



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας & Θεωρίας της Επιστήμης

Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

Τμήμα Φιλοσοφίας, Παιδαγωγικής & Ψυχολογίας

Τμήμα Νοσηλευτικής



ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Τμήμα Πληροφορικής

**Π.Μ.Σ. «ΒΑΣΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΝΩΣΙΑΚΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗ»**

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Ανάπτυξη Περιβάλλοντος Μάθησης Εκπαιδευτικής
Ρομποτικής μέσω Διαθεματικών Συνθετικών Εργασιών»**

Στασινή Α. Φράγκου

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2014

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Ανάπτυξη Περιβάλλοντος Μάθησης Εκπαιδευτικής
Ρομποτικής μέσω Διαθεματικών Συνθετικών Εργασιών»**

**«Developing an open learning environment of
educational robotics through project based learning»**

Στασινή Λ. Φράγκου

A.M. 07Δ05

ΑΘΗΝΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2014

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Ανάπτυξη Περιβάλλοντος Μάθησης Εκπαιδευτικής
Ρομποτικής μέσω Διαθεματικών Συνθετικών Εργασιών»**

Στασινή Λ. Φράγκου

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: Μαρία Γρηγοριάδου: Ομότιμη Καθηγήτρια,
Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ:

Μαρία Γρηγοριάδου: Ομότιμη Καθηγήτρια, Τμήμα Πληροφορικής και
Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ

Στυλιανή Βοσνιάδου: Ομότιμη Καθηγήτρια, Τμήμα Μεθοδολογίας, Ιστορίας και
Θεωρίας της Επιστήμης, ΕΚΠΑ

Γεώργιος Γυφτοδήμος: Αφυπηρετήσας, (Αναπληρωτής Καθηγητής), Τμήμα
Μεθοδολογίας, Ιστορίας και Θεωρίας της Επιστήμης, ΕΚΠΑ

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

**Μαρία Γρηγοριάδου,
Ομότιμη Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ**

**Στυλιανή Βοσνιάδου,
Καθηγήτρια, ΕΚΠΑ**

**Γεώργιος Γυφτοδήμος,
Αφυπηρετήσας (Αναπληρωτής
Καθηγητής), ΕΚΠΑ**

**Κυπαρισσία Παπανικολάου,
Επίκουρη Καθηγήτρια ΑΣΠΑΙΤΕ**

**Πέτρος Ρούσσοσ
Επίκουρος Καθηγητής ΕΚΠΑ**

**Γεώργιος Κουρουπέτρογλου
Αναπληρωτής Καθηγητής, ΕΚΠΑ**

**Βασίλης Κόμης
Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Πατρών**

Ημερομηνία εξέτασης 29-9-2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής και τα αποτελέσματα της εφαρμογής του σε μαθητές Γυμνασίου. Για το σχεδιασμό του περιβάλλοντος λάβαμε υπόψη σύγχρονες θεωρίες μάθησης, που εστιάζουν στον κοινωνικό χαρακτήρα της μάθησης, στην ενεργό συμμετοχή του μαθητή, στην αυτόνομη μάθηση και στην οικοδόμηση της γνώσης σε ένα αυθεντικό πλαίσιο.

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό περιβάλλον συνδυάζει στοιχεία κατευθυνόμενης και αυτόνομης μάθησης αξιοποιώντας συστήματα ρομποτικής σε δραστηριότητες κατασκευής και προγραμματισμού αυτόνομων ρομποτικών κατασκευών. Προτείνονται εργαλεία και στρατηγικές υποστήριξης της διαδικασίας ανάπτυξης συνθετικών εργασιών και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησής τους.

Με τη βοήθεια της ποιοτικής ανάλυσης καταγράφηκαν τα στάδια εξέλιξης επιλεγμένων συνθετικών εργασιών, τα επιμέρους προβλήματα που διερευνήθηκαν καθώς και οι παρατηρούμενες διεργασίες αυτορρύθμισης.

Περιγράφεται η ανάπτυξη επιλεγμένων συνθετικών εργασιών, οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών της ομάδας, οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στις ομάδες, η αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού με τους μαθητές, καθώς και η λειτουργία των ψηφιακών μέσων επικοινωνίας των ομάδων. Τα παραπάνω μελετήθηκαν και αναλύθηκαν ως προς την συμβολή τους στην οικοδόμηση ενός περιβάλλοντος αυτόνομης μάθησης στο πλαίσιο της αξιολόγησης της ευρύτερης κοινότητας μάθησης που αναπτύχθηκε.

Για τη διερεύνηση της επίδρασης του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ικανότητα αυτορρύθμισης των μαθητών, επιλέχθηκαν και προσαρμόστηκαν στην ελληνική γλώσσα κατάλληλα εργαλεία μέτρησης των διαστάσεων της αυτορρύθμισης. Οι επιδόσεις μαθητών του ομίλου ρομποτικής συγκρίθηκαν με τις επιδόσεις της ομάδας ελέγχου. Παρατηρήθηκε μικρό προβάδισμα στους μέσους όρους της ομάδας της ρομποτικής στην επιλογή, χρήση και προσαρμογή στρατηγικών, η οποία όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Η επίδραση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών κάθε μαθητή και ειδικά του επιστημικού του προφίλ στην έκφραση συμπεριφορών αυτορρύθμισης σχετικών με το περιβάλλον ρομποτικής διερευνήθηκε με τη χρήση ποσοτικών εργαλείων μέτρησης διαστάσεων επιστημικής σκέψης. Για τις ανάγκες αυτές, αναπτύχθηκε ερωτηματολόγιο αξιολόγησης διεργασιών αυτορρύθμισης για το περιβάλλον ρομποτικής. Η επεξεργασία των δεδομένων έδειξε θετική συσχέτιση ανάμεσα στην επιστημική διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» και στην προσπάθεια και την επιμονή των μαθητών, τον αναστοχασμό για την προσωπική ικανότητα, την δημόσια έκθεση, και την συνεργασία.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: εκπαιδευτική ρομποτική, συνθετικές εργασίες, αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, ανοιχτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, επιστημική σκέψη

ABSTRACT

This research presents an open learning environment with robotics and the results of its implementation with High School students (age 13-15) in Greece from 2010 to 2012.

While designing this environment we considered current learning theories which focus on social learning, on students' active engagement, on self-directed learning and on the construction of knowledge in an authentic context.

The suggested educational environment combines elements of directed and authentic learning and makes use of robotics systems in constructing and programming authentic activities. Tools and strategies supporting the development of projects are proposed and evaluation results are presented.

Qualitative analysis was used to report the phases of the selected projects' development, their explored issues and the observed self-regulated learning.

The development of specific projects and the interaction within the selected student groups, the interrelations among these groups, as well as the function of the web tools used for communication were studied and analysed under the prism of their contribution to the construction of an environment of self-directed learning, within the context of the evaluation of the broader learning community which was developed.

Appropriated tools were chosen to measure the dimensions of self-regulation and to research the impact of the robotics environment on students' ability for self-regulation. The performances of the students from the experimental group were compared against those of the control group. The experimental group's average score was slightly higher in the areas of choosing, using and adapting strategies. Nevertheless, this lead was statistically not significant.

The influence of every student's personal characteristics, in particular his/hers epistemic profile, on the expression of self-regulated behaviors related to the robotics environment, was researched with the use of quantitative measuring tools of epistemic thinking. For this, a specially designed questionnaire was developed to evaluate the process of self-regulation in a robotics environment. Processing the data revealed positive relation between "the dynamic nature of knowledge and learning" and effort, persistence, reflection on personal abilities, public exposure and cooperation.

SUBJECT AREA: Teaching Science, Self-regulated Learning, Project Based Learning

KEYWORDS: educational robotics, projects, self-regulated learning, open learning environments, epistemic thinking

*Στην Ιλένα και στο Νίκο
για την υπομονή τους*

*Στη Λίλα
για τη γενναιοδωρία της*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ την επιβλέπουσά μου κα Μαρία Γρηγοριάδου για την εμπιστοσύνη της και την αμέριστη υποστήριξη που μου παρείχε. Η πίστη της σε μένα και η ενθάρρυνση της με βοήθησαν να σχεδιάσω, να ακολουθήσω και να ολοκληρώσω αυτήν την πορεία. Είναι για μένα ένα φωτεινό παράδειγμα ακαδημαϊκού και ανθρώπου.

Ευχαριστώ, επίσης, την κα Στέλλα Βοσνιάδου, που δέχτηκε την πρόσκληση να είναι στην τριμελή επιτροπή. Με εισήγαγε στο χώρο της Γνωσιακής Επιστήμης και την ευχαριστώ ιδιαίτερα. Οι συζητήσεις μαζί της και οι εύστοχες παρατηρήσεις της με βοήθησαν να επιλέξω τα επόμενα βήματα. Επιπλέον, ευχαριστώ το κ. Γεώργιο Γυφτοδήμο, που ήταν στην τριμελή επιτροπή και με τις ιδέες του συνεισέφερε στην έρευνα μου.

Πολλές ευχαριστίες οφείλω, επίσης, στην κα Κυπαρισσία Πακανικολάου για την πολύπλευρη βοήθεια που μου πρόσφερε στην υλοποίηση της έρευνάς μου, τις ευκαιρίες συνεργασίας και τη στήριξη της σε προσωπικό και ακαδημαϊκό επίπεδο.

Ευχαριστώ, επίσης, τον κ. Πέτρο Ρούσσο, ο οποίος με εποικοδομητική συζήτηση με κατεύθυνε στην ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων. Ευχαριστίες, επίσης, οφείλω και στον κ. Βασίλη Κόμη για την προσφορά του στο χώρο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση που υπήρξε για μένα έμπνευση, καθώς και για τη διευκόλυνση που μου παρείχε στη συλλογή των δεδομένων. Ευχαριστώ, τέλος, τον κ. Γεώργιο Κουρουπέτρογλου, που δέχτηκε να συμμετέχει στην επταμελή επιτροπή και με υποστήριξε και αυτός στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Ευχαριστίες οφείλω στους συνεργάτες και συνοδοιπόρους μου από το Εργαστήριο Εκπαιδευτικής και Γλωσσικής Τεχνολογίας, την Κατερίνα Γλέζου, τον Παναγιώτη Μπλίτσα, την Αλεξάνδρα Γασπαρινάτου, τον Ηλία Βεργίνη, την Αγορίστα Γόγουλου και τη Μαρία Μπούμπουκα που με στήριξαν ο καθένας με τον τρόπο του. Πολλές ευχαριστίες οφείλω, επίσης, στη Νατάσσα Κυριακοπούλου και τη Χριστίνα Σταθοπούλου, που μοιράστηκαν απλόχερα μαζί μου τις εμπειρίες τους. Θέλω, επίσης, να αναφέρω τον κ. Γιώργο Ψυχάρη και τον κ. Ιωάννη Μπασιάκο οι οποίοι επίσης με στήριξαν στην προσπάθειά μου με τις γνώσεις και την εμπειρία τους.

Τη βαθιά μου ευγνωμοσύνη θέλω να εκφράσω σε όλους τους μαθητές και εκπαιδευτικούς και φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνα μου, με εμπιστεύτηκαν και δούλεψαν μαζί μου αφιλοκερδώς. Ιδιαίτερα, θέλω να αναφερθώ στην Λίλα Γουλή που δεν είναι πια μαζί μας. Στη δική της γενναιοδωρία οφείλω το μεγαλύτερο μέρος της έρευνάς μου. Ευχαριστίες οφείλω επίσης και στη συνάδελφο κα. Ελένη Κρητικού που συνέβαλε και αυτή στη συλλογή δεδομένων.

Ευχαριστώ, επίσης, το σχολείο μου, το Κολλέγιο Ψυχικού, για όλες τις ευκαιρίες που μου έδωσε και μου δίνει να αναπτυχθώ επαγγελματικά, τους συναδέλφους και φίλους, τον κ. Φώτη Βαλλίνα, τον κ. Μάριο Γαλερό, την κα Έφη Κοντού, τον κ. Χρήστο Ζήκο, την κα Μαρία Βλάχου και την κα Δήμητρα Κοντοσταυλάκη που τόσα χρόνια μοιραζόμαστε την καθημερινή εμπειρία της σχολικής τάξης, υποστηρίζοντας ο ένας τον άλλο σε ένα όχι και τόσο εύκολο έργο.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, την παλιά και τη νέα, συμπεριλαμβανόμενων και των φίλων μου. Αυτοί είναι το αλάτι της ζωής μου!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	28
1.1 Αντικείμενο της διατριβής	28
1.2 Συμβολή της διατριβής	31
1.3 Δομή της διατριβής.....	31
2. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ.....	33
2.1 Εκπαιδευτική ρομποτική: ορισμοί και εξέλιξη.....	33
2.2 Η εκπαιδευτική ρομποτική στις Φυσικές Επιστήμες	35
2.3 Μαθησιακά οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής	38
2.4 Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ρομποτικής	47
3. Η ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	53
3.1 Ορισμοί και χαρακτηριστικά των συνθετικών εργασιών	53
3.2 Ένταξη συνθετικών εργασιών στο αναλυτικό πρόγραμμα, πλεονεκτήματα και προκλήσεις.....	58
3.3 Στρατηγικές και εργαλεία για την υποστήριξη συνθετικών εργασιών.....	63
3.4 Μοντέλα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών	70
4. Η ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	76
4.1 Μοντέλα αυτορρυθμιζόμενης μάθησης	77
4.2 Επιστημική σκέψη	91
4.3 Σχέση επιστημικής σκέψης και αυτορρύθμισης	94
4.4 Διαδικασίες αυτορρύθμισης και επιστημική σκέψη στην ανάπτυξη έργων ρομποτικής	97
5. ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ «ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ».....	99

5.1	Αντικείμενο και σχεδιασμός της έρευνας	99
5.2	Εργαλεία και μέθοδοι ανάλυσης	100
5.3	Περιγραφή και πλαίσιο υλοποίησης του ομίλου «Κοινότητες Μάθησης με τη χρήση Ρομποτικής».....	104
5.4	Αξιολόγηση του ομίλου	107
5.4.1	Κίνητρα, πηγές και κριτήρια επιλογής έργων.....	107
5.4.2	Υλοποίηση, παρακολούθηση και προσαρμογή του έργου	110
5.4.3	Αναστοχασμός	122
5.4.4	Η ψηφιακή πλατφόρμα learningwithrobotics.....	123
6.	ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΕ ΔΥΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	131
6.1	Ομάδα X-Robot και NXT WRITER	131
6.1.1	Ορισμός του προβλήματος.....	131
6.1.2	Εξέλιξη της κατασκευής.....	132
6.1.3	Εξέλιξη του προγραμματισμού.....	135
6.1.4	Οικοδόμηση της γνώσης.....	145
6.1.5	Συνεργασία	146
6.2	Ομάδα Transformer και το mini golf	156
6.2.1	Ορισμός του προβλήματος.....	156
6.2.2	Εξέλιξη της κατασκευής.....	156
6.2.3	Εξέλιξη του προγραμματισμού.....	159
6.2.4	Οικοδόμηση της γνώσης.....	163
6.2.5	Συνεργασία	164
6.3	Συγκριτική μελέτη των διαδικασιών αυτορρύθμισης	171
7.	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΟΝ ΟΜΙΛΟ «ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ» ΣΤΗΝ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΗΣ.....	175
7.1	Αντικείμενο και σχεδιασμός της μελέτης.....	175
7.2	Εργαλεία μέτρησης της ικανότητας αυτορρύθμισης	177
7.3	Ερωτηματολόγιο ποσοτικής μέτρησης της Μεταγνωστικής Επίγνωσης MAI	178
7.3.1	Χρήση του ερωτηματολογίου MAI σε Έλληνες μαθητές.....	178
7.3.2	Ερωτηματολόγιο Σκέψη των Μαθητών κατά τη Λύση Προβλήματος Student Thinking About Problem Solving STAPSS.....	183

7.3.3	Χρήση του ερωτηματολογίου Student Thinking About Problem Solving STAPSS σε Έλληνες μαθητές 184	
7.3.4	Συσχέτιση των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS	191
7.4	Επίδραση του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ανάπτυξη της αυτορρύθμισης	193
8.	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΗΝ ΑΥΤΟΡΡΥΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ «ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ»	200
8.1	Αντικείμενο και σχεδιασμός της μελέτης.....	200
8.2	Μέτρηση των επιστημικών απόψεων με το Ερωτηματολόγιο Επιστημικών Πεποιθήσεων	200
8.3	Εργαλείο μέτρησης διαστάσεων της αυτορρύθμισης μαθητών του ομίλου ρομποτικής.....	207
8.4	Συσχέτιση των διαστάσεων επιστημικής σκέψης και των διαστάσεων της αυτορρύθμισης των μαθητών του ομίλου	210
9.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	216
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	224
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ	236
	ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ - ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	238
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	240
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	242
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3	243
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4	244
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5	247
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6	250

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7	251
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8	253
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9	256
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10	258

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Χρήσεις του υπολογιστή από τους μαθητές του ομίλου.....	124
Σχήμα 2: Πόσες φορές παρατηρήθηκε επεξεργασία σελίδων και μηνύματα στον ιστοτόπο του προγράμματος ανά μήνα.....	126
Σχήμα 3: Είδος εργασιών που εκτέλεσαν οι μαθητές στον ιστοτόπο (Μ. Ο. απαντήσεων)	128
Σχήμα 4: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το MAI.....	180
Σχήμα 5: Αναπαράσταση του δισδιάστατου μοντέλου των συνιστωσών του MAI	182
Σχήμα 6: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το STAPSS.....	186
Σχήμα 7: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το συντομευμένο ερωτηματολόγιο Επιστημικών Απόψεων.....	203

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Χελώνα και ταμπλό χειρισμού.....	34
Εικόνα 2: Σύστημα Contol Lab.....	34
Εικόνα 3: Σύστημα NXT Lego Mindstroms	35
Εικόνα 4: Μεικτός κύκλος διερεύνησης και μάθησης με σχεδιασμό (προσαρμογή Kolodner, et al., 2003)	38
Εικόνα 5: Παράδειγμα υποστηρικτικής δομής σε πίνακα (Hmelo-Silver, 2004)	65
Εικόνα 6:Τελικές εργασίες από το πρώτο έτος του προγράμματος	112
Εικόνα 7: Τελικές εργασίες από το δεύτερο έτος του προγράμματος	113
Εικόνα 8: Το πρόβλημα της κίνησης του αυτοκινήτου πάνω σε μια ορθογώνια διαδρομή.....	120
Εικόνα 9: Ακολουθώντας τον τοίχο: πρόγραμμα της ομάδας Transform	121
Εικόνα 10: Υπολογισμός ταχύτητας: το ρομπότ, ο διάδρομος πειραματισμού, η γραφική παράσταση	121
Εικόνα 11: Η αρχική σελίδα του ιστότοπου http://learningwithrobotics.wikispaces.com/	125
Εικόνα 12: Ατομική σελίδα της ομάδας URN	126
Εικόνα 13: Μαθητές κατά τη διάρκεια της κατασκευής.....	132
Εικόνα 14: Η τελική κατασκευή του NXT writer	133
Εικόνα 15: Δοκιμές στο χαρτί του NXT writer.....	134
Εικόνα 16: Απόπειρα γραφής του '+' με NXT WRITER	137
Εικόνα 17: Εκδοχές του '+' με τον NXT writer	138
Εικόνα 18:Το πρόγραμμα γραφής του '+' NXT writer	138
Εικόνα 19: Η τελική γραφή του '+' NXT writer.....	138
Εικόνα 20: Εκδοχές του 'Κ' NXT writer	139
Εικόνα 21:Το πρόγραμμα γραφής του 'Κ' NXT writer	139
Εικόνα 22: Η τελική γραφή του 'Κ' NXT writer.....	139
Εικόνα 23: Το πρόγραμμα γραφής του 'Ε' NXT writer	140

Εικόνα 24: Εκδοχές του 'Ε' NXT writer	141
Εικόνα 25: Η γραφή του 'Ε' NXT writer	141
Εικόνα 26: Προσπάθεια γραφής των γραμμάτων σε σειρά NXT writer.....	142
Εικόνα 27: Η οθόνη εργασίας των μαθητών NXT writer	142
Εικόνα 28: Η μορφή της κατασκευής στο τέλος της 1 ^{ης} συνάντησης	157
Εικόνα 29: Η μορφή της κατασκευής στο τέλος της 2 ^{ης} συνάντησης	157
Εικόνα 30: Η τελική μορφή της κατασκευής.....	158
Εικόνα 31: Η μακέτα του mini golf	158
Εικόνα 32: Η συσκευή εκτόξευσης.....	159
Εικόνα 33: Το πρόγραμμα στο τέλος της 1 ^{ης} συνάντησης	160
Εικόνα 34: Το πρώτο πρόγραμμα για mini golf	161
Εικόνα 35: Πρόγραμμα με αισθητήρες.....	161
Εικόνα 36: Πρόγραμμα για το mini golf με τη χρήση αισθητήρων υπερήχων	162

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Παραδοσιακό έναντι μαθητοκεντρικού περιβάλλοντος μάθησης (προσαρμογή από Jonassen & Land, 2000).....	29
Πίνακας 2: Ομοιότητες Επιστημονικής έρευνας και σχεδιασμού (Lewis, 2006). ..	36
Πίνακας 3: Χρήση στρατηγικών λύσης προβλήματος: απαντήσεις μαθητών (Castledine & Chalmers, 2011).....	44
Πίνακας 4: Ευρήματα ερευνών εκπαιδευτικής αξιοποίησης ρομποτικής με μαθητές δευτεροβάθμιας	46
Πίνακας 5: Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ρομποτικής: θέματα, χαρακτηριστικά και εργαλεία.....	51
Πίνακας 6: Σύγκριση των προσεγγίσεων «Μάθηση μέσω Λύσης Προβλήματος» και «Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών» (προσαρμογή Hmelo-Silver, 2004.)	57
Πίνακας 7: Παρεμβάσεις που βελτιώνουν την ποιότητα συνθετικών εργασιών ...	68
Πίνακας 8: Δραστηριότητες διαχείρισης μιας συνθετικής εργασίας σύμφωνα με το μοντέλο του Mergendoller (προσαρμογή Mergendoller, et al., 2006)	71
Πίνακας 9: Φάσεις, στόχοι και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις οργάνωσης μίας συνθετικής εργασίας (προσαρμογή Frangou & Paranikolaou, 2009).....	72
Πίνακας 10: Υποδιαδικασίες ανά φάση της αυτορρύθμισης σε 4 περιοχές (προσαρμογή Pintrich 2000).....	82
Πίνακας 11: Το μοντέλο COPEs ανά φάση της αυτορρύθμισης (προσαρμογή Winne & Hadwin 1998).....	89
Πίνακας 12: Μοντέλο Αναλογιστικής Κρίσης των Kitchener και King.....	92
Πίνακας 13: Διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας κατά Schommer (Schommer 1990).....	93
Πίνακας 14: Διεργασίες αυτορρύθμισης στα στάδια της συνθετικής εργασίας.....	97
Πίνακας 15: Κατηγορίες διεργασιών αυτορρύθμισης στα στάδια της συνθετικής εργασίας	103

Πίνακας 16: Ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής και εργαλεία υποστήριξης	106
Πίνακας 17: Αναλυτικό πρόγραμμα ομίλου.....	107
Πίνακας 18: Κίνητρα συμμετοχής στον όμιλο.....	108
Πίνακας 19: Πηγές πληροφοριών και αναζήτησης βοήθειας.....	108
Πίνακας 20: Ονόματα ομάδων, οι κατασκευές και ο αριθμός μελών κάθε ομάδας	109
Πίνακας 21: Αυθεντικότητα ως προς την κατασκευή και τον προγραμματισμό..	110
Πίνακας 22: Κατασκευές, αλλαγές του αρχικού σχεδίου και σχολιασμός.....	114
Πίνακας 23: Δυσκολίες και στρατηγικές αντιμετώπισης.....	116
Πίνακας 24: Με ποιο τρόπο ήταν χρήσιμη η επικοινωνία με μαθητές άλλου σχολείου;	118
Πίνακας 25: Απαντήσεις των μαθητών για τα οφέλη των Ημερίδων	118
Πίνακας 26: Αξιολόγηση του προγράμματος από τους μαθητές.....	119
Πίνακας 27: Ποια οφέλη είχατε από τον όμιλο;:	122
Πίνακας 28: Ώρες χρήσης υπολογιστή.....	123
Πίνακας 29: Το είδος των εργασιών που εκτέλεσαν οι μαθητές στον ιστότοπο (ποσοστό μαθητών που επέλεξαν κάθε απάντηση).....	127
Πίνακας 30: Απαντήσεις μαθητών της ομάδας X-Robot και του συνόλου των μαθητών του ομίλου σε ερωτήσεις που αφορούν τη συνεργασία	149
Πίνακας 31: Απαντήσεις μαθητών της ομάδας Transformers και του συνόλου των μαθητών του ομίλου σε ερωτήσεις που αφορούν τη συνεργασία	166
Πίνακας 32: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια μέγιστης διακύμανσης περιστροφή, για το ερωτηματολόγιο MAI.....	181
Πίνακας 33: Οι συνιστώσες που προκύπτουν από την παραγοντική ανάλυση του ερωτηματολογίου MAI.....	183
Πίνακας 34: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια, μέγιστης διακύμανσης περιστροφή για το ερωτηματολόγιο STAPSS	187

Πίνακας 35: Test of Normality για τις συνιστώσες των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS	192
Πίνακας 36: Συσχέτιση των παραγόντων (δείκτης Spearman rho), που προέκυψαν από την παραγοντική ανάλυση των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS.....	192
Πίνακας 37: Σύγκριση μέσων όρων επίδοσης στο ερωτηματολόγιο MAI.....	194
Πίνακας 38: Test of Normality για τις συνιστώσες του ερωτηματολογίων MAI και τις επιδόσεις των μαθητών	194
Πίνακας 39: Αποτελέσματα του t-test για τους παράγοντες και τις συνιστώσες του ερωτηματολογίου MAI.....	195
Πίνακας 40: Αποτελέσματα του κριτηρίου Mann Whitney U, για τον παράγοντα και την επίδοση Μεταγνωστική Γνώση ερωτηματολογίου MAI	195
Πίνακας 41: Σύγκριση μέσων όρων επίδοσης στο ερωτηματολόγιο STAPSS...	196
Πίνακας 42: Test of Normality για τις συνιστώσες του ερωτηματολογίων STAPSS και τις επιδόσεις των μαθητών.....	196
Πίνακας 43: Αποτελέσματα του t – test για τους παράγοντες του ερωτηματολογίου STAPSS.....	197
Πίνακας 44: Αποτελέσματα του κριτηρίου Mann Whitney U για τον παράγοντα Αξιολόγηση του Αποτελέσματος του ερωτηματολογίου STAPSS.....	197
Πίνακας 45: Αποτελέσματα του t-test για την επίδοση στους παράγοντες του ερωτηματολογίου STAPSS.....	198
Πίνακας 46: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια, μέγιστης διακύμανσης περιστροφή για το ερωτηματολόγιο STAPSS	203
Πίνακας 47: Ερωτήματα και δείκτες αυτορρύθμισης για το όμιλο ρομποτικής...	207
Πίνακας 48: Tests of Normality για το ερωτηματολόγιο της Ρομποτικής.....	210
Πίνακας 49: Tests of Normality για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης.....	211
Πίνακας 50: Δείκτης Spearman για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και τους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής	211

Πίνακας 51: Δείκτης Pearson για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και τους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής για τους οποίους ισχύει η κανονικότητα.....	213
--	-----

1. Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο της διατριβής

Τα τελευταία χρόνια βιώνουμε τη ραγδαία αλλαγή του κόσμου που μας περιβάλλει, τόσο σε οικονομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Το εκπαιδευτικό σύστημα, από την μία μεριά, οφείλει να προετοιμάσει μαθητές ικανούς να προσαρμόζονται στις νέες συνθήκες και από την άλλη, οφείλει να προσαρμόσει τις μεθόδους και τα μέσα που χρησιμοποιεί.

Η διαμόρφωση εκπαιδευτικών περιβαλλόντων, τα οποία αξιοποιούν τους διαθέσιμους πόρους, καλλιεργούν την ενεργό συμμετοχή και ατομική ευθύνη, ασκούν την κριτική σκέψη και ενδυναμώνουν τους μαθητές με δεξιότητες μάθησης αποτελεί ως ζητούμενο σε μια κοινωνία που έχει κύριο στόχο την διαβίου μάθηση.

Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η μάθηση στις μέρες μας έχει υποστεί αλλαγές. Σύμφωνα με τη Βοσνιάδου μπορούμε να αναγνωρίσουμε τριών ειδών αλλαγές (Βοσνιάδου, 2006, σελ 253). Πρώτον, η μάθηση σήμερα θεωρείται μία αναπτυξιακή διαδικασία η οποία συμβαίνει όταν το άτομο αλληλεπιδρά με τα μέλη της κοινότητας στην οποία ανήκει. Στο πλαίσιο αυτό, η μάθηση είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί τα πολιτισμικά προϊόντα της κοινότητας στην οποία ανήκει, έχοντας επίγνωση της ίδιας του της σκέψης. Οι απόψεις αυτές αναπτύχθηκαν γύρω από την ερευνητική δουλειά του Vygotsky και επηρέασαν ποικίλες προσεγγίσεις στη μάθηση, που εμφανίστηκαν στη δεκαετία του '90 και περιγράφονται από τους όρους «γνωστική μαθητεία», «συνεργατική μάθηση» και «κοινότητες μάθησης».

Η δεύτερη αλλαγή εντοπίζεται στον τρόπο με τον οποίο συντελείται η μάθηση. Σύγχρονες απόψεις περιγράφουν τη μάθηση ως μία δυναμική διαδικασία κατά την οποία, το άτομο μέσα από την αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον μορφοποιεί και κατασκευάζει έννοιες και σχέσεις. Αναδεικνύεται, επομένως, η σημασία του ατόμου και του τρόπου με τον οποίο αυτό δομεί και αντιλαμβάνεται τον κόσμο. Η ενεργός συμμετοχή του ατόμου στην εκπαιδευτική διαδικασία, η παροχή πλούσιων εκπαιδευτικά περιβαλλόντων και η ενεργοποίηση των πρότερων γνώσεων θεωρούνται βασικές προϋποθέσεις της διδασκαλίας. Η οικοδόμηση της γνώσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από ποικίλες διδακτικές προσεγγίσεις όπως είναι η διερευνητική μάθηση, η μάθηση στηριγμένη σε προβλήματα, και η μάθηση στηριγμένη σε συνθετικές εργασίες. Η γνωστική σύγκρουση, η σταδιακή υποστήριξη στα όρια της ζώνης επικείμενης ανάπτυξης, η χρήση αναλογιών και μοντέλων (Vosniadou & Mason, 2012) είναι μερικές από τις διδακτικές στρατηγικές που μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τη μάθηση.

Η μάθηση, επίσης, γίνεται σήμερα αντιληπτή ως μια διαδικασία η οποία λαμβάνει χώρα μέσα σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο. Αυτό σημαίνει ότι η μάθηση είναι στενά συνδεδεμένη με το περιβάλλον μέσα στο οποίο καλλιεργείται και αναπτύσσεται. Η οργάνωση εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων μέσα σε συγκεκριμένο περιβάλλον κινητοποιεί τους μαθητές, ενώ θέματα τα οποία έχουν ρεαλιστικό χαρακτήρα βελτιώνουν την ικανότητα των μαθητών να αξιοποιήσουν τις γνώσεις τους σε πραγματικά προβλήματα. Διδακτικές προσεγγίσεις που επηρεάζονται από αυτές τις απόψεις είναι η αγκυροβολημένη μάθηση και η εγκαθιδρυμένη μάθηση.

Οι παραπάνω αλλαγές σηματοδοτούν σημαντικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η εκπαιδευτική διαδικασία. Κατά την παραδοσιακή προσέγγιση η γνώση θεωρείται ένα σύνολο αναπαραστάσεων και η εκπαιδευτική διαδικασία αποσκοπεί στην καλύτερη απόκτηση αυτών. Η γνώση αντιμετωπίζεται ως κάτι που μπορεί να μεταφερθεί. Οι σύγχρονες απόψεις παρουσιάζουν τη γνώση άρρηκτα συνδεδεμένη με την εμπειρία και η ανάπτυξη της γίνεται βαθμιαία μέσα από την ενεργό συμμετοχή του μαθητή (Barab & Dyffy, 2000). Αυτή η προσέγγιση φέρνει στο κέντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας τον μαθητή – μαθητοκεντρικό περιβάλλον μάθησης. Σύγκριση παραδοσιακής και σύγχρονης προσέγγισης της διδασκαλίας ως προς την αλληλεπίδραση ανάμεσα στο μαθητή και το περιβάλλον, τη διαδικασία της μάθησης και τη φύση της γνώσης φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Παραδοσιακό έναντι μαθητοκεντρικού περιβάλλοντος μάθησης (προσαρμογή από Jonassen & Land, 2000)

Παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης	Μαθητοκεντρικό περιβάλλον μάθησης
Μεταφορά και απόκτηση γνώσης	Ερμηνεία και οικοδόμηση γνώσης
Κωδικοποίηση, αποθήκευση, ανάκτηση	Αξιοποίηση, αναστοχασμός
Εξάσκηση, αξιολόγηση με βάση τις επιδόσεις	Κατανόηση
Εξωτερική πραγματικότητα	Εσωτερική πραγματικότητα
Στο εργαστήριο	Στον πραγματικό κόσμο
Θεωρητική γνώση	Καθημερινή γνώση
Απόλυτη γνώση	Πολιτιστικά εξαρτώμενη
Ατομικό κατασκεύασμα	Κοινωνική συν-διαμόρφωση
Εγκεφαλική	Κοινωνικά εξαρτώμενη
Εξωτερικά κατευθυνόμενη γνώση	Αυτοκαθοδηγούμενη
Ατομική γνώση	Συνεργατική
Συμβολική αιτιολόγηση	Εγκαθιδρυμένη μάθηση
Αντικειμενική, μπορεί να μοντελοποιηθεί	Εμπειρική, ερμηνευτική
Επεξεργασία συμβόλων	Οικοδόμηση συμβόλων
Θεωρητική γνώση	Πρακτική
Ανεξάρτητη γνώση	Αναδυόμενη
Αντικειμενική, σταθερή, παγιωμένη	Υποκειμενική, εξαρτώμενη από το πλαίσιο, δυναμικά εξελισσόμενη
Ανεξάρτητη πλαίσιο	Ενσωματωμένη στην εμπειρία
Οριζόμενη από εξωτερικούς κανόνες	Αυτορυθμιζόμενη

Οι παραπάνω αλλαγές έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη ποικίλων διδακτικών προσεγγίσεων που μπορούν να εξυπηρετήσουν τη μάθηση μέσα στο σύγχρονο θεωρητικό πλαίσιο. Παραδείγματα τέτοιων προσεγγίσεων είναι η ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση, η μάθηση μέσω προβλήματος, η πραγματοποίηση συνθετικών εργασιών, η έρευνα σε πρωτογενείς πηγές και η αγκυροβολημένη μάθηση, οι οποίες εστιάζουν κυρίως στην ανάπτυξη εννοιών μέσα σε συγκριμένο πλαίσιο, καθώς και προσεγγίσεις όπως η γνωστική μαθητεία και η αλληλοδιδασκαλία που δίνουν περισσότερο έμφαση στην κοινωνική διάσταση της μάθησης.

Ωστόσο, τα πολλαπλά πλεονεκτήματα που καταγράφονται στη βιβλιογραφία τόσο από τη χρήση σύγχρονων εκπαιδευτικών προσεγγίσεων, όσο και τη χρήση ανάλογων εκπαιδευτικών εργαλείων, δεν οδηγούν πάντα σε ουσιαστικότερη κατανόηση εννοιών και βελτίωση της ποιότητας μάθησης. Η ποιότητα της

μάθησης που αποκομίζει ο μαθητής όταν εργάζεται σε σύνθετα περιβάλλοντα έχει συνδεθεί με την ικανότητα που έχει ο ίδιος να ανταποκρίνεται στις γνωστικές απαιτήσεις του περιβάλλοντος (Land, 2000), την ικανότητα του να μαθαίνει (Azevedo & Hadwin, 2005), τα κίνητρα (Pintrich, 2000) και άλλους παράγοντες.

Μια ιδιαίτερα επίκαιρη περιοχή έρευνας που συνδέεται με τα παραπάνω είναι η περιοχή της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης, η οποία μελετά τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές ρυθμίζουν, ελέγχουν και προσαρμόζουν τη συμπεριφορά τους όταν μελετούν ή εκτελούν εργασίες (Quintana, et al., 2005: Paris & Paris, 2001: Pintrich, 2000). Ευρήματα στην περιοχή αυτή επιτρέπουν να παρακολουθήσουμε με λεπτομέρεια τις διεργασίες που συνοδεύουν τη μάθηση και προσφέρουν στους εκπαιδευτικούς χρήσιμα εργαλεία για την υποστήριξη των μαθητών.

Κεντρικός αναδεικνύεται ο ρόλος των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στο μετασχηματισμό της διδακτικής πράξης σ' ένα σύγχρονο περιβάλλον μάθησης. Οι ΤΠΕ έχουν αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αναπαριστάται, αποθηκεύεται και ανακαλείται η πληροφορία. Συμμετέχουν καθοριστικά στην αποτελεσματική επεξεργασία της, παρέχοντας εργαλεία τα οποία φέρνουν νέες εκπαιδευτικές δραστηριότητες όπως ο πειραματισμός, ο χειρισμός παραμέτρων και η κατασκευή μοντέλων (Salomon, 2006). Τέλος, αποτελούν ένα δυναμικό εργαλείο επικοινωνίας και συνεργασίας του μαθητή με ομοίους του ή άλλους ειδικούς.

Ιδιαίτερα η εκπαιδευτική ρομποτική χρησιμοποιείται ως εργαλείο μάθησης για την διδασκαλία εννοιών Φυσικής, Μαθηματικών, Τεχνολογίας. Η εργασία σε ένα περιβάλλον ρομποτικής έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό την άμεση ανατροφοδότηση. Μέσα από την κατανόηση της ανατροφοδότησης οι μαθητές μπορούν να προβούν σε βελτιώσεις. Η διαμόρφωση ενός μαθητοκεντρικού περιβάλλοντος μάθησης, στο οποίο οι μαθητές μπορούν να εργαστούν αυτόνομα και να δημιουργήσουν, θεωρείται ότι μπορεί να υποστηρίξει αποτελεσματικά την οικοδόμηση της γνώσης.

Σκοπός της διατριβής και ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι να μελετήσει τις διεργασίες αυτορρύθμισης σε ανοιχτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, στα οποία οι μαθητές δουλεύουν αυτόνομα στην ανάπτυξη συνθετικών εργασιών και να προτείνει ένα πλαίσιο εφαρμογής αυτών με την αξιοποίηση εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Τα ερωτήματα τα οποία θα διερευνηθούν είναι:

Ποια στοιχεία συνθέτουν ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον και πως αυτό μπορεί να εφαρμοστεί στην περίπτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής; Ποια μέσα μπορούν να αξιοποιηθούν για την υποστήριξη της αυτόνομης εργασίας των μαθητών;

Πως χρησιμοποιούν οι μαθητές τα προτεινόμενα μέσα κατά την εφαρμογή ενός ανάλογου περιβάλλοντος σε πραγματικές συνθήκες και πως τα αξιολογούν;

Ποιες διεργασίες αυτορρύθμισης παρατηρούνται κατά την εφαρμογή ενός ανάλογου περιβάλλοντος σε πραγματικές σχολικές συνθήκες;

Πως επιδρά το περιβάλλον στην ανάπτυξη της ικανότητας αυτορρύθμισης των μαθητών;

Υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στην επιστημική σκέψη των μαθητών και την εκδήλωση συμπεριφορών αυτορρύθμισης;

1.2 Συμβολή της διατριβής

Τα τεχνολογικά εργαλεία που εντάσσονται στην εκπαιδευτική διαδικασία παρέχουν δυνατότητες υποστήριξης της μάθησης μέσα από τις πολλαπλές αναπαραστάσεις, την αλληλεπίδραση με το χρήστη και την επικοινωνία. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να διαμορφώσουν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, τα οποία υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης και την αυτόνομη μάθηση. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα τεχνολογικό εργαλείο, το οποίο μπορεί να μετασχηματίσει δυναμικά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η έρευνα στο χώρο της εκπαιδευτικής ρομποτικής εστιάζει κυρίως στην ποιοτική περιγραφή εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και των αποτελεσμάτων τους. Σε κάποιες περιπτώσεις, αξιολογείται ποσοτικά η μάθηση που επιτυγχάνει σε συγκεκριμένες γνωστικές περιοχές, καθώς και οι γενικότερες επιδόσεις των μαθητών (Barker & Ansoerge 2006: Mitnik, et al., 2009: Nugent et al., 2009). Σε κάποιες άλλες μελετάται η ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων, όπως η δεξιότητα της επιστημονικής έρευνας (Sullivan 2008) και η λύση προβλήματος. (Lindh & Holgersson, 2007)

Ωστόσο, η αλληλεπίδραση των μαθητών με ανοιχτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι σύνθετη και απαιτεί ανεπτυγμένες ικανότητες. Στην παρούσα διατριβή το μοντέλο ανάπτυξης συνθετικών εργασιών ρομποτικής συνδέεται με τις αντίστοιχες διεργασίες αυτορρύθμισης που παρατηρούνται όταν το άτομο εργάζεται σε ένα ανάλογο έργο.

Το μοντέλο αυτό χρησιμοποιείται στην περιγραφή και την ανάλυση της λειτουργίας ενός ομίλου ρομποτικής σε πραγματικές σχολικές συνθήκες. Τα ευρήματα της έρευνας προσθέτουν στην κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν και καθορίζουν την έκφραση αυτορρύθμισης των μαθητών κατά τη διάρκεια εκτέλεσης σύνθετων έργων και μας προσφέρουν πολύτιμα συμπεράσματα για το σχεδιασμό ανάλογων περιβαλλόντων.

Επίσης, στο πλαίσιο της διατριβής μετράται ποσοτικά η επίδραση του περιβάλλοντος του ομίλου ρομποτικής στην ανάπτυξη της ικανότητας αυτορρύθμισης των μαθητών με τη χρήση κατάλληλων εργαλείων μέτρησης. Η αξιολόγηση αυτή στηρίζει τη μέχρι τώρα ποιοτική εκτίμηση της συμβολής της ρομποτικής στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων και μας επιτρέπει να αποκτήσουμε καλύτερη κατανόηση των διεργασιών της αυτορρύθμισης που μπορούν να ενισχυθούν μέσα απ' αυτήν.

Στηριζόμενοι στα ερευνητικά δεδομένα στο χώρο της αυτορρύθμισης, μελετάται η συσχέτιση συγκριμένων διεργασιών αυτορρύθμισης με το επιστημικό προφίλ του μαθητή. Τα συμπεράσματα μας επιτρέπουν να διατυπώσουμε υποθέσεις για τους μηχανισμούς αλληλεπίδρασης.

Τα ευρήματα της παρούσας διατριβής συμβάλλουν στην κατανόηση των διεργασιών που αναπτύσσονται όταν οι μαθητές εργάζονται αυτόνομα σ' ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον και μας οδηγούν σε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με το σχεδιασμό τους και την υποστήριξη των μαθητών μέσα σε αυτά.

1.3 Δομή της διατριβής

Στο κεφάλαιο 1, γίνεται εισαγωγή στο αντικείμενο και στα ερωτήματα της έρευνας.

Στο κεφάλαιο 2, περιγράφονται τα συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής, και διερευνάται ο τρόπος με τον οποίο μπορούν να αξιοποιηθούν στην διδασκαλία των Φυσικών επιστημών. Ειδικότερα, εξετάζεται η μάθηση μέσω σχεδιασμού (learning by design) και η πειραματική διάσταση της μάθησης. Στη συνέχεια,

μελετούνται αναλυτικά τα περιβάλλοντα ρομποτικής ως προς τα μαθησιακά τους οφέλη και ως προς το πλαίσιο μάθησης που διαμορφώνουν.

Στο κεφάλαιο 3, μελετάται η μάθηση μέσω συνθετικών εργασιών, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, οι συνθήκες που διαμορφώνονται κατά την εφαρμογή ανάλογων προγραμμάτων στην τάξη, καθώς και η εμπειρία από τη χρήση υποστηρικτικών εργαλείων. Μέσα από τη σύνθεση ενδεικτικών μοντέλων προτείνεται ένα μοντέλο κατάλληλο για την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών ρομποτικής.

Στο κεφάλαιο 4, αναλύονται τρία μοντέλα αυτορρύθμισης και γίνεται αναλυτική καταγραφή των διεργασιών αυτορρύθμισης κάθε μοντέλου. Η λειτουργία της αυτορρύθμισης συνδέεται με την επιστημική σκέψη και διερευνούνται οι μηχανισμοί με τους οποίους επηρεάζεται. Επιχειρείται επίσης, η σύνδεση του προτεινόμενου μοντέλου ανάπτυξης των συνθετικών εργασιών με τις αντίστοιχες διεργασίες αυτορρύθμισης που θα αξιοποιηθεί στην ανάλυση των δεδομένων.

Ακολουθεί η παρουσίαση της έρευνας η οποία χωρίζεται σε τρία μέρη.

Το πρώτο μέρος της έρευνας παρουσιάζεται στα κεφάλαια 5 και 6 όπου γίνεται περιγραφή και αξιολόγηση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής» με βάση τις παρατηρήσεις, τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις των μαθητών.

Στο κεφάλαιο 7 παρουσιάζεται το δεύτερο μέρος, όπου αξιολογείται η επίδραση του ανοιχτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ρομποτικής στην ανάπτυξη της ικανότητας αυτορρύθμισης των μαθητών.

Στο κεφάλαιο 8 παρουσιάζεται το τρίτο μέρος, όπου μελετάται η επίδραση της επιστημικής σκέψης των μαθητών στην έκφραση συγκεκριμένων διαδικασιών αυτορρύθμισης στο περιβάλλον ρομποτικής.

Στο κεφάλαιο 9, γίνεται συζήτηση με βάση τα ευρήματα της ανάλυσης των δεδομένων, διατυπώνονται συμπεράσματα, συζητούνται οι εφαρμογές που μπορεί να υπάρξουν και γίνεται αναφορά σε νέα ερωτήματα για μελλοντική έρευνα.

2. Εκπαιδευτική ρομποτική

Ο Papert, προλογίζοντας το βιβλίο του «Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas», περιγράφει το συναίσθημα που είχε σαν παιδί όταν άρχισε να εξερευνά τα γρανάζια των αυτοκινήτων και τον τρόπο που η εμπειρία του αυτή λειτούργησε ως νοητικό μοντέλο για να προσεγγίσει νέες ιδέες στα μαθηματικά τα επόμενα χρόνια (Papert, 1980). Τα αντικείμενα του πολιτισμού που μας περιβάλλουν φαίνεται, σύμφωνα με τον συγγραφέα, να έχουν καθοριστικό ρόλο στην οικοδόμηση νοητικών μοντέλων και στη μάθηση. Αυτή η πίστη ήταν και η βάση στην οποία στήριξε την ερευνητική του εργασία με κέντρο τους υπολογιστές και αυτά που μπορούν να κάνουν οι μαθητές με αυτούς.

«My thesis could be summarized as:to turn computers into instruments flexible enough so that many children can each create for themselves something like what the gears were for me.»

(Papert 1980)

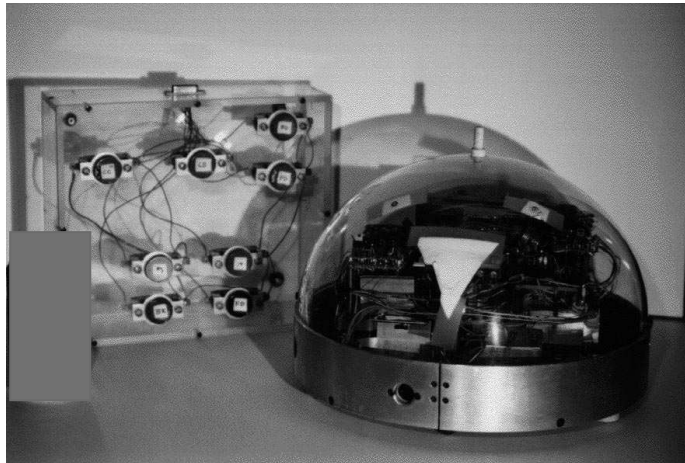
Μία έκφραση αυτής της πεποίθησης είναι και η ανάπτυξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής και η χρήση αυτών των συστημάτων σε εκπαιδευτικό περιβάλλον. Τα τελευταία χρόνια, πολλοί ερευνητές έχουν μελετήσει σε βάθος τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαιτερότητες της μάθησης σε ένα τέτοιο εκπαιδευτικό περιβάλλον με πολύ ενθαρρυντικά στοιχεία. Στο παρόν κεφάλαιο θα δούμε την εξέλιξη των συστημάτων της ρομποτικής, τα χαρακτηριστικά της μάθησης σε ένα τέτοιο περιβάλλον, καθώς και τα ερευνητικά ευρήματα που σχετίζονται με τη μάθηση και την ανάπτυξη των μαθητών.

2.1 Εκπαιδευτική ρομποτική: ορισμοί και εξέλιξη

Ο όρος εκπαιδευτική ρομποτική αναφέρεται σε συστήματα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή μηχανικών αντικειμένων που έχουν τη δυνατότητα να προγραμματίζονται και να λειτουργούν ανάλογα με τις συνθήκες που τα περιβάλλουν. Τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν ως εκπαιδευτικά εργαλεία σε ένα μαθητοκεντρικό εκπαιδευτικό περιβάλλον.

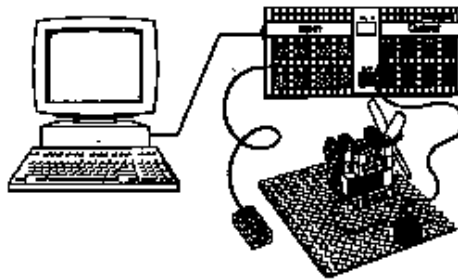
Συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής εμφανίζονται στην αρχή της δεκαετίας του '70. Πατέρας της εκπαιδευτικής ρομποτικής θεωρείται ο Papert. Ο Papert και οι συνεργάτες του στο MIT παρακινούμενοι από τη δυναμική των υπολογιστών προσπάθησαν να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά εκπαιδευτικά εργαλεία τα οποία θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν διερευνητικά στο πλαίσιο της εκπαίδευσης με παιδιά διαφόρων ηλικιών. Πρώτο αποτέλεσμα των προσπαθειών τους ήταν η γλώσσα προγραμματισμού Logo, η οποία συνδύαζε δύο βασικά χαρακτηριστικά. Πρώτον, είχε άμεση ανταπόκριση, δηλαδή όταν ο μαθητής έγραφε μία εντολή αυτή εκτελούταν αμέσως. Με αυτόν τον τρόπο, όλη η δομή του προγραμματισμού άλλαζε φυσιογνωμία και από μία αφηρημένη έννοια γινόταν συγκεκριμένη. Δεύτερο χαρακτηριστικό ήταν ότι η γλώσσα μπορούσε να χειριστεί όχι μόνο αριθμούς αλλά και λέξεις, πράγμα που διέυρυνε το είδος των δραστηριοτήτων που μπορούσαν να πραγματοποιηθούν με αυτή.

Η ομάδα των ερευνητών συνδύασε τη γλώσσα Logo με πραγματικά ρομπότ τα οποία οι μαθητές μπορούσαν να χειριστούν μέσω μιας κονσόλας με κουμπιά και να ζωγραφίσουν γεωμετρικά σχήματα. Τα ρομπότ αυτά έμοιαζαν με χελώνες (εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χελώνα και ταμπλό χειρισμού

Οι μαθητές μπορούσαν να φανταστούν τον εαυτό τους να κινείται όπως η χελώνα και αυτό έκανε τον προγραμματισμό με τη Logo μία διαδικασία στην οποία οι μαθητές συμμετείχαν με το σώμα τους. Με την εμφάνιση των οθονών στους υπολογιστές, η επιδαπέδια χελώνα μεταπήδησε στην οθόνη και έτσι δημιουργήθηκαν τα περιβάλλοντα που φτάνουν στις μέρες μας ως logo like περιβάλλοντα (Martin, 1994: Limbos, 1999: Hussain, 2006).



Εικόνα 2: Σύστημα Control Lab

Στη συνέχεια, η έρευνα (Resnick & Ocko, 1991) στο MIT έφερε στο προσκήνιο στη δεκαετία του '80 νέα ανοιχτά περιβάλλοντα, τα οποία μπορούσαν να προσομοιώνουν με επιτυχία αυτοματισμούς, όπως, για παράδειγμα, ένα «έξυπνο» θερμοκήπιο. Η ιδιαιτερότητα σε αυτά τα περιβάλλοντα ήταν ότι οι μαθητές μπορούσαν να κατασκευάσουν το ρομπότ με δομικά υλικά της Lego και να συνδέσουν κινητήρες και αισθητήρες. Τα ρομπότ προγραμματίζονταν με γλώσσα παρεμφερή με τη γλώσσα προγραμματισμού Logo και ήταν σταθερά συνδεδεμένα στον υπολογιστή καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας τους (Εικόνα 2).

Ο πρώτος κύβος που είχε δυνατότητα προγραμματισμού και μπορούσε να λειτουργήσει αυτόνομα, κατασκευάστηκε στα εργαστήρια του MIT σε συνεργασία με τη Lego (Resnick & Ocko, 1991: Resnick, 1993). Ο κύβος αυτός περιλάμβανε ένα μικροεπεξεργαστή ο οποίος επέτρεπε την αποθήκευση προγράμματος και τον έλεγχο αισθητήρων και μηχανών. Το προϊόν αυτό ονομάστηκε Mindstorm από το ομώνυμο βιβλίο του Papert και έγινε εμπορικό προϊόν (δεκαετία '90). Βελτιώσεις στους μικροεπεξεργαστές και στον τρόπο ελέγχου οδήγησαν στο σύστημα NXT LEGO Mindstorms που διατίθεται σήμερα στην αγορά (εικόνα 3).

Η έρευνα συνεχίστηκε με την κατασκευή μικρότερων συσκευών με ενσωματωμένους αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές. Πρόκειται για μικρά τούβλα

μεγέθους μικρότερου από αυτό ενός σπιρτόκουτου, μπάλες, χάντρες κ.ά., τα οποία μπορούσαν να πραγματοποιήσουν συγκεκριμένες ενέργειες και να ενταχτούν σε πολλά καθημερινά χρηστικά αντικείμενα (Resnick et al., 1996: Turbak & Berg, 2002).



Εικόνα 3: Σύστημα NXT Lego Mindstroms

Σήμερα, στην αγορά υπάρχουν ποικίλα συστήματα ρομποτικής, τα οποία διαφέρουν ως προς το κόστος, τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, τα δομικά υλικά και τον προγραμματισμό τους. Τέτοια παραδείγματα είναι το σύστημα NXT Mindstorms της LEGO, το σύστημα FischerTechnik Mobile, το σύστημα Boe-Bot, το σύστημα Khepera II, το σύστημα e-ruck, το σύστημα Hemisson και το σύστημα GT-robot (Nourbaksh, et al., 2005).

2.2 Η εκπαιδευτική ρομποτική στις Φυσικές Επιστήμες

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον ερευνητών και εκπαιδευτικών και έχει χρησιμοποιηθεί με θετικά αποτελέσματα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Chiocciariello, et al., 2004: Nugent, et al., 2009: VanDelden & Zhong, 2008). Ως εκπαιδευτικό εργαλείο, προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάσουν μηχανισμούς, οι οποίοι εκδηλώνουν συμπεριφορές ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Resnick & Silverman 2005). Τα συστήματα αυτά μπορούν να μετασχηματίσουν το τρόπο με τον οποίο προσεγγίζεται η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, των Μαθηματικών, της Πληροφορικής, της Τεχνολογίας σε μαθητές Γυμνασίου με δύο τρόπους: να αποτελέσουν τα ίδια αντικείμενα μελέτης ή να χρησιμοποιηθούν διαδραστικά για να γίνουν κατανοητές άλλες έννοιες όπως οι έννοιες της Φυσικής, των Μαθηματικών κλπ.

Οι Barreto & Benitti έκαναν συστηματική έρευνα σε 6 βιβλιογραφικές βάσεις δεδομένων και εντόπισαν περίπου 200 άρθρα τη χρονική περίοδο 2000-2009 (Barreto & Benitti, 2012). Περισσότερα από τα μισά άρθρα (54%) αναφέρονταν σε εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πρωτοβάθμια και την δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Μια στις τρεις έρευνες περίπου (27%) αξιοποιούσε τη ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης (διδασκαλία προγραμματισμού, λειτουργία συστημάτων), ενώ οι υπόλοιπες (73%) αξιοποιούσαν τη ρομποτική ως εκπαιδευτικό εργαλείο για την εισαγωγή εννοιών άλλων γνωστικών αντικειμένων, όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία, και για την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η λύση προβλήματος, η χρήση της επιστημονικής μεθόδου και η συνεργασία. Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί, επομένως, να αποτελέσει ένα εκπαιδευτικό μέσο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Παραδοσιακά στις τάξεις των Φυσικών Επιστημών, πραγματοποιείται πειραματική εργασία, η οποία στηρίζεται στο μοντέλο της επιστημονικής μεθόδου. Ακολουθώντας αυτήν την παράδοση, οι Resnick, Berg & Eisenberg (Resnick et al., 2000) στην εργασία τους *Beyond Black Boxes* παρουσίασαν ποικίλα παραδείγματα εργασιών κατά τα οποία οι μαθητές ενεπλάκησαν σε επιστημονικές έρευνες σχεδιάζοντας και κατασκευάζοντας τόσο τα όργανα μέτρησης, όσο και την πειραματική διαδικασία που ακολούθησαν για να καταλήξουν σε απαντήσεις των ερωτημάτων που έθεταν οι ίδιοι. Η χρήση των ρομποτικών κατασκευών, εδώ, φαίνεται να επεκτείνει τη δυνατότητα των μαθητών να πραγματοποιούν πειράματα, ερευνώντας ερωτήματα που σχετίζονται με την καθημερινή ζωή ενώ ταυτόχρονα αξιοποιεί σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία, όπως οι υπολογιστές και οι αισθητήρες.

Συγκριτικά με άλλα συστήματα αισθητήρων, όπως για παράδειγμα τα συστήματα συγχρονικής λήψης και απεικόνισης – (MBL Microcomputer Based Laboratory), τα συστήματα ρομποτικής προσφέρουν τη δυνατότητα στους μαθητές να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν μια επιστημονική έρευνα χρησιμοποιώντας δικά τους όργανα και πειραματικές διαδικασίες, φέρνοντας έτσι τη μάθηση κοντά στα ενδιαφέροντα τους (Resnick, et al., 2000). Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα, γιατί, σε πολλές περιπτώσεις, η εργαστηριακή εμπειρία των μαθητών στις τάξεις των Φυσικών Επιστημών έχει χαρακτηριστεί αποσπασματική καθώς τόσο τα όργανα μέτρησης των εργαστηρίων, όσο και οι πειραματικές διαδικασίες που ακολουθούνται είναι μακριά από την εμπειρία τους και οι μαθητές δεν μπορούν να αποδώσουν σε αυτές νόημα (Sadler, et al., 2000). Επίσης, ο συνδυασμός συλλογής δεδομένων και ελέγχου της συμπεριφοράς ενός μηχανισμού αυξάνει το εύρος των επιστημονικών διερευνήσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν.

Μία άλλη προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών είναι η ένταξη έργων σχεδιασμού και κατασκευής ρομπότ (Kolodner, et al., 1998: Kolodner, et al., 2003: Sidawi, 2009: Nelson, 2003: Brophy, 2008). Η διδασκαλία εννοιών Φυσικής μέσα από τη χρήση έργων τεχνολογίας έχει τις ρίζες της στην προσπάθεια ανάπτυξης διαθεματικών προγραμμάτων σπουδών (Solomon, 1993). Πέρα όμως από τη διαθεματικότητα στη μάθηση, ο τεχνολογικός σχεδιασμός έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά με τη διαδικασία της επιστημονικής μεθόδου και της διερεύνησης επιστημονικών ερωτημάτων (Πίνακα 2, Lewis, 2006, εικόνα 4), βασικές δεξιότητες στις οποίες αποσκοπεί η εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών.

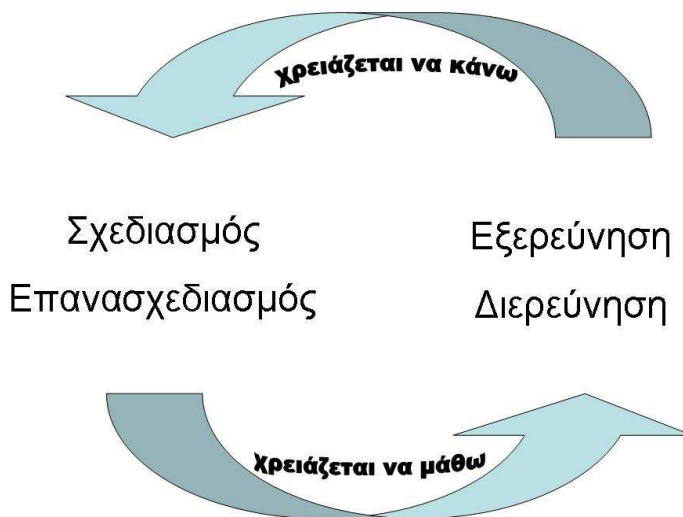
Πίνακας 2: Ομοιότητες Επιστημονικής έρευνας και σχεδιασμού (Lewis, 2006).

Οι διαδικασίες της επιστημονικής έρευνας και του τεχνολογικού σχεδιασμού:
➤ περιστρέφονται γύρω από τη λύση προβλημάτων.
➤ γεφυρώνουν το χάσμα ανάμεσα στο πρόβλημα και τη λύση.
➤ λαμβάνουν χώρα σε περιοχές οι οποίες είναι ασθενώς καθορισμένες.
➤ υποστηρίζονται από καλή γνώση των εννοιών που εμπλέκονται στην περιοχή.
➤ επιδέχονται κύκλους επανασχεδιασμού και υλοποίησης ανάλογα με την πορεία της εργασίας.
➤ η πορεία προς τη λύση εμπλουτίζει ή τροποποιεί τη γνώση ή τα σχήματα που έχει ο μαθητής. Η λύση προκύπτει μέσα από την εξέλιξη της κατανόησης των εννοιών και των σχεδιαστικών απαιτήσεων.

<p>➤ απαιτούν τη χρήση ερευνητικών και δημιουργικών στρατηγικών όπως είναι ο καταγιτισμός ιδεών, η χρήση αναλογιών, δοκιμή και λάθος και ριζικής αναθεώρησης.</p>
<p>➤ αξιοποιούν οπτικές αναπαραστάσεις των ιδεών για την επικοινωνία των σκέψεων.</p>
<p>➤ περιλαμβάνουν ένα τελικό στάδιο αξιολόγησης της προτεινόμενης λύσης/ απάντησης.</p>

Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση του σχεδιασμού και της κατασκευής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών συνοψίζονται παρακάτω (Puntambekar, et al., 2004: Sadler, et al., 2000: Sidawi, 2009: Roth, 2001):

- Ο τεχνολογικός σχεδιασμός εμπλέκει τους μαθητές σε ένα πραγματικό πρόβλημα το οποίο γίνεται ευκολότερα κατανοητό συγκριτικά με ένα αφηρημένο πρόβλημα. Παρέχει το φυσικό περιβάλλον στο οποίο η μελέτη της επιστήμης αποκτά νόημα, μιας και φαίνεται πως οι έννοιες που μελετούν οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην πράξη.
- Τα προβλήματα τα οποία έχουν σαν αφετηρία τα ενδιαφέροντα των μαθητών δρουν θετικά στην κινητοποίηση και τη δέσμευση των μαθητών στην ολοκλήρωση της εργασίας.
- Ένα καλά σχεδιασμένο τεχνολογικό πρόβλημα μπορεί να επιδέχεται περισσότερες από μία λύσεις. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να αξιολογήσουν διαφορετικές λύσεις, παρουσιάζοντας τις ιδέες τους και επιχειρηματολογώντας.
- Ένα σχεδιαστικό πρόβλημα φέρνει στην τάξη των Φυσικών Επιστημών πτυχές του φυσικού κόσμου, όπως διαμορφώνονται μέσα από τους περιορισμούς που θέτει η πραγματικότητα (τριβή, φωτισμός, μάζα κλπ).
- Ο τεχνολογικός σχεδιασμός απαιτεί συνδυασμό διαφορετικών γνώσεων, όπως είναι οι επιστημονικές έννοιες, οι δεξιότητες χειρισμού αντικειμένων και οι δεξιότητες λύσης προβλήματος. Η χρήση αυτών στην πράξη συχνά φέρνει στην επιφάνεια τις δυσκολίες και τις παρανοήσεις που έχουν οι μαθητές.
- Ο σχεδιασμός είναι μια μορφή νοητικής μοντελοποίησης, η οποία ενσωματώνει την κατανόηση νοημάτων σε ένα τεχνούργημα είτε αυτό είναι στο χαρτί είτε στο φυσικό χώρο.
- Ο σχεδιασμός και ειδικότερα η βελτίωση μίας κατασκευής, απαιτεί την επανάληψη της διαδικασίας σχεδιασμού, δοκιμής και αξιολόγησης, έως ότου η κατασκευή πλησιάσει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Οι αλλαγές που θα προκύψουν στηρίζονται στη συστηματική παρατήρηση και αξιολόγηση των δοκιμών που πραγματοποιούνται. Οι δοκιμές δίνουν συνεχή και άμεση ανατροφοδότηση για τις αποφάσεις που παίρνει ο μαθητής.
- Ο σχεδιασμός εξυπηρετεί ως ομπρέλα σε πολλές νοητικές δεξιότητες όπως η ανάλυση ενός προβλήματος, η σύνθεση, η αξιολόγηση, η αναθεώρηση, οι οποίες υπάρχουν στο αναλυτικό πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών με τρόπο αποσπασματικό. Επομένως, ο σχεδιασμός βοηθά στον εμπλουτισμό τόσο της γνώσης, όσο και των δεξιοτήτων λύσης προβλήματος.
- Ο σχεδιασμός είναι μια διαδικασία επαναλαμβανόμενη, η οποία δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να κατασκευάζουν σταδιακά, να αξιολογούν, να συζητούν, να αναθεωρούν, τις έννοιες και τα μοντέλα. Ενθαρρύνεται, έτσι, η ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, όπως ο σχεδιασμός και η παρακολούθηση της διαδικασίας.



Εικόνα 4: Μεικτός κύκλος διερεύνησης και μάθησης με σχεδιασμό (προσαρμογή Kolodner, et al., 2003)

Η ένταξη της ρομποτικής στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί επομένως να θεμελιωθεί στο επιχείρημα της χρήσης της τεχνολογίας ως νοητικό εργαλείο (Jonassen, 2000). Τα νοητικά εργαλεία είναι εργαλεία τα οποία διευκολύνουν τις νοητικές διεργασίες μάθησης προτρέποντας, υποστηρίζοντας και καθοδηγώντας τους μαθητές. Η εκπαιδευτική ρομποτική παρέχει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον δημιουργίας. Εμπλέκει τους μαθητές σε μαθησιακές δραστηριότητες, οι οποίες έχουν νόημα για αυτούς δίνοντας τους τον έλεγχο της μάθησής τους (Chambers, et al., 2003). Συνδυάζει το φυσικό με το εικονικό περιβάλλον μέσα από πρακτικές δραστηριότητες (Mikropoulos & Bellou, 2013; Savage, et al., 2003). Λειτουργεί ως εργαλείο εφαρμογής και έκφρασης ιδεών. Υποστηρίζει αναστοχαστικές δεξιότητες. Είναι, επομένως, ένα εργαλείο το οποίο οδηγεί στην επεξεργασία πρότερων γνώσεων και στην οικοδόμηση νέας γνώσης, καλλιεργεί την καλύτερη κατανόηση μέσα από την πρακτική εφαρμογή, διευκολύνει την ανάπτυξη διεργασιών όπως η γνωστική σύγκρουση και η αναδιοργάνωση των γνώσεων (Mikropoulos & Bellou, 2013).

2.3 Μαθησιακά οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Ο Nourbakhsh και οι συνεργάτες του (Nourbakhsh, et al., 2005) περιγράφουν τη δομή, καθώς και τα αποτελέσματα ενός καλοκαιρινού προγράμματος ρομποτικής για μαθητές γυμνασίων, διάρκειας 7 εβδομάδων, με τίτλο « Robotic Autonomy». Για τις ανάγκες του προγράμματος, επέλεξαν να δώσουν έτοιμη τη ρομποτική κατασκευή (Trikebot), έτσι ώστε οι μαθητές να εστιάσουν κυρίως στη μελέτη της συμπεριφοράς. Κύρια χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος το οποίο ανέπτυξαν ήταν η εργασία των μαθητών σε ομάδες των τριών, με σύνθεση που αποφασίστηκε από τους ίδιους τους μαθητές, η αξιοποίηση ειδικών επιστημόνων για την ανάπτυξη εξειδικευμένων θεμάτων ρομποτικής, η αξιοποίηση ανοιχτών προβλημάτων για την καλλιέργεια γνώσεων και ικανοτήτων προγραμματισμού, αλλά και η αξιοποίηση των διαγωνισμών για τη διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών. Σταδιακά, οι διαγωνισμοί αντικαταστάθηκαν από εκθέσεις των κατασκευών των μαθητών. Η θεματική των προβλημάτων και των διαγωνισμών άλλαζε κάθε εβδομάδα. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο τρόπος με τον οποίο δομήθηκε το αναλυτικό πρόγραμμα του σεμιναρίου, έτσι ώστε να αναπτυχθούν σταδιακά οι γνώσεις των μαθητών. Κάθε εβδομάδα υπήρχε συγκεκριμένη θεματική η οποία παρουσιαζόταν μέσα από διαλέξεις στην αρχή της εβδομάδα,

στη συνέχεια, οι μαθητές υλοποιούσαν έργα αυξανόμενης δυσκολίας και τις δύο τελευταίες μέρες της εβδομάδας, προετοιμάζονταν για το διαγωνισμό ο οποίος είχε ανάλογο θέμα. Η συγκεκριμένη δομή σύμφωνα με τους συγγραφείς αποσκοπούσε στη σταδιακή μετάβαση από τη διαμεσολαβούμενη μάθηση στην αυτόνομη μάθηση. Οι μαθητές κατέθεταν τακτικά ατομικά ημερολόγια όπου κατέγραφαν τις απόψεις τους για το τι πέτυχαν στη διάρκεια των συναντήσεων και ενημέρωναν την ιστοσελίδα του προγράμματος με τα προγράμματα που κατασκεύαζαν.

Η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές έδειξε ότι αποκόμισαν γνώσεις που αφορούσαν κυρίως στη λειτουργία και τον προγραμματισμό του ρομπότ, αλλά και στη συνεργασία στο πλαίσιο της ομάδας, καθώς επίσης και στη λύση προβλήματος και την κατανόηση της λειτουργίας ρομποτικών συστημάτων. Οι μαθητές ανέφεραν ότι τις σημαντικότερες προσωπικές ανακαλύψεις τις έκαναν σε θέματα που αφορούσαν τη λύση συγκεκριμένων προβλημάτων και στη συνεργασία στην ομάδα. Δήλωσαν, επίσης, ότι απέκτησαν θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία και τη ρομποτική, την οποία, σύμφωνα με τους ερευνητές, διατήρησαν στο χρόνο. Η έρευνα αυτή έδειξε ότι η ενασχόληση με τη ρομποτική μπορεί να έχει ευρύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ο Nugent και οι συνεργάτες του (Nugent, et al., 2009) υλοποίησαν ένα πρόγραμμα με μεγάλο αριθμό παιδιών ηλικίας 11 και 12 ετών για τη μελέτη της κατανόησης εννοιών Φυσικής, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών, (STEM) και την αλλαγή στάσεων ως προς τις εμπλεκόμενες επιστήμες. Η υλοποίηση του προγράμματος έγινε στο πλαίσιο απογευματινών δραστηριοτήτων και καλοκαιρινών κατασκηνώσεων και στηρίχθηκε στις αρχές της πειραματικής και αυτορρυθμιζόμενης μάθησης. Οι μαθητές αξιοποίησαν NXT Mindstorms σε συνδυασμό με Συστήματα Πλοήγησης (GPS) και Γεωγραφικά Συστήματα Συντεταγμένων (GIS). Οι συμμετέχοντες στις δραστηριότητες μπορούσαν να παρακολουθήσουν και να χαρτογραφήσουν τη διαδρομή ενός ρομπότ στον εξωτερικό χώρο και να κατευθύνουν την κίνηση του ρομπότ με τη βοήθεια συντεταγμένων. Οι δραστηριότητες κατευθύνονταν από εκπαιδευτές, οι οποίοι παρουσίαζαν μέσω διαλέξεων το σχετικό υλικό. Τις διαλέξεις ακολουθούσαν πρακτικές δραστηριότητες, οι οποίες υποστηρίζονταν από κατάλληλα φύλλα εργασίας.

Για τη μέτρηση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση (μέτρηση μαθησιακών αποτελεσμάτων, και μέτρηση κινητοποίησης, προσωπικής επάρκειας και στρατηγικών μάθησης). Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά την κατανόηση τους στις έννοιες που εμπλέκονταν, συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Ως προς τις στάσεις, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές της ρομποτικής, πριν και μετά την παρέμβαση, ως προς την κινητοποίηση τους, την προσωπική τους επάρκεια σε έργα ρομποτικής και χρήσης συστημάτων GPS/GIS και στη χρήση στρατηγικών λύσης προβλήματος. Ταυτόχρονα, το εκπαιδευτικό περιβάλλον της ρομποτικής καλλιέργησε με φυσικό τρόπο την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα εργαλεία μέσα από τη λύση αυθεντικών προβλημάτων.

Οι Williams (Williams, et al., 2008) και οι συνεργάτες του μελέτησαν τις μεταβολές στις γνώσεις 21 μαθητών ηλικίας 12-15 ετών, που συμμετείχαν εθελοντικά σε καλοκαιρινό σεμινάριο ρομποτικής. Ερωτήματα της έρευνας ήταν αν οι μαθητές ολοκληρώνοντας το σεμινάριο αυτό θα είχαν βελτιώσει τις γνώσεις τους στις

Φυσικές Επιστήμες και τις ικανότητες τους στη χρήση της επιστημονικής μεθόδου (scientific inquiry measure). Οι μαθητές δούλεψαν για δύο εβδομάδες σε ομάδες πάνω σε ποικίλα προβλήματα (challenges). Οι μαθητές, στο τέλος κάθε μέρας συμμετείχαν σε απολογιστικές συναντήσεις, όπου παρουσιαζόταν και σχολιαζόταν η εξέλιξη της εργασίας τους. Παρακολούθησαν, επίσης, σύντομες διαλέξεις γύρω από έννοιες Φυσικών Επιστημών που εμπλέκονταν στα έργα που υλοποιούσαν κάθε φορά, στις οποίες δεν έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Οι ερευνητές αναφέρουν ότι υπήρξε θετική επίδραση στις γνώσεις μηχανικής (Νόμοι του Νεύτωνα και κίνηση) των μαθητών. Αυτό αποδόθηκε στο περιεχόμενο των δραστηριοτήτων πειραματισμού που υλοποίησαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια των σεμιναρίων. Παρατηρήθηκε επίσης χρήση των εννοιών που παρουσιάστηκαν κατά τις μικρές διαλέξεις στις παρουσιάσεις και στις εξηγήσεις των μαθητών. Δεν παρατηρήθηκε ωστόσο βελτίωση στην ικανότητα των μαθητών να αξιοποιούν την επιστημονική μέθοδο πράγμα που ερχόταν φαινομενικά σε αντίθεση με τις παρατηρήσεις των εμπυχωτών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα οι οποίοι ανέφεραν κυρίως ότι οι μαθητές ασχολούνταν με τη λύση προβλήματος. Οι συγγραφείς αποδίδουν αυτό το αποτέλεσμα σε πολλούς παράγοντες. Οι μαθητές, κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, χρησιμοποιούν τη στρατηγική της δοκιμής και λάθους για να βελτιώσουν την κατασκευή τους, χωρίς να εμπλέκονται σε μία επιστημονική διερεύνηση με συστηματικό τρόπο. Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί τα προβλήματα που είχαν να αντιμετωπίσουν να μην απαιτούσαν συστηματική χρήση της επιστημονικής διερεύνησης. Επίσης, η κατασκευή του ρομπότ ενθουσίασε τους μαθητές και αυτό πιθανότατα έφερε σε δεύτερη μοίρα το σχεδιασμό ενός πειράματος και τη χρήση της επιστημονικής μεθόδου. Τέλος, η ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης είναι μια διαδικασία που πιθανότατα απαιτεί περισσότερο χρόνο έτσι δεν στάθηκε δυνατό να παρατηρηθεί βελτίωση σε σεμινάριο μικρής διάρκειας.

Ο Sullivan, 2008 (Sullivan, 2008) μελέτησε τις επιστημονικές δεξιότητες που αξιοποιούν οι μαθητές όταν εργάζονται σε περιβάλλον ρομποτικής, κατά τη διάρκεια ενός καλοκαιρινού σεμιναρίου ρομποτικής. Οι μαθητές που συμμετείχαν ήταν ηλικίας 11 και 12 ετών. Το εκπαιδευτικό περιβάλλον περιλάμβανε διδασκαλία και καθοδηγούμενες δραστηριότητες (διαλέξεις, επίδειξη, εργασίες) σε συνδυασμό με ανοιχτού τύπου εργασίες κατά τις οποίες οι μαθητές χρησιμοποιούσαν διερευνητικές στρατηγικές σε ένα περιβάλλον αυτόρρυθμιζόμενης μάθησης (προγραμματιστικά ή κατασκευαστικά προβλήματα). Οι δραστηριότητες των μαθητών βιντεοσκοπήθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τις κατηγορίες που προτείνονται από την American Association for the Advancement of Science και το National Research Council. Σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση αυτή, αναγνωρίζονται δύο ειδών δεξιότητες: «δεξιότητες σκέψης» και «διαδικαστικές δεξιότητες».

Στην κατηγορία «δεξιότητες σκέψης» περιλαμβάνονται: υπολογισμοί, εκτίμηση μεγεθών, χειρισμός /μέτρηση, παρατήρηση.

Στην κατηγορία «διαδικαστικές δεξιότητες» περιλαμβάνονται: διατύπωση υπόθεσης, έλεγχος μεταβλητών, έλεγχος υπόθεσης, αξιολόγηση λύσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλοι οι μαθητές χρησιμοποίησαν την παρατήρηση και την αξιολόγηση λύσης. Σχεδόν όλοι χρησιμοποίησαν εκτίμηση αποτελέσματος, διατύπωση υπόθεσης, έλεγχο μεταβλητών, χειρισμό, έλεγχο υπόθεσης. Οι λιγότερο χρησιμοποιούμενες δεξιότητες ήταν ο υπολογισμός και ο χειρισμός/μέτρηση μεγεθών. Πιθανότατα, σύμφωνα με την ποιοτική ανάλυση των παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια των εργασιών, η εκτίμηση μεγεθών σε

συνδυασμό με τη δοκιμή αποδείχθηκε, στην περίπτωση αυτή, πιο δημοφιλής στρατηγική από τον αλγεβρικό υπολογισμό των μεγεθών.

