυλλομετρητής (Web Browser)

Για την κατασκευή του εκπαιδευτικού υλικού (φύλλα εργασίας, βίντεο κλπ) χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα παρακάτω λογισμικά:

- Lego Digital Designer (για την δημιουργία οδηγιών κατασκευής με υλικά του κιτ ρομποτικής)
- NeXTScreen (για την αποτύπωση της οθόνης του NXT brick σε φωτογραφικό αρχείο)
- Debut Video Capture (Λειτουργία Screen Capture για την δημιουργία βίντεο οδηγιών για τη χρήση του λογισμικού Lego Mindstorms Edu NXT)

Άλλα υλικά/μέσα:

- Πρόσβαση στο διαδίκτυο
- Φύλλα εργασίας
- Ρουμπρίκα Αξιολόγησης Ομάδων
- Ημερολόγιο συνθετικής εργασίας
- Φύλλο Αξιολόγησης στις προγραμματιστικές δομές
- Φυλλάδιο οδηγιών κατασκευής του ρομπότ (δίνεται από τη Lego μαζί με το κιτ ρομποτικής)
- Μαρκαστόχος, Πίνακας
- Γραφική ύλη
- Παρουσίαση σε μορφή Power Point: **LegoPresentation.pptx**
- Βίντεο οδηγιών για τη χρήση του λογισμικού Lego Mindstorms Edu NXT, διαθέσιμο από την ιστοσελίδα του Youtube:

	<p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g">http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g</a></p> <p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU">http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU</a></p>
<b>6. Δραστηριότητες</b>	
<p><b>6.1.1<sup>η</sup> Φάση:</b> <b>Ενεργοποίηση</b> <b>(1 διδακτική ώρα)</b></p>	<p><b>Δραστηριότητα 1-1:</b> <b>Παρουσίαση οχημάτων αυτόματης πλοήγησης (20').</b></p> <p>Στόχοι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να αναγνωρίσουν οι μαθητές την αυθεντικότητα της εργασίας που πρόκειται να αναλάβουν.</li> <li>➤ Να ενεργοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών</li> <li>➤ Να αναγνωρίσουν την χρησιμότητα, την πρακτική εφαρμογή και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός οχήματος αυτόματης πλοήγησης.</li> </ul> <p>Περιγραφή:</p> <p>Ο καθηγητής παρουσιάζει στους μαθητές 2 βίντεο στα οποία φαίνεται η χρήση οχημάτων αυτόματης πλοήγησης:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <a href="http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=related</a></li> <li>2) <a href="http://www.egeminusa.com/swf/ackmobile2.html">http://www.egeminusa.com/swf/ackmobile2.html</a></li> </ol> <p>Στην συνέχεια οι μαθητές καλούνται να επισκεφτούν μια ιστοσελίδα στην οποία αναφέρονται οι εφαρμογές και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός οχήματος αυτόματης πλοήγησης:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <a href="http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs_packmobile.html">http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs_packmobile.html</a></li> </ol> <p>Ο καθηγητής κουβεντιάζει με τους μαθητές τα παρακάτω θέματα:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Με ποιο τρόπο μετακινούνται τα οχήματα και πως ανιχνεύουν την διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουν;</li> </ol>

2. Σε τι περιβάλλοντα εργασίας μπορεί να είναι χρήσιμη μια τέτοια εφαρμογή;
3. Τι λειτουργικά χαρακτηριστικά πρέπει να έχουν τα οχήματα αυτά;

#### **Δραστηριότητα 1-2:**

#### **Παρουσίαση του κιτ ρομποτικής Lego Mindstorms (15').**

Στόχοι:

- Να μπορούν οι μαθητές να περιγράψουν τα βασικά δομικά στοιχεία του κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms.
- Να εξοικειωθούν με τα δομικά υλικά και το προγραμματιστικό περιβάλλον του κιτ ρομποτικής.

Περιγραφή:

Ο καθηγητής παρουσιάζει στους μαθητές το κιτ ρομποτικής Lego Mindstorms. Για την παρουσίαση ο καθηγητής έχει δημιουργήσει ένα αρχείο σε μορφή .pptx. Οι μαθητές ενημερώνονται για τα δομικά υλικά και το προγραμματιστικό περιβάλλον του κιτ. Οι διαφάνειες της παρουσίασης βρίσκονται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

#### **Δραστηριότητα 1-3:**

#### **Δημιουργία ομάδων εργασίας και ανακοίνωση του project με το οποίο θα ασχοληθούν οι μαθητές (10').**

Στόχοι:

- Να ενημερωθούν οι μαθητές για την εργασία που θα αναλάβουν να φέρουν εις πέρας.
- Να διατυπώσουν ερωτήσεις και απορίες που αφορούν την εργασία αυτή.

Περιγραφή:

	<p>Ο καθηγητής χωρίζει τους μαθητές σε ομάδες εργασίας των 3 ατόμων φροντίζοντας όλες οι ομάδες να έχουν την ίδια δυναμικότητα. Στη συνέχεια οι ομάδες ενημερώνονται για το θέμα της συνθετικής εργασίας, για τον τρόπο αξιολόγησης της εργασίας τους και για τις υποχρεώσεις που θα έχουν στα πλαίσια της εργασίας τους. Κατόπιν οι μαθητές βλέπουν ένα βίντεο από την ιστοσελίδα του YouTube:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www.youtube.com/watch?v=PzZhsllrsE0&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=PzZhsllrsE0&amp;feature=related</a></li> </ol> <p>Στο βίντεο αυτό φαίνεται μια απλοποιημένη περίπτωση εφαρμογής οχήματος αυτόματης πλοήγησης με χρήση του κιτ ρομποτικής Lego Mindstorms. Οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν ερωτήσεις ή απορίες που τυχόν δημιουργήθηκαν κατά την ενημέρωσή τους.</p>
<p><b>6.2.2<sup>η</sup> Φάση:</b> <b>Εξερεύνηση</b> <b>(5 διδακτικές ώρες)</b></p>	<p><b>Δραστηριότητα 2-1:</b> <b>Πειραματισμός με τους αισθητήρες (45')</b></p> <p>Στόχοι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να εξοικειωθούν οι μαθητές με την λειτουργία και τις δυνατότητες των αισθητήρων</li> <li>➤ Να εξοικειωθούν οι μαθητές με το μενού του NXT brick</li> </ul> <p>Περιγραφή:</p> <p>Ο καθηγητής διανέμει στις ομάδες το <b>φύλλο εργασίας 1</b><sup>11</sup> και ζητάει από αυτές να ακολουθήσουν τις οδηγίες του και να συμπληρώσουν τα κενά που υπάρχουν σε αυτό. Οι μαθητές πειραματίζονται με τα αισθητήρια και παίρνουν μετρήσεις με τη βοήθεια τους. Στο τέλος οι μαθητές παραδίδουν στον καθηγητή το φύλλο εργασίας συμπληρωμένο.</p> <p><b>Δραστηριότητα 2-2:</b></p>

<sup>11</sup> Όλα τα φύλλα εργασίας βρίσκονται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας

### **Προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας NXT-G (90').**

Στόχοι:

- Να εξοικειωθούν οι μαθητές με το προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας NXT-G.
- Να περιγράψουν την λειτουργία ενός έτοιμου προγράμματος.
- Να τροποποιούν ένα υπάρχων πρόγραμμα ώστε να αλλάζει η συμπεριφορά του ρομπότ κατά ένα προκαθορισμένο τρόπο.
- Να μεταφέρουν τα προγράμματα στο ρομπότ και να ελέγχουν την σωστή λειτουργία τους.
- Να τροποποιούν μερικώς την κατασκευή του ρομπότ ώστε να ενσωματώσουν το κατάλληλο αισθητήριο.

Περιγραφή:

Ο καθηγητής διανέμει στις ομάδες το φύλλο εργασίας 2 και ζητάει από αυτές να ακολουθήσουν τις οδηγίες του, να απαντήσουν στις ερωτήσεις και να πραγματοποιήσουν τις ασκήσεις που αναφέρονται σε αυτό. Οι μαθητές καλούνται να δουν 1 βίντεο (χωρισμένο σε δυο μέρη) στο οποία γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση του περιβάλλοντος εργασίας NXT-G:

1. <http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g>
2. [http://www.youtube.com/watch?v=4obT\\_OBf\\_eU](http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU)

Οι μαθητές τοποθετούν στο ρομπότ το κατάλληλο αισθητήριο σύμφωνα με τις οδηγίες που βρίσκουν στο Robot Educator, μεταφέρουν τα προγράμματα τους σε αυτό και ελέγχουν για την σωστή λειτουργία τους.

**Δραστηριότητα 2-3:**

**Προγραμματιστικές προκλήσεις (90').**

Στόχοι:

- Να μπορούν οι μαθητές να λύσουν απλά προβλήματα



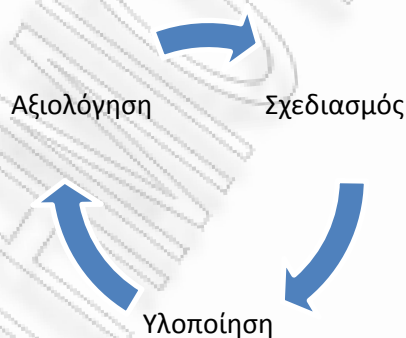
	<p>που σχετίζονται με την συμπεριφορά του ρομπότ.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να δημιουργούν έναν αλγόριθμο για την επίλυση του προβλήματος.</li> <li>➤ Να περιγράφουν την μεθοδολογία και τον αλγόριθμο που δημιούργησαν για την επίλυση του προβλήματος.</li> </ul> <p>Περιγραφή:</p> <p>Ο καθηγητής διανέμει στις ομάδες το φύλλο εργασίας 3 και ζητάει από αυτές να πραγματοποιήσουν τις προγραμματιστικές προκλήσεις που αναφέρονται σε αυτό λαμβάνοντας υπ' όψιν τους τα ερωτήματα προς διερεύνηση. Οι μαθητές πειραματίζονται με τα προγράμματα που δημιουργούν. Στο τέλος παραδίδουν στον καθηγητή αναφορά με την μεθοδολογία που ακολούθησαν για την επίλυση του προβλήματος και τον αλγόριθμο που χρησιμοποίησαν.</p>
<p><b>6.3.3<sup>η</sup> Φάση:</b> <b>Διερεύνηση</b> <b>(2 διδακτικές ώρες)</b></p>	<p><b>Δραστηριότητα 3-1:</b> <b>Διερεύνηση του αρχικού προβλήματος (90')</b></p> <p>Στόχοι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να μπορούν οι μαθητές να σχεδιάζουν ένα σενάριο λειτουργίας του ρομπότ σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον.</li> <li>➤ Να επιλέγουν τα κατάλληλα εξαρτήματα (αισθητήρια και πρόσθετα δομικά στοιχεία) τα οποία θα χρησιμοποιήσουν για την υλοποίηση των λειτουργιών του ρομπότ.</li> <li>➤ Να σχεδιάζουν αλγόριθμους για την επιθυμητή συμπεριφορά του ρομπότ.</li> <li>➤ Να διερευνούν, να αναλύουν, να αποφασίζουν και να παίρνουν πρωτοβουλίες για την υλοποίηση του project.</li> </ul>

	<p>Περιγραφή:</p> <p>Ο καθηγητής διανέμει στις ομάδες το φύλλο εργασίας 4 και ζητάει από τους μαθητές να ακολουθήσουν τις οδηγίες του και να υλοποιήσουν τις εργασίες που αναφέρονται σε αυτό. Ενθαρρύνει τους μαθητές να δουλέψουν ανεξάρτητα (χωρίς την καθοδήγηση του), ώστε να αναλάβουν πρωτοβουλίες, να πάρουν αποφάσεις ως ομάδα και να συνεργαστούν ώστε να πραγματοποιήσουν τις ιδέες τους. Οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν ένα σενάριο λειτουργίας ενός οχήματος αυτόματης πλοήγησης (ρομπότ) σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον εργασίας.</p>
<p><b>6.4.4<sup>η</sup> φάση:</b> <b>Δημιουργία</b> <b>(2 διδακτικές ώρες)</b></p>	<p><b>Δραστηριότητα 4-1:</b> <b>Κατασκευή , προγραμματισμός του ρομπότ και υλοποίηση του σεναρίου (60').</b></p> <p>Στόχοι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να προβούν οι μαθητές στις απαραίτητες ενέργειες για την υλοποίηση του σεναρίου τους.</li> <li>➤ Να αξιολογούν την λειτουργία του ρομπότ και να κάνουν τις απαραίτητες διορθώσεις στην κατασκευή ή το πρόγραμμά του.</li> <li>➤ Να επανασχεδιάσουν το σενάριο τους αν αυτό κριθεί απαραίτητο.</li> </ul> <p>Περιγραφή:</p> <p>Οι μαθητές προετοιμάζουν τον χώρο στον οποίο θα υλοποιήσουν το σενάριό τους, κατασκευάζουν και προγραμματίζουν το ρομπότ και ελέγχουν για την σωστή συμπεριφορά του. Αν το ρομπότ δεν έχει την επιθυμητή συμπεριφορά τότε αυτοί καλούνται να εντοπίσουν το πρόβλημα και να το λύσουν, είτε αυτό σημαίνει μικρές διορθώσεις στην κατασκευή και το πρόγραμμα ή</p>

επανασχεδιασμός του σεναρίου ή μέρους αυτού. Ο καθηγητής δρα υποστηρικτικά και εμπνευστικά ώστε οι μαθητές να υλοποιήσουν τις ιδέες τους.

Σημείωση:

Η δραστηριότητα αυτή ενσωματώνει κάποια στοιχεία από την προηγούμενη δραστηριότητα (3-1) και το αντίστροφο. Οι μαθητές είναι πιθανόν στην προηγούμενη δραστηριότητα να υλοποιήσουν μέρος του σεναρίου τους ενώ σε αυτή να επανασχεδιάσουν ένα κομμάτι του σεναρίου. Ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η αξιολόγηση αποτελούν μια κυκλική διαδικασία μέχρι την τελική έκδοση του προϊόντος.



#### **Δραστηριότητα 4-2:**

##### **Προετοιμασία της παρουσίασης (30').**

Στόχοι:

- Να ετοιμάσουν οι μαθητές τις διαφάνειες της παρουσίασής τους.
- Να κρίνουν και να αποφασίσουν ως ομάδα για το περιεχόμενο της παρουσίασής τους.

Περιγραφή:

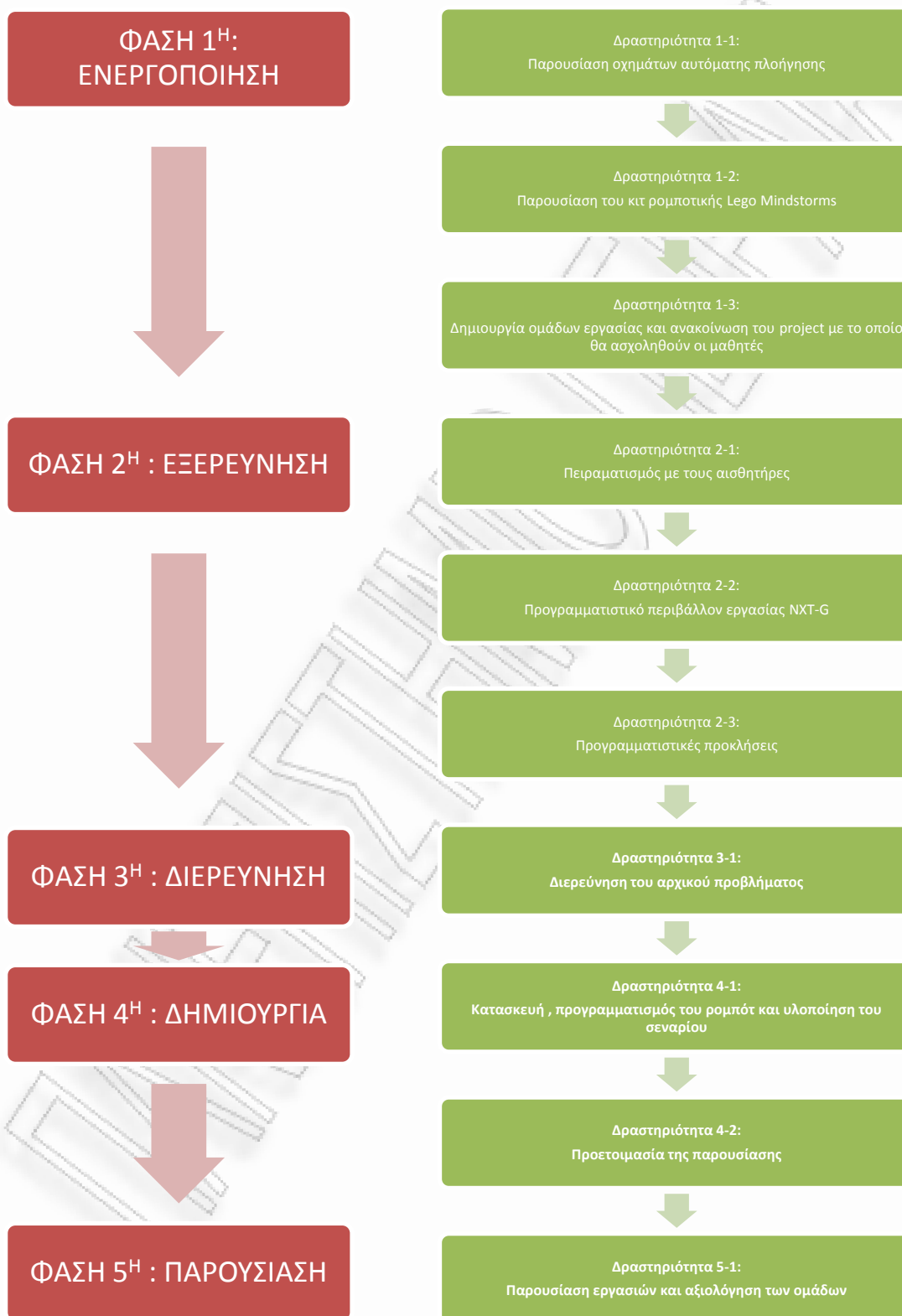
Ο καθηγητής διανέμει στις ομάδες το φύλλο εργασίας 5 και ζητάει από αυτές να ακολουθήσουν τις οδηγίες του. Οι

	<p>μαθητές, αφού συζητήσουν στα πλαίσια της ομάδας τους και αποφασίσουν για το περιεχόμενο, το στυλ και οποιεσδήποτε άλλες λεπτομέρειες της παρουσίασης, χρησιμοποιώντας το λογισμικό Power Point, σχεδιάζουν τις διαφάνειες της.</p>
<p><b>6.5.5<sup>η</sup> φάση:</b> <b>Παρουσίαση</b> <b>(1 διδακτική ώρα)</b></p>	<p><b>Δραστηριότητα 5-1:</b> <b>Παρουσίαση εργασιών και αξιολόγηση των ομάδων (45').</b></p> <p>Στόχοι:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Να παρουσιάσουν οι μαθητές τα αποτελέσματα της εργασίας τους.</li> <li>➤ Να προβούν στην αυτοαξιολόγηση της ομάδας τους.</li> <li>➤ Να αξιολογήσουν τις άλλες ομάδες.</li> <li>➤ Να τεκμηριώσουν τις απόψεις τους και να κάνουν εποικοδομητική κριτική.</li> </ul> <p>Περιγραφή:</p> <p>Οι μαθητές παρουσιάζουν τις εργασίες τους ανά ομάδες. Ο καθηγητής και οι υπόλοιποι μαθητές παρακολουθούν προσεκτικά και εντοπίζουν τα θετικά και αρνητικά σημεία, τόσο στην υλοποίηση του σεναρίου και την λειτουργία του ρομπότ όσο και στην διαδικασία της παρουσίασης. Μετά το τέλος κάθε παρουσίασης, γίνεται συζήτηση μέσα στην τάξη, στην οποία αναφέρονται οι απόψεις, οι θέσεις και η κριτική στις εργασίες των ομάδων καθώς και η αξιολόγηση τους. Μετά το τέλος των παρουσιάσεων γίνεται μια συνολική κριτική που αφορά το εκπαιδευτικό σενάριο που υλοποιήθηκε, τη χρήση του ρομποτικού κιτ ως μαθησιακού εργαλείου, ενώ γίνονται προτάσεις για βελτιώσεις ή τροποποιήσεις του.</p>

**Πίνακας 11: Περιγραφή και ανάλυση του εκπαιδευτικού σεναρίου της πειραματικής ομάδας σε μορφή ρέοντος κειμένου**

Στον διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται η γραφική αναπαράσταση της ροής των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

## ΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ



Εικόνα 19: Γραφική αναπαράσταση της ροής των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που συνβαίνουν σε κάθε στάδιο του διδακτικού σεναρίου

Η δραστηριότητα 5.1 είναι σύνθετη δραστηριότητα. Παρακάτω η δραστηριότητα αυτή αναλύεται σε 2 επιμέρους απλές δραστηριότητες:

## Δραστηριότητα 5.1

Δραστηριότητα 5-1 a:  
Παρουσίαση των εργασιών των ομάδων

Δραστηριότητα 5-1 b:  
Αξιολόγηση των εργασιών των ομάδων

Εικόνα 20: Ανάλυση της σύνθετης δραστηριότητας 5.1 σε επιμέρους απλές δραστηριότητες

Τέλος στον παρακάτω πίνακα γίνεται η περιγραφή του προτύπου εκπαιδευτικού σεναρίου με κοινούς όρους. Αυτό σημαίνει ότι το σενάριο περιγράφεται χρησιμοποιώντας ένα κοινό λεξιλόγιο όρων (ταξινομία), όπου κάθε όρος είναι μοναδικά αναγνωρίσιμος. Η ταξινομία εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που ακολουθείται ονομάζεται DialogPlus. Στο παράρτημα της παρούσας εργασίας γίνεται η περιγραφή της ταξινομίας αυτής.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΤΑΞΙΝΟΜΙΑ DIALOGPLUS <sup>12, 13</sup>						
ΦΑΣΗ 1 <sup>H</sup> (Ενεργοποίηση)	Type (τύπος μαθησιακής δραστηριότητας)	Technique (τεχνική υλοποίησης μαθησιακής δραστηριότητας)	Interaction (τύπος αλληλεπίδρασης μαθησιακής δραστηριότητας)	Roles (ρόλοι που συμμετέχουν στη μαθησιακή δραστηριότητα)	Tools (εργαλεία)	Resources (Πόροι)
Δραστηριότητα 1.1 Παρουσίαση οχημάτων αυτόματης	Communicative Presenting	Communicative Discussing	Who Class Based  Medium Face to face	Facilitator Individual learner	Hardware Computer Projector  Software	Videos, Web page  URL's:

<sup>12</sup> <http://www.nettle.soton.ac.uk/toolkit/>

<sup>13</sup> [http://edutechwiki.unige.ch/en/DialogPlus\\_Toolkit](http://edutechwiki.unige.ch/en/DialogPlus_Toolkit)

πλοήγησης			Timing Synchronous		Text, image, audio or video viewer	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=wis9Wq_ndbY&amp;feature=related</a> , <a href="http://www.egeminusa.com/swf/packmobile2.html">http://www.egeminusa.com/swf/packmobile2.html</a> , <a href="http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs_packmobile.html">http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs_packmobile.html</a>
Δραστηριότητα 1.2 Παρουσίαση του κιτ ρομποτικής Lego Mindstorms	Communicative Presenting	Information handling Defining	Who Class Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Presenter Individual Learner	Hardware Computer Projector  Software Text, image, audio or video viewer	Power Point Presentation: Lego_Presentation.pptx
Δραστηριότητα 1.3 Δημιουργία ομάδων εργασίας και ανακοίνωση του project με το οποίο θα ασχοληθούν οι μαθητές	Communicative Discussing	Communicative Discussion	Who Class Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Individual Learner	Hardware Computer Projector  Software Text, image, audio or video viewer	Video  URL: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=PzZhslrsE0&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=PzZhslrsE0&amp;feature=related</a>
<b>ΦΑΣΗ 2<sup>η</sup></b> <b>(Εξερεύνηση)</b>	Type (τύπος μαθησιακής δραστηριότητας)	Technique (τεχνική υλοποίησης μαθησιακής δραστηριότητας)	Interaction (τύπος αλληλεπίδρασης μαθησιακής δραστηριότητας)	Roles (ρόλοι που συμμετέχουν στη μαθησιακή δραστηριότητα)	Tools (εργαλεία)	Resources (Πόροι)
Δραστηριότητα 2-1 Πειραματισμός με τους αισθητήρες	Experiential Exploring	Experiential Experiment	Who Group Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Lego material  Software Mindstorms Edu NXT	Worksheet 1
Δραστηριότητα 2-2 Προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας NXT-G	Experiential Exploring	Experiential Experiment	Who Group Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Lego material  Software Text, image, audio or video viewer Mindstorms Edu NXT	Worksheet 2 Robot Educator Videos  URL: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g">http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g</a> , <a href="http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU">http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU</a>
Δραστηριότητα 2-3 Προγραμματιστικές προκλήσεις	Experiential Exploring	Experiential Experiment	Who Group Based  Medium Face to face	Facilitator Group participant	Hardware Computer Lego material  Software	Worksheet 3