Όπως παρατηρεί ο συγγραφέας, καθοριστικό ρόλο στα παρατηρούμενα αποτελέσματα (δεξιότητες που αξιοποιήθηκαν) είχε ο συνδυασμός του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος της ρομποτικής που χρησιμοποιήθηκε και της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής προσέγγισης. Συγκεκριμένα, αναγνωρίζει τρία βασικά χαρακτηριστικά στο εκπαιδευτικό περιβάλλον της ρομποτικής. Με την εκπαιδευτική ρομποτική διαμορφώνεται ένα πλούσιο περιβάλλον σε εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικιλοτρόπως υποκαθιστώντας, ίσως, κάποιες από τις παραδοσιακές δεξιότητες που χρησιμοποιούν οι μαθητές στη λύση προβλημάτων, όπως είναι ο αναλυτικός υπολογισμός μεγεθών. Η άμεση ανατροφοδότηση από την εκτέλεση του προγράμματος και η παρατήρηση της συμπεριφοράς του ρομπότ σε συνδυασμό με το αντίστοιχο πρόγραμμα οδηγεί τους μαθητές να κάνουν υποθέσεις για το τι φταίει όταν το πρόγραμμα δε λειτουργεί όπως περιμένουν. Αυτό περιλαμβάνει μια σειρά από δραστηριότητες όπως η παρατήρηση, η αξιολόγηση, η διατύπωση υποθέσεων και ο έλεγχος υποθέσεων. Τέλος, οι ανοιχτού τύπου εκτεταμένες διερευνήσεις έχουν θετικά αποτελέσματα στην εμπλοκή των μαθητών σε υψηλού επιπέδου σκέψη, συγκριτικά με τις καθοδηγούμενες πειραματικές εργασίες. Οι επαναλαμβανόμενοι κύκλοι σχεδιασμού, δοκιμής, οδηγούν τους μαθητές στην καλύτερη κατανόηση της ανάγκης ελέγχου μιας μεταβλητής και στην πραγματοποίηση των ανάλογων αλλαγών.

Σε μία πρόσφατη εργασία (Slangen, et al., 2011), μελετήθηκε η κατανόηση των συστημάτων ρομποτικής από μαθητές 10-12 ετών, όπως φαίνεται στο λόγο των μαθητών όταν εργάζονται σε έργα ρομποτικής (γνώσεις, εξηγήσεις, κατανόηση, εμπειρίες). Για τις ανάγκες αυτής της έρευνας, η εργασία των μαθητών βιντεοσκοπήθηκε και αναλύθηκε. Η κατανόηση των ρομπότ από τους μαθητές κατηγοριοποιήθηκε σε τέσσερις κατηγορίες:

Ψυχολογική προσέγγιση: Οι μαθητές αποδίδουν χαρακτηριστικά, πρόθεση, συνείδηση, συναισθήματα στα ρομπότ ή τους αποδίδουν όργανα, όπως για παράδειγμα μάτια.

Η τεχνολογική προσέγγιση: Το ρομπότ είναι ένα ανθρώπινο δημιούργημα ικανό να εκτελέσει συγκεκριμένες πράξεις. Αποτελείται από συγκεκριμένα υλικά και έχει συγκεκριμένες λειτουργίες.

Λειτουργική προσέγγιση: Τα ρομπότ φτιάχνονται από ανθρώπους και είναι ικανά να εκτελούν συγκεκριμένες δράσεις, έτσι ώστε να ικανοποιούν μια ανάγκη, να λύνουν ένα πρόβλημα (εκτελούν μια εργασία, σηκώνουν πράγματα). Σε αυτήν την περίπτωση, το ρομπότ εκτελεί ένα κύκλο αιτία (reason)-δράση (action) (παράδειγμα η εντολή *move* προκαλεί την κίνηση του αυτοκίνητου να κινηθεί για μερικά δευτερόλεπτα).

Ένα σύστημα προγραμματιζόμενο: Το ρομπότ είναι ένα ανθρώπινο δημιούργημα το οποίο μπορεί να λειτουργεί ανεξάρτητα, σύμφωνα με το καθορισμένο πρόγραμμα. Σε αυτήν την περίπτωση, ο μαθητής έχει κατανοήσει ότι η λειτουργία ενός ρομπότ στηρίζεται στον κύκλο αντίληψη συνθηκών περιβάλλοντος (sense)-αιτία (reason)- δράση (action) (παράδειγμα η αναζήτηση μίας περιοχής με συγκεκριμένο χρώμα).

Στις αναφορές που καταγράφηκαν στο πρώτο μάθημα φάνηκε ότι και οι 4 προσεγγίσεις ήταν παρούσες στο λόγο των μαθητών από το πρώτο μάθημα με μεγαλύτερη έμφαση στην ψυχολογική και τεχνολογική προσέγγιση. Κατά τη

διάρκεια της εργασίας των μαθητών στα μαθήματα ρομπωτικής και με τον κατάλληλο υποστηρικτικό διάλογο οι μαθητές κατανόησαν και χρησιμοποίησαν στο λόγο τους και τις άλλες δύο προσεγγίσεις. Οι συγγραφείς, στηριζόμενοι στην εμπειρία που αποκόμισαν από την έρευνα, υποστηρίζουν ότι σταδιακά η κατανόηση των μαθητών εξελίσσεται ακολουθώντας τα βήματα: όχι-ακόμα-λειτουργικό, όχι-ακόμα-σύστημα, όχι-ακόμα-λειτουργία υπό συνθήκες, όχι-ακόμα-αυτόνομο.

Η λύση προβλήματος, καθώς και η βελτίωση των γνώσεων στα μαθηματικά μελετήθηκε από Σουηδούς ερευνητές με μεγάλο δείγμα μαθητών 12-13 ετών και 15-16 ετών (Hussain, et al., 2006). Το περιβάλλον που διαμορφώθηκε περιλάμβανε εργασία με ρομπωτικές κατασκευές τις περισσότερες φορές έξω από το κανονικό αναλυτικό πρόγραμμα. Χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, τα οποία έδειξαν ότι δεν υπήρξε διαφορά στην ικανότητα λύσης προβλήματος και στις δύο ηλικιακές ομάδες. Παρατηρήθηκε ωστόσο, βελτίωση στις επιδόσεις στα μαθηματικά στους μαθητές 12-13 ετών. Στο ίδιο δείγμα, οι Lindh & Holgersson, (Lindh & Holgersson, 2007) ανέλυσαν τα αποτελέσματα σε ομάδες ανάλογα με τις επιδόσεις των μαθητών στη λύση προβλήματος. Αποδείχθηκε ότι οι μαθητές με μέτριες επιδόσεις στη λύση προβλήματος είχαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Οι συγγραφείς παρατηρούν ότι οι μαθητές με διαφορετικές επιδόσεις μπορεί να επηρεάζονται με διαφορετικό τρόπο από την εργασία σε έργα ρομπωτικής.

Μία συγκριτική μελέτη της κατανόησης των γραφικών παραστάσεων από μαθητές 16 ετών στη Χιλή πραγματοποίησαν οι Mitnik, Recabarren, Nussbaum & Soto. (Mitnik, et al., 2009). Δύο ομάδες μαθητών εργάστηκαν η μία με τη χρήση ρομπότ και η άλλη με τη χρήση ενός προσομοιωτή σε υπολογιστή. Η ικανότητα κατανόησης και ερμηνείας γραφήματος αξιολογήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδωσαν πολύ καλύτερες επιδόσεις στους μαθητές που χρησιμοποίησαν τα ρομπότ για τις δραστηριότητες τους και μεγαλύτερη κινητοποίηση καθ' όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

Σε μία ποιοτική έρευνα παρατήρησης των μαθητών που συμμετείχαν σε διαγωνισμούς ρομπωτικής οι Petre & Price, (Petre & Price, 2004) διερεύνησαν μεταξύ άλλων το ερώτημα «τι έμαθαν οι συμμετέχοντες του διαγωνισμού;». Στην έρευνα συμμετείχαν παιδιά όλων των ηλικιών (6-18 ετών). Στις απαντήσεις των μαθητών στο ερώτημα αυτό, αναφέρεται ότι έμαθαν πώς να χρησιμοποιούν τα δομικά υλικά και πώς λειτουργούν τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα της κατασκευής. Πολλοί ανέφεραν ότι η λύση προβλημάτων είναι μία δεξιότητα που ανέπτυξαν ιδιαίτερα, όπως επίσης και η αξιοποίηση του λάθους, αλλά και η διαχείριση των συναισθημάτων μετά από μεγάλες αποτυχίες. Αναφέρουν επίσης, ότι χρειάστηκε να αναπτύξουν δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας μέσα σε ομάδα. Η συστηματική διερεύνηση προβλημάτων, η προσεκτική μελέτη των περιορισμών, καθώς και ο σχεδιασμός πριν την υλοποίηση ενός σχεδίου είναι μερικές από τις δεξιότητες που αναφέρουν ότι αξιοποίησαν οι μαθητές. Οι προαναφερθείσες στρατηγικές δείχνουν μάλλον ειδικευμένους χρήστες, αναμενόμενο για συμμετέχοντες σε διαγωνισμό ρομπωτικής. Οι συγγραφείς παρατηρούν επίσης ότι η αυτόνομη εργασία των μαθητών οδηγεί στην οικοδόμηση γνώσης τόσο στον προγραμματισμό (χρήση μεταβλητών και διαδικασιών) όσο και στην τεχνολογία.

Την επίδραση της καθοδήγησης των εκπαιδευτικών στα τελικά αποτελέσματα της εργασίας των μαθητών και στα χαρακτηριστικά της κοινότητας που διαμορφώνεται μελέτησαν οι Norton, McRobbie & Ginns, (Norton, et al., 2007). Παρατηρήθηκαν ομάδες μαθητών οι οποίες εργάστηκαν με δύο εκπαιδευτικούς.

Βασικές διαφοροποιήσεις στην καθοδήγηση ήταν η υποχρεωτική/προαιρετική χρήση σχεδιασμού (καθορισμός στόχων και flow chart) πριν την υλοποίηση της κατασκευής, η παροχή, ή μη, έτοιμων λύσεων στην κατασκευή και τον προγραμματισμό, η ανάθεση, ή μη, της πρωτοβουλίας της εργασίας στους μαθητές.

Οι διαφορές που παρατηρήθηκαν συνοψίζονται στα παρακάτω:

Οι μαθητές που αξιοποίησαν το σχεδιασμό πριν την κατασκευή εμπλέκονταν σε συστηματική διερεύνηση των παραμέτρων, εργάζονταν δηλαδή ακολουθώντας με μεγαλύτερη ευκολία την επιστημονική μέθοδο. Η χρήση του σχεδιασμού βοήθησε τους μαθητές να έχουν μία συνολική κατανόηση του προβλήματος. Οι ομάδες που αρνήθηκαν να χρησιμοποιήσουν το σχεδιασμό έδειξαν αποσπασματική προσέγγιση στη λύση προβλημάτων. Συχνά παρατηρείται να ξεκινούν από την αρχή, ακολουθώντας νέους τρόπους, ή ακόμα και το ίδιο τρόπο που είχαν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν και να οδηγούνται σε εσφαλμένα αποτελέσματα. Η κατασκευή του διαγράμματος ροής φάνηκε να είναι πολύ μακριά από τον τρόπο σκέψης των μαθητών. Μία από τις αδυναμίες ήταν η έλλειψη σύνδεσης του διαγράμματος ροής με τη λύση του προβλήματος. Οι ομάδες που ενθαρρύνθηκαν να δώσουν δικές τους λύσεις, πρότειναν λύσεις ως τελικά αποτελέσματα τα οποία είχαν ποικιλία, αν και δεν ήταν πάντα οι προτάσεις τους επιτυχημένες. Η ποσότητα του διαλόγου και η δράση ήταν εντονότερη σε αυτές τις ομάδες διαμορφώνοντας εν δυνάμει ένα περιβάλλον στο οποίο μπορούσαν να καλλιεργηθούν μεταγνωστικές δεξιότητες και να αξιοποιηθεί η αυθεντικότητα της ρομποτικής. Οι ομάδες στις οποίες δόθηκε η λύση έτοιμη είχαν πανομοιότυπες στρατηγικές λύσεις του προβλήματος και περιορισμένη δημιουργικότητα. Όλες οι ομάδες όμως, είχαν μία λύση στο πρόβλημα. Η διαμόρφωση της κοινότητας και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος επηρεάζει άμεσα τη δημιουργικότητα, το διαμοιρασμό του έργου στους μαθητές και τις ευκαιρίες για αναστοχαστικό διάλογο.

Τη χρήση των διαγραμμάτων ροής, ανάμεσα σε άλλα εργαλεία υποστήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας, αξιοποίησαν ο Chambers, και οι συνεργάτες του. (Chambers, et al., 2007). Η παρέμβαση τους έγινε σε ομάδες μαθητών 15-16 ετών που παρακολουθούσαν απογευματινά προγράμματα απασχόλησης. Οι μαθητές δούλεψαν σε ένα συνεργατικό διερευνητικό περιβάλλον με εργασίες ανοιχτού τύπου. Αρχικά, όλοι οι μαθητές ήταν θετικοί στη χρήση των διαγραμμάτων ροής, σταδιακά όμως, μόνο μία ομάδα τα χρησιμοποίησε για τη λύση του προβλήματος. Η χρήση αυτών των εργαλείων απαιτούσε ειδική εξάσκηση και κριτική σκέψη που στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές δεν αξιολόγησαν ότι θα ήταν χρήσιμο να μάθουν. Ωστόσο, τα διαγράμματα ροής είναι ισχυρά εργαλεία αναστοχασμού και σύμφωνα με τους συγγραφείς του άρθρου, όταν κάποιος μαθητής είναι σε θέση να τα χειριστούν, καλό είναι να ενθαρρύνονται προς την κατεύθυνση αυτή. Παρόμοια λειτουργία ως εργαλείο αναστοχασμού στη φάση του σχεδιασμού, της υλοποίησης και της αξιολόγησης ενός έργου ρομποτικής είχαν και τα ημερολόγια που χρησιμοποίησαν οι μαθητές. Η ικανότητα λύσης προβλήματος, καθώς και η μάθηση που λάμβανε χώρα κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων ρομποτικής, μελετήθηκαν επίσης ποιοτικά. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις γνώσεις τους και τις επέκτειναν μέσα από τη διαδικασία αξιολόγησης των προγραμμάτων που κατασκεύαζαν χρησιμοποιώντας τη στρατηγική δοκιμής και λάθους. Αυτό αποτελεί ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της διαδικασίας μάθησης με ρομποτικές κατασκευές. Οι μαθητές αυτόνομα μέσα από την αλληλεπίδραση με το ρομπότ μπορούσαν να αξιολογήσουν τις λύσεις που

επελεγαν μέσα από τις επαναλαμβανόμενες δοκιμές και τη συστηματική σύγκριση προγράμματος και παρατηρούμενης συμπεριφοράς.

Μία ακόμα μελέτη της ικανότητας λύσης προβλήματος έγινε σε μαθητές 12 ετών στην Αυστραλία (Castledine & Chalmers, 2011). Κύρια ερωτήματα της έρευνας ήταν «Ποιες στρατηγικές λύσεις προβλήματος αξιοποιούν οι μαθητές όταν εργάζονται σε προβλήματα ρομποτικής;» και «Μπορούν να συνδέσουν αυτές τις στρατηγικές με καταστάσεις από τον πραγματικό κόσμο;». Οι μαθητές αυτοί έρχονταν για πρώτη φορά σε επαφή με τη ρομποτική. Αρχικά, τους δόθηκαν δύο προβλήματα: η κίνηση για συγκεκριμένη απόσταση και η κίνηση μέσα σε λαβύρινθο. Στο τέλος της εργασίας κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις.

Πίνακας 3: Χρήση στρατηγικών λύσης προβλήματος: απαντήσεις μαθητών (Castledine & Chalmers, 2011).

Ερώτηση	Στρατηγικές
Με ποιο τρόπο υπολογίσατε την απόσταση που κινήθηκε το αυτοκίνητο;	Εκτίμηση μεγέθους και στρογγυλοποίηση (40%) Πράξεις πρόσθεσης, αφαίρεσης (20%) Πράξη διαίρεση (20%) Άλλο: δοκιμή, μέτρηση, λογισμικό (20%)
Εξηγήστε πώς χρησιμοποιήσατε τις δοκιμές που είχατε στη διάθεσή σας; Ποιες στρατηγικές χρησιμοποιήσατε;	Δοκιμή αριθμών με συγκριμένο τρόπο (50%) Δοκιμή και λάθος (20%) Άλλο: αλλαγές κατασκευής, τυχαίες δοκιμές (30%)
Ποια στρατηγική τροποποιήσατε κατά τη διάρκεια των δοκιμών;	Αλλαγές στο πρόγραμμα (45%) Πολλές δοκιμές (30%) Αλλαγή κατασκευής (20%) Άλλο (5%)
Ποιες είναι οι στρατηγικές που μάθατε;	Προγραμματισμό (55%) Σχεδιασμό ρομπότ (50%) Στρατηγικές στα μαθηματικά (20%) Εργασία σε ομάδα (10%)
Πού αλλού μπορείτε να αξιοποιήσετε τις στρατηγικές αυτές;	Μεταφορές/ οδήγηση (45%) Στο μέλλον (45%) Σε καριέρα σχετική με τα ρομπότ (20%) Στα μαθηματικά/φυσική (10%) Στο σχολείο ή στο πανεπιστήμιο (10%) Καριέρα στους υπολογιστές (10%)

Οι μαθητές μπορούσαν να αναλύσουν τον τρόπο που δούλεψαν και να σκεφτούν τις αποφάσεις που πήραν και να κάνουν κατάλληλες τροποποιήσεις, κυρίως κατά τη διάρκεια της λύσης των προβλημάτων (αναστοχασμός). Το περιβάλλον, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των ερευνητών, λειτούργησε προς την κατεύθυνση της ενίσχυσης μεταγνωστικών δεξιοτήτων. Δυσκολεύτηκαν όμως να καταλάβουν τι αποκαλούσαν οι ερευνητές 'στρατηγική' και για αυτό χρειάστηκε να γίνει διάλογος με τους εμπυχωτές, πριν απαντηθεί η τελευταία ερώτηση. Παρόλα αυτά, πολύ μικρό ποσοστό μαθητών μπόρεσε να δώσει πραγματική απάντηση στην τελευταία ερώτηση «Πού αλλού μπορείτε να αξιοποιήσετε τις στρατηγικές αυτές;». Οι συγγραφείς παρατηρούν ότι η χρήση κατάλληλης υποστήριξης κατά τη διάρκεια λύσης προβλήματος από τον εκπαιδευτικό θα μπορούσε πιθανότατα να οδηγήσει σε καλύτερη σύνδεση της εμπειρίας των μαθητών με άλλες καταστάσεις από τον πραγματικό κόσμο.

Τη συμπεριφορά μαθητών 11-12 ετών, που εργάζονται σε έργα ρομποτικής, περιέγραψαν οι Blanchard, Freiman & Lirrete-Pitre (Blanchard, et al., 2010). Παρακολούθησαν δύο ομάδες μαθητών, οι οποίοι κλήθηκαν να κινήσουν ένα ρομπότ πάνω σε μια συγκεκριμένη διαδρομή. Η πρώτη ομάδα είχε εμπειρία στη ρομποτική και χρησιμοποίησε συστηματικό έλεγχο μεταβλητών και παραγόντων για να καταλήξουν σε μια ικανοποιητική λύση. Η δεύτερη ομάδα στερούταν εμπειρίας με αποτέλεσμα η ανατροφοδότηση που λάμβαναν μέσα από τις δοκιμές της κατασκευής τους να μην μπορεί να αξιολογηθεί σωστά ώστε να τους οδηγήσει στις κατάλληλες βελτιώσεις της εργασίας τους. Αυτό φέρνει στο προσκήνιο τον πολυδιάστατο χαρακτήρα του περιβάλλοντος της ρομποτικής το οποίο έχει ως αποτέλεσμα να μην είναι εύκολο σε οποιονδήποτε να αξιοποιήσει την ανατροφοδότηση που λαμβάνει. Σε αυτήν την περίπτωση, έχει καθοριστική σημασία η επιλογή κατάλληλων εκπαιδευτικών σεναρίων και κατάλληλης διδακτικής υποστήριξης από τον εκπαιδευτικό σε κάθε μαθητή ανάλογα με την κριτική του ικανότητα και τη γνωστική του ανάπτυξη. Έτσι, σύμφωνα με τον συγγραφέα, η χρήση της τεχνικής «δοκιμή και λάθος» μπορεί να γίνει αποτελεσματική και οι μαθητές να αναπτύξουν και να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες.

Οι Barak & Zadok, (Barak & Zadok, 2009) μελέτησαν τη διαδικασία ανάπτυξης έργων ρομποτικής με μαθητές 13-15 ετών για τρία χρόνια. Στο εκπαιδευτικό περιβάλλον που διαμόρφωσαν την πρώτη χρονιά, δίδαξαν έννοιες και δεξιότητες ρομποτικής με κατευθυνόμενο τρόπο, ενώ τη δεύτερη και τρίτη χρονιά, στήριξαν την εργασία τους στην κατασκευή συνθετικών εργασιών. Στο ερώτημα της έρευνας «Με ποιο τρόπο οι μαθητές καταλήγουν να παράγουν πρωτότυπες λύσεις σε προβλήματα ρομποτικής;» οι ερευνητές παρατήρησαν ότι συχνά τα πρώτα έργα των μαθητών κατασκευάζονται χωρίς ιδιαίτερη προετοιμασία (σχεδιασμό) και τροποποιούνται με τη βοήθεια της στρατηγικής «δοκιμή και λάθος». Στην πορεία όμως, παρατηρείται πριν την κατασκευή ένα στάδιο συζήτησης και αξιολόγησης εναλλακτικών λύσεων. Μαθητές με ακόμα μεγαλύτερη εμπειρία κατασκευάζουν έργα τα οποία είναι πρωτότυπα ως προς τη μορφή τους, χρησιμοποιώντας ευρετικές στρατηγικές αναζήτησης (για παράδειγμα τροποποίηση κάποιας κατασκευής που έχουν δει). Στην ερώτηση «Ποιο είναι το είδος γνώσης που χρησιμοποιούν οι μαθητές όταν εργάζονται σε έργα ρομποτικής;» τα αποτελέσματα διαφοροποιήθηκαν ανάλογα με τις υποστηρικτικές πρακτικές που ακολουθήθηκαν κάθε χρονιά. Ειδικότερα την πρώτη χρονιά, ο προσανατολισμός ήταν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και αυτό έγινε μέσα από παραδοσιακές δασκαλοκεντρικές διδακτικές στρατηγικές. Οι μαθητές απέκτησαν γνώσεις, αλλά η κινητοποίηση των μαθητών ήταν περιορισμένη. Τη δεύτερη χρονιά, οι μαθητές εργάστηκαν ελεύθεροι σε έργα δικής τους επιλογής. Η κινητοποίηση ήταν πολύ μεγαλύτερη, αλλά συχνά παρατηρήθηκε αδυναμία των μαθητών να πραγματοποιήσουν αλλαγές στις κατασκευές ή στο πρόγραμμα, γιατί δεν είχαν την κατάλληλη γνώση του αντικείμενου για να αναλύσουν και να εντοπίσουν τους παράγοντες που επηρέαζαν την εργασία τους. Την τρίτη χρονιά, ακολουθήθηκε η προσέγγιση της ανάρτησης μικρών παρουσιάσεων των εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο χώρο του εργαστηρίου ανάλογα με τις ανάγκες που προέκυπταν στην εξέλιξη των εργασιών (διδασκαλία εννοιών όταν αυτό είναι απαραίτητο). Οι μαθητές γρήγορα άρχισαν να χρησιμοποιούν τους επιστημονικούς όρους από τις παρουσιάσεις των εννοιών στις συζητήσεις τους και στα κείμενα που παρουσίασαν. Η γνώση που απέκτησαν οι μαθητές με αυτόν τον τρόπο ονομάστηκε από τους συγγραφείς 'ποιοτική γνώση' για να διαφοροποιηθεί από τη γνώση που αποκτάται μετά τη συστηματική διδασκαλία. Τέλος, η μελέτη της επίδρασης της διδασκαλίας στους

μαθητές έδειξε ότι οι μαθητές θεώρησαν ευπρόσδεκτη και αναζητούσαν τη βοήθεια του εκπαιδευτικού όταν υπήρχε ανάγκη για αυτήν.

Πίνακας 4: Ευρήματα ερευνών εκπαιδευτικής αξιοποίησης ρομποτικής με μαθητές δευτεροβάθμιας

Εργασίες	Ευρήματα
Williams, et al., 2008	Βελτίωση της κατανόησης των Νόμων του Νεύτωνα. Καμία αλλαγή στη ικανότητα χρήσης της επιστημονικής μεθόδου.
Nugent, et al., 2009	Βελτίωση στην κατανόηση γεωγραφικών εννοιών, βελτίωση της κινητοποίησης των μαθητών στις περιοχές Φυσικής, Μαθηματικών, Τεχνολογίας, βελτίωση του αισθήματος προσωπικής επάρκειας και βελτίωση των στρατηγικών λύσης προβλήματος. Δεν παρατηρήθηκε αλλαγή στις στρατηγικές εργασίας σε ομάδα.
Nourbakhsh, et al., 2005	Οι μαθητές αναφέρουν ότι έμαθαν για τα ρομπότ, τον προγραμματισμό, την εργασία στην ομάδα, τη λύση προβλήματος.
Sullivan, 2008	Οι μαθητές αξιοποιούν όλες τις επιστημονικές δεξιότητες κατά τη εργασία τους σε προβλήματα ρομποτικής. Κατανοούν καλύτερα τη λειτουργία συστημάτων ρομποτικής.
Slangen, et al., 2011	Προοδευτική κατανόηση των ρομπότ: ψυχολογική, τεχνολογική, λειτουργική, αυτόνομο σύστημα.
Hussain, et al., 2006	Βελτίωση της γνώσης των μαθηματικών για τα παιδιά 12-13 ετών. Καμία αλλαγή στην ικανότητα λύσης λογικών προβλήματος.
Lindh & Holgersson, 2007	Δεν υπάρχει επίδραση στην ικανότητα λύσης προβλήματος για το σύνολο των μαθητών. Βελτιώθηκαν οι μαθητές με μέσες επιδόσεις.
Mitnik, et al., 2009	Καλύτερη κατανόηση γραφικών παραστάσεων και μεγαλύτερη κινητοποίηση.
Petre & Price, 2004	Ενδείξεις κατανόησης εννοιών πληροφορικής και τεχνολογίας.
Norton, et al., 2007	Το εκπαιδευτικό περιβάλλον καθορίζει τις δραστηριότητες και το διάλογο που αναπτύσσεται μέσα σε αυτό. Η καθοδηγούμενη λύση δίνει λιγότερες ευκαιρίες για δημιουργικότητα και πλούσιο διάλογο. Η χρήση διαγραμμάτων ροής συνοδεύεται και από συστηματικότερη διερεύνηση.
Chambers, et al., 2007	Οι μαθητές χρησιμοποιούν στρατηγικές λύσης προβλήματος και εμπλέκονται σε αναστοχαστικές διεργασίες. Τα διαγράμματα ροής δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους.
Castledine & Chalmers 2011	Οι μαθητές αξιοποιούν στρατηγικές λύσης προβλήματος, τις τροποποιούν ανάλογα με τα αποτελέσματα των δοκιμών (αναστοχασμός) και δεν τις συνδέουν με τον πραγματικό κόσμο.
Blanchard, et al., 2010	Οι στρατηγική «δοκιμή και λάθος» εφαρμόζεται αποτελεσματικά όταν οι μαθητές έχουν αναπτύξει ικανοποιητικά γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες. Στις άλλες περιπτώσεις απαιτείται κατάλληλη υποστήριξη από τον εκπαιδευτικό
Barak & Zadok, 2009	Η ποσότητα της εμπειρίας που έχουν οι μαθητές επηρεάζει τις στρατηγικές που αξιοποιούν στην κατασκευή, οι γνώσεις (επιστημονικές τεχνολογικές) που χρησιμοποιούν οι μαθητές καθορίζει την εξέλιξη της εργασίας τους και η διδασκαλία εννοιών γίνεται δεκτή όταν υπάρχει αντίστοιχη ανάγκη.

Ο ρόλος της συνεργασίας στο πλαίσιο της μικρής ομάδας, καθώς και στην ευρύτερη τάξη έχει μελετηθεί επίσης. Οι Denis & Hubert (Denis & Hubert, 2001). μελέτησαν συστηματικά τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ρομποτικής και τις ταξινόμησαν σε τέσσερις κατηγορίες: τεχνοκεντρική, μικρόκοσμοι, γνωσιοκεντρική και προγραμματιστική. Η τεχνοκεντρική και προγραμματιστική προσέγγιση αφορούσε εφαρμογές που εστιάζουν κυρίως στην απόκτηση ικανοτήτων που αφορούν μια συγκεκριμένη περιοχή γνώσης, ενώ οι άλλες δύο προσεγγίσεις εστιάζουν κυρίως στην ανάπτυξη στρατηγικών μάθησης, στην κινητοποίηση των μαθητών και στην ανάπτυξη θετικών στάσεων. Σε ένα περιβάλλον συνεργατικής λύσης προβλήματος, παρατηρήθηκε η συμπεριφορά δύο δυάδων μαθητών. Η πρώτη δυάδα κατασκεύασε και προγραμμάτισε ένα ρομπότ, ενώ στη δεύτερη δόθηκε έτοιμη η κατασκευή. Υπήρξε ποσοτική διαφορά στις παρατηρούμενες αλληλεπιδράσεις (περισσότερες αλληλεπιδράσεις στην πρώτη δυάδα) χωρίς όμως να είναι εύκολο να διευκρινιστεί αν οι παρατηρούμενες διαφορές προέρχονται από τη διαφορά των έργων ή από την ιδιοσυγκρασία των μαθητών. Το είδος των αλληλεπιδράσεων είναι παρόμοιο και στις δύο περιπτώσεις, με περισσότερες περιγραφικές και επεξηγηματικές παρατηρήσεις στη δεύτερη δυάδα. Επίσης, παρατηρήθηκε αρχηγική συμπεριφορά ενός μέλους της κάθε ομάδας, η οποία χρειάστηκε κατάλληλο διδακτικό χειρισμό.

Ο ρόλος της συνεργασίας μελετήθηκε και από το Mitnik και τους συνεργάτες του (Mitnik, et al., 2009). Στην εργασία τους, συνέκριναν το είδος της αλληλεπίδρασης σε περιβάλλον ρομποτικής και σε περιβάλλον εργασίας με ψηφιακές προσομοιώσεις. Ειδικότερα, μελετήθηκαν τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της συνεργατικής μάθησης:

- Η ατομική ευθύνη: κάθε μαθητής οφείλει να είναι υπεύθυνος για τη δική του εργασία και το ρόλο του στην ομάδα.
- Η αμοιβαία υποστήριξη: Οι μαθητές βοηθούν ο ένας τον άλλο είτε δίνοντας συμβουλές είτε ζητώντας βοήθεια.
- Η θετική αλληλεξάρτηση: το αποτέλεσμα της ομαδικής δουλειάς είναι μεγαλύτερο από την άθροιση της συνεισφορά καθενός ξεχωριστά.
- Ο διάλογος: Οι αποφάσεις παίρνονται μέσα από τη συζήτηση, τη διαπραγμάτευση και την ανταλλαγή απόψεων.

Τα αποτελέσματά των ερευνών τους έδειξαν ότι η ύπαρξη ρόλων στη ομάδα βοήθησε την ανάπτυξη ατομικής ευθύνης. Η θετική αλληλεξάρτηση ήταν ίδια και στις δύο περιπτώσεις. Παρατηρήθηκε αμοιβαία υποστήριξη και διάλογος και στις δύο ομάδες, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τη συμμετοχή όλων στην περίπτωση της ρομποτικής.

2.4 Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ρομποτικής

Μία δημοσκόπηση που δημοσιεύτηκε το 2007 (Milton, 2007) και στην οποία έλαβαν μέρος 123 εκπαιδευτικοί από 6 χώρες περιγράφει τις στρατηγικές που αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί στις εφαρμογές ρομποτικής. Στην ερώτηση για τους στόχους που εξυπηρετούν με την χρήση της ρομποτικής απαντούν:

Ποιος ο στόχος της χρήσης της ρομποτικής;	
Εισαγωγή στον προγραμματισμό	33%
Ανάπτυξη εργασιών ανοιχτού τύπου	26%
Διδασκαλία εννοιών του αναλυτικού προγράμματος	20%
Πειραματική εργασία	14%
Άλλο	7%

Για τη διαδικασία της υλοποίησης της εργασίας. Στο αρχικό στάδιο του σχεδιασμού μόλις το 21% των εκπαιδευτικών απαιτεί από τους μαθητές να έχουν σχεδιάσει τι θα κάνουν πριν αποκτήσουν πρόσβαση στα υλικά (λεκτική περιγραφή, σχέδιο). Το 29% δεν ζητά κανένα προσχέδιο.

Αναλυτικότερα για τη συμμετοχή στις εργασίες:

Με ποιο τρόπο διασφαλίζεται η συμμετοχή των μαθητών στις εργασίες;	
Με την παρακολούθηση	72,2%
Με την ανάθεση ρόλων οι οποίοι αλλάζουν κυκλικά	38,9%
Με την ανάθεση ρόλων	30,6%
Με την βαθμολόγηση του κάθε μέλους της ομάδας από τα υπόλοιπα	20,8%
Άλλο: ημερολόγια, ατομικά τεστ	15,3%

Για την διαδικασία των δοκιμών:

Με ποιες μεθόδους υποστηρίζεται η δοκιμή των έργων των μαθητών;	
Συγκριμένη πίστα δοκιμών	62,3%
Συμπλήρωση φύλλου εργασίας	30,2%
Λίστα από συγκεκριμένες δοκιμές που πρέπει να γίνουν	34%
Πρωτοβουλία των μαθητών	32,1%
Παρακολούθηση των δοκιμών από τον εμπυχωτή	0.01%
Καταγραφή αποτελεσμάτων στο ημερολόγιο	0.01%

Μία μέθοδος κριτικής αξιολόγησης των κατασκευών είναι οι παρουσιάσεις στην υπόλοιπη τάξη της εργασίας κάθε ομάδας και των μελλοντικών τους σχεδίων σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τη διάρκεια της εργασίας τους.

Η πρωτοβουλία των μαθητών είναι η κυριότερη αιτία για το επανασχεδιασμό μιας κατασκευής. Άλλες στρατηγικές είναι η συμπλήρωση φύλλου εργασίας, ο καθορισμός απαιτούμενων λειτουργιών που πρέπει να έχει το τελικό προϊόν και ο περιορισμός των αλλαγών που μπορούν να γίνουν (π.χ. μπορούν να αλλάξουν την κατασκευή τρεις φορές μόνο).

Οι Resnick και Ocko (Resnick & Ocko, 1991) σε ένα από τα πρώτα κείμενα που αφορούν τις εφαρμογές της ρομποτικής παρουσιάζουν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον με τίτλο Inventor's Workshop, στο οποίο μικροί μαθητές σχεδίαζαν δικά τους έργα. Η κατασκευή και ο προγραμματισμός μοντέλων ρομποτικής, αν και έχει τις ρίζες του στην παράδοση της «χελώνας», ωστόσο διαφέρει σε δύο σημεία: οι μαθητές μπορούν τώρα να κατασκευάσουν τη «χελώνα», ενώ δεν χρειάζεται να περιοριστούν μόνο σε μία χελώνα. Μπορούν να κατασκευάσουν ποικίλα τεχνουργήματα τα οποία έχουν νόημα για αυτούς. Οι μαθητές που εργάζονται σ' ένα τέτοιο περιβάλλον έρχονται αντιμέτωποι με ποικίλες μορφές σχεδιασμού, όπως ο σχεδιασμός μιας μηχανής ενός προγράμματος. Σύμφωνα με τους ερευνητές, το να δώσεις στους μαθητές τη δυνατότητα να σχεδιάσουν δικά τους έργα καλλιεργεί το ενδιαφέρον και την ευθύνη απέναντι στη μάθηση, κάτι που λείπει από τα σχολεία σήμερα. Στο συγκεκριμένο εργαστήριο, οι μαθητές ενθαρρύνονταν να διατηρήσουν ένα βιβλίο το οποίο περιγράφει τα στάδια με την εξέλιξη της εφεύρεσης τους και συχνά επιβραβεύονται γι' αυτό. Οι μαθητές αξιοποίησαν τα βιβλία αυτά με ποικίλους τρόπους. Άλλοι έκαναν προσεκτικές ζωγραφιές που περιέγραφαν την κατασκευή τους, άλλοι έδιναν οδηγίες για το τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιείται η μηχανή αυτή και τέλος, άλλοι έγραφαν ιστορίες για τη μηχανή που κατασκεύασαν. Η παρατήρηση της εργασίας των μαθητών έδωσε παραδείγματα στρατηγικών τα οποία αξιοποιούνται κατά το σχεδιασμό ρομποτικών μοντέλων, όπως η αξιοποίηση του απροσδόκητου, η

αξιόπoiηση της προσωπικής εμπειρίας, η χρήση υλικών με νέους τρόπους και η συνεργασία με άλλους.

Κατά τη γνώμη των ερευνητών, ένα πλούσιο μαθησιακό περιβάλλον με τη χρήση συστημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής συγκεντρώνει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

1. Οι μαθητές έχουν τον έλεγχο: Σε πολλές δραστηριότητες, οι μαθητές πραγματοποιούν πειραματισμούς, οι οποίοι κατευθύνονται από άλλους. Το εργαστήριο της ρομποτικής είναι πετυχημένο κυρίως γιατί οι μαθητές έχουν την πρωτοβουλία του σχεδιασμού και των πειραματισμών που θα πραγματοποιήσουν.

2. Παρέχει ποικίλους τρόπους προσέγγισης: Συχνά παρατηρείται οι μαθητές να χρησιμοποιούν διαφορετικό σημείο εκκίνησης μίας δραστηριότητάς τους, όπως ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός, η αισθητική πλευρά. Επιλέγουν συνήθως, εκείνες τις δραστηριότητες που τους δίνουν ασφάλεια και στη συνέχεια εξερευνούν και τις περιοχές εκείνες στις οποίες νοιώθουν λιγότερο ασφαλείς.

3. Υπάρχει η αίσθηση της κοινότητας: Μέσα από συζητήσεις, παρουσιάσεις, σχολιασμούς μπορεί να δημιουργηθεί και να εδραιωθεί η αίσθηση της κοινότητας. Πέρα από την ενεργό συμμετοχή στην υλοποίηση του έργου, η κοινότητα κρατά του μαθητές και νοητικά ενεργούς.

Οι Rusk, Resnick, Berg & Pezalla-Granlund (Rusk, et al., 2008) με αφορμή ένα προπτυχιακό σεμινάριο, που αποσκοπούσε στην καλλιέργεια επιστημονικού αλφαριθμητισμού σε φοιτητές διαφόρων ειδικοτήτων παρατηρούν, ότι, για να είναι εύκολη η ενασχόληση όλων των μαθητών με τη ρομποτική, είναι καλό να ακολουθηθούν μερικές βασικές αρχές κατά το σχεδιασμό του αντίστοιχου σεμιναρίου:

Ανάπτυξη μαθημάτων γύρω από ένα θέμα: Οι συμμετέχοντες σε ένα τέτοιο σεμινάριο μπορεί να κατασκευάζουν έργα γύρω από ένα θέμα. Για παράδειγμα, όργανα μουσικής, διαδραστικά κοσμήματα, χαρακτήρες από διηγήματα ή ταινίες. Τα θέματα αυτά θα πρέπει να είναι αρκετά πλατιά, έτσι ώστε να δίνουν την ευκαιρία στον καθένα να σχεδιάσει κάτι που είναι κοντά στα ενδιαφέροντα του και αρκετά συγκεκριμένα, έτσι ώστε να υπάρχει το αίσθημα της κοινής εμπειρίας μέσα στην ομάδα. Οι μαθητές επιμένουν περισσότερο σε θέματα που έχουν ενδιαφέρον για αυτούς, και έτσι δημιουργούνται βαθύτερες σχέσεις ανάμεσα στις εμπειρίες που αποκτούνται και τις επιστημονικές έννοιες.

Συνδυασμός τέχνης και τεχνολογίας: Ο εμπλουτισμός ενός έργου ρομποτικής μπορεί να γίνει μέσα από την διαθεματικότητα. Για παράδειγμα, η κατασκευή ενός κουτιού που προστατεύει ένα αυγό μπορεί να εμπλουτιστεί, αν εμπλουτιστεί αισθητικά με ποικίλα υλικά.

Αφήγηση ιστοριών: Τα παιδιά αλληλεπιδρούν με τα παιχνίδια τους με δύο τρόπους. Κάποια ενδιαφέρονται να βρουν μοτίβα και κανονικότητες και άλλα εκφράζονται καλύτερα μέσα από το δραματολογικό στοιχείο. Αυτή η δεύτερη ομάδα μπορεί να εκφραστεί καλύτερα μέσα από δραστηριότητες αφήγησης. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν να εμπλακούν και μαθητές μικρής ηλικίας που ενδιαφέρονται για τη λογοτεχνία και την αφήγηση.

Εκθέσεις και όχι διαγωνισμοί: Πολλοί μαθητές συμμετέχουν σε διαγωνισμούς και έχουν θετικά συναισθήματα από την εμπειρία αυτή. Οι διαγωνισμοί κινητοποιούν αυτούς τους μαθητές, αλλά ταυτόχρονα αποξενώνουν κάποιους άλλους. Σε κάποιες άλλες περιπτώσεις, η εργασία των μαθητών αποσκοπεί στην οργάνωση

μιας έκθεσης, όπου η ευρύτερη κοινότητα καλείται να συμμετάσχει. Ο ανοιχτός τύπος της έκθεσης μπορεί να φιλοξενήσει ανθρώπους όλων των δυνατοτήτων και επιτρέπει τη δημιουργικότητα συντηρώντας την κινητοποίηση.

Ο Williams και οι συνεργάτες του, (Williams et al., 2008) ως αποτέλεσμα της εμπειρίας που απέκτησαν, διατύπωσαν έξι αρχές για το σχεδιασμό περιβαλλόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής οι οποίες προωθούν την κατανόηση εννοιών των Φυσικών Επιστημών και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων:

Αρχή 1: Παροχή κατάλληλων υποστηρικτικών πηγών (μικρές διαλέξεις, παραδείγματα, πληροφορίες, υποστηρικτικά εργαλεία) όταν χρειάζεται για την υλοποίηση ενός έργου. Αυτό εξυπηρετεί τόσο την ανάπτυξη της εργασίας των μαθητών όσο και τη σύνδεση των αντίστοιχων επιστημονικών εννοιών με τη συγκεκριμένη κατάσταση (εμπειρία) που αντιμετωπίζει ο μαθητής.

Αρχή 2: Οι μαθητές θα πρέπει να ενθαρρύνονται να υποστηρίξουν τις κατασκευές τους και να εξηγούν τις παρατηρήσεις τους με τη χρήση των επιστημονικών γνώσεων που έχουν. Παρουσιάσεις σε μικρές ομάδες ή στην ολομέλεια βοηθούν στη καλλιέργεια τέτοιων αναστοχαστικών δεξιοτήτων.

Αρχή 3: Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα θα πρέπει να βοηθούν τους μαθητές να εξερευνούν ελεύθερα το υλικό που έχουν στη διάθεση τους, αλλά και να ακολουθούν την επιστημονική μέθοδο για την ολοκλήρωση συγκεκριμένων έργων. Χρειάζεται να βρεθεί μία ισορροπία ανάμεσα στην ελεύθερη εξερεύνηση του υλικού και στη συστηματική επιστημονική έρευνα για τη λύση προβλημάτων.

Αρχή 4: Οι μαθητές με διαφορετικό επίπεδο εμπειρίας πιθανότατα χρειάζονται διαφορετικές δραστηριότητες. Οι μαθητές με μικρή εμπειρία φάνηκε να ευεργετούνται από τις δομημένες δραστηριότητες.

Αρχή 5: Μεγάλης διάρκειας προγράμματα μπορεί να συμβάλλουν θετικά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας.

Αρχή 6: Οι εμπυχωτές στην καθοδήγηση τους θα πρέπει να στοχεύουν τόσο στην καλλιέργεια επιστημονικών γνώσεων όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής έρευνας.

Η μελέτη της γνώσης που αξιοποιούν οι μαθητές και του ρόλου της διδασκαλίας σε σεμινάρια ρομποτικής οδήγησε τους Barak & Zadok (2009) να επανεξετάσουν το ρόλο της διδασκαλίας στο περιβάλλον της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Προτείνουν, η εισαγωγή νέων εννοιών στους μαθητές με διδασκαλία να γίνεται στο πλαίσιο της εργασίας των μαθητών και να αποβλέπει στη βελτίωση της, να γίνεται με τρόπο ευέλικτο και απλό, ως εμπλουτισμός της δραστηριότητας ρομποτικής και όχι σαν υποχρεωτικό μάθημα, εστιάζοντας στην ποιοτική κατανόηση των εννοιών. Οι ίδιοι επίσης, επισημαίνουν την ανάγκη κατάλληλης καθοδήγησης των μαθητών τόσο στη λύση προβλημάτων όσο και στη δημιουργική αξιοποίηση των πόρων.

Οι Carbonaro, Rex & Chambers, (Carbonaro, et al., 2004) προτρέπουν τους εκπαιδευτικούς να οργανώσουν τη διδασκαλία τους γύρω από μια συνθετική εργασία: η επιλογή μιας κατάλληλης ερώτησης ή ενός κατάλληλου αυθεντικού θέματος μπορεί να οδηγήσει σε δημιουργική ομαδική δουλειά που θα διαρκέσει για μία εκτεταμένη χρονική περίοδο. Αυτό θα δώσει τον απαραίτητο χρόνο στους μαθητές να εξερευνήσουν το υλικό, να διατυπώσουν και να ερευνήσουν ερωτήματα, να εκφράσουν τις ιδέες τους. Την ανάγκη για εκτεταμένης διάρκειας εφαρμογές παρατηρεί και η Sullivan (Sullivan, 2008).

Πίνακας 5: Εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ρομποτικής: θέματα, χαρακτηριστικά και εργαλεία

Εργασία	Χαρακτηριστικά
(Resnick & Ocko, 1991)	Θέμα: κατασκευή οργάνων μέτρησης Ατομικό Σχεδιασμός ατομικών πειραμάτων
Barak & Zadok, 2009	Θέμα: Καλάμι ψαρέματος με συγκεκριμένη αντοχή, πέταγμα μπάλας σε καλάθι, κίνηση προς τα πάνω σε κεκλιμένο επίπεδο Ομαδικό Μικρές διαλέξεις, ανάρτηση εκπαιδευτικού υλικού στον πίνακα της τάξης, οι μαθητές ετοίμαζαν παρουσιάσεις των εργασιών του, ψηφιακό υλικό
Nugent, et al., 2009	Θέμα: έλεγχος κίνησης από απόσταση ενός ρομπότ με σύστημα GPS, προσομοίωση πραγματικών προβλημάτων όπως ψεκασμός δέντρων. Ομαδικό Χρήση και άλλων εργαλείων για την χαρτογράφηση, μικρές διαλέξεις, πρακτικές ασκήσεις επέκτασης, φύλλα εργασίας.
Nourbakhsh, et al., 2005	Θέμα: έλεγχος κίνησης από απόσταση, αναζήτηση αντικειμένου και παρακολούθηση του, αγώνας ταχύτητας Ομαδικό Συνδυασμός μαθημάτων με διαλέξεις ειδικών με σχετικό θέμα, κάθε εβδομάδα κατέθεταν έκθεση αναστοχασμού πάνω στην δουλειά της ομάδας και τα προβλήματα που έλυαν, παρουσίαζαν τις εργασίες τους και τις ανέλυαν σε ένα ιστότοπο, σε διαγωνισμό και σε ανοιχτές εκθέσεις.
Chambers, et al., 2007	Θέμα: κατασκευή κινούμενων οχημάτων με γρανάζια Ομαδικό Χρήση κατασκευαστικών οδηγιών, ημερολόγιο καταγραφής της εξέλιξης της εργασίας, διαγράμματα ροής.

Σύνοψη

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν στοιχεία που συνδέονται με την εξέλιξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής με μεγαλύτερη έμφαση στις τεχνολογίες, που είναι προσιτές σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης τόσο από πλευράς κόστους, όσο και από πλευράς γνωστικών απαιτήσεων. Στη συνέχεια, διερευνήθηκαν η εκπαιδευτική ρομποτική ως διαθεματικό περιβάλλον μάθησης στις Φυσικές Επιστημες και τα αποτελέσματα της έρευνας στο πεδίο αυτό. Γίνεται σαφές ότι η ενασχόληση με κατασκευαστικά έργα έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτά της επιστημονικής μεθόδου, ενώ ταυτόχρονα διευρύνεται η θεματολογία έρευνας. Επίσης, έγινε σαφές ότι η χρήση της ρομποτικής σε ανοιχτά περιβάλλοντα μπορεί να λειτουργήσει θετικά τόσο στη μελέτη συγκεκριμένων εννοιών, όσο και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα της ρομποτικής οργανώνουν την εργασία γύρω από ένα θέμα μελέτης, το οποίο και αποτελεί την αφορμή για την εργασία των μαθητών. Σε αυτά τα περιβάλλοντα, εμπλέκεται η χρήση διδακτικών στρατηγικών όπως η έρευνα, ο πειραματισμός και η λύση προβλήματος σε ένα περιβάλλον με έντονα στοιχεία αυτόνομης εργασίας των μαθητών. Η οργάνωση της διδακτικής πράξης με το μοντέλο της συνθετικής εργασίας φαίνεται να ανταποκρίνεται επαρκώς στις δυνατότητες που έχει το περιβάλλον της ρομποτικής.

Στο πλαίσιο της παρούσας διατριβής, θα μελετήσουμε τόσο τα χαρακτηριστικά της οργάνωσης της διδασκαλίας μέσω συνθετικών εργασιών, όσο και τα

χαρακτηριστικά της μάθησης σε ένα αυτόνομο περιβάλλον μάθησης, με στόχο την οργάνωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος ρομπωτικής.

3. Η συνθετική εργασία ως διδακτική μεθοδολογία

Η συνθετική εργασία είναι ένας συνεκτικός τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας και της μάθησης, ο οποίος είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να εμπλέκει τους μαθητές στην έρευνα αυθεντικών προβλημάτων (Blumenfeld, et al., 1991). Περιστρέφεται γύρω από ένα ερώτημα το οποίο είναι ενδιαφέρον και προτρέπει τους μαθητές να σχεδιάσουν, να αναζητήσουν τη λύση προβλημάτων, να διερευνήσουν ερωτήματα και να πάρουν αποφάσεις. Συχνά, έχει εκτεταμένη χρονική διάρκεια (Thomas, 2000). Το σύνολο της εργασίας των μαθητών οργανώνεται σε ένα τελικό προϊόν, ένα τέχνημα ή μία παρουσίαση (Blumenfeld, et al., 1991). Άλλα χαρακτηριστικά των συνθετικών εργασιών είναι ότι η εργασία είναι συνήθως ομαδική, εμπλέκει έννοιες από ποικίλες θεματικές περιοχές, οι μαθητές παίρνουν αποφάσεις για την πορεία που θα ακολουθήσουν, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι υποστηρικτικός και καθοδηγητικός.

Η χρήση των συνθετικών εργασιών στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει τις ρίζες της στην παράδοση της εμπειρικής μάθησης, όπως αυτή διατυπώθηκε στην αρχή του αιώνα από τον John Dewey και στην αξιοποίηση αυθεντικών προβλημάτων στην μάθηση του Kilpatrick (Helle, et al., 2006: Capraro & Slough 2009). Η λύση προβλημάτων, η αποκαλυπτική μέθοδος, η διερευνητική μάθηση και η επιστημονική έρευνα μοιράζονται με τις συνθετικές εργασίες παρόμοια μαθησιακά οφέλη.

Τα τελευταία χρόνια, οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση ενισχύουν ακόμα περισσότερο με επιχειρήματα την άποψη που θέλει τις συνθετικές εργασίες να καθοδηγούν αποτελεσματικότερα τη μάθηση. Συχνά λοιπόν, επιλέγονται από τους εκπαιδευτικούς ως μέσο για την ανανέωση της διδακτικής πράξης και αξιοποιούνται στη διδασκαλία μέρους του αναλυτικού προγράμματος. Δεν λείπουν, βέβαια, και οι περιπτώσεις στις οποίες η μεθοδολογία της συνθετικής εργασίας χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη του συνόλου του αναλυτικού προγράμματος ενός μαθήματος. Στην αρθρογραφία αυτή, η προσέγγιση καθιερώθηκε με τον όρο Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών (ΜμΣΕ).

Στην παρούσα διατριβή, η συνθετική εργασία αντιμετωπίζεται ως μεθοδολογία οργάνωσης μέρους των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ενός μαθήματος. Στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα μελετήσουμε σε έκταση τον τρόπο με τον οποίο ορίζονται οι συνθετικές εργασίες, τα επιχειρήματα υπέρ της ένταξής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, καθώς και τις δυσκολίες που απορρέουν από την εφαρμογή τους στην τάξη. Η ενότητα θα ολοκληρωθεί με την επεξεργασία ενός μοντέλου ανάπτυξης συνθετικών εργασιών στην περιοχή των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας.

3.1 Ορισμοί και χαρακτηριστικά των συνθετικών εργασιών

Ο όρος συνθετική εργασία εμφανίζεται στην αρθρογραφία στην αρχή του αιώνα και συνδέεται με τη δευτεροβάθμια και την επαγγελματική εκπαίδευση. Ιστορικά, η χρήση του όρου αποδίδεται στον Charles R. Richards (Heitmann, 1996), αξιοποιείται από τον Dewey (1910) στο πλαίσιο της εμπειρικής μάθησης και τον Kilpatrick (1918) στο πλαίσιο της επαγγελματικής εκπαίδευσης (Heitmann, 1996). Ο Adderley (1975) διατύπωσε έναν ορισμό της έννοιας που περιγράφει ικανοποιητικά ένα εύρος δραστηριοτήτων σε ένα σύγχρονο περιβάλλον μάθησης.

Η συνθετική εργασία:

αναφέρεται σε ένα πρόβλημα το οποίο δεν καθορίζεται απαραίτητα από το μαθητή,

προϋποθέτει πρωτοβουλίες εκ μέρους του μαθητή ή της ομάδας των μαθητών και περιλαμβάνει ποικίλες εκπαιδευτικές δραστηριότητες,

έχει ως τελικό αποτέλεσμα ένα προϊόν (τέχνημα),

έχει μεγάλη χρονική διάρκεια, παρόλο που η διάρκεια κάθε εργασίας μπορεί να ποικίλει από ένα απόγευμα έως μερικά χρόνια,

εμπλέκει τους εκπαιδευτικούς σε ρόλο καθοδηγητικό και συμβουλευτικό.

(από Helle, et al., 2006).

Σήμερα, ο όρος αυτός λειτουργεί ως ομπρέλα καλύπτοντας ένα φάσμα εφαρμογών οι οποίες ποικίλουν μεταξύ τους, όπως: οι ερευνητικές εργασίες στο πεδίο, η διερεύνηση προβλημάτων, η πειραματική εργασία και η λύση προβλημάτων. Ο Tomas (2000), συνοψίζοντας τις εργασίες άλλων ερευνητών, καταγράφει πέντε κριτήρια τα οποία θεωρεί απαραίτητα να πληρούνται, ώστε μια εργασία να χαρακτηριστεί συνθετική και να συνάδει με τις σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση:

(α) *Η συνθετική εργασία έχει κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία*: Η συνθετική εργασία έχει συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους και είναι σημαντικό στοιχείο στην ανάπτυξη τους αναλυτικού προγράμματος. Δεν αποτελεί συμπληρωματική διδακτική παρέμβαση (πρακτική άσκηση, εφαρμογή, δραστηριότητα επέκτασης) που λειτουργεί υποστηρικτικά σε κάποια άλλης μορφής διδασκαλία και δεν αναφέρεται σε ενότητες που δεν ανήκουν στο αναλυτικό πρόγραμμα.

(β) *Το θέμα της συνθετικής εργασίας προτρέπει τους μαθητές στη μελέτη συγκεκριμένων εννοιών*: Το θέμα της συνθετικής εργασίας μπορεί να είναι μία ερώτηση (καθοδηγητική ερώτηση) ή ένα μερικώς ορισμένο πρόβλημα. Η δομή του οφείλει να είναι τέτοια ώστε να ωθεί τους μαθητές στη μελέτη των εννοιών που η συγκεκριμένη συνθετική εργασία καλύπτει και να καθοδηγεί τη σκέψη δημιουργικά.

(γ) *Η συνθετική εργασία εμπεριέχει δραστηριότητες οικοδόμησης εννοιών*: Η υλοποίηση της συνθετικής εργασίας προϋποθέτει την εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες όπως η διατύπωση προβλημάτων, η διερεύνηση ερωτημάτων, η λήψη αποφάσεων και η ανακάλυψη. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες οφείλουν να οδηγούν στο μετασχηματισμό της υπάρχουσας γνώσης και στην οικοδόμηση νέας.

(δ) *Οι συνθετικές εργασίες αναπτύσσονται από τους μαθητές*: μία συνθετική εργασία προβλέπει την αυτόνομη εργασία των μαθητών, δεν έχει προκαθορισμένη πορεία και τελικά αποτελέσματα. Ο σχεδιασμός της εργασίας και οι διαδικασίες που θα ακολουθηθούν για την υλοποίηση της είναι αποφάσεις που παίρνουν οι μαθητές με δική τους πρωτοβουλία και ευθύνη.

(ε) *Οι συνθετικές εργασίες αφορούν πραγματικά προβλήματα*: τα θέματα είναι επιλεγμένα έτσι ώστε να έχουν αυθεντικό χαρακτήρα. Αυτό μπορεί να καθοριστεί από τους ρόλους στην ομάδα, το περιβάλλον της συνθετικής εργασίας και το είδος του έργου που υλοποιείται.

Ο Mergendoller, και οι συνεργάτες του περιγράφουν την έννοια της συνθετικής εργασίας αναφερόμενοι στα παρακάτω βασικά χαρακτηριστικά (Mergendoller, et al., 2006):

Οι συνθετικές εργασίες περιλαμβάνουν αυθεντικές δραστηριότητες οι οποίες:

- α) μπορεί να είναι δραστηριότητες παρόμοιες με αυτές που συναντάμε στον πραγματικό κόσμο,
- β) μπορεί να είναι μερικώς καθορισμένα προβλήματα τα οποία αποκτούν την τελική τους περιγραφή με τη βοήθεια των μαθητών που συμμετέχουν,
- γ) απαιτούν εκτεταμένη έρευνα καθώς και αξιοποίηση πηγών και πόρων,
- δ) προτρέπουν τους μαθητές στην αξιολόγηση πληροφοριών και στην εξέταση διαφορετικών όψεων,
- ε) προϋποθέτουν τη συνεργασία για την ολοκλήρωσή τους,
- στ) εμπλέκουν αξίες και πεποιθήσεις των μαθητών προτρέποντας τους στην αξιολόγηση τους,
- ζ) εμπλέκουν γνώσεις και ικανότητες από διαφορετικές γνωστικές περιοχές (διαθεματικότητα),
- η) έχουν συνυφασμένη την αξιολόγηση και τη μάθηση με τρόπο παρόμοιο μ' εκείνο που συμβαίνει στην καθημερινή μας ζωή,
- θ) οδηγούν στην παραγωγή τεχνημάτων που έχουν αξία και πέρα από το πλαίσιο της σχολικής ζωής,
- ι) επιτρέπουν ποικίλα αποτελέσματα και πολλαπλές λύσεις.

Ο Krajcik και οι συνεργάτες του (Krajcik et al., 1994), στην προσπάθειά να περιγράψουν τα χαρακτηριστικά των αποτελεσματικών συνθετικών εργασιών στις Φυσικές Επιστήμες, επικεντρώνονται σε 5 βασικά σημεία:

α) Μία καλή ερώτηση/πρόκληση που έχει σχέση με το αναλυτικό πρόγραμμα και τις έννοιες που διδάσκονται οι μαθητές. Η ερώτηση/πρόκληση αυτή οφείλει να συνδυάζει στοιχεία από τον πραγματικό κόσμο, τα οποία οι μαθητές αναγνωρίζουν και τα αποδέχονται ως σημαντικά. Αυτό το χαρακτηριστικό συμβάλει στην κινητοποίηση για την υλοποίηση της αντίστοιχης εργασίας. Η ερώτηση /πρόκληση οφείλει επίσης, να είναι μέσα στο πλαίσιο των ικανοτήτων των μαθητών. Ειδικότερα, απαιτείται μια ποσότητα προϋπάρχουσας γνώσης, η οποία θα τους επιτρέψει να ειδικεύσουν ερωτήματα και να οργανώσουν μία αποτελεσματική έρευνα.

β) Έρευνα σε πηγές και διερεύνηση ερωτημάτων: Η εργασία των μαθητών οφείλει να επεξεργάζεται σε βάθος τις έννοιες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με δραστηριότητες όπως η συστηματική έρευνα, που περιλαμβάνει στάδια όπως ο σχεδιασμός της δράσης, η έρευνα στον πραγματικό κόσμο, η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Προϋποθέτει επίσης, να μην είναι εκ των προτέρων προφανής στους μαθητές η διαδικασία η οποία πρέπει να ακολουθηθεί.

γ) Δημιουργία τεχνημάτων: Τα προϊόντα της έρευνας των μαθητών οδηγούν στη δημιουργία τεχνημάτων. Η έρευνα για την κατασκευή τους διασφαλίζει την ενεργό νοητική εμπλοκή των μαθητών και την αξιοποίηση της γνώσης σε πραγματικά προβλήματα. Τα τεχνήματα αυτά αποτελούν ενδείξεις της κατανόησης των μαθητών, μπορούν να αξιολογηθούν και να κοινοποιηθούν σε μία ευρύτερη κοινότητα.

δ) Συνεργασία: Η συνεργασία μεταξύ των μελών μίας μικρής ομάδας, των ομάδων μεταξύ τους, των μαθητών και του εκπαιδευτικού, του σχολείου με την

ευρύτερη κοινότητα των γονέων ή ειδικών επιστημόνων ενθαρρύνεται στην υλοποίηση συνθετικών εργασιών. Η εμπειρία της ομάδας μοιράζεται σε όλα τα μέλη με τα ανάλογα θετικά αποτελέσματα. Οι ιδέες αναπτύσσονται, δοκιμάζονται και επεκτείνονται στην προσπάθεια των μαθητών να βρουν απαντήσεις. Η μορφή της συνεργασίας οφείλει να επιτρέπει την ελεύθερη αλληλεπίδραση των μελών, η οποία μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες της εργασίας, υποστηρίζει την έρευνα και οδηγεί στην από κοινού ευθύνη για την τελική έκβαση της εργασίας. Πρόκειται, επομένως, για μια κοινότητα μάθησης και διερεύνησης με ρόλους που προκύπτουν μέσα από τη διαπραγμάτευση των μελών ανάλογα με τις ανάγκες.

ε) Νοητικά εργαλεία: τα σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία μπορούν να συλλέγουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και να οπτικοποιήσουν σύνθετες καταστάσεις, να συμβάλλουν στην οργάνωση και επεξεργασία των δεδομένων. Μπορούν, επομένως, να λειτουργήσουν υποστηρικτικά ως νοητικοί βοηθοί στην μάθηση αλλά και να κινητοποιήσουν τους μαθητές.

Οι συνθετικές εργασίες έχουν, επίσης, συνδεθεί και με την «βαθύτερη» κατανόηση εννοιών που έχουν σημαντική θέση στο αναλυτικό πρόγραμμα ενός μαθήματος. Ο Mergendoller και οι συνεργάτες του (Mergendoller, et al., 2006) διατυπώνουν τρία κριτήρια αξιολόγησης των αυθεντικών επιτευγμάτων στην μάθηση. Αναλυτικότερα ενδείξεις κατανόησης σε βάθος υπάρχουν όταν α) στα αποτελέσματα της εργασίας υπάρχει παραγωγή και όχι αναπαραγωγή γνώσης β) τα προϊόντα είναι αποτέλεσμα της αξιοποίησης των γνώσεων που έχει ο μαθητής, της επεξεργασίας τους σε βάθος και της αξιοποίησης τους σε ένα περιβάλλον συνεργασίας και επικοινωνίας γ) τα αποτελέσματα έχουν αξία για το κάθε συμμετέχοντα, αλλά και για την κοινωνία που το περιβάλλει έξω από το πλαίσιο του σχολείου.

Συχνά στη βιβλιογραφία γίνεται διαχωρισμός ανάμεσα στην περίπτωση της χρήσης των συνθετικών εργασιών για την ανάπτυξη του αναλυτικού προγράμματος ενός μαθήματος, προσέγγιση που χαρακτηρίζεται ως Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών (project based learning) και στη χρήση των συνθετικών εργασιών σε μικρά τμήματα του αναλυτικού προγράμματος σε συνδυασμό και με άλλες διδακτικές στρατηγικές όπως η διάλεξη. Αυτή η προσέγγιση χαρακτηρίζεται απλά ως συνθετική εργασία (Heitmann, 1996: Mergendoller, et al., 2006).

Οι συνθετικές εργασίες εμπεριέχουν στοιχεία παρόμοια με άλλες διαδικασίες μάθησης όπως η διερευνητική μάθηση, η λύση προβλήματος και η εγκαθιδρυμένη μάθηση. Συχνά, στην αρθρογραφία χρησιμοποιούνται διαφορετικοί όροι για να περιγράψουν παρόμοιες διδακτικές στρατηγικές, πράγμα που δείχνει ότι τα όρια των προσεγγίσεων δεν είναι διακριτά. Μέρος μιας συνθετικής εργασίας μπορεί να είναι η λύση ενός ή περισσότερων προβλημάτων, η προσέγγιση στην θεματολογία μπορεί να συνάδει με τις αρχές της εγκαθιδρυμένης μάθησης και τέλος, η διαδικασία προσεγγίσεις της λύσης μπορεί να γίνεται μέσα από τις διαδικασίες της διερευνητικής μάθησης.

Η ανάπτυξη και υλοποίηση μίας συνθετικής εργασίας εμπεριέχει συχνά τη λύση προβλήματος. Ωστόσο, οι συνθετικές εργασίες και η λύση προβλήματος (problem based learning) αποτελούν διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις. Ο διαχωρισμός τους μπορεί να στηριχθεί στα παρακάτω σημεία. Στην περίπτωση της λύσης προβλήματος, οι μαθητές ενεργούν μόνοι τους χωρίς καμία βοήθεια από τον εκπαιδευτικό χρησιμοποιώντας τις γνώσεις και τις τεχνικές έρευνας που γνωρίζουν. Είναι υποχρεωμένοι να αναπτύξουν ένα σχέδιο δράσης που θα τους οδηγήσει στη λύση. Η έμφαση, κυρίως, είναι στην ορθότητα της διαδικασίας που

θα ακολουθηθεί και λιγότερο στο αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής. Στην περίπτωση της συνθετικής εργασίας, η λύση ενός προβλήματος είναι μία από τις εργασίες τις οποίες οφείλουν να υλοποιήσουν οι μαθητές για να ολοκληρώσουν την εργασία τους. Η έμφαση εδώ δίνεται στο τελικό προϊόν της εργασίας, από το οποίο απορρέουν τα κριτήρια αξιολόγησης της εργασίας.

Τα παραπάνω διαφοροποιούν ανάλογα και την καθοδήγηση που παρέχει ο εκπαιδευτικός. Στην περίπτωση της λύσης προβλήματος, ο εκπαιδευτικός έχει πολύ περιορισμένη συμμετοχή, αλλά διασφαλίζει με τις παρεμβάσεις του την ορθότητα των ακολουθούμενων διαδικασιών. Στην περίπτωση μιας συνθετικής εργασίας, ο εκπαιδευτικός μπορεί να έχει μεγαλύτερη συμμετοχή (παροχή πληροφοριακού υλικού, διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες κλπ), ενώ, ταυτόχρονα, διασφαλίζει την ολοκλήρωση της εργασίας ως προς το τελικό προϊόν. Τόσο η ανάπτυξη συνθετικών εργασιών όσο και η λύση προβλήματος περιλαμβάνει σχεδιασμό των βημάτων των διαδικασιών που θα ακολουθηθούν, ωστόσο οι συνθετικές εργασίες είναι συνθετότερες και προσφέρουν πολύ περισσότερες ευκαιρίες για την ανάπτυξη δεξιοτήτων οργάνωσης και σύνθεσης. Οι συνθετικές εργασίες, τέλος, δίνουν περισσότερες ευκαιρίες για συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ μελών μιας ομάδας αλλά και ευκαιρίες για διαθεματικότητα. (Κοίμος, 1996).

Πίνακας 6: Σύγκριση των προσεγγίσεων «Μάθηση μέσω Λύσης Προβλήματος» και «Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών» (προσαρμογή Hmelo-Silver, 2004.)

	Μάθηση μέσω Λύσης Προβλήματος	Μάθηση μέσω Συνθετικών εργασιών
Το πρόβλημα	Ρεαλιστικό, μερικώς δομημένο πρόβλημα.	Κατευθυντήρια ερώτηση.
Ο ρόλος του προβλήματος	Στοχεύει στην απόκτηση γνώσης και στη διατύπωση συλλογισμών.	Στοχεύει στην επιστημονική διερεύνηση η οποία οδηγεί στην παραγωγή συγκεκριμένων προϊόντων.
Η διαδικασία	Αναγνώριση σχετικών γνώσεων, διατύπωση ιδεών και θεμάτων μελέτης, αυτορρύθμιση, ανάκληση και αναστοχασμός.	Μαθησιακός κύκλος: Πρόβλεψη, παρατήρηση, εξήγηση.
Ο ρόλος του εκπαιδευτικού	Διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία και μοντελοποιεί συλλογισμούς.	Εισάγει σχετικές έννοιες πριν και κατά τη διάρκεια της διερεύνησης. Κατευθυνόμενη διερεύνηση.
Η συνεργασία	Διαπραγμάτευση ιδεών. Κάθε μαθητές φέρνει νέες πληροφορίες στην ομάδα.	Διαπραγμάτευση ιδεών με τους συμμαθητές και την τοπική κοινότητα.
Τα εργαλεία	Πίνακας ανακοινώσεων. Πηγές που εντοπίζουν οι μαθητές.	Ο υπολογιστής ως εργαλείο που υποστηρίζει το σχεδιασμό, τη συλλογή δεδομένων, την ανάλυση, τη μοντελοποίηση και τη συλλογή πληροφοριών.

Η διερευνητική μάθηση από την άλλη πλευρά, αποτελεί μία μαθησιακή εμπειρία, στην οποία οι μαθητές σε ομάδες ή ατομικά διατυπώνουν ερωτήσεις, συλλέγουν

δεδομένα, τα ερμηνεύουν και τα αξιολογούν καταλήγοντας σε συμπεράσματα (Kuhn, et al., 2000). Μπορεί κάλλιστα μία ερώτηση, πρόβλημα ή μία συνθετική εργασία να προσεγγιστεί με διερευνητικό τρόπο.

Συνοψίζοντας, επομένως, τα χαρακτηριστικά των συνθετικών εργασιών, μπορούμε να πούμε ότι είναι ένας τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας που οδηγεί στη βαθύτερη κατανόηση προτρέποντας τους μαθητές να εμπλακούν όχι μόνο στην κατασκευή τεχνημάτων, αλλά και στην έρευνα γύρω από έννοιες και ερωτήσεις που έχουν σημασία για αυτούς και κατέχουν κεντρικό ρόλο στο αναλυτικό πρόγραμμα που μελετούν. Η μάθηση σε αυτο το πλαίσιο είναι αυθεντική και χαρακτηρίζεται από την οικοδόμηση εκ μέρους των μαθητών νέας γνώσης, η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα της χρήσης πρότερης γνώσης και της έρευνας για βαθύτερη κατανόηση, εμπειριέχει την επικοινωνία των ιδεών με άλλους και έχει αξία για όσους εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή.

Επιπροσθέτως, οι συνθετικές εργασίες αποβλέπουν όχι μόνο στη οικοδόμηση γνώσης, αλλά και στην απόκτηση δεξιοτήτων αξιοποίησης αυτής της γνώσης στο παρόν και στο μέλλον. Σε αυτό, μπορεί να περιλαμβάνεται και η απόκτηση δεξιοτήτων επικοινωνίας, οργάνωσης, έρευνας, αυτο-αξιολόγησης, αναστοχασμού και οικοδόμησης γνώσης. Όλα τα παραπάνω, αποτελούν πρωταρχικούς στόχους της εκπαίδευσης του 21^{ου} αιώνα.

Η συνθετική εργασία είναι, επομένως, μία μεθοδολογία οργάνωσης της διδακτικής πράξης, η οποία αποσκοπεί στη συνεργατική μελέτη αυθεντικών θεμάτων αξιοποιώντας τεχνικές έρευνας και λύσης προβλήματος σε ένα περιβάλλον κατευθυνόμενο κυρίως από το μαθητή.

3.2 Ένταξη συνθετικών εργασιών στο αναλυτικό πρόγραμμα, πλεονεκτήματα και προκλήσεις

Η ένταξη συνθετικών εργασιών στη διδασκαλία, τόσο στο πλαίσιο κλασικών προγραμμάτων σπουδών, όσο και ως τρόπος ανάπτυξης ενός αναλυτικού προγράμματος, μπορεί να στηριχθεί σε πολλά επιχειρήματα. Ο Heitmann (1996) ταξινομεί τα επιχειρήματα σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη συνδέεται με τη μάθηση ως νοητική διεργασία, η δεύτερη κατηγορία αφορά την κριτική που γίνεται στις επιστήμες για τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται με την κοινωνία και την οικονομία, η τρίτη κατηγορία αφορά στη συνάφεια που έχουν οι συνθετικές εργασίες με τον πραγματικό κόσμο και το χώρο εργασίας στον οποίο θα βρεθούν οι μαθητές μετά το τέλος των σπουδών τους και η τέταρτη κατηγορία αφορά την κοινωνική διάσταση της εκπαίδευσης.

Στο πλαίσιο των συνθετικών εργασιών, συνδυάζονται διαδικασίες μάθησης που συναντώνται σε ποικίλες προσεγγίσεις της μάθησης όπως ο εποικοδομισμός (Piaget, 1969: Papert, 1980: Jonassen 1999), ο κοινωνικός εποικοδομισμός (Vygosky, 1980), η 'εγκαθιδρυμένη μάθηση' (Brown, et al., 1989), η 'αγκυροβολημένη μάθηση' (Cognition and Technology group at Vanderbilt, Goldman, 1994), η γνωστική μαθητεία (Brown, et al., 1989b), η διερευνητική μάθηση (Bruner, 1961) και η λύση προβλήματος (Savery & Duffy 1996: Jonassen, et al., 2002). Βασική υπόθεση είναι ότι η μάθηση είναι μία διαδικασία στην οποία οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά τόσο φυσικά, όσο και νοητικά. Η κινητοποίηση και δέσμευση των μαθητών στηρίζεται με ποικίλους τρόπους, όπως, για παράδειγμα, με τη μελέτη θεμάτων που έχουν αυθεντικό χαρακτήρα και σχετίζονται με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Η γνώση που χρησιμοποιείται, καθώς και η γνώση που οικοδομείται μέσα από τις διαδικασίες της ενεργού συμμετοχής στη λύση πραγματικών προβλημάτων, είναι

αποτελεσματικότερη (Land, et al., 2000), έχει μεγαλύτερη διάρκεια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανάλογες καταστάσεις (Brown, et al., 1989: DeFillippi, 2001).

Οι μαθητές που συμμετέχουν στην υλοποίηση συνθετικών εργασιών επιδεικνύουν καλύτερη κατανόηση της γνωστικής περιοχής που μελετούν, συγκριτικά με τους μαθητές που ακολουθούν παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις. Για παράδειγμα, οι μαθητές γυμνασίου που συμμετείχαν σε συνθετικές εργασίες τεχνολογίας είχαν καλύτερες ακαδημαϊκές επιδόσεις συγκριτικά με συνομηλίκους που διδάχθηκαν με παραδοσιακό τρόπο (Mioduser & Betzer, 2008). Η μέτρηση των επιδόσεων έγινε μέσω των τυποποιημένων γραπτών τεστ αξιολόγησης που έδιναν οι μαθητές στο τέλος της χρονιάς. Ανάλογα ευρήματα είχαν η Barron και οι συνεργάτες της σχετικά με τις γεωμετρικές γνώσεις των μαθητών που συμμετείχαν στην υλοποίηση συνθετικών εργασιών σχεδιασμού ενός «Παιχνιδότοπου» (Barron, et al., 1998).

Η ανάπτυξη εκπαιδευτικών στόχων μέσω συνθετικών εργασιών κινητοποιεί τους μαθητές και λειτουργεί θετικά ως προς τη δέσμευση τους στην υλοποίηση του έργου (Brush & Saye, 2008: ChanLin, 2008). Η αναζήτηση απαντήσεων σε πρωτότυπα ερωτήματα τα οποία προσαρμόζονται στα προσωπικά τους ενδιαφέροντα και η ανάθεση πρωτοβουλιών στην επιλογή των μέσων και των μεθόδων που θα χρησιμοποιήσουν, καθιστά τους μαθητές υπεύθυνους για την εργασία τους και τη μάθηση. Δημιουργεί το αίσθημα ότι αυτό τους ανήκει, συντηρεί το ενδιαφέρον τους και την εστίαση τους μέχρι την ολοκλήρωση του έργου (Blumenfeld, et al., 1991). Ερευνητικά ευρήματα συνδέουν την κινητοποίηση των μαθητών με τη χρήση στρατηγικών που ενισχύουν τη μάθηση και καλύτερες ακαδημαϊκές επιδόσεις (Pintrich & De Groot, 1990: Schunk, et al., 2010).

Συγκρίνοντας την πρακτική εργασία που συχνά χρησιμοποιείται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με τις συνθετικές εργασίες, μπορεί κανείς να πει ότι αυτές υπερτερούν έναντι των εργαστηριακών ασκήσεων, ως προς το γεγονός ότι η διαδικασία που ακολουθείται, καθώς και τα θέματα που διαπραγματεύονται έχουν νόημα για τους μαθητές που συμμετέχουν. Συχνά, οι εργαστηριακές ασκήσεις διαπραγματεύονται αφαιρετικές έννοιες με μεθόδους που έχουν καθοριστεί από το διδάσκοντα. Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν το σκοπό της εργασίας και συχνά αναλώνονται στην υλοποίηση διαδικασιών με περιορισμένα αποτελέσματα στην κατανόηση (Marx, 1997).

Οι νοητικές δεξιότητες που καλούνται να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές κατά τη διάρκεια υλοποίησης μιας συνθετικής εργασίας, όπως ο προγραμματισμός των εργασιών, η παρακολούθηση της διαδικασίας, ο αναστοχασμός και η κριτική αξιολόγηση, αποτελούν δομικά στοιχεία μίας αυτό-ρυθμιζόμενης συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της μάθησης (Mergendoller, et al., 2006).

Η χρήση των συνθετικών εργασιών στη διδασκαλία, τόσο στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να λειτουργήσουν σε ένα περιβάλλον ανάλογο με το εργασιακό περιβάλλον που θα συναντήσουν στο πλαίσιο της ενήλικης επαγγελματικής τους ζωής. Επομένως, μπορούν να αποτελέσουν ένα βήμα προς την κατεύθυνση της καλύτερης προετοιμασίας των μαθητών για την επαγγελματική ζωή (Heitmann, 1996).

Η σχολική γνώση συχνά ταξινομείται σε ενότητες μαθημάτων, οι οποίες προέρχονται από τη δομή των επιστημονικών πεδίων στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Στην καθημερινή, όμως, πραγματικότητα, η λύση ενός προβλήματος

απαιτεί τον συνδυασμό γνώσεων. Η υλοποίηση ενός θέματος συνθετικής εργασίας προϋποθέτει τη σύνδεση γνώσεων και δεξιοτήτων από διαφορετικές γνωστικές περιοχές αναδεικνύοντας έτσι το χαρακτήρα της γνώσης στον πραγματικό κόσμο (διαθεματικότητα). Μπορεί να θεωρηθεί επομένως κατάλληλη διδακτική προσέγγιση για την ανάδειξη των σχέσεων ανάμεσα στην επιστήμη, την τεχνολογία και την κοινωνία, βοηθώντας τους μαθητές να αποκτήσουν μία αντιπροσωπευτικότερη εικόνα του κόσμου που τους περιβάλλει (Heitmann 1996).

Τέλος, η κοινωνική διάσταση της μάθησης την οποία υπηρετούν οι συνθετικές εργασίες λαμβάνει τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερη προσοχή. Η αλληλεπίδραση με συνομηλίκους, με εκπαιδευτικούς και με ειδικούς μπορεί να εμπλουτίσει τη γνώση των μαθητών. Η ομαδική εργασία μπορεί να περιορίσει την επίδραση της έλλειψης γνώσης και εμπειρίας στο θέμα που μελετάνε οι μαθητές μέσα από την ανταλλαγή. Οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν τους συνομηλίκους τους ως πηγή πληροφοριών (Blumenfeld, et al., 1991) για την αναζήτηση των απαραίτητων πληροφοριών που θα τους επιτρέψουν να ολοκληρώσουν το έργο τους. Αυτό οδηγεί στην ενδυνάμωση της ομάδας και στη βελτίωση της ανεξαρτησίας της. Ταυτόχρονα, η συνεργασία καθοδηγεί τους μαθητές στην ανταλλαγή απόψεων, στην έκφραση ιδεών, στη διατύπωση επιχειρημάτων και γενικότερα, στην καλλιέργεια ανώτερων νοητικών λειτουργιών.

Αν και η ιδέα των συνθετικών εργασιών στην εκπαίδευση μετρά πολλά χρόνια ιστορίας η ένταξη τους στα αναλυτικά προγράμματα είναι περιορισμένη. Πολλοί λόγοι συνηγορούν στη διαμόρφωση αυτής της πραγματικότητας (Mergendoller, et al., 2006: Barron, et al., 1998).

Η ενασχόληση με τις συνθετικές εργασίες έχει μεγάλες απαιτήσεις διδακτικού χρόνου σε αναλυτικά προγράμματα τα οποία είναι ήδη πυκνά δομημένα. Έτσι, συχνά, το επιχείρημα της έλλειψης χρόνου οδηγεί τους εκπαιδευτικούς να προτιμούν εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, οι οποίες διδάσκουν τις αντίστοιχες έννοιες σε συντομότερο χρόνο μέσω διαλέξεων και πρακτικής άσκησης. Οι μέθοδοι αυτές, όμως, στερούνται εκπαιδευτικών χαρακτηριστικών όπως η έρευνα και η οικοδόμηση της γνώσης σε ένα μαθητοκεντρικό περιβάλλον (Barron, et al., 1998: Marx, 1997).

Η επιλογή του θέματος μίας συνθετικής εργασίας είναι ουσιαστικό στοιχείο για την επίτευξη των στόχων της. Οφείλει να συνδέει αποτελεσματικά και να ωθεί τον μαθητή στην επεξεργασία των εννοιών και δεξιοτήτων τις οποίες σχεδιάστηκε να διδάξει. Η διαμόρφωση τέτοιων θεμάτων απαιτεί από την μεριά των εκπαιδευτικών έρευνα και εμπειρία, έτσι ώστε να είναι αξιόλογα και να μπορούν να καθοδηγήσουν αποτελεσματικά τους μαθητές σε δραστηριότητες οικοδόμησης εννοιών, ενώ ταυτόχρονα είναι αυθεντικά και αντλούν στοιχεία από την πραγματικότητα των μαθητών της τάξης. Τέτοια θέματα μπορεί να προκύψουν από συνεργασία εκπαιδευτικών διαφόρων ειδικοτήτων και να βελτιωθούν μέσα από την εμπειρία της διδασκαλίας τους. Οι νέοι εκπαιδευτικοί συχνά έρχονται αντιμέτωποι με την έλλειψη κατάλληλων προτάσεων (Marx, 1997).

Η ύπαρξη, επίσης, κατάλληλου υποστηρικτικού υλικού για την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών είναι μια ακόμα σημαντική παράμετρος. Η έρευνα σε πηγές για την ολοκλήρωση της εργασίας προϋποθέτει πρόσβαση σε παραδείγματα, σε πληροφοριακό υλικό και σε πρωτογενή δεδομένα. Η ποιότητα αυτού του υλικού έχει καθοριστική επίδραση στην ποιότητα της διερεύνησης που θα πραγματοποιήσουν οι μαθητές, καθώς και στην οικοδόμηση της γνώσης.

Η υποστήριξη των μαθητών σε ένα περιβάλλον αυτόνομης μάθησης και ομαδικής εργασίας είναι ένα ιδιαίτερο απαιτητικό διδακτικό έργο, το οποίο χρειάζεται κατάλληλη εκπαίδευση εκ μέρους των εκπαιδευτικών. Ειδικότερα, υπάρχει δυσκολία στη διατήρηση ενός περιβάλλοντος ομαλής ροής πληροφορίας με ομοιογενή τρόπο προς όλα τα μέλη των ομάδων, στη διατήρηση της ομαλής επικοινωνίας μεταξύ των μελών των ομάδων, στην ένταξη τεχνολογικών εργαλείων και άλλων πηγών στην εργασία των ομάδων (Bradley-Levine, et al., 2010).

Η διατήρηση της ισορροπίας ανάμεσα στον έλεγχο του εκπαιδευτικού και στην αυτόνομη εργασία των μαθητών αποτελεί μια ακόμα πρόκληση. Η καθοδήγηση των μαθητών με τρόπο τέτοιο, ώστε να αναλάβουν την ευθύνη της μάθησής τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη. Συχνά, οι εκπαιδευτικοί δίνουν μεγάλη ελευθερία στους μαθητές, χωρίς αυτοί να έχουν τις απαιτούμενες δεξιότητες για να ανταποκριθούν στις ανάγκες της εργασίας. Η ικανότητα των εκπαιδευτικών να παρέχουν κατάλληλη υποστήριξη (επίδειξη δεξιοτήτων, καθοδήγηση με βήματα, ανατροφοδότηση) συνδέεται με τη δική τους επάρκεια να υλοποιούν ανάλογες εργασίες (Marx, et al., 1997)

Το σχολικό πλαίσιο (σχέσεις, κανόνες και υποχρεώσεις μαθητών και εκπαιδευτικών) πολλές φορές περιορίζει τις πρωτοβουλίες που μπορούν να πάρουν οι εκπαιδευτικοί στην ανανέωση τόσο του αναλυτικού προγράμματος όσο και των εκπαιδευτικών στρατηγικών που χρησιμοποιούν (Barron, et al., 1998). Το γενικότερο εκπαιδευτικό πλαίσιο συχνά λειτουργεί ανασταλτικά. Οι πολυπληθείς τάξεις, το αυστηρό σύστημα αξιολόγησης, το πλαίσιο ελέγχου του εκπαιδευτικού έργου συχνά δεν λαμβάνει υπόψη του διδακτικές προσεγγίσεις, όπως, για παράδειγμα, οι συνθετικές εργασίες. Το γενικότερο κλίμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας συχνά είναι προσανατολισμένο στην επίδοση των μαθητών (σωστές απαντήσεις σε ερωτήσεις κλειστού τύπου) και δεν καλλιεργεί την αυτενέργεια την αξιοποίηση στρατηγικών, όπως η δοκιμή και το λάθος, και την καλλιέργεια της δεξιότητας να μαθαίνεις μόνος σου (Blumenfeld, et al., 1991).

Η αξιολόγηση μιας συνθετικής εργασίας καθορίζει, επίσης, την επιτυχία ή αποτυχία της. Όπως επιτυχημένα αναφέρεται στην αρθρογραφία της αξιολόγησης «what you test is what you get». Οι συνθετικές εργασίες συχνά έχουν ως αποτέλεσμα ένα τελικό προϊόν το οποίο και δημοσιοποιείται. Η αξιολόγηση τελικών προϊόντων ως προς τις ενδείξεις κατανόησης είναι μία πολυδιάστατη εργασία. Θα πρέπει κανείς να λάβει υπόψη του τόσο το περιεχόμενο, όσο και την οργάνωση των προϊόντων, αλλά και την ατομική διαφοροποίηση κάθε μέλους της ομάδας (Marx, et al., 1997). Ένα σημαντικό στοιχείο, επίσης, είναι ότι η συνθετικότητα των προϊόντων συχνά οδηγεί τις ομάδες να έχουν διαφορετική εμπειρία ως προς τις έννοιες που έχουν επεξεργαστεί. Ανάλογες διαφοροποιήσεις μπορούν να παρατηρηθούν και στα μέλη μίας ομάδας. Αυτή η παράμετρος λειτουργεί απαγορευτικά όταν από την μεριά του σχολικού περιβάλλοντος απαιτείται η χρήση κοινών εργαλείων αξιολόγησης (για παράδειγμα τελικά τεστ).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στη διαχείριση της τάξης έχει πολύ μεγάλη σημασία. Μέρος του οφέλους που αποκομίζουν οι μαθητές από τις συνθετικές εργασίες είναι η αυτονομία και η καλλιέργεια δεξιοτήτων αυτορρύθμισης. Παρόλα αυτά, η παρέμβαση του εκπαιδευτικού (καθοδήγηση, ανατροφοδότηση, υποστήριξη) καθορίζει τη γνωστική και μεταγνωστική ενεργοποίηση των μαθητών (Mergendoller, et al., 2006). Ο Mayer (2004), μελετώντας διεξοδικά παραδείγματα ανακαλυπτικής μάθησης, σημειώνει ότι η κατευθυνόμενη ανακάλυψη μπορεί να θεωρηθεί ως η πιο παραγωγική διαδικασία διαχείρισης της μάθησης στο πλαίσιο

του εποικοδομισμού. Η πραγματική πρόκληση για τον εκπαιδευτικό εδώ είναι να αποφασίσει το είδος της καθοδήγησης που θα παρέχει, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο θα επικοινωνήσει με τους μαθητές τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Σε κάποιες περιπτώσεις, η άμεση διδασκαλία μπορεί να στηρίζει τη γνωστική διεργασία, ενώ σε κάποιες άλλες ένας συνδυασμός κατάλληλης καθοδήγησης και εξερεύνησης να είναι προτιμότερος (Mayer, 2004). Σε κάθε περίπτωση, ο έλεγχος της διαδικασίας θα πρέπει να είναι καταναμημένος με τρόπο που να διασφαλίζει τη διατήρηση της κινητοποίησης και της αυτονομίας των μαθητών, αλλά και τα κατάλληλα μαθησιακά αποτελέσματα (Marx, 1997).

Τι μαθαίνουν ωστόσο οι μαθητές όταν εμπλέκονται σε συνθετικές εργασίες; Η υλοποίηση ενός έργου δεν συνεπάγεται πάντα και βαθύτερη κατανόηση των εμπλεκόμενων εννοιών. Συχνά, οι μαθητές εμπλέκονται σε πρακτικές δραστηριότητες, χωρίς να έχουν πλήρη κατανόηση των όσων παρατηρούν και επιλέγουν. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν η Barron και οι συνεργάτες της (Barron et al., 1998) περιγράφοντας μια συνθετική εργασία κατασκευής μιας ρουκέτας, οι μαθητές δεν ήταν σε θέση να περιγράψουν τις παραμέτρους που επηρέαζαν την απόδοση της κατασκευής τους, όπως, επίσης, δεν είχαν κατάλληλα ερωτήματα που να τους καθοδηγούν στην ερευνητική εργασία τους. Μπορεί να παρατηρηθεί, επομένως, οι μαθητές να εμπλέκονται σε πρακτικές εργασίες, χωρίς όμως αυτό να μεταφράζεται σε βαθύτερη κατανόηση (Blumenfeld, et al., 1991) Οι μαθητές δυσκολεύονται να διατυπώσουν ερωτήσεις, να διαχειριστούν τις πληροφορίες, να τις αναλύσουν και να υλοποιήσουν διερευνητικές δραστηριότητες (Mergendoller, et al., 2006).

Οι συνθετικές εργασίες είναι σύνθετα έργα, στα οποία οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν τη δράση τους, να ερευνήσουν, να πάρουν αποφάσεις, να αξιολογήσουν. Δεν είναι, όμως, βέβαιο ότι θα εμπλακούν σε αυτές τις διαδικασίες αυθόρμητα. Συχνά, οι μαθητές επιλέγουν να αναπαράγουν διαδικασίες που έχουν χρησιμοποιήσει με επιτυχία στο παρελθόν και αποφεύγουν να ακολουθήσουν νέες. Αυτό μπορεί να γίνει και σε βάρος της εργασίας που έχουν να υλοποιήσουν. Έτσι, η υλοποίηση ενός έργου με τη μέθοδο της συνθετικής εργασίας μπορεί να μη διαφέρει και πολύ από την υλοποίηση άλλων δραστηριοτήτων μέσα στην τάξη.

Μέρος της διαδικασίας της υλοποίησης της συνθετικής εργασίας είναι η λύση προβλημάτων με τη μέθοδο της έρευνας και της αναζήτησης νέων πληροφοριών. Για την υλοποίηση αυτής της εργασίας, χρειάζεται η αξιοποίηση πρότερης γνώσης και εμπειρίας καθώς και η επέκταση αυτής της γνώσης. Οι μαθητές δεν μπορούν πάντα να επιλέξουν τι από αυτά που γνωρίζουν συνδέεται με το θέμα τους. Ο εντοπισμός σημείων στα οποία θα πρέπει ο μαθητής να κάνει πρόσθετη έρευνα για να διευρύνει τις γνώσεις τους είναι μία δύσκολη εργασία η οποία απαιτεί πολύ καθαρή στοχοθεσία και προσωπική δέσμευση εκ μέρους του μαθητή (Land & Greene 2000).

Οι Land & Greene (2000) επισημαίνουν ένα ακόμα παράδοξο στη μάθηση μέσω συνθετικών εργασιών το οποίο συνοψίζεται στη φράση «Πως οι μαθητές θα μάθουν από τις δραστηριότητες που θα εκτελέσουν όταν δεν ξέρουν πώς να εκτελέσουν τις δραστηριότητες αυτές». Με άλλα λόγια, στα αναμενόμενα αποτελέσματα της εργασίας των μαθητών είναι η μάθηση νέων εννοιών, οι οποίες όμως αποτελούν ταυτόχρονα και προϋπόθεση για να εκτελεστούν οι εργασίες αυτές. Η γνώση μίας περιοχής είναι καθοριστικό στοιχείο στην πορεία της εργασίας, τόσο για τη διατύπωση κατάλληλων ερωτημάτων, όσο και για την οργάνωση της πληροφορίας την οποία ερευνά ο μαθητής. Οι μεταγνωστικές δεξιότητες (χρήση κατάλληλων στρατηγικών λύσης προβλήματος) μπορούν να

εξομαλύνουν την έλλειψη γνώσης σε μία περιοχή, αλλά δεν μπορούν να την καταστήσουν τελείως περιττή. Επομένως, ένα σοβαρό θέμα στην υλοποίηση της συνθετικής εργασίας είναι η ισορροπία ανάμεσα στις γνώσεις που ήδη έχουν οι μαθητές, στις γνώσεις που αναμένεται να ερευνήσουν και στη σχέση που αυτές έχουν με την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.

Συχνά, επίσης, οι μαθητές δυσκολεύονται να εκμεταλλευτούν τα οφέλη της συνεργασίας. Σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον ισχυρά ανταγωνιστικό (εξετάσεις, βαθμοί, ανταμοιβές ανάλογα με την επίδοση), οι μαθητές προσεγγίζουν και την εργασία στις ομάδες περισσότερο ως περιβάλλον στο οποίο θα προωθήσουν τις απόψεις τους και λιγότερο ως περιβάλλον στο οποίο θα μάθουν και θα αναπτυχθούν με τη συμβολή όλων. Η ικανότητα της επικοινωνίας των σκέψεων και των ιδεών αναπτύσσεται μέσα από την εφαρμογή της σε περιβάλλοντα συνεργατικά. Δεξιότητες όπως η ενεργητική ακοή, ο δημιουργικός διάλογος, ο σεβασμός στις απόψεις όλων, η διαπραγμάτευση των κανόνων, η αξιολόγηση των απόψεων και η σύνθεση είναι, επίσης, απαραίτητες για τη διατύπωση συλλογισμών, την δημιουργική αξιοποίηση ποικίλων προσεγγίσεων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης. Οι μαθητές μπορούν να ωφεληθούν από τη συνεργασία στο βαθμό που το ανάλογο ήθος και πρακτική υπάρχει στο εκπαιδευτικό περιβάλλον στο οποίο εργάζονται.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, είναι φανερό ότι υπάρχουν πολλά επιχειρήματα υπέρ της χρήσης των συνθετικών εργασιών ως μέσου οργάνωσης της διδασκαλίας, αλλά και σοβαροί προβληματισμοί αν τα οφέλη αυτά είναι διαθέσιμα στους μαθητές κατά την διάρκεια που υλοποιούν μια συνθετική εργασία.

3.3 Στρατηγικές και εργαλεία για την υποστήριξη συνθετικών εργασιών

Από όσα συζητήθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, είναι προφανές ότι τα εκπαιδευτικά οφέλη των συνθετικών δεν προκύπτουν μόνο από το μοντέλο οργάνωσης της διδασκαλίας, αλλά και από τον τρόπο οργάνωσης και διαχείρισης του ευρύτερου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο αυτές αναπτύσσονται. Το εκπαιδευτικό περιβάλλον συνθέτουν στοιχεία όπως η δομή του αναλυτικού προγράμματος, το είδος των δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν οι μαθητές, τα γνωστικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των μαθητών, οι τρόποι παρέμβασης του εκπαιδευτικού, οι κανόνες και οι σχέσεις που αναπτύσσονται ανάμεσα στους εμπλεκόμενους, και τα χαρακτηριστικά της κοινότητας (αναλυτικά προγράμματα, προσδοκίες των μαθητών, των γονιών και της πολιτείας από την παρεχόμενη εκπαίδευση).

Είναι απαραίτητο, επομένως, να αναλύσουμε τα στοιχεία που απαρτίζουν μία συνθετική εργασία και να διερευνήσουμε την εκπαιδευτική υποστήριξη/παρέμβαση που συνθέτει το αποτελεσματικό εκπαιδευτικό περιβάλλον της συνθετικής εργασίας. Ως στοιχεία μίας συνθετικής εργασίας μπορούμε να αναγνωρίσουμε το περιεχόμενο της, τη διαδικασία υλοποίησης της, τα τελικά προϊόντα της, τις πηγές της, τον τρόπο οργάνωσης της επικοινωνίας και συνεργασίας των μελών της.

Η ερώτηση οδηγός: Το περιεχόμενο της συνθετικής εργασίας καθορίζεται από το πρόβλημα γύρω από το οποίο έχουν δομηθεί οι δραστηριότητες. Το πρόβλημα είναι κατάλληλο όταν είναι σύνθετο, συνδέεται με την πραγματικότητα εκτός του σχολείου και είναι μερικώς καθορισμένο (ill –structured problem). Συχνά, το πρόβλημα μετασχηματίζεται σε μια «ερώτηση οδηγό», η οποία και κατευθύνει την έρευνα που συνθέτει την εργασία και την αξιολόγηση αυτής. Η ερώτηση επηρεάζει με δύο τρόπους τη συνθετική εργασία. Αφενός καθορίζεται το κατά

πόσο η εργασία που θα υλοποιηθεί θα έχει τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, αφετέρου καθορίζει την κινητοποίηση των μαθητών και το βαθμό στον οποίο θα οικειοποιηθούν τη διαδικασία μάθησης.

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει μια αρχική ερώτηση στους μαθητές του και να τους παροτρύνει να την επεξεργαστούν και να την τροποποιήσουν σύμφωνα με τα δικά τους ενδιαφέροντα ή να την αναλύσουν σε υποερωτήματα. Το σύνολο των ερωτήσεων είναι το προϊόν εισαγωγικής συζήτησης στην συνθετική εργασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί στην ολομέλεια της τάξης. Ως υποστηρικτική δομή, ο Singer προτείνει τον πίνακα των ερωτήσεων (driving questions board) ο οποίος είναι αναρτημένος σε ένα χώρο κοινής θέας μέσα στην τάξη και φιλοξενεί τα ερωτήματα που έχουν διατυπώσει οι μαθητές (Singer, et al., 2000). Αυτά τα ερωτήματα αποτελούν αντικείμενο συζήτησης κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του προγράμματος, αλλά και βοηθούν στην εκτίμηση της εξέλιξης της εργασίας.

Το εισαγωγικό γεγονός: Μια σημαντική παράμετρος της συνθετικής εργασίας είναι ο βαθμός της αυθεντικότητας της. Αυθεντικό είναι το περιεχόμενο όταν αφορά σε θέματα κοντά στην καθημερινή εμπειρία των μαθητών (π.χ.τα απορρυπαντικά στο σπίτι), όταν αφορά σε διαδικασίες οι οποίες υλοποιούνται καθημερινά σε διάφορους χώρους (π.χ. ρύθμιση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων), αλλά και όταν αφορά σε θέματα που οι μαθητές βρίσκουν ενδιαφέροντα (π.χ. οι δεινόσαυροι). Η αυθεντικότητα αυξάνει την κινητοποίηση των μαθητών και τους κρατά αφοσιωμένους στο στόχο τους για πολύ καιρό (Blumenfeld, et al., 1991). Ταυτόχρονα, υποστηρίζει τους μαθητές να ανακαλέσουν τις σχετικές με το θέμα γνώσεις και να διατυπώσουν ερωτήματα (Grabinger & Dunlap, 1995).

Μία στρατηγική που έχει αξιοποιηθεί σε συνθετικές εργασίες είναι η χρήση οπτικοακουστικού υλικού, το οποίο συνδέει το θέμα μελέτης με καθημερινά θέματα. Η προσέγγιση είναι γνωστή ως «αγκυροβολημένη μάθηση» και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία από το Cognitive and Technology Group Vanderbilt, στο πρόγραμμα «Αγκυροβολημένης διδασκαλίας» Τζάσπερ (Goldman, et al., 2006: Kubiatko & Vaculová, 2011). Μία δεύτερη στρατηγική είναι η προτροπή προς τους μαθητές να ερευνήσουν μόνοι τους στο πεδίο και να διατυπώσουν ερωτήματα. Μέσα από αυτήν την πρωταρχική έρευνα, οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν τις παραμέτρους του προβλήματος και να συμμετέχουν στη διατύπωση των αρχικών ερωτημάτων (Polman & Pea, 2001).

Πηγές και πόροι: Η υλοποίηση της εργασίας απαιτεί συχνά πόρους όπως χρήση υπολογιστών, πίνακα, άλλων τεχνολογικών εργαλείων κατασκευής και παρουσίασης. Τα υλικά αυτά είναι καλό να είναι οργανωμένα σε ένα ευέλικτο χώρο, ο οποίος και θα αποτελεί το φυσικό χώρο της συνθετικής εργασίας (Mergendoller, et al., 2006). Πέρα από τον εξοπλισμό, ένα σημαντικό κομμάτι είναι οι πληροφορίες που αποτελούν τη γνωστική βάση στην οποία στηρίζεται η εργασία. Αυτές μπορούν να οργανωθούν σε περιβάλλοντα ψηφιακά και να συνδεθούν μεταξύ τους ποικιλοτρόπως. Παράδειγμα ενός συνεργατικού περιβάλλοντος που έχει λειτουργίες διαμοιρασμού πηγών και διατύπωσης ερωτήσεων είναι το Computer Supported Intentional Learning Environments (CSILE), το οποίο σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την αυτόνομη μάθηση. Μαθητές και καθηγητές μπορούσαν να καταχωρήσουν περιεχόμενο στη βάση να το σχολιάσουν και να το κατηγοριοποιήσουν. (Scardamalia & Bereiter, 1991: Brush & Saye, 2008). Ανάλογη ψηφιακή βάση περιέχει και το Knowledge Integration Environment KIE (Davis, 2000).

Πέρα από τις ψηφιακές πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία, μεγαλύτερη χρήση φαίνεται να έχει ο παγκόσμιος ιστός σε συνδυασμό με

μηχανές αναζήτησης. Αυτό ενέχει μειονεκτήματα όπως ο όγκος της πληροφορίας που πρέπει να αξιολογηθεί από τους μαθητές, αλλά και η καταλληλότητα του υλικού, τόσο ως προς τη γλώσσα παρουσίασης της πληροφορίας, όσο και το επίπεδο συνθετότητας (κατάλληλο για το επίπεδο και τις γνώσεις των μαθητών).

Η απόκτηση κατάλληλων δεξιοτήτων για τη διαχείριση της πολυπλοκότητας μιας συνθετικής εργασίας είναι ένα ακόμα θέμα. Η Barron και οι συνεργάτες της προτείνουν αναλυτικά προγράμματα, τα οποία υποστηρίζουν την ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων με δύο τρόπους: τη χρήση προβλημάτων και τη μελέτη αντιθετικών περιπτώσεων. Η χρήση προβλήματος σχετικού με το ευρύτερο θέμα της συνθετικής εργασίας εκπαιδεύει τους μαθητές στις μεθόδους έρευνας, ενώ ταυτόχρονα είναι απλούστερο στη δομή του. Για τις ανάγκες των μαθητών αξιοποιήθηκε, επίσης, πολυμεσικό υλικό, αλλά και διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών όταν αυτό κρινόταν απαραίτητο στην πορεία. Η διδασκαλία αυτή γινόταν με τη χρήση ποικίλων εργαλείων όπως κείμενο και προσομοιώσεις (Special Multimedia Arenas for Refining Thinking - SMART). Τα οφέλη που καταγράφουν οι ερευνητές συνδέονται τόσο με την καλύτερη προετοιμασία των μαθητών για την αξιολόγηση εναλλακτικών απόψεων στη διαδικασία υλοποίησης της συνεκτικής εργασίας και την κατάθεση καλύτερων σχεδίων εργασίας, αλλά και με την απόκτηση γνώσεων που μπορούν να διευκολύνουν τη διαχείριση του γνωστικού έργου της συνθετικής εργασίας (Barron, et al., 1998).

Υποστήριξη της έρευνας (inquiry): Η υποστήριξη των μαθητών για την υλοποίηση των απαιτούμενων ερευνητικών εργασιών έχει δύο διαστάσεις: α) υποστήριξη στη διαδικασία υλοποίησης του έργου, β) υποστήριξη στην οικοδόμηση της γνώσης με ιδιαίτερη έμφαση στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στους συμμετέχοντες (Puntambekar & Hubscher, 2005).

Facts	Ideas	Learning Issues	Action Plan
Hazardous chemical Near population center	Minimize onsite storage Provide safety training Improve early warning systems	What are the safety standards for cyanide storage? What technology is available to safely store hazardous chemicals?	Call EPA to find out standards

Εικόνα 5: Παράδειγμα υποστηρικτικής δομής σε πίνακα (Hmelo-Silver, 2004)

Μεθοδολογικά εργαλεία έχουν χρησιμοποιηθεί από πολλούς εκπαιδευτικούς για να υποστηρίξουν την εργασία των μαθητών και ειδικότερα τον προγραμματισμό των ενεργειών. Ένα συχνά χρησιμοποιούμενο εργαλείο, που χρησιμοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια μίας εργασίας, αποτελείται από τρεις ερωτήσεις: (α) Τι γνωρίζω για το θέμα; (β) Τι χρειάζεται να μάθω; (γ) Τι έμαθα; (Kolodner, et al., 2003; Singer, et al., 2000). Οι δύο πρώτες ερωτήσεις αφορούν στην έναρξη της συνθετικής εργασίας και τον προγραμματισμό της, ενώ η τελευταία αφορά στον αναστοχασμό πάνω στις ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν. Μια παρόμοια δομή

καταγραφής του πλάνου δράσης φαίνεται στην εικόνα 5. Ο πίνακας της τάξης χωρίζεται σε 4 στήλες: Δεδομένα (Facts), Ιδέες (ideas), Θέματα μελέτης, (Learning issues) Πλάνο δράσης (Action Plan). Ο πίνακας προσφέρει υποστήριξη για την οργάνωση της πληροφορίας και την δράση, την παρακολούθηση της διαδικασίας, αλλά και την επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας (Hmelo-Silver, 2004).

Στην αρθρογραφία, επίσης, υπάρχουν πληθώρα ψηφιακών περιβαλλόντων, τα οποία παρέχουν υποστήριξη στην έρευνα, τη διερεύνηση και τη λύση προβλήματος. Τέτοια περιβάλλοντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη των αντίστοιχων εργασιών της συνθετικής εργασίας. Παρέχουν συνήθως ένα συνδυασμό λειτουργιών όπως: οργάνωση της πληροφορίας, εμφανή βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν, πιθανές στρατηγικές/ δράσεις που μπορούν να αξιοποιηθούν σε κάθε βήμα, περιοχές συζητήσεων για την αξιολόγηση και τον αναστοχασμό (Quintana, et al., 2002). Παραδείγματα περιβαλλόντων είναι το SCI-WISE (White et al., 1999), το Thinker Tools (White & Frederiksen, 1998), το Knowledge Integration Environment KIE (Davis, E. A. 2000), το Model It (Jackson, et al., 1995). Η διαδικασία της οικοδόμησης της γνώσης στηρίζεται σε δραστηριότητες αναστοχασμού, κριτικής θεώρησης των ευρημάτων, διατύπωσης επιχειρημάτων και ενσωμάτωσης νέων γνώσεων.

Συχνά, επίσης, οι παρατηρήσεις που κάνουν οι μαθητές επηρεάζονται από τις πεποιθήσεις που έχουν. Ο Malone (Malone, et al., 2002) καταγράφει τρεις δυσκολίες στην αξιοποίηση της εμπειρίας: (α) οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν ότι δεν κατανοούν κάτι και αγνοούν τα ερεθίσματα από το περιβάλλον, (β) ακόμα και όταν αντιληφθούν την έλλειψη κατανόησης δεν μπορούν να περιγράψουν με σαφήνεια το έλλειμμα αυτό, (γ) ακόμα και όταν έχουν καλή κατανόηση τις ανεπάρκειας ή της αποτυχίας σε ένα σημείο δεν έχουν στην διάθεση τους τις κατάλληλες στρατηγικές για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα.

Τα ημερολόγια των μαθητών με συγκεκριμένες ερωτήσεις ή ελεύθερης γραφής έχουν χρησιμοποιηθεί ως εργαλεία παρακολούθησης και αναστοχασμού κατά τη διάρκεια ανάπτυξης συνθετικών εργασιών. Η χρήση τους υποστηρίζει την οργάνωση της έρευνας και την παρακολούθησή της, τη συγκέντρωση δεδομένων και πληροφοριών που στηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης, αλλά και τον αναστοχασμό πάνω στην πορεία της εργασίας και στα αποτελέσματα των δράσεων που υλοποιήθηκαν (Wagner, 2003: Stephens & Winterbottom, 2010).

Μία διαδικασία αναστοχασμού στο πλαίσιο της κοινότητας των μαθητών υποστηρίζει και το περιβάλλον CSILE (το Computer Supported Intentional Learning Environments). Η υποστηρικτική δομή του λογισμικού επιτρέπει στους μαθητές να συντάξουν σημειώματα, αναπαραστάσεις κ.ά, γύρω από ένα θέμα και να τα κοινοποιήσουν στους υπόλοιπους μαθητές. Οι μαθητές μπορούν να συγκρίνουν τις απόψεις τους, να δουν τα σημεία τα οποία δεν έχουν κατανοήσει επαρκώς και να καταλήξουν σε μία συλλογική άποψη (Scardamalia & Bereiter, 1991)

Η δημιουργία μίας κουλτούρας στα μέλη της ομάδας, καθώς και στην ευρύτερη τάξη, η οποία προωθεί την επικοινωνία, την συνεργασία και την ατομική έκφραση του κάθε ενός, έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς ερευνητές για να ενισχύσει τον προβληματισμό πάνω σε ό,τι έχουν πραγματοποιήσει οι μαθητές, καθώς και την ατομική αξιολόγηση του καθενός. Τέτοιες κοινότητες, φυσικές ή ψηφιακές, έχουν χρησιμοποιηθεί στην ανάπτυξη ερευνητικών εργασιών. Οι κοινότητες μάθησης που περιγράφει η Brown, (1997) αποτελούν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα αυτής της προσέγγισης. Το εκπαιδευτικό περιβάλλον Fostering Communities of

Learners (FCL) ακολούθησε ένα κύκλο μάθησης αποτελούμενο από τρία στάδια: έρευνα, επικοινωνία των ευρημάτων με την ομάδα, εκτέλεση ενός έργου. Οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, μελετούσαν διαφορετικές όψεις του θέματος, στη συνέχεια μέσω της διαδικασίας του πάζλ (δημιουργία νέων ομάδων με ειδικούς από κάθε θέμα), μοιράζονταν με τους υπόλοιπους της ομάδας τη γνώση τους και τέλος, η ομάδα παρήγαγε ένα τελικό προϊόν. Η σύνθεση των νέων ομάδων μέσω της μεθόδου πάζλ έδινε ιδιαίτερη σημασία στην ανταλλαγή της πληροφορίας ανάμεσα στους συμμετέχοντες και στη διατήρηση της επικοινωνίας. Καθιστούσε επίσης, απαραίτητη την αλληλοδιδασκική ανάμεσα στους μαθητές.

Η παροχή ανατροφοδότησης σε σημαντικά σημεία της εξέλιξης της εργασίας είναι μέρος της υποστήριξης του εκπαιδευτικού. Η ανατροφοδότηση είναι μια αποτίμηση της εξέλιξης της εργασίας, καθορίζοντας τί λειτούργησε αποτελεσματικά και τι όχι. Έχει υποστηρικτικό χαρακτήρα, γιατί μέσα από τη διαδικασία αυτή αναμένεται οι μαθητές να αποκτήσουν τη δεξιότητα της αυτοαξιολόγησης (Hogan & Pressley, 1997). Έχει θετικά αποτελέσματα όταν γίνεται σε κοντινό χρονικό διάστημα με την αντίστοιχη δραστηριότητα των μαθητών και συνδέεται με κριτήρια αξιολόγησης (Marzano, et al., 2001). Η επιλογή των κριτηρίων αξιολόγησης μπορεί να γίνει σε συνεργασία μαθητών και εκπαιδευτικών. Μέσα από τη διαδικασία αυτή, γίνεται καθαρό σε όλους ποια είναι τα κριτήρια που καθορίζουν την επίδοσή τους, αλλά και καλλιεργούνται μεταγνωστικές δεξιότητες (Shepard, 2000).

Οι Polman & Pea (2001) περιγράφουν ένα μοντέλο αλληλεπίδρασης μαθητών εκπαιδευτικού, το οποίο αξιοποιεί την εμπειρία, τις αντιλήψεις των μαθητών και τη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης (Zone of Proximal Development). Το διδακτικό μοντέλο μετασχηματιστικής επικοινωνίας (Transformative Communication) στηρίζεται στο διάλογο μαθητών-καθηγητών και έχει τέσσερα στάδια:

- Οι μαθητές πραγματοποιούν ενέργειες έρευνας για την προώθηση της εργασίας τους, οι οποίες καθορίζονται από τις γνώσεις που έχουν.
- Ο εκπαιδευτικός αναλύει τις ενέργειες των μαθητών και βγάζει συμπεράσματα για το επίπεδο της κατανόησης. Στη συνέχεια, διερευνά πρόσθετες επιδράσεις που μπορεί να έχουν αυτές οι ενέργειες στην εξέλιξη της εργασίας.
- Ο εκπαιδευτικός εξηγεί από μία άλλη σκοπιά στους μαθητές τις ενέργειες που υλοποίησαν και μαζί συζητούν την επίδραση που μπορεί να έχει αυτό στις ερωτήσεις τις έρευνας τους και στα τελικά προϊόντα.
- Η σημασία και το περιεχόμενο των αρχικών ενεργειών μετασχηματίζεται και οι μαθητές επανεκτιμούν τις γνώσεις και την κατανόηση τους.

Η μετασχηματιστική δυνατότητα αυτού του διαλόγου έγκειται στο γεγονός ότι επιτρέπει στις αρχικές ενέργειες και ιδέες των μαθητών να αποτελέσουν μέρος των ενεργειών του εκπαιδευτικού, ο οποίος μέσα από την εμπειρία του ωθεί τους μαθητές σε μια επιστημονικά ορθότερη πορεία.

Πίνακας 7: Παρεμβάσεις που βελτιώνουν την ποιότητα συνθετικών εργασιών

Στοιχείο	Παρατηρούμενη δυσκολία	Παρέμβαση
Ερώτηση οδηγός	Οι μαθητές δυσκολεύονται να διατυπώσουν ερωτήματα	Πίνακας Ερωτήσεων (Driving Question Board, Singer et al., 2000)
Εισαγωγική δραστηριότητα	Σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο	Χρήση πολυμεσικού υλικού, για την σύνδεση της μελετώμενης κατάστασης με πραγματικά προβλήματα «Αγκυροβολημένη μάθηση» (Cognitive and Technology Group Vanderbilt, Goldman et al., 2006)
Οργάνωση πηγών	Δυσκολία εύρεσης υλικού κατάλληλου για την υποστήριξη της έρευνας	Ψηφιακά υπερμεσικά περιβάλλοντα στα οποία καταχωρείται από εκπαιδευτικούς και μαθητές κατάλληλο υλικό πχ. CSILE (Scardamalia & Bereiter, 1991), MyProject (Papanikolaou & Boubouka, 2010)
Υποστήριξη της έρευνας και της οικοδόμησης της γνώσης	Δυσκολία στη διατύπωση ερωτημάτων που μπορούν να κατευθύνουν την έρευνα τους	Ψηφιακά περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές καθοδηγούνται με βήματα στην δημιουργία ερωτήσεων (CSILE Scardamalia & Bereiter, 1991, Thinker Tool (White & Frederiksen, 1998)
	Δυσκολία να οργανώσουν την εργασία και να παρακολουθήσουν την εξέλιξη της	Εργαλείο σχεδιασμού της έρευνας Know-Need to Know-Learned (Kolodner, et al., 2003) Facts-Ideas-Learning Issues-Action Plan (Hmelo-Silver, 2004) CSILE (Scardamalia & Bereiter, 1991), Knowledge Forum, (Scardamalia & Bereiter, 2006), Thinker Tool (White & Frederiksen, 1998), Knowledge Integration Environment KIE (Davis, 2000), Model It (Jackson, et al., 1995).

Υποστήριξη της έρευνας και της οικοδόμησης της γνώσης (συνέχεια)	Δυσκολία να αναγνωρίσουν τα σημαντικά στοιχεία του πειραματισμού τους, να κάνουν ακριβείς παρατηρήσεις, και να αναζητήσουν ερμηνείες	Ενθάρρυνση της σύγκρισης παρατηρήσεων και άλλων οπτικών αναπαραστάσεων, χρήση μοντελοποίησης, άμεση υποστήριξη στην ερμηνεία παρατηρήσεων (Land, 2000)
	Οι μαθητές δεν μπορούν να αντιμετωπίσουν σύνθετα έργα ανοιχτού τύπου γιατί δυσκολεύονται να οργανώσουν την εργασία τους	Από το πρόβλημα στην συνθετική εργασία (Barron, et al., 1998)
	Οι μαθητές δεν ενδιαφέρονται για τη διδασκαλία εννοιών παρά μόνο όταν υπάρχει ανάγκη	Διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες (Barron, et al., 1998) (Malove, et al., 2002)
	Οι ενέργειες των μαθητών περιορίζονται από την παρούσα εμπειρία και γνώση τους και δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν ποια είναι η κατάλληλη δράση, στρατηγική.	Μετασχηματιστικής επικοινωνίας (Transformative communication, Polman & Pea 2001) Περιβάλλον υποστήριξης, παρακολούθησης και αναστοχασμού σε σχέση με τη χρήση στρατηγικών (Scardamalia & Bereiter, 1991, Malove, et al., 2002)
Συνεργασία	Αξιοποίηση των ευκαιριών που δίνει η εργασία σε ομάδες	Forum Community of learning/reflection, αλληλοδιδακτική (Brown, 1997)
Αναστοχασμός	Δυσκολία αξιολόγησης των γνώσεων και των στρατηγικών που ακολουθήθηκαν	Δομημένα ημερολόγια (Wagner, 2003: Stephens & Winterbottom, 2010) Peer Review, MyProject (Papanikolaou & Boubouka, 2010) Knowledge Forum, (Scardamalia & Bereiter, 2006)
Αξιολόγηση	Δυσκολία στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων	Κατασκευή κριτηρίων αξιολόγησης με την συνεργασία μαθητών και εκπαιδευτικών (Andrade, 2000).

3.4 Μοντέλα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών

Η συστηματική μελέτη των συνθετικών εργασιών έχει οδηγήσει πολλούς ερευνητές να περιγράψουν ένα μοντέλο συνθετικής εργασίας κατανέμοντας τις διεργασίες που εμπλέκονται σε στάδια/φάσεις. Στη βιβλιογραφία, προτείνονται μοντέλα ανάπτυξης τα οποία έχουν ενσωματώσει στοιχεία από τη γνωστική ψυχολογία και τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης.

Μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας του Krajcik

Ο Krajcik και οι συνεργάτες του (Krajcik, et al., 1998) προτείνουν ένα μοντέλο διερευνητικών συνθετικών εργασιών κατάλληλο για τα μαθήματα των Φυσικών επιστημών, που περιλαμβάνει πέντε ευρύτερες φάσεις: (α) Διατύπωση ερωτημάτων της έρευνας (β) Σχεδιασμός της έρευνας και των διαδικασιών που θα ακολουθηθούν (γ) Εντοπισμός κατάλληλων οργάνων μέτρησης, πραγματοποίηση των διαδικασιών, συλλογή δεδομένων, (δ) Ανάλυση και συμπεράσματα, (στ) Παρουσίαση των συμπερασμάτων. Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι πολύ κοντά στα βήματα τα οποία απαρτίζουν τη διερευνητική διαδικασία (Kuhn, et al., 2000).

Μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας του Bybee

Με παρόμοιο τρόπο, ο Bybee και οι συνεργάτες του (Bybee, et al., 2006) προτείνουν ένα μοντέλο διδασκαλίας, το οποίο είναι κατάλληλο και για την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών. Το μοντέλο αυτό προέκυψε εξελικτικά από ένα παλαιότερο μοντέλο κατευθυνόμενης διερεύνησης, το οποίο τροποποιήθηκε με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού, για να καλύψει τις ανάγκες ανάκλησης και αξιοποίησης πρότερης γνώσης και αναστοχασμού. Αναλυτικότερα:

(α) Εμπλοκή: Σε αυτή τη φάση γίνεται η εισαγωγή των μαθητών στο θέμα μελέτης και η ανάκληση των σχετικών με το θέμα ιδεών και απόψεων που έχουν οι μαθητές. Μέσα από την συζήτηση, επιλέγονται οι σχετικές με το θέμα καταστάσεις, ερωτήσεις, προβλήματα και ο καθορισμός των αναμενόμενων αποτελεσμάτων.

(β) Εξερεύνηση: Οι μαθητές εξερευνούν τις ιδέες που παρουσιάστηκαν, επεκτείνουν την εμπειρία τους για να αποκτήσουν έγκυρες επιστημονικές απόψεις για το θέμα που μελετούν. Το τελικό αποτέλεσμα αυτού του σταδίου είναι να αποκτήσουν οι μαθητές τα απαραίτητα εφόδια για την υλοποίηση της εργασίας τους.

(γ) Εξήγηση: Η φάση αυτή αφορά στις διεργασίες εκείνες οι οποίες εξηγούν και συνδέουν τις εμπειρίες που απέκτησαν οι μαθητές κατά τη φάση της εμπλοκής και της εξερεύνησης με τις επιστημονικές έννοιες. Μπορεί να περιλαμβάνει αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών, άμεση διδασκαλία, χρήση τεχνολογικών εργαλείων κλπ. Η φάση αυτή έχει ολοκληρωθεί όταν οι μαθητές έχουν αναπτύξει εξηγήσεις για τα φαινόμενα και κατάλληλο λεξιλόγιο.

(δ) Επεξεργασία: Στη φάση αυτή οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες που εμπλουτίζουν την εμπειρία τους και τις δεξιότητες τους. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των εννοιών που μελετήθηκαν σε άλλες περιπτώσεις. Ο χρόνος και οι δραστηριότητες που υλοποιούνται συνεισφέρουν στην καλύτερη κατανόηση.

(στ) Αξιολόγηση: Σε αυτήν τη φάση, οι μαθητές αξιολογούν την ποιότητα της μάθησης μέσα από την αξιολόγηση των εργασιών του. Ο εκπαιδευτικός μπορεί,

επίσης, να οργανώσει τυπικές μορφές αξιολόγησης, αλλά και να δώσει ανατροφοδότηση στους μαθητές.

Μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας του Mergendoller

Ο Mergendoller και οι συνεργάτες του (Mergendoller, et al., 2006) επεξεργαζόμενοι ένα σχέδιο ανάπτυξης και διαχείρισης συνθετικών εργασιών προτείνουν τέσσερις φάσεις:

(α) Φάση 0 Σχεδιασμός: Αφορά αποφάσεις και εργασίες που πραγματοποιεί ο εκπαιδευτικός όπως: καθορισμός της ιδέας και του βασικού προβλήματος, καθορισμός στόχων, τελικών προϊόντων, αξιολόγησης, κανόνων δημιουργίας των ομάδων.

(β) Φάση 1 Εισαγωγή: Παρουσίαση της συνθετικής εργασίας στους μαθητές, κινητοποίηση του ενδιαφέροντος, επεξεργασία και επαναδιατύπωση των ερωτημάτων του προβλήματος ενσωματώνοντας τα ενδιαφέροντα των μαθητών, καθορισμός των πηγών και των κανόνων λειτουργίας της ομάδας και της τάξης.

(γ) Φάση 2 Κατευθυνόμενη διερεύνηση και παραγωγή προϊόντων: Στη φάση αυτή, υλοποιούνται κατευθυνόμενες και ανοιχτές δραστηριότητες, οι οποίες τελικά θα οδηγήσουν στην ολοκλήρωση των τελικών προϊόντων. Το είδος της υποστήριξης που παρέχει ο εκπαιδευτικός εξαρτάται από το επίπεδο των μαθητών και τις ανάγκες της τελικής εργασίας. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ισορροπεί ανάμεσα στο να παρέχει τις απαιτούμενες γνώσεις και δεξιότητες, αλλά και να συντηρεί την αυτονομία των μαθητών ως προς την μάθηση.

(δ) Φάση 3 Ολοκλήρωση: Η φάση αυτή περιλαμβάνει παρουσίαση και αξιολόγηση των εργασιών. Εμπεριέχει, επίσης, συζητήσεις και δραστηριότητες γύρω από τα θέματα που μελετήθηκαν και τις τροποποιήσεις που χρειάστηκε να πραγματοποιηθούν για να ολοκληρωθεί η εργασία.

Πίνακας 8: Δραστηριότητες διαχείρισης μιας συνθετικής εργασίας σύμφωνα με το μοντέλο του Mergendoller (προσαρμογή Mergendoller, et al., 2006)

Φάση	Ενέργειες του εκπαιδευτικού
Φάση 0 Σχεδιασμός	Καθορισμός του σκοπού της συνθετικής εργασίας. Ανάπτυξη της «ερώτησης οδηγού» Ένταξη στο αναλυτικό-καθορισμός στόχων Επιλογή μεθόδων αξιολόγησης Οργάνωση πηγών Τρόπος ομαδοποίησης των μαθητών
Φάση 1 Εισαγωγή	Ενεργοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών, του ενθουσιασμού, δέσμευση τους για την υλοποίηση Καθορισμός των αναμενόμενων αποτελεσμάτων Καθορισμός και αποσαφήνιση κανόνων, διαδικασιών, προϊόντων, χρονοδιαγράμματος, βαθμολόγησης
Φάση 2 Κατευθυνόμενη διερεύνηση Παραγωγή προϊόντων:	Διευκόλυνση στην αναζήτηση πληροφοριών, χρήση πηγών Υποστήριξη των μαθητών στην διατύπωση ερωτημάτων και αξιολόγηση της εξέλιξης της εργασίας Υποστήριξη της μάθησης κατά τη διάρκεια της εργασίας Καλλιέργεια δεξιοτήτων παρουσίασης
Φάση 3 Ολοκλήρωση	Παρουσίαση Κατάθεση τελικών αξιολογήσεων Αναστοχασμός πάνω στη διαδικασία και τη μάθηση

Μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας ρομποτικής

Ο Carbonaro, (Carbonaro, et al., 2004) και οι συνεργάτες του, μελετώντας ειδικά την περίπτωση της ρομποτικής, έχουν καταγράψει πέντε διαδικασίες/φάσεις, οι οποίες εμπεριέχονται σε μία συνθετική εργασία: Ενεργοποίηση (Engage), Εξερεύνηση (Explore), Έρευνα (Investigate), Δημιουργία (Create), Παρουσίαση (Share). Υιοθετώντας χαρακτηριστικά που περιγράφηκαν στις προηγούμενες ενότητες για τη μάθηση με τη χρήση συνθετικών εργασιών όπως: (α) την αυθεντικότητα στα θέματα μελέτης, (β) την ενεργό συμμετοχή των μαθητών σε όλες τις φάσεις της μαθησιακής διαδικασίας, (γ) την αυτόνομη οργάνωση της εργασίας εκ μέρους των μαθητών, (δ) την επικοινωνία και τη συνεργασία μεταξύ των μελών των ομάδων, προτείνουμε ένα μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας ρομποτικής προσαρμοσμένο στα ελληνικά δεδομένα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Φράγκου, 2009: Frangou & Paranikolaou, 2009). Ειδικότερα, οι δραστηριότητες έχουν οργανωθεί σε 5 φάσεις.

Πίνακας 9: Φάσεις, στόχοι και ενδεικτικές διδακτικές δράσεις οργάνωσης μίας συνθετικής εργασίας (προσαρμογή Frangou & Paranikolaou, 2009).

Φάσεις	Γενική στοχοθεσία	Στρατηγικές υποστήριξης	Εργαλεία/προϊόντα
Ενεργοποίηση	Εισαγωγή του προβλήματος Διατύπωση των αρχικών ερωτημάτων/προβλημάτων προς διερεύνηση Οργάνωση ομάδων	Μελέτη παραδειγμάτων Εισαγωγικό γεγονός Καταιγισμός ιδεών	Πίνακας ανακοινώσεων Διατύπωση ερωτήσεων Καταγραφή κριτηρίων αξιολόγησης
Εξερεύνηση	Ενεργοποίηση πρότερων γνώσεων/στρατηγικών Οικοδόμηση γνώσης Καλλιέργεια δεξιοτήτων	Εξερεύνηση Κατευθυνόμενη διερεύνηση Πειραματισμός Πρακτική άσκηση	Διατύπωση κανόνων/ Συμπερασμάτων Φύλλα εργασίας
Διερεύνηση	Διατύπωση ερωτημάτων Σχεδιασμός και υλοποίηση διερεύνηση	Διερεύνηση Πειραματισμός	Φύλλο σχεδιασμού Καταγραφή πειραματισμών Προτεινόμενες απαντήσεις
Σύνθεση	Σχεδιασμός και ανάλυση προβλήματος Διερεύνηση Σύνθεση μιας ενιαίας λύσης Δοκιμή και προσαρμογή	Ελεύθερη διερεύνηση Πειραματισμός	Φύλλα σχεδιασμού Ημερολόγια παρακολούθησης Τελικά προϊόντα
Παρουσίαση	Παρουσίαση Αυτοαξιολόγηση ομάδων Αξιολόγηση από ομοίους Αξιολόγηση τελικών προϊόντων και συνεργασίας	Επικοινωνία	Χρήση κριτηρίων αξιολόγησης Έκθεση τεκμηρίωση

1. Ενεργοποίηση: Σε αυτή τη φάση γίνεται η εισαγωγή του προβλήματος που θα μελετήσουν οι μαθητές. Το πρόβλημα αναλύεται και εμπλουτίζεται με τη βοήθεια της ομάδας, η οποία δεσμεύεται για την υλοποίησή του. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να υλοποιηθούν με ποικίλες διδακτικές στρατηγικές όπως ο καταιγισμός ιδεών, η χρήση πίνακα, η έρευνα σε πηγές.

2. Εξερεύνηση: Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, οι μαθητές ανακαλούν πρότερες γνώσεις και δεξιότητες που μπορεί να τους φανούν χρήσιμες και αποκτούν νέες. Τα απαραίτητα εφόδια για να ολοκληρώσουν την εργασία τους, όπως είναι η εισαγωγή νέων πληροφοριών και η καλλιέργεια δεξιοτήτων, δίνονται μέσα από την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και παίρνουν τη μορφή της εξερεύνησης, της κατευθυνόμενης ανακάλυψης ή της κατευθυνόμενης διερεύνησης. Στη φάση αυτή, εντάσσονται διδακτικές δράσεις, οι οποίες υλοποιούνται με την κατάλληλη υποστηρικτική στρατηγική και οδηγούν στην ενδυνάμωση των μαθητών.

3. Διερεύνηση: Οι μαθητές καλούνται να αξιοποιήσουν τη γνώση και την εμπειρία τους για να δώσουν απάντηση σε κάποιο πρόβλημα. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να είναι διαφορετικό για κάθε ομάδα. Τα προβλήματα αυτά μπορεί να αποτελούν μέρος του συνολικού θέματος της συνθετικής εργασίας, δηλαδή ένα είδος πάζλ. Πρόκειται για διερευνητικές διεργασίες που συνοδεύονται από συστηματικό πειραματισμό και διατύπωση συμπερασμάτων. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής κοινοποιούνται σε όλες τις ομάδες της τάξης.

4. Σύνθεση: Σε αυτή τη φάση, οι μαθητές συνθέτουν μια τελική λύση του προβλήματος (στο θέμα που διατυπώθηκε κατά την πρώτη φάση της δραστηριότητας), έχοντας ως δεδομένα τις προτάσεις που κατατέθηκαν από όλες τις ομάδες. Η εργασία των μαθητών είναι αυτόνομη και οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν την πορεία της εργασίας τους σε εργαλεία όπως τα ημερολόγια, ή σε φύλλα παρακολούθησης. Οι διδακτικές δράσεις που αναπτύσσονται είναι η ελεύθερη διερεύνηση, ο πειραματισμός, η αξιολόγηση και η επανάληψη των δοκιμών. Σημαντικό στοιχείο αυτού του σταδίου είναι η αξιολόγηση της πορείας της εργασίας της ομάδας. Εργαλείο για την αξιολόγηση αυτή είναι τα κριτήρια αξιολόγησης (rubrics), που είχαν συμφωνηθεί αρχικά στη φάση της ενεργοποίησης

5. Παρουσίαση: Οι μαθητές κοινοποιούν τις εργασίες τους, αξιολογούν και αξιολογούνται στο πλαίσιο της ομάδας. Η διδακτική δράση που αναπτύσσεται εδώ είναι η επικοινωνία και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. (Φράγκου κ.α. 2010).

Στο μοντέλο αυτό χρησιμοποιούνται τριών ειδών υποστηρικτικές δομές:

(α) Ως προς την συνθετότητα των προβλημάτων επιλέχθηκε η οργάνωση του εκπαιδευτικού έργου γύρω από συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους και την ανάθεση έργων στους μαθητές, που έχουν προοδευτικά αυξανόμενη πολυπλοκότητα. Αρχικά, δίνονται ερωτήσεις οι οποίες μπορούν να αναπτυχθούν ακολουθώντας καθορισμένα βήματα, στη συνέχεια τους ανατίθενται προβλήματα τα οποία απαιτούν συστηματικό πειραματισμό και τέλος, τους ανατίθεται να εκτελέσουν ένα σύνθετο έργο το οποίο απαιτεί μεγαλύτερο βαθμό οργάνωσης, διερεύνησης και πειραματισμού (Jonassen, 1999). Ανάλογη προσέγγιση υιοθετείται από την Barron και τους συνεργάτες της στο σχεδιασμό του λογισμικού SMART (Barron, et al., 1998). Ειδικότερα, στην περίπτωση του μοντέλου οι ερωτήσεις, τα προβλήματα και το τελικό προϊόν έχουν μία νοηματική συνάφεια.

(β) Η επικοινωνία και συνεργασία ανάμεσα στις ομάδες γίνεται μέσα από τις τακτικές παρουσιάσεις των εργασιών τους και οι ομάδες ανταλλάσσουν μεταξύ τους τις γνώσεις που απέκτησαν καθώς και τα προϊόντα της εργασίας τους. Το υλικό αυτό εμπλουτίζει τη σκέψη και την εμπειρία των μαθητών και μπορεί να λειτουργήσει ως ερέθισμα για το τελικό προϊόν της εργασίας τους.

(γ) Υποστηρικτικές δομές υπάρχουν επίσης και για την ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτόνομης εργασίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση καθοδηγούμενων δραστηριοτήτων πειραματισμού κατά τη φάση της εξερεύνησης, την επανάληψη της στρατηγικής του πειραματισμού με τη χρήση των φύλλων σχεδιασμού, και τέλος, με τη χρήση των ημερολογίων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της εργασίας τους

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό, μας απασχόλησαν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των συνθετικών εργασιών και η σχέση τους με άλλες παρόμοιες διαδικασίες μάθησης. Καταλήξαμε ότι οι συνθετικές εργασίες έχουν ένα κύριο θέμα, το οποίο λειτουργεί ως οδηγός στην ανάπτυξη επιμέρους δραστηριοτήτων. Στις Φυσικές Επιστήμες, αναπόσπαστο στοιχείο των συνθετικών εργασιών είναι η έρευνα γύρω από ένα θέμα, η αυτόνομη εργασία των μαθητών και η συνεργασία. Παρά τα οφέλη που καταγράφονται στη βιβλιογραφία από τη χρήση των συνθετικών εργασιών ως μέσο οργάνωσης της διδακτικής πράξης, η εφαρμογή των συνθετικών εργασιών σε πραγματικό περιβάλλον θέτει συγκεκριμένες προκλήσεις:

(α) Η εμπλοκή των μαθητών σε πρακτικές δραστηριότητες δεν οδηγεί πάντα στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, στην καλλιέργεια ανώτερων δεξιοτήτων σκέψης και στην οικοδόμηση νέων γνώσεων ή δεξιοτήτων.

(β) Συχνά, οι μαθητές καλούνται να ολοκληρώσουν ένα συγκεκριμένο έργο που αναφέρεται σε μία θεματική περιοχή στη οποία έχουν περιορισμένη γνώση. Η ολοκλήρωση του έργου που τους έχει ανατεθεί προϋποθέτει επέκταση των γνώσεων και των δεξιοτήτων τους στην συγκεκριμένη θεματική περιοχή. Αυτό δημιουργεί ένα παράδοξο: η περιορισμένη γνώση της θεματικής περιοχής δεν επιτρέπει την αναγνώριση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν το πρόβλημα που ερευνούν και έχει σαν αποτέλεσμα τον ανεπαρκή έλεγχο της ποιότητας της εργασίας και της συνολικής πρόοδου των μαθητών.

(γ) Οι μαθητές δυσκολεύονται να αξιολογήσουν και να ερμηνεύσουν σωστά τις παρατηρήσεις τους όταν πειραματίζονται, ν' αναγνωρίσουν ποιες από τις παρατηρήσεις τους είναι σχετικές με το θέμα που μελετούν, να επιλέξουν ποιες από τις πρότερες γνώσεις και εμπειρίες τους είναι σχετικές με το θέμα τους.

(δ) Δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας δεν είναι πάντα ικανοποιητικά ανεπτυγμένες, έτσι ώστε να μπορούν οι μαθητές να αξιοποιήσουν τα οφέλη της.

Στη συνέχεια, συζητήθηκαν συγκεκριμένες παρεμβάσεις, στρατηγικές και εργαλεία τα οποία έχουν αξιοποιηθεί με επιτυχία στην υποστήριξη των συνθετικών εργασιών. Τέλος, παρουσιάστηκαν μοντέλα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών και συνοψίζοντας τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν, προτάθηκε ένα μοντέλο ανάπτυξης για τη ρομποτική, με ιδιαίτερη αναφορά στις διδακτικές στρατηγικές, τα εργαλεία υποστήριξης και τα προϊόντα σε κάθε φάση.

Από τα προαναφερόμενα στοιχεία διαφαίνεται ότι στην ανάπτυξη των συνθετικών εργασιών, καθοριστικό ρόλο έχει η ικανότητα του μαθητή να παρακολουθεί και να ελέγχει αυτόνομα τη διαδικασία της υλοποίησης του έργου και της μάθησης. Στο επόμενο κεφάλαιο, θα μελετήσουμε σε βάθος τι διεργασίες που αναπτύσσονται

όταν οι μαθητές εργάζονται αυτόνομα σε ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον και ειδικότερα σε περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομπωτικής.

4. Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση στις συνθετικές εργασίες

Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα τα οποία υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης, μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά. Η έρευνα, ωστόσο, αναδεικνύει στην πράξη ότι οι μαθητές μπορούν να ωφεληθούν στο βαθμό που είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των περιβαλλόντων και ειδικότερα, στο βαθμό που μπορούν να υποστηρίξουν αυτόνομα τη μάθηση (Azevedo & Hadwin, 2005). Όπως σημειώνει η Land (2000), συχνά οι μαθητές αποτυγχάνουν να επεξεργαστούν ιδέες ή να αλλάξουν τις ιδέες τους προσεγγίζοντας τα επιστημονικά μοντέλα, δυσκολεύονται να αξιολογήσουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους και να αποκομίσουν την απαιτούμενη ανατροφοδότηση (Hannafin & Land, 1997) και, τέλος, τα αποτελέσματα της εργασίας τους είναι συχνά επιφανειακά και δεν δίνουν ενδείξεις κατανόησης εννοιών με συνοχή. Πολλοί ερευνητές, επίσης, επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στο ρόλο που έχουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μαθητή, όπως τα κίνητρα, η ικανότητα παρακολούθησης και έλεγχου της εργασίας και οι προσωπικές απόψεις και στάσεις για τη μάθηση στις ακαδημαϊκές επιδόσεις (Pintrich, 2000: Schommer, 1990: Zimmerman, 2002). Το σύνολο των παραπάνω ιδιοτήτων μελετούνται αναλυτικά στην βιβλιογραφία, στο πλαίσιο της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης.

Αυτορρύθμιση είναι η ικανότητα του ατόμου να παρακολουθεί και να τροποποιεί / ελέγχει τη συμπεριφορά, το γινώσκειν και το θυμικό του, καθώς και το περιβάλλον, αν χρειάζεται, προκειμένου να πετύχει ένα στόχο (Ευκλείδη-Κωσταρίδου, 2005). Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση έχει διαστάσεις γνωστικές, μεταγνωστικές και βουλευτικές/ θυμικές. Επηρεάζεται επίσης και από περιβαλλοντικά στοιχεία. Η εφαρμογή ανάλογων στρατηγικών στη μάθηση, συχνά αναφέρεται ως αυτορρυθμιζόμενη μάθηση και είναι μια σημαντική έκφανση της αυτορρυθμιζόμενης συμπεριφοράς. Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση περιγράφει τις ενέργειες των μαθητών που συνδέονται με τις διαδικασίες μάθησης, δηλαδή τις πρωτοβουλίες και τις δράσεις οι οποίες αποσκοπούν στην επίτευξη μαθησιακών στόχων.

Η μεταγνώση ορίζεται, σύμφωνα με τους πρωτοπόρους στο πεδίο, ως η παρακολούθηση και ο έλεγχος του γινώσκειν (Flavell, 1979: Brown, 1978). Έχει διάφορες εκφάνσεις όπως: η μεταγνωστική γνώση, οι μεταγνωστικές δεξιότητες και οι μεταγνωστικές εμπειρίες. Κάποιοι ερευνητές, αναφέρουν την μεταγνώση ως μία από τις διεργασίες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης. Κάποιοι άλλοι, θεωρούν ως αυτορρύθμιση τις μεταγνωστικές δεξιότητες όπως την παρακολούθηση και τον έλεγχο, που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια των μεταγνωστικών διεργασιών.

Ωστόσο, στο πλαίσιο της μεταγνωστικής γνώσης κατά την εφηβεία, οι μαθητές αναπτύσσουν απόψεις και θεωρίες σχετικά με τη φύση της γνώσης και τα κριτήρια ορθότητάς της. Οι απόψεις αυτές συνθέτουν την επιστημική σκέψη Kitchener (Kitchener & King, 1981). Η ικανότητα αυτορρύθμισης, καθώς και η επιστημική σκέψη, έχουν συνδεθεί με τη μάθηση και την επίδοση. Στην συνέχεια του κεφαλαίου, θα μελετηθούν τα μοντέλα αυτορρυθμιζόμενης μάθησης και θα εξεταστεί ο ρόλος της μεταγνώσης. Στη συνέχεια, θα μελετηθούν τα μοντέλα ανάπτυξης της επιστημικής σκέψης και θα διερευνηθεί ο ρόλος τους στην αυτορρυθμιζόμενη μάθηση και, ειδικότερα, στην περίπτωση ανάπτυξης συνθετικών εργασιών με τη χρήση ρομπωτικής.

4.1 Μοντέλα αυτορρυθμιζόμενης μάθησης

Σύμφωνα με τον Pintrich (2000), όλα τα μοντέλα αυτορρύθμισης στηρίζονται σε τέσσερις παραδοχές. Πρώτη παραδοχή είναι η παραδοχή της ενεργού μάθησης. Σύμφωνα με αυτήν, οι μαθητές κατασκευάζουν στόχους, στρατηγικές και νοήματα, χρησιμοποιώντας τις πρότερες γνώσεις τους και τις πληροφορίες που αντλούν από το περιβάλλον. Η δεύτερη παραδοχή είναι η παραδοχή του ελέγχου, σύμφωνα με την οποία οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν, να ελέγξουν και να ρυθμίσουν συγκεκριμένες όψεις της νοητικής τους συμπεριφοράς, των κινήτρων και του περιβάλλοντος. Η τρίτη παραδοχή είναι η παραδοχή των κινήτρων και στόχων. Σύμφωνα με αυτήν, όλοι οι μαθητές διαμορφώνουν ένα σύνολο κριτηρίων και στόχων, σε σχέση με τους οποίους ελέγχουν την συμπεριφορά τους. Η τελευταία παραδοχή αφορά το ρόλο της αυτορρύθμισης. Οι ενέργειες της αυτορρύθμισης λειτουργούν ως μεσολαβητές ανάμεσα στο προσωπικό στοιχείο και τα τελικά αποτελέσματα μιας δραστηριότητας. Δεν είναι, επομένως, τα χαρακτηριστικά της δραστηριότητας ή του περιβάλλοντος που καθορίζουν τα αποτελέσματα. Με βάση αυτές τις παραδοχές, ο Pintrich δίνει ένα λειτουργικό ορισμό της αυτορρύθμισης σύμφωνα με τον οποίο: η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση είναι μία ενεργός δραστηριότητα οικοδόμησης, κατά την οποία ο μαθητής καθορίζει τους στόχους της μάθησης, παρακολουθεί, ρυθμίζει και ελέγχει την νόηση, τα κίνητρα και την συμπεριφορά, καθοδηγούμενος και περιοριζόμενος από τους στόχους που έχει θέσει και το περιβάλλον.

Το κοινωνικό γνωστικό μοντέλο αυτορρύθμισης του Zimmerman

Μια σειρά από μοντέλα αυτορρύθμισης έχουν προταθεί από διάφορους μελετητές. Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση κατά τον Zimmerman (2000), είναι μία κυκλική διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει 3 φάσεις. Είναι κυκλική γιατί τα αποτελέσματα προηγούμενων διαδικασιών τροφοδοτούν τις επόμενες. Η πρώτη φάση είναι η φάση της προετοιμασίας, ακολουθεί η φάση της συμπεριφοράς και του βουλευτικού ελέγχου και, τέλος, η φάση του αυτό-αναλογισμού.

Υπάρχουν δύο κατηγορίες υποδιαδικασιών στη φάση της προετοιμασίας: η ανάλυση του έργου και η ανάκληση πεποιθήσεων που συνδέονται με τα κίνητρα.

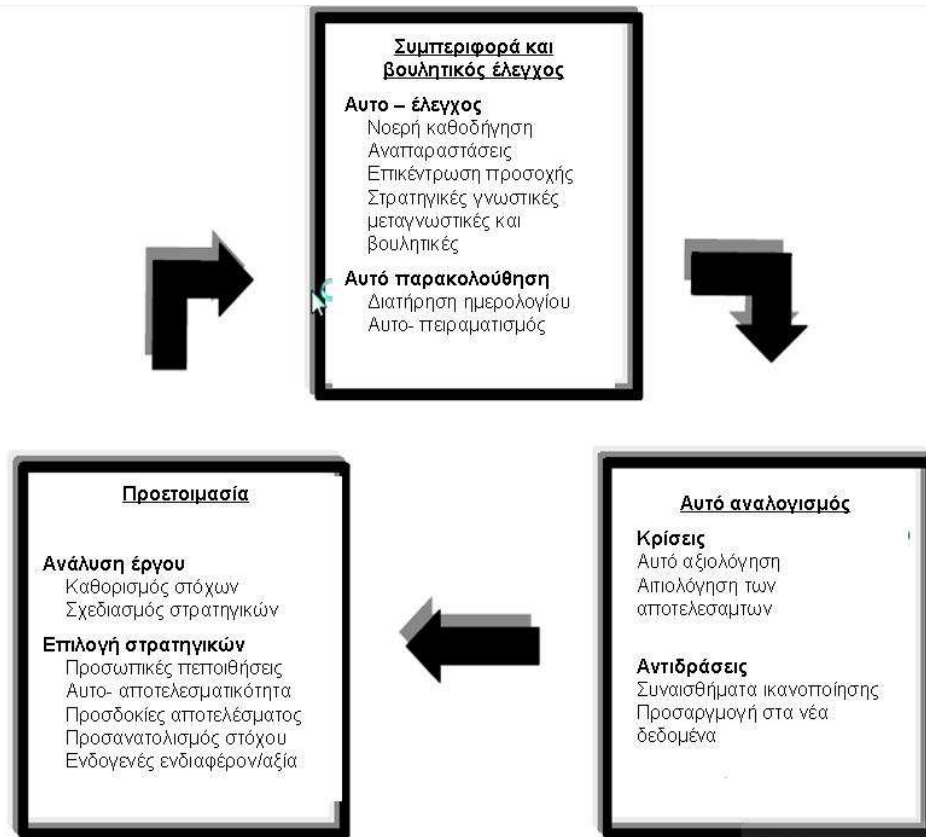
Η ανάλυση του έργου συνδέεται με τη διατύπωση στόχων, καθώς επίσης και με το καθορισμό των τελικών προϊόντων της εργασίας. Οι στόχοι που καθορίζονται από το άτομο μπορεί να έχουν μια ιεράρχηση και η επίτευξη των πιο κοντινών, μπορεί να επηρεάζει θετικά άλλες όψεις, όπως για παράδειγμα, τις πεποιθήσεις του ατόμου για την αυτό αποτελεσματικότητά του.

Μια άλλη όψη της ανάλυσης του έργου, είναι ο καθορισμός στρατηγικών που θα ακολουθηθούν ώστε να υλοποιηθεί το έργο. Η κατάλληλη επιλογή οδηγεί στα επιθυμητά αποτελέσματα. Στηρίζεται στη γνώση του ατόμου και στην πρότερη εμπειρία. Η επιλογή στρατηγικών συμβαίνει καθόλη τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου, μιας και, ανάλογα με τα αποτελέσματα, οι στρατηγικές αλλάζουν ή τροποποιούνται.

Η επιλογή και χρήση των στρατηγικών στηρίζεται στην κινητοποίηση των μαθητών και στις πεποιθήσεις για την αυτο-αποτελεσματικότητά τους, την αξία των αναμενόμενων αποτελεσμάτων, το ενδογενές ενδιαφέρον τους και την αξία, που αποδίδουν στο στόχο.

Οι πεποιθήσεις για την ικανότητα τους να υλοποιήσουν το έργο αλλά και οι πεποιθήσεις τους για τη δυσκολία που έχει το έργο που αναλαμβάνουν,

επηρεάζουν τους στόχους που θέτει ο μαθητής, αλλά και τις στρατηγικές που θα χρησιμοποιήσει.



Σχήμα 1: Φάσεις και υποδιαδικασίες της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (προσαρμογή Zimmerman 2002)

Οι μαθητές με προσανατολισμό στη μάθηση, δεν εκδηλώνουν ανταγωνιστικές συμπεριφορές και συνεχίζουν να ενδιαφέρονται για το έργο, ακόμα και όταν δεν υπάρχουν εξωτερικές ανταμοιβές. Μαθητές με προσωπικό ενδιαφέρον για το έργο που εκτελούν, παρουσιάζουν μεγαλύτερη επιμονή και δεν εγκαταλείπουν, παρά τις δυσκολίες. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι στρατηγικές αυτορρύθμισης δεν συνδέονται άμεσα με τις γνωστικές ικανότητες.

Η φάση της συμπεριφοράς και του βουλευτικού έλεγχου έχει δύο σημαντικές όψεις: τον αυτοέλεγχο και την αυτό-παρακολούθηση. Ο αυτοέλεγχος περιλαμβάνει διαδικασίες, όπως η νοερή καθοδήγηση, η δημιουργία αναπαραστάσεων, η χρήση στρατηγικών και η επικέντρωση της προσοχής. Η νοερή καθοδήγηση είναι η περιγραφή οδηγιών για το πως μπορεί να κάνεις μία συγκεκριμένη εργασία. Η δημιουργία αναπαραστάσεων είναι μία από τις πιο αποτελεσματικές στρατηγικές για την βελτίωση των επιδόσεων στην εκτέλεση έργων ανάκλησης.

Οι στρατηγικές είναι στοχοκατευθυνόμενοι, προθετικοί και ελεγχόμενοι τρόποι δράσης. Οι γνωστικές στρατηγικές είναι σημαντικό στοιχείο της υλοποίησης ενός έργου. Τέτοιες στρατηγικές είναι η επανάληψη, η υπογράμμιση, η λύση προβλήματος και η γραφή. Η γνώση για την εφαρμογή τους είναι στοιχείο της αυτορρυθμιζόμενης συμπεριφοράς (μεταγνωστικές στρατηγικές). Παράδειγμα, με ποια σειρά θα εφαρμοστούν οι γνωστικές στρατηγικές και η ενεργοποίηση της

πρότερης γνώσης, που υποστηρίζει την εφαρμογή τους, είναι μερικές από τις μεταγνωστικές διεργασίες.

Τέλος, η επικέντρωση της προσοχής είναι συνάρτηση του ενδιαφέροντος που έχει ο μαθητής και συνδέεται με τα κίνητρα. Επηρεάζεται από παράγοντες όπως, η μείωση του ενδιαφέροντος, όταν η εργασία δεν έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα, η μη επαρκής κινητοποίηση όταν ο ορίζοντας ολοκλήρωσης είναι μακρινός από τους διαθέσιμους πόρους και τα εξωτερικά ερεθίσματα που αποσπούν την προσοχή.

Μία βουλευτική στρατηγική είναι αυτή της αυτό-παρακολούθησης: παρακολούθηση, δηλαδή, της κατανόησης και της προσοχής και αυτοεξέταση για τον έλεγχο της απόδοσης. Προϋποθέτει την ύπαρξη κριτηρίων, με βάση τα οποία κρίνεται η συμπεριφορά επίτευξης, αλλά και η ιεράρχηση των στόχων κατά την φάση της προετοιμασίας. Επηρεάζεται από την κούραση, αλλά και από την ανατροφοδότηση. Η ανατροφοδότηση, η οποία λαμβάνεται σε μικρό χρονικό διάστημα, έχει καλύτερα αποτελέσματα. Ένα τρίτο στοιχείο, το οποίο βοηθά την αυτό-παρακολούθηση, είναι η ορθότητα των εκτιμήσεων που κάνει ο μαθητής στα αποτελέσματα μίας συγκεκριμένης συμπεριφοράς. Κακές εκτιμήσεις δεν βοηθούν στην βελτίωση της στρατηγικής. Τέλος, η αρνητική κριτική και τα ελλείμματα οδηγούν σε μείωση της κινητοποίησης του μαθητή. Η διατήρηση ημερολογίου /αρχείου των επιδόσεων και θετικών γεγονότων μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες να αξιοποιηθούν μεταγνωστικά. Η αυτό-παρατήρηση μπορεί, επίσης, να οδηγήσει σε αποτελεσματικούς πειραματισμούς με τις παραμέτρους που μπορεί να επηρεάζουν συγκριμένες συμπεριφορές.

Στη φάση της συμπεριφοράς, επίσης, εντάσσονται και οι στρατηγικές διαχείρισης πόρων, όπως η διαχείριση χρόνου, ο έλεγχος της προσπάθειας και ο έλεγχος άλλων ανθρώπων, μέσα από τεχνικές αναζήτησης βοήθειας. Η αυτό-ενίσχυση, επίσης, βοηθά στη διατήρηση της προσπάθειας. Οι παραπάνω στρατηγικές οδηγούν στη ρύθμιση της συμπεριφοράς, μέσα από την βελτίωση των στρατηγικών ή την αλλαγή τους, για την επίτευξη του στόχου.

Η τελευταία φάση του μοντέλου είναι ο αυτό- αναλογισμός. Σύμφωνα με τον Zimmerman, ο αυτοαναλογισμός συντίθεται από τις κρίσεις για τον εαυτό και τις αντιδράσεις του ατόμου. Οι κρίσεις περιλαμβάνουν την αυτοαξιολόγηση της επίδοσης, καθώς και την αξιολόγηση της αξίας του αποτελέσματος .

Η αυτοαξιολόγηση προκύπτει από την σύγκριση των παρατηρήσεων με τα κριτήρια που έχει διατυπώσει το άτομο σε προηγούμενο στάδιο. Υπάρχουν τεσσάρων ειδών κριτήρια για την αξιολόγηση του εαυτού:

(α) το επίπεδο ικανότητας, όπως καθορίζεται μέσα από τεστ και αξιολογήσεις που είναι ιεραρχημένες. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η επίδοση καθορίζει το επίπεδο της ικανότητας του ατόμου.

(β) οι παλαιότερες επιδόσεις του ατόμου, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καθορίσουν της εξέλιξης μίας ικανότητας.

(γ) η κανονικότητα η οποία προϋποθέτει τη σύγκριση με άλλους όπως για παράδειγμα συμβαίνει σε έναν διαγωνισμό

(δ) η συνεργασία κατά την οποία, η αξιολόγηση κάθε μέλους της ομάδας, συνδέεται με τα χαρακτηριστικά του ρόλου που είχε μέσα στην ομάδα, αλλά και με την λειτουργία της ομάδας σαν σύνολο.

Η αυτοαξιολόγηση συνοδεύεται από ένα σύνολο κρίσεων για τις αιτίες που οδήγησαν σε αυτά τα αποτελέσματα. Οι αιτίες μπορεί να αφορούν τις στρατηγικές

που αξιοποιήθηκαν, αλλά και τη συνολική ικανότητα του ατόμου. Επηρεάζονται τόσο από τις πεποιθήσεις του ατόμου που ενεργοποιούνται στο πρώτο στάδιο, όσο και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τόσο η αυτοαξιολόγηση, όσο και οι κρίσεις, έχουν σαν αποτέλεσμα αντιδράσεις οι οποίες συνδέονται με την ικανοποίηση που έχει το άτομο από το έργο που υλοποίησε, καθώς και τις αλλαγές στη στάση του. Η ικανοποίηση από την απόδοση συνδέεται άμεσα με την επιμονή που δείχνει το άτομο στην υλοποίηση του έργου και στην κινητοποίηση του, καθώς τα κίνητρα δεν συνδέονται μόνο με τους στόχους, αλλά και με τις κρίσεις του ατόμου για την ικανότητα του και την επίδοση του στην εργασία. Η εκτίμηση συνδέεται, επίσης, και με την αξία που έχει η εργασία για τους μαθητές. Αν δίνει μεγάλη σημασία στην εργασία, τότε η αποτυχία θα προκαλέσει έντονα συναισθήματα.