			Timing Synchronous		Mindstorms Edu NXT	
ΦΑΣΗ 3 <sup>H</sup> (Διερεύνηση)	Type (τύπος μαθησιακής δραστηριότητας)	Technique (τεχνική υλοποίησης μαθησιακής δραστηριότητας)	Interaction (τύπος αλληλεπίδρασης μαθησιακής δραστηριότητας)	Roles (ρόλοι που συμμετέχουν στη μαθησιακή δραστηριότητα)	Tools (εργαλεία)	Resources (Πόροι)
Δραστηριότητα 3-1 Διερεύνηση του αρχικού προβλήματος	Experiential Investigating	Productive Report Artefact	Who Group Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Lego material  Software Mindstorms Edu NXT	Worksheet 4
ΦΑΣΗ 4 <sup>H</sup> (Δημιουργία)	Type (τύπος μαθησιακής δραστηριότητας)	Technique (τεχνική υλοποίησης μαθησιακής δραστηριότητας)	Interaction (τύπος αλληλεπίδρασης μαθησιακής δραστηριότητας)	Roles (ρόλοι που συμμετέχουν στη μαθησιακή δραστηριότητα)	Tools (εργαλεία)	Resources (Πόροι)
Δραστηριότητα 4-1 Κατασκευή , προγραμματισμ ός του ρομπότ και υλοποίηση του σεναρίου	Productive Creating	Productive Product	Who Group Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Lego material  Software Mindstorms Edu NXT	Other
Δραστηριότητα 4-2 Προετοιμασία της παρουσίασης	Productive Composing	Productive Presentation	Who Group Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Image & Video recorders  Software Slide Editing	Worksheet 5
ΦΑΣΗ 5 <sup>H</sup> (Παρουσίαση)	Type (τύπος μαθησιακής δραστηριότητας)	Technique (τεχνική υλοποίησης μαθησιακής δραστηριότητας)	Interaction (τύπος αλληλεπίδρασης μαθησιακής δραστηριότητας)	Roles (ρόλοι που συμμετέχουν στη μαθησιακή δραστηριότητα)	Tools (εργαλεία)	Resources (Πόροι)
Δραστηριότητα 5-1a Παρουσίαση εργασιών	Communicative Presenting	Communicative Performance	Who Class Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant	Hardware Computer Projector  Software Text, image, audio or video viewer	Other
Δραστηριότητα 5-1b Αξιολόγηση των ομάδων	Communicative Critiquing	Communicative Arguing	Who Class Based  Medium Face to face  Timing Synchronous	Facilitator Group participant Peer Assessor	-	Rubric

**Πίνακας 12: Περιγραφή του εκπαιδευτικού σεναρίου της πειραματικής ομάδας με την ταξινόμια Dialogplus**



#### 4.10. Υλοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου.

Το εκπαιδευτικό σενάριο που προέβλεπε η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο χώρο των εργαστηρίων Πληροφορικής του 1<sup>ου</sup> ΣΕΚ Αγ. Δημητρίου, ξεκίνησε στα τέλη Νοεμβρίου και ολοκληρώθηκε στα μέσα Δεκεμβρίου. Σε εβδομαδιαία βάση οι μαθητές της ομάδας ελέγχου διδασκόντουσαν το μάθημα «Εφαρμογές Προγραμματισμού σε Προγραμματιστικό περιβάλλον» για 4 διδακτικές ώρες με τον παραδοσιακό τρόπο στο περιβάλλον της Visual Basic. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας διδασκόντουσαν το ίδιο μάθημα για 2 διδακτικές ώρες ενώ τις άλλες 2 συμμετείχαν στο project ρομποτικής. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας συμμετείχαν επιπλέον άλλες 2 ώρες στο project ρομποτικής (συνολικά 4 εβδομαδιαίως) κατά τη διάρκεια άλλου εργαστηριακού μαθήματος.

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε όπως ακριβώς περιγράφηκε στο σενάριο με μια μικρή τροποποίηση: Επειδή διαπιστώθηκε ότι ο χρόνος που είχαν στη διάθεσή τους οι ομάδες ώστε να εξοικειωθούν με τα προγραμματιστικά block στο προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G δεν επαρκούσε, προστέθηκαν άλλες 2 διδακτικές ώρες στο 2<sup>ο</sup> στάδιο της εξερεύνησης με αποτέλεσμα η παρέμβαση να διαρκέσει 13 διδακτικές ώρες αντί για 11 που είχε αρχικά προγραμματιστεί. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται αναλυτικά οι ημερομηνίες διεξαγωγής του εκπαιδευτικού σεναρίου και οι αντίστοιχες δραστηριότητες που έλαβαν χώρα:

<b>Πραγματοποίηση εκπαιδευτικού σεναρίου πειραματικής ομάδας</b>				
<b>A/A ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>	<b>ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΩΡΕΣ</b>	<b>ΦΑΣΗ ΕΚΠ/ΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ</b>	<b>ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b>
1	Παρασκευή 19 Νοεμβρίου	2 (3 <sup>η</sup> ,4 <sup>η</sup> )	1 <sup>η</sup> φάση 2 <sup>η</sup> φάση	1.1: Παρουσίαση οχημάτων αυτόματης πλοήγησης.  1.2: Παρουσίαση του κιτ ρομποτικής Lego Mindstorms.  1.3: Δημιουργία ομάδων εργασίας και

				ανακοίνωση του Project.  2.1: Πειραματισμός με τους αισθητήρες. (Φύλλο εργασίας 1)
2	Τρίτη 23 Νοεμβρίου	2 (6 <sup>η</sup> , 7 <sup>η</sup> )	2 <sup>η</sup> φάση	2.2: Προγραμματιστικό περιβάλλον εργασίας NXT-G.  (Φύλλο εργασίας 2)
3	Παρασκευή 26 Νοεμβρίου	2 (3 <sup>η</sup> , 4 <sup>η</sup> )	2 <sup>η</sup> φάση	2.2: (συνέχεια)
4	Τρίτη 30 Νοεμβρίου	2 (6 <sup>η</sup> , 7 <sup>η</sup> )	2 <sup>η</sup> φάση	2.3: Προγραμματιστικές προκλήσεις.  (Φύλλο εργασίας 3)
5	Παρασκευή 3 Δεκεμβρίου	2 (3 <sup>η</sup> , 4 <sup>η</sup> )	3 <sup>η</sup> φάση	3.1: Διερεύνηση του αρχικού προβλήματος.  (Φύλλο εργασίας 4)
6	Τρίτη 7 Δεκεμβρίου	2 (6 <sup>η</sup> , 7 <sup>η</sup> )	4 <sup>η</sup> φάση	4.1: Κατασκευή, προγραμματισμός του ρομπότ και υλοποίηση του σεναρίου.  4.2: Προετοιμασία της παρουσίασης.  (Φύλλο εργασίας 5)
7	Παρασκευή 10 Δεκεμβρίου	1 (2 <sup>η</sup> )	5 <sup>η</sup> φάση	5.1: Παρουσίαση εργασιών και αξιολόγηση των ομάδων.

**Πίνακας 13: Ημερομηνίες και διδακτικές ώρες ωρολογίου προγράμματος πραγματοποίησης των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων της πειραματικής ομάδας**

Με εξαίρεση τη 1<sup>η</sup> φάση, σε όλες τις υπόλοιπες φάσεις οι ομάδες έπρεπε στο τέλος κάθε μαθήματος να παραδίδουν στον καθηγητή συμπληρωμένο το ημερολόγιο της συνθετικής εργασίας στο οποίο οι μαθητές κατέγραφαν τον καταμερισμό των εργασιών

μέσα στην ομάδα καθώς και τυχόν συμβάντα που δυσκόλεψαν τους μαθητές κατά τη διάρκεια της εργασίας τους.

Όλες οι δραστηριότητες των ομάδων πραγματοποιήθηκαν όπως αναφέρονται στον προηγούμενο πίνακα. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι καμία ομάδα δεν πραγματοποίησε την δραστηριότητα 4.2 (Προετοιμασία της παρουσίασης) στον χώρο του σχολικού εργαστηρίου αφού οι ομάδες που δημιούργησαν παρουσίαση σε Power Point επέλεξαν να το κάνουν σαν εργασία στο σπίτι τους. Παρόλαυτά οι μαθητές φρόντισαν να συλλέξουν το κατάλληλο υλικό (φωτογραφίες και βίντεο με τη χρήση κινητού τηλεφώνου) κατά τη διάρκεια των δοκιμών των ρομποτικών τους κατασκευών.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 5.1. Το προφίλ των υποκειμένων του δείγματος.

Για την εξαγωγή συμπερασμάτων στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής εργασίας χρειάζεται να ληφθούν υπ' όψιν στοιχεία που αφορούν τα υποκείμενα του δείγματος. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν κάποιες πληροφορίες δημογραφικού χαρακτήρα καθώς και την πιθανή πρότερη ενασχόληση των υποκειμένων με δραστηριότητες ρομποτικής.

#### 5.1.1. Δημογραφικά στοιχεία

Στην έρευνα συμμετείχαν 19 μαθητές που φοιτούν στην Γ' τάξη του τομέα της Πληροφορικής στο 1<sup>ο</sup> ΕΠΑΛ Αγ. Δημητρίου. Για την συλλογή των στοιχείων χρησιμοποιήθηκε το 1<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου μέτρησης εμπλοκής που δόθηκε στους μαθητές πριν την πειραματική διαδικασία. Και οι 19 μαθητές είναι αγόρια ηλικίας 17 έως 19 ετών και οι περισσότεροι από αυτούς διαμένουν στην περιοχή του Αγ. Δημητρίου με εξαίρεση 2 μαθητές που διαμένουν σε όμορους Δήμους.

Φύλο συμμετεχόντων στο πείραμα		
Αγόρια: 19 (100 %)	Κορίτσια:0 (0 %)	
Ηλικία συμμετεχόντων στο πείραμα		
17 ετών: 15 (79 %)	18 ετών: 3 (16 %)	19 ετών: 1 (5 %)

**Πίνακας 14: Δημογραφικά στοιχεία των 19 μαθητών που συμμετείχαν στην έρευνα**

### 5.1.2. Πρότερη ενασχόληση των υποκειμένων με δραστηριότητες Ρομποτικής.

Στο 2<sup>ο</sup> μέρος του ερωτηματολογίου μέτρησης της εμπλοκής υπάρχουν 2 ερωτήσεις που σκοπό έχουν να ανακαλύψουν αν οι μαθητές έχουν κάποια προηγούμενη εμπειρία από Ρομποτικές δραστηριότητες. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους μαθητές φαίνεται ότι κανείς από αυτούς δεν γνώριζε το κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής της Lego ενώ μόνο 2 μαθητές (που ήταν και αδέρφια) είχαν ασχοληθεί με την κατασκευή και τον προγραμματισμό ενός ρομπότ της Εταιρείας εκδόσεων DeAgostini Hellas που κυκλοφόρησε υπό μορφή partwork δηλ. σε κομμάτια που δίνονται σταδιακά σε τεύχη.

## 5.2. Αποτελέσματα 1<sup>ου</sup> ερευνητικού ερωτήματος

Το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα διατυπώθηκε ως εξής:

- Μπορούν τα LEGO Mindstorms να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του γενικού σκοπού του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών» που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον;

Όπως αναφέρθηκε και στην παρ. 4.6.3.1 η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για να δοθεί απάντηση στο 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα ήταν η παρατήρηση των μαθητών κατά τη διάρκεια υλοποίησης του εκπαιδευτικού σεναρίου, η άτυπη κουβέντα μαζί τους καθώς και η μελέτη του γραπτού υλικού είτε από τις εργασίες των ομάδων είτε από τη συμπλήρωση του ημερολογίου της συνθετικής εργασίας.

### 5.2.1. Ποσοστό επιτυχίας των ομάδων

Από τις 3 ομάδες που συμμετείχαν στο project ρομποτικής οι 2 ομάδες κατάφεραν να φέρουν εις πέρας την εργασία τους και κατασκεύασαν και προγραμματίσαν ένα ρομπότ που επιτέλεσε όλες τις αναμενόμενες λειτουργίες τις οποίες είχαν σχεδιάσει. Άρα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι ομάδες αυτές κατάφεραν να επιλύσουν σε ποσοστό 100% το πρόβλημα που τους ανατέθηκε, αφού κατασκεύασαν ένα πλήρως λειτουργικό ρομπότ (κατασκευαστικά και προγραμματιστικά). Στη 3<sup>η</sup> ομάδα το ρομπότ πραγματοποίησε μερικώς τις αναμενόμενες λειτουργίες. Αξίζει να αναφερθεί ότι και η 3<sup>η</sup> ομάδα θα μπορούσε να φέρει εις πέρας την εργασία της, όμως ο ενθουσιασμός και ο αυθορμητισμός των μαθητών τελικά έπαιξε αρνητικό ρόλο στην πραγματοποίηση του σεναρίου τους αφού οι μαθητές αυτοί ανάλωσαν τον χρόνο τους σε κατασκευαστικές παρεμβάσεις δίνοντας μικρότερη βαρύτητα στην ολοκλήρωση της εργασίας τους. Βέβαια μια σημαντική παράμετρος που έπαιξε μεγάλο ρόλο, ενδεχομένως και στην ψυχολογία της συγκεκριμένης ομάδας, ήταν το γεγονός ότι η συσκευασία του ρομποτικού κιτ που χρησιμοποίησε είχε κάποιες ελλείψεις σε κατασκευαστικά δομικά στοιχεία. Έτσι πολλές φορές η ομάδα αυτή δανειζόταν δομικά στοιχεία από τις άλλες ομάδες. Αυτό φυσικά αποτέλεσε έναν ανασταλτικό παράγοντα που επηρέασε την απόδοση της συγκεκριμένης ομάδας. Το ρομπότ της 3<sup>ης</sup> ομάδας κατασκευαστικά δεν παρουσίαζε κάποιο πρόβλημα κάτι που δείχνει ότι η μη πραγματοποίηση των αναμενόμενων λειτουργιών οφείλεται αποκλειστικά σε προγραμματιστικές ατέλειες. Άρα μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η 3<sup>η</sup> ομάδα δεν κατάφερε να επιλύσει το πρόβλημα σε ποσοστό 100%, όμως θεωρείται σχεδόν σίγουρο ότι αυτό θα ήταν εφικτό αν η ομάδα είχε στη διάθεσή της περισσότερο χρόνο.

Ποσοστό ολοκλήρωσης του project ανά ομάδα		
Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3
<b>Πλήρης ολοκλήρωση</b>	<b>Πλήρης ολοκλήρωση</b>	<b>Μερική ολοκλήρωση</b>
Κατασκευαστικά 👍	Κατασκευαστικά 👍	Κατασκευαστικά 👍
Προγραμματιστικά 👍	Προγραμματιστικά 👍	Προγραμματιστικά 👎

**Πίνακας 15: Ποσοστό ολοκλήρωσης του project ανά ομάδα σε προγραμματιστικό και κατασκευαστικό επίπεδο**

Εδώ θα ήταν σημαντικό να αναφερθεί ότι σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό η επιτυχία των ομάδων οφείλεται στην ύπαρξη του Robot Educator. Το Robot Educator είναι ένα μέρος από το προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G το οποίο παρέχει κάποιες έτοιμες προκλήσεις οι οποίες συνοδεύονται από κατασκευαστικές και προγραμματιστικές οδηγίες. Σκοπός των προκλήσεων αυτών είναι να μάθουν οι μαθητές να χρησιμοποιούν τα προγραμματιστικά block, τις βασικές ρυθμίσεις τους αλλά και αξιοποίηση των δυνατοτήτων των αισθητήρων. Από τον έλεγχο που έγινε στα προγράμματα που δημιούργησαν και χρησιμοποίησαν οι 3 ομάδες για τον έλεγχο των ρομποτικών κατασκευών τους φάνηκε ότι χρησιμοποιήθηκαν κομμάτια που είχαν παρθεί αυτούσια από το Robot Educator.

Ένα άλλο σημείο στο οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία είναι ότι στο στάδιο της εξερεύνησης και συγκεκριμένα στο σημείο που οι μαθητές έπρεπε να αναπτύξουν δικά τους προγράμματα κάνοντας μικρές αλλαγές στα έτοιμα προγράμματα του Robot Educator φάνηκε ότι οι μαθητές έδειξαν να δυσκολεύονται ιδιαίτερα στην συγγραφή των προγραμμάτων. Είναι χαρακτηριστική η δήλωση μαθητή στο ημερολόγιο συνθετικής εργασίας της ομάδας του, ο οποίος στην ερώτηση: «Ποιο ήταν το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθες σήμερα;» απάντησε: «Ο προγραμματισμός είναι σχετικά δύσκολος τελικά».

Η δυσκολία που αντιμετώπισαν οι μαθητές φαίνεται και από το ποσοστό των προγραμματιστικών παραλλαγών που κατάφεραν να ολοκληρώσουν οι ομάδες.

Συνολικά στο Φύλλο εργασίας 2 υπήρχαν 8 παραλλαγές. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το ποσοστό των λυμένων παραλλαγών για κάθε ομάδα:

Αριθμός & Ποσοστό Λυμένων Προγραμματιστικών Παραλλαγών. (σε σύνολο 8)		
Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3
3 (37,5%)	2 (25%)	2 (25%)

**Πίνακας 16: Αριθμός και ποσοστό λυμένων προγραμματιστικών παραλλαγών του φύλλου Εργασίας 2 ανά ομάδα**

Βέβαια από την έκβαση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι παρότι οι μαθητές έδειξαν να δυσκολεύονται στην επίλυση των προγραμματιστικών παραλλαγών αυτό δε φάνηκε να τους πτόησε αλλά ούτε και να επηρέασε την τελική τους προσπάθεια στην ολοκλήρωση του project.

Πάντως από τα προηγούμενα αποτελέσματα βγαίνει το συμπέρασμα ότι οι παραλλαγές αυτές είχαν αυξημένο βαθμό δυσκολίας και ήταν αρκετά δύσκολες για μαθητές που δεν είχαν καμία προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών με το kit της Lego Mindstorms. Επίσης πρέπει να επισημανθεί και ο περιορισμένος χρόνος που είχαν στη διάθεσή τους οι μαθητές, αφού οι 4 διδακτικές ώρες που αφιερώθηκαν στο κομμάτι αυτό του εκπαιδευτικού σεναρίου αποδείχθηκαν λίγες.

### 5.2.2. Μεθοδολογικά χαρακτηριστικά των ομάδων

Όσον αφορά την μεθοδολογία εργασίας και οι 3 ομάδες ακολούθησαν σχεδόν παρόμοιες τεχνικές.

Παρότι δόθηκε η οδηγία στα μέλη των ομάδων να κατανέμουν τις εργασίες τους, και στις 3 ομάδες οι μαθητές δούλευαν από κοινού σε όλες τις εργασίες, με το ένα μέλος να εκτελεί την εργασία και τα υπόλοιπα μέλη να παρακολουθούν, να συμβουλεύουν και να προτείνουν νέες λύσεις. Βέβαια υπήρχαν και κάποιες εξαιρέσεις, όπου το ένα μέλος της ομάδας εργαζόταν σε μια κατασκευαστική παραλλαγή όσο τα υπόλοιπα μέλη ασχολούνταν με τον προγραμματισμό. Επίσης υπήρξε και ένα διάστημα, στη 2<sup>η</sup> φάση, όπου οι μαθητές ασχολήθηκαν μόνοι τους οι ανά δυο με τις προγραμματιστικές παραλλαγές.

Στο θέμα των προγραμματιστικών στρατηγικών και πάλι οι ομάδες φαίνεται ότι ακολούθησαν παρόμοια τακτική αφού υιοθέτησαν την μεθοδολογία της δοκιμής και λάθους. Τα προγράμματα γράφονταν χωρίς πρώτα να γίνεται κάποιος σχεδιασμός του αλγόριθμου στο χαρτί. Βέβαια επειδή το περιβάλλον εργασίας προγραμματισμού της Lego είναι γραφικό, με χρήση προγραμματιστικών block αντί συγγραφή κώδικα, θα μπορούσε κάποιος να θεωρήσει ότι αυτός ο τρόπος προγραμματισμού μοιάζει αρκετά



με τα διαγράμματα ροής που χρησιμοποιούνται στην συγγραφή των αλγόριθμων. Έτσι μπορεί να θεωρηθεί ότι η αλγοριθμική σκέψη των μαθητών εκφραζόταν κατευθείαν στην συγγραφή του προγράμματος. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι μαθητές να γράφουν το πρόγραμμα στον υπολογιστή και να ελέγχουν την ορθότητα του προγράμματος παρατηρώντας την συμπεριφορά του ρομπότ. Αν η συμπεριφορά του ρομπότ δεν ήταν η αναμενόμενη οι μαθητές επέστρεφαν στον υπολογιστή και προσπαθούσαν να καταλάβουν σε ποιο σημείο του προγράμματος ήταν το λάθος, οπότε και έκαναν τις απαραίτητες μετατροπές. Επίσης κάτι άλλο που συνέβαινε συχνά ήταν μικρορυθμίσεις στο πρόγραμμα ώστε να βελτιωθεί η ήδη σωστή συμπεριφορά του ρομπότ. Από την παρατήρηση των ομάδων βγήκε το συμπέρασμα ότι αυτή η διαδικασία επαναλαμβανόταν πολλές φορές μέχρι να εκδηλωθεί από το ρομπότ ή αναμενόμενη συμπεριφορά.

Τέλος όλες οι ομάδες, με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας σχεδίασαν ένα σενάριο λειτουργίας αυτόνομου οχήματος. Οι μαθητές κατέγραψαν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ρομπότ καθώς και με ποιο τρόπο θα πραγματοποιηθούν οι αναμενόμενες λειτουργίες. Στη συνέχεια περιέγραψαν σε μορφή ρέοντος κειμένου το σενάριο λειτουργίας του αυτόνομου οχήματος, ενώ έφτιαξαν και ένα σχέδιο που έδειχνε τη διαδρομή που θα ακολουθούσε το ρομπότ σε κάτοψη. Στη συνέχεια κατασκεύασαν και προγραμματίσαν τις ρομποτικές κατασκευές τους, έκαναν τις απαραίτητες διορθώσεις και, με εξαίρεση 1 ομάδα, κατάφεραν να πραγματοποιήσουν το σενάριο τους.

Από τα προηγούμενα, βλέποντας δηλ το ποσοστό επιτυχίας στην ολοκλήρωση του project από τις ομάδες και παρατηρώντας τις συμπεριφορές και τον τρόπο εργασίας των ομάδων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τι πρώτο ερευνητικό ερώτημα επιβεβαιώνεται. Άρα το kit ρομποτικής της Lego Mindstorms μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα και επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον.

### 5.3. Αποτελέσματα 2<sup>ου</sup> ερευνητικού ερωτήματος

Το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα διατυπώθηκε ως εξής:

- Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον Mindstorms Educational NXT-G να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις των προγραμματιστικών δομών επιλογής και επανάληψης σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic;

Για να απαντηθεί το ερώτημα αυτό οι μαθητές διαγωνίστηκαν σε ένα τεστ αξιολόγησης. Σκοπός του τεστ ήταν να μετρήσει την επίδοση των μαθητών στο τέλος μιας διδακτικής παρέμβασης ώστε να ελεγχθεί η επίτευξη των αντικειμενικών σκοπών ενός μέρους του σχολικού προγράμματος. Συγκεκριμένα, οι μαθητές εξετάστηκαν ώστε να διαπιστωθεί το ποσοστό κατάκτησης των εννοιών της δομής επιλογής και της δομής επανάληψης.