Η προσαρμογή στα νέα δεδομένα είναι μία διαδικασία, κατά την οποία κάποιος τροποποιεί τις συμπεριφορές και τις πεποιθήσεις του. Αυτό μπορεί να συνδέεται με την ιεράρχηση των στόχων του, αλλά και με την επιλογή των στρατηγικών. Είναι, επομένως, η βάση της ανάπτυξης της αυτορρύθμισης. Στην περιοχή αυτή εντάσσονται και αντιδράσεις άμυνας, όπως η αναβολή, η αποφυγή του έργου, η απάθεια. Αυτές οι στρατηγικές χαρακτηρίζονται και ως στρατηγικές αυτό-αναπηρίας, μιας και εμποδίζουν την ανάπτυξη του ατόμου. Τα αποτελέσματα αυτού του σταδίου επηρεάζουν τη φάση της προετοιμασίας στο επόμενο έργο.

Η ανάπτυξη της αυτορρύθμισης, σύμφωνα με τον Zimmerman (2002), συμβαίνει μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο αναπτύσσεται το άτομο και περιλαμβάνει 4 στάδια ανάπτυξης (α)παρατήρηση μίας δεξιότητας, που εκτελείται από έναν ειδικό, (β)μίμηση: επανάληψη της δεξιότητας με παροχή κατάλληλης βοήθειας, (γ)αυτο-έλεγχος: εκδήλωση της δεξιότητας στο κατάλληλο περιβάλλον (δ) αυτορρύθμιση: χρήση της δεξιότητας με τρόπο που επηρεάζεται από το προσωπικό στυλ και το περιβάλλον στο οποίο εκδηλώνεται.

Το μοντέλο αυτορρύθμισης του Pintrich

Η επέκταση του μοντέλου του Zimmerman από τον Pintrich (2000), οδήγησε σε μία πιο λεπτομερή περιγραφή υποδιαδικασιών. Οι φάσεις του μοντέλου αυτού είναι 4.

Προετοιμασία: Περιλαμβάνει την ενεργοποίηση των πεποιθήσεων για το έργο, το περιβάλλον και τον εαυτό σε σχέση με το έργο. Κατά την προετοιμασία, επίσης, γίνεται ο σχεδιασμός του έργου.

Παρακολούθηση: Περιλαμβάνει τις διαδικασίες παρακολούθησης της λειτουργίας του ατόμου και το άτομο αποκτά μεταγνωστική επίγνωση των διαφορετικών όψεων του έργου, του περιβάλλοντος και του εαυτού.

Έλεγχος: Περιλαμβάνει την προσπάθεια ελέγχου και ρύθμισης της συμπεριφοράς, του έργου καθώς και του περιβάλλοντος.

Αναστοχασμός: Περιλαμβάνει τις επιδράσεις και τα αποτελέσματα του αναστοχασμού πάνω στις ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα τους.

Οι τέσσερις φάσεις δεν έχουν κατ' ανάγκη συγκεκριμένη ιεράρχηση. Οι φάσεις της παρακολούθησης και του ελέγχου, που αντιστοιχούν στην 2^η φάση του προηγούμενου μοντέλου του Zimmerman, υλοποιούνται ταυτόχρονα. Ο συγγραφέας περιγράφει τις φάσεις αναφερόμενος σε τέσσερις περιοχές: γνωστική, κινήτρων, συμπεριφοράς και πλαισίου. Οι τρεις πρώτες περιοχές αντιστοιχούν στις αντίστοιχες περιοχές ψυχολογικής λειτουργίας του ατόμου, ενώ

η τελευταία κρίνεται απαραίτητη, μιας και σημαντικό μέρος της αυτορρυθμιζόμενης συμπεριφοράς είναι η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Η γνωστική περιοχή συνδέεται με τις γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές που χρησιμοποιούνται από κάθε άτομο για τη ρύθμιση της νόησης. Περιλαμβάνει γνώσεις για στρατηγικές και γνώσεις περιεχομένου.

Η περιοχή των κίνητρων: Περιλαμβάνει κίνητρα και πεπιοθήσεις για τον εαυτό, για το έργο, όπως για παράδειγμα, την ικανότητα του ατόμου και την αξία του έργου που εκτελείται. Επιπροσθέτως, περιλαμβάνει το προσωπικό ενδιαφέρον για το έργο, τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις που μπορεί να έχει το έργο.

Συμπεριφορά: Περιλαμβάνει όλες τις προσπάθειες που καταβάλει το άτομο στο έργο για να ελέγξει και να ρυθμίσει τα κίνητρα και την συμπεριφορά. Περιλαμβάνει, επίσης, και συμπεριφορές όπως η επιμονή και η αναζήτηση βοήθειας.

Πλαίσιο: Αφορά όψεις του περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο υλοποιείται το έργο, όπως για παράδειγμα, η δομή της τάξης και τα πολιτισμικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν το περιβάλλον.

Αυτορρύθμιση του γνωστικού παράγοντα

Ειδικότερα, στην φάση 1 της προετοιμασίας και στη γνωστική περιοχή, μπορούμε να αναγνωρίσουμε τρία διαφορετικά είδη ενεργοποίησης:

(α) Τον καθορισμό στόχων: Οι στόχοι λειτουργούν ως κριτήρια ελέγχου κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου. Συνηθίζεται οι στόχοι να ορίζονται στην αρχή του έργου, όμως, πολλές φορές, καθορίζονται αλλά και τροποποιούνται και κατά τη διάρκεια της υλοποίησης, ως αποτέλεσμα των διαδικασιών παρακολούθησης και ελέγχου.

(β) Η ενεργοποίηση πρότερης γνώσης: Αυτό μπορεί να συμβαίνει αυτόματα, χωρίς τη συνειδητή παρέμβαση του ατόμου. Σε αυτή την περίπτωση, δεν πρόκειται για διαδικασία αυτορρυθμιζόμενης μάθησης. Στην περίπτωση όμως, που ο μαθητής συνειδητά έρευνα και αναζητά σχετική με την περίπτωση αυτή γνώση, τότε πρόκειται για διαδικασία αυτορρύθμισης.

(γ) Η ενεργοποίηση της μεταγνώσης: Με παρόμοιο τρόπο, κατά τη φάση της προετοιμασίας, ενεργοποιείται και η γνώση στρατηγικών για την εκτέλεση ενός έργου, όπως για παράδειγμα, αν το συγκεκριμένο έργο είναι εύκολο ή δύσκολο ή αν συγκεκριμένες στρατηγικές είναι αποτελεσματικές. Στην περίπτωση αυτή, περιλαμβάνεται και η γνώση για τις μεταβλητές που επηρεάζουν τις στρατηγικές πχ απομνημόνευση, αιτιολόγηση, επίλυση προβλημάτων σχεδιασμός, γραφή.

Η φάση της παρακολούθησης της νόησης που ακολουθεί, περιλαμβάνει την επίγνωση και παρακολούθηση ποικίλων όψεων της νόησης. Πρόκειται για μια μεταγνωστική δεξιότητα, η οποία είναι δυναμική και λαμβάνει χώρα καθόλη τη διάρκεια της εξέλιξης της εργασίας.

Ένα είδος μεταγνωστικής κρίσης, που ανήκει σε αυτήν τη φάση, είναι το «αίσθημα ότι γνωρίζω κάτι», που συχνά καλείται αίσθημα «στην άκρη της γλώσσας», όταν δεν μπορεί κάποιος να ανακαλέσει με ακρίβεια αυτό που γνωρίζει, ή η κρίση ότι 'ξέρω κάτι' το οποίο καθοδηγεί τη διαδικασία της κατανόησης και της μάθησης. Αυτή η κρίση καθοδηγεί τις στρατηγικές που ακολουθεί ο μαθητής κατά τη διάρκεια της μελέτη (διαβάζω πιο αργά, κατανοώ, μπορώ να ανακαλέσω).

Πίνακας 10: Υποδιαδικασίες ανά φάση της αυτορρύθμισης σε 4 περιοχές (προσαρμογή Pintrich 2000)

Φάση	Γνωστικές διεργασίες	Κίνητρα/ συναίσθημα	Συμπεριφορά	Πλαίσιο
Προετοιμασία, Σχεδιασμός Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> - Καθορισμός στόχων - Ενεργοποίηση πρότερων γνώσεων - Ενεργοποίηση μεταγνωστικών γνώσεων και δεξιοτήτων 	<ul style="list-style-type: none"> - Προσανατολισμός στόχων - Πεπαιθήσεις για την αυτό-αποτελεσματικότητα - Ευκολία μάθησης - πεπαιθήσεις για τη ευκολία/δυσκολία του έργου - Πεπαιθήσεις για την αξία του έργου - Ενεργοποίηση ενδιαφέροντος 	<ul style="list-style-type: none"> - Σχεδιασμός του χρονοδιαγράμματος - Σχεδιασμός της παρακολούθησης της προσπάθειας και της συμπεριφοράς 	<ul style="list-style-type: none"> - Αντίληψη του έργου - Αντίληψη του πλαισίου
Παρακολούθηση	<ul style="list-style-type: none"> - Ενσυνείδητη παρακολούθηση μεταγνωστικών διεργασιών - Παρακολούθηση της νόησης - Κρίση για τη μάθηση (JOLs) - Αίσθηση ότι γνωρίζω (FOKs) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ενσυνείδητη παρακολούθηση των κινήτρων - Ενσυνείδητη παρακολούθηση των συναισθημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> - Ενσυνείδητη παρακολούθηση της προσπάθειας, του χρόνου, της ανάγκης για βοήθεια - Αυτό παρατηρηση της συμπεριφοράς 	<ul style="list-style-type: none"> - Παρακολούθηση, αλλαγή έργου, αλλαγή των συνθηκών του περιβάλλοντος
Έλεγχος	<ul style="list-style-type: none"> - Επιλογή και προσαρμογή των γνωστικών στρατηγικών για σκέψη και μάθηση 	<ul style="list-style-type: none"> - Επιλογή και προσαρμογή των στρατηγικών για τη διαχείριση κινήτρων και συναισθημάτων 	<ul style="list-style-type: none"> - Ρύθμιση της προσπάθειας που καταβάλλεται - Επιμονή/παραίτηση - Αναζήτηση βοήθειας 	<ul style="list-style-type: none"> - Επαναδιαπραγμάτευση ή αλλαγή του έργου - Αλλαγή ή εγκατάλειψη πλαισίου
Αναστοχασμός και αντίδραση	<ul style="list-style-type: none"> - Κριτική θεώρηση της γνώσης - Αυτοαξιολόγηση - Κρίσεις για το αποτέλεσμα 	<ul style="list-style-type: none"> - Συναισθηματικές αντιδράσεις σε σχέση με το αποτέλεσμα - Προσδιορισμός του αποτελέσματος 	<ul style="list-style-type: none"> - Επιλογή συμπεριφοράς 	<ul style="list-style-type: none"> - Αξιολόγηση του έργου - Αξιολόγησης του πλαισίου

Ο έλεγχος της νόησης: Περιλαμβάνει τις ενέργειες που επιτρέπουν αλλαγές στην νόηση. Συνδέονται άμεσα με την παρακολούθηση που περιγράφηκε παραπάνω. Εστιάζεται, κυρίως, στην επιλογή κατάλληλων στρατηγικών. Ενώ η χρήση των στρατηγικών είναι γνωστική διαδικασία, η κρίση για το ποια στρατηγική είναι κατάλληλη είναι μεταγνωστική δεξιότητα. Μέρος των στρατηγικών αυτών είναι η κωδικοποίηση της πληροφορίας στη μνήμη, η χρήση μνημονικών κανόνων και η κατασκευή διαγραμμάτων.

Γνωστικός αναστοχασμός και αντίδραση: περιλαμβάνει κρίσεις και αξιολόγηση των επιδόσεων του ατόμου σε ένα έργο, καθώς και την απόδοση του σε αυτό. Είναι χαρακτηριστικό των μαθητών που έχουν καλή αυτορρύθμιση να αποδίδουν τα αποτελέσματα των ενεργειών στη χρήση των στρατηγικών και όχι την συνολική ατομική τους επίδοση. Οι αιτιακές αυτές αποδόσεις βοηθούν στην καλύτερη προσαρμογή των στρατηγικών και στην μάθηση.

Αυτορρύθμιση των κινήτρων και των επιδράσεων

Στην περιοχή αυτή, περιλαμβάνονται οι προσπάθειες ρύθμισης πεποιθήσεων σχετικές με τα κίνητρα και τις επιδόσεις, όπως για παράδειγμα, ο σκοπός του έργου, πόσο ικανός είμαι να κάνω κάτι και οι πεποιθήσεις για το πόσο σημαντικό είναι αυτό που κάνω, τη χρησιμότητα του έργου και το προσωπικό.

Σχεδιασμός και ενεργοποίηση: περιλαμβάνει την ενεργοποίηση πεποιθήσεων για το πόσο ικανός είναι κάποιος, πόσο ενδιαφέρον είναι αυτό που κάνει και τι αξία έχει. Υπάρχει αλληλεξάρτηση ανάμεσα στις πεποιθήσεις για την ικανότητα κάποιου και την προσπάθεια που καταβάλλει. Η ενασχόληση με ένα έργο μπορεί να τροποποιήσει τις πεποιθήσεις του ατόμου για την αυτό-ικανότητα, ανάλογα με τα αποτελέσματα της εργασίας του.

Παρόμοιες πεποιθήσεις υπάρχουν, επίσης, και για το έργο που έχει να εκτελέσει ο μαθητής, πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι. Οι πεποιθήσεις αυτές απορρέουν από το συνδυασμό της μεταγνωστικής γνώσης για το έργο και για τις προσωπικές ικανότητες.

Και τα δύο είδη πεποιθήσεων απορρέουν από την κατανόηση που έχει ο μαθητής για το έργο και από την κρίση για την προσωπική του ικανότητα.

Στην φάση αυτή ανήκουν, επίσης, και οι πεποιθήσεις για την αξία που έχει το έργο ή για τη χρησιμότητα του στο μέλλον. Στο παρόν μοντέλο, αυτές οι πεποιθήσεις ενεργοποιούνται στην αρχή του έργου από τον ίδιο τον μαθητή ή από τον εκπαιδευτικό. Εμπεριέχει, επίσης, πεποιθήσεις για το προσωπικό του ενδιαφέρον στο έργο αυτό. Στην περίπτωση αυξημένου προσωπικού ενδιαφέροντος, έχει παρατηρηθεί επιμονή και προσπάθεια. Αρνητικές επιδράσεις μπορεί να είναι ο φόβος και το άγχος.

Παρακολούθηση των κινήτρων: Στην περιοχή αυτή ο μαθητής αποκτά επίγνωση των πεποιθήσεων που ενεργοποιήθηκαν στην προηγούμενη φάση, όπως τι πιστεύει για την προσωπική του ικανότητα και τις αμφιβολίες που έχει κατά τη διάρκεια μιας εργασίας.

Έλεγχος και ρύθμιση των κινήτρων: Υπάρχουν πολλές στρατηγικές που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για να ελέγξουν τα κίνητρα και τις επιδράσεις ενός έργου. Μια από αυτές, που βελτιώνει την αυτό-αποτελεσματικότητα του ατόμου, είναι η θετική σκέψη. Βελτίωση των κινήτρων μπορεί να πετύχει κανείς με την καθιέρωση εξωτερικών αμοιβών, ή την υιοθέτηση εξωτερικών κινήτρων όπως είναι οι καλοί βαθμοί. Οι μαθητές μπορούν να αυξήσουν τα εσωτερικά κίνητρα για ένα έργο, κάνοντας το πιο ενδιαφέρον, σχετικό ή χρήσιμο για αυτούς και την

εξέλιξή τους. Έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές μειώνουν την αξία ενός έργου όταν έχουν χαμηλή επίδοση, δηλώνοντας ότι δεν είναι σημαντικό για αυτούς, όπως άλλες όψεις της ζωής τους.

Άλλες στρατηγικές που βοηθούν τους μαθητές να ελέγξουν τα συναισθήματά τους, είναι ο εσωτερικός διάλογος, ο οποίος ελέγχει τα αρνητικά αποτελέσματα του άγχους. Οι μαθητές μπορεί, επίσης, να χρησιμοποιούν τη ντροπή ή την ενοχή για να παραμείνουν συγκεντρωμένοι σε ένα έργο. Η αμυντική απαισιοδοξία μπορεί να κινητοποιήσει τους μαθητές να αυξήσουν την προσπάθειά τους, ενώ πεπεισμένοι που ενισχύουν την αυτο-ανικανότητα οδηγεί στο να καταβάλλουν μικρή προσπάθεια, ή καθόλου, πολύ κοντά στην τελική προθεσμία. Σε αυτή την περίπτωση, το φτωχό αποτέλεσμα αποδίδεται στη φτωχή προσπάθεια και όχι στην ικανότητα του ατόμου.

Αναστοχασμός και αντίδραση των κινήτρων: Οι μαθητές μπορεί να έχουν αντιδράσεις με συναισθηματικό περιεχόμενο στα αποτελέσματα της εργασίας, καθώς επίσης και κρίσεις. Οι κρίσεις αυτές, μπορεί να οδηγήσουν σε πιο σύνθετα συναισθήματα, όπως περηφάνεια, θυμός και άλλα. Οι μαθητές αναστοχάζονται αιτιολογώντας τα αποτελέσματα και αυτό είναι μια σημαντική διαδικασία, που διαμορφώνει την αυτοεκτίμηση και τα κίνητρα για μελλοντικό έργο.

Αυτορρύθμιση της συμπεριφοράς

Σχεδιασμός και ενεργοποίηση της συμπεριφοράς: Περιλαμβάνει το σχεδιασμό της διαχείρισης χρόνου και της διαχείρισης της προσπάθειας. Συχνά, τα καλά αποτελέσματα συνδέονται με τη διαχείριση του χρόνου και την δέσμευση στη διατήρηση του προγράμματος, την αυτό-παρατήρηση και διατήρηση αρχείου αποτελεσμάτων.

Παρακολούθηση και επίγνωση της συμπεριφοράς: Παρακολούθηση του τρόπου υλοποίησης της εργασίας και διατήρηση ημερολογίου. Στρατηγική που χρησιμοποιείται, επίσης, είναι ο πειραματισμός.

Έλεγχος και ρύθμιση της συμπεριφοράς: Στρατηγικές ελέγχου συμπεριφοράς και ρυθμίσεις είναι πολλές. Οι μαθητές μπορεί να αυξήσουν το χρόνο μελέτης και την προσπάθεια, αν το έργο είναι δύσκολο, ή μπορεί να εγκαταλείψουν την προσπάθεια. Στρατηγικές θετικής ενίσχυσης μπορούν να βοηθήσουν το μαθητή να επιμείνει στο έργο και να μην εγκαταλείψει. Η αμυντική απαισιοδοξία και τα αρνητικά σχόλια είναι στρατηγική ελέγχου του άγχους και της αυτοεκτίμησης, με διαφορετικά αποτελέσματα. Συνηθισμένη αντίδραση είναι η αναβολή μέχρι την τελευταία στιγμή. Η προσπάθεια και η επιμονή είναι δύο δείκτες κινητοποίησης, επομένως, όλες οι στρατηγικές που αναφέρθηκαν στην κινητοποίηση, μπορούν να εφαρμοσθούν και εδώ. Μια άλλη σημαντική συμπεριφορά είναι η αναζήτηση βοήθειας. Οι μαθητές με καλή αυτορρύθμιση ξέρουν πότε, γιατί και από ποιον θα ζητήσουν βοήθεια. Η αναζήτηση βοήθειας, μερικές φορές, μπορεί να δηλώνει και περιορισμένη εμπλοκή με το έργο.

Αντίδραση και αναστοχασμός της συμπεριφοράς: Σκέψεις και κρίσεις που αφορούν την προσπάθεια που καταβλήθηκε, τη διαχείριση χρόνου, μπορούν να ενταχτούν σε αυτή την περιοχή. Οι αντιδράσεις σχετίζονται με τις επιλογές που θα κάνει ο μαθητής στο μέλλον (για παράδειγμα, ποιες τάξεις θα παρακολουθήσει) και επιλογές που αφορούν το περιβάλλον.

Αυτορρύθμιση του πλαισίου.

Σχεδιασμός και ενεργοποίηση: Περιλαμβάνει τις απόψεις που αφορούν το περιβάλλον, στο οποίο υλοποιείται το έργο και το είδος του έργου γενικά.

Παραδείγματα στοιχείων του περιβάλλοντος είναι η βαθμολόγηση, κανόνες όπως: δεν μιλάμε μέσα στην τάξη, ο δάσκαλος έχει την σωστή απάντηση, οι μαθητές δεν έχουν αυτονομία. Οι απόψεις που ενεργοποιούνται αφορούν τόσο το περιβάλλον, όσο και τις σχέσεις μεταξύ μαθητών και καθηγητή ή μεταξύ μαθητών. Συχνά, μπορεί να επηρεάζονται από στερεότυπα.

Παρακολούθηση του περιβάλλοντος: Οι κανόνες, τα αναμενόμενα αποτελέσματα οι τρόποι βαθμολόγησης, οι ανταμοιβές είναι μέρος των κανόνων των οποίων οι μαθητές οφείλουν να έχουν επίγνωση.

Έλεγχος και ρύθμιση του περιβάλλοντος: Αποτελεί ένα δύσκολο έργο, μιας και συχνά το περιβάλλον δεν μπορεί να επηρεασθεί από τους μαθητές, αλλά από τους καθηγητές. Συχνά, όμως, μέρος της ευφυΐας του μαθητή συνδέεται με την ικανότητα του να επηρεάζει και να προσαρμόζεται στο περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει διαπραγμάτευση για τις απαιτήσεις του έργου, έτσι ώστε να έρθει στα μέτρα του. Η αυτορρύθμιση του περιβάλλοντος είναι δύσκολη για τους μικρούς μαθητές, οπότε, σε αυτήν την περίπτωση, χρειάζεται η βοήθεια του εκπαιδευτικού, για να οργανώσουν την εργασία τους και να επιλέξουν τις διαδικασίες που θα ακολουθήσουν. Στους μεγαλύτερους μαθητές, που λειτουργούν σε μαθητοκεντρικά περιβάλλοντα, όπως είναι οι κοινότητες μάθησης και τα ανοιχτά περιβάλλοντα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών, δίνεται η δυνατότητα να εκφράσουν δεξιότητες αυτορρύθμισης, μιας και έχουν τον έλεγχο της εργασίας, της δομής και του κλίματος.

Αντίδραση και στοχασμός περί του πλαισίου: Περιλαμβάνεται η συζήτηση γύρω από την ευχαρίστηση, την ικανοποίηση, τη μάθηση και τα επιτεύγματα της εργασίας. Περιλαμβάνει, επίσης, κρίσεις για το ποια στοιχεία του περιβάλλοντος λειτουργούν θετικά στην εξέλιξη της εργασίας και ποια όχι. Τα αποτελέσματα αυτής της φάσης λειτουργούν ως ανατροφοδότηση στη φάση της προετοιμασίας του επόμενου έργου που θα εκτελέσει ο μαθητής.

Το μοντέλο αυτορρύθμισης COPES

Ο Winne και οι συνεργάτες του (Winne, 1997: Winne & Hadwin, 1998) μελέτησαν τις διαδικασίες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της αυτόνομης εργασίας του μαθητή, η οποία κατευθύνεται από ένα στόχο. Συνολικά, αναγνωρίζει 4 στάδια στη διαδικασία της αυτορρύθμισης παρόμοια με αυτά που περιγράφονται στα προηγούμενα μοντέλα: Ορισμός έργου, καθορισμός στόχων και σχεδιασμός, δράση, προσαρμογή ή ανατροφοδότηση. Τα στάδια διαφοροποιούνται, κυρίως, ως προς τα τελικά παραγόμενα προϊόντα. Τα στάδια δεν εκτελούνται πάντα διαδοχικά. Σε διαδικασίες με τις οποίες ο μαθητής είναι εξοικειωμένος, δεν υπάρχει το στάδιο 1 (ορισμός του έργου), αλλά ενεργοποιείται το στάδιο 2 (καθορισμός στόχων και σχεδιασμός) και 3 (ενεργοποίηση). Η προσαρμογή μπορεί πρακτικά να γίνει σε οποιοδήποτε σημείο της εργασίας. Ειδικότερα:

Στάδιο 1-Ορισμός του έργου: Σε αυτό το στάδιο, οι μαθητές κατανοούν τις όψεις του έργου που θα εκτελέσουν. Διαμορφώνουν την περιοχική μελέτη. Σημαντικό προϊόν αυτού του σταδίου είναι η διαμόρφωση στόχων δηλαδή, ένα σύνολο από κριτήρια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για να γίνει αξιολόγηση του έργου. Δύο είναι οι βασικές πηγές πληροφορίας που καθορίζουν τις συνθήκες του έργου: η προσωπική εμπειρία των μαθητών, από παρόμοια έργα και το περιβάλλον στο οποίο υλοποιείται το έργο. Στις γνωστικές λειτουργίες του σταδίου περιλαμβάνονται η ενεργοποίηση της μνήμης, γύρω από τις συνθήκες που καθορίζουν το πρόβλημα. Στα προϊόντα περιλαμβάνεται η αναγνώριση των χαρακτηριστικών του έργου, μέσα από τις επιλεγμένες στρατηγικές και τα

κριτήρια, αλλά και το πως θα ήταν το συγκεκριμένο έργο, αν δεν είχε επιλεγθεί μια συγκεκριμένη πρακτική. Η παρακολούθηση και ανατροφοδότηση, σε αυτό το στάδιο, συνδέεται με την σύγκριση του προϊόντος αυτού του σταδίου με άλλες προηγούμενες εμπειρίες.

Στάδιο 2-Στόχοι και σχεδιασμός: Εδώ μπορεί οι στόχοι που διατυπώθηκαν στο στάδιο 1 να εξειδικεύονται στις προσωπικές τους ανάγκες, λαμβάνοντας υπόψη τους εξωτερικούς περιορισμούς, τις προσωπικές δυνατότητες και τις γνώσεις που ενεργοποιήθηκαν στο προηγούμενο στάδιο. Σε αυτό το στάδιο, επιλέγονται και οι στρατηγικές.

Στάδιο 3 - Εκτέλεση των στρατηγικών: Εδώ εφαρμόζονται οι στρατηγικές που έχουν επιλεγεί το στάδιο 2 και ελέγχονται τα αποτελέσματα των στρατηγικών που αξιοποίησαν (ποιότητα μάθησης) και κάνουν τις κατάλληλες ενέργειες προσαρμογής. Η ανατροφοδότηση, τόσο από τις ενέργειες που εκτελέστηκαν, όσο και από το περιβάλλον, συμβάλλει καθοριστικά στα προϊόντα αυτού του σταδίου. Η παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε αυτό το στάδιο, προέρχεται από την σύγκριση των προϊόντων του σταδίου με τα κριτήρια που έχουν επιλεγεί στο πρώτο στάδιο, ενώ τα αποτελέσματα της ανατροφοδότησης μπορούν να αξιοποιηθούν ως πληροφορία στο στάδιο 1 για την προσαρμογή των συνθηκών του έργου, των γνωστικών συνθηκών και των κινήτρων.

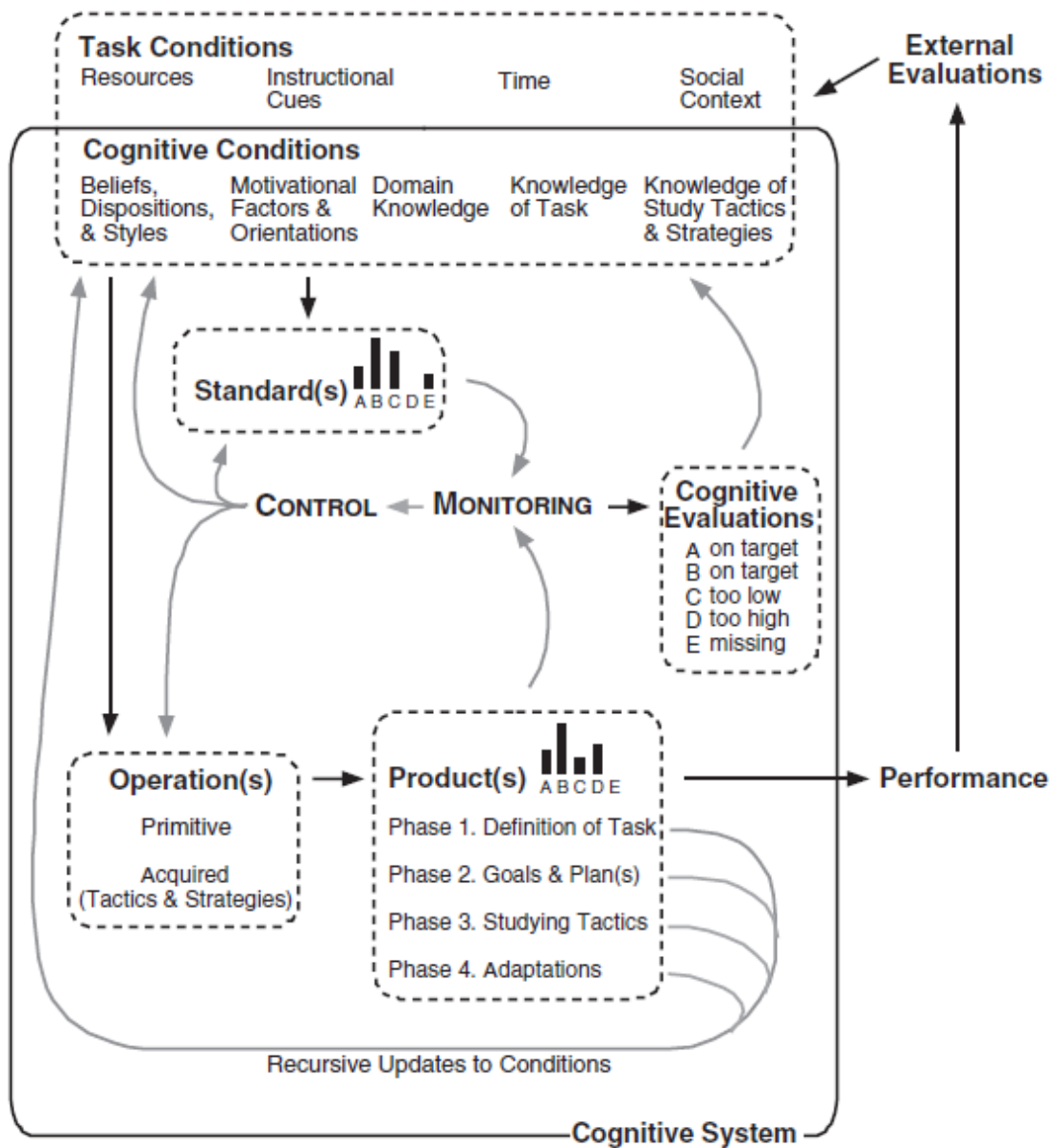
Στάδιο 4- Μεταγνωστική προσαρμογή: οι μαθητές παρατηρούν τα προϊόντα και παίρνουν αποφάσεις. Οι αποφάσεις μπορεί να αφορούν στον τρόπο με τον οποίο υλοποιήθηκαν αυτές οι στρατηγικές ως δράσεις. Μπορεί, επίσης, να αφορά τις συνθήκες υλοποίησης των στρατηγικών. Τέλος, μπορεί να αφορά το σύνολο μιας στρατηγικής (συνθήκες, διαδικασίες) και να οδηγήσει στη συνολική προσαρμογή της. Σε αυτήν την περίπτωση, τροποποιείται η αντίληψη των μαθητών για το έργο, τους στόχους και τις στρατηγικές.

Τα στάδια έχουν μία συγκεκριμένη αρχιτεκτονική δομή, η οποία έχει επιρροές από τη θεωρία της επεξεργασίας της πληροφορίας (Greene & Azevedo, 2007). Συντίθενται από: (α) συνθήκες (conditions), (β) διαδικασίες (operations), (γ) προϊόντα (products), (δ) ανατροφοδότηση (evaluation) και (ε) κριτήρια (standards). Ο μαθητής λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες (conditions) επιλέγει μια διαδικασία (operation) ή μια αλληλουχία από διαδικασίες (τακτική ή στρατηγική), για να τροποποιήσει μία κατάσταση και να παράγει ένα εσωτερικό προϊόν (product) ή να παρουσιάσει κάτι στην υπόλοιπη κοινότητα (performance). Στα στοιχεία αυτά προστίθενται η ανατροφοδότηση (evaluation) που προκύπτει από την επεξεργασία της πληροφορίας, που συλλέγει ο μαθητής μέσα από τις δράσεις του και τα κριτήρια (standards) ως προς τα οποία αξιολογεί την πληροφορία. Τα τρία πρώτα στοιχεία συμβαίνουν διαδοχικά, ενώ τα δύο τελευταία στοιχεία είναι παρόντα καθόλη τη διάρκεια της εργασίας. Τα αρχικά των στοιχείων αυτών: Conditions Operations Product Evaluation Standards COPEs, έδωσαν το όνομα σε αυτό το μοντέλο αυτορρύθμισης. Αναλυτικότερα:

Το σύνολο των περιβαλλοντικών συνθηκών (πλαίσιο στο οποίο υλοποιείται το έργο), πηγές, υλικά χρονικοί περιορισμοί, καθώς και η πρότερη γνώση του μαθητή και τα κίνητρα (γνωστικές συνθήκες), διαμορφώνουν τις *συνθήκες* (conditions) στις οποίες θα υλοποιηθεί το έργο. Οι συνθήκες στο μοντέλο αυτό περιλαμβάνουν τις υποδιαστάσεις *κίνητρα* και *πλαίσιο* του μοντέλου αυτορρύθμισης του Pintrich.

Οι διαδικασίες (τακτικές ή στρατηγικές) επιλέγονται σύμφωνα με τις συνθήκες, με σκοπό να οδηγήσουν στα τελικά προϊόντα. Είναι, ίσως, η μόνη περίπτωση στην

οποία ο μαθητής επεξεργάζεται τις διαθέσιμες πληροφορίες και λαμβάνει χώρα η μάθηση. Περιλαμβάνει διαδικασίες όπως: έρευνα, παρακολούθηση, ανάλυση σύνθεση. Προκειται για γνωστικές διαδικασίες και έχουν γνωστικά τελικά προϊόντα.



Σχήμα 2: Το μοντέλο COPES των Winn's και Hadwin's για την αυτορυθμιζόμενη μάθηση (πηγή Winne & Hadwin, 1998)

Τα προϊόντα κάθε σταδίου διαφέρουν και είναι συνήθως γνωστικά, εκτός, ίσως, από την περίπτωση στο στάδιο Εκτέλεση (Πίνακας 11) οπότε και μπορεί να είναι τα τελικά προϊόντα της διαδικασίας και να είναι διαθέσιμα και στο περιβάλλον.

Τα κριτήρια είναι απόψεις που καθορίζουν το επιθυμητό τέλος σε κάθε στάδιο. Τροφοδοτούνται από τις *συνθήκες* του έργου. Για παράδειγμα, τα κριτήρια στο στάδιο του ορισμού του έργου μπορεί να είναι τα ζητούμενα ενός προβλήματος που θέτει ο εκπαιδευτικός, σε συνδυασμό με τι πρέπει να μάθει ακόμα ο μαθητής για να λύσει το πρόβλημα καθώς, και οι πεποιθήσεις που έχει μαθητής για το πόσο δύσκολο θα είναι αυτό το έργο. Ο Winn αναπαριστά αυτά τα κριτήρια με στήλες (Σχήμα 2), μιας και υπάρχουν πολλές όψεις ενός έργου και τα κριτήρια

αυτά καθορίζουν πότε θεωρείται επιτυχημένο ένα έργο. Αποτελούν, κατά κάποιο τρόπο, τα εργαλεία μέτρησης της επιτυχίας σε κάθε φάση του έργου.

Η παρακολούθηση, ο έλεγχος και η αξιολόγηση είναι μέρος της ανατροφοδότησης και αντιπροσωπεύει την κυρίως μεταγνωστική διάσταση της αυτορρύθμισης σε αυτό το μοντέλο. Μέσα από την παρακολούθηση, ο μαθητής συγκρίνει τα προϊόντα με τα κριτήρια και αποφασίζει αν και πότε έχουν επιτευχθεί οι επιθυμητοί στόχοι (γνωστική αξιολόγηση). Αν υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στα προϊόντα και στα κριτήρια, τότε γίνεται επανέλεγχος στις συνθήκες, στους στόχους στις επιλεγμένες στρατηγικές και η κατάλληλη προσαρμογή. Η μεταγνωστική διάσταση αυτής της διαδικασίας έγκειται στο γεγονός ότι η εμπειρία του μαθητή, μέσα από την παρακολούθηση, μπορεί να οδηγήσει στην τροποποίηση απόψεων (συνθήκες), οι οποίες με τη σειρά τους τροφοδοτούν τους στόχους και το σχεδιασμό. Για παράδειγμα, ένας μαθητής, στις αρχικές συνθήκες ενός έργου, μπορεί να έχει συμπεριλάβει την πεποίθηση ότι αυτό το έργο είναι εύκολο και να έχει επιλέξει ανάλογες στρατηγικές για την υλοποίηση του έργου αυτού. Στη διαδικασία της υλοποίησης του έργου, αντιλαμβάνεται με καλύτερο τρόπο τις συνθήκες και αυτό τον οδηγεί να αλλάξει την πεποίθηση του σχετικά με τη δυσκολία του έργου και να πιστεψει ότι το έργο είναι δύσκολο. Για να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα, σύμφωνα με τα κριτήρια που έχει θέσει, οφείλει να επιλέξει νέες στρατηγικές και να προχωρήσει στην τελειοποίηση των προϊόντων.

Μέσα από την αρχιτεκτονική, που μόλις περιγράψαμε, η μεταγνωστική διάσταση είναι πάντοτε παρούσα σε κάθε φάση.

Ο συγγραφέας, επίσης, ισχυρίζεται ότι κάθε τακτική συνοδεύεται και από ποιότητες όπως η απόδοση, η προσδοκώμενη αποτελεσματικότητα, τα κίνητρα, τα προσδοκώμενα αποτελέσματα και η χρησιμότητα (attributions, efficacy expectations, incentives, outcome expectations, utility AEIOU), οι οποίες περιγράφουν τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων του COPES.

Πίνακας 11: Το μοντέλο COPES ανά φάση της αυτορρύθμισης (προσαρμογή Winne & Hadwin 1998)

Στάδια	Συνθήκες	Διαδικασίες	Προϊόντα	Αξιολόγηση	Κριτήρια
Περιγραφή σταδίου	Συνθήκες οι οποίες επηρεάζουν το πως θα υλοποιηθεί το έργο συμπεριλαμβανόμενης και της γνώσης των συνθηκών (αν αυτό ...τότε εκείνο), οι οποίες επηρεάζουν την επιλογή των διαδικασιών που θα ακολουθηθούν	Νοητικές στρατηγικές, διαδικασίες και τακτικές που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να υλοποιήσουν ένα έργο	Πληροφορία που δημιουργείται κατά τη διαδικασία	Ανατροφοδότηση που αφορά στα προϊόντα που, είτε δημιουργούνται εσωτερικά, ή παρέχονται από εξωτερικές πηγές	Κριτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση των προϊόντων
Στάδιο 1 ορισμός έργου	Ενδιαφέρον Στοχοθεσία Μαθησιακό στυλ Χρονικοί περιορισμοί Διαθέσιμες πηγές Γνώσεις στρατηγικών Γνώσεις για το έργο Ειδικοί στο θέμα	Έρευνα Παρακολούθηση (περιλαμβάνει τακτικές όπως η ερωτήσεις που διατυπώνει κανείς στον εαυτόν του, ταξινόμηση ομοιοτήτων και διαφορών) Συναρμολόγηση (επεξεργασία, ενσωμάτωση) Επανάληψη (σημειώσεις, επανάληψη) Μετάφραση (σχεδιαγράμματα, μνημονικοί κανόνες)	Αντίληψη του έργου	Κρίσεις Κατανόηση του έργου COPES του έργου Σύγκριση με άλλες πηγές πληροφορίας	Κριτήρια βαθμολόγησης Παλιότερες επιδόσεις

Στάδιο 2 Στόχοι και σχεδιασμός	Όμοια με συνθήκες στάδιο 1	Όμοια με προϊόντα 1	Καθορισμός κριτηρίων για το έργο (προσαρμοσμένο στο προσωπικό στυλ) Σχεδιασμός του πλάνου μελέτης Κριτήρια ελέγχου της δράσης (ρυθμός)	Κρίσεις για την συνθετότητα, δυσκολία Για τα κίνητρα υλοποίησης των στόχων Για την ικανότητα να υλοποιήσεις ένα έργο Για την προσπάθεια που χρειάζεται	Κριτήρια για τα προϊόντα Όρια της προσπάθειας και χρησιμότητα Προσανατολισμός κινήτρων
Στάδιο 3 Εκτέλεση	Όμοια με συνθήκες Σταδίου 1 και 2	Όμοια με προϊόντα 2	Αποτελέσματα μελέτης, όπως νοητικοί χάρτες, απάντηση ερωτήσεων Νέα οργάνωση της γνώσης	Κρίσεις για την μάθηση Την χρησιμότητα των τακτικών Την αποτελεσματικότητα Την απόδοση	Όμοια με κριτήρια στάδιο 2 Κριτήρια αντικειμένου, μεταεπίπεδο
Στάδιο 4 Μεταγνωστική Προσαρμογή	Όμοια με συνθήκες Σταδίου 1-3	Όμοια με Προϊόντα 1-3	Αναβάθμιση σε COPEs, το οποίο διαχωρίζει τα έργα Κινητοποίηση και πεποιθήσεις Γνώση των συνθηκών για την χρήση στρατηγικών Κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας των στρατηγικών	Κρίσεις για: Απόσταση ανάμεσα σε πρότερη και νέα άποψη Πρόβλεψη της επίδρασης της προσαρμογής στα νέα δεδομένα	Όμοια με κριτήρια στάδιο 1-3

Τα τρία μοντέλα που παρουσιάστηκαν έχουν κοινά στοιχεία, αλλά αναδεικνύουν, κάθε ένα από αυτά, διαφορετικές εκφράσεις της αυτορρύθμισης. Τα στάδια που ακολουθεί η διαδικασία της αυτορρύθμισης είναι, κατά τον Zimmerman, 3, ενώ, στα άλλα δύο μοντέλα, το αρχικό στάδιο αναλύεται σε δύο μέρη και τα στάδια είναι 4. Ο Zimmerman δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην κοινωνική διάσταση της αυτορρύθμισης. Το μοντέλο του Pintrich έχει ενδιαφέρον, γιατί εξετάζει την έκφραση της αυτορρύθμιση σε διάφορους τομείς, καταγράφοντας πολλές συμπεριφορές που, τελικά, συνθέτουν τη συνολική δράση του ατόμου σε κάθε στάδιο. Τέλος, το μοντέλο των Winn & Hadwin περιγράφει με λεπτομέρεια τις διαδικασίες που συνθέτουν ένα στάδιο, καθορίζοντας με σαφήνεια το ρόλο των μεταγνωστικών διεργασιών.

Οι ικανότητες αυτορρύθμισης στο περιβάλλον του σχολείου έχουν συνδεθεί με πολλούς τομείς της μάθησης.

Η ανάπτυξη της ικανότητας αυτορρύθμισης, σύμφωνα με τους Paris και Paris (2001), αναπτύσσεται μέσα από τρεις διαφορετικές εκπαιδευτικές διαδικασίες:

(α) Έμμεση διδασκαλία: Στρατηγικές και διαδικασίες αυτορρύθμισης είναι μέρος της κουλτούρας της τάξης. Παράδειγμα, ο έλεγχος της εργασίας για λάθη, μετά την ολοκλήρωση της, είναι μία πολύ συνηθισμένη παρότρυνση του εκπαιδευτικού, η οποία επαναλαμβάνεται στην καθημερινή σχολική πραγματικότητα. Οι μαθητές, από την μεριά τους, μπορεί μέσα από την συχνή εφαρμογή αυτής της στατηγικής, να εκτιμήσουν την αξία της.

(β) Άμεση διδασκαλία: Διδασκαλία συγκεκριμένων στρατηγικών ανάλυσης σχεδιασμού, οργάνωσης και ελέγχου γίνεται τακτικά, κατά τη διάρκεια λύσης προβλημάτων ή υλοποίηση εργασιών από τους εκπαιδευτικούς. Η διαδικασία λύσης προβλημάτων με ταυτόχρονη περιγραφή της σκέψης, έχει αυτήν την λειτουργία κατά τη διάρκεια μίας άμεσης διδασκαλίας. Με ανάλογο τρόπο, μπορεί να γίνει άμεση διδασκαλία καθορισμού στόχων και κριτηρίων.

(γ) Μέσα από την εμπειρία: Η εργασία των μαθητών σε περιβάλλοντα τα οποία απαιτούν τη ικανότητα αυτορρύθμισης, όπως είναι οι ομαδικές συνθετικές εργασίες. Κατά την υλοποίηση τέτοιων εργασιών, οι μαθητές καλούνται να ενεργοποιήσουν και να αναπτύξουν τις δεξιότητες αυτορρύθμισης για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του έργου. Παρόμοιες δεξιότητες απαιτούνται και για την συμμετοχή τους σε μια κοινότητα μάθησης.

4.2 Επιστημική σκέψη

Η επιστημική σκέψη αναφέρεται στο σύνολο των απόψεων του ατόμου για την προσωπική γνώση και τη μάθηση. Πρόκειται για έναν αναλογισμό πάνω στην προσωπική γνώση και τη σχέση της με τους άλλους και τον κόσμο. Συνδέεται με την μεταγνωστική γνώση για τη νοημοσύνη και αφορά το πώς μαθαίνει το άτομο και οι άλλοι.

Στην αρθρογραφία, καταγράφονται δύο θεωρητικές προσεγγίσεις για την περιγραφή της επιστημικής σκέψης: η αναπτυξιακή προσέγγιση και η προσέγγιση των διαστάσεων (Hofer & Pintrich, 1997). Την αναπτυξιακή προσέγγιση ακολουθούν πολλοί ερευνητές (Perry, 1970: Magolda, 1987: Kuhn, 1993: Kitchener & King, 1981). Εδώ, θα περιγράψουμε το αναπτυξιακό μοντέλο των Kitchener & King, (1981).

Η επιστημική σκέψη είναι, για την Kitchener, ο τρόπος με τον οποίο το άτομο αντιλαμβάνεται τη διαδικασία της γνώσης, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο

προκύπτει η εγκυρότητα αυτής της γνώσης. Η ανάπτυξη της επιστημικής σκέψης γίνεται αντιληπτή ως μία διαδικασία η οποία έχει στάδια (Kitchener & King, 1981: Perry, 1970). Μέσα από εκτεταμένες μελέτες του τρόπου με τον οποίο οι έφηβοι και οι ενήλικες κρίνουν και ερμηνεύουν την ορθότητα της γνώσης, όταν προσεγγίζουν μερικώς δομημένα προβλήματα, διατύπωσαν το μοντέλο της Αναλογιστικής Κρίσης (Reflective Judgment Model), το οποίο περιλαμβάνει επτά στάδια (Kitchener, 1984).

Πίνακας 12: Μοντέλο Αναλογιστικής Κρίσης των Kitchener και King

Στάδιο 1	Υπάρχει απόλυτη αντιστοιχία ανάμεσα σε αυτό που γίνεται αντιληπτό και σε αυτό που υπάρχει πραγματικά. Η γνώση είναι μια και αυτή είναι η πραγματικότητα
Στάδιο 2	Υπάρχει αντικειμενική πραγματικότητα και αυτή την κατέχουν οι 'αυθεντίες'.
Στάδιο 3	Υπάρχουν περιοχές της γνώσης οι οποίες είναι βέβαιες, αλλά και περιοχές οι οποίες είναι αβέβαιες. Το άτομο καλείται να κρίνει ποιο είναι το σωστό.
Στάδιο 4	Σε κάποιες περιπτώσεις, για πρακτικούς λόγους, δεν γνωρίζουμε την πραγματικότητα. Δεν υπάρχει τρόπος να ξέρουμε ποια είναι η σωστή απάντηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το άτομο καλείται να επιλέξει τη δική του προσωπική και υποκειμενική απάντηση.
Στάδιο 5	Η υποκειμενικότητα της γνώσης γενικεύεται σε όλες τις γνώσεις. Δεν υπάρχει αντικειμενική γνώση, αλλά υποκειμενική ερμηνεία των δεδομένων, ανάλογα με το πλαίσιο και τους κανόνες αξιολόγησης κάθε περίπτωσης.
Στάδιο 6	Δεν υπάρχει αντικειμενική κατανόηση της πραγματικότητας. Ωστόσο, οι κρίσεις για την πραγματικότητα υπακούουν σε συγκριμένους κανόνες και κριτήρια (μεθοδολογία). Το άτομο, επομένως, έχει υποκειμενικές απόψεις των οποίων η τεκμηρίωση περιορίζεται από τις συγκεκριμένες συνθήκες.
Στάδιο 7	Η γνώση είναι υποκειμενική και συνεχώς δοκιμάζεται από την εξωτερική πραγματικότητα. Υπάρχουν κριτήρια με τα οποία μπορεί κάποιος να διερευνήσει και να αξιολογήσει τις απόψεις του για την πραγματικότητα. Ωστόσο, η εγκυρότητα αυτών των απόψεων εξαρτάται από τα δεδομένα που αξιολογήθηκαν. Επομένως, το άτομο οφείλει να είναι ανοιχτό στην επαναξιολόγηση και αναθεώρηση, εφόσον υπάρχουν νέα δεδομένα.

Σε κάθε στάδιο περιλαμβάνονται συγκεκριμένες πεποιθήσεις για τη φύση της γνώσης και την πραγματικότητα και σχετίζεται με το είδος της τεκμηρίωσης των ισχυρισμών του ατόμου (Πίνακας 12). Τα στάδια περιγράφουν τρεις διακριτές περιόδους ανάπτυξης: την προστοχαστική (στάδιο 1, 2, 3, pre-reflective) την μερικώς στοχαστική (στάδιο 4, 5, quasi-reflective), και την στοχαστική (στάδιο 6, 7, reflective). Η προστοχαστική περίοδος χαρακτηρίζεται από τον απόλυτο χαρακτήρα της γνώσης (υπάρχει μια σωστή απάντηση στην οποία μπορούμε να καταλήξουμε μέσω της παρατήρησης και είναι γνωστή στους ειδικούς). Στο τελευταίο στάδιο της προστοχαστικής περιόδου, το άτομο έχει αναγνωρίζει την αβεβαιότητα της γνώσης σε κάποιες περιπτώσεις. Στη μερικώς στοχαστική

περίοδο, η αβεβαιότητα της γνώσης αναγνωρίζεται και αποδίδεται σε παρανοήσεις ή στο πλαίσιο στο οποίο συμβαίνει. Τέλος, στο στοχαστικό στάδιο αναγνωρίζεται η υποκειμενικότητα της γνώσης, αλλά και η υπάρξη κριτηρίων αξιολόγησης των ισχυρισμών. Οι μελέτες έδειξαν ότι οι ενήλικες είχαν περισσότερες πιθανότητες να βρίσκονται στην στοχαστική περίοδο. Το μοντέλο αυτό καταφέρνει να καταγράψει την αναπτυξιακή διάσταση της επιστημικής σκέψης. Λίγα, ωστόσο, γνωρίζουμε για τον τρόπο με τον οποίο καθιερώνονται οι πεπιοθήσεις, καθώς και την επίδραση των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων σε αυτές (Hofer & Pintrich, 1997).

Σύμφωνα με τη δεύτερη θεωρητική προσέγγιση, οι επιστημικές πεπιοθήσεις είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους. Ερευνητές, όπως η Schommer, μελετούν την επιστημική σκέψη σαν ένα σύστημα απόψεων, οι οποίες μπορούν να οργανωθούν σε επιμέρους διαστάσεις (dimensions) και αναπτύσσονται ανεξάρτητα μία από την άλλη (Schommer 1990). Η Schommer προτείνει αρχικά 5 διαστάσεις:

Δομή της γνώσης: Εκφράζεται από τις απόψεις όπως, η γνώση αποτελείται από μέρη ανεξάρτητα μεταξύ τους (απλοϊκή θεώρηση), η γνώση είναι σύνθετη και αποτελείται από έννοιες που αλληλοεξαρτώνται.

Βεβαιότητα της γνώσης: Εκφράζεται από απόψεις όπως, η γνώση είναι απόλυτη, έως απόψεις που δέχονται ότι η γνώση μπορεί να εξελίσσεται.

Ικανότητα μάθησης: Κάποιοι πιστεύουν ότι η ικανότητα για μάθηση είναι έμφυτη, ενώ κάποιοι άλλοι ότι η ικανότητα αυτή μπορεί να καλλιεργηθεί.

Ταχύτητα μάθησης: Εκφράζει την άποψη ότι μπορεί να μάθει κάποιος κάτι πολύ γρήγορα ή καθόλου. Στην άλλη ακρη του φάσματος, είναι οι απόψεις που θέλουν την γνώση να κατακτάται σταδιακά.

Προέλευση της γνώσης: Εκφράζονται από απόψεις που σχετίζονται με την αξιολόγηση της γνώσης και ποικίλουν από την γνώση των ειδικών, μέχρι την κρίση του ατόμου. (Πίνακας 13)

Πίνακας 13: Διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας κατά Schommer (Schommer 1990).

Διάσταση	Παράδειγμα απλοϊκής πεπιοίθησης
Δομή της Γνώσης	Η γνώση είναι μάλλον απλή παρά σύνθεση
Σταθερότητα της Γνώσης	Η γνώση είναι μάλλον βέβαιη παρά αβέβαιη
Προέλευση της γνώσης	Η γνώση δίνεται από τους 'ειδικούς' πιο πολύ παρά προέρχεται από τη κρίση
Ικανότητα μάθησης	Η ικανότητα για μάθηση είναι μάλλον έμφυτη παρά καλλιεργείται
Ταχύτητα μάθηση	Μπορείς να μάθεις κάτι γρήγορα ή καθόλου

Στις έρευνες της Schommer, με τη βοήθεια ερωτηματολογίου, αναδεικνύονται με διαφοροποιήσεις οι παράγοντες *σταθερότητα της γνώσης*, *ταχύτητα μάθησης*, *δομή της γνώσης*, *ικανότητα μάθησης* με φοιτητές κολλεγίου (Schommer, 1990), ενώ με μαθητές δευτεροβάθμιας προκύπτουν 3 παράγοντες: *ικανότητα μάθησης*, *γρήγορη μάθηση*, *σταθερότητα της γνώσης* (Schommer et.al., 2000). Παρόλα αυτά, οι διαστάσεις που προτείνονται έχουν δεχτεί κριτική από πολλούς μελετητές (Hofer & Pintrich, 1997). Οι διαστάσεις *δομή της γνώσης*, η *σταθερότητα της*

γνώσης και η *προέλευση της γνώσης* μπορούν να θεωρηθούν ως διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και είναι σε συμφωνία με άλλα μοντέλα. Δεν θεωρούν, όμως, το ίδιο για την *ικανότητα μάθησης* και την *ταχύτητα μάθησης*, οι οποίες περιγράφουν την προσωπική θεωρία του ατόμου για την ευφυΐα. Ως τέτοιες, επηρεάζουν τα κίνητρα και την ακαδημαϊκή επίδοση του ατόμου, αλλά δεν συνδέονται άμεσα με τη φύση της γνώσης (Hofer & Pintrich, 1997).

Οι Hofer & Pintrich προτείνουν ένα μοντέλο επιστημικής σκέψης, το οποίο αποτελείται από τέσσερις διαστάσεις. Οι διαστάσεις αυτές αποτελούνται από πεπιοθήσεις, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και έχουν το χαρακτήρα θεωρητικών δομών. Οι δύο πρώτες αφορούν τη φύση της γνώσης και περιλαμβάνουν τη *βεβαιότητα της γνώσης* και τη *δομή της γνώσης*. Ενώ, οι άλλες δύο σχετίζονται με τη φύση της διαδικασίας του 'γνωρίζειν' και περιλαμβάνουν την *προέλευση της γνώσης* και την *τεκμηρίωση της γνώσης* (Hofer & Pintrich 1997). Η προσέγγιση της επιστημικής σκέψης, ως θεωρίας πλαισίου, υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Stathoroulou & Vosniadou, 2007).

Μία ακόμα προσέγγιση έχει προταθεί από τους Hammer & Eidy, οι οποίοι περιέγραψαν την επιστημολογική γνώση με την μορφή επιστημολογικών πηγών αναφοράς, οι οποίες ενεργοποιούνται ανάλογα με το πλαίσιο στο οποίο δραστηριοποιείται το άτομο (Hammer & Eidy 2002). Ως προς την φύση της γνώσης, άλλοτε ενεργοποιούν απόψεις που παρουσιάζουν τη γνώση ως μεταδιδόμενη («Μου το είπε ο Μπαμπάς») και άλλοτε, ως κάτι που κατασκευάζεται από κάποια άλλη γνώση («Υπάρχει ένα δώρο γιατί σε είδα να το κρύβεις κάτω από το παλτό σου»). Ως προς την κατανόηση των δραστηριοτήτων που αποκτάται η γνώση, υπάρχουν δραστηριότητες απόκτησης γνώσης με την εμπειρία («Πάω να δω αν η μαμά είναι στον κήπο») και άλλες κατά τις οποίες δημιουργούνται νέες («Φτιάχνω μία ιστορία»). Ως προς τις μορφές της γνώσης, πηγές αναφοράς είναι οι ιστορίες, οι εφαρμογές, οι κανόνες κλπ. Ως προς τις στάσεις απέναντι στη γνώση, αναγνωρίζονται η συμφωνία, ή διαφωνία, η αμφιβολία, οι κατανόηση, ο προβληματισμός κλπ.

Η ατομική επιστημολογία έχει τα τελευταία χρόνια μελετηθεί εκτενώς και έχει συσχετιστεί με παράγοντες γνωστικούς, επιδόσεις, επιλογής στρατηγικών και κινήτρων. Στην συνέχεια, θα διερευνήσουμε τους μηχανισμούς με τους οποίους η επιστημική σκέψη επηρεάζει τη διαδικασία της αυτορρύθμισης.

4.3 Σχέση επιστημικής σκέψης και αυτορρύθμισης

Η επιστημική σκέψη από πολλούς ερευνητές θεωρείται ως μια μορφή μεταγνώσης (Kitchener, 1983: Kuhn, 1999: Hofer, 2004). Η Kitchener περιγράφει ένα μοντέλο νοητικών διεργασιών που συμβαίνουν όταν το άτομο είναι αντιμέτωπο με ασθενώς ορισμένα προβλήματα. Το μοντέλο συνθέτουν τρία επίπεδα διεργασιών. Το πρώτο, αποτελεί το γνωστικό (αντίληψη, ανάγνωση, υπολογισμοί, απομνημόνευση), το δεύτερο, αφορά τον έλεγχο των διεργασιών που συμβαίνουν στο πρώτο επίπεδο ενώ, το τρίτο, είναι το επίπεδο της επιστημικής σκέψης, το οποίο και καθορίζει τα όρια της σκέψης και της γνώσης. Από τη θέση αυτή η επιστημική σκέψη μπορεί να επηρεάζει το σύνολο των νοητικών διεργασιών. Καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτό το πρόβλημα, καθώς και την επιλογή των στρατηγικών που θα χρησιμοποιηθούν για να λυθεί το πρόβλημα.

Η Kuhn (1999) περιγράφει την επιστημική σκέψη ως ένα από τα συστατικά της μεταγνώσης (μεταγνωστική γνώση, μεταστρατηγική γνώση, και επιστημολογική

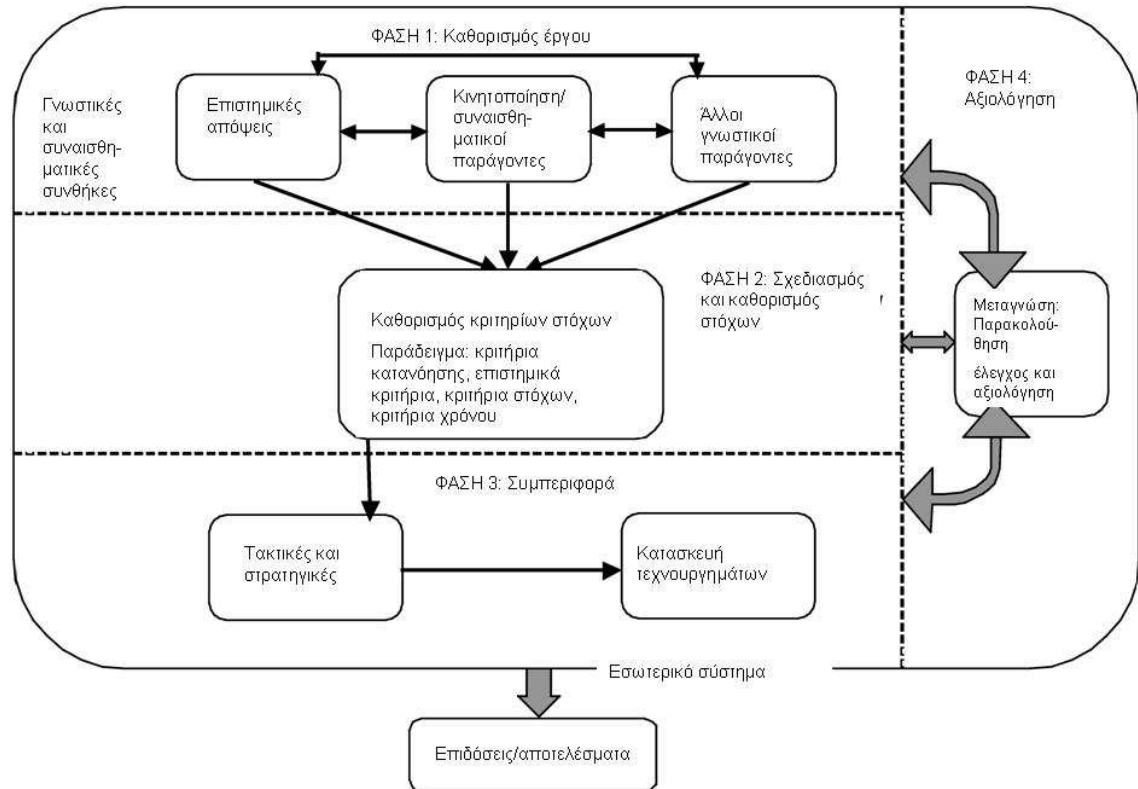
μεταγνώση). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει, η μεταγνωστική ικανότητα είναι κεντρικό στοιχείο στην κριτική σκέψη. Ο βαθμός καλλιέργειας της επιστημολογικής σκέψης καθορίζει τη στάση που έχει το άτομο, σε σχέση με την επιχειρηματολογία και την κριτική θεώρηση των απόψεων.

Σε μία σύνθεση των μοντέλων αυτορρυθμιζόμενης μάθησης του Pintrich (2000) και των Winn & Hadwin (1998), η Muis (2007) προτείνει ένα μοντέλο αυτορρύθμισης εμπλουτισμένο με διεργασίες της επιστημικής σκέψης. Ειδικότερα, σημειώνει ότι η επιστημική σκέψη μπορεί να επηρεάσει τη διαδικασία της αυτορρύθμισης με 4 τρόπους: (α) Στο μοντέλο αυτορρύθμισης των Winn & Hadwin, στο πρώτο στάδιο, καθορίζονται οι συνθήκες του έργου. Κατά το στάδιο αυτό, ενεργοποιούνται οι κατάλληλες γνώσεις, κίνητρα και απόψεις που θα βοηθήσουν στην επεξεργασία και κατανόηση του έργου. Μέρος της πληροφορίας που ενεργοποιείται είναι και οι επιστημικές απόψεις, δηλαδή απόψεις για τη γνώση και τη φύση του «γιγνώσκουν». Οι απόψεις αυτές επηρεάζουν με τη σειρά τους την ενεργοποίηση των γνώσεων και των κινήτρων. (β) Οι πληροφορίες που ενεργοποιήθηκαν σε αυτό το στάδιο τροφοδοτούν το επόμενο στάδιο, στο οποίο καθορίζονται τα κριτήρια ελέγχου των προϊόντων του έργου. Μέσα από αυτό το μηχανισμό, μπορούμε να πούμε ότι η επιστημική σκέψη επηρεάζει και τα κριτήρια ελέγχου του έργου. Οι πληροφορίες αυτές, επίσης, επηρεάζουν τον σχεδιασμό του έργου και την επιλογή στρατηγικών επίλυσης τους προβλήματος. (γ) Στο στάδιο της δράση (στάδιο 3) γίνεται η επεξεργασία της πληροφορίας, η παρακολούθηση της εξέλιξης της διαδικασίας και ο έλεγχος. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας αυτής δίνουν ανατροφοδότηση, η οποία μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική από τους ανθρώπους του περιβάλλοντος και χρησιμοποιείται για να γίνουν οι απαραίτητες προσαρμογές. Οι επιστημικές απόψεις και η επίδραση που μπορεί να είχαν στη διαμόρφωση των κριτηρίων, εμπλέκονται σε αυτό το μηχανισμό μεταγνωστικού ελέγχου, ο οποίος δεν περιορίζεται μόνο στο στάδιο 3 αλλά είναι διάχυτος σε όλες τις εκφάνσεις της αυτορρύθμισης. (δ) Τέλος, η αξιολόγηση παράγει ως προϊόν ανατροφοδότηση με τη μορφή πληροφορίας, η οποία μπορεί να επηρεάσει το σύνολο των απόψεων και πεποιθήσεων του μαθητή. Ως τέτοια, λειτουργεί ως είσοδος στο σύστημα των κινήτρων, των πεποιθήσεων, των γνώσεων και της επιστημικής σκέψης του ατόμου. Αυτό το είδος της πληροφορίας θα είναι διαθέσιμο σε μία επόμενη απόπειρα σχεδιασμού και υλοποίησης ενός έργου.

Υπάρχουν ερευνητικά ευρήματα που υποστηρίζουν την υπόθεση ότι, οι σχετικές με το πλαίσιο του έργου, επιστημικές πεποιθήσεις επηρεάζουν τα κίνητρα και τις επιδόσεις (Buehl & Alexander, 2005). Ειδικότερα, οι συγγραφείς μελέτησαν το επιστημικό προφίλ φοιτητών ιστορίας και μαθηματικών και το συνέκριναν με τις πεποιθήσεις για την ικανότητα, καθώς και τις επιδόσεις. Τα ευρήματα τους δείχνουν ότι το επιστημικό προφίλ διαφέρει ανάλογα με το πλαίσιο. Οι απόψεις για την ικανότητα διαφοροποιούνται ανάλογα με το επιστημικό προφίλ των φοιτητών. Φοιτητές με απλοϊκό επιστημικό προφίλ (βεβαιότητα της γνώσης και προέλευση γνώσης από τους ειδικούς) είχαν λιγότερη κινητοποίηση και επίδοση στα έργα. Οι ερευνητές σημειώνουν, επίσης, ότι ο χαρακτήρας της επιστημικής σκέψης είναι ειδικευμένος ανά πεδίο, αλλά η σύγκριση διαφορετικών πεδίων δείχνει ότι η επιστημική σκέψη αναπτύσσεται με παρόμοιο τρόπο.

Η Muis, (2008) μελέτησε αναλυτικά το επιστημικό προφίλ των μαθητών (ορθολογιστές, εμπειριστές και μεικτού προφίλ) σε σχέση με την ικανότητα αυτορρύθμισης και τις στρατηγικές που επιλέγουν. Οι φοιτητές με καθαρά ορθολογικό προφίλ, εστίαζαν περισσότερο στις πληροφορίες και επέλεγαν αλγεβρικές στρατηγικές λύσης του προβλήματος (θεωρήματα, αποδείξεις). Οι

φοιτητές με καθαρά εμπειρικό προφίλ, εστίαζαν περισσότερο στην παρατήρηση του προβλήματος και χρησιμοποιούσαν, κατά τη λύση του προβλήματος εμπειρικές στρατηγικές (παράδειγμα μέτρηση μεγεθών από το σχήμα). Τα παραπάνω οδήγησαν και σε διαφορετικές τελικές επιδόσεις με τους φοιτητές που κατείχαν εμπειρικό προφίλ να ερευνούν συνολικά λιγότερα ερωτήματα.



Σχήμα 3: Ενοποιημένο μοντέλο επιστημικής σκέψης και αυτορρυθμιζόμενης μάθησης (προσαρμογή Muis 2007)

Πολλές ακόμα έρευνες υποστηρίζουν την υπόθεση ότι, το επιστημικό προφίλ συνδέεται με τις στρατηγικές και την επίδοση των μαθητών. Η Schommer και οι συνεργάτες της (2000) μελέτησαν τις επιστημικές απόψεις μαθητών και βρήκαν ότι όσο περισσότερο οι απόψεις των μαθητών προσέγγιζαν την πεποίθηση ότι η ικανότητα μάθησης αυξάνει, τόσο καλύτερες επιδόσεις είχαν στα τελικά τεστ. Οι Qian και Alvermann, (1995) συνέδεσαν τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και το αίσθημα της έλλειψης ικανότητας (αβοηθησία) με την κατανόηση εννοιών και την εννοιολογική αλλαγή. Τα ευρήματα τους υποστηρίζουν ότι οι διαστάσεις «Δομή της γνώσης» και «Βεβαιότητα της γνώσης», μπορούν να λειτουργήσουν ως προβλεπτικοί παράγοντες στην επίδοση των μαθητών και στην εννοιολογική αλλαγή. Δεν υπάρχει, όμως, σαφής σχέση ανάμεσα στις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και το αίσθημα της έλλειψης ικανότητας.

Τα παραπάνω αναδεικνύουν το μηχανισμό με τον οποίο μπορεί η επιστημική σκέψη να επηρεάζει άμεσα τη διαδικασία της αυτορρύθμισης, τόσο στο στάδιο του καθορισμού του έργου (στάδιο 1), όσο και στο στάδιο της επιλογής στρατηγικών λύσης (στάδιο 2). Η ενεργοποίησή της, ωστόσο, στα δυο πρώτα στάδια επηρεάζει έμμεσα και τα επόμενα δύο.

4.4 Διαδικασίες αυτορρύθμισης και επιστημική σκέψη στην ανάπτυξη έργων ρομποτικής

Επανεξετάζοντας το μοντέλο ανάπτυξης συνθετικής εργασίας, που προτάθηκε στο κεφάλαιο 3 (Πίνακας 14) και συνδέοντας το με τα μοντέλα αυτορρύθμισης, μπορούμε να περιγράψουμε τις διεργασίες που συμβαίνουν ανά φάση.

Πίνακας 14: Διεργασίες αυτορρύθμισης στα στάδια της συνθετικής εργασίας

Στάδια Αυτορρυθμιζόμενης Μάθησης	Ορισμός	Σχεδιασμός	Εκτέλεση		Αναστοχασμός
Φάσεις Συνθετικής Εργασίας	Ορισμός	σχεδιασμός	Παρακολούθηση	Έλεγχος	Αναστοχασμός
Ενεργοποίηση	✓	✓			
Εξερεύνηση	✓	✓	✓	✓	✓
Διερεύνηση			✓	✓	✓
Σύνθεση			✓	✓	✓
Παρουσίαση					✓

Στη φάση της ενεργοποίησης, γίνεται αντιληπτό το έργο που πρόκειται να εκτελέσει ο μαθητής. Οι συνθήκες που επικρατούν μπορεί να σχετίζονται με την υλικοτεχνική υποδομή, τις επιθυμίες των μελών της ομάδας, το πλαίσιο που ορίζει ο εκπαιδευτικός. Για την κατανόηση του έργου, ενεργοποιούνται οι γνώσεις που ο μαθητής έχει σε σχέση με την κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών, αλλά και τα κίνητρα και οι προσωπικές του επιθυμίες για το έργο που θα εκτελέσει. Μέρος της μεταγνωστικής και επιστημικής γνώσης είναι επίσης και οι πεπτοιθήσεις για τη δυσκολία του έργου, την ικανότητα του να ανταποκριθεί σε αυτό και την αξία της όλης προσπάθειας. Μία άλλη σημαντική διάσταση είναι ο εντοπισμός των κατάλληλων πηγών που θα αξιοποιήσει.

Η φάση αυτή ακολουθείται από τη φάση στην οποία οι μαθητές εξερευνούν ελεύθερα ή με καθοδήγηση τις διαθέσιμες πηγές και πόρους (υλικό, λογισμικό διαδικτυακές πηγές). Η φάση αυτή τροφοδοτεί την ενεργοποίηση κατάλληλων γνώσεων (ορισμός του έργου), είτε μέσω της υπενθύμισης, είτε μέσω της προσθήκης νέων γνώσεων. Με την ολοκλήρωση της εξερεύνησης, ο μαθητής μπορεί να επιστρέψει στην φάση του ορισμού του έργου και να επαναπροσδιορίσει τις συνθήκες.

Με την ολοκλήρωση των δύο αρχικών φάσεων της συνθετικής εργασίας, οι μαθητές είναι σε θέση να ορίσουν με σαφήνεια τα επιμέρους στοιχεία που συνθέτουν το έργο, τον τρόπο με τον οποίο θα εργαστού, καθώς και τα κριτήρια με τα οποία αξιολογήσουν το έργο τους (στόχοι και σχεδιασμός).

Η διερεύνηση και η σύνθεση αφορά την υλοποίηση του έργου και συνοδεύεται από διεργασίες αυτορρύθμισης όπως παρακολούθηση, έλεγχος, προσαρμογή ανάλογα με την ανατροφοδότηση. Κατά τη φάση αυτή, ο μεταγνωστικός έλεγχος καθώς και η κριτική αντιμετώπιση της εμπειρίας (αναστοχασμός) που αποκτά ο μαθητής, έχουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των γνώσεων που αποκομίζει ο μαθητής (προσαρμογή γνωστική), αλλά και στην εξέλιξη των πεπτοιθήσεων για την ικανότητα και την ευκολία ή δυσκολία του έργου. Τα αποτελέσματα της ανατροφοδότησης από την εμπειρία μπορεί να οδηγήσουν σε προσαρμογή των επιλεγμένων τεχνικών, αλλά και στον ριζικό επαναπροσδιορισμό του έργου και το επανασχεδιασμό. Στην περίπτωση των συνθετικών εργασιών ρομποτικής, η ανατροφοδότηση δίνεται από τη λειτουργία της κατασκευής, από την ομάδα αλλά

και από τον εκπαιδευτικό. Είναι, επομένως, κρίσιμο να μπορεί ο μαθητής να αξιολογεί ορθά την παρεχόμενη ανατροφοδότηση και να την αξιοποιεί κατάλληλα. Στοιχεία που εμπλέκονται στην ορθή ερμηνεία της εμπειρίας είναι το σύνολο των γνώσεων που ο μαθητής κατέχει, έτσι ώστε να αξιολογηθεί η εμπειρία, οι στρατηγικές επίλυσης προβλήματος που επιλέγει, αλλά και η ικανότητα αξιολόγησης και εξαγωγής συμπερασμάτων.

Η τελική παρουσίαση του έργου εμπεριέχει στοιχεία ανατροφοδότησης και αξιολόγησης, τα οποία με τη σειρά τους τροφοδοτούν το σύστημα σκέψης του μαθητή, τόσο το σχετιζόμενο με τη γνωστική περιοχή που μελετά, όσο και με την επιστημική σκέψη.

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό, μελετήθηκαν αντιπροσωπευτικά μοντέλα αυτορρύθμισης και αναλύθηκαν οι διαδικασίες που συνθέτουν κάθε στάδιο μέσα από την κοινωνική, γνωστική και μεταγνωστική διάσταση της μάθησης. Εξετάστηκαν, επίσης, τα μοντέλα ανάπτυξης της επιστημικής σκέψης και διερευνήθηκαν οι μηχανισμοί μέσω των οποίων η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση επηρεάζεται από το σύστημα της επιστημικής σκέψης.

Η επιστημική σκέψη μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο από απόψεις σχετικές με το πεδίο μελέτης ή γενικές, οι οποίες καθορίζουν τα κίνητρα, τα κριτήρια αξιολόγησης της εργασίας, την επιλογή στρατηγικών, καθώς και τις διαδικασίες παρακολούθησης και ελέγχου της διαδικασίας μάθησης.

Στα επόμενα κεφάλαια, θα παρουσιάσουμε το σχεδιασμό ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ρομπωτικής, θα περιγραφεί η εφαρμογή του σε μαθητές Γυμνασίου και η αξιολόγηση του.

5. Μελέτη ανοικτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ρομποτικής: η περίπτωση του ομίλου «Κοινότητες Μάθησης με τη χρήση Ρομποτικής»

Ποικίλα ανοιχτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, με στόχο τον εκσυγχρονισμό της. Συχνά, στα περιβάλλοντα αυτά, γίνεται χρήση ποικίλων τεχνολογικών εργαλείων, όπως πολυμεσικές εφαρμογές, λογισμικά διερεύνησης, μικρόκοσμων και εργαλείων συνεργασίας, τα οποία λειτουργούν ως γνωστικά εργαλεία. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν τη δυνατότητα να απεικονίσουν σύνθετες έννοιες με ποικίλους τρόπους. Οι μαθητές, μέσα από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, μπορούν να διερευνήσουν τις έννοιες με πειραματισμούς, παρατήρηση σύνθετων μοντέλων και χειρισμό παραμέτρων. Ένα χαρακτηριστικό της εργασίας σε ανάλογα περιβάλλοντα είναι ότι οι μαθητές δεν διδάσκονται άμεσα συγκεκριμένες έννοιες. Η γνώση προκύπτει ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και αναπτύσσεται ανάλογα μέσα από διαδικασίες αξιολόγησης της εμπειρίας που αποκτούν οι μαθητές (Edward 1995).

Πολλές έρευνες, ωστόσο, περιγράφουν τη δυσκολία που έχουν οι μαθητές να αξιοποιήσουν τα θετικά αποτελέσματα της εργασίας σε ανάλογα περιβάλλοντα. Οι Land & Hannafin (1996) σημειώνουν ότι οι γνωστικές και μεταγνωστικές απαιτήσεις σε ένα ανοιχτό περιβάλλον, είναι ιδιαίτερα σύνθετες και απαιτούν κατάλληλη διδακτική υποστήριξη. Οι ερευνητές αναγνωρίζουν τρεις τομείς στους οποίους χρειάζεται στήριξη: στην επισήμανση στοιχείων/παρατηρήσεων, στα οποία οι μαθητές θα πρέπει να εστιάσουν κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, στη σύνδεση πρότερης και νέας γνώσης, στην καλλιέργεια στρατηγικών μάθησης και αυτορρύθμισης.

Στην παρούσα εργασία, θα περιγράψουμε το σχεδιασμό και τη υλοποίηση ενός ανοικτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ρομποτικής, το οποίο στηρίχθηκε στις αρχές της οικοδόμησης της γνώσης, της συνεργασίας και της αυτόνομης μάθησης και θα αξιολογήσουμε την εργασία των μαθητών σε αυτό, καθώς και την επίδραση του περιβάλλοντος στην διαμόρφωση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μαθητών. Το περιβάλλον ονομάστηκε όμιλος Ρομποτικής «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση Ρομποτικής»

5.1 Αντικείμενο και σχεδιασμός της έρευνας

Τα συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να υποστηρίξουν τη μαθησιακή διαδικασία ως γνωστικά εργαλεία, στο πλαίσιο της διδασκαλίας και της μάθησης. Τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, ωστόσο, δεν καθορίζονται μόνο από τα γνωστικά εργαλεία που αξιοποιούνται, αλλά από το συνολικό πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτά εφαρμόζονται. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να λάβουμε υπόψη το συνολικό περιβάλλον που διαμορφώνεται και περιλαμβάνει μεταξύ άλλων: το περιεχόμενο της διδασκαλίας, την διδακτική προσέγγιση, τα εργαλεία υποστήριξης, και τους κανόνες που καθορίζουν την αλληλεπίδραση του μαθητή με το περιβάλλον.

Η αναζήτηση κατάλληλων διδακτικών στρατηγικών, οι οποίες μπορούν να υπηρετήσουν αποτελεσματικά την ένταξη συστημάτων ρομποτικής στο πλαίσιο των σύγχρονων θεωριών μάθησης, αποτέλεσε και αποτελεί αντικείμενο ερευνητικών εργασιών (Turbak & Berg, 2002: Resnick, 1991: Goldman et. al.,

2004). Στην ενότητα 2 και 3, έγινε εκτενής αναφορά σε ανάλογα περιβάλλοντα. Μερικά από τα κοινά στοιχεία που αναφέρθηκαν ήταν:

- η ανάπτυξη συνθετικών εργασιών
- η οργάνωση της εργασίας γύρω από τη ανάπτυξη τεχνουργημάτων
- η εκτεταμένη διάρκεια
- η συνεργασία

Σαν αποτέλεσμα αυτής της μελέτης, περιγράφηκε και προτάθηκε πλαίσιο ανάπτυξης ρομποτικών κατασκευών. Οι διεργασίες αυτορρύθμισης, οι οποίες παρατηρούνται κατά στο περιβάλλον αυτό, αναλύθηκαν και συνδέθηκαν με άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών στην ενότητα 4.

Αντικείμενο της παρούσας μελέτης είναι να περιγράψει και να αξιολογήσει ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής, το οποίο υποστηρίζει κατάλληλα την αυτόνομη μάθηση σε ένα συνεργατικό περιβάλλον. Ως εκ τούτου, εστιάζει κυρίως στην υποστήριξη της ικανότητας αυτορρύθμισης των μαθητών στο πλαίσιο της εργασίας τους στο περιβάλλον και καταγράφει τις διεργασίες αυτορρύθμισης που παρατηρήθηκαν. Ειδικότερα, μέσα από τις απόψεις των μαθητών, αξιολογούνται τα υποστηρικτικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τη διαδικασία της αυτορρύθμισης και περιγράφονται αντιπροσωπευτικά παραδείγματα ανάπτυξης εργασιών.

5.2 Εργαλεία και μέθοδοι ανάλυσης

Για τη διερεύνηση των ερωτημάτων της έρευνας αξιοποιήθηκαν αρκετές μέθοδοι συλλογής δεδομένων ποιοτικών και ποσοτικών. (Cohen & Manion, 2008). Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία.

Ερωτηματολόγια

Για τις ανάγκες αξιολόγησης του ομίλου χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια για την συλλογή ποσοτικών, αλλά και ποιοτικών δεδομένων. Ειδικότερα, οι απόψεις των μαθητών σε σχέση με το περιβάλλον αξιολογήθηκαν με τη χρήση ερωτηματολογίων, που σχεδιάστηκαν ειδικά για τον όμιλο «Κοινότητες Μάθησης με τη χρήση Ρομποτικής». Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους μαθητές σε δύο περιπτώσεις. Το πρώτο, με τίτλο «Ερωτηματολόγιο Ενδιάμεσης αξιολόγησης του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής» (Παράρτημα 9), δόθηκε στο τέλος του πρώτου χρόνου, ενώ το δεύτερο, με τίτλο «Ερωτηματολόγιο τελικής αξιολόγησης του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής», δόθηκε στο τέλος της δεύτερης χρονιάς. Στόχος και των δύο ερωτηματολογίων ήταν να αξιολογήσουν το σύνολο των δραστηριοτήτων του προγράμματος οπότε επεξεργάζονται ένα μεγάλο εύρος θεμάτων. Τα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν ανώνυμα.

Το Ερωτηματολόγιο Ενδιάμεσης αξιολόγησης του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής» περιλάμβανε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος, κατέγραφε δημογραφικά στοιχεία και στοιχεία σχετικά με το προφίλ των μαθητών στη χρήση του διαδικτύου. Στο δεύτερο μέρος, αξιολογούσε στοιχεία του ανοιχτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος: τις προσδοκίες των μαθητών, χαρακτηριστικές θετικές και αρνητικές εμπειρίες, τις δυσκολίες στην υλοποίηση των εργασιών του προγράμματος και τέλος, προτάσεις για μελλοντική βελτίωση με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

Το Ερωτηματολόγιο τελικής αξιολόγησης του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής» περιλάμβανε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος, συγκέντρωνε δημογραφικά στοιχεία. Στο δεύτερο αξιολογούσε το προφίλ των μαθητών στη χρήση εργαλείων επικοινωνίας και συνεργασίας και ειδικότερα, στη χρήση του ιστόπου του προγράμματος. Στο τρίτο μέρος, αξιολογούσε την ποιότητα του προγράμματος ως προς το περιεχόμενο, τη διάρκεια, τις υποδομές, την συνεργασία και την υποστήριξη. Στο ερωτηματολόγιο είχαν, επίσης, συμπεριληφθεί ερωτήσεις ποσοτικές και ποιοτικές που αξιολογούσαν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του προγράμματος: τη συνεργασία με άλλο σχολείο, τις ημερίδες παρουσίασης. Τέλος, ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σχετίζονταν με τις προσωπικές κρίσεις των μαθητών για τις δυσκολίες που συνάντησαν, τις κρίσεις τους για την συνεργασία και την αξία του προγράμματος.

Ατομικές ποιοτικές ημιδομημένες συνεντεύξεις

Η ποιοτική συνέντευξη είναι μία αλληλεπίδραση ανάμεσα σε ένα συνεντευκτή και έναν ερωτώμενο, κατά την οποία ο πρώτος έχει ένα γενικό πλάνο των θεμάτων που θα συζητηθούν και κατευθύνει τη συζήτηση σε αυτά (Babbie, 2011). Ανάλογα με τις απαντήσεις, ο συνεντευκτής μπορεί να διατυπώσει διευκρινιστικές ερωτήσεις. Στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της ποιοτικής ημιδομημένης συνέντευξης. Οι συνεντεύξεις έγιναν στο περιβάλλον που δούλευαν οι μαθητές από τον ερευνητή που συμμετείχε στις εργασίες των μαθητών και το κλίμα ήταν οικείο και φιλικό. Κρίθηκε, ωστόσο, απαραίτητο να καταγραφεί μία διατύπωση των ερωτήσεων, οι οποίες ήταν στην διάθεση μόνο του συνεντευκτή για να αποφευχθούν περιπτώσεις ακατάλληλης λεκτικής διατύπωσης (παράρτημα 5).

Η συνέντευξη αποσκοπούσε να καταγράψει τις διεργασίες αυτορρύθμισης που ακολούθησαν οι μαθητές στην υλοποίηση των εργασιών τους. Τα θέματα που περιλάμβανε η συνέντευξη ήταν τρία:

- (α) η προηγούμενη εμπειρία των μαθητών σε χρήση λογισμικών και ειδικότερα ρομποτικής
- (β) οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας σχεδιασμού, και υλοποίησης του έργου (ενεργοποίηση πρότερης γνώσης, αναζήτηση πηγών, χρήση των πόρων, κριτήρια επιλογής του θέματος, ζητήματα που προέκυψαν στην εργασία, συνεργασία).
- (γ) Αξιολόγηση του αποτελέσματος της εργασίας και του γενικότερου προγράμματος.

Όλοι οι μαθητές που συμμετείχαν στον όμιλο, έδωσαν μία ατομική συνέντευξη στο τέλος της πρώτης και στο τέλος της δεύτερης χρονιάς (συνολικά 34 συνεντεύξεις). Οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν ανάλογα με το θέμα.

Παρατήρηση

Η εργασία επιλεγμένων ομάδων καταγράφηκε διεξοδικά. Κριτήριο επιλογής των ομάδων ήταν το θέμα που επέλεγαν και ο βαθμός αυτενέργειας στην ανάπτυξη του. Η καταγραφή έγινε με ποικίλους τρόπους. Ο ερευνητής παρακολουθούσε τις εργασίες των ομάδων σε κάθε συνάντηση και κατέγραφε τα σημαντικά γεγονότα που σχετίζονταν με την εξέλιξη της εργασίας. Η καταγραφή αυτή αξιοποιήθηκε για την καταγραφή της εργασίας των μαθητών, καθώς και την ερμηνεία αυτών. Κάποιες φορές, οι ερευνητές έκαναν στους μαθητές διευκρινιστικές ερωτήσεις,

αλλά η γενικότερη στάση τους ήταν ότι δεν ήξεραν και δεν μπορούσαν να συνεισφέρουν στην εργασία.

Συμπληρωματικά στις παρατηρήσεις των ερευνητών, η εργασία των ομάδων στον υπολογιστή βιντεοσκοπήθηκε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των συνθετικών εργασιών. Το υλικό αυτό υποστηρίχθηκε και από μία ακόμα βιντεοσκόπηση των πειραματισμών των μαθητών. Αυτές οι τρεις καταγραφές υποστήριξαν αποτελεσματικά την λεπτομερή καταγραφή της εργασίας κάθε ομάδας, η οποία και καταγράφηκε ηλεκτρονικά (διάλογοι και σχόλια)

Αρχεία/ κατασκευές/ ημερολόγια

Από την εργασία όλων των ομάδων, προέκυψαν ποικίλα αρχεία τα οποία καταγράφουν σχετικές με την μελέτη όψεις της διαδικασίας ανάπτυξης των συνθετικών εργασιών. Τέτοια αρχεία ήταν εικόνες από την κατασκευή σε διάφορες φάσεις εξέλιξής της, αρχεία προγραμματισμού, ημερολόγια στα οποία οι μαθητές κατέγραφαν όταν επιθυμούσαν σκέψεις τους και τέλος, οι παρουσιάσεις των εργασιών τους, οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν στις ημερίδες.

Μελέτες περίπτωσης

Για τη μελέτη των διεργασιών, που αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια ανάπτυξης μίας κατασκευής, κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί σε βάθος η εξέλιξη της εργασίας επιλεγμένων ομάδων μαθητών και να αναλυθεί ως προς επιλεγμένους άξονες.

Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνας συγκεντρώθηκαν και οργανώθηκαν με βάση τις συναντήσεις με την κάθε ομάδα. Με την ολοκλήρωση των εργασιών του ομίλου «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής», επιχειρήθηκε η κωδικοποίηση του, με βάση τις έννοιες που προέκυψαν από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, αλλά και τα δεδομένα που προέκυπταν από την εμπειρία της εφαρμογής. Ειδικότερα, η καταγραφή των διεργασιών αυτορρύθμισης που αναμένεται να παρατηρηθούν ανά φάση του μοντέλου ανάπτυξης συνθετικών εργασιών ρομποτικής, παρουσιάζεται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15: Κατηγορίες διεργασιών αυτορρύθμισης στα στάδια της συνθετικής εργασίας

Στάδιο Αυτορρυθμιζόμενης μάθησης	Ορισμός	Σχεδιασμός	Παρακολούθηση έλεγχος	Αναστοχασμός
Φάση Συνθετικής εργασίας				
Ενεργοποίηση	Αναζήτηση πηγών Αναγνώριση των περιορισμών που θέτουν τα εργαλεία Ενεργοποίηση συστήματος αξιών/κινήτρων/ικανότητας Ενεργοποίηση επιστημικής σκέψης Χρονοδιάγραμμα Αντίληψη του έργου			
Εξερεύνηση	Επαναπροσδιορισμός των στόχων Επαναπροσδιορισμός κριτηρίων		Παρακολούθηση στρατηγικών Αναζήτηση βοήθειας Παρακολούθηση της συμπεριφοράς	Αξιολόγηση των στόχων Προσαρμογή συστήματος γνώσεων/ δεξιοτήτων
Διερεύνηση			Παρακολούθηση στρατηγικών Αναζήτηση βοήθειας Παρακολούθηση της συμπεριφοράς Διαχείριση συναισθημάτων Προσαρμογή της προσπάθειας	Προσαρμογή συστήματος γνώσεων Προσαρμογή του έργου Προσαρμογή στρατηγικών
Σύνθεση			Συστηματική έρευνα προβλημάτων Αναζήτηση βοήθειας Παρακολούθηση της συμπεριφοράς Διαχείριση συναισθημάτων Προσαρμογή της προσπάθειας	Προσαρμογή συστήματος γνώσεων Προσαρμογή στρατηγικών Προσαρμογή του έργου
Παρουσίαση				Κρίσεις για το αποτέλεσμα, κρίσεις για τις στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν, κρίσεις για την ικανότητα Προσαρμογή συστήματος σκέψεις

Στις περιπτώσεις που χρειάστηκε ο συνδυασμός δεδομένων από διαφορετικές πηγές, αξιοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό. Κατάλληλο λογισμικό αξιοποιήθηκε επίσης για τη μέτρηση των ποσοτικών μεταβλητών.

5.3 Περιγραφή και πλαίσιο υλοποίησης του ομίλου «Κοινότητες Μάθησης με τη χρήση Ρομπωτικής»

Το ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες αυτής της έρευνας ονομάστηκε «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομπωτικής». Για το σχεδιασμό του, λάβαμε υπόψη τέσσερις τομείς της διδασκαλίας και επιλέξαμε τα κατάλληλα χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης. Ειδικότερα:

A) Κινητοποίηση των μαθητών: Ένα χαρακτηριστικό της μαθησιακής διαδικασίας που κινητοποιεί τους μαθητές, είναι το περιεχόμενο της. Όπως έχει αναφερθεί σε προηγούμενη ενότητα, το περιεχόμενο οφείλει να είναι αυθεντικό, δηλαδή τα θέματα που διαπραγματεύεται να είναι κοντά στην καθημερινότητα των μαθητών, ή να αντιστοιχούν σε διαδικασίες που συμβαίνουν στον πραγματικό κόσμο. Αυθεντικό μπορεί να χαρακτηριστεί, επίσης, και το περιεχόμενο το οποίο ενδιαφέρει άμεσα τους μαθητές. Στην περίπτωση του ομίλου «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομπωτικής», οι μαθητές κλήθηκαν να ερευνήσουν στο διαδίκτυο, να επιλέξουν και να διαμορφώσουν τη βασική ιδέα της κατασκευής που θα υλοποιούσαν κατά τη διάρκεια των εργασιών του ομίλου αυτού. Σε κάποιες περιπτώσεις, η δημιουργία των ομάδων βασίστηκε στα κοινά ενδιαφέροντα των μαθητών.

B) Τελικά προϊόντα: Η κατασκευή και ο προγραμματισμός των ρομπότ διαμορφώνουν ένα μαθησιακό περιβάλλον έντονα διαδραστικό. Ο μαθητής μέσα από την αλληλεπίδραση με τα φυσικά μοντέλα, τον πειραματισμό και την παρατήρηση εμπλέκεται ενεργά σε νοητικές διεργασίες όπως η διατύπωση ερωτήσεων, η αναζήτηση μοτίβων, η επιλογή στρατηγικών και η διατύπωση συμπερασμάτων. Στην περίπτωση του ομίλου, η δραστηριότητα των μαθητών δομήθηκε γύρω από την πραγματοποίηση ενός τελικού προϊόντος (project). Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση. Οι εμπειρίες, οι γνώσεις και οι ανάγκες του μαθητή εκφράζονται μέσα από την κατασκευή (Resnick & Ocko, 1991). Οι ανάγκες του έργου είναι η αφορμή για τον έλεγχο ιδεών και την ανάδειξη νέων ενώ η υλοποίηση της κατασκευής αποτελεί το πεδίο στο οποίο αξιοποιούνται αυτές οι ιδέες και αποκτούν περιεχόμενο. Η κατασκευή είναι το εργαλείο μέσα από το οποίο οι ιδέες οργανώνονται και αποκτούν περιεχόμενο και σύνδεση με τον υπόλοιπο φυσικό κόσμο.

Γ) Υποστήριξη στην οικοδόμηση της γνώσης: Η επιλογή του περιεχομένου της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ο ρυθμός μάθησης, η αξιολόγηση, είναι μερικές από τις όψεις της διδασκαλίας στις οποίες ο μαθητής συμμετέχει ενεργά στο πλαίσιο του εποικοδομισμού διαμορφώνοντας ένα μαθητοκεντρικό περιβάλλον. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, ο εκπαιδευτικός παίρνει το ρόλο του εμπυχωτή. Ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που καθοδηγεί, διαμορφώνει το πλαίσιο μέσα στο οποίο συμβαίνει η μαθησιακή διαδικασία, διευκολύνει τη διαπραγμάτευση και το διάλογο, μοντελοποιεί τις διαδικασίες και τα φαινόμενα (modeling), παρέχει συστηματική υποστήριξη στην ανάπτυξη δεξιοτήτων (tutoring) και συστηματική ανατροφοδότηση (Jonassen, 1999). Στη περίπτωση του συγκεκριμένου ομίλου, σχεδιάστηκε μία ακολουθία διδακτικών ενεργειών, οι οποίες οδήγησαν στην

εισαγωγή νέων εννοιών και δεξιοτήτων. Το μοντέλο που ακολουθήθηκε, προσεγγίζει εκείνο που περιγράφεται από τον Barron, και τους συνεργάτες του ως «από το πρόβλημα στη συνθετική εργασία» (Barron, et al., 1998). Αρχικά, οι βασικές έννοιες παρουσιάζονταν από τον εκπαιδευτικό στην ολομέλεια της τάξης και στη συνέχεια, οι μαθητές σε μικρές ομάδες καλούνταν να τις αξιοποιήσουν σε απλά έργα. Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας παρουσιάζονταν στην ολομέλεια της τάξης, έτσι ώστε κάθε ομάδα να μπορεί να αξιολογήσει το βαθμό στον οποίο έχει κατακτήσει συγκριμένες δεξιότητες. Στη συνέχεια, οι ίδιες έννοιες και δεξιότητες εφαρμόζονταν σε συνθετότερα προβλήματα τα οποία οι ομάδες προσέγγιζαν πειραματικά. Νέες έννοιες και δεξιότητες παρουσιάζονταν από τον εκπαιδευτικό σε κάθε ομάδα ξεχωριστά, όταν διατυπωνόταν αντίστοιχο αίτημα. Κύριο εργαλείο στην καθοδήγηση που παρείχε ο εκπαιδευτικός, ήταν η ερώτηση, καθώς και η επισήμανση σημαντικών στοιχείων που προέκυπταν από τον πειραματισμό και την παρατήρηση της συμπεριφοράς του ρομπότ. Οι παρουσιάσεις των ομάδων που πραγματοποιούνταν όταν ολοκληρωνόταν η λύση κάθε προβλήματος, οδηγούσαν στην εισαγωγή νέων εννοιών και δεξιοτήτων μέσα από τις εφαρμογές που παρουσιάζονταν, εμπλουτίζοντας έτσι την εμπειρία όλων των μαθητών της τάξης.

Δ) Υποστήριξη της παρακολούθησης των εργασιών: Οι μαθητές του ομίλου καλούνταν στην αρχή κάθε συνάντησης να δηλώσουν τι σχεδίαζαν να κάνουν κατά τη διάρκεια της συνάντησης. Στο τέλος επιλεγμένων συναντήσεων, οι μαθητές παρουσίαζαν στους συμμαθητές τους τι είχαν κάνει και πως σκόπευαν να συνεχίσουν. Επίσης, υπήρχε ένα συγκεκριμένο χρονικό όριο στο πλαίσιο του οποίου όφειλαν να ολοκληρώσουν την εργασία τους και να την παρουσιάσουν. Ως εργαλείο παρακολούθησης αξιοποιήθηκε το ημερολόγιο της ομάδας και η δημοσίευση υλικού στον ιστότοπο της ομάδας.

Ε) Παροχή ανατροφοδότησης: Η ανατροφοδότηση είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία για την εξέλιξη της εργασίας των ομάδων. Στην παρούσα περίπτωση, υπήρχε πρόβλεψη για την αξιοποίηση τριών ειδών ανατροφοδότησης. Η πρώτη εκπορευόταν από την αλληλεπίδραση των μαθητών με το περιβάλλον. Η ορθή εκτίμηση της ανατροφοδότησης εξαρτάται από την γνωστική ικανότητα των μαθητών σε σχέση με το πρόβλημα που μελετούν. Ο εκπαιδευτικός παρείχε στους μαθητές, όταν αυτοί του ζητούσαν, βοήθεια για να κατανοήσουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους, συμβουλές για το πού να εστιάσουν την προσοχή τους ή για το πώς να προσεγγίσουν το έργο με τρόπο κατάλληλο για το επίπεδό τους. Μία δεύτερη μορφή ανατροφοδότησης προερχόταν από την ολομέλεια, το ευρύτερο περιβάλλον, κατά τη διάρκεια της παρουσίας ή δημοσιοποίησης της εργασίας.

Ζ) Η κοινότητα μάθησης: Η συνεργασία στο πλαίσιο της μικρής ομάδας, αλλά και στην ολομέλεια, αποτελεί μια ακόμα σημαντική διάσταση της μάθησης. Η προσωπική αλληλεπίδραση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας αποτελεί το χώρο στον οποίο δοκιμάζεται η αλήθεια μίας ιδέας. Μέσα από αυτήν ο μαθητής αποκτά επίγνωση των διαδικασιών που εκτελεί και των ιδεών που καθορίζουν τις επιλογές του. Η ομάδα αποτελεί το λειτουργικό χώρο όπου από κοινού διαμορφώνονται ιδέες. Η γνώση, επομένως μπορεί να θεωρηθεί ως το αποτέλεσμα της κοινωνικής διαπραγμάτευσης (Savery & Duffy, 1995). Στην περίπτωση αυτού του προγράμματος, η συνεργασία αξιοποιήθηκε με τρεις διαφορετικούς τρόπους. Όλες οι δραστηριότητες πραγματοποιούνταν σε ομάδες των δύο, τριών ή τεσσάρων ατόμων, οι οποίες είχαν προέλθει από αρχική πρόταση του εκπαιδευτικού, αλλά στη συνέχεια αξιολογήθηκαν με βάση την ποιότητα της συνεργασίας και τροποποιήθηκαν. Οι ομάδες παρουσίαζαν τις

εργασίες στην ολομέλεια και ζητούσαν ανατροφοδότηση σε συγκεκριμένους προβληματισμούς. Τέλος, οι εργασίες των μαθητών δημοσιεύονταν στο διαδίκτυο, στον ιστότοπο του προγράμματος (<http://www.learningwithrobotics.blogspot.com/>) και σχολιάζονταν από άλλους μαθητές του σχολείου ή επισκέπτες του ιστότοπου. Παρόμοια λειτουργία με τον ιστότοπο είχαν και οι ανοιχτές παρουσιάσεις των εργασιών των μαθητών στο πλαίσιο εκδηλώσεων, που πραγματοποιήθηκαν στα δύο σχολεία που συμμετέχουν στο πρόγραμμα και όπου οι μαθητές συζήτησαν και έλαβαν σχόλια για τις εργασίες τους από άλλους μαθητές και εκπαιδευτικούς.

Τα παραπάνω μεθοδολογικά στοιχεία, που αξιοποιήθηκαν για την υποστήριξη του ομίλου, αποσκοπούσαν στη δημιουργία μιας 'κοινότητας μάθησης' μαθητών η οποία θα μπορούσε αποτελεσματικά να στηρίξει την εργασία των μελών της, που στην συγκεκριμένη περίπτωση ήταν η κατασκευή και ο προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών. Η λειτουργία μίας τέτοιας κοινότητας προϋποθέτει πέρα από την ενεργοποίηση των μελών της γύρω από ένα κοινό στόχο, τη δέσμευση των μελών της κοινότητας για συμμετοχή, την εμπιστοσύνη και το ενδιαφέρον για εξέλιξη της εργασίας όλων των μελών της. Η συμμετοχή στην κοινότητα προσφέρει την επικοινωνία, την ανταλλαγή ιδεών, την από κοινού αξιοποίηση της εμπειρίας και γνώσης που τα μέλη της κοινότητας έχουν συσσωρεύσει.

Η λειτουργία μιας τέτοιας κοινότητας με μαθητές προϋποθέτει την καλλιέργεια κουλτούρας ανταλλαγής ανάμεσα στα μέλη της ομάδας και τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος αλληλοϋποστήριξης για την επίτευξη ενός κοινού σκοπού. Ένα πρώτο βήμα προς την κατεύθυνση δημιουργίας της κοινότητας είναι η οργάνωσή της σε μικρότερες ομάδες, των οποίων τα μέλη συνεργάζονται στενά στην υλοποίηση ενός έργου. Η υιοθέτηση, επίσης, ενός κοινού στόχου, όπως, στην περίπτωση μας, ήταν η πραγματοποίηση ανοιχτών εκδηλώσεων για την παρουσίαση των εργασιών των μαθητών, ενισχύει το αίσθημα της κοινότητας και οδηγεί στην ενεργό αλληλοϋποστήριξη των μελών της ομάδας. Η συχνή έκθεση των μαθητών, μέσα από τις παρουσιάσεις της εργασίας τους, καλλιέργησε κλίμα εμπιστοσύνης και ανταλλαγής ιδεών.

Πίνακας 16: Ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής και εργαλεία υποστήριξης

Στοιχεία του ανοιχτού εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ρομποτικής	Εργαλεία
Περιβάλλον	Συνεργασία, Συνεργασία σχολείων, Ημερήσιες παρουσιάσεις, κοινότητα μάθησης, εθελοντική συμμετοχή
Τεχνολογικά εργαλεία	Συστήματα ρομποτικής Lego
Προϊόντα	Κατασκευή και προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών, τεκμηρίωση
Πηγές	Διαδίκτυο, ιστότοπος του προγράμματος
Υποστήριξη της αυτόνομης εργασίας	Από το πρόβλημα στη συνθετική εργασία, ημερολόγια, παρουσιάσεις στην ολομέλεια, ιστότοπος του προγράμματος,

Λειτουργία του ομίλου και προφίλ μαθητών

Ο όμιλος λειτούργησε για δύο χρόνια (2009-2011) σε σχολείο της Αττικής εκτός αναλυτικού προγράμματος. Η συμμετοχή στο όμιλο ήταν εθελοντική και η τελική επιλογή των μαθητών έγινε με κλήρωση. Οι μαθητές που συμμετείχαν την πρώτη χρονιά ήταν 20, ενώ την δεύτερη 15. Οκτώ από τους μαθητές συμμετείχαν και τις δύο χρονιές. Η πλειοψηφία των μαθητών δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε παρόμοιο περιβάλλον και προέρχονταν από την Β και Γ Γυμνασίου. Ο όμιλος υποστηρίχθηκε από εκπαιδευτικούς του σχολείου και ερευνητές. Οι συναντήσεις του είχαν τριωρή διάρκεια και γίνονταν κάθε Σάββατο. Πραγματοποιήθηκαν 10 συναντήσεις κάθε χρονιά. Η πλειοψηφία των μαθητών ήταν παρόντες σε 8 συναντήσεις. Οι μαθητές που δεν έρχονταν σε 2 συναντήσεις δεν μπορούσαν να συνεχίσουν.

Πίνακας 17: Αναλυτικό πρόγραμμα ομίλου

	περιγραφή
1 ^{ος} χρόνος	
1 ^η δραστηριότητα	Μελέτη της κίνησης του ρομπότ(ευθεία, στροφή)
2 ^η δραστηριότητα	Κίνηση ρομπότ πάνω σε ορθογώνιο (δύο εκδοχές)
3 ^η δραστηριότητα	Μελέτη προβλημάτων: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ο χορευτής: κίνηση του ρομπότ σε μια οριοθετημένη περιοχή ➤ Ο εξερευνητής: κίνηση του ρομπότ στο χώρο αποφεύγοντας τα εμπόδια ➤ Ακολουθώντας τον τοίχο
4 ^η δραστηριότητα	Ανάπτυξη συνθετικής εργασίας
2 ^{ος} χρόνος	
5 ^η δραστηριότητα	Κίνηση με σταθερή ταχύτητα
6 ^η δραστηριότητα	Ανάπτυξη συνθετικής εργασίας

Το αναλυτικό πρόγραμμα του ομίλου είχε σαν στόχο να δώσει βασικές δεξιότητες και να καλλιεργήσει το περιβάλλον αλληλεγγύης για την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών. Οι δραστηριότητες 1, 2, 3, 5 ήταν κατευθυνόμενες και διήρκησαν περίπου μία 3ωρη συνάντηση η κάθε μία. Η 4^η και 6^η είχαν διάρκεια 5 3ωρες συναντήσεις και αποσκοπούσαν στην ανάπτυξη συνθετικών εργασιών με ελεύθερη επιλογή θέματος από τους μαθητές.

5.4 Αξιολόγηση του ομίλου

Για την αξιολόγηση του ομίλου, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τα ερωτηματολόγια ενδιάμεσης και τελικής αξιολόγησης, καθώς και από τις ατομικές συνεντεύξεις. Τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν με βάση τις πληροφορίες που περιείχαν ως προς τα στάδια της αυτορρύθμισης που υποδήλωναν.

5.4.1 Κίνητρα, πηγές και κριτήρια επιλογής έργων

Στο περιβάλλον που διαμορφώθηκε, η συνθήκη που τέθηκε από τους εκπαιδευτικούς ήταν η ολοκλήρωση των εργασιών μέχρι την παρουσίαση των εργασιών του ομίλου. Ο χρονικός αυτός περιορισμός λειτούργησε δεσμευτικά ως προς την ολοκλήρωση του έργου και καθόρισε το διαθέσιμο χρόνο για την υλοποίηση της εργασίας. Ένα, επίσης, σημαντικό στοιχείο στο πλαίσιο υλοποίησης ήταν η συνεργασία με ένα ακόμα σχολείο, το οποίο οι μαθητές επισκέφτηκαν στην μέση του προγράμματος.

Κίνητρα για τη συμμετοχή στον όμιλο

Σε ανοιχτού τύπου ερώτηση με την ολοκλήρωση του πρώτου χρόνου, οι μαθητές ρωτήθηκαν για τα κίνητρα συμμετοχής τους στο όμιλο. Στην ερώτηση, μπορούσαν, χωρίς ιεράρχηση, να απαντήσουν με περισσότερα από ένα κίνητρα. Οι απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν και φαίνονται στο παρακάτω Πίνακα 18.

Πίνακας 18: Κίνητρα συμμετοχής στον όμιλο

Κίνητρο	Συχνότητα	Ποσοστό
Γενικές γνώσεις τεχνολογίας και σχολικές γνώσεις	9	28%
Επίσκεψη σε άλλο σχολείο	7	22%
Να μάθω πώς να κατασκευάζω και να προγραμματίζω ρομπότ	6	19%
Να μάθω νέα πράγματα	6	18%
Να γνωρίσω άλλους ανθρώπους και να γίνουμε φίλοι	4	13%

Όπως φαίνεται, τα κίνητρα είναι κατά κύριο λόγο γνωστικά. Ωστόσο, το κίνητρο της επίσκεψης σε ένα άλλο σχολείο, αλλά και της επικοινωνίας αναφέρονται στις απαντήσεις τους.

Αναζήτηση πηγών

Στην ερώτηση: «Από πού αποκόμισες τις απαραίτητες γνώσεις για να ανταποκριθείς στις απαιτήσεις αυτού του ομίλου; (εκπαιδευτή, τα έτοιμα παραδείγματα από το ιντερνέτ, δοκιμές, από άλλους συμμαθητές). Τι είδους βοήθεια χρειάστηκε/αναζητήθηκε; Χρειάστηκε να αξιοποιήσεις γνώσεις που είχες από τα σχολικά μαθήματα; » οι μαθητές απαντούν:

Πίνακας 19: Πηγές πληροφοριών και αναζήτησης βοήθειας

Πηγή πληροφοριών	Ποσοστό
Μάθημα Μαθηματικών	25%
Internet	15%
Μάθημα Πληροφορικής	12%
Μάθημα Φυσικής	12%
Συμμαθητές	10%
Μόνος μου	10%
Εκπαιδευτικοί	7%
Αρχικές δραστηριότητες	4%
Γνώσεις και προσωπικές δεξιότητες	4%
Ιστοσελίδα του προγράμματος	1%

Οι σχολικές γνώσεις αναφέρονται με την μορφή μαθημάτων. Τα υψηλά ποσοστά αναφοράς ωστόσο μπορεί να οφείλονται στο γεγονός ότι γίνεται ευθεία αναφορά σε αυτά στην ερώτηση. Σε κάποιες περιπτώσεις, γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένες έννοιες και αυτές είναι η γωνία στροφής, το μήκος του κύκλου, η ταχύτητα.

Γίνεται, επίσης, αναφορά σε αναζήτηση πηγών στο ιντερνέτ, αναζήτηση βοήθειας από συμμαθητές και από τους εκπαιδευτικούς.

Ας σημειωθεί ότι οι απαντήσεις που δίνονται εδώ, αφορούν τόσο την ενεργοποίηση πρότερης γνώσης στον καθορισμό του έργου, αλλά και σε διαδικασίες προσαρμογής κατά το στάδιο της δράσης. Η εμφάνιση ενός προβλήματος οδηγεί τους μαθητές να αναζητήσουν βοήθεια, να τροποποιήσουν

το σύστημα γνώσεων που χρησιμοποιούν και να επιστρέψουν στο στάδιο του καθορισμού του προβλήματος για να κάνουν τις απαραίτητες προσαρμογές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από αυτό που αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, ότι τα στάδια δεν υλοποιούνται σειριακά, αλλά κάθε μαθητής, ανάλογα με τις ανάγκες, επανέρχεται σε αυτά.

Κριτήρια επιλογής έργων

Με στόχο να διερευνήσουμε τα κριτήρια με τα οποία επιλέγουν οι μαθητές την αρχική ιδέα ρωτήσαμε ποια από τις κατασκευές τους άρεσε περισσότερο και γιατί. Από τις κατασκευές, οι πιο δημοφιλείς ήταν η κιθάρα, η αράχνη και το CD player. Οι αιτιολογίες που παραθέτουν οι μαθητές ποικίλουν. Η συχνότερη αιτία είναι το πόσο εντυπωσιακή είναι η λειτουργία του ρομπότ (να παίζει ήχο, να χειρίζεται κάτι από μακριά, να χρησιμοποιείς τον αισθητήρα για την επιλογή ήχων). Αναφέρεται, επίσης, συχνά, η πολυπλοκότητα της κατασκευής και η δυσκολία που πιθανότατα θα έχει ο προγραμματισμός της. Υπάρχουν, επίσης, αναφορές στο πόσο διασκεδαστικό είναι κάτι, ή ότι είναι παιχνίδι. Η πρωτοτυπία και η αυθεντικότητα, επίσης, αναφέρονται ως αιτίες.

Ορισμός έργων και καθορισμός στόχων

Κατά τη διάρκεια του καθορισμού των στόχων, οι μαθητές ορίζουν τις επιμέρους λειτουργίες που θα έχουν οι κατασκευές τους και διατυπώνονται τα κριτήρια αξιολόγησης. Στην παρούσα περίπτωση, οι επιμέρους λειτουργίες έχουν και το ρόλο κριτηρίων αξιολόγησης. Η διαμόρφωση της τελικής ιδέας δεν είναι πάντα εύκολη υπόθεση.. Για την επιλογή των εργασιών τους, οι μαθητές ενθαρρύνθηκαν από τον εκπαιδευτικό να κάνουν έρευνα στο διαδίκτυο και να πάρουν ιδέες για το τι θα ήθελαν να φτιάξουν. Οι μαθητές επέλεξαν τα έργα, αφού είδαν εργασίες στο διαδίκτυο και συζήτησαν μεταξύ τους. Μία δυσκολία ήταν να επιλέξουν μέσα από τις ιδέες που διατυπώνονταν στην ομάδα και να καταλήξουν. Συχνά, η δυναμική της ομάδας που αναπτυσσόταν ήταν ιδιαίτερα περίπλοκη. Η λίστα των έργων που κατατέθηκαν τελικά φαίνεται στο Πίνακα 20.

Πίνακας 20: Ονόματα ομάδων, οι κατασκευές και ο αριθμός μελών κάθε ομάδας

Ομάδα	Κατασκευή	Μέλη
1^{ος} χρόνος 2010-2011		
Ομάδα P2KG2	εξολοθρευτής	4
Ομάδα Terminator	αράχνη	2
Ομάδα Transformer	mini golf	4
Ομάδα WALL-E	κιθάρα	4
Ομάδα X-ROBOT	NXT writer	4
Ομάδα Lolipop	σκύλος	2
2^{ος} χρόνος 2010-2011		
Ομάδα NXT Robot Ball	Roller Coaster	2
Ομάδα URN	NXT CD Player	3
Ομάδα- TEMPUS	Καθαρίζοντας τα σκουπίδια	3
Ομάδα EX1L3D	Περονοφόρο	3
Ομάδα X-Robot	Κίνηση σε λαβύρινθο	2
Ομάδα PanAr	Βρίσκοντας την έξοδο	2

5.4.2 Υλοποίηση, παρακολούθηση και προσαρμογή του έργου

Θέματα εργασιών

Συνολικά, παρουσιάστηκαν 12 ολοκληρωμένες εργασίες (6 από κάθε χρονιά) του προγράμματος. Οι εργασίες των μαθητών στην πλειοψηφία τους έγιναν με τη βοήθεια κατασκευαστικών οδηγιών που βρήκαν στο διαδίκτυο. Ο εκπαιδευτικός είχε επισημάνει ότι αν τελικά διάλεγαν μία για να αντιγράψουν, έπρεπε να προσπαθήσουν να κάνουν αλλαγές και δικές τους προσθήκες. Τρεις από τις δώδεκα κατασκευές, ήταν πρωτότυπες στη σύνθεσή τους. Οχτώ κατασκευές είχαν μέρη τα οποία κατασκευάστηκαν με οδηγίες και στα οποία προστέθηκαν εξαρτήματα, ενώ μία ήταν κατασκευασμένη με οδηγίες χωρίς καμία παρέμβαση. Ως προς τον προγραμματισμό, πρωτότυπα ήταν δέκα από τα προγράμματα που κατατέθηκαν. Η κατηγοριοποίηση των εργασιών, ως προς την αυθεντικότητα τους, φαίνονται στον Πίνακα 21. Στις Εικόνες 6 και 7 φαίνονται οι κατασκευές.

Πίνακας 21: Αυθεντικότητα ως προς την κατασκευή και τον προγραμματισμό

Κατασκευή	Αυθεντικότητα ως προς την κατασκευή	Αυθεντικότητα ως προς τον προγραμματισμό
1^{ος} χρόνος 2010-2011		
εξολοθρευτής	Έτοιμη κατασκευή μία μικρή αλλαγή	Έτοιμο πρόγραμμα με μικρές αλλαγές
αράχνη	Πρωτότυπη κατασκευή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
mini golf	Πρωτότυπη κατασκευή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
κιθάρα	Έτοιμη κατασκευή	Έτοιμο πρόγραμμα με μικρές αλλαγές
NXT writer	Έτοιμη κατασκευή με προσθήκη επιπλέον κομματιών	Πρωτότυπο πρόγραμμα
σκύλος	Έτοιμη κατασκευή με μικρή αλλαγή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
2^{ος} χρόνος 2010-2011		
Roller Coaster	Έτοιμη κατασκευή με μικρή αλλαγή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
NXT CD Player	Πρωτότυπη κατασκευή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
Καθαρίζοντας τα σκουπίδια	Έτοιμη κατασκευή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
Περονοφόρο	Έτοιμη κατασκευή	Πρωτότυπο πρόγραμμα
Κίνηση σε λαβύρινθο	Έτοιμη κατασκευή με προσθήκη κομματιών	Πρωτότυπο πρόγραμμα
Βρίσκοντας την έξοδο	Έτοιμη κατασκευή με προσθήκη κομματιών	Πρωτότυπο πρόγραμμα

Περιγραφή των κατασκευών

X-robot: Η ομάδα αυτή επέλεξε, μέσα από παραδείγματα που εντόπισε στο διαδίκτυο, την κατασκευή ενός ρομπότ που θα γράφει γράμματα της αλφαβήτου. Τόσο το σχέδιο όσο και ο προγραμματισμός ήταν πρωτότυπα και στηρίχθηκαν στους πειραματισμούς της ομάδας. Η ομάδα κατάφερε να κατασκευάσει δύο γράμματα το Κ και το Ε μέσα στο χρόνο των συναντήσεων. Προκλήσεις που

συνάντησαν οι μαθητές αυτής της ομάδας ήταν η διατήρηση του μαρκαδόρου σε μία συγκεκριμένη θέση, καθώς και η λύση προβλημάτων γεωμετρίας για το σχεδιασμό των γραμμάτων. Ακολούθησαν κυρίως πειραματική προσέγγιση στον προγραμματισμό.

Transformer: Η ομάδα αυτή αξιοποίησε μία ιδέα: την ενεργοποίηση ενός κινητήρα ανάλογα με το χρώμα της μπάλας που ανίχνευε. Η ιδέα μετεξελίχτηκε σε μία μηχανή, η οποία χτυπούσε μπάλες με διαφορετική ισχύ ανάλογα με το χρώμα της μπάλας και τελικά, η μηχανή αυτή εντάχθηκε σε δύο παιχνίδια το mini golf και το bowling, στην οποία η ένταση του κινητήρα αλλάζει με δυναμικό τρόπο. Η μεγαλύτερη πρόκληση ήταν να οργανώσουν την ιδέα τους σε μια κατασκευή που να έχει κάποια λειτουργικότητα. Δοκίμασαν πολλές λύσεις και αξιοποίησαν ιδέες που είδαν να λειτουργούν σε άλλες ομάδες.

WALL-E: Η ομάδα αυτή υλοποίησε μια ηλεκτρική κιθάρα, κατασκευή που εντόπισε στο διαδίκτυο και την προγραμματίσει με το δικό της τρόπο, αξιοποιώντας βέβαια κάποιες ιδέες που βρήκε έτοιμες. Η κυριότερη πρόκληση ήταν ο προγραμματισμός της κατασκευής, η οποία ήταν ιδιαίτερα δημοφιλής σε όλους.

Terminator: Η ομάδα αυτή κατασκεύασε μια αράχνη σε δικά της σχέδια. Ο προγραμματισμός του μοντέλου αυτού στηρίχθηκε στην συμπεριφορά που θα είχε ένα πραγματικό έντομο: κίνηση όταν υπάρχει φως και στάση στο σκοτάδι, στροφές ανάλογα με το είδος των εμποδίων που συναντά κλπ. Οι μαθητές αξιοποίησαν πολλούς αισθητήρες και κατασκεύασαν ένα ιδιαίτερα σύνθετο πρόγραμμα.

P2KG2: Η ομάδα αυτή κατασκεύασε ένα ρομπότ που εντοπίζει στόχους οι οποίοι βρίσκονται σε κάποια συγκεκριμένη περιοχή γύρω από το ρομπότ, παίρνει θέση σε συγκριμένη απόσταση και χτυπά στο κέντρο του στόχου. Η εργασία αυτή στηρίχθηκε σε έτοιμο παράδειγμα, το οποίο τροποποίησαν οι μαθητές έτσι ώστε να μπορεί να εντοπίζει μικρές φιγούρες.

Lolipop: Κατασκεύασαν ένα μικρό σκυλάκι, το οποίο και προγραμματίσαν δίνοντας του φυσικές συμπεριφορές: μυρίζει κάτι και απομακρύνεται, κυνηγάει την ουρά του, ακολουθεί το αφεντικό του.

Roller Coaster: Η ομάδα ακολουθώντας έτοιμα σχέδια κατασκεύασε ένα Roller Coaster το οποίο και προγραμματίσει. Προβλήματα που αντιμετώπισαν ήταν να ρυθμίσουν την κλίση της ράμπας ώστε να συντηρείται η κίνηση, να ρυθμίσουν την ένταση των δυνάμεων έτσι ώστε η μπάλα να παραμένει πάντα σε τροχιά.

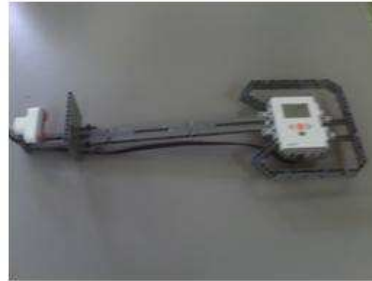
NXT CD Player: Πρόκειται για μια κατασκευή η οποία αξιοποιούσε την αναγνώριση των χρωμάτων για την παραγωγή ήχου. Η κατασκευή στηρίχθηκε στην ιδέα ενός μέλους. Η κατασκευή λειτούργησε μετά από πολλές δοκιμές. Αν και η κατασκευή ήταν απλή, χρειάστηκε συστηματική έρευνα για να λειτουργεί αξιόπιστα. Οι μαθητές ερεύνησαν το μέγεθος των κομματιών που θα χρησιμοποιούνταν πάνω στο CD, τον αριθμό τους, τα χρώματα που ήταν κατάλληλα και τον τρόπο κίνησης.

Περονοφόρο: Κατασκευή σύνθετη με τηλεχειρισμό, ο οποίος και προβλημάτισε την ομάδα. Η κατασκευή και μεγάλο μέρος του προγραμματισμού έγινε με την βοήθεια οδηγιών του εκπαιδευτικού.

Terminator: Αράχνη



Wall_E: Κιθάρα



Lolipop: Σκύλος



Transformer: Mini golf



P2KG2: Claw Strike



X-Robot : NXT Writer



Εικόνα 6: Τελικές εργασίες από το πρώτο έτος του προγράμματος

URN:CD Player



X_Robot: Λαβύρινθος



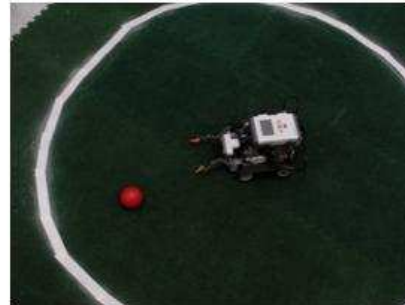
PanAr: Λαβύρινθος



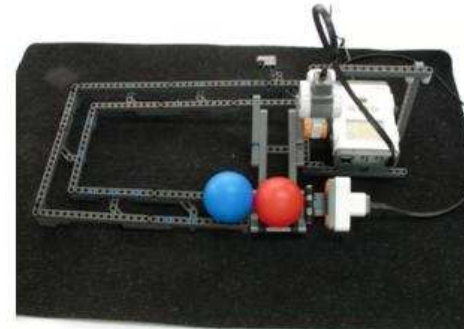
EX1L3D:Forklift



Tempus:Tempus Bot



NXT Robot Ball:Roller Coaster



Εικόνα 7: Τελικές εργασίες από το δεύτερο ετός του προγράμματος

Κίνηση σε λαβύρινθο: Η κατασκευή ήταν ένα αυτοκίνητο που αναζητούσε χρυσό μέσα σε ένα λαβύρινθο. Όταν εντόπιζε το φορτίο, το έπαιρνε και το επέστρεφε στην έξοδο του λαβυρίνθου. Λειτουργούσε με τηλεχειρισμό. Πρόκληση για τους μαθητές ήταν η κατασκευή του οχήματος: να συνδέσουν τρεις κινητήρες σε ένα γρήγορο και ελαφρύ όχημα. Τον προγραμματισμό τον δανείστηκαν από την ομάδα του Περονόφρου.

Καθαρίζοντας τα σκουπίδια: Ένα κινούμενο όχημα με δαγκάνες που μπορεί να εντοπίζει σκουπίδια σε ένα χώρο και να τα απομακρύνει. Η κατασκευή δυσκόλεψε τους μαθητές και για τον προγραμματισμό ζήτησαν βοήθεια από ένα μεγαλύτερο μαθητή. Πειραματίστηκαν για να βελτιώσουν παραμέτρους της κίνησης.

Βρίσκοντας την έξοδο: Όχημα με αισθητήρα υπερήχων, το οποίο κινούνταν σε λαβύρινθο και έβρισκε την έξοδο. Η πρόκληση για τους μαθητές ήταν να καταλήξουν στη μέθοδο που θα χρησιμοποιούσαν για να λύσουν το πρόβλημα και στη συνέχεια, να ρυθμίσουν την κίνηση του αυτοκινήτου σε μεγάλες αποστάσεις.

Προσαρμογή των εργασιών

Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του έργου, παρατηρήθηκαν διεργασίες προσαρμογής του έργου με βάση την εμπειρία και τις συνθήκες. Οι περιπτώσεις στις οποίες χρειάστηκε να κάνουν τροποποιήσεις αυτών των αρχικών σχεδίων καθώς και τα σχόλια των μαθητών φαίνονται στον Πίνακα 22.

Πίνακας 22: Κατασκευές, αλλαγές του αρχικού σχεδίου και σχολιασμός

Κατασκευή εξολοθρευτής	Αλλαγές Αλλαγές στο γάντζο	Σχόλια των μαθητών. Απόσπασμα από συνεντεύξεις <i>Αλλά ξανακάναμε μεγαλύτερο (γάντζο) για να χτυπήσει το αντικείμενο, προσπαθήσαμε να αλλάζουμε τη θέση στον ουλτρασόνικ, γιατί αυτός στην ουσία έβλεπε το αντικείμενο. Ο γάντζος εξείχε 6 εκατοστά πιο δεξιά και έτσι δεν χτυπούσε το αντικείμενο, αλλά δίπλα. Έτσι, τον φέραμε πιο κοντά για να αυξηθεί η ακρίβεια. Βρήκαμε έναν τρόπο και νομίζω ότι το κάναμε αρκετά καλά. (M4a ατομική συνέντευξη)</i>
αράχνη	Πρωτότυπη κατασκευή	<i>Η αράχνη που είδαμε στο ιντερνέτ, τα πόδια της ήταν κάτω, δεν ήταν όρθια και είχε μόνο έναν κινητήρα εμείς βάλαμε δύο και βάλαμε τα πόδια να που αυτό ήθελα να αλλάζουμε τελείως το κατασκευαστικό. (G27 ατομική συνέντευξη)</i>
mini golf	Πρωτότυπη κατασκευή	<i>Αρχική ιδέα ήταν να χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα φωτός που θα αναγνώριζε το χρώμα μιας μπάλας και θα άναβε το ανάλογο λαμπάκι. Μετά την αλλάξαμε και ανάλογα με το χρώμα της μπάλας ο μηχανισμός εκτόξευε την μπάλα με την ανάλογη δύναμη. Τέλος, αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε μια μακέτα να βγάλουμε τον αισθητήρα φωτός και να τοποθετήσουμε αισθητήρες αφής, ώστε πατώντας ένα κουμπί να εκτοξεύεται η μπάλα με διαφορετική δύναμη. (G35a ατομική συνέντευξη)</i>
κιθάρα	Έτοιμη κατασκευή	<i>Στην αρχή, το NXT έπαιζε μόνο του τις νότες, χωρίς να πατήσεις το κουμπί έπαιζε νότα, λίγο να το μετακινούσες</i>

έπαιξε νότα και αυτό δεν ήταν καλό, Στην ουσία, αυτό δεν μπορούσε να πάρει τις τιμές τις απόστασης της μπάρας. Φτιάξαμε μια μεταβλητή που αποθήκευε σε ιντζες τις τιμές που έβλεπε ο ουλτρασονικ την μπάρα και μετά η μεταβλητή διαβάζονταν από το πρόγραμμα, άμα πατούσαμε το κουμπί. Βάλαμε και ένα σουιτς και έπαιξε ανάλογο ήχο με την τιμή. Τους ήχους τους κατεβάσαμε από το ιντερνέτ και τους βάλαμε στον φάκελο του προγράμματος.
(B38a ατομική συνέντευξη)

NXT writer	Πρωτότυπη κατασκευή	<i>Η ιδέα ήταν δική μου. Ήταν παιδικό μου όνειρο μπορώ να πω, το πώς μπορεί ένα ρομποτάκι να κάνει κάτι για τους ανθρώπους. Στο γυμνάσιο σκεφτόμουν αν θα μπορούσε να υπάρξει ένα ρομποτ στυλό, που θα κάνει τις εργασίες αντί για εμάς, και εμείς απλά θα καθόμαστε. Έτσι σκέφτηκα και το NXT WRITER. Η τελική μορφή που είχε το ρομποτάκι ήταν σχεδόν αυτή που είχα σκεφτεί αρχικά. Αν εξαιρέσεις βέβαια τις ατυχίες και τις αναποδιές που είχαμε τελευταία στιγμή. Περάσαμε από διάφορα στάδια και δοκιμές αντιμετωπίζοντας προβλήματα(όπως η προσπάθεια υλοποίησης με ασανσέρ). (G15a ατομική συνέντευξη)</i>
σκύλος	Αλλαγές στην στήριξη του κεφαλιού	<i>Το αλλάξαμε γιατί όταν πήγαμε να το στερεώσουμε έπεφτε και έτσι το φτιάξαμε αλλιώς. (G38a ατομική συνέντευξη)</i>
Roller Coaster NXT CD Player	Την κλίση της τροχιάς Πρωτότυπη κατασκευή	<i>Αλλάξαμε την κλίση για να βγαίνει καλύτερα.. (B20 ατομική συνέντευξη) Ήθελα να φτιάξω ένα cd player, όπως τα πραγματικά που παίζουν μουσική. Αρχικά, ξεκίνησα να το φτιάξω να παίζει μουσική και αν προλάβαινα θα το έκανα να παίζει και ταινίες. Τελικά, κατάφερα μόνο την μουσική και αυτό ήταν πολύ δύσκολο, γιατί έπρεπε να πετύχω τις σωστές νότες χωρίς να έχω γνώσεις μουσικής. (G11 ατομική συνέντευξη)</i>
Καθαρίζοντας τα σκουπίδια	Έτοιμη κατασκευή	<i>Στην αρχή, θέλαμε να φτιάξουμε ένα ρομπότ που θα μάζευε κάποια σκουπίδια για αρχή και θα τα έβγαζε έξω από περιοχή. Το είχαμε σκεφτεί να πετάμε μια μπάλα και να πηγαίνει να την πιάνει και να την βγάζει έξω από μία περιοχή. Μετά, όμως, αλλάξαμε γνώμη για να είναι πιο εύκολο ήταν και η πρώτη μας χρονιά και φτιάξαμε αυτό με ένα σκουπίδι. Δεν κάναμε αυτό που είχαμε πει στην αρχή γιατί μου φάνηκε πολύ περίπλοκο. (M8 ατομική συνέντευξη)</i>
Περονοφόρο	Έτοιμη κατασκευή	<i>Την ιδέα την είχα εμπνευστεί εγώ, την είχα ξεκινήσει από εκεί, χάσαμε τις οδηγίες. Πήραμε ένα σχέδιο το οποίο το ακολουθήσαμε μέχρι τέλος. Το αλλάξαμε ελάχιστα, δεν βάλαμε έναν αισθητήρα αφής που είχε, γιατί αφού το κάναμε με remote control θεώρησα ότι δεν χρειάζεται, οπότε το άφησα. (B1 ατομική συνέντευξη)</i>

Κίνηση σε λαβύρινθο	Προσθήκη ενός χεριού	<p><i>Η ιδέα της κατασκευής ήταν δική μου, όπως και η περσινή. Ο συνεργάτης μου με βοήθησε πολύ στην κατασκευή. Η αρχική ιδέα ήταν να φτιάξουμε ένα ρομπότ το οποίο θα έμοιαζε κάπως με εκσκαφέα και θα έβρισκε μόνο του την λύση του λαβυρίνθου με αυτοματισμό.</i></p> <p><i>(G15 ατομική συνέντευξη)</i></p>
Βρίσκοντας την έξοδο	Προσθήκη αισθητήρων	<p><i>Από το internet πήραμε την ιδέα. Δεν φτάσαμε εκεί κατευθείαν. Περάσαμε διάφορα στάδια. Στην αρχή, το είχαμε κάνει με μια ρόδα μεγάλη πίσω, αλλά έτσι δεν ήταν πολύ σταθερό. Βασικά είχε πολύ μεγαλύτερη απόκλιση απ' ό,τι είχε τώρα. Απόκλιση ως προς το πόσο ευθεία πήγαινε. Τώρα το κάναμε με άλλη ρόδα και είναι πιο σταθερό. Η διαφορά αυτής της ρόδας με την άλλη είναι ότι είναι πιο μικρή, έχει κάποιο εξωτερικό λάστιχο αν θυμάμαι καλά και δεν κινείται γύρω γύρω. Αν η ρόδα κινείται, όταν ξεκινάει μπορεί να την βρει σε άλλη κατεύθυνση και να ακολουθήσει άλλη πορεία η κατασκευή, ενώ αυτή που βάλαμε τελικά θα είναι πάντα κάθετη σε σχέση με την κατασκευή. Ως προς τους αισθητήρες, είχαμε βάλει αισθητήρα αφής, αλλά δεν βγήκε όπως θέλαμε να το κάνουμε και έτσι το τροποποιήσαμε. Αρχικά, πηγαίναμε για άλλη κατασκευή.</i></p> <p><i>(B22 ατομική συνέντευξη)</i></p>

Δυσκολίες που συνάντησαν

Με την ολοκλήρωση του δεύτερου έτους του προγράμματος, οι μαθητές απάντησαν σε ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του προγράμματος.

Στην ερώτηση, *ποια ήταν η κυριότερη δυσκολία*, απάντησαν ότι ήταν ο προγραμματισμός (37%). Αναφέρουν, επίσης, την συνεργασία (20%) και την κατασκευή (16%). Μεμονωμένες απαντήσεις αναφέρουν την έλλειψη χρόνου για να συμμετέχουν στον όμιλο, καθώς και την επιθυμία τους να είχαν περισσότερα υλικά.

Στις δυσκολίες που συνάντησαν, αναφέρθηκαν οι μαθητές και κατά τη διάρκεια της συνέντευξης. Οι δυσκολίες αναφέρονταν στον προγραμματισμό, στη συνεργασία και στην έλλειψη συγκέντρωσης.

Πίνακας 23: Δυσκολίες και στρατηγικές αντιμετώπισης

<u>Στρατηγικές επίλυσης</u>	
Δυσκολίες στον προγραμματισμό	
	Σκληρή δουλειά Αναζήτηση βοήθειας από άλλους Δοκιμάζω άλλες ιδέες Αναζήτηση αιτιών και διόρθωση Δοκιμές/πειραματισμός Αλλαγή του σχεδιασμού και χρήση εναλλακτικών προτάσεων Αντιμετώπιση του κώδικα σε μικρά κομμάτια
Δυσκολίες στη Συνεργασία	
Κατακρίνουν ο ένας τον άλλο χωρίς επιχειρήματα	

Ο καθένας έχει την δική του ιδέα και δεν υποχωρεί	Δοκιμάζουμε όλες τις ιδέες και επιλέγουμε όποια μας κάνει καλύτερα Συνδυάζουμε ιδέες Κάποιος θα κουραστεί και θα εγκαταλείψει
Αυτοσχεδιάζει ο καθένας (κάνει ότι νομίζει χωρίς να υπάρχει σχεδιασμός)	Αυστηρά όρια χρόνου Δουλεύει ο καθένας μόνος του διαδοχικά
Έλλειψη συγκέντρωσης	Αυστηρό χρονοδιάγραμμα

Οι δυσκολίες που συνδέονταν με την κατασκευή είχαν να κάνουν με την σταθερότητα της κατασκευής και τη λειτουργικότητά της. Η απάντηση που έβρισκαν οι μαθητές σε αυτό, ήταν να ακολουθούν οδηγίες και να συνθέτουν κομμάτια μεταξύ τους.

Εγώ προσπάθησα να κάνω μια κατασκευή, η οποία θα ήταν μόνο δική μου, χωρίς κάποια ιδέα από το internet ή τέλος πάντων, με πολύ λίγες, αν χρειαζόταν. Όμως, δεν το κατάφερα, ήταν πολύ δύσκολο. Έφτιαξα ένα ρομπότ, που στην ουσία ήταν τεράστιο για να χωρέσει σε έναν λαβύρινθο. Την πρώτη φορά, ο συνεργάτης μου έφτιαχνε κάτι μικρό, το οποίο όμως τελικά το καταστρέψαμε, γιατί χρησιμοποιούσε έναν μόνο κινητήρα για να κινεί τις ερπύστριες. Αυτό το έκανε για εξοικονόμηση κινητήρων, καθώς το ρομπότ δεν μπορεί να πάρει πάνω από τρεις. Έτσι, δεν θα μπορούσε να στρίβει και θα πήγαινε μόνο μπροστά ή πίσω. Θα έπρεπε να χρησιμοποιεί 2 κινητήρες για να μπορεί να στρίβει και συγχρόνως να σηκώνει την δαγκάνα.

(G15 ατομική συνέντευξη)

Η κατασκευή επίσης πολλές φορές δεν ανταποκρινόταν στις προσδοκίες των μαθητών.

Στο συντονισμό των γραναζιών. Μεγάλο πρόβλημα και έπρεπε κάθε φορά να το αντιμετωπίζουμε, βέβαια δεν μας δυσκόλεψε πάρα πολύ, γιατί, στο τέλος, είχαμε μάθει να το αντιμετωπίζουμε όταν παρουσιαζόταν. Χρησιμοποιήσαμε πολλά γρανάζια στην σειρά και το ένα γρανάζι δεν συντονιζόταν με το άλλο. Έτσι, είχαμε προβλήματα όπως θορύβους, να σταματάει, να κινείται, να τερματίζει το πρόγραμμα, γιατί βρίσκει αντίσταση αυτά.

(G11α ατομική συνέντευξη)

Βασικά η κύρια δυσκολία που αντιμετωπίσαμε όσον αφορά το κατασκευαστικό μέρος ήταν η απόκλιση που παρουσίαζε όταν πήγαινε ευθεία. ...Σε αυτές τις συναντήσεις, προσπαθούσαμε, αλλά βρίσκαμε πολύ δύσκολο να κάνουμε το ρομπότ όταν πήγαινε κοντά σε έναν τοίχο, λόγω της απόκλισης που είχε να απομακρύνεται λίγο. Αυτό ήταν το κύριο πρόβλημα και δεν είχαμε σκεφτεί πως θα το λύσουμε. Δεν είχαμε την γνώση για να το λύσουμε.

(B22 ατομική συνέντευξη)

Η λειτουργία επίσης των αισθητήρων και του λογισμικού δημιούργουσε προβλήματα τα οποία χρειάζονταν συγκεκριμένο χειρισμό.

Η βασική δυσκολία ήταν στον προγραμματισμό, επειδή έπρεπε να καθυστερεί λίγο για να κάνει ανίχνευση του χρώματος. Ο αισθητήρας έπρεπε να ξεκινήσει από κάπου και να πάρει μια συγκεκριμένη θέση για να διαβάσει τα χρώματα και να παίζει μουσική. Αποφασίσαμε τα κομμάτια που θα έπαιζε να ήταν 12. Αρχικά, είχαμε ξεκινήσει με πιο πολλά κομμάτια, αλλά είδαμε ότι είχαμε ανακρίβεια στον αισθητήρα και τα μειώσαμε για να μεγαλώσει το διάστημα. Είχαμε ξεκινήσει από πολλά και επειδή ήταν μικρή η περιοχή που έπρεπε να

διαβάσει ο αισθητήρας, μπερδεύταν και έπαιζε την νότα που αντιστοιχούσε σε άλλο χρώμα. Αυτό το διορθώσαμε μεγαλώνοντας τα κομμάτια και βγάζοντας κάποια χρώματα για να μην μπερδεύεται ο αισθητήρας. Όταν, για παράδειγμα, πήγαινε από κόκκινο σε μπλε το έβλεπε για μωβ και έπαιζε την νότα που αντιστοιχούσε στο μωβ. Επομένως, αναγκάστηκα να βγάλω την νότα του μωβ εκτός. Επίσης, κάναμε μια μελέτη σχετικά με το πόσο γρήγορα έπρεπε να γυρίζει και πόση ώρα έπρεπε να περιμένει. Χωρίσαμε τις 360° της περιστροφής σε διαστήματα και βρήκαμε πόση ώρα πρέπει να κάνει για να κάνει ανίχνευση σε ένα διάστημα. Είχαμε βάλει, επίσης, να καθυστερεί 1/10 του sec κάθε φορά που ανίχνευε ο αισθητήρας για να μπορούμε να έχουμε ακρίβεια στην ανάγνωση.

(G38α ατομική συνέντευξη)

Οι μαθητές επίσης σχολιάζουν τον τρόπο εργασίας τους.

Πιο πολύ όμως με βοήθησε η πρακτική που κάναμε με το ρομπότ δηλαδή ήταν πολύ δύσκολο να λύσουμε εξισώσεις και να κάνουμε υπολογισμούς και έτσι χρησιμοποιούσαμε τον πειραματισμό.

(M4α ατομική συνέντευξη)

Όταν αντιμετωπίζαμε πρόβλημα προσπαθούσαμε να εντοπίσουμε που ήταν το πρόβλημα και να το βρούμε στο πρόγραμμα, δεν ήταν πάντα εύκολο αυτό. Γιατί μέσα σε ένα μεγάλο πρόγραμμα είναι δύσκολο να βρεις που υπάρχει το πρόβλημα, το οποίο ψάχναμε να το λύσουμε. Να επέμβουμε.

(M6α ατομική συνέντευξη)

Επικοινωνία με το άλλο σχολείο.

Στην ερώτηση αν βρήκαν χρήσιμη την επικοινωνία με το άλλο σχολείο, έδωσαν τις απαντήσεις που φαίνονται στον Πίνακα 24.

Πίνακας 24: Με ποιο τρόπο ήταν χρήσιμη η επικοινωνία με μαθητές άλλου σχολείου;

Χρησιμότητα	Συχνότητα	Ποσοστά
Έκανα φιλίες	9	45%
Πήρα πληροφορίες για τα ρομποτάκια	3	15%
Τίποτα	3	15%
Διάβασα γνώμες άλλων	2	10%
Λύσαμε από κοινού προβλήματα	2	10%
Ενθάρρυνση	1	5%

Ημερίδες και παρουσιάσεις

Στο πλαίσιο του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής», υπήρξαν δύο Ημερίδες Ρομποτικής, όπου έγιναν συναντήσεις μαθητών που εργάζονταν σε θέματα ρομποτικής. Στην πρώτη Ημερίδα, συμμετείχαν οι μαθητές του ομίλου της Μεταμόρφωσης και ενός ακόμα σχολείου από την Κύπρο, ενώ στην δεύτερη συνάντηση συμμετείχαν και σχολεία από την ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Οι μαθητές ρωτήθηκαν για τα οφέλη που αποκόμισαν από τις παρουσιάσεις, αλλά και από την ημερίδα: Στην ερώτηση αν και με ποιο τρόπο βρήκαν χρήσιμες τις ημερίδες ρομποτικής οι μαθητές απάντησαν ότι πήραν ιδέες, προβλήθηκαν και επικοινωνήσαν με άλλους μαθητές.

Πίνακας 25: Απαντήσεις των μαθητών για τα οφέλη των Ημερίδων

	Συχνότητα	Ποσοστά
Πήραμε ιδέες	4	25%

Επικοινωνία	4	25%
Προσωπική προβολή	4	25%
Έμαθα για τα NXT	2	13%
Είδαμε τις δυσκολίες των άλλων μαθητών	1	6%
Τίποτα	1	6%

Ενδεικτικά είναι τα σχόλια:

Οι παρουσιάσεις των άλλων με βοήθησαν γιατί έβλεπα κάτι διαφορετικό από αυτό που είχα φτιάξει εγώ και σαν εμπειρία μου εμπλούτισε τον τρόπο σκέψης μου για κάτι στη συνέχεια. Η δική μου παρουσίαση, μερικές φορές, πάνω στην παρουσίαση μου ερχόντουσαν κάποιοι τρόποι να επεκτείνω την κατασκευή.

(Μ3α ατομική συνέντευξη)

Στα προβλήματα που είχαμε στην αρχή, όταν κάναμε ένα τετράγωνο, έβλεπα το ρομποτάκι του Μάριου να πηγαίνει καλύτερα και αυτό με πείσμωνε, αλλά περισσότερο μου έδινε ιδέες για να το κάνω καλύτερα. Ήταν χρήσιμες οι παρουσιάσεις, τόσο μεταξύ των παιδιών μεταξύ της ομάδας, αλλά και μεταξύ όλων των ομάδων του σχολείου.

(g15α ατομική συνέντευξη)

Η κοινότητα των μαθητών

Το σύνολο των αλληλεπιδράσεων συνθέτουν την κοινότητα των μαθητών που λειτούργησε στο πλαίσιο του ομίλου. Η επικοινωνία της κοινότητας σε σχέση με τη ρομποτική περιοριζόταν στις συναντήσεις του ομίλου. Οι ομάδες ήταν μεταξύ τους συνεργάσιμες και πάντα πρόθυμες να βοηθήσουν η μία την άλλη. Αν κάποιος ήξερε κάτι, προσφερόταν να το δείξει στους άλλους, αλλά και να βοηθήσει σε κάποιο πρόβλημα που αντιμετώπιζαν. Είναι χαρακτηριστικό ότι διασκέδαζαν όλοι χρησιμοποιώντας ο ένας την κατασκευή του άλλου.

Ενδιαφέρον έχει και το παράδειγμα της ανταλλαγής ιδεών κατά τις παρουσιάσεις, αλλά και της επιρροής που παρατηρήθηκε σε κάποια έργα και τα δύο χρόνια. Την πρώτη χρονιά, η ομάδα Transformers αξιοποίησε τον τρόπο χρήσης του αισθητήρα υπερήχων που είδε από την ομάδα Wall-E. Την δεύτερη χρονιά, η ομάδα URN έκανε επιλογές που στηρίχθηκαν στην αξιολόγηση που είχε δεχτεί η κατασκευή της ομάδας Wall-E. Η κιθάρα που είχαν φτιάξει συγκέντρωσε τον θαυμασμό όλων των συμμετεχόντων και για το λόγο αυτό, η μονάδα URN αποφάσισε να φτιάξει κάτι που να παίζει μουσική.

Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος

Η ποσοτική αξιολόγηση επιμέρους πόρων του προγράμματος έγινε με ερωτηματολόγιο στο τέλος του προγράμματος. Οι μαθητές απάντησαν στην ερώτηση «Αξιολόγησε τον όμιλο ρομποτικής ως προς τα παρακάτω. (Απαντήστε επιλέγοντας από 1 («καθόλου») έως 5 («πάρα πολύ») ανάλογα με το πόσο ικανοποιημένος είστε). Οι απαντήσεις φαίνονται στον Πίνακα 26.

Πίνακας 26: Αξιολόγηση του προγράμματος από τους μαθητές

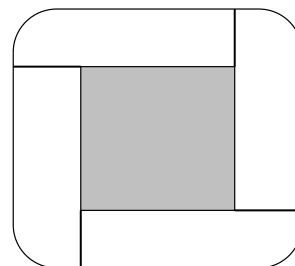
	M	SD
Το περιεχόμενο των μαθημάτων του ομίλου Ρομποτικής.	4,07	1,033
Τη χρονική διάρκεια των συναντήσεων	3,94	0,680
Τη υποστήριξη που είχατε από τους εκπαιδευτικούς του	4,94	0,250

προγράμματος		
Το είδος των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που περιλάμβανε το πρόγραμμα.	4,13	1,187
Το εκπαιδευτικό υλικό	3,86	9,949
Το υποστηρικτικό υλικό που χρησιμοποιήσατε (ιστότοποι, βιβλία κλπ).	3,47	1,187
Τον εξοπλισμό.	4,31	0,793
Την συνεργασία με τα άλλα μέλη της ομάδας σου.	4,00	1,317
Την επικοινωνία με τους μαθητές του άλλου σχολείου.	3,25	1,612
Τον δικτυακό τόπο του προγράμματος.	3,44	1,209
Τις Ημερίδες παρουσίασης του έργου των ομίλων.	4,31	,946

Αξιολόγηση εισαγωγικών δραστηριοτήτων

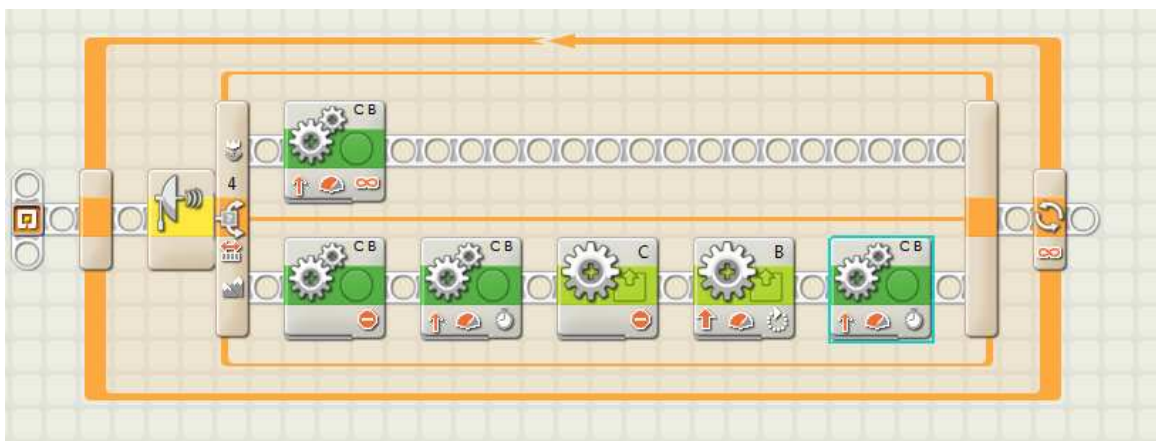
Επιμέρους αξιολογήσεις των μαθησιακών αποτελεσμάτων έγιναν για της δραστηριότητες 1, 2, 3, 5 και έδωσαν χρήσιμα συμπεράσματα. Ειδικότερα:

Οι δραστηριότητες 1, 2 εισήγαγαν ένα σπονδυλωτό πρόβλημα κίνησης του ρομπότ πάνω σε ορθογώνιο σχήμα, στο οποίο οι γωνίες σημειώνονταν με μαύρη ταινία (εικόνα 8) . Στόχος αυτών δραστηριοτήτων ήταν να εισάγουν τις βασικές λειτουργίες και να εξοικειώσουν τους μαθητές με τις διαδικασίες εργασίας στο περιβάλλον ρομποτικής. Όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να δουλέψουν στο περιβάλλον και να προτείνουν λύσεις και να τις βελτιώσουν (Frangou & Paranikolaou 2009)



Εικόνα 8: Το πρόβλημα της κίνησης του αυτοκινήτου πάνω σε μια ορθογώνια διαδρομή

Στη δραστηριότητα 3, οι μαθητές κλήθηκαν να λύσουν τρία προβλήματα και να παρουσιάσουν τα αποτελέσματά τους στην ολομέλεια. Στόχος αυτής της δραστηριότητας ήταν η χρήση εντολών επιλογής, αλλά και η εξοικείωση με την διαδικασία της διερεύνησης ενός προβλήματος



Εικόνα 9: Ακολουθώντας τον τοίχο: πρόγραμμα της ομάδας Transform

Τέλος, στην 5^η δραστηριότητα οι μαθητές εξοικειώθηκαν με το περιβάλλον των πειραμάτων μέσω δύο πειραμάτων κίνησης. Στόχος της μελέτης ήταν να διερευνήσουν το βαθμό, στον οποίο μπορούν τα αποτελέσματα της πειραματικής διαδικασίας να συνδεθούν με τις παρατηρούμενες συμπεριφορές. Οι μαθητές πραγματοποίησαν δύο πειράματα. Στο πρώτο πείραμα, κλήθηκαν να κινήσουν το ρομπότ πάνω σε μια διαδρομή, η οποία διακοπτόταν από μαύρες γραμμές που ισαπέειχαν μεταξύ τους. Από την μελέτη της γραφικής παράστασης, οι μαθητές κλήθηκαν να υπολογίσουν την ταχύτητα του ρομπότ. Στην δεύτερη μελέτη, οι μαθητές κλήθηκαν να συνδέσουν την ισχύ των κινητήρων του ρομπότ με την παρατηρούμενη ταχύτητα μέσα από ένα αναλογικό μοντέλο.



Εικόνα 10: Υπολογισμός ταχύτητας: το ρομπότ, ο διάδρομος πειρατισμού, η γραφική παράσταση

Από την μελέτη των φύλλων εργασίας και των καταγραφών στον ιστότοπο του προγράμματος, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι (Φράγκου & Γρηγοριάδου 2011):

Οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν τα μεγέθη που εμπλέκονται και να αναγνωρίσουν τα σημεία των γραφικών παραστάσεων.

Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα φαινόμενα που παρατηρούνται, ως προς την χρονική τους διάρκεια, με ποικίλους τρόπους: (α) δυο από τις έξι ομάδες δεν περιγράφουν αλλαγές (β) δυο από τις έξι περιγράφουν μόνο στιγμιότυπα του φαινομένου (γ) δύο από τις έξι περιγράφουν το φαινόμενο να αλλάζει δυναμικά στο χρόνο.

Οι μαθητές συνδέουν με επιτυχία τις θέσεις του ρομπότ με την αντίστοιχη γραφική παράσταση. Ωστόσο, όταν καλούνται να προβλέψουν πως θα μεταβληθεί η γραφική παράσταση, αν χρησιμοποιηθεί ένας διάδρομος στον οποίο οι μαύρες γραμμές απέχουν μεταξύ τους την μισή απόσταση από ότι στο πείραμα που

πραγματοποίησαν, παίρνουμε τριών ειδών απαντήσεις. Τέσσερις μαθητές προσδιορίζουν πλήρως τη σχέση που έχουν οι δύο γραφικές παραστάσεις (διπλάσια χρονική απόσταση ανάμεσα στις αλλαγές της φωτεινότητας που παρατηρούνται στο πείραμα), επτά μαθητές αναφέρουν ότι η απόσταση των γραμμών στη δεύτερη διαδρομή είναι μικρότερη οπότε θα έχουμε συχνότερες αλλαγές φωτεινότητας χωρίς να προσδιορίζουν με ακρίβεια τη σχέση και τέλος, δύο μαθητές δεν απαντούν.

Η κατασκευή του μαθηματικού μοντέλου είναι εφικτή στις πέντε από τις έξι ομάδες. Στο μοντέλο οδηγούνται με ποικίλους τρόπους (αναγωγή στη μονάδα, αναλογίες, εμπειρικά).

Οι μαθητές χρησιμοποιούν τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει κατά τη διάρκεια της σχολικής τους ζωής (ταχύτητα, ποσά ανάλογα) με ένα τρόπο λειτουργικό-πρακτικό, έτσι ώστε να απαντήσουν σε συγκεκριμένα ερωτήματα. Στις ερωτήσεις σύνδεσης της εμπειρίας τους με την αντίστοιχη σχολική εμπειρία δεν απαντούν.

5.4.3 Αναστοχασμός

Μέρος της ικανότητας αυτορρύθμισης είναι η διατύπωση κρίσεων για το όφελος που είχε το έργο για το άτομο, και τη γνωστική διαδικασία και κρίσεις για την αυτοικανότητα. Το σύνολο των πληροφοριών αυτών προκαλούν αλλαγές στο γνωστικό και μεταγνωστικό πεδίο. Ειδικότερα, οι μαθητές του ομίλου σε ερώτηση για τα οφέλη που είχαν γενικά από τον όμιλο, απάντησαν ότι απέκτησαν γνώσεις και καλλιέργησαν κοινωνικές δεξιότητες (Πίνακας 27).

Γενικά οφέλη από τον όμιλο

Πίνακας 27: Ποια οφέλη είχατε από τον όμιλο;:

Οφέλη	Συχνότητα	Ποσοστά
Απέκτησα γνώσεις Τεχνολογίας και Ρομποτικής	10	50%
Καλλιέργησα τις κοινωνικές μου δεξιότητες	6	30%
Απέκτησα γνώσεις στα Μαθηματικά, Πληροφορική	2	10%
Έμαθα να συνεργάζομαι	1	5%
Διασκέδασα	1	5%

Στην ερώτηση τι έμαθαν από τη συμμετοχή στον όμιλο, οι μαθητές δίνουν απαντήσεις που αναφέρονται στο γνωστικό, στο μεταγνωστικό, το περιβάλλον της αυτορρύθμισης.