Εδώ είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι εξαιτίας της κατάληψης που έγινε στο σχολείο χάθηκαν αρκετές ώρες μαθήματος με αποτέλεσμα να μην διδαχθούν όλες οι προβλεπόμενες δομές. Έτσι από την δομή επιλογής οι μαθητές δεν διδάχθηκαν την μορφή Select – Case. Επίσης λόγω των ιδιαιτεροτήτων των δυνατοτήτων των μαθητών το τεστ διαμορφώθηκε έτσι ώστε να εξυπηρετεί τις ανάγκες των μαθητών. Έτσι αποφασίστηκε από τον διδάσκων του μαθήματος να μην χρησιμοποιηθεί η εσχάρα βαθμολόγησης της παραγράφου 4.7.4. Ο αριθμός των θεμάτων περιορίστηκε σε 3 (τρία) ενώ η βαθμολόγηση των θεμάτων δεν ακολούθησε την βαρύτητα που είχε επιλεγεί από τον ερευνητή. Τέλος η βαθμολόγηση έγινε στην κλίμακα 1-20. Το τεστ αξιολόγησης φαίνεται στο παράρτημα της παρούσας εργασίας.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η βαθμολογία των δυο ομάδων:

ΟΜΑΔΑ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΟΜΑΔΑ
7	6
8	18
14	12
20	14
1	18
10	9

7	1
9	3
10	12
5	

**Πίνακας 17: Βαθμολογία των μαθητών στο τεστ αξιολόγησης μετά την ολοκλήρωση του Project**

### 5.3.1. Επιλογή στατιστικού εργαλείου.

Στην ιστοσελίδα <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/independent-t-test-using-spss-statistics.php> αναφέρεται ότι για την επιλογή παραμετρικών τεστ και συγκεκριμένα για το t-test ανεξάρτητων δειγμάτων θα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Η εξαρτημένη μεταβλητή πρέπει να είναι βαθμονομημένη σε αριθμητική (η αλλιώς ισοδιαστημική) ή αναλογική κλίμακα (interval scale, ratio scale).
- Θα πρέπει το δείγμα να παρουσιάζει κανονική κατανομή (normally distributed) δηλ να ακολουθεί την καμπύλη του Gauss .

Επιπλέον όταν γίνονται συγκρίσεις μεταξύ δυο ανεξάρτητων δειγμάτων (independent groups) θα πρέπει:

- Να υπάρχουν όμοιες διακυμάνσεις (variances) μεταξύ των δυο ομάδων.

Στην περίπτωση μας έχουμε δυο ανεξάρτητα δείγματα (ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα), η μεταβλητή μας (βαθμολογία) μετριέται σε ισοδιαστημική κλίμακα (1-20) ενώ μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή (normally distributed). Αυτό επιβεβαιώνεται και από τον έλεγχο για την κανονικότητα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής και φαίνεται στην επόμενη παράγραφο.

Επίσης γίνεται σύγκριση των διακυμάνσεων (Levene's test) και δίνεται το αποτέλεσμα (t-value) και για όμοιες και για ανόμοιες διακυμάνσεις.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με το λογισμικό SPSS ver. 19.

### 5.3.2. Υποθέσεις και αποτελέσματα του τεστ.

Αρχικά έγινε έλεγχος για την κανονικότητα της κατανομής των τιμών της μεταβλητής. Ο έλεγχος έγινε πραγματοποιώντας το τεστ Shapiro-Wilk μέσα από το περιβάλλον του SPSS<sup>14</sup>. Το τεστ αυτό ενδείκνυται για μικρά δείγματα (<50).

GROUP	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Grade CONTROL GROUP	,230	10	,142	,939	10	,539
Grade EXPERIMENTAL GROUP	,163	9	,200*	,941	9	,588

**Πίνακας 18:Αποτελέσματα του τεστ κανονικότητας για τις βαθμολογίες των μαθητών**

Τα αποτελέσματα για την ομάδα ελέγχου (Sig=0,539) και την πειραματική ομάδα (Sig=0,588) δείχνουν ότι και στις δύο περιπτώσεις ισχύει η κανονικότητα. Αυτό ισχύει επειδή και οι δυο τιμές είναι μεγαλύτερες από 0,05.

Αφού ελέγξαμε την κανονικότητα παρακάτω διατυπώνεται η μηδενική ερευνητική υπόθεση:

H<sub>0</sub>: Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατάκτηση των εννοιών της δομής επιλογής και της δομής επανάληψης (όπως αυτή εκτιμάται από την επίδοση των μαθητών στο τεστ αξιολόγησης) ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

Αφού θέσαμε το επίπεδο σημαντικότητας στο α=0,05 (5%) πραγματοποιήσαμε το τεστ και πήραμε τα παρακάτω αποτελέσματα:

GROUP	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Grade CONTROL GROUP	10	9,1000	5,13052	1,62241
Grade EXPERIMENTAL GROUP	9	10,3333	6,10328	2,03443

**Πίνακας 19: Στατιστικά στοιχεία (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, τυπικό λάθος) για τη βαθμολογία των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου**

<sup>14</sup> <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/testing-for-normality-using-spss-statistics.php>

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Grade	Equal variances assumed	,886	,360	-,479	17	,638	-1,23333	2,57731	-6,67099	4,20432
	Equal variances not assumed			-,474	15,749	,642	-1,23333	2,60214	-6,75677	4,29010

**Πίνακας 20: Αποτελέσματα από τη διενέργεια t-test ανεξάρτητων δειγμάτων για τις βαθμολογίες των μαθητών των δύο ομάδων**

Από τον πίνακα φαίνεται ότι από το τεστ Levene προκύπτει Sig=0,360 κάτι που υποδεικνύει ότι οι διακυμάνσεις των δυο ομάδων θεωρούνται ισοδύναμες. Έτσι το αποτέλεσμα του τεστ φαίνεται στη γραμμή του πίνακα με χαρακτηρισμό Equal variances assumed και είναι Sig. (2 –tailed) = 0,638.

Επειδή Sig. (2-tailed)=0,638 > 0,05 προκύπτει το συμπέρασμα ότι η μηδενική υπόθεση ισχύει και άρα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στους μέσους όρους των αποτελεσμάτων των δυο ομάδων.

### **Συμπέρασμα**

Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι δεν επιβεβαιώνεται το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα και άρα η ενασχόληση των μαθητών με το project ρομποτικής και το προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G δεν βοήθησε στην μεταφορά γνώσεων από τις δομές ελέγχου και επανάληψης στο περιβάλλον της Visual Basic.

#### **5.4. Αποτελέσματα 3<sup>ου</sup> ερευνητικού ερωτήματος**

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα διατυπώθηκε ως εξής:

- Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το κιτ ρομποτικής LEGO Mindstorms να ενισχύσει την γνωστική, συμπεριφοριστική και συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού;

Όπως είναι γνωστό οι δύο ομάδες εκπαιδευόμενων που ανήκαν στην πειραματική ομάδα και στην ομάδα ελέγχου συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελούνταν από 18 ερωτήσεις τύπου Likert οι οποίες αποτιμούσαν την εμπλοκή των μαθητών στο μάθημα του προγραμματισμού. Οι ερωτήσεις ήταν χωρισμένες σε 3 ομάδες και κάθε ομάδα ερωτήσεων αποτιμούσε ένα στοιχείο εμπλοκής. Έτσι οι ερωτήσεις 1,2,7,10,14,16,18 μετρούν την συναισθηματική εμπλοκή, οι ερωτήσεις 3,6,8,9,13 μετρούν την συμπεριφοριστική εμπλοκή και οι ερωτήσεις 4,5,11,12,15,17 μετρούν την γνωστική εμπλοκή. Η μέτρηση του δείκτη αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου (Cronbach  $\alpha$ ) έδειξε ότι η ερώτηση Νο 6 επηρέαζε αρνητικά την αξιοπιστία του ερωτηματολογίου και γι' αυτό η ερώτηση αυτή ενώ δεν αφαιρέθηκε από το ερωτηματολόγιο, δεν λήφθηκε υπ' όψη στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται παρακάτω.

##### **5.4.1. Επιλογή στατιστικού εργαλείου.**

Σχετικά με το ποιο στατιστικό εργαλείο θα χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση των αποτελεσμάτων αποφασίστηκε να γίνει χρήση μη παραμετρικής στατιστικής αφού οι

Cohen, Manion & Morrison (2008) αναφέρουν ότι: «...το προσόν τη μη παραμετρικής στατιστικής είναι η χρησιμότητά της για μικρά δείγματα, γιατί δεν κάνει καμία υπόθεση σχετικά με το πόσο φυσιολογική, ακόμα και πόσο τακτική θα είναι η κατανομή των βαθμολογιών.»

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που οδήγησε στη χρήση μη παραμετρικού τεστ είναι ότι η εμπλοκή μετράται σε κλίμακα τακτική (Ordinal Scale) και όχι ισοδιαστημική (Interval). Έτσι δεν ήταν δυνατό να χρησιμοποιηθούν τα t-test.

Στην περίπτωση αυτή, και εφ' όσων επιθυμούμε να κάνουμε έλεγχο υποθέσεων για τη διαφορά των μέσων δυο ανεξάρτητων δειγμάτων θα χρησιμοποιήσουμε το Mann-Whitney U test<sup>15</sup>, ενώ για να κάνουμε έλεγχο υποθέσεων για την διαφορά των μέσων δυο εξαρτημένων δειγμάτων (ή ζευγαρωτών παρατηρήσεων) θα χρησιμοποιήσουμε το Wilcoxon test<sup>16</sup>.

Για την εφαρμογή των τεστ χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SPSS ver.19.

#### **5.4.2. Υποθέσεις και αποτελέσματα των τεστ.**

Για να απαντηθεί το τρίτο ερευνητικό ερώτημα πρέπει να διαπιστώσουμε αν οι δυο ερευνητικές ομάδες (πειραματική και ελέγχου) μπορούν να θεωρηθούν ισοδύναμες (σε επίπεδο εμπλοκής και των επιμέρους παραγόντων της) πριν την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Ο έλεγχος της ισοδυναμίας των συμμετεχόντων ως προς τον παράγοντα εμπλοκή πριν την παρέμβαση ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του Mann-Whitney test σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=5\%$  (0,05).

<sup>15</sup> <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/mann-whitney-u-test-using-spss-statistics.php>

<sup>16</sup> <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/wilcoxon-signed-rank-test-using-spss-statistics.php>

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διαφορά που καταγράφηκε είναι στατιστικά σημαντική, ξεκινάμε με την διατύπωση των μηδενικών υποθέσεων (null hypothesis) οι οποίες έχουν ως εξής:

$H_{0(1)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(2)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(3)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(4)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση.

Τα αποτελέσματα του τεστ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ranks				
	GROUP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
AFFECTIVE	CONTROL	10	9,15	91,50
	EXPERIMENTAL	9	10,94	98,50
BEHAVIORAL	CONTROL	10	9,00	90,00
	EXPERIMENTAL	9	11,11	100,00
COGNITIVE	CONTROL	10	10,05	100,50
	EXPERIMENTAL	9	9,94	89,50
ENGAGEMENT	CONTROL	10	9,35	93,50
	EXPERIMENTAL	9	10,72	96,50

**Πίνακας 21: Μέσος όρος ιεράρχησης για τους τρεις παράγοντες της εμπλοκής και τη συνολική εμπλοκή και για τις δυο ομάδες πριν τη διδακτική παρέμβαση**



Test Statistics <sup>b</sup>				
	AFFECTIVE	BEHAVIORAL	COGNITIVE	ENGAGEMENT
Mann-Whitney U	36,500	35,000	44,500	38,500
Wilcoxon W	91,500	90,000	89,500	93,500
Z	-,699	-,821	-,041	-,531
Asymp. Sig. (2-tailed)	,484	,412	,967	,595
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,497 <sup>a</sup>	,447 <sup>a</sup>	,968 <sup>a</sup>	,604 <sup>a</sup>
a. Not corrected for ties.				
b. Grouping Variable: GROUP				

**Πίνακας 22: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Mann-Whitney για τον καθορισμό της ισοδυναμίας των δυο ομάδων ως προς τους παράγοντες της εμπλοκής πριν την διδακτική παρέμβαση**

Από τα αποτελέσματα μπορούμε να βγάλουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Για τον παράγοντα συναισθηματικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,484 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μικρότερη συναισθηματική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα συμπεριφοριστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,412 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μικρότερη συμπεριφοριστική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα γνωστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,967 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει περίπου ίση γνωστική εμπλοκή με την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα συνολικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,595>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα πριν την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μικρότερη συνολική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

**Συμπέρασμα 1<sup>ο</sup>** : Ο παραπάνω έλεγχος μας επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι οι δυο ομάδες είναι ισοδύναμες σε όλους τους παράγοντες της εμπλοκής πριν την διδακτική παρέμβαση.

Στη συνέχεια πρέπει να ελεγχθεί η ισοδυναμία των δυο ομάδων όσον αφορά τον βαθμό εμπλοκής (επιμέρους και συνολική) μετά την διδακτική παρέμβαση.

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διαφορά που καταγράφηκε είναι στατιστικά σημαντική, ξεκινάμε με την διατύπωση των μηδενικών υποθέσεων (null hypothesis) οι οποίες έχουν ως εξής:

$H_{0(1)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(2)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(3)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση.

$H_{0(4)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση.

Τα αποτελέσματα του τεστ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ranks				
	GROUP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
AFFECTIVE_POST	CONTROL	10	10,90	109,00
	EXPERIMENTAL	9	9,00	81,00
BEHAVIORAL_POST	CONTROL	10	9,40	94,00
	EXPERIMENTAL	9	10,67	96,00
COGNITIVE_POST	CONTROL	10	11,35	113,50
	EXPERIMENTAL	9	8,50	76,50
ENGAGEMENT_POST	CONTROL	10	10,60	106,00
	EXPERIMENTAL	9	9,33	84,00

**Πίνακας 23: Μέσος όρος ιεράρχησης για τους τρεις παράγοντες της εμπλοκής και τη συνολική εμπλοκή και για τις δυο ομάδες μετά τη διδακτική παρέμβαση**

Test Statistics <sup>b</sup>				
	AFFECTIVE_POST	BEHAVIORAL_POST	COGNITIVE_POST	ENGAGEMENT_POST
Mann-Whitney U	36,000	39,000	31,500	39,000
Wilcoxon W	81,000	94,000	76,500	84,000
Z	-,749	-,503	-1,109	-,491
Asymp. Sig. (2-tailed)	,454	,615	,268	,624
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,497 <sup>a</sup>	,661 <sup>a</sup>	,278 <sup>a</sup>	,661 <sup>a</sup>

a. Not corrected for ties.  
b. Grouping Variable: GROUP

**Πίνακας 24: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Mann-Whitney για τον καθορισμό της ισοδυναμίας των δυο ομάδων ως προς τους παράγοντες της εμπλοκής μετά την διδακτική παρέμβαση**

Από τα αποτελέσματα μπορούμε να βγάλουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Για τον παράγοντα συναισθηματικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,454 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση**. Από

τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μεγαλύτερη συναισθηματική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα συμπεριφοριστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,615>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μικρότερη συμπεριφοριστική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα γνωστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,268>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μεγαλύτερη γνωστική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

Για τον παράγοντα συνολικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,624>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα μετά την διδακτική παρέμβαση**. Από τον πίνακα ranks προκύπτει ότι η ομάδα ελέγχου παρουσιάζει μεγαλύτερη συνολική εμπλοκή από την πειραματική ομάδα.

**Συμπέρασμα 2<sup>ο</sup>** : Ο παραπάνω έλεγχος μας επιτρέπει να θεωρήσουμε ότι οι δυο ομάδες είναι ισοδύναμες σε όλους τους παράγοντες της εμπλοκής μετά την διδακτική παρέμβαση.

Παρότι δεν φαίνεται να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα εμπλοκής των δυο ομάδων πριν αλλά και μετά την διδακτική παρέμβαση αξίζει να γίνει μια αναφορά στις μεταβολές που παρατηρήθηκαν. Έτσι λοιπόν στον παρακάτω πίνακα αποτυπώνονται οι διαφορές στα επίπεδα εμπλοκής των δυο ομάδων πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.

	<b>ΠΡΙΝ</b>	<b>ΜΕΤΑ</b>
<b>ΣΥΝΑΙΣΘΗΜΑΤΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ</b>	CONTROL < EXPERIMENTAL	<b>CONTROL &gt; EXPERIMENTAL</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ</b>	CONTROL < EXPERIMENTAL	CONTROL < <b>EXPERIMENTAL</b>
<b>ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ</b>	<b>CONTROL ≈ EXPERIMENTAL</b>	<b>CONTROL &gt; EXPERIMENTAL</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΜΠΛΟΚΗ</b>	CONTROL < EXPERIMENTAL	<b>CONTROL &gt; EXPERIMENTAL</b>

**Πίνακας 25: Σύγκριση των αποτελεσμάτων των δυο ομάδων για όλους τους παράγοντες της εμπλοκής πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση**

Για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές στο βαθμό εμπλοκής της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας πραγματοποιήθηκε το Wilcoxon test σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=5\%$  (0,05).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διαφορά που καταγράφηκε είναι στατιστικά σημαντική, ξεκινάμε με την διατύπωση των μηδενικών υποθέσεων (null hypothesis) οι οποίες έχουν ως εξής:

$H_{0(1)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος.

$H_{0(2)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος.

$H_{0(3)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος.

$H_{0(4)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος.

Τα αποτελέσματα του τεστ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

<b>Ranks</b>				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
AFFECTIVE_POST - AFFECTIVE	Negative Ranks	3 <sup>a</sup>	3,50	10,50
	Positive Ranks	4 <sup>b</sup>	4,38	17,50
	Ties	3 <sup>c</sup>		
	Total	10		
BEHAVIORAL_POST - BEHAVIORAL	Negative Ranks	3 <sup>d</sup>	4,83	14,50
	Positive Ranks	6 <sup>e</sup>	5,08	30,50
	Ties	1 <sup>f</sup>		
	Total	10		
COGNITIVE_POST - COGNITIVE	Negative Ranks	0 <sup>g</sup>	,00	,00
	Positive Ranks	7 <sup>h</sup>	4,00	28,00
	Ties	3 <sup>i</sup>		
	Total	10		
ENGAGEMENT_POST - ENGAGEMENT	Negative Ranks	4 <sup>j</sup>	2,50	10,00
	Positive Ranks	5 <sup>k</sup>	7,00	35,00
	Ties	1 <sup>l</sup>		
	Total	10		
a. AFFECTIVE_POST < AFFECTIVE b. AFFECTIVE_POST > AFFECTIVE c. AFFECTIVE_POST = AFFECTIVE d. BEHAVIORAL_POST < BEHAVIORAL e. BEHAVIORAL_POST > BEHAVIORAL f. BEHAVIORAL_POST = BEHAVIORAL g. COGNITIVE_POST < COGNITIVE h. COGNITIVE_POST > COGNITIVE i. COGNITIVE_POST = COGNITIVE j. ENGAGEMENT_POST < ENGAGEMENT k. ENGAGEMENT_POST > ENGAGEMENT l. ENGAGEMENT_POST = ENGAGEMENT				
<b>Test Statistics<sup>b</sup></b>				
	AFFECTIVE_POST - AFFECTIVE	BEHAVIORAL_POST -	COGNITIVE_POST -	ENGAGEMENT_POST -

		BEHAVIORAL	COGNITIVE	ENGAGEMENT
Z	-,595 <sup>a</sup>	-,960 <sup>a</sup>	-2,388 <sup>a</sup>	-1,481 <sup>a</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	<b>,552</b>	<b>,337</b>	<b>,017</b>	<b>,139</b>
a. Based on negative ranks. b. Wilcoxon Signed Ranks Test				

**Πίνακας 26: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Wilcoxon για την σύγκριση των παραγόντων εμπλοκής πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου**

Από τα αποτελέσματα μπορούν να βγουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Για τον παράγοντα συναισθηματικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,552>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

Για τον παράγοντα συμπεριφοριστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,337>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

Για τον παράγοντα γνωστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,017<0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Από τον πίνακα Ranks στην στήλη N βλέπουμε ότι υπάρχουν 0 negative ranks (GOGNITIVE\_POST < COGNITIVE), 7 positive ranks (GOGNITIVE\_POST > GOGNITIVE) και 3 ties (COGNITIVE\_POST = COGNITIVE). Άρα βγαίνει το συμπέρασμα ότι τα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής είναι μεγαλύτερα μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

Για τον παράγοντα συνολικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,139>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική**

**στατιστική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας.

**Συμπέρασμα 3<sup>ο</sup>** : Με εξαίρεση τον γνωστικό παράγοντα ο οποίος φαίνεται ότι παρουσιάζει υψηλότερα επίπεδα μετά την διδακτική παρέμβαση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, δεν υπάρχει διαφοροποίηση της εμπλοκής που παρουσίασε η ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.

Για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν διαφορές στο βαθμό εμπλοκής της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής πραγματοποιήθηκε το Wilcoxon test σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=5\%$  (0,05).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν η διαφορά που καταγράφηκε είναι στατιστικά σημαντική, ξεκινάμε με την διατύπωση των μηδενικών υποθέσεων (null hypothesis) οι οποίες έχουν ως εξής:

$H_{0(1)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής.

$H_{0(2)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής.

$H_{0(3)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής.

$H_{0(4)}$  : Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής.

Τα αποτελέσματα του τεστ φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ranks			
	N	Mean Rank	Sum of Ranks



AFFECTIVE_POST - AFFECTIVE	Negative Ranks	6 <sup>a</sup>	4,58	27,50
	Positive Ranks	2 <sup>b</sup>	4,25	8,50
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	9		
BEHAVIORAL_POST - BEHAVIORAL	Negative Ranks	3 <sup>d</sup>	4,50	13,50
	Positive Ranks	4 <sup>e</sup>	3,63	14,50
	Ties	2 <sup>f</sup>		
	Total	9		
COGNITIVE_POST - COGNITIVE	Negative Ranks	4 <sup>g</sup>	3,63	14,50
	Positive Ranks	3 <sup>h</sup>	4,50	13,50
	Ties	2 <sup>i</sup>		
	Total	9		
ENGAGEMENT_POST - ENGAGEMENT	Negative Ranks	6 <sup>j</sup>	4,83	29,00
	Positive Ranks	3 <sup>k</sup>	5,33	16,00
	Ties	0 <sup>l</sup>		
	Total	9		
a. AFFECTIVE_POST < AFFECTIVE b. AFFECTIVE_POST > AFFECTIVE c. AFFECTIVE_POST = AFFECTIVE d. BEHAVIORAL_POST < BEHAVIORAL e. BEHAVIORAL_POST > BEHAVIORAL f. BEHAVIORAL_POST = BEHAVIORAL g. COGNITIVE_POST < COGNITIVE h. COGNITIVE_POST > COGNITIVE i. COGNITIVE_POST = COGNITIVE j. ENGAGEMENT_POST < ENGAGEMENT k. ENGAGEMENT_POST > ENGAGEMENT l. ENGAGEMENT_POST = ENGAGEMENT				
<b>Test Statistics<sup>c</sup></b>				
	AFFECTIVE_POST - AFFECTIVE	BEHAVIORAL_POST - BEHAVIORAL	COGNITIVE_POST - COGNITIVE	ENGAGEMENT_POST - ENGAGEMENT
Z	-1,335 <sup>a</sup>	-,086 <sup>b</sup>	-,085 <sup>a</sup>	-,770 <sup>a</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,182	,931	,932	,441
a. Based on positive ranks. b. Based on negative ranks. c. Wilcoxon Signed Ranks Test				

**Πίνακας 27: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Wilcoxon για την σύγκριση των παραγόντων εμπλοκής πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση στην πειραματική ομάδα**

Από τα αποτελέσματα μπορούν να βγουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Για τον παράγοντα συναισθηματικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,182>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συναισθηματικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με το project ρομποτικής.

Για τον παράγοντα συμπεριφοριστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,931>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συμπεριφοριστικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με το project ρομποτικής.

Για τον παράγοντα γνωστικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,932>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα γνωστικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με το project ρομποτικής.

Για τον παράγοντα συνολικής εμπλοκής το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε από το τεστ είναι  $p=0,441>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα επίπεδα συνολικής εμπλοκής στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση** με το project ρομποτικής.