Γνωστικός τομέας: Γνώσεις για τον υπολογιστή (4 αναφορές), την κατασκευή (9 αναφορές), τον προγραμματισμό (17 αναφορές)

Συνεργασία: Πολλοί μαθητές δηλώνουν ότι έμαθαν να δουλεύουν σε ομάδα (7 αναφορές). Γίνεται επίσης αναφορά σε συγκεκριμένες δεξιότητες.

- να συνεργάζομαι περισσότερο και να φωνάζω λιγότερο
- οι συνεργάτες μου δεν με βοήθησαν ιδιαίτερα
- να δουλεύουμε όλοι μαζί σαν ομάδα και αυτό ήταν πολύ σημαντικό.
- έμαθα ότι πρέπει να ακούω και τους άλλους, άσχετα αν ανήκουν στην ομάδα μου, γιατί μπορεί να έχουν κάποια πολύ καλή ιδέα.
- να μην ακολουθώ μόνο τις δικές μου ιδέες, αλλά να προσπαθώ να υποστηρίξω και τις ιδέες των φίλων μου και να προσπαθούμε με όλες τις ιδέες που είχαν ακουστεί.

- να δέχομαι τις συμβουλές των άλλων παιδιών αυτό ήταν σημαντικό
Φιλίες: Η δυνατότητα να γνωρίσουν άλλους μαθητές και να κάνουν φιλίες (3 αναφορές)
- την γνωριμία με νέους ανθρώπους. Ήταν κάτι ξεχωριστό που δεν θα το ξαναζήσω.
Αναφορά σε προσωπικές ικανότητες κάνουν πέντε μαθητές
- Έμαθα ότι έχω δυνατότητες πάνω στο κατασκευαστικό κομμάτι και ότι μπορώ εύκολα να επιλύσω τα προβλήματα που μου παρουσιάζονται, τόσο στο κατασκευαστικό, όσο και στο προγραμματιστικό μέρος.
- να πετυχαίνω τον στόχο μου.
- Στην αρχή της χρονιάς, δεν μπορούσα να φανταστώ ότι θα καταφέρω να κατασκευάσω ή να προγραμματίσω ένα ρομπότ.

Τέλος, διατυπώνονται πεπιοθήσεις οι οποίες αφορούν το περιβάλλον και το σύστημα αξιολόγησης του έργου

- Έμαθα ότι δεν είναι όλα όπως φαίνονται και να μην υποτιμώ τίποτε.
- Ο προγραμματισμός ήταν μεγαλύτερη πρόκληση, καθώς ήταν πιο απαιτητικός.
- Το 1ο πράγμα που χρειαζόμαστε είναι η ικανότητα και το 2ο η σωστή αντιμετώπιση των προβλημάτων.
- Το ρομπότ θέλει υπομονή μεγάλη αντοχή και ψυχραιμία.
- Το ρομπότ και ο προγραμματισμός τους είναι πολύ πολύπλοκα.
- Αλλά φέτος δεν είχα όρεξη γιατί όταν μπήκα στην ομάδα με τον Μ και άρχισε να απορρίπτει αυτά που έλεγα μετά δεν έδινε και πολύ σημασία.
- Όλα τα πράγματα έχουν μία λύση πάντα.

Στην ερώτηση τι θα βελτίωναν από τη λειτουργία του προγράμματος, η συντριπτική πλειοψηφία δηλώνει τίποτα. Μερικοί ζητούν περισσότερα υλικά, επικοινωνία, και ευκολότερο προγραμματισμό

5.4.4 Η ψηφιακή πλατφόρμα learningwithrobotics

Η χρήση των web 2.0 εργαλείων στην εκπαιδευτική διαδικασία.

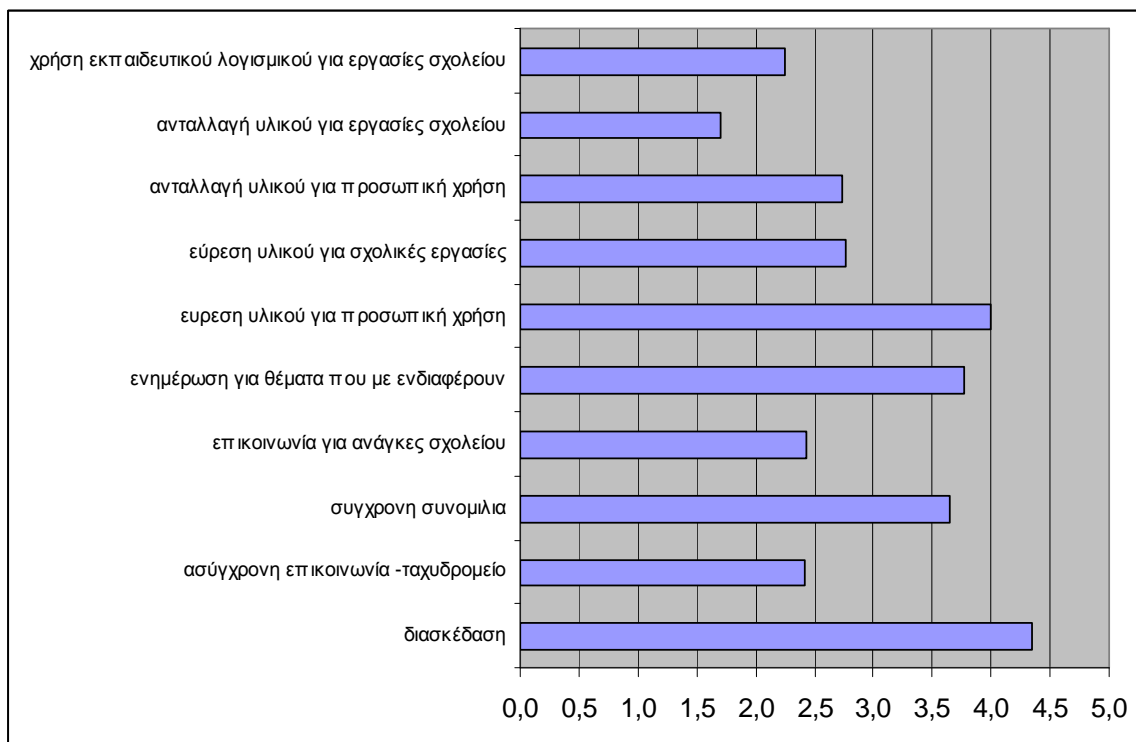
Χρήση των τεχνολογιών

Η φυσιογνωμία της ομάδας ως προς την χρήση των εργαλείων ήταν πολύ καλή. Περισσότερο από το 45% χρησιμοποιεί τους υπολογιστές περισσότερες από 10 ώρες την εβδομάδα.

Πίνακας 28: Ώρες χρήσης υπολογιστή

Ώρες χρήση υπολογιστή	Πλήθος	Ποσοστό
καθόλου	1	5,9
λιγότερο από 3 ώρες/εβδ	1	5,9
3-5 ώρες/εβδ	4	23,5
5-10 ώρες/εβδ	3	17,6
περισσότερο από 10/εβδ	8	47,1
Σύνολο	17	100,0

Το είδος των εργασιών που εκτελούν με τον υπολογιστή φαίνεται από το διάγραμμα. Ο υπολογιστής χρησιμοποιείται για διασκέδαση και επικοινωνία και ελάχιστα για σχολικές εργασίες (η κλίμακα είναι 1 αντιστοιχεί στο «καθόλου» ενώ 5 στο «πάρα πολύ»)



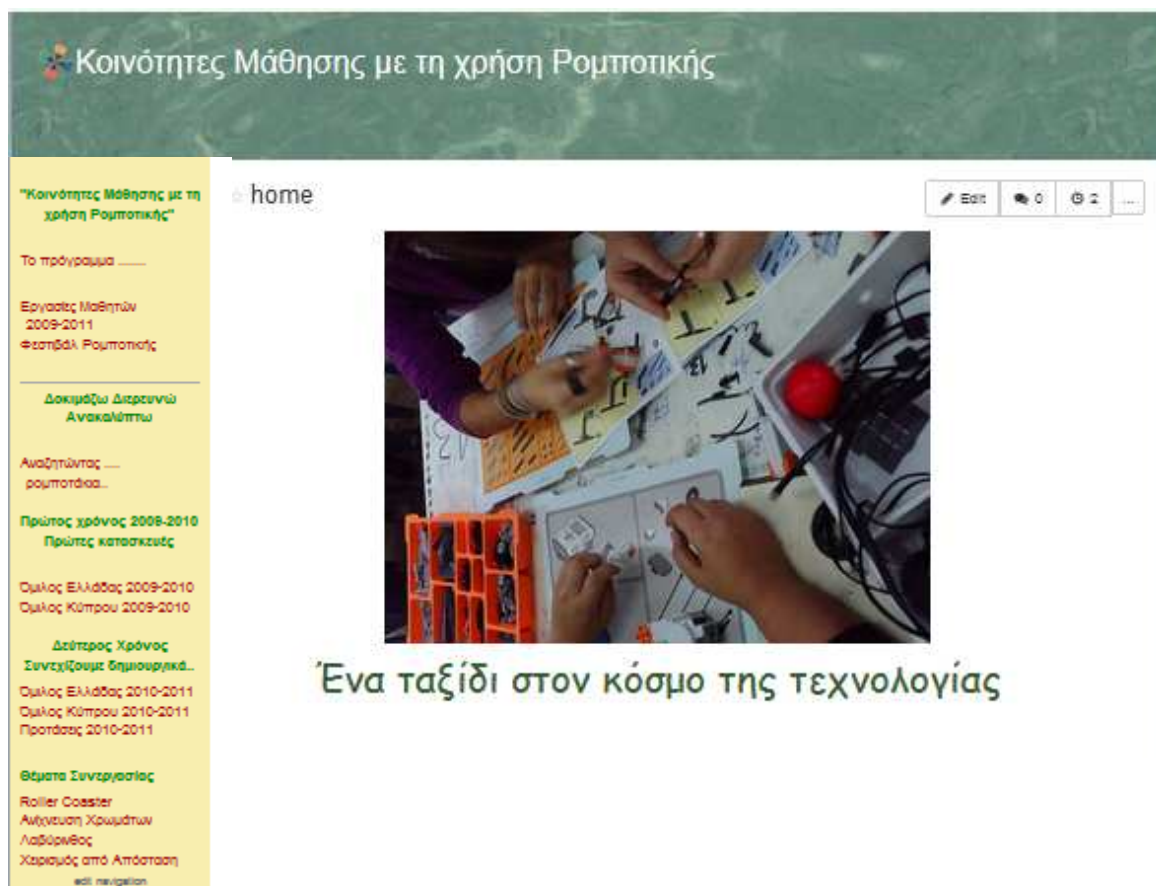
Σχήμα 1: Χρήσεις του υπολογιστή από τους μαθητές του ομίλου

Συνοπτικά, οι μαθητές είχαν πρόσβαση στον ιστό και οι κύριες δραστηριότητες τους ήταν η αξιοποίησή του στη διασκέδαση και στην επικοινωνία με φίλους. Η επικοινωνία με αφορμή τις σχολικές εργασίες είναι πολύ περιορισμένη.

Περιγραφή

Για την υποστήριξη της εργασίας του ομίλου και την επικοινωνία με μαθητές από άλλο σχολείο, που επεξεργάζονταν παρόμοια θέματα, στην διάρκεια του πρώτου χρόνου δημιουργήθηκε και χρησιμοποιήθηκε ένα blog. Η επεξεργασία των σελίδων έγινε μόνο από τον εκπαιδευτικό και οι μαθητές μπορούσαν να δουν τη δουλειά τους. Στην ενδιάμεση αξιολόγηση, το ενδιαφέρον των μαθητών για την βελτίωση αυτής της πλατφόρμας ήταν εμφανές και εκδηλώθηκε η πρόθεση τους να συμμετέχουν στην επεξεργασία της.

Προτάθηκε η αλλαγή της πλατφόρμας που χρησιμοποιούσαν μέχρι τώρα, σε μια νέα που θα έδινε τη δυνατότητα να υπάρχουν σελίδες ανά ομάδα, ανάρτηση αρχείων και εύκολος σχολιασμός. Η πλατφόρμα που επιλέχθηκε ήταν το wikispaces όπου δημιουργήθηκε ο ιστοτοπος <http://learningwithrobotics.wikispaces.com/>.



Εικόνα 11: Η αρχική σελίδα του ιστότοπου <http://learningwithrobotics.wikispaces.com/>.

Έγινε μεταφορά του υλικού από το προηγούμενο blog και σχεδιάστηκε η νέα μορφή της. Βασικές λειτουργίες που προτάθηκαν από τους εκπαιδευτικούς ήταν:

Να υπάρχει υποστηρικτικό υλικό για την κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομπότ, καθώς και σχετικά κείμενα.

Να υπάρχει η σελίδα κάθε ομάδας μέσα στην οποία θα μπορούσε να αναρτούν εικόνες βίντεο, υποστηρικτικό υλικό για την εργασία τους και να δέχονται σχόλια και προτάσεις.

Να δημιουργηθούν περιοχές συζητήσεων για τη διατύπωση ιδεών και την δημιουργία ομάδων μελέτης προβλημάτων ανάμεσα σε μαθητές από διαφορετικά σχολεία.

Ο ιστότοπος φιλοξένησε το υλικό της πρώτης χρονιάς, καθώς και το υλικό της δεύτερης χρονιάς. Χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση δραστηριότητας μελέτης της έννοιας της ταχύτητας και των νόμων της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης.

Χρησιμοποιήθηκε, επίσης, για την παρακολούθηση της εξέλιξης των συνθετικών εργασιών των μαθητών. Οι μαθητές μπορούσαν να αναρτούν υλικό με δική τους πρωτοβουλία. Ωστόσο, ζητήθηκε από αυτούς να αναρτήσουν πηγές από τις οποίες άντλησαν ιδέες και υλικό, κείμενο περιγραφής της εργασίας που θα έκαναν καθώς και ένα τουλάχιστον μικρό βιντεάκι στο μέσο των συναντήσεων.

Για την προώθηση της συνεργασίας και την επικοινωνία με τους μαθητές από το συνεργαζόμενο σχολείο, δημιουργήθηκαν κοινές σελίδες σε εκείνες τις ομάδες που επεξεργάζονταν κοινά θέματα. Ο εκπαιδευτικός, με σχόλια, επικοινωνούσε συχνά με τους μαθητές και τους παρείχε κατάλληλη υποστήριξη για διάφορα θέματα.


Χαρακτηριστικά κατασκευής:
 1) ένας περιστρεφόμενος χρωματιστός δίσκος
 2) αισθητήρας φωτός για να διαβάσουν τα χρώματα

περιμένουμε και άλλες ιδέες που μπορούν να μας βοηθήσουν...

Επιμέρους προβλήματα
 Προβλήματα τα οποία θα μελετήσουμε για να πραγματοποιήσουμε αυτήν την κατασκευή είναι:

<http://www.youtube.com/watch?v=3ag0uU8kRr8&feature=related> # (παιχ που γράφει)
<http://www.youtube.com/watch?v=UJKLnashJagc> # (clerk)
<http://www.youtube.com/watch?v=LHCy-2JX00g> # (παιχνίδι μνήμης)
<http://www.youtube.com/watch?v=8K97YfowWPS&feature=related> # (csl player)


Συνάντηση 29/01/2011



Συνάντηση 19-2-2011

Προβλήματα-λύσεις

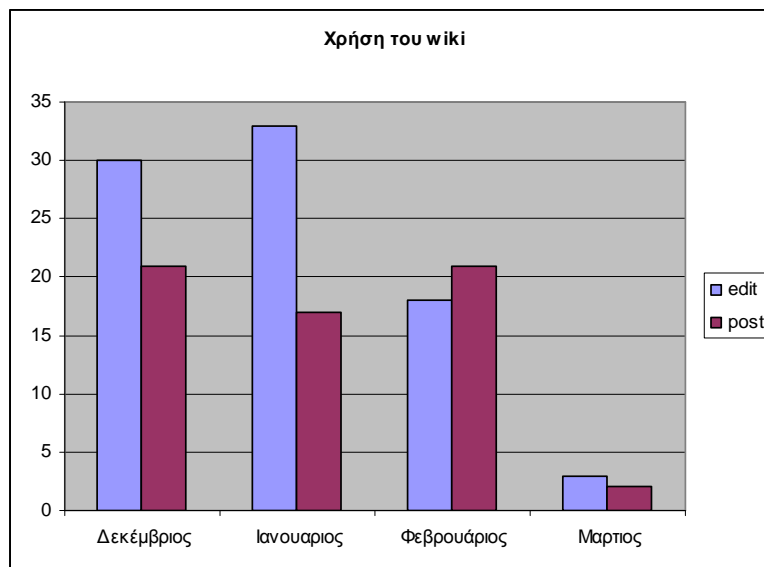
Επίπεδο ξεκίνησαμε το τραγούδι. Εκστρέφουμε να αυξησουμε τις ταινίες και από 8(οχτώ) τις κάναμε αρχικά 16(δέκα έξι) αλλά επειδή αντιμετώπιζαμε προβλήματα τις κάναμε 12(δώδεκα). Προσπαθούμε να φτιάξουμε ένα τραγούδι το οποίο θα παίζει Demo προσωρινά μέχρι να φτιάξουμε σωστά το δίσκο. Είχαμε ένα τραγούδι 12(δώδεκα) χρόνων που αποτελείται από 4(τέσσερις) ύμνους (το τραγούδι μας είναι πηληγάδα το smoke on the water). Προσπαθούμε να κόψουμε τον κύκλο σε 12(δώδεκα) ίσα κομμάτια.



Untitled-2.rbt
[Details](#) [Download](#) 1 MB

Εικόνα 12: Ατομική σελίδα της ομάδας URN

Από την μελέτη των στατιστικών των χρηστών προέκυψε το διάγραμμα που ακολουθεί (σχήμα 2)



Σχήμα 2: Πόσες φορές παρατηρήθηκε επεξεργασία σελίδων και μηνύματα στον ιστότοπο του προγράμματος ανά μήνα

Από την συνολική χρήση του ιστότοπου, μπορούμε να πούμε ότι η χρήση του ήταν περιορισμένη. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν το εργαλείο, αλλά αυτό δεν ήταν κεντρικό στοιχείο της εργασίας τους. Παρατηρώντας τη συμπεριφορά των χρηστών, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

Σε ατομικό ερωτηματολόγιο, το 90% των μαθητών είχε επισκεφθεί την ιστοσελίδα και είχε δει το περιεχόμενο της. Όλες οι ομάδες συμπλήρωσαν τις σελίδες τους με τις προτεινόμενες πληροφορίες.

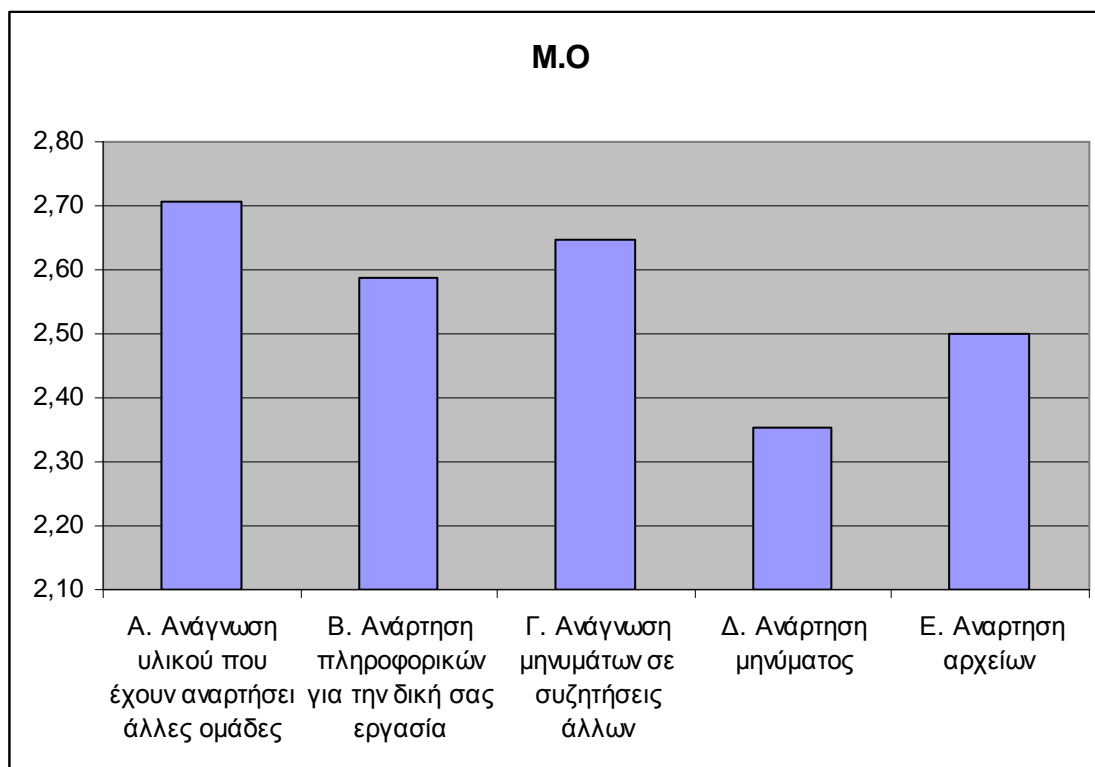
Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του ιστότοπου, τις σελίδες επισκέφθηκαν 10 από τους 17 μαθητές και έκαναν κάποια εργασία ή ανάρτησαν υλικό. Αυτό βέβαια δεν είναι ενδεικτικό του ενδιαφέροντος των μαθητών, μιας και οι ομαδικές εργασίες εκτελούνται από έναν, οπότε δεν χρειάζονταν η είσοδος των υπολοίπων στο ιστότοπο. Ένας από τους μαθητές είχε την μεγαλύτερη συμμετοχή στην αποστολή σχολίων με μεγάλη διαφορά από τους υπόλοιπους.

Οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο για τις εργασίες που εκτέλεσαν στον ιστότοπο χρησιμοποιώντας την κλίμακα από 1 («καθόλου») έως 5 («πάρα πολύ») ανάλογα με το πόσο συχνά χρησιμοποιούσαν τέτοιες υπηρεσίες. Τα ποσοστά των απαντήσεων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, ενώ οι μέσοι όροι των απαντήσεων στο σχήμα 3.

Πίνακας 29: Το είδος των εργασιών που εκτέλεσαν οι μαθητές στον ιστότοπο (ποσοστό μαθητών που επέλεξαν κάθε απάντηση)

Είδος εργασιών	(καθόλου)	(ελάχιστα)	(αρκετά)	(πολύ)	(πάρα πολύ)
A. Ανάγνωση υλικού που έχουν αναρτήσει άλλες ομάδες	24%	29%	13%	7%	24%
B. Ανάρτηση πληροφορικών για την δική σας εργασία	24%	41%	4%	5%	71%
Γ. Ανάγνωση μηνυμάτων σε συζητήσεις άλλων	29%	6%	24%	51%	4%
Δ. Ανάρτηση μηνύματος	35%	24%	11%	4%	18%
Ε. Ανάρτηση αρχείων	38%	19%	8%	5%	38%

Όπως φαίνεται από τα δεδομένα, η συμμετοχή είναι γενικά χαμηλή. Οι περισσότεροι μαθητές ενημερώνονται για τις σελίδες των άλλων μαθητών, αλλά πολύ λίγοι αφήνουν δικό τους μήνυμα. Σε ερώτηση για τα προβλήματα που πιθανών τους εμπόδιζαν να συμμετέχουν, απάντησαν ότι το κυριότερο πρόβλημα ήταν η έλλειψη χρόνου για να το χρησιμοποιήσουν στο σπίτι.



Σχήμα 3: Είδος εργασιών που εκτέλεσαν οι μαθητές στον ιστότοπο (Μ. Ο. απαντήσεων)

Οι μαθητές αναφέρουν ότι πήραν ιδέες για την εργασία τους, βρήκαν απαντήσεις σε ερωτήματα, παρακολουθούσαν την εξέλιξη παρόμοιων εργασιών άλλων ομάδων, επικοινωνούσαν, έμαθαν να ανταλλάσσουν απόψεις και να ακούνε τους άλλους, παρακολουθούσαν την εξέλιξη αν τύχαινε να χάσουν κάποια συνάντηση.

Τα παρακάτω αποσπάσματα είναι από την ατομική συνέντευξη δυο μαθητών.

Ευτυχώς το επισκέφτηκα πολλές φορές. Στην αρχή, είχα ένα πρόβλημα με τον web browser και δεν μου εμφάνιζε την σελίδα. Δεν μπορούσα να μπω στις αίθουσες συζητήσεων. Έγραψα γύρω στις 6 φορές για τις συναντήσεις της ομάδας μας. Η υπόλοιπη ομάδα μου δυστυχώς δεν ήθελε να το χρησιμοποιήσει. Εγώ ανέλαβα το wiki από την ομάδα μου. Πιστεύω πως είναι πολύ καλά δουλεμένο. Θα μπορούσε να φανεί πολύ χρήσιμο σε κάποιον, ως ένα βιβλιαράκι με οδηγίες χρήσης και ως ένας πίνακας συζητήσεων, που θα βοηθούσε τους συμμετέχοντες να μιλούν με άλλους να ανταλλάζουν ιδέες και να καταλαβαίνουν σε βάθος το αντικείμενο τους. Εγώ κάτι κατάλαβα μέσα από το wiki. Ενώ προσπαθούσαμε να φτιάξουμε κάτι, κοίταξα λίγο στο wiki και μου ήρθε η ιδέα. Αν ήθελα να ρωτήσω κάτι μέσω του wiki θα το έκανα έμμεσα. Η βοήθεια των άλλων είναι ο πρώτος και κυρίαρχος ρόλος σε αυτά τα αντικείμενα.

(B23 ατομική συνέντευξη)

Μπαίναμε, διαβάζαμε άλλες ιδέες παιδιών, γράφαμε εμείς πως τα πάμε και που βρισκόμαστε. Ήταν ωραίο και το χρησιμοποιούσαμε. Εγώ επειδή έμπαινα αλλά δεν έγραφα ,είχε γράψει μόνο ο Μάριος, κοιτούσα από αλλά παιδιά κατασκευές και πολλές φορές έπαιρνα ιδέες .Ήταν ωραίο το σκεφτόμουνα. Π.χ για το αυτόματο, έλεγαν κάποια παιδιά τι σκέφτηκαν, πως βάλανε τις τιμές και τέτοια, οπότε σκέφτηκα ότι μπορούμε να το κάνουμε κ εμείς και να λειτουργήσει. Παίρναμε ιδέες.

(B1, ατομική συνέντευξη)

Σχεδόν κάθε μέρα έμπαινα για να δω καινούργιες αναρτήσεις αλλά δεν είδα πολλές. Έγραφα ακόμα και για την ιστοσελίδα μας, έγραφα πολλά και στην ιστοσελίδα μας για την ομάδα μας την rapar, και σχόλια σε διάφορες ιστοσελίδες.
(B32, ατομική συνέντευξη)

Πήρατε βοήθεια δηλαδή;

Αρκετή, από τις φωτογραφίες που κρεμάγανε εκείνοι κυρίως. Συγκεκριμένα, αντιμετωπίσαμε ένα πρόβλημα κατασκευής που δεν μπορούσαμε καθόλου να το συναρμολογήσουμε, δεν καταλαβαίναμε πως πήγαινε, και όταν κοιτάξαμε τις φωτογραφίες αναλυτικά, κάναμε την αρχή και τα καταφέραμε.

(B20, ατομική συνέντευξη)

Από τη χρήση του ιστότοπου προκύπτουν κάποια ποιοτικά συμπεράσματα:

Οι μαθητές ανταποκρίνονται θετικά σε εργαλεία του ιστού 2.0 που παρέχουν δυνατότητες δημοσίευσης, παρακολούθησης και επικοινωνίας. Η επίσκεψη και πλοήγηση αποτελεί μια διαδεδομένη πρακτική. Με αυτήν την μορφή, η χρήση του ιστότοπου παρέχει νέες ιδέες και πληροφοριακό υλικό. Μπορεί να εμπλουτίσει τις πηγές που έχουν στη διάθεση τους οι μαθητές. Καθοριστική προϋπόθεση σε αυτό είναι τα θέματα που παρουσιάζονται να είναι ποιοτικά και σχετικά με την εργασία των ομάδων, ώστε να συμβάλουν ουσιαστικά στην προώθηση της εργασίας τους.

Ο βαθμός, στον οποίο συμμετείχαν στην επικοινωνία με τους άλλους, είχε πολλές διακυμάνσεις. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην ανάλογη ψηφιακή συμπεριφορά (κουλτούρα) του ατόμου. Ωστόσο, οι μαθητές του ομίλου συμμετείχαν σε κοινωνικά δίκτυα, όπως το facebook, σε άλλες εκδηλώσεις της καθημερινότητάς τους.

Η επικοινωνία έχει νόημα στην περίπτωση που οι μαθητές δεν έχουν την δυνατότητα μέσα στο χρόνο της ομάδας να δείξουν τη δουλειά τους και να συζητήσουν με τα μέλη άλλων ομάδων, καθώς επίσης και στην περίπτωση που υπάρχει απόσταση χωρική. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η εμπειρία μας έδειξε ότι απαιτείται να υπάρχει κάποιας μορφής επικοινωνία σε φυσικό επίπεδο, έτσι ώστε να δημιουργηθεί η ανάγκη για διατήρηση και επέκταση της.

Ο ελεύθερος χρόνος των μαθητών είναι ένα σημαντικό στοιχείο που επηρεάζει αν τελικά θα δημιουργηθεί ένα διάλογος. Η συμμετοχή μιας κρίσιμης ομάδας ατόμων όμως, μπορεί να διατηρήσει το ενδιαφέρον των μαθητών.

Τέλος, η χρήση συγκεκριμένων σεναρίων συνεργασίας και επικοινωνίας μπορεί να δημιουργήσει τις συνθήκες οικοδόμησης της γνώσης, στα πλαίσια της ψηφιακής κοινότητας ανθρώπων.

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό περιγράφηκε και παρουσιάστηκε αναλυτικά το ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής». Μέσα από ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, περιγράφηκαν τα θέματα των εργασιών των μαθητών, η αρχική ιδέα κάθε εργασίας, κριτήρια που πιθανότατα καθόρισαν την επιλογή τους και παράγοντες που οδήγησαν σε προσαρμογή των αρχικών ιδεών. Παρουσιάστηκε το αναλυτικό πρόγραμμα που ακολουθήθηκε και στοιχεία αξιολόγησης της κατανόησης εννοιών που εμπλέκονταν σε αυτό. Παρουσιάστηκε, επίσης, η αξιολόγηση των μαθητών για το πρόγραμμα, περιγράφηκαν οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν και οι αναστοχαστικές κρίσεις που διατύπωσαν για τα οφέλη του προγράμματος. Τέλος,

σχολιάστηκαν τα ιδιαίτερα στοιχεία του προγράμματος ως προς την σύνδεση του με την διαδικασία της αυτορρύθμισης.

Συμπεράσματα

Εξετάζοντας τις διεργασίες αυτορρύθμισης στη λειτουργία του ομίλου ανά φάση εξέλιξης των συνθετικών εργασιών, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

Ενεργοποίηση: Η επιλογή των θεμάτων επηρεάζεται από τα κριτήρια αξιολόγησης της αξίας του έργου: να είναι εντυπωσιακό, να είναι πρωτότυπο να είναι πολύπλοκο. Ωστόσο, μια σημαντική παράμετρος, που υπεισέρχεται στην τελική επιλογή του θέματος, είναι η δυναμική της ομάδας. Όπως παρατηρήθηκε στη μελέτη περιπτώσεων, αυτό καθόρισε και το βαθμό δέσμευσης των μαθητών στα έργα αυτά (επιμονής υπευθυνότητα, σταθερή, προσήλωση και τελική αξιολόγηση).

Εξερεύνηση: Η φάση αυτή παρατηρείται κατά τη διάρκεια των πρώτων δοκιμών, όπου οι μαθητές εξοικειώνονται και διερευνούν τα όρια του έργου (κατασκευαστικά όρια, παροχές λογισμικού και υλικού, προσωπική ικανότητα). Η ύπαρξη κατάλληλης υποστήριξης σε αυτή τη φάση (παροχή πόρων ανάλογα με τις ανάγκες) μπορεί να επηρεάσει την τελική επιλογή του έργου. Πηγές πληροφοριών ήταν οι συμμαθητές, ο εκπαιδευτικός, το διαδίκτυο. Παρατηρώντας τις προσαρμογές που έκαναν οι μαθητές τροποποιώντας την αρχική τους ιδέα, αιτία μπορεί να είναι τα όρια λειτουργίας της κατασκευής (κίνηση μαρκαδόρου), η δυσκολία του έργου (η δυσκολία στον προγραμματισμό των γραμμάτων), αλλά και μια συνθήκη (να προσαρμοστεί μια ιδέα σε ένα πραγματικό πλαίσιο εφαρμογής όπως το παιχνίδι μινι γκολφ).

Διερεύνηση: Στην φάση αυτή, σημαντικό ρόλο έχει η ικανότητα των μαθητών να εργάζονται συστηματικά για την εξεύρεση λύσης σε συγκεκριμένα προβλήματα. Η εμπειρική στρατηγική που παρατηρήθηκε σε όλες τις ομάδες, μπορεί να έχει ικανοποιητικά αποτελέσματα, στο βαθμό που οι μαθητές μπορούν να αξιολογήσουν τα δεδομένα της εμπειρίας τους, το οποίο απαιτεί συστηματικό πειραματικό χειρισμό. Στην περίπτωση του ομίλου, παρατηρήθηκαν ελάχιστα τέτοια περιστατικά. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, το ότι οι μαθητές δεν είχαν την κατάλληλη εκπαίδευση προς αυτήν την κατεύθυνση και η ενασχόληση τους σε αυτό το περιβάλλον, δεν επαρκούσε για την ανάπτυξη ανάλογης κουλτούρας.

Σύνθεση: η φάση της σύνθεσης της τελικής εργασίας αξιοποιεί τα παραγόμενα στη φάση της διερεύνησης αποτελέσματα και τα εμπλουτίζει με νέα ερωτήματα.

Παρουσίαση: χαρακτηριστικό αυτής της φάσης είναι η αξιολόγηση του συνολικού έργου. Οι μαθητές σε αυτήν τη φάση αξιολόγησαν πολύ υψηλά τις γνώσεις που απέκτησαν στην περιοχή, αλλά και τις κοινωνικές δεξιότητες που απέκτησαν.

Στη συνέχεια, θα μελετηθεί αναλυτικά η εργασία δύο ομάδων και θα περιγραφούν οι διεργασίες αυτορρύθμισης που παρατηρούνται στην υλοποίηση της εργασίας και τη λειτουργία της ομάδας.

6. Μελέτη διεργασιών αυτορρύθμισης σε δύο συνθετικές εργασίες

Η εργασία των μαθητών σε έργα ρομποτικής διαμορφώνει ένα σύνθετο πολυπαραγοντικό περιβάλλον. Υιοθετώντας την ανάλυση του μοντέλου αυτορρύθμισης του Pintrich (2000), μπορούμε να αναγνωρίσουμε 4 τομείς: το γνωστικό, των κινήτρων/συναισθημάτων, της συμπεριφοράς και του πλαισίου. Σε κάθε έναν τομέα, η αυτορρύθμιση εκδηλώνεται σαν ικανότητα μέσα από συγκεκριμένες διεργασίες. Η παρακολούθηση της εξέλιξης της εργασίας των μαθητών κατά την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών, μας επιτρέπει να τις καταγράψουμε και να αναγνωρίσουμε τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζονται.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα περιγράψουμε την εργασία δύο ομάδων της ομάδας X-Robot και της ομάδας Transformers οι οποίες κατασκεύασαν η πρώτη έναν ρομπότ που έγραφε, ενώ η δεύτερη μια μηχανή εκτόξευσης μπάλας για ένα παιχνίδι μίνι γκολφ. Η επιλογή των ομάδων έγινε με κριτήριο την αυθεντικότητα της ιδέας την οποία επέλεξαν οι μαθητές. Η περιγραφή των εργασιών γίνεται σε 5 άξονες: ορισμός του προβλήματος, εξέλιξη της κατασκευής, εξέλιξη του προγραμματισμού, οικοδόμηση της γνώσης και συνεργασία.

Στη συνέχεια, θα επεξεργαστούμε τις παρατηρούμενες διεργασίες σε κάθε φάση εξέλιξης της συνθετικής εργασίας και θα γίνουν κάποιες συγκρίσεις. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη προέρχονται από την παρακολούθηση των ομάδων (προσωπικές παρατηρήσεις, βιντεοσκοπήσεις οθόνης και πειραματισμών, αρχεία και εργασίες μαθητών και ατομικές συνεντεύξεις).

6.1 Ομάδα X-Robot και NXT WRITER

Η πρώτη ομάδα ονομάστηκε, από τα μέλη της, X-Robot. Η στηρίχθηκε στις επιλογές των μαθητών και σε αλλαγές που έγιναν κατά τη διάρκεια των συναντήσεων, λόγω αποχώρησης κάποιων μαθητών. Η ομάδα αποτελούνταν από τέσσερα αγόρια. Για τις ανάγκες της έρευνας αυτής, οι μαθητές θα αναφέρονται ως μαθητής X1, μαθητής X2, μαθητής X3, μαθητής X4. Ο X1, ο X2 και ο X3 ήταν μαθητές της Β' Γυμνασίου και ο X4 της Γ' Γυμνασίου.

Το θέμα με το οποίο αποφάσισαν να ασχοληθούν τα μέλη της ομάδας X-Robot, ήταν η κατασκευή ενός Lego NXT writer. Σκέφτηκαν, δηλαδή, να κατασκευάσουν ένα ρομπότ που θα γράφει το μήνυμα «K+E», παίρνοντας αφορμή από τη συνεργασία που είχαν με το σχολείο της Κύπρου. Αυτή θα ήταν και η εργασία που θα παρουσίαζαν στο πλαίσιο της Ημερίδας Ρομποτικής, που θα πραγματοποιούνταν στο τέλος του κύκλου των μαθημάτων αυτών. Για την κατασκευή, χρησιμοποίησαν δομικό υλικό Lego και ένα μαρκαδόρο που θα έγραφε το μήνυμα.

6.1.1 Ορισμός του προβλήματος

Αφειρησία των μαθητών της ομάδας X-Robot για το θέμα που επέλεξαν, σύμφωνα και με τις δικές τους μαρτυρίες κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, αποτέλεσε το διαδίκτυο. Από την παρατήρηση, ωστόσο, της ομάδας, ένα μέλος της ομάδας επέμενε σταθερά στη συγκεκριμένη ιδέα.

‘Είναι παιδικό μου όνειρο να υπάρχει ένα ρομπότ που γράφει αντί για εμάς.’

(4^η συνάντηση μαθητής X1)

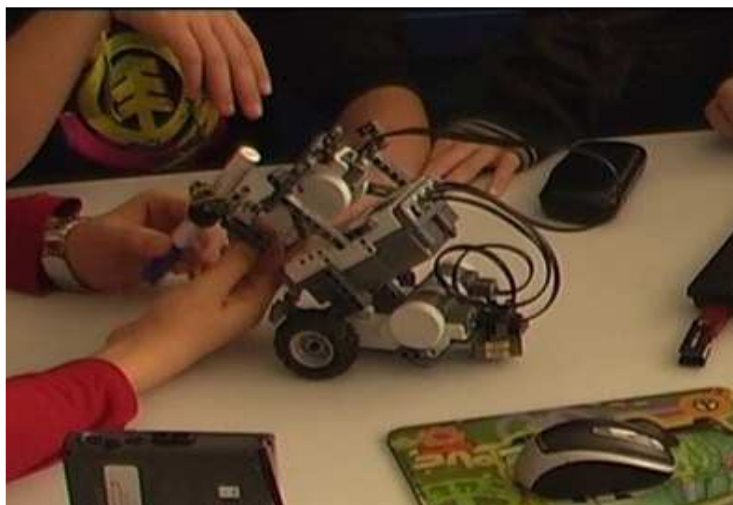
Από την στιγμή που αποφάσισαν να ασχοληθούν με αυτό το θέμα, δεν άλλαξαν γνώμη, παρέμειναν σταθεροί και αποφασιστικοί στη επιλογή τους. Παρακολουθούσαν σχετικά βίντεο στην αρχή της κατασκευής, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των συναντήσεων, όταν αντιμετώπιζαν προβλήματα, κυρίως κατά τη διαδικασία της κατασκευής.

6.1.2 Εξέλιξη της κατασκευής

Η ομάδα χρησιμοποίησε σαν βάση την κατασκευή που είχαν χρησιμοποιήσει σε προηγούμενες δραστηριότητες. Το πρώτο πρόβλημα κατασκευής που παρουσιάστηκε ήταν η τοποθέτηση του μαρκαδόρου στο ρομπότ, ώστε να είναι σταθερός. Ερωτήματα που έπρεπε να απαντηθούν ήταν: (α) το ύψος που έπρεπε να έχει ο μαρκαδόρος από το έδαφος (β) με ποιόν τρόπο θα έπρεπε να τοποθετηθεί/κινηθεί. Για το λόγο αυτό, οι μαθητές αναζήτησαν βίντεο στο διαδίκτυο με παρόμοιες ρομποτικές κατασκευές NXT writers , παρατήρησαν τον τρόπο τοποθέτησης του μαρκαδόρου σε αυτά και έκαναν συγκρίσεις για να καταλήξουν σε αυτό που θεωρούσαν αποδοτικότερο.

Ο αρχικός μηχανισμός που κατασκεύασαν, σταθεροποιούσε το μαρκαδόρο με τη χρήση ενός λάστιχου σε έναν εξωτερικό κινητήρα. Ο μαρκαδόρος μπορούσε να κινηθεί πάνω κάτω διαγράφοντας μία καμπύλη τροχιά. Η θέση, όμως, του μαρκαδόρου δεν ήταν σταθερή, πράγμα που επηρέαζε την αποτελεσματικότητα της κατασκευής (δεν είχε πάντα τα ίδια αποτελέσματα γραφής). Για το λόγο αυτό, σκέφτηκαν να αλλάξουν τον μηχανισμό γραφής με την προσθήκη μιας ρόδας, η οποία θα στήριζε το καλύτερα μαρκαδόρο.

Μία δεύτερη σκέψη που έκαναν, ήταν να τοποθετήσουν τον κινητήρα και τον μαρκαδόρο κατακόρυφα. Σε αυτήν την περίπτωση, ο μαρκαδόρος θα έπρεπε να κινείται κατακόρυφα προς τα κάτω για να γράψει και να κινείται κατακόρυφα προς τα πάνω, όταν δεν έγραφε. Μετά την παρακολούθηση μιας παρόμοιας Lego NTX κατασκευής στο διαδίκτυο, ο μαθητής Χ1 είχε την ιδέα να αλλάξουν το μηχανισμό γραφής με την προσθήκη ενός 'ασανσέρ'. Σκέφτηκε να διατηρήσει τον εξωτερικό κινητήρα, ο οποίος θα ανεβοκατέβαζε το μαρκαδόρο και θα κινείτο, όπως ένας ανελκυστήρας. Την υλοποίηση της κατασκευής αυτής, την ανέλαβε αποκλειστικά ο μαθητής Χ1.



Εικόνα 13: Μαθητές κατά τη διάρκεια της κατασκευής

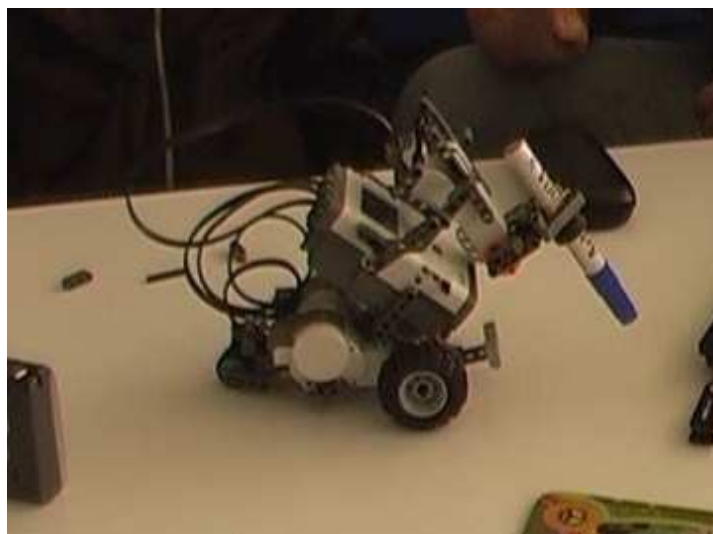
Η κατασκευή του ασανσέρ καθυστέρησε πολύ την ομάδα και δεν απέδωσε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Το κουτί (τετράγωνο) του ανελκυστήρα ήταν πολύ

βαρύ, ενώ η κίνηση που είχαν σκεφτεί (και που υποστήριζε ο μαθητής X1) δεν ήταν λειτουργική.

Ο μαθητής X2 πρότεινε να δημιουργηθεί κατασκευή με μαρκαδόρο συνεχώς κατεβασμένο, αλλά η πρόταση του απορρίφθηκε χωρίς προσπάθεια υλοποίησης, γιατί θα περιόριζε πολύ τον τρόπο γραφής ως προς την ποικιλία των γραμμών, αλλά και ως προς τη σαφήνεια τους, γιατί δεν θα ήταν καθαρά και ευανάγνωστα.

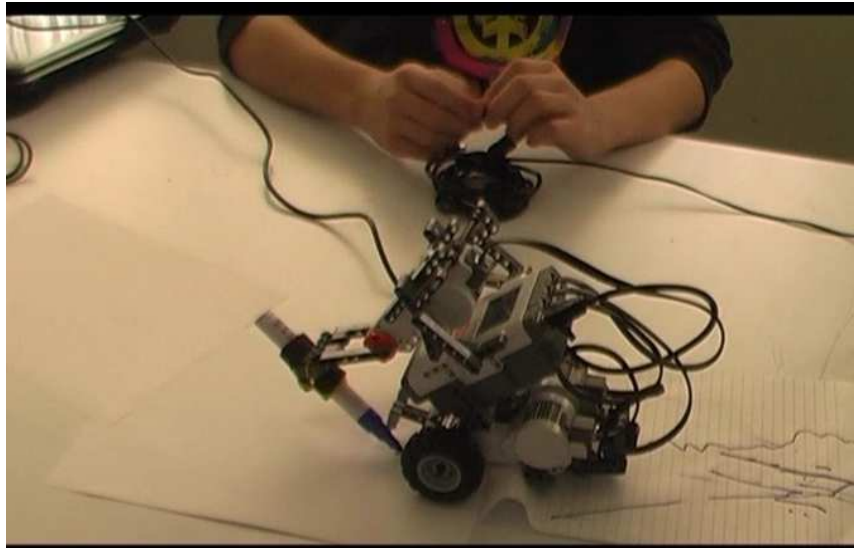
Η ομάδα, στο τέλος, επανήλθε στην αρχική της ιδέα με τον εξωτερικό κινητήρα και μαρκαδόρο στερεωμένο υπό γωνία. Αντί για λαστιχάκι στην στήριξη του, σκέφτηκαν να χρησιμοποιήσουν τουβλάκια σε σχήμα τριγωνικό για να εφάπτεται ο μαρκαδόρος καλύτερα. Η ομάδα κατάφερε να ολοκληρώσει την σκέψη αυτή, με κατασκευαστή τον μαθητή X3. Αφαιρέθηκε ολοκληρωτικά το κουτί και προστέθηκαν κομμάτια στο σημείο που εφάπτόταν ο μαρκαδόρος. Η διαμόρφωση της κατασκευής, μέχρι την τελική της υλοποίηση, έγινε από όλα τα μέλη της ομάδας με συνεργασία και διάλογο. Ο κύκλος αυτός των αλλαγών διήρκεσε μια τρίωρη συνάντηση.

Στη δεύτερη συνάντηση, η ομάδα χωρίστηκε σε δύο υποομάδες για να μοιράσουν τη δουλειά. Οι μαθητές X1 και X3 είναι αυτοί που ασχολήθηκαν με την κατασκευή και προσπάθησαν να βελτιώσουν τη σταθερότητα της. Όταν συγκεντρώθηκε όλη η ομάδα, παρατήρησαν πάλι τα προβλήματα σταθερότητας. Επίσης, παρατήρησαν ότι η κατασκευή είχε προβλήματα ευχρηστίας, γιατί υπήρχαν άχρηστα κομμάτια. Η προσοχή της ομάδας επικεντρώθηκε στη βελτίωση της στήριξης κινητήρα- μαρκαδόρου.



Εικόνα 14: Η τελική κατασκευή του NXT writer

Ο μαθητής X4 πρότεινε να χρησιμοποιήσουν πλαστελίνη, αλλά κανείς δεν έδωσε σημασία στην πρότασή του. Ο μαθητής X1 σκέφτηκε να χρησιμοποιήσει μεγαλύτερα τουβλάκια στα πλαϊνά του κινητήρα για μεγαλύτερη σταθερότητα. Κατέστρεψαν το στήριγμα για το μαρκαδόρο και το έφτιαξαν πάλι από την αρχή, κάνοντας το στήριγμα πιο μακρύ και πιο χοντρό. Επιπλέον, σταθεροποίησαν το στήριγμα στον κινητήρα, έτσι ώστε να υπάρχει ένας μόνο τρόπος κίνησης και τα υπόλοιπα τουβλάκια να παραμένουν σταθερά χωρίς δυνατότητα στροφής. Προσπαθούσαν να βρουν τα ίδια τουβλάκια για να στηρίζουν το μαρκαδόρο δεξιά και αριστερά, έτσι ώστε να υπάρχει συμμετρία.



Εικόνα 15: Δοκιμές στο χαρτί του NXT writer

Κατά την τρίτη συνάντηση, ο μαθητής X1 και ο μαθητής X4 ασχολήθηκαν με το κατασκευαστικό κομμάτι, αλλάζοντας το маркаδόρο. Ο μαθητής X1 ισχυριζόταν ότι φταίει η κατασκευή. Έτσι, αποφάσισε να αφαιρέσει τα λαστιχάκια, άλλαξε το маркаδόρο, χρησιμοποιώντας έναν καινούργιο πιο παχύ και τον στερέωσε ακόμα καλύτερα. Ο μεγαλύτερος маркаδόρος εφαπτόταν καλύτερα στις ρόδες και στα τουβλάκια και ήταν πιο σταθερός.

Η προσπάθεια για τη βελτίωση της σταθερότητας της κατασκευής συνεχίστηκε σε όλες σχεδόν τις συναντήσεις, καθώς οι μαθητές είχαν αμφιβολίες για την αξιοπιστία της κατασκευής, ακόμα και στην τελευταία συνάντηση.

Πολλές φορές, επίσης, η μη αναμενόμενη συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής ερμηνευόταν από τους μαθητές ως δυσλειτουργία της κατασκευής και έμπαιναν στη διαδικασία τροποποίησης της, ενώ στην πραγματικότητα οι παρατηρούμενες συμπεριφορές οφείλονταν σε αδυναμίες προγραμματισμού.

Οι μαθητές δεν ήταν ικανοποιημένοι από το τελικό αποτέλεσμα, όπως δήλωσαν και στην ατομική συνέντευξη. Οι αδυναμίες της κατασκευής και ο τρόπος με τον οποίο επηρέαζε το αποτέλεσμα της γραφής ήταν κατανοητός από κάποια μέλη της ομάδας. Ενδεικτικά, ο μαθητής X2 στην ατομική συνέντευξη αναφέρει τα παρακάτω:

‘Αντιμετωπίσαμε πολλά προβλήματα κυρίως λόγω κίνησης του маркаδόρου. Το πιο περίεργο ήταν ότι ενώ είχαμε ένα πρόβλημα, καταφέραμε και το επιλύσαμε, αλλά μετά παρουσιαζόταν ένα άλλο. Δηλαδή, καταλάβαμε ότι ήταν κάτι σαν αλυσίδα και άμα αλλάζαμε μια εντολή έπρεπε να αλλάξουμε και τις επόμενες και τις προηγούμενες. Αν κουνιόταν ο маркаδόρος, έπρεπε να το κάνουμε πάλι από την αρχή και με τις προσπάθειες που κάναμε μας τελείωναν και οι маркаδόροι και τους αλλάζαμε, αλλά δεν βρίσκαμε στο ίδιο ακριβώς μέγεθος και αυτό μας δημιουργούσε επιπλέον πρόβλημα.’

(X-Robot, ατομική συνέντευξη, μαθητής X2)

Συνοψίζοντας, η ομάδα X-Robot χρησιμοποίησε ένα όχημα που κινούνταν, το οποίο είχαν φτιάξει με οδηγίες που τους είχαν δοθεί στην αρχή των μαθημάτων. Σε αυτό, προσέθεσαν τον μηχανισμό γραφής. Ο σχεδιασμός προέκυψε από τις παρατηρήσεις που είχαν κάνει σε άλλες παρόμοιες κατασκευές. Κύριο κίνητρο για την βελτίωση της κατασκευής τους ήταν να είναι λειτουργική. Παρόλο που δεν μπορούσαν να βρουν ικανοποιητική λύση με το αρχικό τους σχέδιο, δεν προχώρησαν σε ριζικές αλλαγές. Η αιτία για αυτό ήταν ότι δεν μπορούσαν να

λύσουν ένα μάλλον σύνθετο μηχανικό πρόβλημα, όπως το ανεβοκατέβασμα του μαρκαδόρου, που απαιτούσε γρανάζια.

6.1.3 Εξέλιξη του προγραμματισμού

Η ρομποτική κατασκευή που είχαν αποφασίσει να κατασκευάσουν οι μαθητές από την πρώτη συνάντηση ήταν ένας NXT writer, ο οποίος μπορεί να γράφει το μήνυμα ΚΥΠΡΟΣ+ΕΛΛΑΔΑ. Για τη λύση ενός τέτοιου προβλήματος, οι μαθητές χρειαζόταν να χρησιμοποιήσουν εντολές ενεργοποίησης κινητήρων για συγκεκριμένη διάρκεια και να κινήσουν τον NXT writer με κατάλληλο τρόπο, έτσι ώστε να γραφούν τα γράμματα. Η σύνθετη κίνηση που έπρεπε να εκτελέσει η ρομποτική κατασκευή, ήταν συνδυασμός της γεωμετρίας του γράμματος και της κατασκευής του NXT writer. Στην περίπτωση της ομάδας μας, η θέση του μαρκαδόρου ήταν μπροστά από τους δύο τροχούς κίνησης του NXT writer, χωρίς να βρίσκεται ακριβώς πάνω στον άξονα συμμετρίας. Μία πρόσθετη απόφαση, που είχαν να πάρουν οι μαθητές, ήταν να οργανώσουν ομάδες συγκεκριμένων εντολών, οι οποίες χρησιμοποιούνταν συχνά σε διαδικασίες (My Blocks), με σκοπό να τις καλούν κάθε φορά που τις χρειαζόνταν.

Ο προγραμματισμός ξεκίνησε παράλληλα με την κατασκευή στη δεύτερη συνάντηση, μιας και στην πρώτη, η ομάδα ήταν απασχολημένη με την κατασκευή. Στόχος τους ήταν είναι να κατασκευάσουν το γράμμα Κ. Οι μαθητές λειτουργούσαν σε δύο υποομάδες, η μια βελτιώνει την κατασκευή, ενώ η άλλη ήταν επιφορτισμένη με το έργο του προγραμματισμού (μαθητής Χ2 και μαθητής Χ4). Στο μεγαλύτερο μέρος του χρόνου, ο μαθητής Χ2 εξηγούσε στον Χ4 το κομμάτι του κώδικα που είχε φτιάξει και περιλάμβανε την κίνηση του NXT writer (κινητήρας Β και C) και την κίνηση του μαρκαδόρου. Οι μαθητές ξεκίνησαν φτιάχνοντας ένα πρόγραμμα με πάρα πολλές εντολές, αλλά στην δοκιμή κατάλαβαν ότι θα ήταν αδύνατο να το βελτιώσουν. Οπότε μέσω δοκιμής και λάθους, προσπάθησαν να φτιάξουν μικρά μέρη του προγράμματος. Όπως λέει ο μαθητής με δικά του λόγια:

‘Αυτοσχεδιάζουμε στο δρόμο’

(X-Robot, 2^η συνάντηση, μαθητής Χ3)

Ένα ακόμα στοιχείο είναι ότι αξιοποιούν το χρόνο για να καθορίσουν τη διάρκεια της κάθε κίνησης. Η παράμετρος χρόνος μαζί με τη διαφορετική ισχύ των κινητήρων, καθιστά την αλγεβρική λύση των προβλημάτων που προκύπτουν, σχεδόν αδύνατη. Κάθε μία κίνηση μπορεί να καθοριστεί μόνο εμπειρικά.

Κατά τη διάρκεια της τρίτης συνάντησης, πάλι οι μαθητές Χ2 και Χ4 ασχολήθηκαν με τον προγραμματισμό ανοίγοντας το αρχείο από την προηγούμενη συνάντηση. Όμως τα παρατηρούμενα αποτελέσματα στη συμπεριφορά του ρομπότ, που σχετίζονταν με το ανεβοκατέβασμα του μαρκαδόρου, ήταν διαφορετικά από αυτά της προηγούμενης συνάντησης και αυτό δημιούργησε εντάσεις στην ομάδα. Σε αυτό το κλίμα αποσυντονισμού, υπήρχαν διαφωνίες σχετικά με τις τιμές των παραμέτρων των κινητήρων, όπως του χρόνου κίνησης και της τιμής της ισχύος, και σύγχυση για τη σειρά ενεργοποίησης των κινητήρων. Ο μαθητής Χ1 πήρε την πρωτοβουλία να εντοπίσει τα λάθη και να τα διορθώσει. Παρ’ όλες τις αλλαγές που έκανε, δεν παρατήρησε καμία διαφορά. Μετά από αρκετή ώρα διαπιστώθηκε ότι εκτελούσαν διαφορετικό πρόγραμμα από αυτό που προσπαθούσαν να βελτιώσουν. Το μπέρδεμα αυτό με τα αποθηκευμένα προγράμματα, τους κόστισε σε χρόνο και αποτελεσματικότητα.

Σε αυτή τη συνάντηση, άρχισαν να προβληματίζονται για τη μορφή των γραμμάτων. Αποφάσισαν να αλλάξουν το επιθυμητό αναγραφόμενο μήνυμα από «ΚΥΠΡΟΣ+ΕΛΛΑΔΑ» σε «Κ+Ε». Κατέληξαν σε αυτή την απλοποίηση, γιατί τα προβλήματα με τον προγραμματισμό τους φάνηκαν δύσκολα. Σκέφτηκαν ότι δεν θα προλάβουν να προγραμματίσουν όλα τα γράμματα στο διαθέσιμο χρόνο και θέλησαν, με κάποιον τρόπο, να μειώσουν τον αριθμό των γραμμάτων.

Εγκατέλειψαν το σχεδιασμό του «Κ» και ξεκίνησαν το σχεδιασμό του «+», αφού ήταν εμφανώς το πιο εύκολο. Η πρώτη σκέψη που έγινε ήταν η εξής: Ο NXT writer θα κινείται ευθεία γράφοντας με το μαρκαδόρο κατεβασμένο, στη συνέχεια θα κάνει μισή απόσταση προς τα πίσω, στη συνέχεια στροφή 90° προς τα δεξιά, ξανά θα κινείται ευθεία και πίσω στη διπλάσια απόσταση. Το πρόγραμμα εξελίσσεται σταδιακά. Ο μαθητής Χ2 κάνει μερικές προσπάθειες πάνω σε ένα έτοιμο πρόγραμμα. Όμως, δεν μπορεί να καταλάβει τι γίνεται, τα σβήνει όλα και ξεκινά από την αρχή. Ο μαθητής Χ4 τον προτρέπει να σχεδιάσουν πρώτα στο χαρτί. Στο σχεδιασμό του προγράμματος, αρχίζει να χρησιμοποιεί έννοιες συμμετρίας και να καθορίζει τη διάρκεια κίνησης με βάση τις μοίρες περιστροφής του κινητήρα. Η κίνηση, όμως, του NXT WRITER δεν οδηγεί πάντα στα αναμενόμενα αποτελέσματα.

‘Θέλει ακόμα δουλίτσα. Δηλαδή, για παράδειγμα, όταν κάνει μια ευθεία που έχουμε προγραμματίσει, εδώ έχουμε βάλει 1 second. Για να κάνει το διπλάσιο προς τα πίσω, το φυσιολογικό θα ήταν να ήθελε 2 second. Αλλά αυτό για να κάνει το διπλάσιο, θέλει 7 seconds. ‘

(X-Robot, 3^η συνάντηση μαθητής Χ1)

Στιγμιότυπο προγραμματισμού

Οι μαθητές αλληλεπιδρούσαν μεταξύ τους κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού, κάνοντας παρατηρήσεις και προτείνοντας ιδέες. Η διάρκεια κάθε κίνησης καθοριζόταν με το χρόνο, με αποτέλεσμα η ένταση της ισχύος του κινητήρα να επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα. Η πρώτη παρατήρηση των μαθητών ήταν ότι το ρομπότ τύπωνε μια ανεπιθύμητη καμπύλη. Ο μαθητής Χ2 έκανε την παρατήρηση ότι ο μαρκαδόρος έπρεπε «να σταματάει» πριν τη στροφή του NXT writer. Ο μαθητής Χ4 βελτίωσε την παρατήρηση, και είπε ότι ο μαρκαδόρος έπρεπε να σηκώνεται. Επιπλέον, οι μαθητές παρατήρησαν ότι υπήρχε πρόβλημα με τις αποστάσεις που τύπωνε το ρομπότ στις ευθείες γραμμές. Παρόλο που είχαν προγραμματίσει το ρομπότ να κινείται μπροστά για κάποιο χρόνο και έπειτα, για το μισό από αυτό τον χρόνο προς τα πίσω, δεν παρατηρούσαν τον NXT writer να επιστρέφει στο μέσο της γραμμής που είχε τυπωθεί αρχικά. Η αιτία για αυτό ήταν πιθανότατα το γεγονός ότι η κατασκευή συναντούσε διαφορετική αντίσταση στις δύο αυτές κινήσεις, το οποίο σε συνδυασμό με το γεγονός ότι η διάρκεια κίνησης καθοριζόταν χρονικά, έδινε διαφορετική μετατόπιση.

Ακολουθεί ένας ενδεικτικός διάλογος που δείχνει την προσπάθεια των παιδιών να διορθώσουν την καμπύλη που παρατηρούν στο σχεδιασμό του ‘+’.

***Μαθητής Χ4 :* Πρέπει να σηκώνεται ο μαρκαδόρος κατά την επιστροφή του ρομπότ, στην κίνηση μπρος-πίσω που κάνει ο μαρκαδόρος για το σχηματισμό του σταυρού, για να μην τυπώνονται διπλές γραμμές. Πρέπει να σηκώνεται, να στρίβει και μετά να κατεβάζει για να γράψει.**

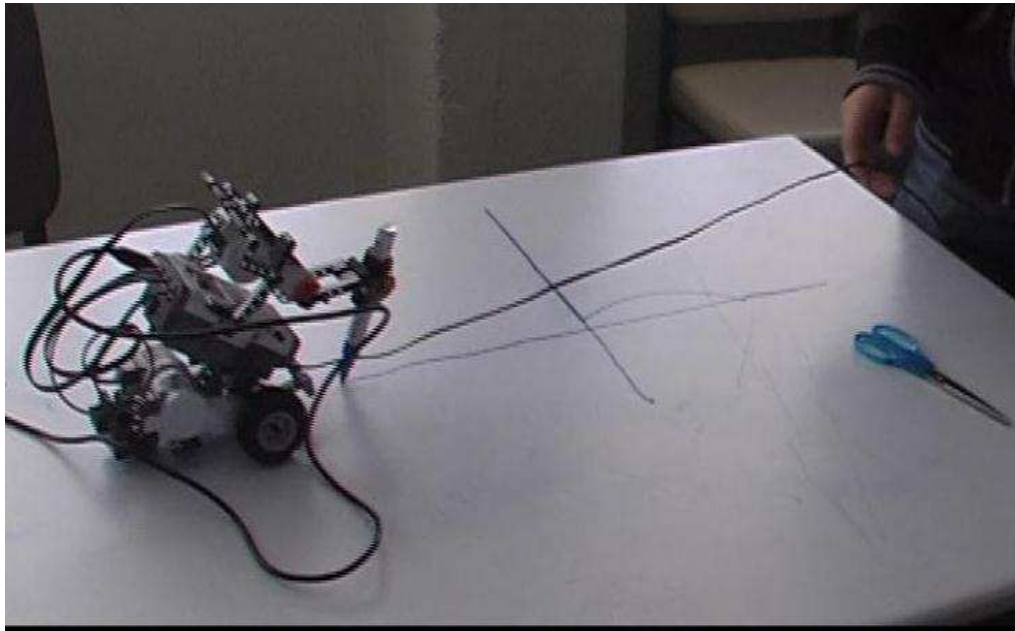
Μαθητής X2: [Ο X2, απευθυνόμενος κυρίως στον εκπαιδευτικό που ήταν παρών] *Πρέπει να πηγαίνει μπροστά, πίσω και μετά να στρίβει. [Μέχρι τώρα πήγαινε μπροστά και έστριβε.]*

Εκπαιδευτικός: *Σωστό, αλλά;*

Μαθητής X2: *Πρέπει να πάει πίσω, να σταματήσει και μετά να στρίψει. Έτσι δεν θα κάνει την καμπύλη. Κάνε το να σταματάει!!*

Μαθητής X4: *Πριν στρίψει, πρέπει να σηκώσει τον μαρκαδόρο.*

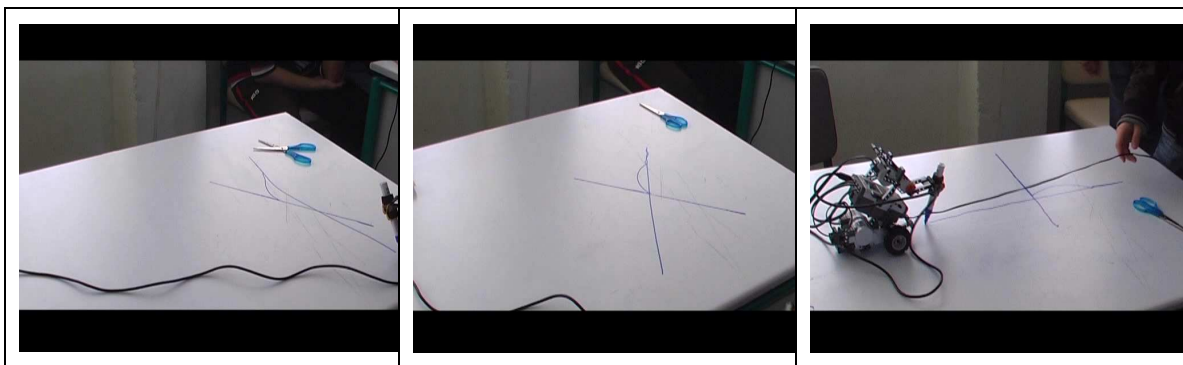
(X-Robot, 2η συνάντηση)



Εικόνα 16: Απόπειρα γραφής του '+' με NXT WRITER

Τα παιδιά άρχισαν να προβληματίζονται με τη διάρκεια της κίνησης των κινητήρων, γιατί ο μαρκαδόρος δεν κατέβαινε πάντα σωστά. Σε αρκετές δοκιμές, δεν έφτανε κάτω ο μαρκαδόρος και έτσι έπρεπε να σταματήσουν τη δοκιμή, να το κατεβάσουν και να αρχίσουν από την αρχή. Ο μαθητής X1, που συνήθως ήθελε να έχει τον έλεγχο των αποφάσεων, μετά από παρότρυνση όλης της ομάδας άλλαξε το πρόγραμμα που ανεβοκατέβαζε τον κινητήρα του μαρκαδόρου. Τελικά, στο τέλος της συνάντησης κατάφεραν να ολοκληρώσουν σχεδόν το σχεδιασμό του '+'.

Μια ακόμα δυσκολία που αντιμετώπισαν οι μαθητές ήταν το μπέρδεμα των προγραμμάτων που αποθήκευαν και εκτελούσαν καθώς δεν έδιναν ονόματα συγκεκριμένα, αλλά τα αποθήκευαν με τυχαία ονόματα, όπως προεπιλεγόταν από τον υπολογιστή ως untitled1, untitled2. Ο μαθητής X2, ο μαθητής X4 και ο μαθητής X3 συνεργάζονταν πολύ καλά. Άκουγαν ο ένας τη γνώμη του άλλου, κάνοντας συχνές δοκιμές και αλλαγές τιμών, όπου χρειαζόταν.



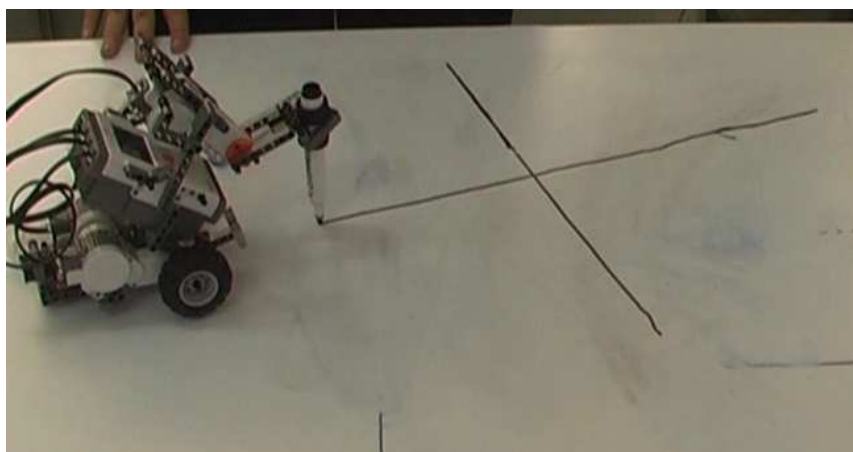
Εικόνα 17: Εκδοχές του '+' με τον NXT writer

Στην αρχή της τρίτης συνάντησης, οι μαθητές, όλοι μαζί, ενημέρωσαν και εξήγησαν το πρόγραμμα που είχαν φτιάξει στον εκπαιδευτικό. Παρατήρησαν, επίσης, κάποια λάθη που δεν τα είχαν διαπιστώσει την προηγούμενη φορά όπως το πρόβλημα ότι τυπωνόταν '⊥' αντί για '+' (εικόνα 17). Μετά από τις νέες αλλαγές, τυπωνόταν πλέον ένα πολύ ικανοποιητικό «+». (εικόνα 19)



Εικόνα 18: Το πρόγραμμα γραφής του '+' NXT writer

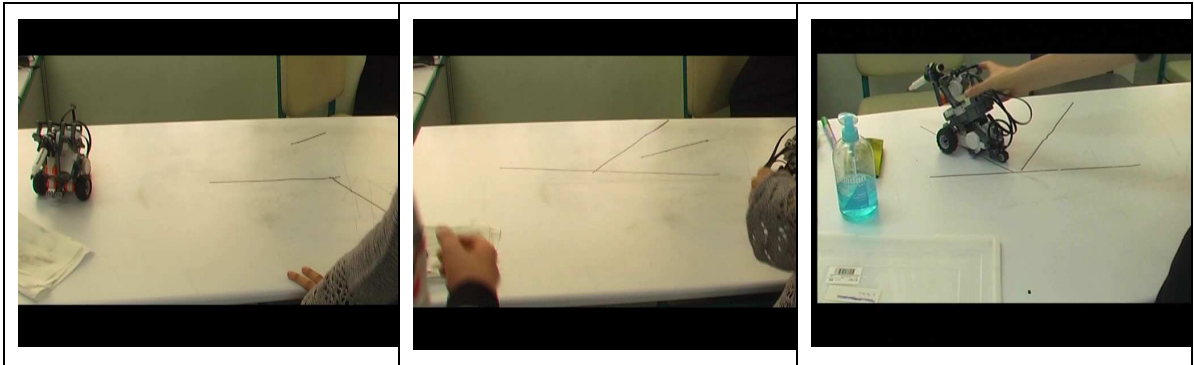
Ο κινητήρας A που ήταν συνδεδεμένος με το μαρκαδόρο, αρχικά ανεβαίνει και κατεβαίνει στο επιθυμητό ύψος, ώστε να αρχίσει η γραφή. Οι ρόδες του ρομπότ κινούνται από τους κινητήρες B,C, που αρχικά πηγαίνουν μπροστά. Ο μαρκαδόρος ανεβαίνει και το ρομπότ, στη συνέχεια, κινείται ευθεία προς τα πίσω. Στη συνέχεια, κινείται μόνο η ρόδα που αντιστοιχεί στον κινητήρα C, επομένως ο B μένει σταθερός. Έτσι το ρομπότ στρίβει. Στη συνέχεια, κινείται μπροστά και μόλις διανύσει την επιθυμητή απόσταση σταματά, κατεβάζει το μαρκαδόρο και κινείται προς τα πίσω γράφοντας. Τα παιδιά στον κώδικά τους πειραματίζονταν με τον χρόνο διάρκειας της κίνησης, για να πετύχουν την επιθυμητή απόσταση.



Εικόνα 19: Η τελική γραφή του '+' NXT writer

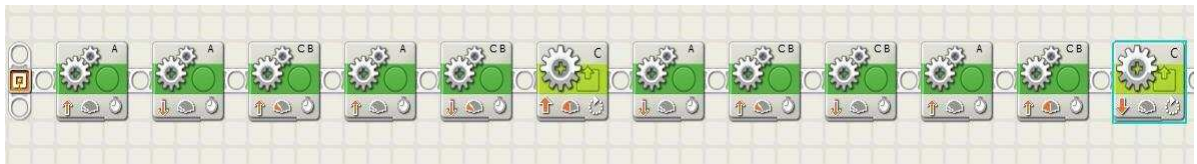
Μόλις βελτιώθηκε το '+', οι μαθητές ξεκίνησαν τον προγραμματισμό του 'K', κάνοντας μια πρώτη ικανοποιητική, αλλά μη ολοκληρωμένη, προσπάθεια. Δημιουργήθηκε προβληματισμός για το αν θα καταφέρουν να τυπώνουν το μήνυμα σε μία γραμμή, ενώνοντας δηλαδή τον κώδικα του '+' με αυτόν του 'K'. Όταν ερωτήθηκαν για το πώς θα προηγείται το 'K' του '+', αν συνεχίζεται το 'K' μετά το '+', ο μαθητής X1 δεν συμφώνησε με την άποψη των υπολοίπων ότι έπρεπε να προγραμματιστεί πριν το '+', αλλά ισχυρίστηκε ότι απλά θα

χρησιμοποιούσε μια επιπλέον κίνηση για να πάει το ρομπότ πίσω. Τελικά, μετά από διάφορες προσπάθειες, αποφάσισαν να διαχωρίσουν τα γράμματα σε διαφορετικές διαδικασίες και να αποφασίσουν, στο τέλος, πώς θα τα ενώσουν για να τυπωθεί το μήνυμα.



Εικόνα 20: Εκδοχές του 'Κ' NXT writer

Στην τέταρτη συνάντηση, κατέληξαν σε ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα του 'Κ', όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα 22. Ο προγραμματισμός του 'Κ' έγινε με το ίδιο σκεπτικό που προγραμματίστηκε και το '+'.



Εικόνα 21: Το πρόγραμμα γραφής του 'Κ' NXT writer



Εικόνα 22: Η τελική γραφή του 'Κ' NXT writer

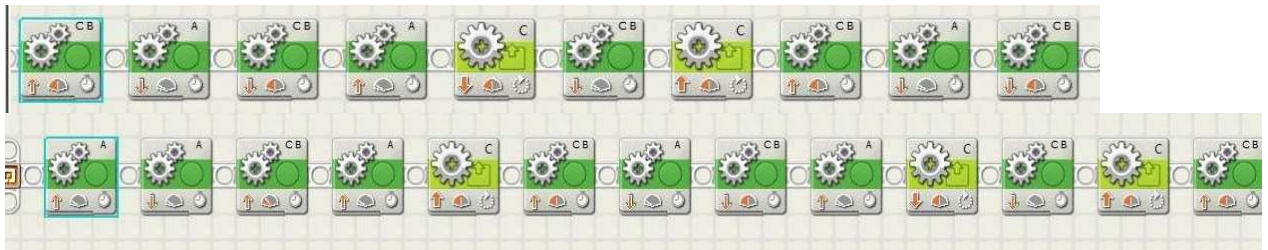
Το ρομπότ πήγαινε αρχικά μπροστά τυπώνοντας μια ευθεία γραμμή. Μόλις έκανε τη μισή απόσταση προς τα πίσω, έστριβε και τύπωνε μπρος άλλη μια ευθεία με μήκος μισό από την προηγούμενη, επέστρεφε πίσω και έστριβε περισσότερο προς τα αριστερά και στη συνέχεια, με κίνηση μπρος-πίσω τύπωνε και την άλλη ευθεία γραμμή.

Μόλις τελειοποίησαν το 'Κ', άνοιξαν και πάλι το αρχείο που περιέχει το '+', για να το τελειοποιήσουν και αυτό. Έπρεπε και τα δύο αυτά αρχεία να περιέχουν μια διαδρομή με κοινή αφετηρία, αλλά και κοινό τερματισμό για το ρομπότ. Μόνο έτσι θα κατάφερναν, στο τέλος, να ενωθούν και να δημιουργήσουν το επιθυμητό μήνυμα.

Δοκίμασαν πρώτα το '+', για να επιβεβαιώσουν ότι είναι έτοιμο. Όμως το '+', τυπωνόταν με μια διπλή γραμμή, γιατί έκανε κίνηση μπρος-πίσω. Ο εκπαιδευτικός επισήμανε στον μαθητή Χ1 να σηκώνει το μαρκαδόρο μετά από κάθε γραφή. Δυστυχώς, καθυστέρησαν για άλλη μια φορά, καθώς μπέρδεψαν τα προγράμματα και προγραμμάτισαν το '+' από την αρχή.

Με ένα σχεδόν έτοιμο 'Κ', οι μαθητές ξεκίνησαν τον προγραμματισμό του 'Ε', επηρεασμένοι και αγχωμένοι από το χρόνο. Ο μαθητής Χ1 προγραμμάτισε μόνος του το 'Ε'. Κατά τον προγραμματισμό του 'Ε', ο εκπαιδευτικός επισήμανε στους μαθητές ότι πρέπει να υπάρχουν ίσες αποστάσεις για να είναι συμμετρικό.

Ο μαθητής Χ1 και ο μαθητής Χ2 προγραμμάτιζαν, με τον μαθητή Χ1 να παίρνει την πρωτοβουλία. Αποθήκευαν, πλέον, τα γράμματα ως ξεχωριστά αρχεία letter_K, letter_E και letter_+. Δυσκολίες για την αποτύπωση του 'Ε' υπήρχαν για τις αποστάσεις των παράλληλων γραμμών του.



Εικόνα 23: Το πρόγραμμα γραφής του 'Ε' NXT writer

Ο αντίστοιχος κώδικας φαίνεται παραπάνω (Εικόνα 23). Πραγματοποιήθηκε με την ίδια λογική με τα άλλα δύο γράμματα. Αρχικά, τυπωνόταν μια ευθεία γραμμή. Στη συνέχεια, το ρομπότ έστριβε ώστε να έκανε στροφή 90 μοίρες και κατεβαίνοντας τύπωνε 3 παράλληλες γραμμές. Οι μαθητές δουλεύουν το σύνολο των εντολών για όλο το γράμμα και για πρώτη φορά, κάνουν υπολογισμούς στο χαρτί για τις τιμές που πρέπει να βάλουν στο χρόνο κίνησης.

Χ1 8 δια τρία Πόσο κάνει;

(8 είναι η διάρκεια κίνησης προς τα εμπρός για το σχηματισμό της κατακόρυφης γραμμής του έψιλον).

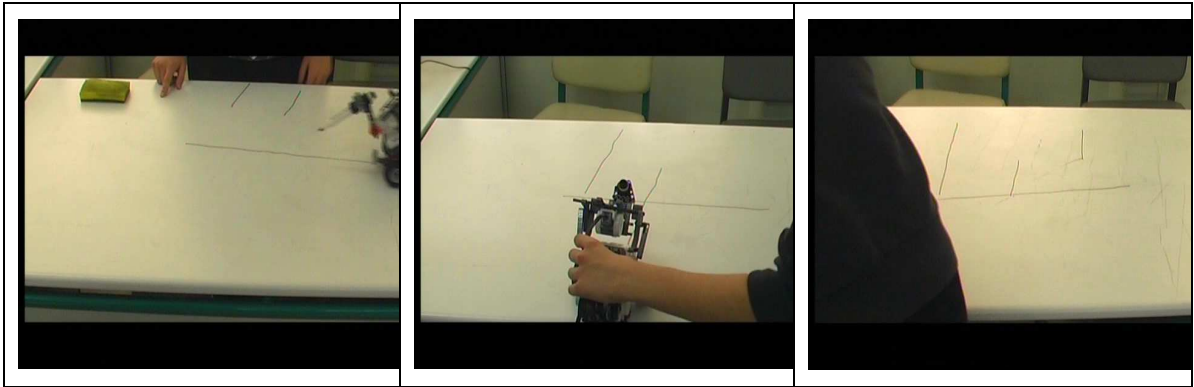
Χ2: Περίμενε. 2,66667

(χρησιμοποιεί το κινητό του)

Χ1

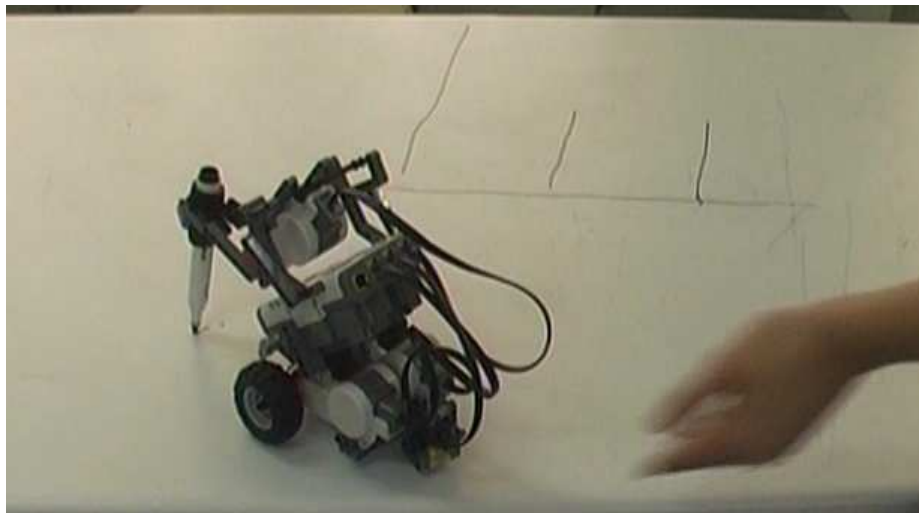
(θέτει τη διάρκεια κίνησης 2,66667 δευτερόλεπτα και την ένταση 24)

(X-Robot, 3η συνάντηση)



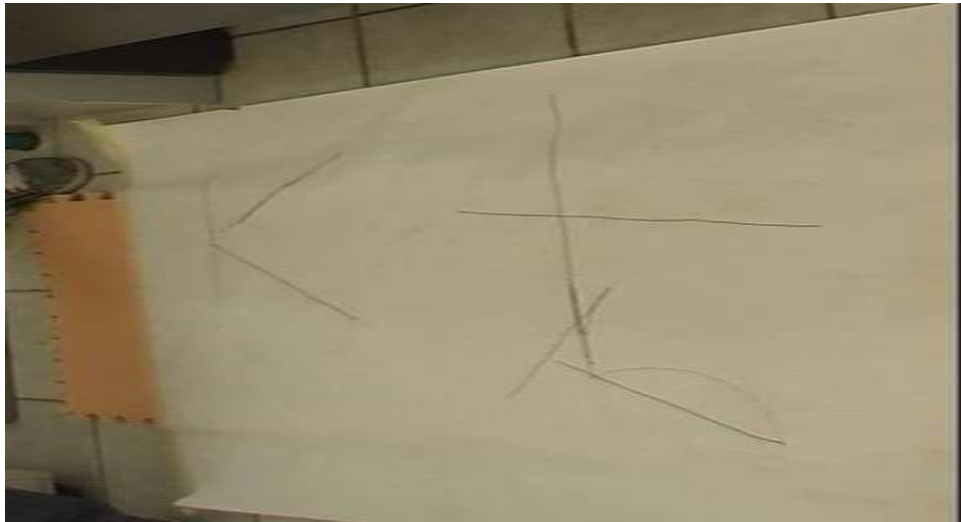
Εικόνα 24: Εκδοχές του 'E' NXT writer

Οι μαθητές, μέχρι το τέλος της συνάντησης, κατάφεραν να ολοκληρώσουν και το 'E'. Προς το τέλος της συνάντησης, εφ' όσον ζητήθηκε βοήθεια από την υπόλοιπη ομάδα μαθητών για την ενοποίηση των γραμμάτων, έγινε υπόδειξη στον μαθητή X1 για τη δημιουργία των My block. Με την ιδέα αυτή, θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα γράμματα με όποια σειρά ήθελαν, για να τυπώσουν το μήνυμα. Επιπλέον, θα μπορούσαν να εξελίξουν το NXT writer με την προσθήκη και άλλων γραμμάτων για να τυπώνει διάφορα μηνύματα.

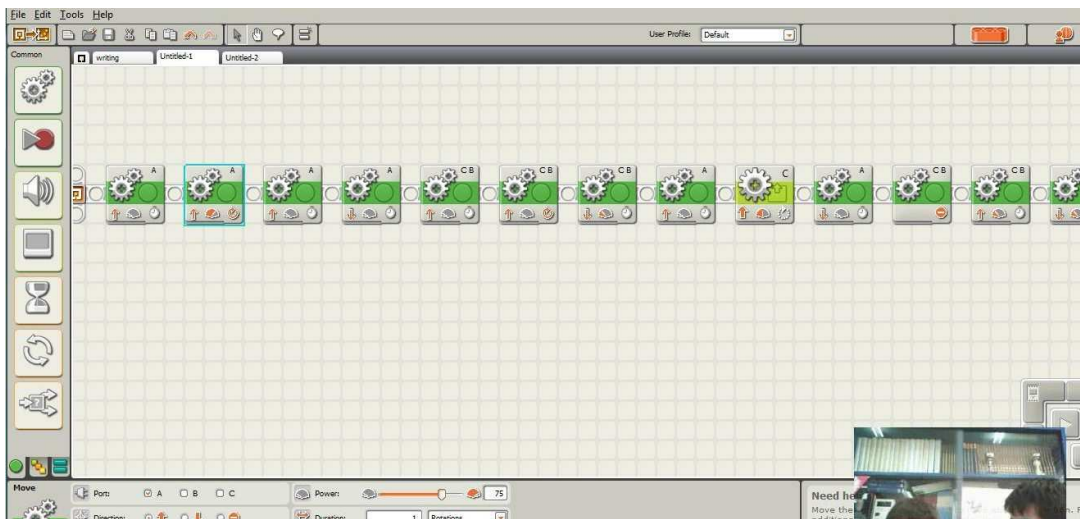


Εικόνα 25: Η γραφή του 'E' NXT writer

Στην τελευταία συνάντηση, ο Χ2 κάθισε στον υπολογιστή για να συνεχίσει τον προγραμματισμό. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας ασχολούνταν με άλλα θέματα. Θα γινόταν για πρώτη φορά δοκιμή να τυπωθεί το μήνυμα σε χαρτί του μέτρου, δηλαδή σε πραγματικές συνθήκες παρουσίασης της λειτουργίας του NXT writer. Άρχισαν τις δοκιμές με το 'Κ'. Θεωρώντας ότι όλα τα γράμματα περιβάλλονται από ένα νοητό τετράγωνο, προσπάθησαν να κάνουν τον NXT writer να ξεκινά από την κάτω αριστερή γωνία του τετραγώνου, να τυπώνει το γράμμα και να τελειώνει την γραφή του γράμματος παίρνοντας θέση στην κάτω δεξιά γωνία του τετραγώνου. Στόχος αυτής της γενίκευσης ήταν να καταφέρουν να ενώσουν τα γράμματα μεταξύ τους.



Εικόνα 26: Προσπάθεια γραφής των γραμμάτων σε σειρά NXT writer



Εικόνα 27: Η οθόνη εργασίας των μαθητών NXT writer

Ο NXT writer δεν λειτουργούσε καλά γιατί ο μαρκαδόρος κατέβαινε πολύ χαμηλά. Στη μέση της συνάντησης, ο μαθητή Χ2 ήταν ιδιαίτερα αγχωμένος σε αντίθεση με τους υπόλοιπους της ομάδας που ήταν μάλλον αδιάφοροι. Μόνος του προσπαθούσε να ξεμπερδέψει για ακόμα μια φορά τα προγράμματα, καθώς δεν τα είχαν αποθηκεύσει σωστά και δεν μπορούσαν να εντοπίσουν την τελευταία έκδοσή τους. Στην Εικόνα 27, φαίνεται ο προγραμματισμός του 'Κ'. Οι τρεις ανοιγμένες καρτέλες υποδεικνύουν το μπερδεμα με τα προηγούμενα προγράμματα. Ο μαθητής Χ1, παρόλο που τόσες μέρες έπαιρνε όλες τις

πρωτοβουλίες και ήταν ο μοναδικός που είχε την ευθύνη για τη δημιουργία των My blocks, σε αυτό το σημείο, ήταν απρόθυμος να βοηθήσει την ομάδα και να ενημερώσει και τους άλλους. Αυτό προκάλεσε σύγχυση και εκνευρισμό. Τελικά, ο μαθητής X2 ανέλαβε μόνος του όλη την ευθύνη να προγραμματίσει τα γράμματα ξανά, με την επίβλεψη του εκπαιδευτικού.

Αξιοσημείωτες είναι και οι απόψεις των μαθητών όσον αφορά την εξέλιξη της συνθετικής εργασίας, τις γνώσεις που αποκόμισαν και τις δυσκολίες που συνάντησαν. Οι απόψεις αυτές καταγράφηκαν μέσα από τις ατομικές συνεντεύξεις τους.

Ο μαθητής X1 ανέφερε ότι δεν είχε καμία προηγούμενη επαφή με κάποιο εκπαιδευτικό υλικό, αν και θα το ήθελε πολύ. Γνώριζε την ύπαρξη των NXT πριν τον όμιλο, επειδή είχε επισκεφθεί στο παρελθόν μια έκθεση με παρόμοιες lego κατασκευές και επιπλέον, είχε έναν συμμαθητή που είχε NXT και εντυπωσιάστηκε πολύ την πρώτη φορά που τα είδε. Επίσης, είπε ότι δεν είχε γνώσεις προγραμματισμού, παρά μόνο λίγες γνώσεις πληροφορικής, καθώς είχε υπολογιστή στο σπίτι του. Υποστήριξε βέβαια ότι δεν τον δυσκόλεψε καθόλου η κατανόηση των προγραμματιστικών εννοιών που διδάχθηκε για την εργασία. Σε αυτό, τον βοήθησαν γνώσεις μαθηματικών και φυσικής που είχε αποκομίσει από τα σχολικά μαθήματα και επιπλέον, θεώρησε πολύ σημαντικές τις αρχικές παρουσιάσεις, από όπου απέκτησε τις περισσότερες γνώσεις. Υποστήριξε ότι, αν και το διαδίκτυο δεν τους βοήθησε τόσο, γιατί με τις αναζητήσεις που έκαναν έβρισκαν κατασκευές που τις θεωρούσαν προχωρημένες και δεν θα μπορούσαν να τις υλοποιήσουν, πήραν ιδέες από άλλα ρομπότ, γιατί έχουν όλα μια κεντρική ιδέα με το μαρκαδόρο και την κίνηση του. Κατά την άποψη του, αντιμετώπισαν πολλές δυσκολίες. Καταρχήν, υπήρχε πρόβλημα συνεργασίας, κυρίως ανάμεσα σε αυτόν και τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας. Όπως επισήμανε, πίστευε πως είχαν διαφορετική όρεξη για δουλειά. Πίστευε ότι οι υπόλοιποι έβλεπαν την εργασία λίγο πιο χαλαρά και έκαναν πλάκα πολύ πιο συχνά από όσο ήθελε και πίστευε ότι χρειαζόταν.

Ο μαθητής X2 δεν είχε ούτε αυτός κάποια προηγούμενη εμπειρία με παρόμοιο εκπαιδευτικό υλικό. Δεν είχε καθόλου προγραμματιστικές γνώσεις, ούτε γνώριζε την ύπαρξη των NXT. Θεώρησε ότι για την ολοκλήρωση της εργασίας του χρήσιμα ήταν τα μαθηματικά. Ίσως λίγο και η φυσική, με τη δύναμη της τριβής. Όπως επισήμανε, τις απαραίτητες γνώσεις για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της εργασίας τις αποκόμισε με τον καιρό, επειδή στην αρχή δεν παρακολουθούσε και πολύ και δεν καταλάβαινε και πολλά πράγματα στις αρχικές συναντήσεις. Στη συνέχεια, όμως, των συναντήσεων, και κυρίως στο τέλος, γνώρισε πολύ καλά το αντικείμενο. Περισσότερο, όμως, τον βοήθησε η επαφή με τα άλλα παιδιά στην κατανόηση των απαραίτητων γνώσεων. Θεωρεί ότι αντιμετώπισαν πολλά προβλήματα, κυρίως λόγω κίνησης του μαρκαδόρου. Το πιο περίεργο, όπως ανέφερε, ήταν το γεγονός ότι ενώ είχαν ένα πρόβλημα, παρόλο που κατάφερναν και το επίλυαν, μετά παρουσιαζόταν ένα άλλο. Δηλαδή, διαπίστωσαν ότι ήταν κάτι σαν αλυσίδα, που άμα άλλαζε μια εντολή, έπρεπε να αλλάξουν και τις επόμενες και τις προηγούμενες. Αν κουνιόταν ο μαρκαδόρος, έπρεπε να το κάνουν πάλι από την αρχή. Επίσης, σημείωσε πρόβλημα ήταν και η αλλαγή του μαρκαδόρου γιατί δεν έβρισκαν πάντα στο ίδιο ακριβώς μέγεθος και αυτό δημιουργούσε επιπλέον πρόβλημα στην κατασκευή.

Και ο μαθητής X3 δεν είχε καμία εμπειρία στον προγραμματισμό, δεν γνώριζε κανένα παρόμοιο εκπαιδευτικό υλικό, αλλά ούτε την ύπαρξη των NXT. Υποστήριξε ότι τον βοήθησε πολύ το μάθημα της πληροφορικής και τα

μαθηματικά. Επιπλέον, το γεγονός ότι ήξεραν όλοι στην ομάδα να χειρίζονται τον υπολογιστή, τους βοήθησε στον προγραμματισμό του NXT. Ισχυρίστηκε ότι τις απαραίτητες γνώσεις για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις αυτού του ομίλου τις πήρε και από το διαδίκτυο, αλλά περισσότερο από τον καθηγητή στις πρώτες συναντήσεις. Ανέφερε ότι αντιμετώπισαν πάρα πολλές δυσκολίες. Όπως το πρόβλημα στην κατασκευή του NXT και στον προγραμματισμό του. Αλλά σαν ομάδα, ήταν ενωμένοι αρκετά και τα αντιμετώπισαν όλοι μαζί.

Ο μαθητής X4 απουσίαζε την ημέρα των συνεντεύξεων, για το λόγο αυτό, δεν θα αναφερθεί η δική του άποψη.

Αξιοσημείωτη είναι η άποψη των μαθητών, όταν τους ζητήθηκε να περιγράψουν το πρόγραμμά τους.

Ο X1 ανέφερε ότι η ιδέα ήταν να γράψουν το μήνυμα K+E, το K από την Κύπρο και το E από την Ελλάδα. Αυτό δείχνει και το δέσιμο που έχουν οι Έλληνες με τους Κύπριους. Δούλευε πάντα στο σχολείο πολύ αφοσιωμένος, ποτέ στο σπίτι. Ήταν όλα ξεκάθαρα γι' αυτόν και εργαζόταν πολύ σκληρά για να κάνει το ρομπότ να δουλέψει. Αξιοποίησε γνώσεις από τα πρώτα μαθήματα, και διάφορες άλλες γνώσεις, ώστε να κάνει τον προγραμματισμό σωστά.

Ο μαθητής X2 είπε ότι ο αρχικός τους στόχος ήταν να γράψουν το μήνυμα K+E τα αρχικά του ΚΥΠΡΟΣ + ΕΛΛΑΔΑ. Αρχικά, έκαναν τα γράμματα πολύ μεγάλα περίπου 50 εκατοστά, και χρησιμοποιούσαν seconds και power, αλλά μετά χρησιμοποίησαν μοίρες (degrees), βέβαια μία μέρα πριν φύγουν για την Κύπρο, αντιμετώπισαν πρόβλημα κατασκευής και κατά συνέπεια προγραμματισμού, αφού χρειάστηκε να προγραμματίσουν το NXT ξανά. Έτσι, μειώθηκε και το μέγεθος των γραμμάτων στα 17 εκατοστά.

Ο μαθητής X3 ανέφερε ότι αρχικά το σχέδιό τους ήταν να γράφουν το μήνυμα K+E. Επειδή είχαν προβλήματα με τον προγραμματισμό του K, ξεκίνησαν με το '+', προχώρησαν με το 'K' που ήταν πιο απλά και στο τέλος έφτιαξαν το 'E'.

Συνοψίζοντας, η ομάδα X-Robot στόχευε στο σχεδιασμό των γραμμάτων της αλφαβήτου για να τυπώσει ένα μήνυμα. Αρχικά, ενώ εξελισσόταν η εργασία τους, τροποποίησαν το σκοπό τους στο σχεδιασμό δύο γραμμάτων και ενός συμβόλου, γιατί εκτίμησαν ότι δεν θα προλάβαν να σχεδιάσουν περισσότερα γράμματα. Ο τρόπος με τον οποίο προγραμματίζαν, στηριζόταν στη δοκιμή και το λάθος. Συνήθως, έφτιαχναν μία αλληλουχία εντολών και τις εκτελούσαν. Από την συμπεριφορά του ρομπότ έβγαζαν συμπεράσματα και έκαναν αλλαγές. Το συνολικό πρόγραμμα, όμως, γινόταν πολύ σύνθετο για να ελεγχθεί, μιας και ο αριθμός των εντολών που εμφανίζονταν, η μία διπλά στην άλλη, ήταν πολύ μεγάλος. Οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν δεν ήταν μόνο προγραμματιστικές, αλλά και κατασκευαστικές. Η παραμικρή αλλαγή στην κατασκευή τροποποιούσε το αποτέλεσμα της γραφής. Αυτό έκανε πολύ δύσκολη την διάγνωση σφαλμάτων στον προγραμματισμό και δημιουργούσε προβλήματα σταθερότητας στα αποτελέσματα των προγραμμάτων. Μια άλλη επιλογή, που έκανε τα αποτελέσματα να επηρεάζονται από τις εξωτερικές συνθήκες, ήταν ο καθορισμός της διάρκειας κίνησης των κινητήρων του NXT writer σε δευτερόλεπτα. Σε μία πιο γενική αντιμετώπιση, η διάρκεια της κίνησης κάθε κινητήρα μπορούσε να καθοριστεί με μοίρες περιστροφής, πράγμα που θα αντιμετώπιζε προβλήματα χαμηλής έντασης της μπαταρίας και τριβών. Υπήρχαν συγκεκριμένες εντολές τις οποίες επαναλάμβαναν συχνά, όπως το ανέβασμα/κατέβασμα του μαρκαδόρου και οι εντολές στροφής. Οι μαθητές, επίσης, προσπάθησαν να σκεφτούν ένα γενικό τρόπο σχεδιασμού των γραμμάτων, με σκοπό να συνθέσουν ένα μήνυμα

αξιοποιώντας επιμέρους προγράμματα (My Blocks), χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία. Μία άλλη δυσκολία που είχαν ήταν η οργάνωση των αρχείων τους, που φάνηκε να επηρεάζει την ποιότητα της δουλειάς μιας και δεν μπορούσαν να εντοπίσουν τις τελευταίες εκδόσεις. Έτσι, συχνά επαναλάμβαναν τις ίδιες αλλαγές, χωρίς να μπορούν να προχωρήσουν.

6.1.4 Οικοδόμηση της γνώσης

Τα προγράμματα που δημιούργησαν κατά τη διάρκεια των συναντήσεων, αξιοποιούν βασικές εντολές της γλώσσας προγραμματισμού σε δομή ακολουθίας. Δεν υπάρχουν ενδείξεις χρήσης σύνθετων δομών όπως η δομή επανάληψης και επιλογής. Για τις ανάγκες του συγκεκριμένου έργου, οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με τις λειτουργίες δημιουργίας διαδικασιών (My Blocks). Δημιούργησαν διαδικασίες για κάθε γράμμα που κατασκεύασαν.

Για τις ανάγκες του έργου, μελέτησαν τον τρόπο με τον οποίο μπορούσε να στρίβει το ρομπότ τους και το συνέδεσαν με γνώσεις γύρω από την περίμετρο του κύκλου. Με εμπειρική προσέγγιση συνέδεσαν τη διάρκεια της κίνησης με τις μοίρες περιστροφή.

Οι απόψεις των μαθητών για την εξέλιξη των γνωστικών τους δεξιοτήτων καταγράφονται στις ατομικές συνεντεύξεις τους. Όλοι συμφώνησαν στο γεγονός ότι οι εισαγωγικές συναντήσεις ήταν πολύ σημαντικές στην εξέλιξη της συνθετικής εργασίας. Ο μαθητής Χ1 ισχυρίστηκε ότι η ιδέα ήταν δική του. Ήταν όνειρο του να προγραμματίσει ένα ρομπότ να κάνει κάτι για τους ανθρώπους, και συγκεκριμένα να γράφει για αυτούς. Έτσι σκέφτηκε και το NXT WRITER. Η τελική μορφή που είχε το ρομπότ ήταν σχεδόν αυτή που είχε σκεφτεί αρχικά. Με εξαίρεση, βέβαια, τις ατυχίες και τις αναποδιές που είχαν τελευταία στιγμή. Από αυτή την εμπειρία, έμαθε να προγραμματίζει ένα ρομπότ. Επίσης, έμαθε να δουλεύει σε ομάδα, αν και δεν κατάφεραν να λειτουργούν ομαδικά καθ' όλη τη διάρκεια της συνθετικής εργασίας. Αν υπήρχε περισσότερος χρόνος, θα το βελτίωνε περισσότερο προγραμματιστικά, για να έχουν καλύτερο αποτέλεσμα στα γράμματα (όπως το να μην έχουμε κενά στο Κ, και προβλήματα με τις αποστάσεις των γραμμών). Γενικά, όπως ανέφερε, ήταν μια πολύ ευχάριστη εμπειρία για εκείνον που δύσκολα θα ξαναζήσει.

Ο μαθητής Χ2 ανέφερε ότι η ιδέα πάρθηκε μετά από έμπνευση, κυρίως, από βίντεο στο διαδίκτυο. Η τελική μορφή της κατασκευής τους ήταν ίδια με την αρχική τους ιδέα, βέβαια δεν είχαν και πολλή τύχη. Επιπλέον, ανέφερε ότι η εμπειρία αυτή του έμαθε πολλά ενδιαφέροντα πράγματα. Συγκεκριμένα είπε: 'Στην αρχή της χρονιάς δεν μπορούσα να φανταστώ ότι θα καταφέρω να κατασκευάσω ή να προγραμματίσω ένα ρομπότ.' Από το αποτέλεσμα έμεινε πολύ ευχαριστημένος, ήταν πολύ κοντά στην αρχική τους ιδέα, αλλά δεν ήταν πολύ ευχαριστημένος από την εξέλιξη των πραγμάτων, γιατί κυρίως τις τελευταίες μέρες, αντιμετώπιζαν διαρκώς προβλήματα λόγω συγκυριών, χωρίς να έχουν οι ίδιοι την ευθύνη. Μέχρι και το σημείο αυτό και πριν αρχίσουν να γίνονται όλες αυτές οι ατυχίες πιστεύει ότι ήταν αρκετά καλό και δεν θα άλλαζε τίποτα. Από τη δική τους δουλειά έμεινε ευχαριστημένος, γιατί κατάφεραν να φτάσουν στο στόχο τους, δηλαδή να δημιουργήσουν ρομπότ που να γράφει το μήνυμα που επέλεξαν.

Τέλος, στον μαθητή Χ3, ο οποίος έλειπε στο πρώτο μάθημα, ανακοινώθηκε το θέμα που είχαν επιλέξει τα υπόλοιπα παιδιά. Πίστευε ότι η τελική του μορφή δεν ήταν ίδια με την αρχική τους ιδέα, γιατί φυσικά δεν μπορούσαν να το κάνουν τέλειο, έτσι όπως το είχαν στο μυαλό τους. Έμαθε πολλά πράγματα, όπως ότι τα

ρομπότ και ο προγραμματισμός τους είναι πολύπλοκα. Έμαθε όμως κάτι από αυτά. Ισχυρίστηκε ότι είναι αρκετά ικανοποιημένος αν και θα ήθελε ακόμα πιο πολλά, τόσο στην κατασκευή, όσο και στον προγραμματισμό. Όσο για τη βελτίωση θα έκανε πιο σταθερό τον μαρκαδόρο, ώστε να είναι πιο ίσιες οι γραμμές και θα έκανε πιο όμορφο το Κ και το Ε.

Αξιοποίηση του διερευνητικού χαρακτήρα του περιβάλλοντος

Οι μαθητές της ομάδας X-Robot αξιοποίησαν κυρίως την τεχνική δοκιμής και λάθους. Παρόλο που ο εκπαιδευτικός τους παρότρυνε να σχεδιάσουν πριν δοκιμάσουν, αυτό συνέβαινε σπάνια. Στη διαδικασία της κατασκευής, χρησιμοποίησαν μία βασική κατασκευή που είχαν φτιάξει στην προηγούμενη φάση και την επέκτειναν προσθέτοντας τον μαρκαδόρο. Η κατασκευή που είχαν κάνει δεν βοηθούσε ικανοποιητικά τον προγραμματισμό. Οι τροποποιήσεις που έκαναν για να επιτύχουν μεγαλύτερη σταθερότητα ήταν μικρές και δεν άλλαξαν ριζικά το σχέδιο τους. Ο διαδραστικός χαρακτήρας της ρομποτικής αξιοποιήθηκε μέσω πειραματισμών και κατά τη διάρκεια του προγραμματισμού. Συχνά, ξεκινούσαν σχεδιάζοντας μια αλληλουχία εντολών, οι οποίες ακολουθούσαν τη λεκτική περιγραφή της συμπεριφοράς που αναμενόταν να είχε ο NXT writer. Κατά τη διάρκεια του πειραματισμού, ήταν δύσκολο να εντοπίσουν ποια σημεία του κώδικα προκαλούσαν συγκριμένες συμπεριφορές και επομένως, ήταν πολύ δύσκολο να κάνουν τις κατάλληλες αλλαγές. Αυτό οφειλόταν στο γεγονός ότι πολλοί παράγοντες, κατασκευαστικοί και προγραμματιστικοί, επηρέαζαν τα αποτελέσματα του πειραματισμού. Παρόλα αυτά, σπάνια ο πειραματισμός είχε χαρακτήρα συστηματικού πειραματισμού, ο οποίος θα μπορούσε να βοηθήσει στην διερεύνηση συγκεκριμένων παραγόντων. Σπάνια, επίσης, δοκιμάζονταν εναλλακτικοί τρόποι λύσης συγκεκριμένων προβλημάτων.

Η αρχική αντιμετώπιση των προβλημάτων στον προγραμματισμό ήταν αποσπασματική και αφορούσε τη λύση πολύ συγκριμένων προβλημάτων. Η εξέλιξη της κατασκευής όμως έθεσε προβλήματα όπως: πως θα ενωθούν τα γράμματα μεταξύ τους και τι κοινά χαρακτηριστικά πρέπει να έχουν, που σταδιακά οδήγησαν τους μαθητές να αντιμετωπίσουν τη λύση του προβλήματος με ένα γενικότερο τρόπο (αποφάσεις για το μέγεθος των γραμμάτων, τον τρόπο γραφής κλπ). Οι προαναφερθείσες όμως αδυναμίες, καθώς και οργανωτικές δυσλειτουργίες της ομάδας εμπόδισαν το να έχουν συγκεκριμένα αποτελέσματα στον διαθέσιμο χρόνο.

6.1.5 Συνεργασία

A. Αλληλεπίδραση των μαθητών

Οι μαθητές της ομάδας X-Robot στην πρώτη συνάντηση προσπάθησαν να λειτουργήσουν σαν ομάδα. Οι δυσκολίες που εμφανίστηκαν οδήγησαν σε συγκεκριμένες αντιδράσεις των μελών της ομάδας, διαμορφώνοντας δυναμικές αλληλεπιδράσεις.

Οι πρώτες διαφωνίες της ομάδας X-Robot εμφανίστηκαν στη διάρκεια της κατασκευής και ήταν σχετικές με την τοποθέτηση του μαρκαδόρου πάνω στο ρομπότ. Ο μαθητής X1 επέμενε στη γνώμη του με αυταρχικό τρόπο, προκαλώντας δυσαρέσκεια στους υπόλοιπους που δεν ακουγόταν η γνώμη τους. Μία αντίδραση των υπολοίπων μαθητών ήταν να χωριστούν σε υποομάδες. Ο μαθητής X2 με τον μαθητή X4 κάθισαν στον υπολογιστή, προσπαθώντας να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό. Ο μαθητής X3 απλώς παρατηρούσε την κατασκευή. Οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να λύσουν τη διαφωνία που

παρουσιάστηκε και η στάση που κράτησαν ήταν να παραμείνουν απασχολημένοι σε δυάδες, είτε κάνοντας διαφορετικά πράγματα που δεν σχετίζονταν απαραίτητα με την εργασία τους, είτε πηγαίνοντας σε άλλες ομάδες. Πάντως, έδειχναν σε όλη τη διάρκεια της συνάντησης ενδιαφέρον και προβληματισμό για την κατασκευή τους. Στην τελευταία ώρα, μετά από την παρέμβαση του εκπαιδευτικού, όλη η ομάδα κάθισε μαζί και με ομαδική προσπάθεια, συνεργασία και συγκέντρωση συνέχισαν την κατασκευή.

Στην δεύτερη συνάντηση, αν και ο μαθητής Χ4 ήρθε πρώτος από όλους, ο μαθητής Χ1 ήταν αυτός που πήρε πρώτος την κατασκευή και άρχισε να την αλλάζει. Όλοι οι μαθητές της ομάδας συγκεντρωμένοι, συμμετείχαν στην κατασκευή με άνιση ενεργό παρέμβαση. Ο μαθητής Χ4 και Χ2 ανέλαβαν πάλι το προγραμματιστικό κομμάτι. Ο Χ3 διαφωνούσε με τον Χ1 για τον τρόπο που τοποθετούσαν τα τουβλάκια στην κατασκευή του ρομπότ, αλλά ο Χ1 χωρίς να αφήνει κανέναν να παρεμβαίνει, τροποποιούσε τη δική του ιδέα. Αυτό άρχισε να δημιουργεί εκνευρισμό και εντάσεις σε όλη την ομάδα, καθώς δεν μπορούσαν να συμμετέχουν όλοι εξίσου, αλλά και με τις παρεμβάσεις του μαθητή Χ1, δεν λύνονταν και τα πρόβλημα της κατασκευής που είχαν να αντιμετωπίσουν. Προσπαθώντας να διατηρήσουν το κλίμα μεταξύ τους, αφού προχωρούσαν την κατασκευή όλοι μαζί την τελευταία ώρα, οι Χ2, Χ3, Χ4 υποχωρούσαν και άφηναν τον Χ1 να παίρνει πρωτοβουλίες. Τα παιδιά, σε αυτή τη συνάντηση, διατήρησαν αμείωτο το ενδιαφέρον τους, ήταν αρκετά συγκεντρωμένα στο στόχο τους, άκουσαν ο ένας τις απόψεις του άλλου, συμφώνησαν και διαφώνησαν σε ένα ευχάριστο κλίμα για να φτάσουν σε αυτό το αποτέλεσμα.

Στην τρίτη συνάντηση, όλη η ομάδα κατέφτασε και ξεκίνησαν μαζί δοκιμές για το προγραμματιστικό κομμάτι. Όμως, παρατηρήθηκαν διαφορετικά αποτελέσματα από την τελευταία φορά, που σχετίζονταν με το ανεβοκατέβασμα του μαρκαδόρου. Ο Χ1 πήρε την πρωτοβουλία να εντοπίσει τα λάθη και να τα διορθώσει. Παρ' όλες τις αλλαγές που έκανε, δεν παρατήρησε καμία διαφορά. Μετά από αρκετή ώρα, διαπιστώθηκε ότι έτρεχαν διαφορετικό πρόγραμμα από αυτό που προσπαθούσαν να βελτιώσουν. Το μπέρδεμα αυτό με τα αποθηκευμένα προγράμματα τους κόστισε το χρόνο της μισής συνάντησης. Ο Χ1 ισχυριζόταν ότι φταίει η κατασκευή, και γι' αυτό άρχισε να την τροποποιεί για ακόμα μια φορά. Οι υπόλοιποι μαθητές επέμεναν στην τροποποίηση του κώδικα. Τα παιδιά, σε αυτή την συνάντηση, δεν συνεργάστηκαν αρμονικά, υπήρχε κλίμα έντονης διαφωνίας και εκνευρισμού, κυρίως προς τον Χ1 από όλη την υπόλοιπη ομάδα για το λόγο ότι δεν τους άκουγε, δεν τους έδινε σημασία και ενεργούσε ατομικά χωρίς να επιτρέπει παρέμβαση από κανέναν.

Στην τέταρτη συνάντηση ήταν παρόντες μόνο ο Χ1 και ο Χ2. Το γεγονός αυτό τους βοήθησε στο να συγκεντρωθούν ευκολότερα και να εργαστούν ακόμα καλύτερα. Ασχολήθηκαν με τον προγραμματισμό των γραμμάτων. Η συνάντηση εξελισσόταν πολύ καλά ολοκληρώνοντας τα προγραμματιστικά κομμάτια και φτάνοντας και στο τελευταίο γράμμα. Οι μαθητές ήταν συγκεντρωμένοι στο στόχο τους και συνεργάζονταν αποτελεσματικά σε όλη σχεδόν τη διάρκεια της συνάντησης. Ο Χ1 ήταν αυτός που υλοποιούσε τον κώδικα παίρνοντας πρωτοβουλίες, έκανε όμως αξιόλογη προσπάθεια να ακούσει και τις ιδέες του Χ2. Τα παιδιά, μέχρι το τέλος της συνάντησης, κατάφεραν να ολοκληρώσουν και το γράμμα 'Ε'. Η συνάντηση αυτή έλαβε τέλος με όλα τα γράμματα έτοιμα σε διαφορετικά αρχεία. Τα δύο αγόρια είχαν συνεργαστεί αρκετά καλά σε ευχάριστο κλίμα, προχωρώντας σημαντικά την εργασία τους.

Στην πέμπτη και τελευταία συνάντηση, ήταν όλοι παρόντες, αλλά με διαφορετική διάθεση ο καθένας. Ο Χ3 και ο Χ1 δεν είχαν κανένα ενδιαφέρον για την εργασία της ομάδας, μιας και δεν θα συμμετείχαν στην τελική παρουσίαση της εργασίας. Ο μαθητής Χ3 ήταν μάλλον αδιάφορος. Ο Χ1 αρνήθηκε οποιαδήποτε συμμετοχή. Δεν ήθελε καθόλου να συνεργαστεί και αποχώρησε στη μέση της συνάντησης. Απλά ήταν παρών και συντελούσε στο να αποσυντονίζει και να απασχολεί τους μαθητές με θέματα άσχετα της εργασίας τους. Σε όλες τις προηγούμενες συναντήσεις, όμως, ήταν αυτός που καθόταν στον υπολογιστή και έκανε την περισσότερη δουλειά. Ο μαθητής Χ2 πήρε την πρωτοβουλία και προσπάθησε να συντονίσει την εργασία και να προχωρήσει στην ολοκλήρωση του έργου. Τα γράμματα ήταν σχεδόν έτοιμα από την τελευταία συνάντηση και το μόνο που χρειαζόταν ήταν να μπουν σε διαδικασίες (My blocks). Η οργάνωση της ομάδας ήταν ελλιπής και το αποτέλεσμα ήταν να μην βρίσκουν τα τελευταία αρχεία τους. Επικράτησε πανικός και οι μαθητές άρχισαν να φτιάχνουν τα αρχεία από την αρχή. Τελικά, κατάφεραν να φτιάξουν και πάλι τα αρχεία τους με το μαθητή Χ2 να προσπαθεί σχεδόν μόνος του να προγραμματίσει. Οι Χ3 και Χ4 κάθονταν μαζί του, βοηθώντας τον όσο μπορούσαν. Η συνάντηση αυτή έλαβε τέλος μετά από πολλές προσπάθειες και μεγάλη κούραση. Δημιουργήθηκαν εντάσεις, εκνευρισμός και πολύ άγχος, κυρίως από τα παιδιά που θα παρουσίαζαν την εργασία. Έπρεπε, τελευταία στιγμή, να ανταποκριθούν και να ετοιμάσουν δουλειά αντίστοιχη των τελευταίων τριών συναντήσεων. Τελικά, τα παιδιά κατάφεραν να φέρουν την εργασία τους σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο σχεδόν ολοκληρώνοντάς την.

Οι μαθητές, στις ατομικές τους συνεντεύξεις, εξέφρασαν τη γνώμη τους για την συνεργασία και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Ο μαθητής Χ1 ανέφερε ότι προτιμά να συνεργάζεται με άλλους. Πιστεύει πως όταν κάποιος εργάζεται με άλλα άτομα, παίρνει ιδέες για το πώς θα κάνει μια δουλειά. Ανέφερε συγκεκριμένα, ότι όλοι οι άνθρωποι έχουν ανάγκη ο ένας τον άλλο και κανείς δεν μπορεί να ζήσει μόνος του. Θα ένιωθε πολύ μόνος αν δούλευε μόνος του, για το λόγο αυτό πιστεύει ότι τον βοήθησε πολύ η ομάδα του ακόμα και με τις άσχημες στιγμές συνεργασίας. Συμπλήρωσε ότι δεν ήταν ισότιμη η συμμετοχή όλων στην ομάδα. Αναγνώρισε ότι ο ίδιος δούλευε περισσότερο από όλους. Μετά, πίστευε πως συμμετείχε ο Χ2, ο Χ3 και τελευταίος ο Χ4 ο πιο χαλαρός. Ανέφερε ότι αντιμετώπισαν προβλήματα συνεργασίας, καθώς υπήρχε διαφορετική όρεξη για δουλειά και διαφορετική όρεξη για αστεία και χαλάρωση.

Ο μαθητής Χ2 είπε ότι είναι καλύτερα να εργάζεται μόνος του, γιατί όταν συνεργάζεται με άλλους ξοδεύει περισσότερο χρόνο να ακούει τις απόψεις των άλλων και να συμφωνεί ή να διαφωνεί μαζί τους. Πιστεύει ότι όταν κάποιος δουλεύει μόνος σου, δουλεύει πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά. Θεώρησε ότι η συμμετοχή στην ομάδα δεν ήταν καθόλου ισότιμη. Ο Χ1 συμμετείχε πιο πολύ και είχε πάρει πάνω του το βάρος της εργασίας. Μετά ακολουθούσε αυτός, με τον Χ3 και τελευταίος ο Χ4, ο οποίος προκαλούσε και γέλιο στην ομάδα. Κατά τη γνώμη του, σίγουρα αντιμετωπίστηκαν προβλήματα συνεργασίας. Σε κάθε ομάδα πιστεύει ότι υπάρχουν προβλήματα συνεργασίας. Ενοχλήθηκε περισσότερο που ο μαθητής Χ1 έπαιρνε τις πιο πολλές αποφάσεις μόνος του και δεν έδινε πολλή σημασία στους υπόλοιπους. Από ένα σημείο και μετά, ήξεραν ότι, και να πουν την άποψή τους, δεν θα άλλαζε κάτι, δεν θα μετρούσε και πολύ. Όμως στο τέλος, ο μαθητής Χ1 έριξε τις ευθύνες στους υπόλοιπους, κρατώντας απόσταση, γιατί όταν παρουσιάστηκαν προβλήματα, την τελευταία στιγμή, δεν συμμετείχε καθόλου, αδιαφορώντας.

Τέλος, ο Χ3, ο οποίος προτιμά να συνεργάζεται με άλλους, πίστευε ότι μόνος του δεν θα κατάφερνε όλα αυτά που κατάφεραν όλοι μαζί, επειδή δεν είχε τις απαραίτητες γνώσεις. Επομένως, συμπέρανε ότι ο ένας συμπληρώνει τον άλλο σε μια ομάδα. Θεωρεί ότι δεν ήταν ισότιμη η συμμετοχή στην ομάδα, ο μαθητής Χ1 δούλευε περισσότερο γιατί είχε πάρει πάνω του το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας και τα έκανε όλα μόνος του. Ο ίδιος είχε τις πιο πολλές απουσίες από το μάθημα, οπότε δεν είχε τη δυνατότητα να εργαστεί περισσότερο. Αnéφερε, επίσης, ότι δεν αντιμετώπισε προβλήματα συνεργασίας, γιατί κάθε φορά που υπήρχαν διαφωνίες και αντιπαραθέσεις, γεγονός που συνέβη λίγες φορές, ο ίδιος δεν έμπαινε στη μέση, δεν έπαιρνε θέση, οπότε δεν αναμειγνυόταν.

Ενδεικτικό της αρνητικής εμπειρίας που είχαν οι μαθητές, καταγράφεται και στις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις που αφορούν την συνεργασία. Οι μαθητές κλήθηκαν, ατομικά και ανώνυμα, να επιλέξουν σε μια κλίμακα Likert από το 1 έως το 5 πόσο συμφωνούν με την αναγραφόμενη πρόταση: 1 «δε συμφωνώ καθόλου», 2 «δε συμφωνώ», 3 «συμφωνώ λίγο», 4 «συμφωνώ αρκετά» 5 «συμφωνώ πάρα πολύ»

Πίνακας 30: Απαντήσεις μαθητών της ομάδας X-Robot και του συνόλου των μαθητών του ομίλου σε ερωτήσεις που αφορούν τη συνεργασία

Ερώτηση	Μ.Ο συνόλου μαθητών	Μ.Ο ομάδα X-Robot
Όλα τα μέλη της ομάδας μου συμμετείχαν ισότιμα	2,9	2
Θα προτιμούσα να δούλευα ατομικά	1,8	2,5
Η εργασία της ομάδας μου θα είχε βελτιωθεί αν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου είχαν αποδεχθεί και δοκιμάσει τις προτάσεις μου	2,4	2,8

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 30, οι μαθητές της ομάδας X-Robot συμφωνούν περισσότερο από το σύνολο των μαθητών στην πρόταση «Θα προτιμούσα να δούλευα ατομικά», ενώ στην πρόταση «Όλα τα μέλη της ομάδας μου συμμετείχαν ισότιμα» διαφωνούν περισσότερο συγκριτικά με τον μέσο όρο των μαθητών του ομίλου.

Β. Ρόλοι μέσα στην ομάδα

Οι ρόλοι που είχαν έμμεσα αποκτήσει οι μαθητές ήταν σταθεροί και συγκεκριμένοι. Αυτοί οι ρόλοι καθόριζαν και τις αντίστοιχες συμπεριφορές τους.

Ο μαθητής Χ1 είχε συμπεριφορά αρχηγική. Ήθελε να έχει την πρωτοβουλία και δεν άκουγε εύκολα τη γνώμη των άλλων. Ήταν συνεπής και δεν παρασυρόταν εύκολα από αστεία, ήταν προσηλωμένος στο στόχο του και σοβαρός στη δουλειά του. Συνεργαζόταν με τα υπόλοιπα παιδιά βάζοντας τους δικούς του κανόνες. Υπερασπιζόταν την γνώμη του με πάθος. Ακόμα και όταν οι μαθητές Χ2 και Χ4 είχαν αναλάβει το προγραμματιστικό κομμάτι, τους καθοδηγούσε ενώ εκείνος ασχολιόταν με την κατασκευή. Αξιοσημείωτη είναι η αλλαγή της συμπεριφοράς του μαθητή Χ1 στην τελευταία συνάντηση. Επειδή δεν μπορούσε να συμμετέχει στην τελική παρουσίαση της εργασίας της ομάδας, δήλωσε ότι δεν ήταν διατεθειμένος να συμμετέχει περισσότερο στην επίλυση των προβλημάτων που αντιμετώπιζαν, πράγμα που δηλώνει ότι δεν ενδιαφερόταν για το τελικό αποτέλεσμα της ομάδας στην οποία άνηκε, αλλά για την προσωπική του

προβολή. Μία άλλη ερμηνεία της συγκεκριμένης συμπεριφοράς μπορεί να είναι το γεγονός ότι, αντιλαμβανόμενος τις δυσκολίες επίλυσης των συσσωρευμένων προβλημάτων, αποχώρησε για να μην επωμιστεί το βάρος της αποτυχίας.

Ο ίδιος στην ατομική του συνέντευξη ανέφερε ότι υπήρξαν διάφοροι ρόλοι και αρμοδιότητες μεταξύ τους. Για τον μαθητή Χ3, ανέφερε ότι ήταν πάρα πολύ καλός από την αρχή στην κατασκευή. Για το λόγο αυτό, από τις πρώτες συναντήσεις, ο ίδιος μαζί με τον Χ3 ανέλαβαν την κατασκευή. Για τους μαθητές Χ2 και Χ4 αναφέρει ότι ανέλαβαν τον προγραμματισμό. Επειδή όμως δεν κατάφεραν να ανταπεξέλθουν στις αρμοδιότητες αυτές και ζητούσαν τη βοήθειά του αναγκάστηκε να επέμβει στο τέλος της κατασκευής για να αναλάβει και τον προγραμματισμό. Ο ίδιος χαρακτήρισε το ρόλο του στην ομάδα ως ηγετικό, δηλαδή είχε τον πλήρη έλεγχο της εργασίας, έκανε προτάσεις και εκτελούσε τις προτάσεις αυτές.

Ο μαθητής Χ2 μπορεί να θεωρηθεί η «ήρεμη δύναμη» στην ομάδα. Αν και ήταν εύστροφος και συνεπής μαθητής, προσπαθούσε να διατηρεί μια ευγενική στάση απέναντι στην αρχηγική στάση του μαθητή Χ1 και να μην εμπλακεί σε αντιπαραθέσεις. Συμμετείχε ενεργά και έδειχνε μεγάλο ενδιαφέρον, αλλά χωρίς να κάνει την παρουσία του έντονη και χωρίς να παρεμβαίνει στη δουλειά των άλλων. Προσπαθούσε να πει τη γνώμη του και όταν έβλεπε ότι δεν ακουγόταν από τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας του απευθυνόταν και στον εκπαιδευτικό. Συχνά, οι ιδέες του ήταν ορθές αλλά η επιμονή του μαθητή Χ1 δεν επέτρεπε να δοκιμαστούν. Τελικά, ήταν αυτός που στο τέλος των συναντήσεων αντιμετώπισε τις μεγαλύτερες δυσκολίες και το περισσότερο άγχος, καθώς χρειάστηκε να κάνει μόνος του όλο τον προγραμματισμό από την αρχή και να παρουσιάσει μόνος του τη δουλειά της ομάδας. Εκεί αποδείχτηκε και η ικανότητα του. Ο μαθητής Χ2 ήταν πολύ συνεργάσιμος, άκουγε άλλες γνώμες, τις αξιολογούσε και λειτουργούσε ανάλογα. Η συμπεριφορά του προς τα άλλα μέλη ήταν φιλική και ευχάριστη, σεβόταν τις υπόλοιπες παρουσίες και ενεργούσε ευγενικά μαζί τους.

Ο μαθητής Χ2, στη συνέντευξη του, πήρε θέση για τους ρόλους που δημιουργήθηκαν μεταξύ τους. Για τον μαθητή Χ3 αναφέρει ότι ήταν καλός στην κατασκευή του ρομπότ. Για τον μαθητή Χ1 είπε ότι ήταν καλός στον προγραμματισμό. Βέβαια, έφτασαν στο τέλος στο σημείο να μην έχουν προλάβει αυτό που ήθελαν να υλοποιήσουν από την αρχή της χρονιάς και επειδή ήταν ο μόνος που θα παρουσίαζε την εργασία τους, πήρε όλη την ευθύνη πάνω του και δούλεψε πολύ στον προγραμματισμό τις τελευταίες μέρες. Χαρακτήρισε το ρόλο του στην ομάδα ως διεκπεραιωτή. Δηλαδή άκουγε τις προτάσεις των συμμαθητών του, εκτελούσε αυτά που του ανέθεταν, αλλά σπάνια έπαιρνε πρωτοβουλίες.

Ο μαθητής Χ3 έδειχνε ενδιαφέρον κυρίως κατά την κατασκευή του ρομπότ. Και συμμετείχε ενεργά. Προσπαθούσε να εκφράζει τη γνώμη του και να παίρνει πρωτοβουλίες έχοντας συχνά αντιθέσεις με το μαθητή Χ1. Εκνευριζόταν αρκετά από τη στάση του Χ1 και πολλές φορές αποσυρόταν, γιατί δεν ήθελε να τσακωθεί μαζί του. Ο μαθητής Χ3 ήταν αυτός που συχνά παρέσυρε του άλλους σε εργασίες μη σχετικές με το θέμα της ομάδας τους. Ήταν ο πιο αστείος της παρέας, με κίνδυνο κάποιες φορές να παρασύρει ή να αποσυντονίζει την εργασία της ομάδας. Παράλληλα δρούσε φιλικά προς την ομάδα, ήταν συνεργάσιμος και σεβόταν τις γνώμες των άλλων.

Ο μαθητής Χ3 ανέφερε στη συνέντευξή του ότι δεν είχαν ιδιαίτερα διαφορετικές αρμοδιότητες. Όλοι μαζί έπαιρναν ένα κομμάτι εργασίας και ασχολούνταν όλοι με αυτό. Χαρακτήρισε το ρόλο του στην ομάδα ως διεκπεραιωτή (άκουγε τις

προτάσεις των συμμαθητών του, εκτελούσε αυτά που του ανέθεταν, σπάνια έπαιρνε πρωτοβουλίες) Ανέφερε ότι θα ήθελε πολύ να είχε ηγετικό ρόλο στην ομάδα. Συγκεκριμένα ανέφερε: 'Μακάρι να είχα το ρόλο ηγέτη, θα το ήθελα πολύ. Αλλά είχα το ρόλο του τρίτου'.

Τέλος, ο μαθητής Χ4, ήταν ο πιο ήσυχος από όλους τους άλλους. Δεν ήταν τόσο ενεργός, είχε περισσότερο ρόλο παρατηρητή και εξέφραζε τη γνώμη του σπάνια, εκεί που το θεωρούσε αναγκαίο, έδειχνε όμως ενδιαφέρον για την εργασία τους καθ' όλη τη διάρκεια των συναντήσεων. Συμμετείχε και αυτός, συζητώντας, με τα υπόλοιπα μέλη, και παρατηρώντας τις κινήσεις τους. Δεν έμπαινε στη διαδικασία διαπληκτισμού με το μαθητή Χ1, και βοηθούσε και αυτός στη διατήρηση ενός ευχάριστου κλίματος. Ο μαθητής Χ4 ήταν και αυτός φιλικός και συνεργάσιμος. Συμμετείχε σε μικρότερο βαθμό, όχι από έλλειψη ενδιαφέροντος, αλλά, ίσως, από έλλειψη γνώσεων, ή φόβο να εκτεθεί.

Σε όλη τη διάρκεια των συναντήσεων, όλοι οι μαθητές έδειξαν ενδιαφέρον και προθυμία για την επίτευξη του στόχου τους. Και στα τέσσερα αυτά παιδιά, το ενδιαφέρον και η στάση παρέμειναν αμείωτα και σταθερά καθ' όλη τη διάρκεια των συναντήσεων τους. Όμως, κάθε παιδί το εκδήλωνε με διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το χαρακτήρα του και τις συνθήκες. Συνολικά, η ομάδα δεν λειτούργησε ομαλά. Υπήρχε δυσκολία να αντιμετωπιστούν οι διαφορετικές απόψεις. Ο μαθητής Χ1 επέβαλε την γνώμη του αναλαμβάνοντας ταυτόχρονα να κάνει και όλη τη δουλειά, χωρίς να αξιολογεί την προσφορά των άλλων μελών της ομάδας. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας είχαν σταθερά την στάση να μην δημιουργούν εντάσεις και όταν οι διαφωνίες γίνονταν μεγάλες η ομάδα οδηγούνταν σε διάσπαση (δύο υποομάδες) ή τα μέλη της ασχολούνταν με θέματα άσχετα της εργασίας τους. Η ποιότητα της δουλειάς που παρήγαγε η ομάδα επηρεάστηκε από αυτήν την δυναμική.

Γ. Αλληλεπίδραση με άλλες ομάδες

Οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών με τις άλλες ομάδες φαίνονταν κυρίως στο τέλος των συναντήσεων, όπου όλες οι ομάδες παρουσίαζαν την εξέλιξη της δουλειάς τους. Βέβαια, σε αρκετές περιπτώσεις και κατά τη διάρκεια των συναντήσεων, οι μαθητές επισκέπτονταν άλλες ομάδες για να δουν πόσο έχουν προχωρήσει και να κάνουν διάφορες παρατηρήσεις.

Ειδικότερα, ο μαθητής Χ1, αγχωνόταν από την πρώτη κιόλας συνάντηση για την πορεία της ομάδας του συγκριτικά με τις άλλες ομάδες. Φοβόταν ότι η δυσκολία της κατασκευής θα τους καθυστερούσε και θα έμεναν πίσω σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες. Για το λόγο αυτό, προσπαθούσαν σχεδόν παράλληλα να ασχολούνται και με την κατασκευή, αλλά και με τον προγραμματισμό. Παρουσιάζεται ενδεικτικά ο διάλογος μεταξύ των μελών άλλων ομάδων, στο τέλος της δεύτερης παρουσίασης, όταν τους ζητήθηκε να εκφέρουν τη γνώμη τους για την εργασία της ομάδας x-robot.

Μαθητής 1:Θέλει πολλή δουλειά.

Μαθητής 2: Το '+' είναι απλό.

Μαθητής 3:Να το προγραμματίσετε να τυπώνει κάτι πιο σύνθετο.

Μαθητής 4: Τα γράμματα είναι απλά, να γράφει κάποιο σχήμα.

Εκπαιδευτικός: Ποια γράμματα πιστεύετε ότι είναι εύκολο να γράψει;

Μαθητές: Το 'Ι', το 'Χ', το 'Γ', το 'Η' κλπ

Μαθητής X2 :Δεν είναι τόσο εύκολα όσο νομίζετε.

Μαθητής X1 : Μας δυσκολεύει να κάνουμε τον συνδυασμό των γραμμάτων, δηλαδή πώς θα ενώνεται το μήνυμα, πώς θα κάνει τη σωστή γωνία, και πώς θα επιστρέφει κάνοντας τη σωστή γραμμή.

Μαθητής 6:Γιατί δεν σηκώνεται τον μαρκαδόρο για να γράφει το 'Κ' πιο καλά;

Μαθητή 7: Γιατί δεν κάνετε τα γράμματα ψηφιακά; Έτσι θα είναι τετραγωνισμένα.

Μαθητής X1: Μπορεί να μας πάρει περισσότερο χρόνο.

Εκπαιδευτικός: Πρέπει να σκεφτείτε ποια είναι η σχέση του μαρκαδόρου με τις ρόδες του ρομπότ. Για να δείτε τις στροφές, που και τότε θα ξεκινάει.

Μαθητής X1: Το έχω δει. Οι ρόδες είναι παράλληλες και ο μαρκαδόρος κάνει διαγώνια κίνηση.

Εκπαιδευτικός: Σκεφτείτε πως θα σχεδιάζετε. Με ποιες βασικές σχεδιαστικές αρχές.

(X-Robot, 2^η συνάντηση)

Οι μαθητές στις ατομικές τους συνεντεύξεις απάντησαν και σε ερωτήσεις που αφορούσαν τις αλληλεπιδράσεις τους με τις υπόλοιπες ομάδες. Συγκεκριμένα, ο μαθητής X1 ισχυρίστηκε ότι του φάνηκαν πολύ χρήσιμες οι παρουσιάσεις των υπόλοιπων ομάδων στο τέλος κάθε συνάντησης. Ο κεντρικός στόχος που υπήρχε για όλους, του προκάλεσε ενδιαφέρον και τον έκανε να προσπαθεί και να συμμετέχει. Στα προβλήματα που είχαν στην αρχή, όταν σχεδιάζαν ένα απλό τετράγωνο, έβλεπε το ρομπότ ενός συμμαθητή του να πηγαίνει καλύτερα από το δικό του και αυτό τον πείσμωνε, αλλά περισσότερο του έδινε ιδέες για να βελτιωθεί. Ήταν χρήσιμες οι παρουσιάσεις τόσο μεταξύ των παιδιών της ίδιας της ομάδας όσο και μεταξύ όλων των ομάδων. Ο μαθητής X3 συμφώνησε και αυτός ότι οι παρουσιάσεις που έκαναν όλοι μαζί τον βοήθησαν στο να κατανοήσει κάποια δυσνόητα σημεία, αλλά και στο να πάρει ιδέες για τη δική τους κατασκευή.

Αντιθέτως, ο μαθητής X2 ανέφερε ότι δεν του φάνηκαν χρήσιμες οι παρουσιάσεις των υπόλοιπων ομάδων και ισχυρίστηκε ότι το αποτέλεσμα της εργασίας τους ήταν εντελώς δική τους δουλειά, χωρίς καθόλου επιρροές.

Δ. Αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό

Σε τακτά χρονικά διαστήματα, ο εκπαιδευτικός περνούσε από την ομάδα και ρωτούσε για την εξέλιξη της εργασίας τους. Συχνά, χρησιμοποιούσε ερωτήσεις και έκανε κατάλληλες υποδείξεις. Για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της δεύτερης συνάντησης, ο εκπαιδευτικός πλησίασε τους μαθητές:

Εκπαιδευτικός: Τι κίνηση πρέπει να κάνει το ρομπότ για να γράψει μια ευθεία γραμμή;

Μαθητής X3: Μπροστά και πίσω.

Εκπαιδευτικός: Πόσες θέσεις έχει το μολύβι ;

Μαθητής X3: Έχει 2 θέσεις, πάνω και κάτω. Όταν είναι κάτω, γράφει και πάνω σηκώνεται ο μαρκαδόρος.

(X-Robot, 2^η συνάντηση)

Μετά τη δοκιμή της ευθείας, ο εκπαιδευτικός τους πρότεινε να μειώσουν τις ταχύτητες των κινητήρων και να κάνουν δοκιμές πιο συχνά για να διαπιστώνουν τι

τυπώνεται. Ο μαθητής X1 που μέχρι τότε είχε ακούσει το ίδιο σχόλιο και από το μαθητή X2 και το μαθητή X3, αλλά δεν είχε συναινέσει, μετά από την επέμβαση του εκπαιδευτικού έκανε τις απαραίτητες αλλαγές.

Ο εκπαιδευτικός παρατηρούσε ότι υπήρχε άνιση συμμετοχή των μελών στην ομάδα και προσπαθούσε να τους βοηθήσει αναθέτοντας τους προσωρινά καθήκοντα ή κάνοντας ευθείς αναφορές στην ανάγκη συνεργασίας.

Μετά το τέλος της δεύτερης συνάντησης και μόλις οι μαθητές παρουσίασαν τη δουλειά τους, ο εκπαιδευτικός τους έκανε κάποιες ερωτήσεις για να καταλάβει τον τρόπο σκέψης τους.

Μαθητής X1: Το προγραμματίσαμε έτσι ώστε να μπορέσει να κάνει ένα '+', μας δυσκόλεψε αρκετά στην κατασκευή και ακόμα δεν είναι έτοιμο.

Εκπαιδευτικός: Τι σας δυσκόλεψε ;

Μαθητής X1: Εγώ πιστεύω ότι μας δυσκόλεψε η αστάθεια, δεν είναι σταθερό.

Εκπαιδευτικός: Τι δεν είναι σταθερό;

Μαθητής X1: Ο μαρκαδόρος.

Εκπαιδευτικός: Τι κάνατε σήμερα δηλαδή; Το πρώτο πράγμα;

Μαθητής X1: Σήμερα προσπαθήσαμε, όσο μπορούμε, να σταθεροποιήσουμε τον κινητήρα, δηλαδή να μην κινείται πάνω κάτω ο κινητήρας.

Εκπαιδευτικός: Εννοείτε δηλαδή να πάψει να κινείται και αφήσατε μόνο μια μορφή ελευθερίας κίνησης μόνο στο μαρκαδόρο. Πιστεύω ότι δεν είναι εμφανισιακά ωραίο. Τι άλλο πρόβλημα αντιμετωπίσατε ενώ προγραμματίζατε;

Μαθητής X1: Στη στροφή, δεν σκέφτηκα όταν στρίβει να σηκώσω τον κινητήρα. Αυτό είναι λάθος.

Εκπαιδευτικός: Από τους πειραματισμούς σας, το πόσο κινείται μπροστά και πίσω, έχει μια σταθερότητα;

Μαθητής X1: Ναι.

Εκπαιδευτικός: Κάθε φορά είναι το ίδιο;

Μαθητής X1: Όχι.

Εκπαιδευτικός: Δηλαδή;

Μαθητής X1: Θέλει ακόμα δουλίτσα. Για μια απόσταση θέλει 1 δευτερόλεπτο, ενώ για τη διπλάσια της θέλει 7 δευτερόλεπτα.

Εκπαιδευτικός: Γιατί να συμβαίνει αυτό;

Μαθητής X1: Δεν ξέρω, ήταν περίεργο. Μήπως φταίει ο κατασκευαστής και λειτουργεί έτσι;

Μαθητής X2: Να βάλουμε περισσότερα δευτερόλεπτα για να γυρνάει και να καλύπτει το κενό.

(X-Robot, 2η συνάντηση)

Στην τρίτη συνάντηση, ο εκπαιδευτικός ρωτάει τα παιδιά πώς έχουν σκεφτεί ότι θα τυπώνεται το μήνυμα. Τα παιδιά είχαν σκεφτεί να βάλουν το σύνολο των εντολών σε ένα αρχείο και να τυπώνονται συνεχόμενα ένα μήνυμα 'K+E'. Αυτό βέβαια περιόριζε την ποικιλία των μηνυμάτων που θα μπορούσαν να γραφτούν με

τον τρόπο αυτό. Ο εκπαιδευτικός τους επισήμανε την χρήση των My Blocks. Συγκεκριμένα, εξήγησε στην ομάδα την ιδέα του My Block και γιατί έπρεπε να τυπώνονται ξεχωριστά τα γράμματα. Πρώτα δηλαδή το 'Κ', μετά το '+' και στη συνέχεια το 'Ε' σε τρία διαφορετικά My Blocks. Για το λόγο αυτό, μετά την αποτύπωση του κάθε γράμματος ο NXT writer θα έπρεπε να πηγαίνει και σε μια συγκεκριμένη θέση για να είναι έτοιμος να ξεκινήσει το επόμενο γράμμα. Έτσι, το κάθε γράμμα θα τυπωνόταν όσες φορές ήθελαν. Με τον τρόπο αυτό, το πρόγραμμα τους θα ήταν επεκτάσιμο και θα μπορούσε να εξελιχθεί.

Και στην τέταρτη συνάντηση, τέθηκε ξανά από τον εκπαιδευτικό το θέμα για το 'Κ', της πλευράς που τυπώνεται και της ένωσης του με το '+'. Εξήγησε για δεύτερη φορά στους μαθητές τη χρήση των My blocks. Τα παιδιά δυσκολεύονταν να κατανοήσουν τη δημιουργία τους, καθώς η επεξήγηση γινόταν στο τέλος της συνάντησης που ήταν ήδη αρκετά κουρασμένοι και δεν μπορούσαν να συγκεντρωθούν. Ο μαθητής Χ1 προσπάθησε να αποθηκεύσει τις συναρτήσεις του σε My Blocks.

Στην συνάντηση αυτή, επίσης, το πρόβλημα που αντιμετώπισαν ήταν με τις μοίρες του κινητήρα, αφού ο μαρκαδόρος δεν έφτανε πάντα μέχρι κάτω.

Εκπαιδευτικός: Τι λάθος υπάρχει;

Μαθητής Χ2: Οι αποστάσεις στο '+' δεν είναι σωστές. Ο μαθητής Χ1 διόρθωσε τις αποστάσεις, τα δευτερόλεπτα και την ταχύτητα ώστε να έχουν ίδιες τιμές.

Εκπαιδευτικός: Μαθητή Χ1 τι τιμές έχεις βάλει;

[Ο Χ1 δεν απαντά τον εκπαιδευτικό]

Εκπαιδευτικός: Έχετε καταφέρει όταν του λέτε μπρός και πίσω με τις ίδιες τιμές να το κάνει ή όχι; Φτάνει στο αρχικό σημείο;

Μαθητής Χ1: Όχι, γιατί το έχουμε προγραμματίσει για μπροστά 1 δευτερόλεπτο, ενώ για πίσω 8 δευτερόλεπτα με την ίδια ταχύτητα για να το κάνει.

Εκπαιδευτικός: Κάνετε δοκιμές για να το πετύχετε;

Μαθητής Χ2: Πρέπει να αλλάξουμε τα δευτερόλεπτα να βάλουμε περισσότερα για να έχει ίδιο μήκος το '+'.

(X-Robot, 4η συνάντηση)

Παρουσιάζεται παρακάτω ένα ενδεικτικό παράδειγμα βοήθειας του εκπαιδευτικού προς τους μαθητές.

Εκπαιδευτικός: Πώς γίνεται η στροφή; Στρίβει το ρομπότ ως προς το κέντρο του ή ως προς την μια ρόδα η οποία είναι ακίνητη ενώ η άλλη περιστρέφεται; Πως γίνεται αλλαγή κατεύθυνσης του ρομπότ κατά 90°;

[Τα παιδιά μπερδεύτηκαν με την ερώτηση]

Μαθητής Χ1: Εγώ έβαλα 360° τη στροφή.

(X-Robot, 2η συνάντηση)

Ο εκπαιδευτικός τους εξηγεί ότι για να γυρίσει 90° το ρομπότ χρειάζεται να κάνει περιστροφή 360° ο ένας τροχός, ενώ ο άλλος είναι σταθερός. Τους εξηγεί ότι υπάρχει και άλλος τρόπος για να στρίψει, να κινηθεί ο ένας τροχός μπροστά και ο άλλος πίσω. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν τον πρώτο τρόπο.

Μαθητής Χ3: Μα το λογικό είναι να χρειάζονται 90° για να κάνει την κίνηση που θέλουμε και με 360° θα έπρεπε να κάνει κύκλο.

[Ο εκπαιδευτικός το εξηγεί διαγραμματικά κάνοντας ερωτήσεις.]

Εκπαιδευτικός: Η ρόδα ξετυλίγεται στο πάτωμα. Το πόσο θα ξετυλιχθεί έχει να κάνει με τη ρόδα. Αν κάνουν και οι δύο τροχοί μια πλήρη περιστροφή, πόσο μπροστά θα πάει το αυτοκίνητο;

Μαθητής Χ1: Θα στρίψει.

Εκπαιδευτικός: Άμα έχω την ίδια ταχύτητα στους κινητήρες, πως θα κινηθεί, τι κίνηση θα κάνει;

Μαθητής Χ1: Ευθεία.

Εκπαιδευτικός: Πόσο;

Μαθητής Χ1: Πρέπει να ξέρω την περίμετρο του κύκλου.

Εκπαιδευτικός: Πολύ σωστά. Επομένως, βρήκατε ότι για να στρίψει το ρομπότ 90° , η ρόδα πρέπει να κάνει μια πλήρη περιστροφή, γιατί;

Μαθητής Χ1: Η μια ρόδα κάνει μια πλήρη περιστροφή. Το ρομπότ όμως κάνει περιστροφή 90° .

Εκπαιδευτικός: Αυτό συμβαίνει πάντα;

Μαθητής Χ1: Όχι εξαρτάται από το ρομπότ.

Εκπαιδευτικός: Τυχαίνει σε αυτό το ρομπότ το $\frac{1}{4}$ του κύκλου να είναι όσο η περίμετρος της ρόδας.

(X-Robot, 2η συνάντηση)

Σε όλες τις συναντήσεις, ο εκπαιδευτικός παρατηρούσε την αρχηγική συμπεριφορά του Χ1 και μη θέλοντας να παρέμβει περισσότερο προσπάθησε να προσφέρει τη βοήθειά του απλά εκφράζοντας τη γνώμη του και επεξηγώντας κάποια δυσνόητα σημεία σε όσους μαθητές ήταν πρόθυμοι να τον ακούσουν.

Συνοπτικά, οι μαθητές ζητούσαν τη βοήθεια του εκπαιδευτικού όταν συναντούσαν δυσκολίες και όταν διαφωνούσαν μεταξύ τους. Ο εκπαιδευτικός, από την άλλη πλευρά, δεν παρενέβαινε στο έργο των μαθητών παρά μόνο δίνοντας τους κάποιες ιδέες ή επισημαίνοντας τους κάποιες παρατηρήσεις για να προκαλέσει τον προβληματισμό τους, όταν οι μαθητές ήταν μπερδεμένοι και έχαναν άσκοπα χρόνο, ή όταν ζητούσαν τη γνώμη του.

Ο εκπαιδευτικός για να αντιμετωπίσει την δυσαρμονία της ομάδας παρότρυνε τα παιδιά να χωριστούν σε ζευγάρια και να μοιράσουν τη δουλειά της κατασκευής και του προγραμματισμού. Έτσι, θα μπορούσαν να εργάζονται αυτόνομα και να έχουν όλοι δικαίωμα συμμετοχής σε κάτι.

Κατά τη διάρκεια των συναντήσεων επίσης, πρότεινε κάποιες λύσεις για να βοηθήσει τα παιδιά να αποβάλουν το άγχος τους, να μειώσουν τις εντάσεις μεταξύ τους, και να προχωρήσουν την εργασία τους, τόσο ως προς το κατασκευαστικό, όσο και προς το προγραμματιστικό κομμάτι.

6.2 Ομάδα Transformer και το mini golf

Η δεύτερη ομάδα ονομάστηκε Transformers. Την ομάδα Transformers αποτελούσαν τεσσερα μέλη. Για τις ανάγκες της έρευνας αυτής, οι μαθητές θα αναφέρονται ως μαθητής T1, μαθητής T2, μαθητής T3, μαθητής T4. Οι μαθητές T1 και T2 ήταν αγόρια μαθητές της Γ' Γυμνασίου και οι T3 και T4 ήταν μαθήτριες της Β' Γυμνασίου.

6.2.1 Ορισμός του προβλήματος

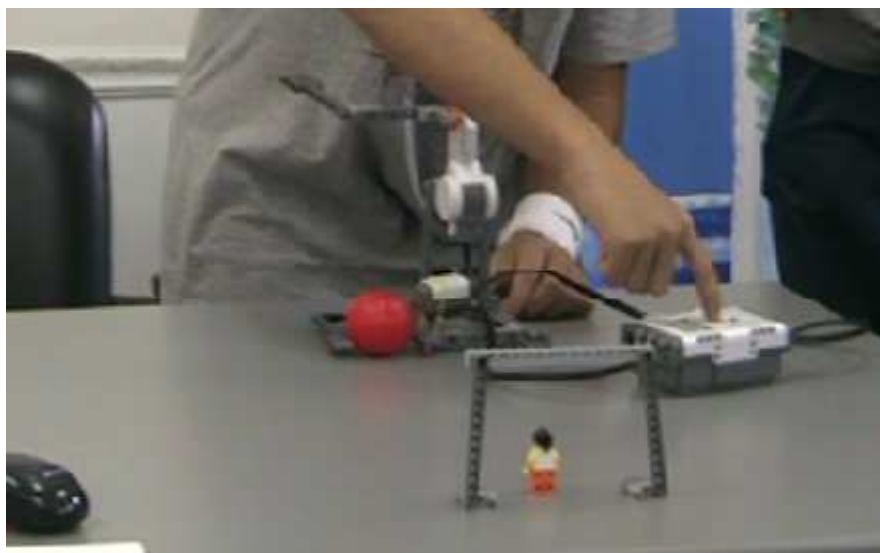
Η ομάδα Transformers αξιοποίησε μία λειτουργία: την ενεργοποίηση ενός κινητήρα ανάλογα με το χρώμα της μπάλας που ανίχνευε. Η ιδέα μετεξελίχτηκε σε μία μηχανή, η οποία χτυπούσε μπάλες με διαφορετική δύναμη, ανάλογα με το χρώμα της μπάλας και τελικά, η μηχανή αυτή εντάχθηκε σε δύο παιχνίδια το mini golf και το bowling στα οποία η ένταση του κινητήρα άλλαζε με δυναμικό τρόπο.

Η ομάδα Transformers, από την πρώτη συνάντηση, αποφάσισε να αξιοποιήσει την παρακάτω λειτουργία: έναν αισθητήρα φωτός που θα αναγνώριζε το χρώμα μιας μπάλας και θα άναβε το ανάλογο φως. Η μεγαλύτερη πρόκληση για αυτούς ήταν να οργανώσουν την ιδέα τους σε μια κατασκευή που να έχει κάποια χρηστικότητα, αίτημα που τέθηκε από τον εκπαιδευτικό του ομίλου. Η κύρια πηγή από την οποία άντλησαν ιδέες αποτέλεσε το διαδίκτυο. Έτσι, παίρνοντας ιδέες από το διαδίκτυο και επηρεασμένοι από τις μηχανές που εκτοξεύουν μπάλες στο τένις αποφάσισαν να φτιάξουν μια κατασκευή, η οποία θα εκτόξευε μπάλες με ανάλογη δύναμη κάθε φορά. Ο μηχανισμός αυτός χρησιμοποιήθηκε για την προσομοίωση παιχνιδιών, όπως το mini golf και το bowling.

6.2.2 Εξέλιξη της κατασκευής

Η αρχική ιδέα της ομάδας Transformers ήταν να χρησιμοποιήσουν στην κατασκευή τους έναν αισθητήρα φωτός και έναν κινητήρα. Μπροστά στον αισθητήρα φωτός τοποθετούσαν μια μπάλα, η οποία, ανάλογα με το χρώμα της, εκτοξεύονταν με ανάλογη δύναμη από τον κινητήρα. Πριν αποφασίσουν το τι θα κατασκεύαζαν, έκαναν μια αναζήτηση στο διαδίκτυο προκειμένου να πάρουν ιδέες. Χαρακτηριστικό είναι ότι δεν επέλεξαν να φτιάξουν κάτι έτοιμο που βρήκαν στο διαδίκτυο, αλλά προσπάθησαν να δημιουργήσουν κάτι δικό τους πρωτότυπο.

Στην πρώτη συνάντηση, έφτιαξαν μία κατασκευή ανίχνευσης χρώματος και εκτόξευσης μπάλας. Όταν τελείωσαν με την κατασκευή και άρχισαν να τη δοκιμάζουν και να πειραματίζονται, διαπίστωσαν ότι έπρεπε να προσθέσουν, στο σημείο όπου βρίσκονταν ο αισθητήρας φωτός, μια βάση η οποία θα συγκρατούσε τη μπάλα για να μη φεύγει από τη θέση της. Έφτιαξαν ένα στήριγμα το οποίο συγκρατούσε την μπάλα σε μια θέση. Στην συνέχεια, για να εντάξουν την κατασκευή τους σε ένα παιχνίδι αποφάσισαν να φτιάξουν ένα τέρμα ποδοσφαίρου. Στην εικόνα 28 φαίνεται η παρουσίαση της κατασκευής στο τέλος της 1ης συνάντησης.



Εικόνα 28: Η μορφή της κατασκευής στο τέλος της 1^{ης} συνάντησης

Στη δεύτερη συνάντηση, ο μαθητής T1 προσπαθούσε να πείσει τους υπόλοιπους στην ομάδα να φτιάξουν μια νέα κατασκευή, υποστηρίζοντας ότι αυτό που είχαν κατασκευάσει ήταν κάτι πολύ απλό. Μετά την παρέμβαση του εκπαιδευτικού, αποφάσισαν να συνεχίσουν την κατασκευή που είχαν αρχίσει. Ο μαθητής T1 πρότεινε να προσθέσουν έναν αισθητήρα αφής. Όταν η μπάλα, η οποία εκτοξεύονταν από το ένα άκρο, χτύπαγε στον αισθητήρα αφής, τότε ένα όχημα θα την επέστρεφε στην αρχική της θέση. Το πρόβλημα που αντιμετώπισαν όσον αφορά το κατασκευαστικό κομμάτι ήταν ότι η μπάλα δεν θα μπορούσε να φτάσει με κατάλληλη δύναμη και φορά ώστε να πιέζει τον αισθητήρα αφής. Έτσι, κατασκεύασαν μια επιφάνεια μπροστά από τον αισθητήρα αφής που όταν έπεφτε η μπάλα πάνω της πιεζόταν ο αισθητήρας. Αυτό που παρατήρησαν ήταν ότι στο νέο κομμάτι έπρεπε να προσθέσουν μια βάση, ώστε να είναι πιο ψηλό και να μπορεί η επιφάνεια να πηγαίνει προς τα πίσω όταν έπεφτε πάνω της η μπάλα. Τέλος, έφτιαξαν και το όχημα, το οποίο, δυστυχώς, δεν πρόλαβαν να προγραμματίσουν ώστε να κινείται. Στην εικόνα 29 φαίνεται η κατασκευή των παιδιών στο τέλος της 2ης συνάντησης.



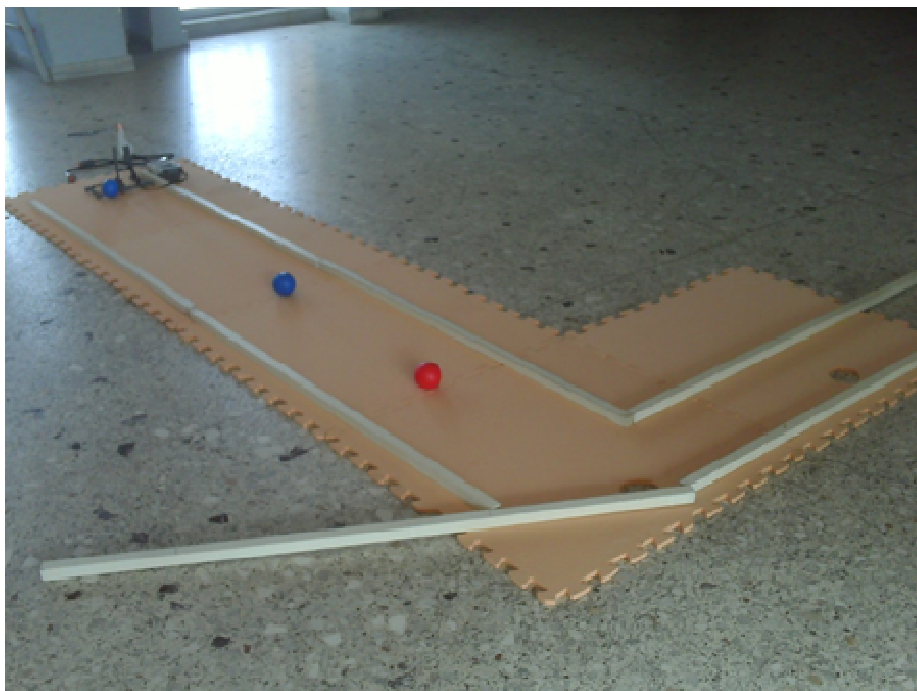
Εικόνα 29: Η μορφή της κατασκευής στο τέλος της 2^{ης} συνάντησης

Στις επόμενες συναντήσεις, τα παιδιά αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν την κατασκευή τους για να φτιάξουν ένα παιχνίδι mini golf. Κατασκευαστικά αποφάσισαν να αφαιρέσουν το κομμάτι του οχήματος και του αισθητήρα αφής.