**Συμπέρασμα 4<sup>ο</sup>** : Δεν υπάρχει διαφοροποίηση της εμπλοκής της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση με το project ρομποτικής.

Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 4.7.3 η μέτρηση του δείκτη αξιοπιστίας Cronbach  $\alpha$  του ερωτηματολογίου έδειξε ότι η ερώτηση Νο 6 επηρέαζε αρνητικά την αξιοπιστία του συμπεριφοριστικού παράγοντα της εμπλοκής και γι' αυτό η ερώτηση αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην έκδοση αποτελεσμάτων των στατιστικών τεστ. Η ερώτηση όμως παρέμεινε στο ερωτηματολόγιο και ο ερευνητής αποφάσισε να την αξιολογήσει ξεχωριστά ως δείκτη που μετρά την συνεργασία των μαθητών.

Και πάλι χρησιμοποιήθηκαν το τεστ Mann-Whitney και το τεστ Wilcoxon για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Τα αποτελέσματα του τεστ Mann-Whitney που μετράει αν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ranks				
	GROUP	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Q6	CONTROL	10	9,60	96,00
	EXPERIMENTAL	9	10,44	94,00
Q6_POST	CONTROL	10	10,25	102,50
	EXPERIMENTAL	9	9,72	87,50

**Πίνακας 28: Μέσος όρος ιεράρχησης για τον παράγοντα της συνεργασίας και για τις δυο ομάδες πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση**

Test Statistics <sup>b</sup>		
	Q6	Q6_POST
Mann-Whitney U	41,000	42,500
Wilcoxon W	96,000	87,500
Z	-,339	-,213
Asymp. Sig. (2-tailed)	,734	,831
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,780 <sup>a</sup>	,842 <sup>a</sup>
a. Not corrected for ties.		
b. Grouping Variable: GROUP		

**Πίνακας 29: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Mann-Whitney για τον καθορισμό της ισοδυναμίας των δυο ομάδων ως προς τον παράγοντα της συνεργασίας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση**

Για τον παράγοντα της συνεργασίας των μαθητών πριν την διδακτική παρέμβαση το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε είναι  $p=0,734 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας πριν την διδακτική παρέμβαση.**

Για τον παράγοντα της συνεργασίας των μαθητών μετά την διδακτική παρέμβαση το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε είναι  $p=0,831 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας μετά την διδακτική παρέμβαση.**

Τα αποτελέσματα του τεστ Wilcoxon που μετράει αν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά για κάθε ομάδα ξεχωριστά πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση φαίνονται παρακάτω:

Για την πειραματική ομάδα τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Q6_POST - Q6	Negative Ranks	2 <sup>a</sup>	3,75	7,50
	Positive Ranks	3 <sup>b</sup>	2,50	7,50
	Ties	4 <sup>c</sup>		
	Total	9		
a. Q6_POST < Q6 b. Q6_POST > Q6 c. Q6_POST = Q6				
Test Statistics <sup>b</sup>				
				Q6_POST - Q6
Z				,000 <sup>a</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)				1,000
a. The sum of negative ranks equals the sum of positive ranks. b. Wilcoxon Signed Ranks Test				

**Πίνακας 30: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Wilcoxon για την σύγκριση του παράγοντα της συνεργασίας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση στην πειραματική ομάδα**

Για τον παράγοντα της συνεργασίας των μαθητών της πειραματικής ομάδας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε είναι  $p=1,000>0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην πειραματική ομάδα πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.**

Για την ομάδα ελέγχου τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Q6_POST - Q6	Negative Ranks	3 <sup>a</sup>	4,00	12,00
	Positive Ranks	4 <sup>b</sup>	4,00	16,00
	Ties	3 <sup>c</sup>		
	Total	10		

a. Q6_POST < Q6	
b. Q6_POST > Q6	
c. Q6_POST = Q6	
<b>Test Statistics<sup>b</sup></b>	
	Q6_POST - Q6
Z	-,351 <sup>a</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,726
a. Based on negative ranks.	
b. Wilcoxon Signed Ranks Test	

**Πίνακας 31: Αποτελέσματα από τη διενέργεια του τεστ Wilcoxon για την σύγκριση του παράγοντα της συνεργασίας πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση στην ομάδα ελέγχου**

Για τον παράγοντα της συνεργασίας των μαθητών της ομάδας ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση το επίπεδο σημαντικότητας που προέκυψε είναι  $p=0,726 > 0,05$ . Από τα δεδομένα προκύπτει ότι **δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.**

#### **Γενικό Συμπέρασμα**

Από τα αποτελέσματα των τεστ προκύπτει το γενικό συμπέρασμα ότι δεν επιβεβαιώνεται το 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, δηλ ότι η ενασχόληση των μαθητών με το κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms δεν ενίσχυσε την συναισθηματική, την συμπεριφοριστική και τη γνωστική εμπλοκή των μαθητών στο μάθημα του προγραμματισμού.

#### **5.5. Αποτελέσματα ερωτήσεων ανοικτού τύπου και πολλαπλής επιλογής στην πειραματική ομάδα.**

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.7.2 στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε στην πειραματική ομάδα μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης περιέχονταν και κάποιες ερωτήσεις ανοικτού τύπου και πολλαπλής επιλογής. Οι ερωτήσεις αυτές έχουν σκοπό να αξιολογήσουν την άποψη των μαθητών για το project ρομποτικής με το οποίο ασχολήθηκαν καθώς και για την χρησιμότητά του στην κατανόηση προγραμματιστικών εννοιών.

Η 1<sup>η</sup> ερώτηση διατυπώθηκε ως εξής:

**«Πως θα περιέγραφες με λίγα λόγια την εμπειρία σου με την ενασχόληση με το κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms;»**

Όλοι οι μαθητές εξέφρασαν θετικά σχόλια για την ενασχόλησή τους με το Project. Οι απόψεις που διατυπώθηκαν αναφέρονταν κυρίως στον συναισθηματικό παράγοντα, ότι δηλαδή το project ήταν ενδιαφέρον (8 απαντήσεις), ενώ διατυπώθηκαν και απόψεις που αφορούσαν την χρησιμότητα του project στην εκμάθηση νέων γνώσεων (3 απαντήσεις). Τέλος υπήρχαν και κάποια σχόλια που αναφέρονταν στο βαθμό δυσκολίας του project (2 απαντήσεις).

Μερικές χαρακτηριστικές απαντήσεις που έδιναν βαρύτητα στον συναισθηματικό παράγοντα είναι:

«Απλά απίστευτα τέλεια», «ήταν πολύ συναρπαστικό», «για μένα ήταν μια πολύ ωραία εμπειρία που δε θα ξεχάσω ποτέ».

Απαντήσεις που αναφέρονταν στην χρησιμότητα του project ήταν:

«κάτι καινούργιο ως μέθοδος μαθήματος-παράδοσης και κατανόησης του μαθήματος. Πιο αποτελεσματικός τρόπος», «Ενδιαφέρον, πιο πολύ από την άποψη του ότι διευρύνω τις γνώσεις μου στον προγραμματισμό», «μου κίνησε το ενδιαφέρον και έμαθα πράγματα με άλλο τρόπο».

Τέλος απαντήσεις που αναφέρονταν στον βαθμό δυσκολίας είναι:

«Ήταν μια πολύ καλή εμπειρία παρά τις δυσκολίες», «πολύ ενδιαφέρον και λίγο δύσκολο».

Η 2<sup>η</sup> ερώτηση διατυπώθηκε ως εξής:

**«Ποια είναι η γνώμη σου για τη χρήση του κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms ως μέρος για την διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών;»**

Οι απαντήσεις των μαθητών και πάλι αναφέρονταν στο ενδιαφέρον που τους προξένησε το project (4 απαντήσεις) ενώ υπήρχαν και απόψεις που συμφωνούσαν με

τη χρήση του project επειδή το έβρισκαν βοηθητικό ή πρακτικό (4 απαντήσεις). Τέλος εκφράστηκε και μια άποψη σε σχέση με το βαθμό δυσκολίας του project (1 απάντηση).

Χαρακτηριστικές δηλώσεις των μαθητών είναι:

«Ο προγραμματισμός διδάσκεται μόνο θεωρητικά επειδή δεν υπάρχει κάποιο υλικό για την διδασκαλία. Η ρομποτική διδάσκει θεωρητικά και πρακτικά όμως», « η χρήση του είναι πολύ καλή γιατί οι μαθητές ασχολούνται πρακτικά και βλέπουν αποτελέσματα», «αρκετά καλή και βοηθητική», «αυτό πάντα πρέπει να γίνεται, να υπάρχει υλικό για κάθε μάθημα».

Η 3<sup>η</sup> ερώτηση διατυπώθηκε ως εξής:

**«Η ενασχόλησή σου με το project ρομποτικής βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών της δομής επανάληψης και της δομής επιλογής;»**

Όλες οι απαντήσεις των μαθητών ήταν θετικές και στην πλειοψηφία τους εκφράστηκαν μονολεκτικά (5 απαντήσεις) π.χ. «Ναι», «Φυσικά» ενώ υπήρχε και μια (1) απάντηση που εξέφρασε και κάποιο όριο: «ως ένα σημείο, ναι». Κάποιες άλλες χαρακτηριστικές απαντήσεις των μαθητών ήταν:

«ναι, είδαμε στην πράξη αυτές τις έννοιες», «με βοήθησε να καταλάβω τον τρόπο σκέψης του προγραμματισμού»

Η 4<sup>η</sup> ερώτηση διατυπώθηκε ως εξής:

**« Σε τι από τα παρακάτω πιστεύεις ότι θα ήταν χρήσιμη η ενσωμάτωση ενός project ρομποτικής στο σχολείο; (Επέλεξε μέχρι 6 δηλώσεις που θεωρείς σημαντικές)»**

Οι απαντήσεις των μαθητών συλλέχθηκαν και ύστερα από επεξεργασία προέκυψε ο παρακάτω πίνακας:

Δήλωση	Φορές που επιλέχθηκε η δήλωση
Για να περνά ευχάριστα η ώρα.	3
Για να μάθω πράγματα για την πληροφορική.	7
Για να μάθω πράγματα για τις φυσικές επιστήμες.	1
Για να δημιουργήσω φιλίες με τους συμμαθητές μου.	2
Για να μάθω να σχεδιάζω στρατηγικές για την επίτευξη των στόχων μου.	4
Για να βελτιώσω την δημιουργικότητά μου.	7
Για να χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους για να λύσω ένα πρόβλημα.	6
Για να μεγαλώσει το κίνητρό μου για μάθηση.	6
Για να αυξήσει την περιέργειά μου.	4
Για να μάθω να συνεργάζομαι	5
Για να μάθω γενικότερες έννοιες.	1
Για να μάθω έννοιες που σχετίζονται με επιστημονικά θέματα.	2
Για να μεγαλώσει η διορατικότητά μου.	6
<b>Σύνολο:</b>	<b>54</b>

**Πίνακας 32: Αποτελέσματα της 4ης ερώτησης (ερώτηση πολλαπλής επιλογής) του ερωτηματολογίου της πειραματικής ομάδας σχετικά με την χρησιμότητα του Project ρομποτικής**

Να σημειωθεί ότι από τους 9 μαθητές, οι 7 επέλεξαν 6 δηλώσεις, 1 μαθητής επέλεξε 4 δηλώσεις, ενώ 1 μαθητής υπερέβη το όριο και επέλεξε 8 δηλώσεις.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι δηλώσεις που ξεπέρασαν την πλειοψηφία των μαθητών της πειραματικής ομάδας:



Δήλωση (με σειρά πλειοψηφίας)	Φορές που επιλέχτηκε η δήλωση
1. Για να βελτιώσω την δημιουργικότητά μου.	7
Για να μάθω πράγματα για την πληροφορική.	7
2. Για να μεγαλώσει το κίνητρό μου για μάθηση.	6
Για να χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους για να λύσω ένα πρόβλημα.	6
Για να μεγαλώσει η διορατικότητά μου.	6
3. Για να μάθω να συνεργάζομαι.	5

**Πίνακας 33: Απαντήσεις της 4ης ερώτησης του ερωτηματολογίου της πειραματικής ομάδας που επιλέχθηκαν από την πλειοψηφία των μαθητών**

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 6.1. Συμπεράσματα από τα αποτελέσματα των ερευνητικών ερωτημάτων.

Στην αρχή της έρευνας τέθηκαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Μπορούν τα LEGO Mindstorms να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του γενικού σκοπού του μαθήματος «Προγραμματισμός Υπολογιστών» που είναι η ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, και η επίλυση απλών προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον;
- Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το προγραμματιστικό περιβάλλον Mindstorms Educational NXT-G να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις των προγραμματιστικών δομών επιλογής και επανάληψης σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού όπως αυτό της Visual Basic;
- Μπορεί η ενασχόληση των μαθητών με το κιτ ρομποτικής LEGO Mindstorms να ενισχύσει την γνωστική, συμπεριφοριστική και συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία του προγραμματισμού;

Στο κεφάλαιο 5 μπορεί να δει κανείς αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας στα ερωτήματα αυτά. Όμως αξίζει να γίνει κάποιος σχολιασμός σε σχέση με τα αποτελέσματα αυτά και να αναζητηθούν πιθανές αιτίες που επηρέασαν την έρευνα.

Το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της έρευνας. Φάνηκε ότι σε γενικές γραμμές οι ομάδες δεν δυσκολεύτηκαν να κατακτήσουν τον στόχο τους αφού όλες κατάφεραν να κατασκευάσουν μια ρομποτική κατασκευή λειτουργικά ικανή να ανταπεξέλθει στις απαιτήσεις του project. Επίσης, παρότι το προγραμματιστικό κομμάτι είχε αρκετές δυσκολίες, οι 2 από τις 3 ομάδες κατάφεραν να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα στο γραφικό περιβάλλον NXT-G το οποίο οδήγησε τη ρομποτική κατασκευή στην αναμενόμενη λειτουργία. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι κατασκευές των ομάδων έλαβαν υψηλή βαθμολογία με βάση τη ρουμπρίκα αξιολόγησης (βλέπε παράρτημα) σε σχέση με την πολυπλοκότητα της κατασκευής αφού οι ομάδες χρησιμοποίησαν ποικιλία αισθητήρων (φωτός, απόστασης, αφής) και ενδείξεων

(ηχητικών, οπτικών). Με άλλα λόγια οι μαθητές εξοικειώθηκαν γρήγορα με τη χρήση των αισθητήρων και χρησιμοποίησαν με ευχέρεια τα προγραμματιστικά block για την δημιουργία ήχων, οπτικών ενδείξεων στην οθόνη του NXT brick και οπτικών ενδείξεων με LED.

Όπως αναφέραμε προηγουμένως οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολίες στον προγραμματισμό του ρομπότ. Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα από τα αποτελέσματα των ομάδων στην επίλυση των προγραμματιστικών παραλλαγών που τους ζητήθηκε στο φύλλο εργασίας Νο 2. Βέβαια εδώ πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι μαθητές ασχολήθηκαν με την πλειοψηφία των παραλλαγών και δημιούργησαν προγράμματα για την επίλυση τους (όχι πάντα με επιτυχία) όμως από τα φύλλα εργασίας των ομάδων φάνηκε ότι υπήρχαν συγκεκριμένες δυσκολίες. Οι δυσκολίες των μαθητών εντοπίστηκαν κυρίως

- Στην κατανόηση της λειτουργίας των έτοιμων προγραμμάτων που υπήρχαν στο Robot Educator.
- Στην μετατροπή του έτοιμου προγράμματος ώστε να προκύψει ένα νέο πρόγραμμα που να τροποποιεί την συμπεριφορά του ρομπότ.

Φυσικά η πρώτη αιτία λειτουργεί ανασταλτικά και προκαλεί την δεύτερη αιτία δηλ αν κάποιος μαθητής δεν καταλαβαίνει απόλυτα την λειτουργία ενός προγράμματος ή δεν αντιλαμβάνεται πλήρως τον αλγόριθμο δυσκολεύεται πολύ περισσότερο στο να τροποποιήσει το υπάρχων πρόγραμμα.

Από τα αποτελέσματα λοιπόν προκύπτει ότι η συγκεκριμένη δραστηριότητα είχε μεγάλο βαθμό δυσκολίας. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ο χρόνος. Στην πράξη αποδείχτηκε ότι ακόμα και οι 2 επιπλέον διδακτικές ώρες, από αυτές που προέβλεπε το αρχικό σενάριο, δεν ήταν αρκετές ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να ανταπεξέλθουν στη δραστηριότητα αυτή. Έτσι ο ερευνητής θα πρότεινε σε μελλοντική εφαρμογή του συγκεκριμένου σεναρίου είτε να περιοριστεί ο αριθμός των προγραμματιστικών παραλλαγών, είτε να χρησιμοποιηθούν πιο απλές προκλήσεις από το Robot Educator ή να δοθεί πολύ περισσότερος χρόνος για το 2<sup>ο</sup> στάδιο του Project (Εξερεύνηση).

Το 2<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα φαίνεται ότι δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας αφού οι δυο ομάδες δεν είχαν στατιστικά σημαντική

διαφορά στο μέσο όρο των βαθμών του τεστ αξιολόγησης. Αυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα αναμενόμενο αποτέλεσμα αν συνδυαστεί με τα συμπεράσματα που προέκυψαν από το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, ότι δηλ οι μαθητές φάνηκαν να έχουν δυσκολίες στο προγραμματιστικό κομμάτι της κατασκευής. Από την παρατήρηση και την άτυπη κουβέντα που είχε ο ερευνητής με τους μαθητές κατά τη διάρκεια του Project φάνηκε ότι ενώ οι μαθητές καταλάβαιναν την λειτουργία των block επιλογής και επανάληψης, δεν μπορούσαν να τα χρησιμοποιήσουν πάντοτε με επιτυχία στα προγράμματά τους. Έτσι λοιπόν βγαίνει το συμπέρασμα ότι οι μαθητές δυσκολεύονταν στην διατύπωση ενός αλγόριθμου ικανού να λύσει το πρόβλημα. Εδώ επίσης πρέπει να τονιστεί ότι παρόλες τις συστάσεις του ερευνητή προς τους μαθητές να διατυπώνουν τον αλγόριθμο πρώτα στο χαρτί και μετά να το μετατρέπουν σε πρόγραμμα στο περιβάλλον NXT-G, ο ενθουσιασμός τους με το ρομπότ ήταν τόσο μεγάλος που προτιμούσαν να ακολουθούν την μεθοδολογία της δοκιμής και λάθους, προχωρώντας έτσι με πιο αργό ρυθμό στην επίλυση των προγραμματιστικών παραλλαγών. Άρα και πάλι προκύπτει ένα θέμα χρόνου, ότι δηλαδή ο χρόνος που είχε προβλεφτεί για το 2<sup>ο</sup> στάδιο του Project δεν ήταν αρκετός δεδομένης της χρονοβόρας μεθοδολογίας που ακολουθούσαν οι μαθητές για την επίλυση των προγραμματιστικών παραλλαγών.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το εξής. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας έχαναν σε εβδομαδιαία βάση 2 ώρες από την παραδοσιακή διδασκαλία του μαθήματος, κάτι που σημαίνει ότι έχασαν συνολικά 6 διδακτικές ώρες από την διδασκαλία της VB. Αυτό από μια άποψη θα μπορούσε να έχει αρνητικά αποτελέσματα στην απόδοσή τους στο τεστ αξιολόγησης κάτι που όμως δεν φάνηκε με βάση τα αποτελέσματα του τεστ και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Άρα ναι μεν η ενασχόληση της πειραματικής ομάδας με το Project ρομποτικής δεν έφερε θετικά αποτελέσματα αλλά από την άλλη δεν επηρέασε αρνητικά τα μέλη της στην κατάκτηση προγραμματιστικών εννοιών στη VB.

Το 3<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα επίσης δεν φαίνεται να επιβεβαιώνεται συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων. Και πάλι θα μπορούσαμε να αποδώσουμε την αιτία του αποτελέσματος αυτού στην δυσκολία που αντιμετώπισαν οι μαθητές στο προγραμματιστικό μέρος του Project. Όμως εδώ είναι ένα σημείο στο οποίο πρέπει να γίνει μια σημαντική παρατήρηση: ότι, παρότι οι μαθητές δυσκολεύονταν στον

προγραμματισμό, ο ενθουσιασμός τους ήταν τόσο μεγάλος που σε καμία περίπτωση δεν το έβαλαν κάτω, προσπαθούσαν επίμονα να κάνουν το ρομπότ να συμπεριφερθεί με τον αναμενόμενο τρόπο και παρόλες τις αποτυχημένες προσπάθειες δεν τα παράτησαν.

Ο ερευνητής έκανε σημαντικές παρατηρήσεις σε σχέση με την εμπλοκή των μαθητών κατά την διάρκεια του project. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες συμπεριφορές που αποδεικνύουν την αυξημένη εμπλοκή των μαθητών σε επίπεδο project και όχι αποκλειστικά στην προγραμματιστική διαδικασία ενώ αναγράφεται και το ιδιαίτερο στοιχείο εμπλοκής το οποίο αφορά η συμπεριφορά ή η δήλωση κάποιου μαθητή:

- **Ενδιαφέρον:** Το ενδιαφέρον των μαθητών ήταν έκδηλο σε όλη τη φάση του project. Ιδιαίτερη εντύπωση έκανε στον ερευνητή το γεγονός ότι από την πρώτη στιγμή που οι ομάδες πήραν στα χέρια τους το υλικό άρχισαν να πειραματίζονται με την κατασκευή του ρομπότ, προσπαθώντας εξ' αρχής να προσθέσουν δομικά υλικά ή να κάνουν μετατροπές στην ήδη υπάρχουσα κατασκευή (βλέπε εικ. 21. α,β,γ,δ). Αυτό φάνηκε επίσης και στις τελικές κατασκευές των ομάδων οι οποίες ενώ αρχικά είχαν στα χέρια τους μια ίδια κατασκευή (όλες οι ομάδες ξεκίνησαν το project χρησιμοποιώντας ένα ήδη έτοιμο ρομπότ το οποίο μπορούσε να κινηθεί αλλά δεν είχε ενσωματωμένους αισθητήρες ή άλλα δομικά στοιχεία ένδειξης πχ LED) στο τέλος παρουσίασαν 3 εντελώς διαφορετικές κατασκευές οι οποίες ήταν αρκετά πολύπλοκες (βλέπε εικ 21 ε,στ,ζ). Έτσι λοιπόν φάνηκε ότι οι μαθητές έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον στο κατασκευαστικό κομμάτι, τους άρεσε να πειραματίζονται με τα δομικά υλικά και να πραγματοποιούν περίεργες συνθέσεις, πολλές από τις οποίες δεν είχαν κάποια πρακτική αξία αλλά περισσότερο ήταν θέμα εμφάνισης και εφέ. Για παράδειγμα, στη κατασκευή μιας ομάδας είχε ενσωματωθεί μια σύνθεση με γρανάζια και όταν οι μαθητές ρωτήθηκαν ποιο σκοπό εξυπηρετεί στο όχημα αυτόματης πλοήγησης αυτοί απάντησαν ότι το έβαλαν «για ομορφιά» (βλέπε εικ 6.1 ε). Παρακάτω φαίνονται μερικές φωτογραφίες από την ενασχόληση των μαθητών με το project καθώς και τις κατασκευές που έφτιαξαν.



(α)



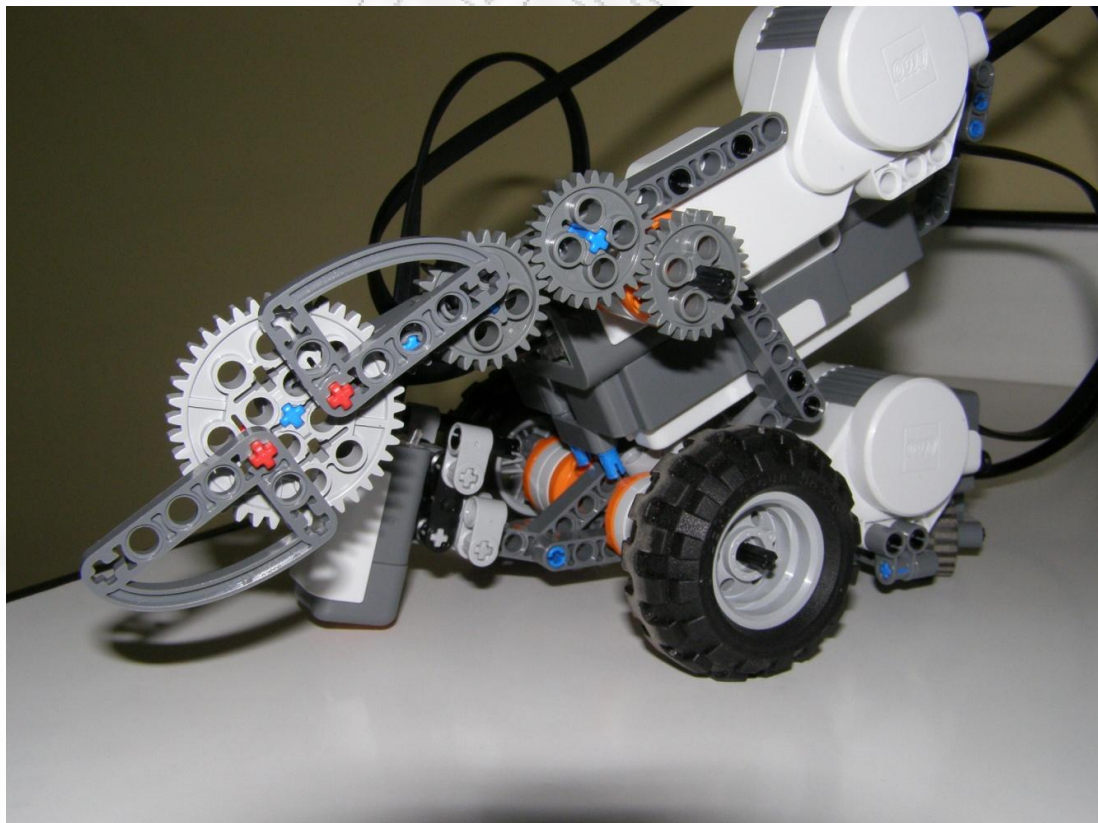
(β)



(γ)



(δ)



(ε)



(στ)



(ζ)

**Εικόνα 21: α,β,γ,δ: Φωτογραφίες από την ενασχόληση των μαθητών με το project ρομποτικής. ε,στ,ζ: Φωτογραφίες των ρομποτικών κατασκευών των τριών ομάδων**

- Περιέργεια, Επιθυμία για περεταίρω γνώση: Από το πρώτο μάθημα κιόλας ένας μαθητής άρχιζε να πειραματίζεται με το μενού του NXT-brick και από δική του περιέργεια έκανε κάποιες ενέργειες που δεν είχαν ζητηθεί από τον ερευνητή ή από κάποιο φύλλο εργασίας. Μάλιστα ο συγκεκριμένος μαθητής κατάφερε να κάνει το ρομπότ να κινηθεί χωρίς καν να έχει ασχοληθεί με το προγραμματιστικό περιβάλλον.
- Ενθουσιασμός: Ο ενθουσιασμός των μαθητών φαίνεται στην χαρακτηριστική δήλωση ενός μαθητή ο οποίος σε άτυπη κουβέντα με τον ερευνητή δήλωσε: «Ξυπνάω το πρωί και χαίρομαι που θ' ασχοληθώ με τα ρομποτάκια. Ειδικά την Τρίτη που έχουμε τις δυο τελευταίες ώρες χαίρομαι περισσότερο που θα τελειώσει το σχολείο με αυτή τη δραστηριότητα»
- Άγχος, Βαρεμάρα, Ματαίωση, Αφηρημάδα: Δεν υπέπεσε στην αντίληψη του ερευνητή κάποια συμπεριφορά ή δήλωση μαθητή που να υπονοούσε κάποιο από αυτά.
- Χρόνος που αφιερώνεται στην εργασία: Αξίζει ιδιαίτερης αναφοράς ότι οι μαθητές από το 2<sup>ο</sup> μάθημα και μετά δεν έβγαιναν διάλειμμα και έλεγαν στον ερευνητή ότι επιθυμούσαν να παραμείνουν στην τάξη και να ασχοληθούν με το project.
- Επιμονή, Προσανατολισμός στην επίτευξη του στόχου, Πνευματική προσπάθεια, Υποβολή ερωτήσεων: Αναφέρθηκε και σε προηγούμενες παραγράφους ότι οι μαθητές παρότι αντιμετώπισαν πολλές δυσκολίες στο προγραμματιστικό μέρος του project έδειξαν μεγάλη επιμονή ώστε το ρομπότ να πραγματοποιήσει την αναμενόμενη συμπεριφορά. Οι μαθητές πραγματοποιούσαν συνεχώς αλλαγές στα προγράμματά τους και προσπαθούσαν να καταλάβουν σε ποιο σημείο του προγράμματος υπήρχε λάθος. Σε πολλές περιπτώσεις υπέβαλαν ερωτήσεις σε συμμαθητές τους ή τον καθηγητή (ερευνητή) όταν δεν μπορούσαν από μόνοι τους να λύσουν το πρόβλημα.
- Ευελιξία στην επίλυση προβλημάτων: Σε μία ομάδα οι μαθητές αντιμετώπισαν ένα πρόβλημα στο 1<sup>ο</sup> φύλλο εργασίας και συγκεκριμένα στην χρήση του αισθητήρα απόστασης. Οι μαθητές παρατήρησαν ότι η μέτρηση του αισθητήρα δεν έδινε μια σταθερή ένδειξη για μεγάλες αποστάσεις. Στην αρχή



χρησιμοποιούσαν τα σώματά τους ως εμπόδια αλλά στη συνέχεια σκέφτηκαν να ανέβουν σε μια καρέκλα και να στρέψουν τον αισθητήρα προς το πάτωμα.

Το γενικότερο συμπέρασμα από τον ερευνητή είναι ότι η εμπλοκή των μαθητών ήταν σε πολύ μεγάλα επίπεδα όμως αυτό δεν αποτυπώθηκε στα ερωτηματολόγια τα οποία μετρούσαν την εμπλοκή μόνο για την προγραμματιστική διαδικασία. Επίσης η διάρκεια του project ήταν σχετικά μικρή και είναι πολύ πιθανό οι μαθητές να μην επηρεάστηκαν σε μεγάλο βαθμό από την ενασχόληση τους με αυτό. Ενδεχομένως αν η διάρκεια του project ήταν μεγαλύτερη τα αποτελέσματα να ήταν διαφορετικά. Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου που δόθηκαν στην πειραματική ομάδα έδειξαν ότι οι μαθητές θεωρούν το ρομποτικό κιτ ένα εργαλείο χρήσιμο για τους ίδιους ώστε να αναπτύξουν την δημιουργικότητά τους, το κίνητρο για μάθηση, την διορατικότητά τους, την συνεργασία, τις γνώσεις Πληροφορικής και την ευελιξία στην επίλυση προβλημάτων.

## 6.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκαν τα γενικότερα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα. Εκεί έγινε αναφορά και θίχθηκαν ζητήματα που ενδεχομένως να επηρέασαν την έρευνα. Τα ζητήματα αυτά και μερικά ακόμα συνοψίζονται παρακάτω:

**Διάρκεια του Project.** Το σενάριο που σχεδιάστηκε αρχικά προέβλεπε 11 διδακτικές ώρες, οι οποίες αυξήθηκαν στις 13 κατά την διάρκεια της έρευνας και αφού ο ερευνητής διαπίστωσε δυσκολία από την πλευρά των μαθητών να ανταποκριθούν σε κάποιο φύλλο εργασίας. Επίσης ο ερευνητής έθιξε το θέμα του χρόνου ως έναν από τους παράγοντες που ενδεχομένως να επηρέασαν τα αποτελέσματα του 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> ερευνητικών ερωτημάτων αφού δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο στα επίπεδα εμπλοκής όσο και στην κατάκτηση βασικών προγραμματιστικών εννοιών ανάμεσα στην πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου.

**Μέθοδος διδασκαλίας:** Η μέθοδος project αποτελεί μια διαθεματική προσέγγιση της γνώσης. Οι μαθητές εκτός από το προγραμματιστικό κομμάτι ασχολήθηκαν επίσης με

έννοιες ρομποτικής (γνώση για την λειτουργία των αισθητήρων, κινητήρων κλπ), με το σχεδιασμό μιας αυθεντικής εφαρμογής και την δημιουργία και παρουσίαση της, ενώ τέλος αφιέρωσαν χρόνο και σε κατασκευαστικές παρεμβάσεις στο ρομπότ. Έτσι σε συνδυασμό με το ζήτημα του χρόνου φαίνεται ότι η μαθητές εστίασαν στην προγραμματιστική διαδικασία ακόμα λιγότερο χρόνο.

Επικοινωνία ομάδων. Η πειραματική ομάδα και η ομάδα ελέγχου είχαν επικοινωνία μεταξύ τους αφού και οι δύο ακολουθούσαν την παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος. Αυτό είναι πιθανό να δημιούργησε θέματα ζήλειας και ανταγωνισμού.

Επίγνωση της ερευνητικής διαδικασίας. Οι μαθητές είχαν ενημερωθεί από την διεύθυνση του σχολείου για την πραγματοποίηση της έρευνας. Εκτός αυτού ο ερευνητής δεν ήταν ο διδάσκων του μαθήματος και έτσι οι μαθητές καταλάβαιναν ότι κάτι διαφορετικό συμβαίνει αφού τέτοιου είδους παρεμβάσεις δεν συμβαίνουν συχνά στο χώρο του σχολείου. Όλοι ήξεραν ότι το project ήταν κάτι «ξεχωριστό» που δεν θα διαρκούσε πολύ. Αυτό ενδεχομένως να επηρέασε τους μαθητές στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου και γενικότερα στην συμπεριφορά τους.

Μια πρόταση του ερευνητή λοιπόν είναι στο μέλλον να διεξαχθεί αντίστοιχη έρευνα στην οποία το εκπαιδευτικό σενάριο θα διαρκεί περισσότερο, ώστε οι μαθητές να έχουν τον απαραίτητο χρόνο να εξοικειωθούν ακόμα περισσότερο με το προγραμματιστικό περιβάλλον NXT-G αλλά και να ασχοληθούν διεξοδικότερα με την συγγραφή αλγορίθμων και προγραμμάτων. Αυτό φυσικά θα απαιτούσε τον σχεδιασμό ενός διαφορετικού σεναρίου και την συγγραφή επιπλέον φύλλων εργασίας, στα οποία θα είχαν προβλεφθεί οι απαραίτητες δραστηριότητες που θα έδιναν μεγαλύτερη βαρύτητα στην κατανόηση έτοιμων προγραμμάτων, στην τροποποίηση έτοιμων προγραμμάτων και στην συγγραφή νέων προγραμμάτων. Επειδή το κόστος αγοράς του kit είναι μεγάλο, μια εναλλακτική λύση θα ήταν να εφαρμοσθεί η διδακτική μέθοδος επίλυσης προβλημάτων (Problem Based Learning) αντί της μεθόδου project και οι μαθητές να ασχολούνται κατά ομάδες, ανά τακτά χρονικά διαστήματα η μια μετά την άλλη, με την επίλυση απλών προβλημάτων ρομποτικής. Αυτό θα μπορούσε να γίνει και στα πλαίσια μια ολόκληρης σχολικής χρονιάς. Επίσης θα ήταν προτιμότερο η έρευνα να γίνει σε μεγαλύτερη κλίμακα με την συμμετοχή περισσότερων μαθητών και χωρίς η ομάδα

ελέγχου να έρχεται σε επαφή με την πειραματική ομάδα. Τέλος η ενασχόληση με την ρομποτική θα πρέπει να ενταχθεί στο μάθημα με τέτοιο τρόπο ώστε να αποτελεί κομμάτι της καθημερινότητας των μαθητών και όχι ως μια προσωρινή δραστηριότητα με «ημερομηνία λήξης».

Μια επιπλέον ιδέα θα ήταν να σχεδιαστεί μια εκπαιδευτική προσέγγιση που να συνδυάζεται με την συμμετοχή στον Πανελλήνιο Διαγωνισμό Ρομποτικής που διοργανώνεται τα τελευταία 3 χρόνια στη χώρα μας. Στην προκειμένη περίπτωση θα μπορούσε να εφαρμοστεί και η ερευνητική μεθοδολογία της μελέτης περίπτωσης (case study).

### **Επίλογος**

Το θέμα της μαθησιακής εμπλοκής είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπίσει το υπάρχων εκπαιδευτικό κατεστημένο. Ο ερευνητής από την εμπειρία του γνωρίζει ότι το πιο δύσκολο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Οι νέοι άνθρωποι μεγαλώνουν σε μια εποχή όπου η ψηφιακή τεχνολογία και οι ΤΠΕ είναι μια δεδομένη πραγματικότητα, οι περισσότεροι από αυτούς είναι εξοικειωμένοι με αυτές και τις χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση. Το κιτ ρομποτικής της Lego είναι ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί προς την κατεύθυνση αυτή και αυτό φάνηκε και από την παρούσα έρευνα.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ackermann, E. (2001). Piaget's Constructivism, Papert's constructionism: What's the difference? Future of Learning Group Publications.

Alimisis, D., Aravecchia, L., Arlegui, J., Fava, N., Frangou, S., Ionita, S., και συν. (2009). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. (D. Alimisis, Επιμ.) Athens: ASPETE (School of Pedagogical and Technological Education).

Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008). The use of Lego Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. *International Conference on Simulation, Modeling and Programming for autonomous robots*, (σσ. 22-30). Venice (Italy).

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

*Basic Statistics*. (n.d.). Ανάκτηση December 23, 2010, από <http://www.statsoft.com/textbook/basic-statistics/>

Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using autonomous robotics to teach science and engineering. *Communications of the ACM*, 42 (6).

Billota, E., Gabriele, L., Servidio, R., & Tavernise, A. (2009). Edutainment Robotics as a learning tool. *Lecture Notes in Computer Science*.

Birk, A., Poppinga, J., & Pflingsthor, M. (2009). Using Different Humanoid Robots for Science Edutainment of Secondary School Pupils. Στο *RoboCup 2008: Robot Soccer World Cup XII* (σσ. 451-462).

Caci, B., Cardasi, M., & Lund, H. H. (September 2003, No 3). *Assesing Educational Robotics by the "Robot Edutainment Questionnaire"*. Technical, University of Southern Denmark, The Maersk Mc-Kinney Moller Institute for Production Technology.

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

Chapman, E. (2003). *Assessing Student Engagement Rates*. Ανάκτηση June 12, 2010, από <http://www.ericdigests.org/2005-2/engagement.html>

Cliburn, D. (2006). Experiences with the Lego Mindstorms through the undergraduate computer science curriculum. *36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. San Diego, CA.

Coates, T. (2008, December 2). *Integration of Lego Robotics into Middle School Classrooms*. Ανάκτηση June 15, 2010, από <http://tcoatesrobotics.blogspot.com/>

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*.

Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior, volume 17, Issues 5-6*, 465-480.

- Elliott, S. N., Kratochwill, T. R., Cook, J. L., & Travers, J. F. (2008). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία. Field experiment*. (n.d.). Ανάκτηση May 25, 2010, από Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Field\\_experiment](http://en.wikipedia.org/wiki/Field_experiment)
- Finlay, K. A. (2006). *Quantifying school engagement*. Denver: National Center for School Engagement.
- Gandy, E., Bradley, S., Arnold-Brooks, D., & Allen, N. (2010). The use of lego mindstorms nxt robots in the teaching of introductory Java programming to undergraduate students. *ITALICS*, 9 (1).
- Gasperi, M., & Hurbain, P. (2009). *EXTREME NXT: Extending the LEGO MINDSTORMS NXT to the next level*.
- Gaudiello, I., Zibetti, E., & Carrignon, S. (2010). Representations to go: learning robotics, learning by robotics. *Simulation, modeling and programming for autonomous robots*, (σσ. 484-493). Darmstadt.
- Glynn, S. M., & Koballa Jr, T. R. (2006). Motivation to learn college science. Στο *Handbook of college science teaching* (σσ. 25-32). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
- Gold, N. (2010). Motivating Students In Software Engineering Group Projects: An Experience Report. *ITALICS*, 9 (1).
- Goldrick, C., & Meriel, H. (2004). Peer Learning with Lego Mindstorms. *34th ASEE/IEEE Frontiers in Education*. Savannah, GA.
- 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? *Artificial Life and Robotics*, 124-131.
- <http://rubistar.4teachers.org/index.php?ts=1279277129>. (n.d.). Ανάκτηση 7 16, 2010, από <http://rubistar.4teachers.org/>
- 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.
- IBM SPSS Statistics 19 Brief Guide*. (n.d.). Ανάκτηση December 23, 2010, από <http://support.spss.com/productsext/statistics/documentation/19/client/User%20Manuals/English/IBM%20SPSS%20Statistics%2019%20Brief%20Guide.pdf>
- Karatrantou, A., & Panagiotakopoulos, C. (2008). Algorithm, Pseudo-Code and Lego Mindstorms Programming. *International Conference on Simulation and Programming for Autonomous Robots / Teaching with Robotics: Didactic approaches and experiences*. Venice (Italy), November 3-7.
- Kelly, J. F. (2009). *Lego Mindstorms NXT 2.0: The King's Treasure*.
- Kelly, J. F. (2007). *LEGO MINDSTORMS NXT-G Programming Guide*.

Klassner, F., & Anderson, S. D. (2002). Lego Mindstorms: not just for K-12 Anymore. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, (σσ. 12-18).

Knoll, M. (1997). The project method: It's vocational origin and international development. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34 (3).

Kong, Q.-P., Wong, N.-Y., & Lam, C.-C. (2003). Student Engagement in Mathematics: Development of Instrument and Validation of Construct. *Mathematics Education Research Journal*, 15 (1), 4-21.

Kumar, D., Blank, D., Balch, T., O'Hara, K., Guzdial, M., & Tansley, S. (2008, Spring). Engaging computer students with AI and Robotics. *Symposium on Using AI to motivate greater participation in CS*.

Kurebayashi, S., Kamada, T., & Kanemune, S. (2006). Learning Computer Programming with Autonomous Robots. Στο *LNCS 4226* (σσ. 138-149). Springer.

Lawhead, P. B., Duncan, M. E., Bland, C. G., Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J., και συν. (2003, 6). A road map for teaching introductory programming using LEGO Mindstorms robots. *ACM SIGCSE Bulletin*, volume 35, Issue 2, σσ. 191-201.

*Lego Robots and Resources*. (n.d.). Ανάκτηση May 25, 2010, από <http://www.education.rec.ri.cmu.edu/content/lego/index.htm>

Leitao, P., Goncalves, J., & Barbosa, J. (2009). Learning mobile robotics using Lego Mindstorms. Accepted paper in 9th Spanish Portuguese Congress on Electrical Engineering.

Mauch, E. (2001). Using Technological Innovation to Improve the Problem-Solving Skills of Middle School Students. *The Clearing House*, 74 (4).

McGrath, B., Sayres, J., Lowes, S., & Lin, P. (2008). Underwater LEGO Robotics as the Vehicle to Engage Students in STEM: The BUILD IT Project's First Year of Classroom Implementation. *ASEE Middle Atlantic Section Fall Conference*.

McWhorter, I., & O'Connor, B. (2009). Do Lego Mindstorms motivate students in CS1? *Technical Symposium On Computer Science Education*, 41 (1), σ. 438.

Meyer, M. R., & Burhans, D. (2007). Robotran: A Programming Environment for novices using Lego Mindstorms Robots. *Twentieth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference*, (σσ. 321-326).

Miglino, O., Lund, H. H., & Cardaci, M. (1999). Robotics as an educational tool. *Journal of Interactive Learning Research*, 10 (1).

Miller, D. P., Nourbakhsh, I. R., & Siegwart, R. (2008). Robots for Education. Στο *Handbook of robotics* (σσ. 1283-1301). Springer.

Mindell, D., Beland, C., Chan, W., Clarke, D., Park, R., & Trupiano, M. (2000). *Lego mindstorms, The structure of an Engineering (R)evolution*. Ανάκτηση από <http://web.mit.edu/6.933/www/Fall2000/LegoMindstorms.pdf>

Mondada, F., Bonani, M., Raemy, X., Pugh, J., Cianci, C., Klapotocz, A., και συν. (2009). The E-puck, a robot designed for education in engineering. *9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*, 1, σσ. 59-65. Castelo Branco, Portugal.

Mosley, P., & Kline, R. (2006). Engaging students: a framework using Lego Robotics to teach Problem Solving. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 24 (1).

Moundridou, M., & Kalinoglou, A. (2008). Using LEGO Mindstorms as an Instructional Aid in Technical and Vocational Secondary Education: Experiences from an Empirical Case Study. Στο *LCNS 5192* (σσ. 312-321). Springer.

*NXT Tutorials*. (n.d.). Ανάκτηση May 27, 2010, από [http://www.ortop.org/NXT\\_Tutorial/index.html](http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/index.html)

Papert, S. (1991). *Νοητικές Θύελλες*.

Papert, S., & Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*. Ανάκτηση 4 12, 2010, από [www.papert.org](http://www.papert.org): <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>

*Parametric vs. Non-parametric tests*. (n.d.). Ανάκτηση December 26, 2010, από [http://changingminds.org/explanations/research/analysis/parametric\\_non-parametric.htm](http://changingminds.org/explanations/research/analysis/parametric_non-parametric.htm)

Parsons, S., & Sklar, E. (2004). Teaching AI using Lego Mindstorms. *AAAI Spring Symposium Papers*.

Patterson-Mcneill, H., & Binkerd, C. L. (2001). Resources for using Lego Mindstorms. *Journal of Computing Science in Colleges*, 16 (3).

*PBL Starter kit*. (n.d.). Ανάκτηση May 15, 2010, από Buck Institute for Education: <http://www.bie.org/tools/useful>

Petre, M., & Price, B. (2004). Using Robotics to motivate "back door" learning. *Education and Information technologies*, 9 (2), 147-158.

Resnick, M. (1993). *Behavior construction kits*. Ανάκτηση August 6, 2010, από <http://ilk.media.mit.edu/papers/BCK.html>

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

Ricca, B., Lulis, E., & Bade, D. (2006). *Lego Mindstorms and the growth of critical thinking*. Dominican University.

Ringwood, J., Monaghan, K., & Maloco, J. (2005). teaching engineering design through Lego Mindstorms. *European Journal of Engineering Education*, 30 (1), 91-104.

Ruhe, V. (n.d.). *A toolkit for writing surveys to measure student engagement, reflective and responsible learning*. Ανάκτηση July 5, 2010, από <http://www1.umn.edu/innovate/toolkit.pdf>

Sartzemi, M., Dagdilelis, V., & Kagani, K. (2005). Teaching Programming with Robots: A case study on Greek Secondary Education. Στο *LNCS 3746* (σσ. 502-512). Springer.

- Shuttleworth, M. (n.d.). *Field experiment*. Ανάκτηση May 25, 2010, από experiment-resources.com: <http://www.experiment-resources.com/field-experiments.html>
- Sklar, E., Eguchi, A., & Johnson, J. (2003, Summer). RoboCupJunior: learning with educational robotics. *AI Magazine* , 24 (2).
- SPSS » *Analysis with SPSS » Mann-Whitney U Test* . (n.d.). Ανάκτηση December 27, 2010, από <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/mann-whitney-u-test-using-spss-statistics.php>
- SPSS » *Analysis with SPSS » Wilcoxon Signed Rank Test* . (n.d.). Ανάκτηση December 27, 2010, από <http://statistics.laerd.com/spss-tutorials/wilcoxon-signed-rank-test-using-spss-statistics.php>
- SPSS. *Tutorials for beginners*. (n.d.). Ανάκτηση December 23, 2010, από <http://www.chillibreeze.com/tutorials/SPSS-Tutorial-Preview.asp>
- Thompson, A. (n.d.). *Improving Student Engagement through the incorporation of Robotics into Introductory computer science curricula*. Ανάκτηση July 9, 2010, από <http://www.cra-w.org/>: [http://www.cra.org/Activities/craw\\_archive/dmp/awards/2008/Thompson/f\\_report.pdf](http://www.cra.org/Activities/craw_archive/dmp/awards/2008/Thompson/f_report.pdf)
- Tippelt, R., & Amoros, A. (2003, December). The project method in vocational training. *Beitrage aus der praxis der beruflichen Bildung Nr5* .
- Verner, I. M., & Hershko, E. (2003). School Graduation Project in Robot Design: A case study of team learning experiences and outcomes. *Journal of technology education* , 14 (2), 40-55.
- Whitman, L. E., & Witherspoon, T. L. (2003). USING LEGOS TO INTEREST HIGH SCHOOL STUDENTS AND IMPROVE K12 STEM EDUCATION. *33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Boulder.
- Wikipedia -Robotics. (n.d.). Ανάκτηση July 27, 2010, από <http://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
- Wong, K.-W. (2001). Teaching programming with Lego RCX Robots. *Information Systems Education Conference*. Cincinnati.
- Woods, P. (n.d.). *Qualitative Reasearch*. Ανάκτηση 5 20, 2010, από <http://www.edu.plymouth.ac.uk/RESINED/Qualitative%20methods%20/qualrshm.htm>
- Wyeth, P., Venz, M., & Wyeth, G. (2004). Scaffolding Children's Robot Building and Programming Activities. Στο *LNCS 3020* (σσ. 308-319). Springer.
- Αλιμήσης, Δ. (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. *4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής*. Πάτρα.
- Ατματζίδου, Σ., Μαρκέλης, Η., & Δημητριάδης, Σ. (2008). Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διαδακτική της Πληροφορικής*. Πάτρα.
- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε., Γλέζου, Κ., Μπούμπουκα, Μ., Παπανικολάου, Κ., και συν. (2009). *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη Διδασκαλία της Πληροφορικής*.



Καρατράντου, Α., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (n.d.). Ο προγραμματισμός και τα Lego Mindstorms. *WRO Hellas magazine*, ΤΕΥΧΟΣ 01, σσ. 10-11.

Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ., & Πιερρή, Ε. (2006). Οι Ρομποτικές Κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση Εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο: Μια Μελέτη Περίπτωσης. *5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*. Θεσσαλονίκη.

Καρυδά, Ε. Χ. (2009). *Η μέθοδος Project βήμα προς βήμα*.

Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη διδακτική της Πληροφορικής*.

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

Νικολός, Δ., Καρατράντου, Α., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2008). Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*. Πάτρα.

Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2005). 3ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής. *Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBOLAB*. Κόρινθος.

ΦΕΚ 2327 - 31.12.1999, ΑΠΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ. (n.d.).

Χαρίσης, Χ., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2008). 4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής. *Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές*. Πάτρα.

Χάρος, Σ., & Τρικαντζίδης, Ι. (2009). Χρήση Ρομποτικής στη διδασκαλία δομών προγραμματισμού: "Εύκολο παρκάρισμα". *5ο Συνέδριο ΤΠΕ στην εκπαίδευση*. Σύρος.

## 8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Α. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (Pre-test)

#### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

##### ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός του ερωτηματολογίου αυτού είναι να διερευνήσει παράγοντες που σχετίζονται με την εμπλοκή σου σε δραστηριότητες προγραμματισμού Η/Υ. Ο όρος «εμπλοκή» συμπεριλαμβάνει συναισθήματα, συμπεριφορές και σκέψεις σου για τη δραστηριότητα αυτή.

##### ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου θα χρειαστείς το πολύ 10 λεπτά. Είναι απαραίτητο να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.

Στην 1<sup>η</sup> ενότητα (πράσινη περιοχή) πρέπει να δώσεις πληροφορίες δημογραφικού χαρακτήρα (π.χ. φύλο, ηλικία κλπ.).

Στη 2<sup>η</sup> ενότητα (κίτρινη περιοχή) θα απαντήσεις σε ερωτήσεις που αφορούν την πρότερη ενασχόληση σου με ρομποτικές κατασκευές.

Στη 3<sup>η</sup> ενότητα (γαλάζια περιοχή), που αποτελεί και το κυρίως ερωτηματολόγιο θα απαντήσεις σε ερωτήσεις διαβαθμισμένης απάντησης. Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές θα επιλέξεις έναν αριθμό από το 1 έως το 5 ανάλογα με το βαθμό ισχύος της πρότασης που προηγείται με το 1 να δηλώνει πλήρη διαφωνία ενώ το 5 να δηλώνει πλήρη συμφωνία.

Για οποιαδήποτε διευκρίνιση απευθύνσου στον καθηγητή σου.

##### ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου γίνεται επώνυμα. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση σου.

Ευχαριστώ πολύ για την συμμετοχή σου !

### ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_

Φύλο:                      Αγόρυ                      Κορίτυ

Ηλικία:                      \_\_\_\_\_ ετών

Περιοχή κατοικίας: \_\_\_\_\_

Απάντησε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Έχεις ασχοληθεί στο παρελθόν με την κατασκευή ή τον προγραμματισμό κάποιας ρομποτικής κατασκευής για ψυχαγωγικό σκοπό;

ΝΑΙ                      ΟΧΙ

2. Αν ΝΑΙ, με ποια ρομποτική κατασκευή είχες ασχοληθεί;

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Έχεις ακουστά κάποιο κιτ ρομποτικής που χρησιμοποιείται για ψυχαγωγικούς ή εκπαιδευτικούς σκοπούς;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

4. Αν ΝΑΙ, ποιο κιτ είναι αυτό , από ποιον χρησιμοποιείται και για ποιο σκοπό;

---

---

---

---

---

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει 18 προτάσεις που **αφορούν τα συναισθήματα, τη συμπεριφορά και τη γνώση** που σχετίζονται με τη δραστηριότητα του προγραμματισμού.

Διάβασε προσεκτικά κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις και βάλε σε κύκλο τον αριθμό που αντιπροσωπεύει περισσότερο τη δική σου άποψη.

**1 = ΚΑΘΟΛΟΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**

**2 = ΠΟΛΥ ΛΙΓΟ ΑΛΗΘΙΝΟ**

**3 = ΛΙΓΟ ΑΛΗΘΙΝΟ**

**4 = ΠΟΛΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**

**5 = ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**

Να έχεις υπ' όψιν σου ότι όλες οι προτάσεις αφορούν το μάθημα του προγραμματισμού και όχι άλλα μαθήματα.

1. Ο προγραμματισμός αποτελεί μια ενδιαφέρουσα δραστηριότητα.

**1 2 3 4 5**

2. Νιώθω άγχος όταν πρέπει να λύσω μια προγραμματιστική άσκηση.

**1 2 3 4 5**

3. Αφιερώνω όσο χρόνο χρειάζεται για να πραγματοποιήσω τις ασκήσεις του προγραμματισμού.

**1 2 3 4 5**

4. Παιδεύω τη σκέψη μου όταν έχω να λύσω δύσκολες ασκήσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>
5. Για να λύσω μια νέα άσκηση χρησιμοποιώ προηγούμενες γνώσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>
6. Συνεργάζομαι με τους συμμαθητές μου για να φέρω καλύτερα αποτελέσματα.	<b>1 2 3 4 5</b>
7. Απογοητεύομαι συχνά από τις επιδόσεις μου στον προγραμματισμό.	<b>1 2 3 4 5</b>
8. Κάνω ερωτήσεις στους συμμαθητές μου και τον καθηγητή για να μάθω περισσότερα ή να λύσω απορίες.	<b>1 2 3 4 5</b>
9. Μπροστά σε μια δύσκολη άσκηση τα παρατάω γρήγορα.	<b>1 2 3 4 5</b>
10. Πολλές φορές έχω την περιέργεια να μάθω περισσότερα για τις δυνατότητες του προγραμματισμού.	<b>1 2 3 4 5</b>
11. Αν δεν καταφέρω να λύσω ένα πρόβλημα με έναν τρόπο δοκιμάζω έναν διαφορετικό.	<b>1 2 3 4 5</b>
12. Έχω την τάση να θέλω να μάθω περισσότερα ακόμα και αν αυτό δεν απαιτείται από το μάθημα.	<b>1 2 3 4 5</b>
13. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος αφαιρούμε εύκολα και ασχολούμαι με άλλα πράγματα.	<b>1 2 3 4 5</b>
14. Παρότι ο προγραμματισμός είναι δύσκολος, θέλω πάντα να τα καταφέρνω στις ασκήσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>

15. Προσπαθώ να απομνημονεύσω γνώσεις που θεωρώ σημαντικές.	<b>1 2 3 4 5</b>
16. Ενθουσιάζομαι όταν μαθαίνω καινούργια πράγματα στον προγραμματισμό.	<b>1 2 3 4 5</b>
17. Με ενδιαφέρει να κατανοώ και όχι να μένω στην επιφάνεια των πραγμάτων.	<b>1 2 3 4 5</b>
18. Ο προγραμματισμός είναι μια βαρετή διαδικασία.	<b>1 2 3 4 5</b>

Ευχαριστώ πολύ για το χρόνο που αφιέρωσες για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Πριν το παραδώσεις, έλεγξε αν έχεις συμπληρώσει όλα τα πεδία.

## **Β. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (post-test)**

### **ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΜΠΛΟΚΗΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ**

#### **ΣΚΟΠΟΣ**

Σκοπός του ερωτηματολογίου αυτού είναι να διερευνήσει παράγοντες που σχετίζονται με την εμπλοκή σου σε δραστηριότητες προγραμματισμού Η/Υ. Ο όρος «εμπλοκή» συμπεριλαμβάνει συναισθήματα, συμπεριφορές και σκέψεις σου για τη δραστηριότητα αυτή.

#### **ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

Για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου θα χρειαστείς το πολύ 10 λεπτά. Είναι απαραίτητο να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.

Στη 1<sup>η</sup> ενότητα (γαλάζια περιοχή), που αποτελεί και το κυρίως ερωτηματολόγιο θα απαντήσεις σε ερωτήσεις διαβαθμισμένης απάντησης. Για να απαντήσεις στις ερωτήσεις αυτές θα επιλέξεις έναν αριθμό από το 1 έως το 5 ανάλογα με το βαθμό ισχύος της πρότασης που προηγείται με το 1 να δηλώνει πλήρη διαφωνία ενώ το 5 να δηλώνει πλήρη συμφωνία.

Στη 2<sup>η</sup> ενότητα (κίτρινη περιοχή), θα απαντήσεις σε μερικές ερωτήσεις ανοικτού τύπου καθώς και σε μερικές ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Για οποιαδήποτε διευκρίνιση απευθύνσου στον καθηγητή σου.

### **ΕΜΠΙΣΤΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου γίνεται ανώνυμα. Οι απαντήσεις που θα δώσεις είναι εμπιστευτικές και δεν θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση σου

Ευχαριστώ πολύ για την συμμετοχή σου !

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει 18 προτάσεις που **αφορούν τα συναισθήματα, τη συμπεριφορά και τη γνώση** που σχετίζονται με τη δραστηριότητα του προγραμματισμού.

Διάβασε προσεκτικά κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις και βάλε σε κύκλο τον αριθμό που αντιπροσωπεύει περισσότερο τη δική σου άποψη.

- 1 = ΚΑΘΟΛΟΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**
- 2 = ΠΟΛΥ ΛΙΓΟ ΑΛΗΘΙΝΟ**
- 3 = ΛΙΓΟ ΑΛΗΘΙΝΟ**
- 4 = ΠΟΛΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**
- 5 = ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΑΛΗΘΙΝΟ**

Να έχεις υπ' όψιν σου ότι όλες οι προτάσεις αφορούν το μάθημα του προγραμματισμού και όχι άλλα μαθήματα.

1. Ο προγραμματισμός αποτελεί μια ενδιαφέρουσα δραστηριότητα.	<b>1 2 3 4 5</b>
2. Νιώθω άγχος όταν πρέπει να λύσω μια προγραμματιστική άσκηση.	<b>1 2 3 4 5</b>
3. Αφιερώνω όσο χρόνο χρειάζεται για να πραγματοποιήσω τις ασκήσεις του προγραμματισμού.	<b>1 2 3 4 5</b>
4. Παιδεύω τη σκέψη μου όταν έχω να λύσω δύσκολες ασκήσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>
5. Για να λύσω μια νέα άσκηση χρησιμοποιώ προηγούμενες γνώσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>
6. Συνεργάζομαι με τους συμμαθητές μου για να φέρω καλύτερα αποτελέσματα.	<b>1 2 3 4 5</b>
7. Απογοητεύομαι συχνά από τις επιδόσεις μου στον προγραμματισμό.	<b>1 2 3 4 5</b>
8. Κάνω ερωτήσεις στους συμμαθητές μου και τον καθηγητή για να μάθω περισσότερα ή να λύσω απορίες.	<b>1 2 3 4 5</b>
9. Μπροστά σε μια δύσκολη άσκηση τα παρατάω γρήγορα.	<b>1 2 3 4 5</b>
10. Πολλές φορές έχω την περιέργεια να μάθω περισσότερα για τις δυνατότητες του προγραμματισμού.	<b>1 2 3 4 5</b>
11. Αν δεν καταφέρω να λύσω ένα πρόβλημα με έναν τρόπο δοκιμάζω έναν διαφορετικό.	<b>1 2 3 4 5</b>
12. Έχω την τάση να θέλω να μάθω	<b>1 2 3 4 5</b>



περισσότερα ακόμα και αν αυτό δεν απαιτείται από το μάθημα.	
13. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος αφαιρούμε εύκολα και ασχολούμαι με άλλα πράγματα.	<b>1 2 3 4 5</b>
14. Παρότι ο προγραμματισμός είναι δύσκολος, θέλω πάντα να τα καταφέρνω στις ασκήσεις.	<b>1 2 3 4 5</b>
15. Προσπαθώ να απομνημονεύσω γνώσεις που θεωρώ σημαντικές.	<b>1 2 3 4 5</b>
16. Ενθουσιάζομαι όταν μαθαίνω καινούργια πράγματα στον προγραμματισμό.	<b>1 2 3 4 5</b>
17. Με ενδιαφέρει να κατανοώ και όχι να μένω στην επιφάνεια των πραγμάτων.	<b>1 2 3 4 5</b>
18. Ο προγραμματισμός είναι μια βαρετή διαδικασία.	<b>1 2 3 4 5</b>

Απάντησε στις παρακάτω ερωτήσεις:

5. Πως θα περιέγραφες με λίγα λόγια την εμπειρία σου με την ενασχόληση με το κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms;

---



---



---



---

6. Ποια είναι η γνώμη σου για την χρήση του κιτ ρομποτικής της Lego Mindstorms ως μέρος για την διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών;

---



---

---

---

7. Η ενασχόληση σου με το Project ρομποτικής βοήθησε στην καλύτερη κατανόηση των εννοιών της δομής επανάληψης και της δομής επιλογής;

---

---

---

8. Σε τι από τα παρακάτω πιστεύεις ότι θα ήταν χρήσιμη η ενσωμάτωση ενός Project Ρομποτικής στο σχολείο; (Επέλεξε μέχρι 6 δηλώσεις που θεωρείς πιο σημαντικές)

- Για να περνά η ώρα ευχάριστα
- Για να μάθω πράγματα για την πληροφορική.
- Για να μάθω πράγματα για τις φυσικές επιστήμες.
- Για να δημιουργήσω φιλίες με συμμαθητές μου.
- Για να μάθω να σχεδιάζω στρατηγικές για την επίτευξη των στόχων μου.
- Για να βελτιώσω την δημιουργικότητα μου.
- Για να χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους για να λύσω ένα πρόβλημα.
- Για να μεγαλώσει το κίνητρο μου για μάθηση.
- Για να αυξήσει την περιέργεια μου.
- Για να μάθω να συνεργάζομαι.
- Για να μάθω γενικότερες έννοιες.
- Για να μάθω έννοιες που σχετίζονται με επιστημονικά θέματα.
- Για να μεγαλώσει η διορατικότητά μου.

Ευχαριστώ πολύ για το χρόνο που αφιέρωσες για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Πριν το παραδώσεις, έλεγξε αν έχεις συμπληρώσει όλα τα πεδία.

### ΚΛΕΙΔΙ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η αντιστοιχία ερωτήσεων και παραμέτρων εμπλοκής που μετρώνται από το ερωτηματολόγιο. Το αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει ότι τα αποτελέσματα της ερώτησης πρέπει να αντιστραφούν

αφού η ερώτηση έχει αρνητική σημασία σε σχέση με τον παράγοντα τον οποίο μετράει (πχ υψηλό άγχος δείχνει χαμηλή συναισθηματική εμπλοκή ενώ υψηλό ενδιαφέρον δείχνει υψηλή συναισθηματική εμπλοκή).

Παράγοντας	Ερώτηση
<b>Συναισθηματική Εμπλοκή</b>	
Ενδιαφέρον	<b>1</b>
Περιέργεια	<b>10</b>
Προσανατολισμός στην επίτευξη του στόχου	<b>14</b>
Ενθουσιασμός	<b>16</b>
Άγχος	<b>-2</b>
Βαρεμάρα	<b>-18</b>
Ματαιώση	<b>-7</b>
<b>Συμπεριφοριστική Εμπλοκή</b>	
Χρόνος που αφιερώνεται στην εργασία	<b>3</b>
Επιμονή	<b>-9</b>
Υποβολή ερωτήσεων	<b>8</b>
Συνεργασία	<b>6</b>
Αφηρημάδα	<b>-13</b>
<b>Γνωστική Εμπλοκή</b>	
Πνευματική προσπάθεια	<b>4</b>
Κατανόηση	<b>17</b>
Ευελιξία στην επίλυση προβλημάτων	<b>11</b>
Απομνημόνευση	<b>15</b>
Σύνδεση της νέας γνώσης με παλιά	<b>5</b>
Επιθυμία για περαιτέρω γνώση	<b>12</b>

#### Γ. ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΔΟΜΕΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗΣ.

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Τάξη: \_\_\_\_\_

Ημερομηνία: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Γραπτή εξέταση στην ανάπτυξη εφαρμογών Νο1

1. Έχουμε τις παρακάτω γραμμές κώδικα:

```
For age=1 To 80
  If age> 18 Then
    MsgBox "Ενήλικος"
  Else
    MsgBox "Ανήλικος"
  End If
Next
```

Όταν αυτός ο κώδικας τρέξει τι θα δει ο χρήστης;

*Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Μόνον τότε βαθμολογήστε!!!!*

*Η απάντηση να δοθεί στο χαρτί. (7 ΜΟΝΑΔΕΣ)*

2. Έχουμε τις παρακάτω γραμμές κώδικα:

```
Dim metritis As Integer
metritis =2
elektis=4
Do While metritis <=11
  metritis=metritis+elektis
  elektis=elektis+4
  MsgBox metritis
Loop
MsgBox "Ο elektis είναι:" & elektis
MsgBox "Ο metritis είναι:" & metritis
```

Όταν αυτός ο κώδικας τρέξει, ο χρήστης θα δει:

- A. Τρία πλαίσια διαλόγου τα οποία θα εμφανίζουν το 6, το 14 και το 12
- B. Τρία πλαίσια διαλόγου τα οποία θα εμφανίζουν το 7, το 12 και το 13
- Γ. Κανένα από τα δύο

*Δικαιολογήστε την απάντησή σας. Μόνον τότε βαθμολογήστε!!!!*

*Η απάντηση να δοθεί στο χαρτί. (7 ΜΟΝΑΔΕΣ)*

3. Δημιουργήστε μία εφαρμογή που ο χρήστης δίνει έναν ακέραιο αριθμό  $n > 0$  και να υπολογίζεται η ακόλουθη έκφραση:

$$F(n) = 1 * 2 * 3 * 4 * \dots * n$$

Πληροφορικά, η συνάρτηση  $F(n)$  λέγεται παραγοντικό ως προς  $n$  και ισούται με  $n!$ .

**(6 ΜΟΝΑΔΕΣ)**

**Καλή Επιτυχία**

#### Δ. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (Project)			
Τίτλος Project:	Οχήματα Αυτόματης Πλοήγησης		
Ομάδα:		Ημερομηνία:	
Μέλη Ομάδας:	1.	2.	3.

ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΟΜΑΔΑΣ		
ΕΡΓΑΣΙΑ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Στον παρακάτω πίνακα κάθε μέλος συμπληρώνει το πεδίο με τον αριθμό που του αντιστοιχεί.

ΑΝΑΦΟΡΑ ΗΜΕΡΑΣ	
Ποιο ήταν το πιο ενδιαφέρον πράγμα που έμαθες σήμερα;	1.
	2.

	3.
Τι σε δυσκόλεψε περισσότερο στην σημερινή σου ενασχόληση με το Project;	1.
	2.
	3.
Πως αντιμετώπισες τις δυσκολίες που παρουσιάστηκαν;	1.
	2.

	3.
--	----

## Ε. ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΜΑΔΩΝ

### ΡΟΥΜΠΡΙΚΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΟΜΑΔΩΝ

ΟΜΑΔΑ: \_\_\_\_\_

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (40%)

Κριτήριο Αξιολόγησης	1	2	3	βαθμός
Λειτουργία	Το ρομπότ δεν πραγματοποίησε καμία από τις αναμενόμενες εργασίες.	Το ρομπότ πραγματοποίησε μερικώς τις αναμενόμενες λειτουργίες.	Το ρομπότ πραγματοποίησε όλες τις αναμενόμενες εργασίες.	
Πολυπλοκότητα κατασκευής	Το ρομπότ χρησιμοποιεί μόνο αισθητήρες, ενώ δεν γίνεται χρήση οπτικών (κείμενο, φως) ή ηχητικών ενδείξεων.	Το ρομπότ χρησιμοποιεί αισθητήρες ενώ γίνεται και χρήση μίας μορφής ενδείξεων (οπτικής ή ηχητικής).	Το ρομπότ χρησιμοποιεί αισθητήρες και γίνεται χρήση και οπτικών και ηχητικών ενδείξεων.	
Πρωτοτυπία σχεδιασμού, κατασκευής & λειτουργιών	Η υλοποίηση του Project δεν παρουσιάζει καμία πρωτοτυπία	Η υλοποίηση του Project παρουσιάζει μικρή πρωτοτυπία	Η υλοποίηση του Project είναι περιέχει πολλές πρωτότυπες ιδέες	

ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ (20%)

Κριτήριο Αξιολόγησης	1	2	3	βαθμός
Επικοινωνία	Τα μέλη της ομάδας δεν ανταλλάσσουν ιδέες ούτε βοηθάνε ο ένας τον άλλο. Το κλίμα μέσα στην	Τα μέλη της ομάδας καταβάλουν μερικώς ανταλλαγή ιδεών ενώ δεν ανταποκρίνονται σε έκκληση βοήθειας από κάποιο άλλο	Τα μέλη της ομάδας ανταλλάσσουν ιδέες συνεχώς και βοηθάνε πάντα ο ένας τον άλλο.	

	ομάδα δεν είναι καλό.	μέλος.		
Καταμερισμός εργασιών	Η δουλειά της ομάδας φορτώθηκε σε ένα μέλος ενώ τα υπόλοιπα μέλη δεν προσπαθούν για την εργασία.	Η δουλειά της ομάδας δεν κατανέμετε σωστά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ισοκατανομή εργασιών	Υπάρχει ισοκατανομή των εργασιών και όλοι δουλεύουν το ίδιο.	

#### ΕΡΓΑΣΙΕΣ (20%)

Κριτήριο Αξιολόγησης	1	2	3	βαθμός
Ποσοστό λυμένων προκλήσεων (στάδιο εξερεύνησης α')	Η ομάδα έλυσε σωστά λιγότερο από το 30% των προκλήσεων.	Η ομάδα έλυσε σωστά ένα ποσοστό προκλήσεων μεταξύ 30% - 70%.	Η ομάδα έλυσε σωστά πάνω από το 70% των προκλήσεων.	
Ορθότητα προγραμματιστικών λύσεων (στάδιο εξερεύνησης β')	Τα προγράμματα που έγραψε η ομάδα δεν οδήγησαν το ρομπότ στην αναμενόμενη συμπεριφορά.	Τα προγράμματα που έγραψε η ομάδα οδήγησαν μερικώς το ρομπότ στην αναμενόμενη συμπεριφορά.	Τα προγράμματα που έγραψε η ομάδα οδήγησαν το ρομπότ στην αναμενόμενη συμπεριφορά.	

#### ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ (20%)

Κριτήριο Αξιολόγησης	1	2	3	βαθμός
Ποιότητα παρουσίασης	Η παρουσίαση ήταν φτωχή, δεν τεκμηριώθηκαν οι επιλογές της ομάδας, δεν έγινε κατανοητή η λειτουργία του ρομπότ και η ομάδα δεν απάντησε σε ερωτήσεις, απορίες των παρακολουθούντων.	Η παρουσίαση ήταν μέτρια, τεκμηριώθηκαν μερικώς οι επιλογές της ομάδας, έγινε κατανοητή η λειτουργία του ρομπότ και η ομάδα απάντησε σε κάποιες ερωτήσεις, απορίες των παρακολουθούντων.	Η παρουσίαση ήταν καλή, τεκμηριώθηκαν οι επιλογές της ομάδας, έγινε κατανοητή η λειτουργία του ρομπότ και η ομάδα απάντησε σε όλες τις απορίες, ερωτήσεις των παρακολουθούντων.	
Αυτοπεποίθηση παρουσίασης	Η ομάδα παρουσίασης είναι	Η ομάδα παρουσίασης	Η ομάδα παρουσίασης δεν	



	διστακτική, κομπιάζει, δεν έχει επαφή με το κοινό και δείχνει μικρή αυτοπεποίθηση.	διστάζει κάποιες φορές, κομπιάζει ελαφρώς, έχει σχετικά καλή επαφή με το κοινό και δείχνει αρκετή αυτοπεποίθηση.	είναι διστακτική, δεν κομπιάζει, έχει καλή επαφή με το κοινό και γενικότερα παρουσιάζει υψηλή αυτοπεποίθηση.
--	--	--	--

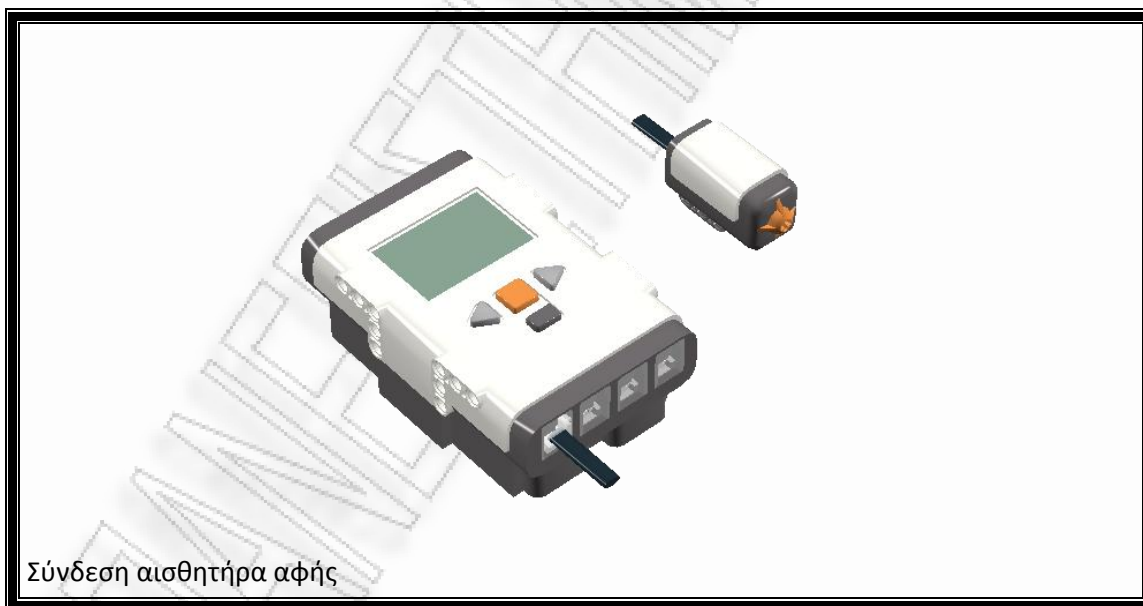
## ΣΤ. ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

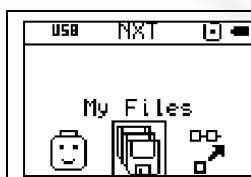
### ➤ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΦΗΣ



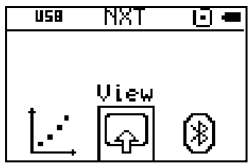
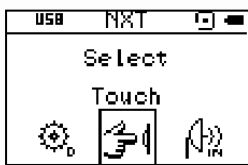

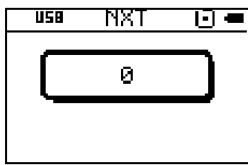
Συνδέστε τον αισθητήρα αφής (touch sensor) στη θύρα 1 του NXT-brick χρησιμοποιώντας ένα καλώδιο 30εκ. όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες:



1. Θέστε σε λειτουργία το NXT-brick πατώντας το πορτοκαλί κουμπί. Στην οθόνη του NXT-brick εμφανίζεται η εικόνα που βλέπετε αριστερά.

	<p>2. Με τα γκρι βελάκια πλοηγηθείτε στο μενού και επιλέξτε τη λειτουργία <b>View</b>.</p>
	<p>3. Με τα γκρι βελάκια πλοηγηθείτε στο μενού και επιλέξτε <b>Touch</b>.</p>
	<p>4. Επιλέξτε τη θύρα στην οποία είναι συνδεδεμένος ο αισθητήρας αφής (στην περίπτωση μας στην θύρα 1 – Port 1).</p>
	<p>5. Διαβάστε τη λογική τιμή στην οθόνη. Τι συμβαίνει όταν πατάτε τον αισθητήρα αφής; Αισθητήρας off (μη πατημένος), Λογική τιμή= ___ Αισθητήρας on (πατημένος), Λογική τιμή= ___</p>

### ➤ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΩΤΟΣ



Αποσυνδέστε τον αισθητήρα αφής και συνδέστε τον αισθητήρα φωτός. Ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες πλοήγησης στο μενού του NXT-brick:

**View → Ambient Light → Port 1**

Καλύψτε με το χέρι σας τον αισθητήρα ώστε να μην επηρεάζεται από το φως του περιβάλλοντος χώρου και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη: \_\_\_\_\_



Στρέψτε τον αισθητήρα προς μια φωτεινή πηγή (π.χ. προς το παράθυρο) και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη: \_\_\_\_\_

Πιέστε το σκούρο γκρι κουμπί στο NXT-brick και από το μενού επιλέξτε **Reflected Light**.

Τι παρατηρείτε στον αισθητήρα;




---



---



---

Πλησιάστε τον αισθητήρα σε μια σκούρα επιφάνεια (μαύρη κατά προτίμηση) σε απόσταση περίπου 1- 2 εκ. και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη: \_\_\_\_\_

Πλησιάστε τον αισθητήρα σε μια λευκή επιφάνεια (π.χ. ένα φύλλο χαρτί) και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη: \_\_\_\_\_

## ➤ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΗΧΟΥ



Αποσυνδέστε τον αισθητήρα φωτός και συνδέστε τον αισθητήρα ήχου. Ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες πλοήγησης στο μενού του NXT-brick:

View → Sound dB → Port 1

Διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη του NXT-brick χωρίς να ακούγεται κάποιος πολύ δυνατός ήχος στον περιβάλλοντα χώρο: \_\_\_\_\_



Μιλήστε σχετικά δυνατά σε απόσταση 10 εκ. από τον αισθητήρα και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη: \_\_\_\_\_

Στο μενού του NXT-brick υπάρχει και η επιλογή **Sound dBA**. Αφού κάνετε μια μικρή αναζήτηση στο διαδίκτυο (π.χ. με τη βοήθεια μιας μηχανής αναζήτησης) γράψτε τη διαφορά της μέτρησης αυτής με την μέτρηση σε dB:

---

---

---

---

---

---

## ➤ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ (ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΟΣ)



Αποσυνδέστε τον αισθητήρα ήχου και συνδέστε τον αισθητήρα απόστασης στη θύρα 1 του NXT-brick. Από το μενού επιλέξτε:

View → Ultrasonic cm → Port 1

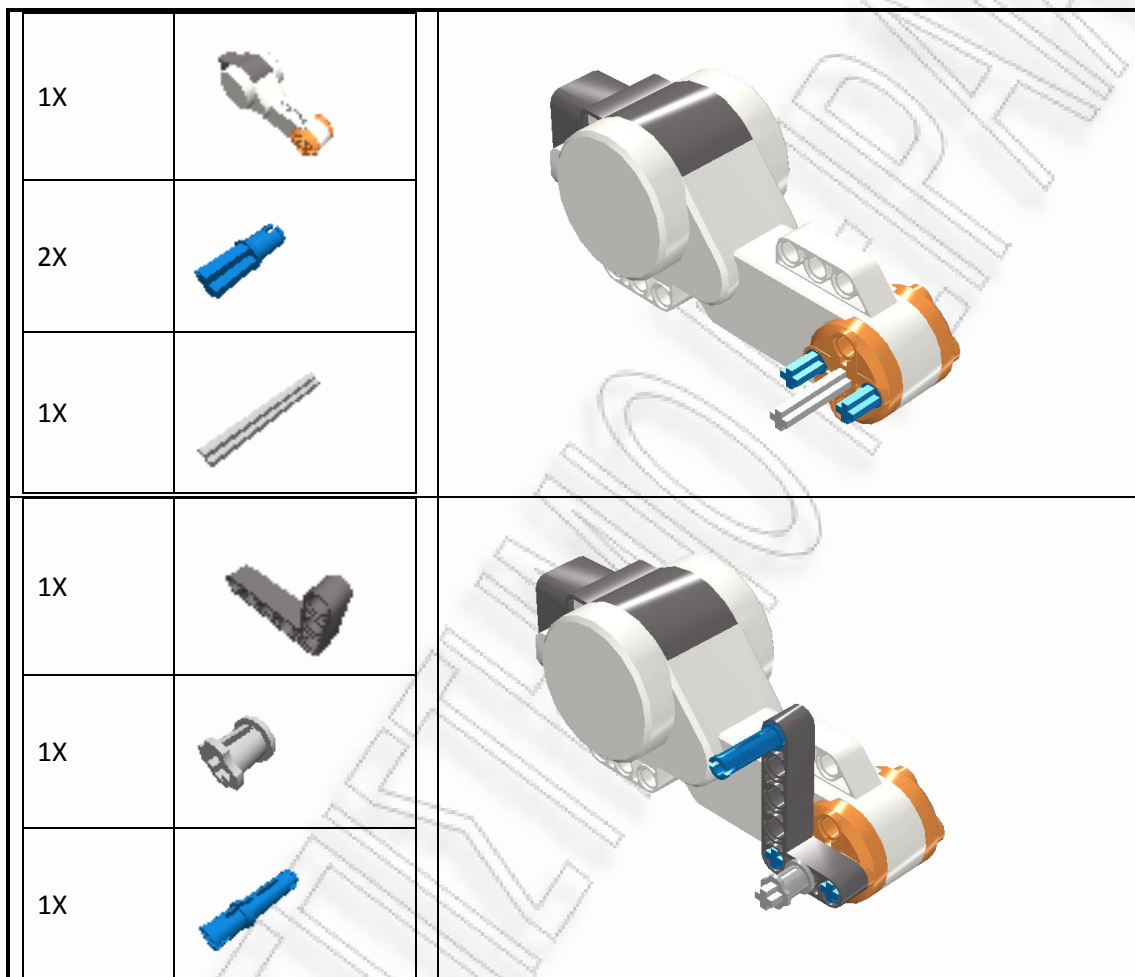
Τοποθετήστε μπροστά από τον αισθητήρα απόστασης διάφορα αντικείμενα, π.χ. ένα βιβλίο, διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη του NXT-brick και επαληθεύστε την ένδειξη αυτή με τη χρήση ενός χάρακα ή ενός μέτρου. Πάρτε 5 διαφορετικές μετρήσεις και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:



Ένδειξη Οθόνης	Ένδειξη μέτρου
	5 εκ
	50 εκ
	1μ
	1,5 μ
	2 μ

## ➤ ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ - ΘΕΣΗΣ

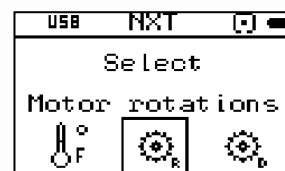
Ακολουθήστε τις παρακάτω οδηγίες για να δημιουργήσετε ένα χερούλι περιστροφής για το μοτέρ κίνησης:



Αποσυνδέστε τον αισθητήρα απόστασης και συνδέστε τον κινητήρα (Motor) στην θύρα C του NXT-brick. Από το μενού επιλέξτε:

**View → Motor rotations → Port C**

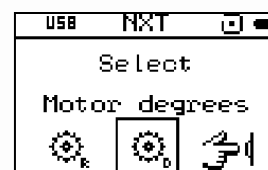
Περιστρέψτε με τημανιβέλα το μοτέρ και διαβάστε την ένδειξη στην οθόνη του NXT-brick. Περιστρέψτε κατά την αντίθετη φορά και δείτε και πάλι την ένδειξη.



Από το μενού επιλέξτε:

**View → Motor degrees → Port C**

Περιστρέψτε με τημανιβέλα το μοτέρ και προς τις δύο φορές



κίνησης και παρατηρήστε τις ενδείξεις στην οθόνη του NXT-brick.

Γράψτε τυχόν παρατηρήσεις ή σχόλια σχετικά με την λειτουργία των αισθητήρων:

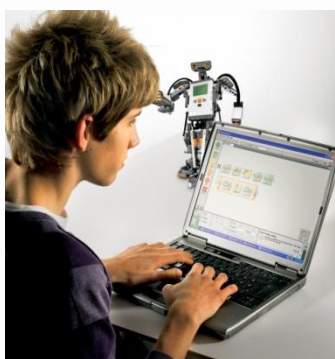
---

---

---

---

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2



### ➤ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ NXT-G

Για να ανοίξετε το περιβάλλον εργασίας NXT-G επιλέξτε στον υπολογιστή σας:

**Start → All Programs → LEGO MINDSTORMS Edu NXT → LEGO MINDSTORMS Edu NXT**

ή κάντε κλικ στο αντίστοιχο εικονίδιο στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή σας.

Μπορείτε να παρακολουθήσετε δυο βίντεο τα οποία θα σας εισάγουν στις βασικές λειτουργίες του περιβάλλοντος εργασίας από την ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://www.youtube.com/watch?v=hcBcuG6i47g>

[http://www.youtube.com/watch?v=4obT\\_OBf\\_eU](http://www.youtube.com/watch?v=4obT_OBf_eU)

Αφού εξοικειωθείτε με το περιβάλλον εργασίας μπορείτε να πειραματιστείτε με κάποιες έτοιμες προγραμματιστικές «προκλήσεις» στην παλέτα Robot Educator στην δεξιά πλευρά της επιφάνειας εργασίας. Αρχικά ασχοληθείτε με τις προκλήσεις στο **common palette**.

Καλό θα ήταν να πειραματιστείτε σε προκλήσεις που αφορούν την κίνηση του ρομπότ (προκλήσεις 3 έως 8) και προκλήσεις που αφορούν την χρήση των αισθητήρων (προκλήσεις 12 έως 19). Εκμεταλλευτείτε τον προγραμματιστικό οδηγό (Programming Guide) για την συγγραφή των προγραμμάτων σας.

Μην ξεχνάτε ότι για οποιαδήποτε πληροφορία σε σχέση με τη λειτουργία των block προγραμματισμού μπορείτε να ανατρέξετε στη βοήθεια (Help) του προγράμματος:

Help → Contents and Index.



#### ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Δεν θα ασχοληθείτε με τη δημιουργία της ρομποτικής κατασκευής αλλά θα χρησιμοποιήσετε μια έτοιμη στην οποία απλά θα κάνετε κάποιες μικρές αλλαγές κυρίως στην τοποθέτηση και αφαίρεση κάποιων αισθητήρων.

Στη συνέχεια ασχοληθείτε με κάποιες πιο πολύπλοκες προκλήσεις από το **complete palette**. Εξερευνήστε τις προκλήσεις 21 έως 24, 26,27, 29,31.

Πειραματιστείτε με τα προγράμματα των προηγούμενων προκλήσεων και δουλέψτε πάνω σε μερικές παραλλαγές. Αποθηκεύστε τα προγράμματα σας στον υπολογιστή σας:

## NeXT Challenges

x  
p  
l  
o  
r



## NeXT Challenges

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 21:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 1<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 21 (Speed Control) ώστε το ρομπότ να κινείται γρήγορα με ασθενείς ήχους και να κινείται αργά με δυνατούς ήχους.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 22:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 2<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 22 (React To Distance) ώστε το ρομπότ να μην αντιδράει όταν το χέρι έχει απόσταση μεγαλύτερη από 50 εκ. από τον αισθητήρα.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 23:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 3<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 23 (React To Light) ώστε το ρομπότ να τερματίζει την κίνηση του μετά από 10'' και να εμφανίζει στην οθόνη την μέγιστη τιμή φωτεινότητας για 5''.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 24:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 4<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 24 (Rotation Sensor) ώστε το ρομπότ να κινείται για 10'' και στη συνέχεια να απεικονίζεται στην οθόνη ο αριθμός περιστροφών και των 2 κινητήρων.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 26:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 5<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 26 (Reaction Time) ώστε η διαδικασία μέτρησης της αντίδρασης να επαναλαμβάνεται 2 φορές και στην οθόνη να εμφανίζεται ο μέσος όρος των 2 αντιδράσεων.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 27:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 6<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 27 (NXT Buttons) ώστε το ρομπότ να πυροδοτείται όταν πατηθούν ταυτόχρονα το δεξί και αριστερό κουμπί-βελάκι ενώ πριν την πυροδότηση να ακούγεται ένας προειδοποιητικός ήχος προσοχής (Attention!!)

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 29:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 7<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 29 (Bump Counter) ώστε το ρομπότ να κινείται ευθεία και μόλις συγκρούεται με κάποιο εμπόδιο να κάνει μια μικρή κίνηση προς τα πίσω με στροφή  $90^\circ$ , και στην συνέχεια να κινείται και πάλι ευθεία. Το ρομπότ θα κινηθεί για 1' και στο τέλος θα εμφανίζει στην οθόνη τον αριθμό των εμποδίων που χτύπησε.

Περιγράψτε με λίγα λόγια την λειτουργία του προγράμματος της πρόκλησης 31:

---

---

---



**ΠΑΡΑΛΛΑΓΗ 8<sup>η</sup>:** Μετατρέψτε το πρόγραμμα της πρόκλησης 31 (Range Control) ώστε το ρομπότ να κινείται προς τα μπρός όταν το αντικείμενο είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 60 εκ. και προς τα πίσω όταν το αντικείμενο είναι σε απόσταση μικρότερη των 40 εκ. Όταν βρίσκεται μέσα στο όριο 40 – 60 εκ. να παραμένει ακίνητο και να εκπέμπει ένα μικρό ήχο.



# ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3



## ΠΡΟΚΛΗΣΗ #1:

Γράψτε ένα πρόγραμμα ώστε το ρομπότ να κινείται πάνω σε μία μαύρη γραμμή στο πάτωμα.

Πιθανά ερωτήματα προς διερεύνηση είναι:

- ✓ Τι μειονεκτήματα έχει το πρόγραμμα Line Follower του Robot Educator;
- ✓ Πως μπορείτε να κάνετε το ρομπότ να κινείται πιο γρήγορα χωρίς να υπάρχει ο κίνδυνος να απομακρυνθεί πολύ από την μαύρη γραμμή;
- ✓ Πως μπορεί η κίνηση του ρομπότ να γίνει πιο ομαλή;
- ✓ Υπάρχει διαφορετική αντιμετώπιση σε μια διαδρομή με ανοιχτές στροφές (μικρότερες από  $\pm 20^\circ$ ) σε σχέση με μια διαδρομή με κλειστές στροφές (μεγαλύτερες από  $\pm 45^\circ$ );



Γράψτε μια αναφορά που θα περιγράφει την μεθοδολογία που ακολουθήσατε για να λύσετε την πρόκληση αυτή. Περιγράψτε με λόγια ή με διάγραμμα τον αλγόριθμο που χρησιμοποιήσατε.



## ΠΡΟΚΛΗΣΗ #2

Γράψτε ένα πρόγραμμα ώστε το ρομπότ να κινείται τυχαία στον χώρο και να ακινητοποιείται όταν υπάρχει κάποιο εμπόδιο στην πορεία του ( το ρομπότ δεν πρέπει να ακουμπάει το εμπόδιο). Όταν το εμπόδιο απομακρύνεται το ρομπότ θα συνεχίζει την πορεία του.

Πιθανά ερωτήματα προς διερεύνηση είναι:

- ✓ Πως θα κάνετε το ρομπότ να κινείται τυχαία στο χώρο;
- ✓ Πως θα κάνετε το ρομπότ να επιβραδύνει την κίνηση του ομαλά και να σταματάει σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση από το εμπόδιο;
- ✓ Πως θα συμπεριφερθεί το ρομπότ όταν κάποιο εμπόδιο βρεθεί ξαφνικά σε πολύ μικρή απόσταση από αυτό;



Γράψτε μια αναφορά που θα περιγράφει την μεθοδολογία που ακολουθήσατε για να λύσετε την πρόκληση αυτή. Περιγράψτε με λόγια ή με σχέδιο τον αλγόριθμο που





## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

Έχοντας αποκτήσει προγραμματιστική εμπειρία από τις προηγούμενες δραστηριότητες και γνωρίζοντας την λειτουργία και τις δυνατότητες των αισθητήρων, δείτε και πάλι την ανάθεση της συνθετικής εργασίας που καλείστε να φέρετε εις πέρας:

### Οχήματα αυτόματης πλοήγησης

Εργάζεστε σε μια εταιρεία που κατασκευάζει οχήματα αυτόματης πλοήγηση και συγκεκριμένα στο τμήμα προγραμματισμού οχημάτων. Έχετε στη διάθεση σας ένα νέο μοντέλο που μόλις κατασκευάστηκε και έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Σκοπός της εργασίας σας είναι να δώσετε προγραμματιστικές λύσεις σε θέματα κίνησης του οχήματος (ταχύτητα κίνησης, ακολουθία συγκεκριμένης διαδρομής, δυνατότητα πραγματοποίησης κλειστών ή ανοιχτών στροφών), σε θέματα ασφάλειας (αποφυγή συγκρούσεων, εμποδίων) και θέματα συμπεριφοράς (στάση σε σταθμούς εργασίας, ανακοίνωση άφιξης, εντολές από το προσωπικό κλπ).

Δουλεύοντας ομαδικά μελετήστε τους παρακάτω συνδέσμους και στη συνέχεια καταγράψτε τις λειτουργικές ικανότητες του δικού σας ρομπότ, έχοντας στο μυαλό σας ένα σενάριο λειτουργίας του ρομπότ σας σε μια πραγματική επιχείρηση.

[http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs\\_packmobile.html](http://www.egeminusa.com/pages/agvs/agvs_packmobile.html)

<http://www.egeminusa.com/pages/downloads.html>

Ειδικότερα μελετήστε τα φυλλάδια που αναφέρονται στα οχήματα MaiMobile® & PackMobile®.

Επίσης μελετήστε τον παρακάτω σύνδεσμο που αναφέρεται στην κίνηση του ρομπότ πάνω σε μια μαύρη γραμμή:

[http://www.inpharmix.com/jps/PID\\_Controller\\_For\\_Lego\\_Mindstorms\\_Robots.html](http://www.inpharmix.com/jps/PID_Controller_For_Lego_Mindstorms_Robots.html)

Διερευνήστε άλλες πιθανές πηγές από τις οποίες μπορείτε να βρείτε πληροφορίες σχετικές με την εργασία σας.

Καταγράψτε στον παρακάτω πίνακα τις λειτουργικές δυνατότητες του οχήματος σας:

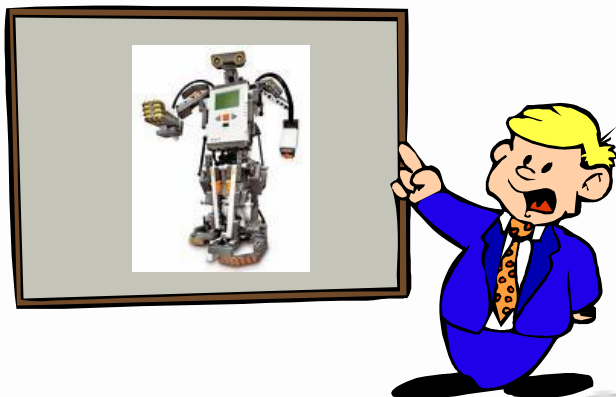
Λειτουργική Δυνατότητα / Συμπεριφορά	Τρόπος πραγματοποίησης της δυνατότητας (Χρήση αισθητήρα ή άλλου αντικειμένου στο περιβάλλον κίνησης)



Κάντε ένα σχεδιάγραμμα της διαδρομής που θα ακολουθήσει το ρομπότ, καθώς και των σταθμών εργασίας, των στάσεων ή των αναμονών ανθρώπινων παρεμβάσεων που ενδεχομένως να υπάρχουν στην διαδρομή αυτή:



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5

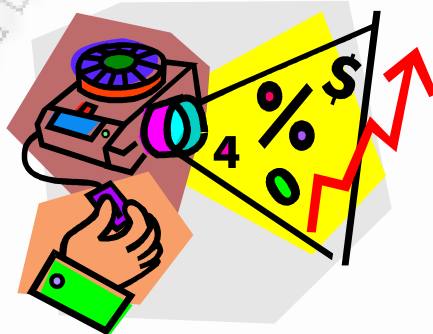


Στα πλαίσια της εργασίας σας έχετε την υποχρέωση να παρουσιάσετε τα αποτελέσματα του Project με το οποίο ασχοληθήκατε.

Η παρουσίαση θα έχει τη μορφή α) επίδειξης της κατασκευής σας και β) προβολής διαφανειών στις οποίες θα συμπεριλάβετε ότι εσείς θεωρείτε απαραίτητο. Σκεφτείτε ότι η κατασκευή σας αποτελεί το προϊόν μιας εταιρείας η

οποία θέλει να το προωθήσει στην αγορά και να πείσει για την αποτελεσματικότητά του. Επίσης είναι σημαντικό να μοιραστείτε με τα υπόλοιπα μέλη της εταιρείας τις κατασκευαστικές και προγραμματιστικές ιδέες και αποφάσεις σας, να δεχθείτε ανατροφοδότηση και εποικοδομητική κριτική και υποδείξεις για τυχόν βελτιώσεις. Για την κατασκευή των διαφανειών και του περιεχομένου τους μπορείτε να βοηθηθείτε από τις παρακάτω ενδεικτικές προτάσεις:

- Περιγράψτε την κατασκευή σας.
- Περιγράψτε τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που παρουσιάζει.
- Εξηγήστε την λειτουργία του προγράμματος.
- Υποστηρίξτε με επιχειρήματα τις επιλογές σας.
- Χρησιμοποιήστε φωτογραφίες για να τονίσετε τυχόν λεπτομέρειες της κατασκευής σας ή για να τις χρησιμοποιήσετε ως αντικείμενο περιγραφής.
- Χρησιμοποιήστε σχεδιαγράμματα, πίνακες ή γραφήματα αν νομίζετε ότι βοηθούν στην καλύτερη αναπαράσταση των δεδομένων σας.



Πριν ξεκινήσετε την κατασκευή των διαφανειών, αποφασίστε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας για το περιεχόμενο τους. Καλό θα ήταν να κάνετε ένα προσχέδιο χρησιμοποιώντας μολύβι και χαρτί. Σκεφτείτε επίσης ότι ο καταμερισμός της εργασίας θα σας γλιτώσει από σπατάλη χρόνου. Αποφασίστε ποιο ή ποια μέλη της ομάδας θα κάνουν την παρουσίαση ενώ αν έχετε χρόνο μπορείτε να κάνετε μια μικρή πρόβα. Η παρουσίασή σας, στο σύνολό της, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10 λεπτά.

**Καλή επιτυχία !!!**

## Ζ. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ LEGO MINDSTORMS (ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1-2)

### Κίτ Εκπαιδευτικής Ρομποτικής



Lego Mindstorms

## Hardware





# NXT Brick 1/2

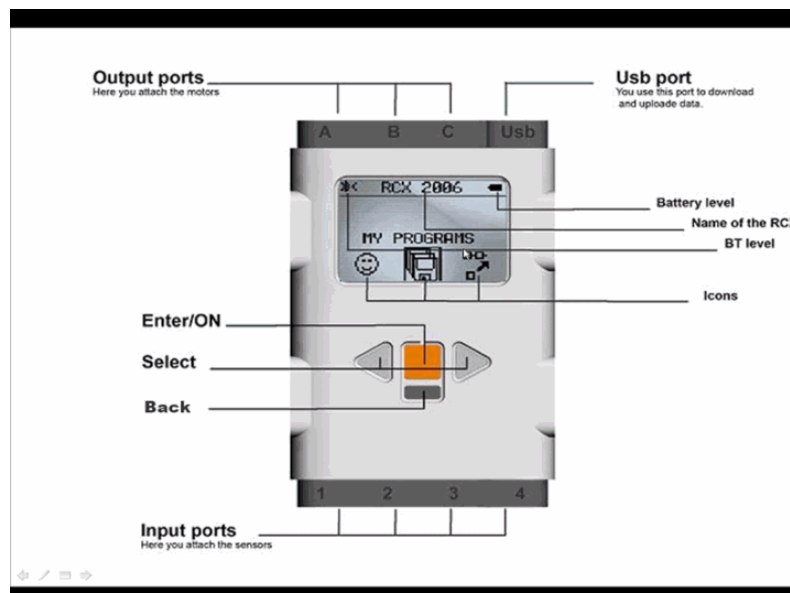


RCX Brick – 1<sup>η</sup> έκδοση 1998



NXT Brick – 1<sup>η</sup> έκδοση 2006,  
NXT2.0 - 2<sup>η</sup> έκδοση 2009

# NXT Brick 2/2



# MOTORS

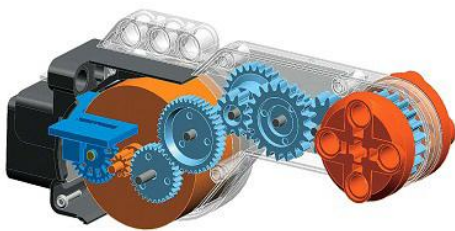


Illustration of the motor's inner workings

- Τάση λειτουργίας: 9V
- Ρεύμα χωρίς φορτίο: 60 mA
- Ταχύτητα περιστροφής: 170 rpm
- Βάρος: 80 gr
- Μέγιστη Ροπή: 50 N /m
- Μέγιστο ρεύμα: 2 A
- Ενσωματωμένος αισθητήρας που μετράει ακριβή ταχύτητα, θέση (με ακρίβεια 1°)

# SENSORS 1/4

## Αισθητήρας αφής

2 καταστάσεις (On/Off)

Off = Όχι πιεσμένος

On = Πιεσμένος

Έχει τρύπα για να προσαρμόζεται άξονας



## SENSORS 2/4

### Αισθητήρας ήχου

Μετράει την ένταση του ήχου σε db (decibels) και dbA

Αναγνωρίζει συχνότητες από 3 – 6 KHz



## SENSORS 3/4

### Αισθητήρας απόστασης



Εκπέμπει υπέρηχους οι οποίοι ανακλώνται στο αντικείμενο και επιστρέφουν πίσω. Η απόσταση υπολογίζεται από το χρόνο που κάνει να επιστρέψει το σήμα. Μέγιστη απόσταση 233 cm με ακρίβεια 3 cm. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ανίχνευση κίνησης.

## SENSORS 4/4

### Αισθητήρας φωτός

Μετράει τον φωτισμό του περιβάλλοντος χώρου.

Μετράει την ανακλώμενη υπέρυθη ακτινοβολία από πού εκπέμπει το LED



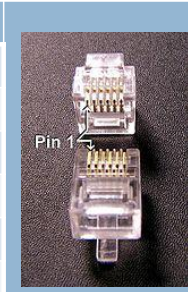
## CABLES 1/2



- 1 USB Cable
- 1 adapter cable ( RJ-12 to Brick)
- 1 cable (RJ-12 X2), 20 cm
- 4 cables (RJ-12 X2), 35 cm
- 2 cables (RJ-12 X2), 50 cm

# CABLES 2/2

PIN	NAME	FUNCTION	COLOR
1	ANA	Analog interface +9V Supply	
2	GND	Ground	
3	GND	Ground	
4	IPOWERA	+4.3 V Supply	
5	DIGIAI0	I <sup>2</sup> C Clock (SCL), RS-485A	
6	GIGIAI1	I <sup>2</sup> C Data (SDA), RS-485B	



NXT Sensor Interface Pinout



# Construction Parts 1/2

### NXT

NXT

DISTANCE SENSOR

SOUND SENSOR

MOTOR

LIGHT SENSOR

TOUCH SENSOR

### BRICKS

1 x 2

1 x 2 w/ AXLE HOLE

2 x 2

### LIFT ARMS

3 x 5 PLATE

2 x 4

3 x 5

4 x 6

3 x 7

### PLATES

1 x 2 TILE

1 x 2

1 x 4

2 x 4

2 x 6

2 x 8

### WIRES

20 cm

35 cm

50 cm

### MINIFIG

MINIFIG

HAT

HAIR

### BELTS

LARGE

MEDIUM

### BALLS

### WHEELS

THIN TYRE

THIN

SMALL

LARGE

### BEAMS

3

5

7

9

11

13

15

### BEAMS WITH STUDS

1 x 2

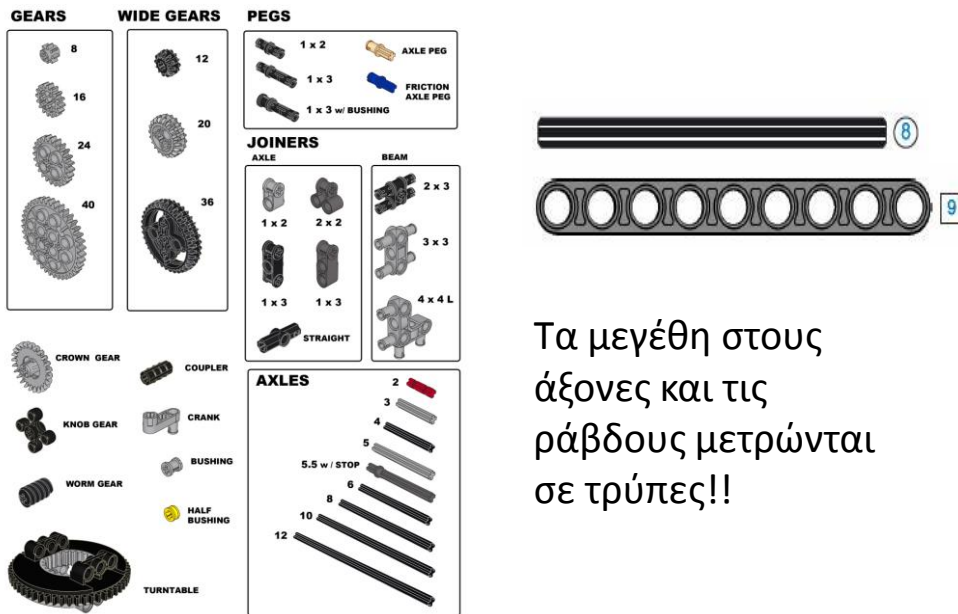
1 x 4

1 x 6

1 x 8

1 x 16

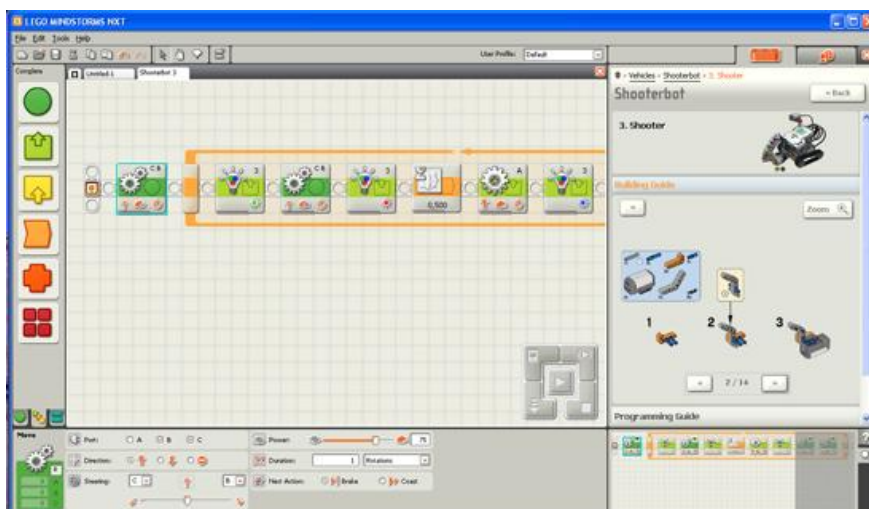
## Construction Parts 2/2



Τα μεγέθη στους άξονες και τις ράβδους μετρώνται σε τρύπες!!

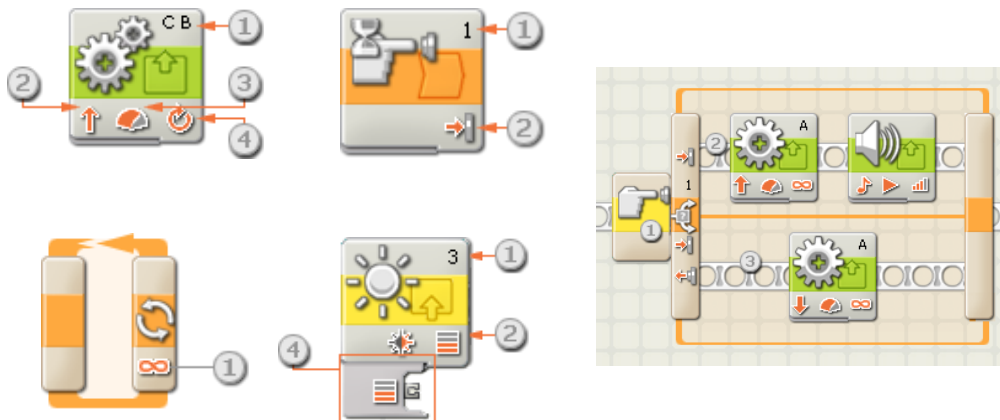
## NXT – Προγραμματισμός 1/9

### Περιβάλλον εργασίας



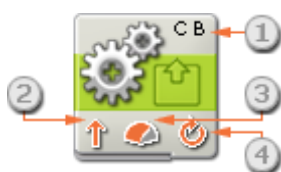
## NXT – Προγραμματισμός 2/9

### Block Εντολών



## NXT – Προγραμματισμός 3/9

### Block Κίνησης (Move)



1. Θύρες Ελέγχου Εξόδου (Μοτέρ)
2. Φορά Κίνησης (Μπροσ / Πίσω)
3. Ισχύς Κινητήρα
4. Διάρκεια Κίνησης (Άπειρο, Περιστροφές, Γωνία, Δευτερόλεπτα)



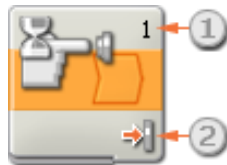
1. Διακοπή Κίνησης

Ρυθμίσεις Κίνησης

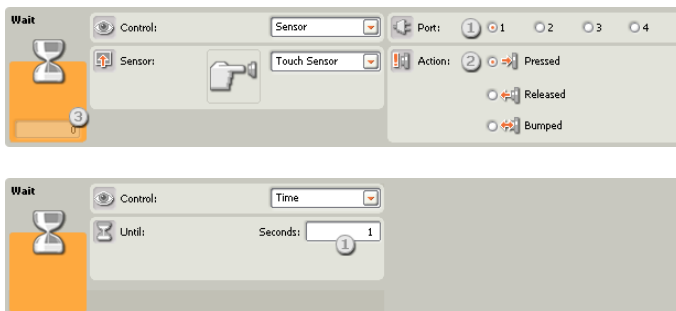


## NXT – Προγραμματισμός 4/9

### Block Αναμονής (Wait)



1. Θύρα Ελέγχου Εισόδου (Αισθητήρας)
2. Είδος συμβάντος που αναμένεται (π.χ. να πατηθεί ο αισθητήρας αφής)



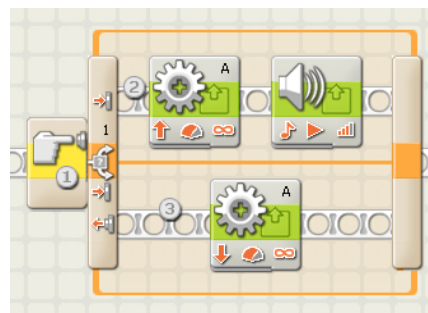
Αναμονή

- A) Συμβάν από αισθητήρα
- B) Προκαθορισμένος χρόνος

## NXT – Προγραμματισμός 5/9

### Block Επιλογής (Switch) 1/2

1. Αισθητήρας και συνθήκη βάση των οποίων θα επιλεγεί μία από τις δυο διαδρομές
2. 1<sup>η</sup> Διαδρομή (αισθητήρας on)
3. 2<sup>η</sup> Διαδρομή (αισθητήρας off)

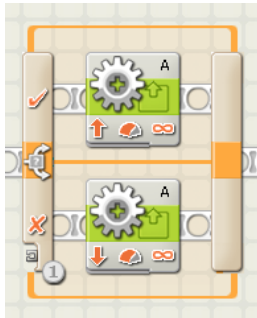


Επιλογή αισθητήρα, θύρας, συνθήκης κλπ



# NXT – Προγραμματισμός 6/9

## Block Επιλογής (Switch) 2/2



Μεταβλητή (Αριθμητική, Λογική, Αλφαριθμητική) και συνθήκη βάση των οποίων θα επιλεγεί διαδρομή

Επιλογή μεταβλητής, είδος μεταβλητής και συνθηκών



# NXT – Προγραμματισμός 7/9

## Block Επανάληψης (Loop)



1. Άπειρες επαναλήψεις
2. Αριθμός επαναλήψεων
3. Συνθήκη επανάληψης



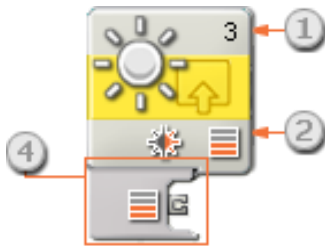
Συνθήκη επανάληψης:

- Άπειρες φορές
- Βάσει χρόνου (sec)
- Βάσει αισθητήρα

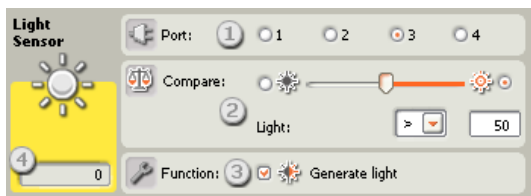


## NXT – Προγραμματισμός 8/9

### Block Εισόδου (Sensor Value)



1. Θύρα Εισόδου
2. Τιμή ορίου
3. LED on / off
4. Τιμή φυσικού μεγέθους (ήχος, φως, απόσταση)



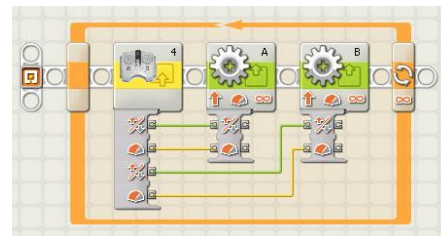
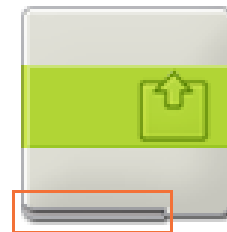
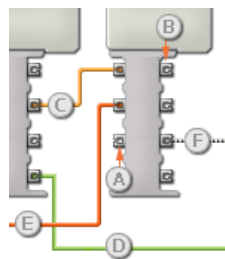
Ρυθμίσεις αισθητήρα:

1. Θύρα
2. Όριο
3. LED on / off
4. Τιμή

## NXT – Προγραμματισμός 9/9

### Data Hubs

- A. Input Plug (Υποδοχή Εισόδου)
- B. Output Plug (Υποδοχή Εξόδου)
- C. Number Data Wire (Γραμμή Αριθμητικών δεδομένων, Κίτρινη)
- D. Logic Data Wire (Γραμμή Λογικών Δεδομένων, Πράσινη)
- E. Text Data Wire (Γραμμή Αλφαριθμητικών Δεδομένων, Πορτοκαλί)
- F. Broken Data Wire (Ασύμβατη Γραμμή Δεδομένων, Γκρι)



# NXTasy



ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ  
ΣΤΑ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ  
ΣΑΣ !!!



ΓΑΛΙΕΡΓΕΙΑ

## H. H TAΞΙΝΟΜΙΑ DIALOG PLUS

Task taxonomy <sup>17</sup>					
Type (What)	Technique (How)	Interaction (Who) (Medium) (Timing)	Roles (Which)	Tools & resources	Assessment
<p><i>Assimilative</i></p> <p>Listening</p> <p>Reading</p> <p>Viewing</p> <p><i>Information Handling</i></p> <p>Analysing</p> <p>Classifying</p> <p>Gathering</p> <p>Manipulating</p> <p>Ordering</p> <p>Selecting</p> <p><i>Adaptive</i></p> <p>Modelling</p> <p>Simulation</p> <p><i>Communicative</i></p> <p>Critiquing</p> <p>Debating</p> <p>Discussing</p> <p>Presenting</p> <p><i>Productive</i></p> <p>Composing</p> <p>Creating</p> <p>Drawing</p> <p>Producing</p> <p>Re-mixing</p> <p>Synthesising</p> <p>Writing</p> <p><i>Experiential</i></p> <p>Applying</p> <p>Experiencing</p> <p>Exploring</p> <p>Investigating</p> <p>Mimicking</p> <p>Performing</p> <p>Practicing</p>	<p><i>Assimilative</i></p> <p>Scanning</p> <p>Skim reading</p> <p><i>Information Handling</i></p> <p>Brainstorming</p> <p>Buzz words</p> <p>Concept mapping</p> <p>Crosswords</p> <p>Defining</p> <p>Mindmaps</p> <p>Web search</p> <p><i>Adaptive</i></p> <p>Modelling</p> <p><i>Communicative</i></p> <p>Articulate reasoning</p> <p>Arguing</p> <p>Coaching</p> <p>Debate</p> <p>Discussion</p> <p>Fishbowl</p> <p>Ice breaker</p> <p>Interview</p> <p>Negotiation</p> <p>On the spot questioning</p> <p>Pair dialogues</p> <p>Panel discussion</p> <p>Peer exchange</p> <p>Performance</p> <p>Question and answer</p> <p>Rounds</p> <p>Scaffolding</p> <p>Short answer</p> <p>Snowball</p> <p>Socratic instruction</p> <p>Structured debate</p> <p><i>Productive</i></p> <p>Artefact</p> <p>Assignment</p> <p>Book report</p> <p>Dissertation/thesis</p> <p>Drill and practice</p>	<p><i>Who</i></p> <p>Class based</p> <p>Group based</p> <p>Individual</p> <p>One to many</p> <p>One to one</p> <p><i>Medium</i></p> <p>Audio</p> <p>Face to face</p> <p>Online</p> <p>Text messaging</p> <p>Video</p> <p><i>Timing</i></p> <p>Asynchronous</p> <p>Synchronous</p>	<p>Coach</p> <p>Deliverer</p> <p>Group leader</p> <p>Group participant</p> <p>Facilitator</p> <p>Individual learner</p> <p>Mentor</p> <p>Moderator</p> <p>Pair person</p> <p>Peer assessor</p> <p>Presenter</p> <p>Rapporteur</p> <p>Supervisor</p>	<p><i>Hardware</i></p> <p>Computer</p> <p>Headphones</p> <p>Lab equipment</p> <p>PDA</p> <p>Projector</p> <p>Recorders</p> <p>Specialist subject equipment</p> <p>Video</p> <p>Webcams</p> <p><i>Software</i></p> <p>Bibliographic software</p> <p>Database</p> <p>Digital image manipulation software</p> <p>Libraries</p> <p>Microsoft exchange</p> <p>Mind mapping software</p> <p>NVIVO</p> <p>Project manager</p> <p>Search engines</p> <p>Spreadsheet</p> <p>SPSS</p> <p>Text, image, audio or video viewer</p> <p>Virtual worlds</p> <p>Word processor</p> <p><i>Models</i></p> <p>Access grid</p> <p>Blogs</p> <p>CAA tools</p> <p>Chat</p> <p>Discussion boards</p> <p>Electronic whiteboards</p> <p>Email</p> <p>Instant</p>	<p>Not assessed</p> <p>Diagnostic</p> <p>Formative</p> <p>Summative</p>

<sup>17</sup> [http://www.elframework.org/refmodels/ladie/guides/LARM\\_Pedagogy30-03-06.doc](http://www.elframework.org/refmodels/ladie/guides/LARM_Pedagogy30-03-06.doc)

	Essay Exercise Journaling Literature review MCQ Portfolio Presentation Product Puzzles Report/paper Test Voting <i>Experiential</i> Case study Experiment Field trip Game Role play Scavenger hunt Simulation			messaging Modelling Simulation Voice over IP Video conferencing VLEs Wikis <i>Resources</i>	
--	--	--	--	---	--