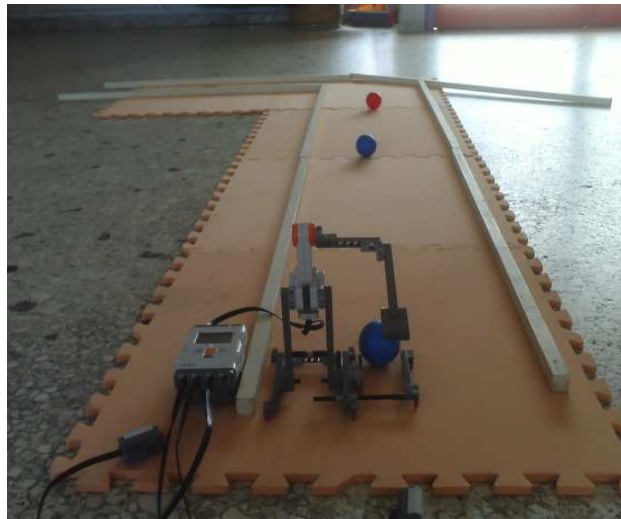
Εικόνα 30: Η τελική μορφή της κατασκευής

Για την κατασκευή της μακέτας, χρησιμοποίησαν ένα ταμπλό πάνω στο οποίο κόλλησαν πράσινο χαρτόνι. Με τη λύση αυτή, είχαν πρόβλημα με τη σταθεροποίηση της μπάλας. Έτσι, επέλεξαν να χρησιμοποιήσουν ένα άλλο υλικό, στο οποίο η μπάλα στεκόταν και κύλαγε πιο εύκολα. Όταν έκαναν δοκιμές, παρατήρησαν ότι υπήρχε ένα πρόβλημα. Όταν εκτοξεύονταν η μπάλα προς μια τρύπα, αν δεν έμπαινε στον στόχο, τότε έβγαινε εκτός της μακέτας. Αντάλλαξαν διάφορες ιδέες και αποφάσισαν να τοποθετήσουν γύρω από την μακέτα ξύλινες βέργες. Στην εικόνα 31 φαίνεται η τελική μακέτα.



Εικόνα 31: Η μακέτα του mini golf

Στην τελευταία συνάντηση, τα παιδιά έκαναν μια τροποποίηση της κατασκευής τους. Πρόσθεσαν τρεις αισθητήρες αφής για τον έλεγχο των χτυπημάτων της μπάλας. Επίσης, αφαίρεσαν τον αισθητήρα χρώματος, καθώς δεν μπόρεσαν να βρουν κάποια χρησιμότητα που θα είχε. Κάθε αισθητήρας αφής ήταν υπεύθυνος για την ενεργοποίηση του κινητήρα και το χτύπημα της μπάλας με μία συγκεκριμένη δύναμη. Επίσης, έκαναν μια ακόμη αλλαγή. Μια άλλη ομάδα η οποία έφτιαξε μια κιθάρα, χρησιμοποιούσε έναν αισθητήρα υπερήχων. Επηρεασμένοι από αυτήν την ομάδα, πρόσθεσαν έναν αισθητήρα υπερήχων, ο οποίος εντόπιζε ένα αντικείμενο και ανάλογα με την απόσταση που βρίσκονταν αυτό ο κινητήρας εκτόξευε την μπάλα με ανάλογη δύναμη. Ήταν δηλαδή ένας εναλλακτικός τρόπος εκτόξευσης της μπάλας με διαφορετική δύναμη κάθε φορά. Τέλος, αποφάσισαν να αξιοποιήσουν την κατασκευή τους σε ένα ακόμη παιχνίδι το bowling, όπου στόχος θα ήταν η μπάλα να ρίξει όλες τις κορύνες. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η τελική κατασκευή.



Εικόνα 32: Η συσκευή εκτόξευσης

Οι δυο τάσεις που επικρατούσαν στην ομάδα στο τέλος της εργασίας φαίνονται στα παρακάτω αποσπάσματα:

‘Είμαι ευχαριστημένη. Αν είχαμε περισσότερο χρόνο θα μπορούσαμε να είχαμε αναπτύξει περισσότερο την κατασκευή μας καθώς και το πρόγραμμα.’

(ατομική συνέντευξη, μαθήτρια T3)

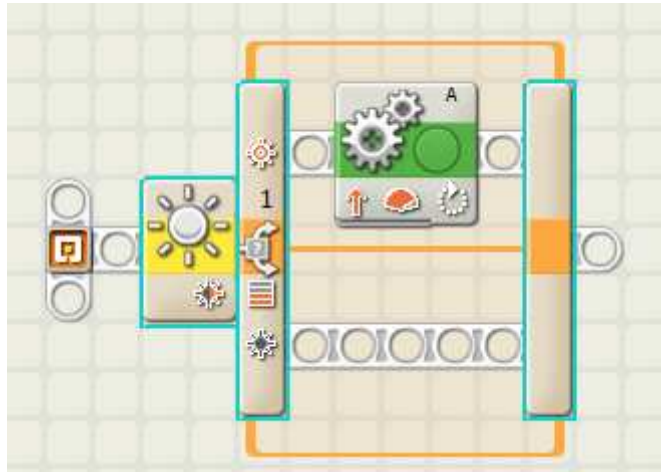
‘Προσωπικά, ήθελα να κάνω άλλη κατασκευή, αλλά τελικά καταλήξαμε σε αυτό, αλλά πραγματικά ήθελα να κάνω κάτι πολύ καλύτερο, αλλά δε μου βγήκε. Από αυτό που έκανα δεν είμαι καθόλου ευχαριστημένος. Δηλαδή ούτε στο ελάχιστο. Θα ήθελα να φτιάξω τον A REX, να είχα τα κομμάτια να τον έφτιαχνα εγώ.’

(ατομική συνέντευξη, μαθητής T1)

6.2.3 Εξέλιξη του προγραμματισμού

Στην πρώτη συνάντηση, μόλις οι μαθητές τελείωσαν με την κατασκευή, άρχισαν να πειραματίζονται με το πρόγραμμα. Η πρόθεση τους ήταν ο αισθητήρας φωτός να αναγνωρίζει το χρώμα της μπάλας και να ενεργοποιεί τον κινητήρα με διαφορετική δύναμη ανάλογα με το χρώμα της μπάλας. Με πρωτοβουλία του μαθητή T1, έβαλαν τον κινητήρα να κάνει πλήρη περιστροφή, έτσι ώστε μετά από κάθε χτύπημα ο μοχλός να γυρνά στην αρχική θέση. Αρχικά, είχαν προσπαθήσει

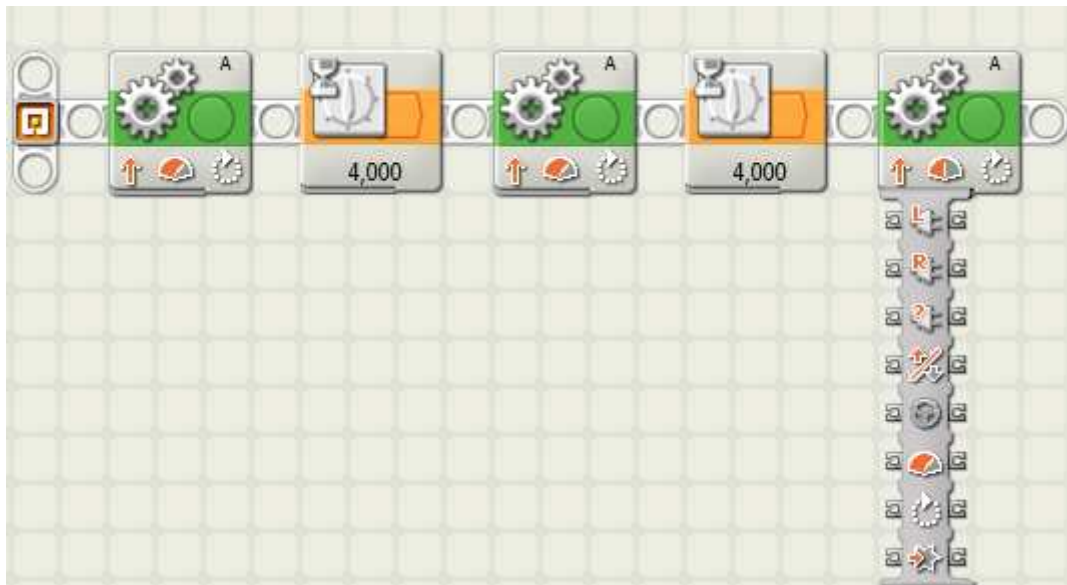
να βάλουν την περιστροφή, καθορίζοντάς την με χρονική διάρκεια, αλλά κατάλαβαν ότι θα είχαν καλύτερη ακρίβεια αν χρησιμοποιούσαν μίρες. Όταν έκαναν δοκιμή για να δουν αν λειτουργεί το πρόγραμμα, διαπίστωσαν ότι έπρεπε να αλλάξουν τη φορά περιστροφής του κινητήρα, γιατί η μπάλα πήγαινε προς την αντίθετη πλευρά (θέμα συνδεσμολογίας του κινητήρα). Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται το πρόγραμμα της ομάδας Transformers στο τέλος της 1^{ης} συνάντησης (εντολή επιλογής).



Εικόνα 33:Το πρόγραμμα στο τέλος της 1^{ης} συνάντησης

Στην επόμενη συνάντηση, οι μαθητές σκέφτηκαν να αρχίσουν μια καινούρια κατασκευή και δεν έκαναν καμία αλλαγή στο προγραμματιστικό κομμάτι. Κατασκευαστικά, πρόσθεσαν τον αισθητήρα αφής και το όχημα όπου θα επέστρεφε την μπάλα πίσω στην αρχική της θέση. Δεν πρόλαβαν να φτιάξουν το πρόγραμμα.

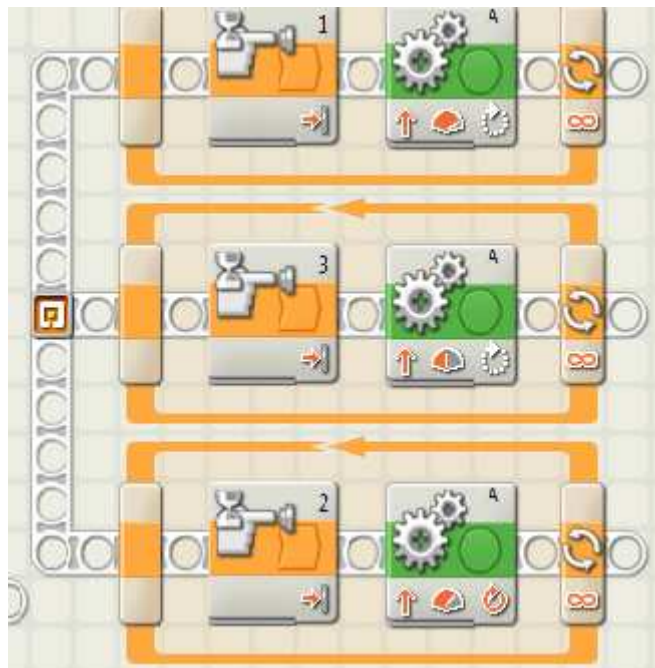
Στην τρίτη συζήτηση, τα παιδιά άλλαξαν τα σχέδια τους και αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν την κατασκευή τους για να φτιάξουν ένα mini golf. Αφαίρεσαν το κομμάτι με το όχημα που είχαν προσθέσει την προηγούμενη φορά και έκαναν διάφορες αλλαγές στο πρόγραμμα, όπως για παράδειγμα έβαλαν τον κινητήρα να ενεργοποιείται επαναληπτικά. Έκαναν δοκιμές αλλάζοντας τον χρόνο αναμονής ανάμεσα σε δύο διαδοχικές επαναλήψεις και την συχνότητα των επαναλήψεων. Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται το νέο πρόγραμμα. Ο κινητήρας A κάνει μια πλήρη περιστροφή με ισχύ 85. Μετά από αναμονή 4 δευτερόλεπτων, περιστρέφεται με μικρότερη ισχύ 75. Τέλος, περιμένει άλλα 4 δευτερόλεπτα και περιστρέφεται με ακόμη μικρότερη ισχύ 65.



Εικόνα 34:Το πρώτο πρόγραμμα για mini golf

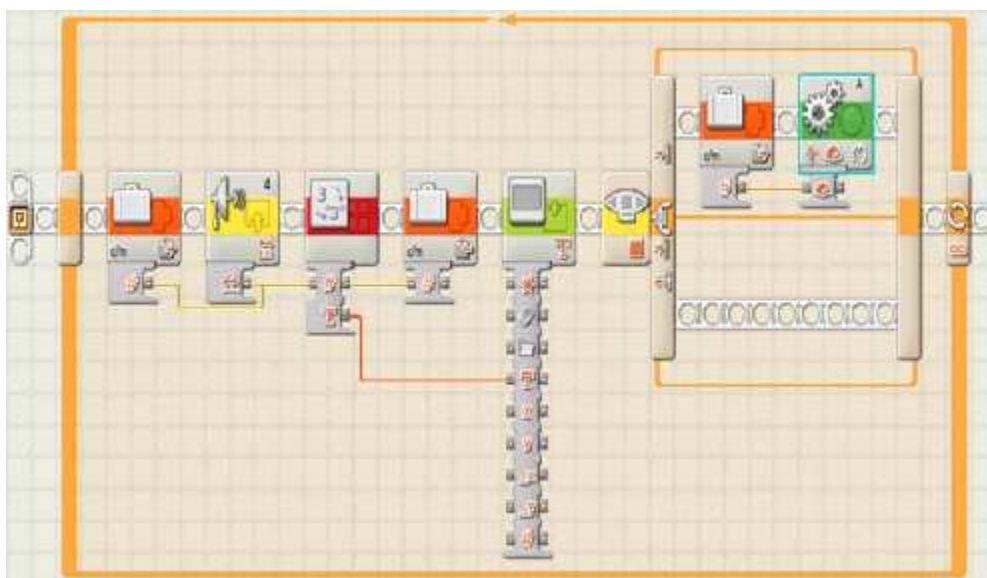
Σε κάθε περίπτωση, το προτεινόμενο πρόγραμμα δεν λάμβανε υπόψη του την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, αλλά εκτελούσε ένα συγκεκριμένο σενάριο, σύμφωνα με το οποίο, χτυπούσε την μπάλα διαδοχικά τρεις φορές με διαφορετική δύναμη (συνεχώς μειούμενη).

Στην τελευταία συνάντηση, οι μαθητές έκαναν και νέες αλλαγές στην κατασκευή. Πρόσθεσαν τρεις αισθητήρες αφής, οι οποίοι λειτουργούσαν ως κουμπιά ελέγχου. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 35, όταν πατηθεί ο 1^{ος} αισθητήρας αφής, ο κινητήρας περιστρέφεται με δύναμη 100. Όταν πατηθεί ο 2^{ος} αισθητήρας αφής, ο κινητήρας περιστρέφεται με τη δύναμη 75 και όταν πατηθεί ο 3^{ος} αισθητήρας αφής περιστρέφεται με δύναμη 50. Η περιστροφή του κινητήρα επαναλαμβάνεται άπειρες φορές και οι τρεις αυτές επιλογές εκτελούνται ταυτόχρονα.



Εικόνα 35:Πρόγραμμα με αισθητήρες

Το πρόγραμμα αυτό έδειχνε τον έλεγχο της δύναμης με την οποία θα χτυπήσει τη μπάλα ο κινητήρας στο χειριστή της συσκευής. Το πρόβλημα, όμως, της ποικιλίας στην ένταση της δύναμης με την οποία ο κινητήρας χτυπά την μπάλα, παρέμενε ακόμα άλυτο. Τέλος, οι μαθητές έφτιαξαν έναν εναλλακτικό τρόπο αλλαγής της ισχύος του κινητήρα ανάλογα με την θέση ενός αισθητήρα υπερήχων από ένα εμπόδιο. Ο κινητήρας A χτυπούσε την μπάλα με ισχύ ίση με την τιμή της απόστασης του αισθητήρα υπερήχων από το εμπόδιο. Αυτή η ρύθμιση, επέτρεπε στον χειριστή του μηχανισμού να χτυπάει την μπάλα με τιμές ισχύος από 10 έως 100. Στην εικόνα 36, φαίνεται το πρόγραμμα που αφορά τον αισθητήρα υπερήχων. Για την υλοποίηση αυτού του προγράμματος, οι μαθητές χρειάστηκε ζητήσουν την βοήθεια μέλους άλλης ομάδας, μιάς και ο προγραμματισμός αυτός είχε νέα στοιχεία που δεν είχαν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν.



Εικόνα 36: Πρόγραμμα για το mini golf με τη χρήση αισθητήρων υπερήχων

Από τις συνεντεύξεις των μαθητών βγήκαν κάποια συμπεράσματα όσον αφορά την αφετηρία των μαθητών, την εξέλιξη της συνθετικής εργασίας και των δυσκολιών που συνάντησαν. Συγκεκριμένα, ο μαθητής T1 ανέφερε ότι γνώριζε την ύπαρξη των Lego Mindstorms, ότι είχε βασικές γνώσεις υπολογιστή και ότι δεν είχε προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό. Επίσης, ισχυρίστηκε ότι αυτό που τον βοήθησε πολύ να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του ομίλου, ήταν οι αρχικές παρουσιάσεις και ο πειραματισμός. Οι προηγούμενες γνώσεις που είχε, επίσης, στο μάθημα της πληροφορικής το βοήθησαν να χειριστεί κατάλληλα το λογισμικό. Ομοίως, οι γνώσεις στο μάθημα της Φυσικής, τον βοήθησαν να κατανοήσει με πόση δύναμη έπρεπε να χτυπηθεί η μπάλα για να διανύσει κάποια απόσταση και οι γνώσεις στο μάθημα της Γεωμετρίας, για να υπολογίσει από ποια γωνία έπρεπε να χτυπηθεί η μπάλα για να φτάσει σε συγκεκριμένο στόχο. Ανέφερε ακόμη, ότι την αρχική ιδέα την σκέφτηκαν μόνοι τους και δεν επηρεάστηκαν από το διαδίκτυο, όπως άλλες ομάδες. Για τις δυσκολίες που συνάντησε, ανέφερε ότι η βασικότερη δυσκολία ήταν στην δημιουργία ιδεών και όχι στο κομμάτι του προγραμματισμού, το οποίο θεώρησε εύκολο.

Ο μαθητής T2 ανέφερε ότι δεν είχε προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό ή σε κάποιο εκπαιδευτικό λογισμικό και ότι δεν γνώριζε την ύπαρξη των Lego Mindstorms. Αυτό που τον βοήθησε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του ομίλου, ήταν οι εκπαιδευτικοί και οι συμμαθητές του. Ακόμη, ανέφερε ότι χρειάστηκε να αξιοποιήσει γνώσεις από το μάθημα των Μαθηματικών για τον υπολογισμό των μοιρών που έπρεπε να στρίψει η κατασκευή και από το μάθημα της Φυσικής για

τον υπολογισμό της δύναμης, με την οποία έπρεπε να χτυπηθεί η μπάλα. Η βασική δυσκολία που πίστευε ότι αντιμετώπισαν, ήταν να βρουν την ιδέα που θα υλοποιούσαν.

Η μαθήτρια T3 δεν είχε προηγούμενη εμπειρία σε κάποιο εκπαιδευτικό λογισμικό, ενώ γνώριζε κάποια πράγματα για τον προγραμματισμό από το μάθημα της πληροφορικής. Επίσης, ήξερε για τα Lego NXT. Τις απαραίτητες γνώσεις για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του ομίλου, τις αποκόμισε από τον εκπαιδευτικό. Ανέφερε ακόμη, ότι χρειάστηκε να αξιοποιήσει γνώσεις από τα μαθήματα της Πληροφορικής, των Μαθηματικών και της Φυσικής και ότι δεν αντιμετώπισε δυσκολίες ούτε στην συνεργασία με τους συμμαθητές της ούτε στην κατασκευή.

Η μαθήτρια T4 δεν είχε προηγούμενη εμπειρία σε κάποιο εκπαιδευτικό λογισμικό και γνώριζε και αυτή από το μάθημα της Πληροφορικής για τον προγραμματισμό. Ανέφερε ακόμη, ότι δεν γνώριζε για την ύπαρξη των Lego Mindstorms. Οι γνώσεις που είχε από το μάθημα των Μαθηματικών και της Πληροφορικής την βοήθησαν να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις της συνθετικής εργασίας. Τέλος, ανέφερε ότι η βασική δυσκολία που συνάντησαν ήταν η κατασκευή της μακέτας και ότι ο εκπαιδευτικός τους βοήθησε αρκετά για να την αντιμετωπίσουν.

Συνοψίζοντας, η ομάδα Transformers είχε μία πρόκληση να φτιάξει ένα παιχνίδι. Στην διαδικασία αυτή, ξεκίνησαν φτιάχνοντας την κατασκευή τους. Συχνά, κατά την διάρκεια της εργασίας τους, ακούστηκαν ιδέες για ριζική αλλαγή αλλά τελικά συνέχισαν. Η κύρια δυσκολία που είχαν, ήταν να φτιάξουν μία μακέτα/σενάριο παιχνιδιού. Ως προς τον προγραμματισμό, με την εξέλιξη του σεναρίου άλλαζαν και οι απαιτήσεις του προγράμματος. Κύριο ερώτημα που έπρεπε να αντιμετωπίσουν, ήταν ο έλεγχος της έντασης της δύναμης που ασκούνταν στην μπάλα, ανάλογα με τις ανάγκες του παιχνιδιού. Τα προγράμματα ξεκίνησαν από τα πιο απλά: σειρά εντολών, επιλογή με βάση τον αισθητήρα αφής (παράλληλες διαδικασίες), χρήση δομής επιλογής και μεταβλητής. Συνολικά, αυτό που έφτιαξαν ήταν απλό και λειτουργικό και κοντά στον αρχικό τους στόχο.

6.2.4 Οικοδόμηση της γνώσης

Οι μαθητές εργάστηκαν με μεγάλο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό για να φτιάξουν την κατασκευή τους. Με την αρχική επιλογή τους να χρησιμοποιήσουν έναν αισθητήρα φωτός, τους δόθηκε η δυνατότητα να κατανοήσουν τι είναι ο αισθητήρας φωτός, τι μετράει και ποια είναι η διαφορά από τον αισθητήρα χρώματος. Επίσης, κατανόησαν τι κάνει και πώς λειτουργεί ο αισθητήρας αφής και ο αισθητήρας υπερήχων.

Όσον αφορά το κομμάτι του προγραμματισμού, μέχρι να φτάσουν στο τελικό αποτέλεσμα, η σταδιακή ανάπτυξη του έργου τους βοήθησε να περάσουν σταδιακά από απλές δομές προγραμματισμού σε σύνθετες. Αρχικά, χρησιμοποίησαν δομή ακολουθίας, στη συνέχεια έμαθαν την δομή επανάληψης και πώς μπορούν να δημιουργήσουν παράλληλες διαδικασίες. Τέλος, για τις ανάγκες του έργου χρησιμοποίησαν τη δομή επιλογής, καθώς και την έννοια της μεταβλητής σε μια σύνθετη δομή προγράμματος. Επίσης, το συγκεκριμένο θέμα τους βοήθησε να προσεγγίσουν πρακτικά έννοιες όπως η δύναμη και το μέγεθος της όταν επρόκειτο να χτυπήσει την μπάλα για να πετύχει τον στόχο, καθώς και την γωνία βολής που έπρεπε να χτυπηθεί η μπάλα.

Σύμφωνα με τις απόψεις των μαθητών από τις ατομικές συνεντεύξεις, όλοι βοηθήθηκαν από τις εισαγωγικές συναντήσεις, καθώς απέκτησαν βασικές γνώσεις για να συνεχίσουν με την ανάπτυξη των κατασκευών τους. Ο μαθητής T1

ανέφερε ότι αυτή η εμπειρία ήταν ξεχωριστή γιατί έμαθε να χειρίζεται ένα, καινούριο γι' αυτόν, εκπαιδευτικό λογισμικό, απέκτησε μια εμπειρία για το πώς προγραμματίζονται και κατευθύνονται τα ρομπότ και γνώρισε νέους ανθρώπους. Ο μαθητής T2 ισχυρίστηκε ότι έμαθε να συνεργάζεται με άλλους και να δουλεύει ομαδικά και ότι απέκτησε περισσότερες γνώσεις για την ρομποτική και τους υπολογιστές. Ομοίως, και η μαθήτρια T3 έμαθε να χειρίζεται καλύτερα τον υπολογιστή και συγκεκριμένα το λογισμικό NXT. Τέλος, η μαθήτρια T4 έμαθε πολλά πράγματα για τη κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομπότ, όπως επίσης, να συνεργάζεται με άλλους για έναν κοινό στόχο.

Αξιοποίηση του διερευνητικού χαρακτήρα του περιβάλλοντος

Στην ομάδα Transformers, οι μαθητές κινητοποιήθηκαν από μία ιδέα. Για την εξέλιξη της ιδέας αυτής, χρειάστηκε να αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό η δημιουργικότητα τους. Η μεταμόρφωση της κατασκευής τους από μηχανισμό εκτόξευσης μπάλας, σε ποδόσφαιρο, σε mini golf απέδειξε ότι οι μαθητές επιτυχώς αντιμετώπισαν αυτήν την πρόκληση. Κοινό πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπίσουν σε όλες τις κατασκευές τους ήταν ο έλεγχος του μεγέθους της δύναμης με την οποία ο μηχανισμός χτυπούσε την μπάλα. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίστηκε σταδιακά. Οι αρχικές δομές προγραμματισμού που παρουσίαζαν οι μαθητές ήταν απλές και δεν έλυναν το πρόβλημα του ελέγχου της έντασης της δύναμης. Όσο όμως, εξοικειώνονταν με τον προγραμματισμό αξιοποίησαν αισθητήρες, παράλληλες διαδικασίες για μερικό έλεγχο του ρομπότ από το περιβάλλον και τέλος, δομές επιλογής και μεταβλητές για τον πλήρη έλεγχο της δύναμης εκτόξευσης.

Η εξέλιξη αυτή οφείλεται εν μέρη στις δοκιμές που έκαναν οι μαθητές ακολουθώντας κάθε φορά, στον πειραματισμό τους, πολύ διαφορετικές προσεγγίσεις στη λύση του προβλήματος. Μία δεξιότητα τέτοια μπορεί να συνδέεται και με την δημιουργικότητα που χαρακτηρίζει την συγκεκριμένη ομάδα. Μία άλλη ερμηνεία της εξέλιξης αυτής ήταν ότι σταδιακά αξιοποίησαν τα εργαλεία που έβλεπαν να αξιοποιούν και οι συμμαθητές τους στον προγραμματισμό των δικών τους έργων.

6.2.5 Συνεργασία

A. Αλληλεπίδραση των μαθητών

Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνάντησης, οι μαθητές της ομάδας αφού τελείωσαν με το κατασκευαστικό κομμάτι, στο οποίο συμμετείχαν όλοι, άρχισαν να φτιάχνουν το πρόγραμμα. Ο μαθητής T1 έκανε τις απαραίτητες ενέργειες στον υπολογιστή και έλεγε τις σκέψεις του δυνατά στην υπόλοιπη ομάδα. Μόλις ολοκλήρωσαν το πρόγραμμα, άρχισαν να κάνουν δοκιμές. Ο μαθητής T1 έκανε με δική του πρωτοβουλία κάποιες αλλαγές στο πρόγραμμα. Έβαλε τον κινητήρα να κάνει στροφή 360° και εξήγησε στους υπόλοιπους ότι έτσι η κατασκευή θα ήταν αυτόνομη και δεν θα χρειαζόταν να μετακινήσουν χειροκίνητα τον μοχλό για να πάει στην αρχική θέση και να κάνει το επόμενο χτύπημα. Γενικότερα σε αυτή την συνάντηση, όλα τα μέλη της ομάδας έδειξαν ενδιαφέρον για την εργασία τους. Ο μαθητής T1 έπαιρνε περισσότερες πρωτοβουλίες, ρωτώντας πάντα και τους υπόλοιπους αν συμφωνούσαν με ό,τι πρότεινε.

Στην επόμενη συνάντηση, ο μαθητής T1 πρότεινε να ξεκινήσουν μια άλλη κατασκευή καθώς υποστήριζε ότι η κατασκευή τους ήταν πολύ απλή και ότι δεν μπορούσαν να προσθέσουν κάτι για να την κάνουν πιο εντυπωσιακή και σύνθετη. Οι μαθήτριες T3 και T4 αρχικά αντέδρασαν, αλλά στην συνέχεια συμφώνησαν να

το δοκιμάσουν. Έπειτα ζήτησαν την γνώμη του εκπαιδευτικού, ο οποίος προσπάθησε να τους αποτρέψει από το να αλλάξουν την κατασκευή τους και τους πρότεινε κάποιες ιδέες για να συνεχίσουν με την υπάρχουσα κατασκευή. Μετά από μια συζήτηση κατά την οποία ανταλλάχθηκαν απόψεις και ειπώθηκαν διάφορες ιδέες, τα παιδιά αποφάσισαν να συνεχίσουν την κατασκευή τους εμπλουτίζοντάς την κατασκευαστικά. Ο μαθητής T1 πρότεινε να προσθέσουν έναν αισθητήρα αφής και όταν η μπάλα που εκτοξευόταν από το ένα άκρο χτύπαγε στον αισθητήρα αφής που βρισκόταν στο άλλο άκρο, τότε το όχημα πάνω στο οποίο στηριζόταν ο αισθητήρας αφής θα την γύρναγε στο αρχικό της σημείο. Οι υπόλοιποι συμφώνησαν, αλλά διαπίστωσαν ότι υπήρχε ένα πρόβλημα. Όπως υποστήριξαν, η μπάλα μπορεί να μην έπεφτε ακριβώς στον αισθητήρα με τέτοια δύναμη ώστε να μπορεί να ενεργοποιηθεί ο εκτοξευτήρας για να την στείλει πίσω. Η λύση που βρήκαν ήταν να προσθέσουν μια επιφάνεια μπροστά από τον αισθητήρα αφής και όταν η μπάλα έπεφτε πάνω σε αυτήν, να πιεζόταν ο αισθητήρας. Η συνεργασία των μαθητών ήταν πολύ καλή και σε αυτήν την συνάντηση. Όλοι είπαν τις απόψεις τους για το πώς θα συνέχιζαν την κατασκευή και πώς θα την εμπλούτιζαν. Το πιο σημαντικό στοιχείο είναι ότι οι αποφάσεις πάρθηκαν ύστερα από την σύμφωνη γνώμη όλων των μελών της ομάδας.

Στην τρίτη συνάντηση, τα παιδιά άρχισαν να σκέφτονται πώς θα αξιοποιούσαν την κατασκευή τους. Αποφάσισαν να αφαιρέσουν το κομμάτι που θα επέστρεφε την μπάλα πίσω. Αυτό που σκέφτηκαν μετά την πρόταση του εκπαιδευτικού, να εντάξουν στην κατασκευή τους σε ένα παιχνίδι, ήταν να φτιάξουν ένα mini golf. Επίσης, κάνοντας μια διερεύνηση από ποια γωνία έπρεπε να χτυπηθεί η μπάλα ώστε να φτάνει σε συγκεκριμένο σημείο, έκαναν κάποιες αλλαγές στο πρόγραμμα. Έκαναν πειραματισμούς αλλάζοντας τη δύναμη και την παράμετρο που ρυθμιζε την συχνότητα των επαναλήψεων. Τέλος, συζήτησαν για το πώς θα κατασκεύαζαν την μακέτα και οι μαθήτριες T3 και T4 ανέλαβαν την κατασκευή της. Στην συνάντηση αυτή, τα παιδιά ήταν πολύ συγκεντρωμένα και έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον για την κατασκευή τους.

Στην τέταρτη συνάντηση, τα κορίτσια έφεραν την μακέτα και έκαναν δοκιμές τοποθετώντας πάνω την κατασκευή τους. Αυτό που παρατήρησαν ήταν ότι η μπάλα δεν κινούνταν σωστά πάνω στο υλικό που είχαν επιλέξει, έτσι αποφάσισαν να κατασκευάσουν μια καινούρια μακέτα. Ακόμη, έκαναν κάποιες αλλαγές στο πρόγραμμα. Οι μαθήτριες T3 και T4 πρότειναν να προσθέσουν αισθητήρες αφής και να τους χρησιμοποιήσουν σαν κουμπιά ελέγχου. Έτσι, πατώντας τον πρώτο αισθητήρα αφής, ενεργοποιούσαν τον κινητήρα, ενώ πατώντας το δεύτερο αισθητήρα αφής, ακουγόταν ένα ηχητικό μήνυμα επιβράβευσης ως προς τον χρήστη σε περίπτωση που η μπάλα έφτανε στον στόχο.

Στην τελευταία συνάντηση, τα παιδιά δούλεψαν με ενθουσιασμό και προσπάθησαν να προσθέσουν και άλλες λειτουργίες στην κατασκευή τους προκειμένου να εντυπωσιάσουν τους συμμαθητές τους στην παρουσίαση της κατασκευής στην Ημερίδα. Έχοντας αρκετή αγωνία, καθώς ήταν η τελευταία συνάντηση, αντάλλαξαν κάποιες ιδέες και αποφάσισαν να προσθέσουν έναν αισθητήρα υπερήχων ο οποίος θα υπολόγιζε πόσο μακριά ήταν ο στόχος και η μπάλα θα εκτοξευόταν με ανάλογη δύναμη. Ακόμη, αποφάσισαν να χρησιμοποιήσουν την κατασκευή τους για ένα ακόμη παιχνίδι το bowling όπου η μπάλα θα εκτοξευόταν με στόχο να ρίξει όλες τις κορίνες που βρισκόταν στο άλλο άκρο.

Οι μαθητές εξέφρασαν την άποψή τους για την συνεργασία τους και την αλληλεπίδρασή τους με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας στις ατομικές συνεντεύξεις. Συγκεκριμένα, η άποψη του μαθητή T1 για τη συνεργασία ήταν ότι του άρεσε, απλά θα προτιμούσε να δούλευε μόνος του γιατί έτσι θα μπορούσε να κάνει ότι ήθελε και όπως ήθελε. Ακόμη, υποστήριξε ότι δεν είχε προβλήματα συνεργασίας με τους υπόλοιπους απλά κάποιες διαφωνίες, όταν ήθελε να φτιάξουν κάτι καινούριο πιο εξελιγμένο από αυτό που είχαν ήδη φτιάξει. Αντίθετα, ο μαθητής T2 πίστευε ότι μόνος του δεν θα μπορούσε να τα καταφέρει και ότι η συνεργασία ήταν ο καλύτερος τρόπος για να δουλέψει. Την ίδια άποψη είχε και η μαθήτρια T3, η οποία υποστήριξε ότι μέσω της ομάδας μπορεί κάποιος να ανταλλάζει γνώμες και απόψεις, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλές ιδέες. Ομοίως, η μαθήτρια T4 πίστευε ότι με την συνεργασία υπάρχει η δυνατότητα για βελτίωση της κατασκευής σε αντίθεση με την ατομική δουλειά. Οι μαθητές T2, T3, T4 ισχυρίστηκαν ότι δεν αντιμετώπισαν κανένα πρόβλημα στην συνεργασία τους με τους άλλους. Όσον αφορά την ισοτιμία στην συμμετοχή όλων στην ομάδα, ο μαθητής T1 κράτησε μια ουδέτερη στάση, λέγοντας ότι δεν μπορεί να το κρίνει εκείνος. Από την άλλη πλευρά, ο μαθητής T2 και η μαθήτρια T3 πίστευαν ότι η συνεργασία ήταν ισότιμη. Τέλος, η μαθήτρια T4 υποστήριξε ότι δεν ήταν ισότιμη η συνεργασία θίγοντας το γεγονός της απουσίας κάποιων μαθητών όταν πάρθηκαν σημαντικές αποφάσεις για την εξέλιξη της κατασκευής.

Γενικότερα, οι μαθητές εργάστηκαν μαζί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να συμβάλλουν ο ένας στην επιτυχία του άλλου, με την υποστήριξη του ενός προς τον άλλον, και με το να εμπνέει ο ένας τον άλλον. Μέσω της συνεργασίας και του διαλόγου, κατάφεραν να λύσουν τα προβλήματα και να αποκτήσουν γνώσεις. Η εκτίμηση των μαθητών στην συνεργασία αποτυπώνεται και στις απαντήσεις τους στο ατομικό ερωτηματολόγιο. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 31 οι απαντήσεις των μαθητών συμπίπτουν με τον μέσο όρο των απαντήσεων των συνόλου των μαθητών.

Πίνακας 31: Απαντήσεις μαθητών της ομάδας Transformers και του συνόλου των μαθητών του ομίλου σε ερωτήσεις που αφορούν τη συνεργασία

Ερώτηση	Μ.Ο συνόλου μαθητών	Μ.Ο ομάδα Transformers
Όλα τα μέλη της ομάδας μου συμμετείχαν ισότιμα	2,9	3
Θα προτιμούσα να δούλευα ατομικά	1,8	1,8
Η εργασία της ομάδας μου θα είχε βελτιωθεί αν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου είχαν αποδεχθεί και δοκιμάσει τις προτάσεις μου	2,4	2,5

B. Ρόλοι στην ομάδα

Όσον αφορά τον ρόλο των μαθητών μέσα στην ομάδα, ο μαθητής T1 είχε τον ρόλο του αρχηγού, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι έπαιρνε μόνος του αποφάσεις αγνοώντας τη γνώμη των άλλων. Πάντα, όταν πρότεινε μια ιδέα, ρωτούσε τους υπόλοιπους αν συμφωνούν. Ήταν πολύ συνεργάσιμος και έπαιρνε πολλές πρωτοβουλίες. Σύμφωνα με την γνώμη του μαθητή από την ατομική συνέντευξη, βάδιζε με βάση ότι ήθελαν και οι υπόλοιποι στην ομάδα. Όσον αφορά το

λογισμικό, πίστευε ότι ασχολήθηκε κυρίως αυτός και παράλληλα ισχυρίστηκε ότι η κατασκευαστική ιδέα ήταν δική του.

Ο μαθητής T2 είχε περισσότερο ρόλο παρατηρητή. Δεν συμμετείχε ενεργά στην κατασκευή, τον προγραμματισμό της και τη λήψη αποφάσεων, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι ήταν αδιάφορος και δεν τον ένοιαζε η επίτευξη του στόχου της ομάδας. Επίσης, δεν εξέφραζε την γνώμη του στους άλλους και δεν έφερνε αντίρρηση σε ότι αποφάσεις έπαιρναν οι υπόλοιποι. Αντίθετα, ο ίδιος ο μαθητής σύμφωνα με την συνέντευξη, πίστευε ότι έλεγε την γνώμη του στους άλλους.

Οι μαθήτριες T3 και T4, στις πρώτες συναντήσεις, ήταν αρκετά διστακτικές. Μετά όμως, τις πρώτες συναντήσεις άρχισαν να λένε στους υπόλοιπους την γνώμη τους, να προτείνουν ιδέες για την κατασκευή και να συμμετέχουν σε αυτήν και να παίρνουν πρωτοβουλίες. Ακόμη, συμμετείχαν σε μεγάλο βαθμό στις αλλαγές που έκαναν στο πρόγραμμα, παρόλο που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με τον προγραμματισμό. Και οι δύο συνέβαλαν σε μεγάλο βαθμό στη δημιουργία της τελικής κατασκευής και εργάστηκαν με μεγάλο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό σε όλη τη διάρκεια της εργασίας. Σύμφωνα με τις ατομικές συνεντεύξεις, και οι δύο πίστευαν ότι είχαν ρόλο διεκπεραιωτή στην ομάδα καθώς άκουγαν τις προτάσεις των συμμαθητών τους, εκτελούσαν αυτά που τους ανέθεταν αλλά έπαιρναν και αυτές πρωτοβουλίες. Η μαθήτρια T3 πίστευε ότι εργάστηκαν όλοι το ίδιο και στην κατασκευή και στον προγραμματισμό της στην αρχή, ενώ στο τέλος τα μοίρασαν επειδή δεν προλάβαιναν. Η μαθήτρια T4 πίστευε ότι όλοι εργάστηκαν ισότιμα εκτός από την κατασκευή της μακέτας, την οποία έφτιαξε η ίδια μαζί με την μαθήτρια T3.

Γενικότερα, οι μαθητές της ομάδας αυτής λειτούργησαν ομαδικά. Υπήρχε διαφοροποίηση στους ρόλους τους με ιδιαίτερη εκείνη του μαθητή T1. Ο μαθητής έπαιρνε τις περισσότερες πρωτοβουλίες και ήταν δημιουργικός με πολλές ιδέες. Δεν ήταν πάντα ικανός να δεσμεύεται και να υποστηρίζει τις αποφάσεις του, με αποτέλεσμα να αποπροσανατολίζει την ομάδα. Οι μαθήτριες T3 και T4 που λειτουργούσαν πολύ ομαδικά, είχαν την απαραίτητη αφοσίωση στην ολοκλήρωση του έργου και έτσι λειτουργούσαν σαν αντίβαρό στην αστάθεια του μαθητή T1. Η ομάδα αυτή είχε χαρακτηριστικές συμπληρωματικούς, που η συνεργασία τους βοήθησε στην επιτυχή ολοκλήρωση του έργου τους.

Γ. Αλληλεπίδραση με άλλες ομάδες

Στο τέλος κάθε συνάντησης, όπου κάθε ομάδα παρουσίαζε την κατασκευή της, δινόταν η ευκαιρία στους μαθητές να πουν την γνώμη τους για την κατασκευή άλλων ομάδων, να προτείνουν λύσεις σε πιθανά προβλήματα και να προτείνουν νέες ιδέες. Στην πρώτη συνάντηση, όταν ο μαθητής T1 τελείωσε την παρουσίαση ακολούθησε ο εξής διάλογος με ένα μαθητή από άλλη ομάδα:

Μαθητής: Τι θα γίνει αν βάλουμε στον αισθητήρα φωτός μπάλα διαφορετικού χρώματος;

Μαθητής T1: Η δύναμη με την οποία θα εκτοξευτεί η μπάλα θα είναι διαφορετική. Αν για παράδειγμα βάλουμε μια μπάλα με μπλε χρώμα, θα την χτυπήσει με μεγαλύτερη δύναμη απ' ότι μια μπάλα κόκκινου χρώματος.

Μαθητής: Δηλαδή εκεί χρησιμεύει ο αισθητήρας φωτός;

Μαθητής T1: Ναι.

(Transformers, 1^η συνάντηση, 6-3-2011)

Στη δεύτερη παρουσίαση, όπου τα παιδιά πρόσθεσαν τον αισθητήρα αφής πάνω σε ένα όχημα το οποίο θα μετέφερε την μπάλα στην αρχική της θέση, ακολούθησε η εξής ερώτηση:

Μαθητής: Δεν θα πρέπει να είναι τέλεια τοποθετημένα όλα τα κομμάτια της κατασκευής, έτσι ώστε να γυρίσει η μπάλα στο αρχικό σημείο;

Μαθητής T1:Κάναμε μια δοκιμή κατά την οποία η μπάλα πετυχαίνει τον αισθητήρα αφής. Σε αυτό δεν υπάρχει πρόβλημα. Αυτό που δεν έχουμε δοκιμάσει ακόμη είναι αν το όχημα στο οποίο στηρίζεται ο αισθητήρας αφής γυρνάει την μπάλα στην αρχική της θέση.

(Transformers, 2^η συνάντηση, 20-3-2011)

Στην επόμενη παρουσίαση, στην οποία τα παιδιά είπαν ότι θα έβαζαν τον μηχανισμό πάνω σε μια μακέτα για να προσομοιώσουν ένα παιχνίδι mini golf, ένας μαθητής πρότεινε το εξής:

Μαθητής: Γιατί δεν προγραμματίζετε τον NXT να πηγαίνει μόνος του στο σημείο που βρίσκεται κάθε φορά η μπάλα για να κάνει το επόμενο χτύπημα και το κάνετε χειροκίνητα;

Μαθήτρια T3:Όταν γίνεται ένα χτύπημα, έχουμε ως στόχο την τρύπα αλλά η πορεία που θα ακολουθήσει η μπάλα δεν είναι σίγουρη. Οπότε πώς θα μπορέσει ο NXT να εντοπίζει την μπάλα πάνω στην μακέτα και μετά να κινείται προς αυτήν;

(Transformers, 3^η συνάντηση, 27-3-2011)

Επίσης, η αλληλεπίδραση των μαθητών αυτής της ομάδας με τις άλλες ομάδες φάνηκε από το γεγονός ότι στις περισσότερες συναντήσεις παρακολουθούσαν τι έκαναν οι γειτονικές ομάδες. Αρκετές ήταν οι φορές που απευθύνονταν σε άλλες ομάδες ρωτώντας τι έχουν φτιάξει. Ακόμη, είναι χαρακτηριστικό ότι την ιδέα να προσθέσουν τον αισθητήρα υπερήχων στην τελευταία συνάντηση την πήραν από μια άλλη ομάδα, η οποία κατασκεύαζε μια ηλεκτρική κιθάρα, επομένως επηρεάζονταν και από τις κατασκευές των άλλων.

Σύμφωνα με την άποψη του μαθητή T1 από τις ατομικές συνεντεύξεις, οι παρουσιάσεις των άλλων παιδιών τον βοήθησαν γιατί έπαιρνε ιδέες. Ακόμη πίστευε ότι και η παρουσίαση της κατασκευής τους, τον βοηθούσε να σκέφτεται τρόπους για να αντιμετωπίσει προβλήματα και να την εμπλουτίσει. Ο μαθητής T2 ανέφερε ότι οι παρουσιάσεις τον βοήθησαν να πάρει θάρρος, καθώς αρχικά ντρεπόταν να παρουσιάσει, ενώ παράλληλα τον βοήθησαν να πάρει ιδέες για την βελτίωση της κατασκευής τους. Αντίθετα, οι μαθήτριες T3 και T4 πίστευαν ότι οι παρουσιάσεις δεν τις βοήθησαν ιδιαίτερα. Σύμφωνα με τους μαθητές η κατασκευή που ξεχώρισαν από όλες τις ομάδες ήταν η κιθάρα.

Δ. Αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό

Από την αρχή της κατασκευής τα παιδιά καλούσαν τον εκπαιδευτικό προκειμένου να του δείξουν τι έχουν κάνει, καθώς και να τον ρωτήσουν διάφορες απορίες.

Ακόμη, όταν ‘κόλλαγαν’ σε κάποιο σημείο, ζητούσαν βοήθεια από αυτόν. Ακολουθούν κάποια αποσπάσματα από τις συζητήσεις του με τα παιδιά.

Στην 1^η συνάντηση, οι μαθητές φώναξαν τον εκπαιδευτικό για να του εξηγήσουν τι έχουν κάνει.

Μαθητής T1: *Είμαστε στο πρώτο στάδιο ακόμη. Πρέπει να φτιάξουμε ένα στήριγμα για να μην κυλάει η μπάλα πριν την σκανάρει ο αισθητήρας χρώματος. Μέχρι τώρα έχουμε φτιάξει έναν μηχανισμό ο οποίος εκτοξεύει ένα μπαλάκι και ανάλογα με το χρώμα που έχει αυτό εκτοξεύεται με την ανάλογη δύναμη.*

(Transformers, 1^η συνάντηση, 6-3-2011)

Επίσης, κατά την παρουσίαση, στο τέλος, ο εκπαιδευτικός είπε τα εξής:

Εκπαιδευτικός: *Μετεξελίξατε μια ιδέα την οποία είχατε στην περασμένη συνάντηση.*

Μαθητής T1: *Στην ουσία, την τροποποιήσαμε λίγο ώστε να το αναβαθμίσουμε και σιγά σιγά να φτιάξουμε κάτι καλύτερο.*

Εκπαιδευτικός: *Θα μπορούσατε πιθανόν να φτιάξετε κάποιο παιχνίδι.*

Μαθητής T1: *Ναι.*

Εκπαιδευτικός: *Κάτι σαν golf. Θα μπορούσατε να βάλετε και κάτι σαν καλάθι να μπαίνει η μπάλα.*

Μαθητής T1: *Έχουμε φτιάξει ένα πρόχειρο τέρμα για την σημερινή παρουσίαση. [Κάνουν δοκιμή]*

Εκπαιδευτικός: *Μπορείτε να φτιάξετε bowling.*

Μαθητής T3: *Ναι, αυτό σκεφτήκαμε.*

(Transformers, 1^η συνάντηση, 6-3-2011)

Στην επόμενη συνάντηση όπου μαθητής T1 ήθελε να αρχίσουν μια καινούρια κατασκευή, ο εκπαιδευτικός προσπάθησε να τους αποτρέψει. Ενώ ο μαθητής επέμενε, τους πρότεινε να προσπαθήσουν να φτιάξουν ένα παιχνίδι με την υπάρχουσα κατασκευή, δηλαδή να προσπαθήσουν να εξελίξουν και να εμπλουτίσουν την κατασκευή τους.

Εκπαιδευτικός: *Σε ποιο σημείο βρισκόσαστε;*

Μαθητής T1: *Δεν ξέρουμε πώς να εξελίξουμε την κατασκευή μας. Έχουμε φτάσει στο εξής σημείο: Βάζουμε μια μπάλα στον αισθητήρα φωτός και ανάλογα με το χρώμα της μπάλας, ο κινητήρας περιστρέφεται με ανάλογη δύναμη. Τι άλλο μπορούμε να κάνουμε;*

Εκπαιδευτικός: *Αρα ψάχνουμε να βρούμε μια λογική ώστε η κατασκευή σας να είναι χρήσιμη. Θα μπορούσατε να φτιάξετε ένα παιχνίδι. Το παιχνίδι θέλει μια λογική, θέλει κανόνες καθορισμό ομάδων και ατόμων καθώς και καθορισμό του ποιος κερδίζει και πότε.*

Μαθητής T1: *Αυτό το είχαμε πει την προηγούμενη φορά. Αυτό που θέλουμε είναι να εξελίξουμε την κατασκευή μας, όχι θεωρητικά αλλά κατασκευαστικά, δηλαδή ως προς το υλικό. Να κάνει παραπάνω λειτουργίες.*

Εκπαιδευτικός: Δηλαδή θέλετε να κάνετε κάτι πιο σύνθετο κατασκευαστικά;

Μαθητής T1: Ναι. Μια λύση είναι να το διαλύσουμε και να φτιάξουμε κάτι άλλο.

Εκπαιδευτικός: Αυτό που έχετε κάνει είναι μια ωραία ιδέα. Φτιάξτε ένα παιχνίδι που θα αξιοποιεί την κατασκευή σας και ίσως άλλον έναν ίδιο μηχανισμό, έτσι ώστε αν έχετε δυο ομάδες, να πάρει η κάθε μια από έναν. Σκεφτείτε πώς θα λειτουργούσε με τους κανόνες του, να βάλετε κάποιους να παίξουν με το παιχνίδι και σκεφτείτε τι νόημα έχει η διαφορά του χρώματος στις μπάλες. Τι νόημα έχει να έχουμε μπάλες διαφορετικού χρώματος; Το ότι εκτοξεύονται με διαφορετική δύναμη χρησιμεύει κάπου, έχει κάποιο αποτέλεσμα στο παιχνίδι;

Μαθητής T1: Έχει. Δυσκολεύει το επίπεδο του παιχνιδιού.

Εκπαιδευτικός: Ναι, αλλά αν είχαμε 2 ομάδες με μια μπάλα θα παίζανε.

Μαθητής T1: Μια άλλη ιδέα είναι να βάλουμε έναν αισθητήρα αφής και όταν πέφτει πάνω του η μπάλα να προσθέσουμε έναν μηχανισμό ο οποίος θα την επιστρέφει στο αρχικό της σημείο.

(Transformers, 1^η συνάντηση, 20-3-2011)

Στην 3^η συνάντηση, οι μαθητές σκέφτονταν πώς θα αξιοποιούσαν την κατασκευή τους. Ο εκπαιδευτικός τους βοήθησε λέγοντας τα εξής:

Εκπαιδευτικός: Σκεφτείτε τι θα προτείνατε σε άλλους να κάνουν με την κατασκευή σας. Κάντε μια μικρή διερεύνηση από ποια γωνία πρέπει να χτυπηθεί η μπάλα για να πάει στον στόχο.

(Transformers, 3^η συνάντηση, 3-4-2011)

Μετά από την παρουσίαση της ίδιας μέρας:

Εκπαιδευτικός: Θα πρέπει με κάποιον τρόπο να ελέγχετε στο πρόγραμμα τη δύναμη που χτυπάτε την μπάλα και με κάποιο τρόπο να εξασφαλίζετε ότι έχετε όσο χρόνο χρειάζεται για να τοποθετήσετε την μπάλα στο σωστό σημείο. Πρέπει να αποκτήσετε έλεγχο σε αυτά τα ζητήματα. Θα προσπαθήσετε μέσα από το πρόγραμμα να αποκτήσετε έλεγχο τότε χτυπάτε την μπάλα και με πόση δύναμη.

(Transformers, 3^η συνάντηση 3-4-2011)

Ο εκπαιδευτικός βοηθούσε τους μαθητές, ζητώντας να του περιγράψουν ο,τι έκαναν, ρωτώντας, επισημαίνοντας και δίνοντας τους ιδέες για την κατασκευή τους. Τα παιδιά ήταν ελεύθερα να πάρουν μόνα τους αποφάσεις για το τι θα έκαναν. Επέβλεπε τη δουλειά των μαθητών και τους υποδείκνυε και καθόριζε σε κάθε συνάντηση την εξέλιξη που θα έπρεπε να έχει η εργασία, σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα των συναντήσεων.

Ειδικά στην περίπτωση της ομάδας αυτής, ήταν καθοριστική η παρέμβασή του, όταν απέτρεψε τα παιδιά από το να αφήσουν την πρώτη κατασκευή τους και να φτιάξουν κάτι καινούριο. Τους πρότεινε να αξιοποιήσουν την κατασκευή τους κατασκευάζοντας ένα παιχνίδι. Επίσης, τους πρότεινε να σκεφτούν κάποιους κανόνες για το παιχνίδι και να βάλουν κάποιους δοκιμαστικά να παίξουν με αυτό. Έτσι τα παιδιά συνέχισαν να υλοποιούν την αρχική τους ιδέα, κάνοντας αλλαγές με αποτέλεσμα να φτιάξουν μια πρωτότυπη κατασκευή.

6.3 Συγκριτική μελέτη των διαδικασιών αυτορρύθμισης

Οι εργασίες των ομάδων παρουσίασαν διαφορετική πορεία και εξέλιξη. Παρακάτω, θα εξετάσουμε την δουλειά κάθε ομάδας ως προς τις φάσεις εξέλιξης της συνθετικής εργασίας και θα σχολιάσουμε τις διαδικασίες αυτορρύθμισης που παρατηρήθηκαν.

Η ομάδα X-Robot ανέπτυξε ένα έργο με σαφή περιγραφή και λειτουργία από την αρχή της εργασίας και με ελάχιστες αποκλίσεις το ολοκλήρωσε. Στη φάση της ενεργοποίησης και κατά τη διάρκεια του ορισμού του έργου, σημαντικό ρόλο στη λειτουργία της ομάδας X-Robot είχαν:

(α) Τα προσωπικά κίνητρα του μαθητή Χ1 σε συνδυασμό με τη στάση του απέναντι στην υπόλοιπη ομάδα. Η επιλογή του θέματος βασίστηκε πάνω στις δικές του ιδέες και στην πεποίθηση που είχε ότι θα έπρεπε να γίνει σεβαστή η γνώμη του. Σε αντάλλαγμα, αναλάμβανε όλες τις ευθύνες. Για τον μαθητή Χ1 η εργασία αυτή ήταν πολύ σημαντική.

(β) Μία δεύτερη συνθήκη που καθόρισε τον ορισμό του έργου ήταν οι κατασκευαστικές ικανότητες της ομάδας στη σύνθεση ενός μηχανισμού, πράγμα που επηρέασε και το συνολικό αποτέλεσμα της δουλειάς τους.

Εξερεύνηση: Ως εξερεύνηση στη συγκεκριμένη συνθετική εργασία μπορεί να θεωρηθεί η περίοδος δοκιμής του μαρκαδόρου και της πρώτης γραφής του γράμματος «Κ». Από τις δοκιμές αυτές, εκτιμήθηκε η δυσκολία του έργου και έγινε προσαρμογή του στόχου. Οι μαθητές έκαναν προσαρμογές τόσο στη κατασκευή όσο και στον τελικό στόχο. Αντί για τη γραφή ολόκληρων λέξεων, έκαναν προσαρμογή σε δύο γράμματα και ένα σύμβολο. Κατά τη διάρκεια της εξερεύνησης, έγινε η διαμόρφωση μερικών τακτικών που ακολούθησαν οι μαθητές κατά τη λύση του προβλήματος. Παραδείγματα τέτοιων τακτικών είναι η δοκιμή και διόρθωση μικρών κομματιών κώδικα, η χρήση μηχανισμού ανόδου και καθόδου του μολυβιού, η χρήση της παραμέτρου χρόνος για τον καθορισμό της διάρκειας της κίνησης, οι τιμές των γωνιών για να γίνει η στροφή του ρομπότ. Αυτές οι τακτικές έχουν το ρόλο πρακτικών κανόνων. Μία ακόμα τακτική, ήταν η δοκιμή μικρών κομματιών του προγράμματος και η βελτίωση τους με δοκιμή.

Διερεύνηση: Στη φάση αυτή, οι μαθητές συστηματικά διερευνούν επιμέρους προβλήματα. Στην περίπτωση της ομάδας X-Robot, τα επιμέρους προβλήματα είναι τα γράμματα και ο σχεδιασμός κάθε γράμματος ξεχωριστά. Παρατηρούμε μία συστηματική βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να προγραμματίζουν και να μεταβαίνουν από την εμπειρική προσέγγιση στην αλγεβρική. Ενδείξεις για τον τρόπο δουλειάς τους είναι ότι, στην περίπτωση του σχεδιασμού του γράμματος «Ε», χρησιμοποιούν το σχεδιασμό και τους αλγεβρικούς υπολογισμούς. Αυτό είναι μία ένδειξη της προσαρμογής που συνέβαινε στο γνωστικό επίπεδο κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Η προσέγγιση στον προγραμματισμό ήταν εμπειρική. Κάθε εντολή ήταν δοκιμασμένη σε συγκεκριμένες συνθήκες. Αυτό ήταν συνδυασμός τόσο της φύσης του προβλήματος όσο και της δυσκολίας των μαθητών να σκεφτούν γενικότερα. Η χρήση μεταβλητών, όπως η γωνία περιστροφής του κινητήρα, θα μπορούσε να οδηγήσει στην υιοθέτηση αποτελεσματικότερων πρακτικών κανόνων, οι οποίοι θα επέτρεπαν την αντιμετώπιση του προβλήματος του σχεδιασμού των γραμμών με γενικότερο τρόπο. Αυτό θα μπορούσε να γίνει αν οι μαθητές είχαν προσεγγίσει το ίδιο πρόβλημα με ποικίλους τρόπους. Ωστόσο ο μαθητής Χ1, που συνήθως είχε την ευθύνη, φαίνεται να αντιμετωπίζει με δυσαρέσκεια την ιδέα να δοκιμάζει διαφορετικούς τρόπους λύσης.

Η οργάνωση της δουλειάς έδωσε την εικόνα μαθητών που προσέγγιζαν την εργασία χωρίς ιδιαίτερους μηχανισμούς ελέγχου της εξέλιξής της. Τα αρχεία δεν ήταν πάντα διαθέσιμα, ή δεν ήταν σε γνώση όλων οι τελικές εκδόσεις, έτσι ώστε να μπορεί να συνεχίζεται η εργασία στο σημείο που είχε σταματήσει. Αυτό μπορεί να συνδεθεί με την ευθύνη του καθενός, τη δέσμευση και την επιμονή στο έργο. Ο Χ1 επέμενε να αντιμετωπίζει τις προκλήσεις με ευθύνη, ο Χ2 ήταν πάντα πρόθυμος να συμβάλλει αλλά δεν το έκανε πάντα (απέφευγε τις αντιπαραθέσεις όταν υπήρχαν διαφωνίες), ενώ οι άλλοι δύο μαθητές της ομάδας πολλές φορές αποσύρονταν. Η δέσμευση που παρατηρούμε είναι κυρίως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης της ομάδας. Η ηγετική φυσιογνωμία του Χ1 εμπόδιζε πολλές φορές τους άλλους μαθητές να πάρουν μέρος της ευθύνης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ο Χ1 να δουλεύει περισσότερο και οι υπόλοιποι να συνεισφέρουν λιγότερο. Αυτό είχε συνέπεια τα άλλα μέλη της ομάδας να μην είναι σε θέση να προσφέρουν αποτελεσματικά όταν το έργο γινόταν απαιτητικό.

Προσωπικά, με πείραζε περισσότερο που το έπαιρνε πάνω του ο Χ1, έπαιρνε τις πιο πολλές αποφάσεις μόνος του και δεν έδινε πολλή σημασία σε εμάς τους υπόλοιπους και από ένα σημείο και μετά που ξέραμε ότι και να πούμε την άποψη μας δεν θα γινόταν κάτι, δεν θα μετρούσε και πολύ, μετά και εμείς δεν ασχοληθήκαμε άλλο με αυτό το θέμα και στο τέλος της χρονιάς, τα έριξε πάνω μας κρατώντας απόσταση γιατί όταν παρουσιάστηκαν προβλήματα την τελευταία στιγμή δεν συμμετείχε καθόλου, αδιαφορώντας.

(Χ3 ατομική συνέντευξη)

Σύνθεση: Η σύνθεση στην παρούσα περίπτωση παρατηρήθηκε όταν οι μαθητές χρειάστηκαν να βάλουν τα γράμματα μαζί. Τα προβλήματα που εμφανίστηκαν ήταν στον τρόπο σχεδιασμού των γραμμάτων, ώστε να είναι ισομεγέθη, και στη διαδικασία σχεδιασμού περισσότερων από ένα γραμμάτων (αρχική και τελική θέση αυτοκινήτου, τοποθέτηση κλπ). Οι μαθητές αντιμετώπισαν την πρόκληση αυτή με επιτυχία κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές.

Η διαχείριση συναισθημάτων αποτυχίας ή απογοήτευσης είναι πολύ σημαντική όψη της αυτορρύθμισης. Από την ομάδα, ο Χ1, όταν ο χρόνος τελείωνε, απέσυρε την υποστήριξη του και άφησε το μαθητή Χ2 να ολοκληρώσει, αδιαφορώντας μάλλον για το τελικό αποτέλεσμα της ομάδας. Ο μαθητής Χ2 εκδήλωσε μεγάλο βαθμό υπευθυνότητας ως προς την εργασία.

Παρουσίαση: στη φάση αυτή παράγεται πληροφορία η οποία τροφοδοτεί τη σκέψη και τις πεποιθήσεις των μαθητών. Ο Χ1 έκρινε την επιτυχία με βάση το πόσο κοντά ήταν στην αρχική του ιδέα και στις προσωπικές του επιλογές. Θεώρησε ότι αν είχε περισσότερο χρόνο θα είχε καλύτερα αποτελέσματα. Ο μαθητής Χ2 απέδωσε το τελικό αποτέλεσμα σε ατυχίες. Ο Χ3 απέδωσε το τελικό αποτέλεσμα στην αδυναμία να κατασκευάσουν έναν σταθερό μαρκαδόρο.

Η ομάδα Transformers δυσκολεύτηκε να ορίσει με ακρίβεια το έργο. Στο στάδιο της ενεργοποίησης, προσπάθησαν να συγκεκριμενοποιήσουν αυτό που θα έφτιαχναν αλλά υπήρχαν δύο προτάσεις. Η πρώτη πρότεινε να αξιοποιήσουν μία λειτουργία που είχε προκύψει από τη φάση της εξερεύνησης, την ιδέα της αξιοποίησης της χρωματικής αναγνώρισης, ενώ η δεύτερη πρόταση πρότεινε τη ριζική αλλαγή της κατασκευής. Οι συνθήκες (εξοπλισμός) και παρότρυνση του εκπαιδευτικού οδήγησαν την ομάδα να επιλέξει την πρώτη πρόταση, αλλά σε κάθε συνάντηση ερχόταν και η δεύτερη πρόταση. Η εξωτερική συνθήκη που έβαλε ο εκπαιδευτικός να ολοκληρώσουν το έργο τους πριν περάσουν στο επόμενο, υποχρέωσε την ομάδα να επιλέξει τελικά το στόχο και να εστιάσει την προσοχή της. Δεν υπήρχε καθορισμός των στόχων του έργου από την αρχή,

αλλά μία περιγραφή μιας ιδέας. Άποψη που καθόρισε τη στάση του μαθητή T1 στην επιλογή του έργου ήταν να είναι πολύπλοκο και εντυπωσιακό. Οι μαθήτριες T3 και T4 ωστόσο, ήθελε να κάνουν κάτι δικό τους και όχι να αντιγράψουν κάτι.

Η φάση της εξερεύνησης σε αυτήν την περίπτωση, περιορίστηκε στη σύλληψη και δοκιμή της ιδέας της ανίχνευσης χρωμάτων. Η ιδέα αυτή δοκιμάστηκε αρχικά με τη χρήση του αισθητήρα και την ενεργοποίηση μίας λάμπας ανάλογα με το χρώμα του αισθητήρα.

Η φάση της διερεύνησης του προβλήματος ήταν αυτή που έθετε σε κάθε βήμα ένα ερώτημα, το οποίο με τη σειρά του οδηγούσε στην προσαρμογή του έργου. Το ερώτημα «Πώς να αξιοποιηθεί στην πράξη αυτή η λειτουργία;» οδήγησε στην προσαρμογή του έργου και την κατασκευή ενός εκτοξευτή μπάλας. Η επιλογή εξυπηρετούσε την επιθυμία των μαθητών να το κάνουν «σα ρομπότ», να έχει δηλαδή κίνηση. Το ερώτημα «Πώς να το μετατρέψουμε σε κάτι ενδιαφέρον με νόημα;» οδήγησε στην κατασκευή του μίνι γκολφ. Η ιδέα εδώ ήλθε από τους μαθητές της ομάδας, αλλά και από άλλους μαθητές του ομίλου οι οποίοι πρότειναν παιχνίδια όπως το μπόουλινγκ. Το ερώτημα «Πως θα αντιδρά το ρομπότ ανάλογα με την αναγνώριση του χρώματος;» οδήγησε στη χρήση διαβάθμισης στη δύναμη των χτυπημάτων. Το ερώτημα «Πως αυτό θα συνδεθεί με την πραγματικότητα;» οδήγησε στην περιγραφή του πλαισίου εφαρμογής της εργασίας της ομάδας δηλαδή στην πρόταση να κατασκευάσουν ένα μίνι γκολφ. Η εργασία της ομάδας απαιτούσε μεγάλη δημιουργικότητα εκ μέρους των παιδιών, την οποία οι μαθητές είχαν και αξιοποίησαν. Η προσοχή της ομάδας ήταν κάτι που απαιτούσε ειδικό χειρισμό από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος σε τακτά χρονικά διαστήματα τους υπενθύμιζε ποιος ήταν ο στόχος τους.

Η σύνθεση στην παρούσα εργασία ήταν το στάδιο εκείνο που τα επιμέρους στοιχεία, η κατασκευή, το πρόγραμμα και η μακέτα, τοποθετήθηκαν όλα μαζί. Εδώ οι μαθητές είχαν ένα ακόμα πρόβλημα «Πως θα πετύχουν δυνάμεις διαφορετικής έντασης για να στείλουν την μπάλα κοντά ή μακριά;». Ένα ακόμα ερώτημα ήταν ο έλεγχος της λειτουργίας της συσκευής. Όλες οι παραπάνω ερωτήσεις οδήγησαν σε ανάλογες προσαρμογές στον προγραμματισμό της συσκευής. Μία σημαντική βοήθεια που δέχτηκε η ομάδα Transformers ήταν από τις εργασίες των άλλων ομάδων. Οι μαθητές παρακολουθούσαν τις ιδέες των άλλων και τις αξιοποίησαν ανάλογα. Συγκεκριμένα, αξιοποίησαν τη χρήση του αισθητήρα υπερήχων στον καθορισμό της ισχύος του κινητήρα (διαβάθμιση έντασης δύναμης), μια ιδέα που χρησιμοποιήθηκε από την ομάδα κατασκευής της κιθάρας.

Η παρουσίαση της εργασίας συνοδεύεται από την αξιολόγησή της. Η μαθήτρια T3 είναι ευχαριστημένη από την κατασκευή και δηλώνει ότι, αν υπήρχε αρκετός χρόνος, θα μπορούσε να τη βελτιώσει τόσο κατασκευαστικά όσο και προγραμματιστικά. Αρκετά ικανοποιημένος δηλώνει και ο μαθητής T2, θα βελτίωνε την κατασκευή και με άλλες ιδέες (ήχο), αν είχε χρόνο. Πλήρως ικανοποιημένη δήλωσε η μαθήτρια T4. Ο μαθητής T1 δεν ήταν καθόλου ικανοποιημένος γιατί ήθελε να φτιάξει κάτι άλλο ποιο εντυπωσιακό.

Στο κεφάλαιο αυτό, μελετήσαμε δύο παραδείγματα εργασίας στο ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον της ρομποτικής. Κοινό στοιχείο και των δύο ομάδων ήταν ότι προσπάθησαν να αναπτύξουν δικές τους ιδέες. Οι ομάδες λειτούργησαν διαφορετικά ως προς τα κίνητρα, την εξέλιξη της εργασίας, το πλαίσιο και ιδιαίτερα τη συνεργασία.

Στην πρώτη ομάδα υπήρχε αποδοχή της ιδέας ενός, ενώ στη δεύτερη ομάδα υπήρχε συλλογική εργασία σε ένα θέμα παρά τη διαφωνία ενός. Η ιδέα προσαρμόστηκε κατά την πορεία της εργασίας περισσότερο στη δεύτερη ομάδα. Στην πρώτη ομάδα, ως προς την εξέλιξη της εργασίας, καθοριστικό ρόλο έχει η ικανότητα κατασκευής και προγραμματισμού, ενώ στη δεύτερη ομάδα καθοριστικό ρόλο είχε η δημιουργικότητα. Η πρώτη ομάδα δεν αξιοποιεί όσο θα μπορούσε τις δυνατότητες του προγραμματισμού. Η δεύτερη ομάδα λειτούργησε ελεύθερα και άντλησε έμπνευση από όσες πηγές έχει στη διάθεσή της. Στην πρώτη ομάδα, οι ιδέες των μελών προσλαμβάνονταν μερικές φορές ανταγωνιστικά. Στη δεύτερη ομάδα, πολλές φορές παρατηρείται συνεργασία στην επεξεργασία μιας ιδέας και δημιουργικός διάλογος. Στην αξιολόγηση του έργου δεν αναφέρονται κρίσεις για την προσωπική τους ικανότητα. Τα μη επιθυμητά αποτελέσματα αποδίδονται στις συνθήκες (χρόνος, επιλογές της ομάδας κλπ).

Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η εργασία δύο ομάδων και διερευνάται η επίδραση διαφόρων παραγόντων στο τελικό αποτέλεσμα. Οι συνθήκες που καθορίζουν τον ορισμό του έργου συνδέονται με τις ικανότητες των μαθητών, τα κίνητρα, την αξία που αποδίδουν στο έργο και τη δυναμική της ομάδας. Στις περιπτώσεις που μελετήθηκαν, η αξιολόγηση έγινε με κριτήρια την πρωτοτυπία του έργου (να ανήκει η ιδέα στην ομάδα) και το πόσο εντυπωσιακό αυτό είναι. Η επιλογή του στόχου ήταν αποτέλεσμα διαπραγμάτευσης. Η αποδοχή ή μη αποδοχή του στόχου καθόρισε και τη δέσμευση των ατόμων σε αυτό το έργο. Ένας άλλος παράγοντας που καθόρισε τη δέσμευση των μελών είναι ο βαθμός που αισθάνθηκε ο καθένας ότι γινόταν αποδεχτή η άποψη του στην εξέλιξη της εργασίας.

Η γνωστική προσαρμογή επηρεάστηκε από την εμπειρία που απέκτησαν οι μαθητές με το περιβάλλον (εργασία με την κατασκευή και αλληλεπίδραση με άλλους μαθητές), αλλά και από το βαθμό στον οποίο ήταν δεκτικοί στα ερεθίσματα αυτά. Η διατύπωση ερωτήσεων επίσης, αποτέλεσε αφορμή για έρευνα και εξέλιξη. Τέλος, ο βαθμός ικανοποίησης φαίνεται να συνδέεται περισσότερο με τα αρχικά κίνητρα του κάθε μαθητή και λιγότερο με το τελικό αποτέλεσμα.

7. Η επίδραση της εργασίας στον όμιλο «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής» στην ικανότητα αυτορρύθμισης

Οι όροι αυτορρυθμιζόμενη μάθηση και μεταγνωστική ικανότητα χρησιμοποιούνται στην αρθρογραφία, συχνά για να περιγράψουν παρόμοια πράγματα. Η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, είναι η ικανότητα του ατόμου να παρακολουθεί και να ελέγχει /τροποποιεί τη συμπεριφορά, τη γνωστική λειτουργία, το θυμικό του, καθώς και το περιβάλλον, προκειμένου να πετύχει τους στόχους που έχει θέσει.

Η μεταγνωστική ικανότητα από την άλλη, συνδέεται με τις διεργασίες οι οποίες ελέγχουν τη γνώση και συχνά περιγράφεται από δύο διαστάσεις: τη μεταγνωστική γνώση και τη ρύθμιση της νόησης (Baker & Brown, 1984). Κάποιοι ερευνητές θεωρούν την αυτορρύθμιση ως μία διάσταση της μεταγνώσης και άλλοι τη μεταγνώση ως διαδικασία της αυτορρύθμισης (Veenman, et al., 2006: Muis & Franco, 2010). Στην παρούσα εργασία, θα υιοθετήσουμε την άποψη του Dinsmore et al., (2008), κατά την οποία η διαφορά βρίσκεται στο τί παρακολουθείται και τι ελέγχεται κάθε φορά. Στην αυτορρυθμιζόμενη μάθηση ελέγχεται η νόηση, η συμπεριφορά, το περιβάλλον και τα κίνητρα, ενώ στην περίπτωση της μεταγνωστικής ικανότητας ελέγχεται και παρακολουθείται ειδικά η νόηση.

Στην παρούσα έρευνα, θα μελετήσουμε την επίδραση του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ανάπτυξη της ικανότητας αυτορρύθμισης των μαθητών.

7.1 Αντικείμενο και σχεδιασμός της μελέτης

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2, η εργασία σε περιβάλλον ρομποτικής μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων λύσης προβλήματος (Nourbakhsh, et al., 2005), χρήσης της επιστημονικής μεθόδου (Williams, et al., 2008), αξιοποίησης μεταγνωστικών δεξιοτήτων αξιολόγησης και αναστοχασμού (Blanchard, et al., 2010: Chambers, et al., 2007) (βλέπε αναλυτικότερα κεφάλαιο 2).

Όπως επίσης αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 4, η ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων και η ικανότητα της αυτορρύθμισης γίνεται κυρίως μέσα από την άμεση διδασκαλία των στρατηγικών αυτών μέσα στην τάξη και την έκθεση των μαθητών σε ανοιχτά περιβάλλοντα, στα οποία καλούνται να κάνουν χρήση αυτών των δεξιοτήτων.

Στόχοι και υποθέσεις

Στην παρούσα μελέτη θα διερευνήσουμε αν οι μαθητές που εργάστηκαν στο περιβάλλον ρομποτικής που διαμορφώθηκε, βελτίωσαν την ικανότητα αυτορρύθμισής τους. Η μελέτη περιλαμβάνει δύο φάσεις: α) την επιλογή και χρήση εργαλείων μέτρησης των διαστάσεων της αυτορρύθμισης και β) τη σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών της ομάδας ρομποτικής και της ομάδας ελέγχου σε αυτές τις διαστάσεις.

Ειδικότερα τα ερωτήματα που καλούμαστε να απαντήσουμε είναι:

Ποιες είναι οι μεταγνωστικές διαστάσεις της μάθησης;

Ποιες είναι οι διαστάσεις αυτορρύθμισης που εμφανίζει η διαδικασία της λύσης προβλήματος;

Η εργασία σε περιβάλλον ρομπωτικής επηρεάζει θετικά την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού, παρακολούθησης και ελέγχου της διαδικασίας λύσης προβλήματος;

Η εργασία σε περιβάλλον ρομπωτικής επηρεάζει θετικά την ικανότητα των μαθητών να αξιολογούν τα αποτελέσματα της εργασίας τους;

Σχεδιασμός της μελέτης

Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν μαθητές από τρία σχολεία της Αττικής, καθώς και οι μαθητές του ομίλου ρομπωτικής το σχολικό έτος 2010-2011 (κεφάλαιο 5). Η μελέτη περιλαμβάνει τα παρακάτω δύο μέρη.

Στο πρώτο μέρος, έγινε έρευνα και επιλέχθηκαν κατάλληλα εργαλεία μέτρησης της μεταγνωστικής ικανότητας και της ικανότητας αυτορρύθμισης στη λύση προβλήματος. Ακολούθως, στα εργαλεία αυτά έγινε κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αναδειχθούν οι συνιστώσες που συνθέτουν τη δομή τους.

Στο δεύτερο μέρος της έρευνας, διερευνήθηκε η επίδραση του περιβάλλοντος της ρομπωτικής στη μεταγνωστική ικανότητα και την ικανότητα αυτορρύθμισης των μαθητών. Ειδικότερα, την πειραματική ομάδα αποτέλεσαν οι 15 μαθητές που συμμετείχαν στο όμιλο ρομπωτικής το δεύτερο χρόνο της μελέτης. Το περιβάλλον και οι δραστηριότητες του ομίλου περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 5. Στην ενότητα αυτή, θα μελετηθεί ο βαθμός στον οποίο η εργασία τους στον όμιλο, επηρέασε την μεταγνωστική τους ικανότητα και την ικανότητα αυτορρύθμισης.

Για τη συγκρότηση της ομάδας ελέγχου σε σχέση με την οποία θα γίνει η σύγκριση, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία.

Παλαιότερες έρευνες έχουν συνδέσει την μεταγνωστική ικανότητα και την ικανότητα αυτορρύθμισης των μαθητών με τη σχολική τους επίδοση. Για παράδειγμα ο Zimmerman (1990) αναφέρει ότι η χρήση στρατηγικών συνδεόταν άμεσα με ακαδημαϊκή επίδοση και μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει σε πολύ σημαντικό βαθμό την επίδοση των μαθητών. Με παρόμοιο τρόπο, οι Pintrich & De Groot, (1990) μελέτησαν και βρήκαν ότι η αυτοαποτελεσματικότητα και τα εσωτερικά κίνητρα μπορούν να λειτουργήσουν ως προβλεπτικοί παράγοντες για τη σχολική επίδοση των μαθητών. Οι Pajares, Britner, και Valiante, (2000) διερεύνησαν τη σχέση της αυτοαποτελεσματικότητας και της επίδοσης στις θετικές επιστήμες και βρήκαν υψηλό βαθμό συσχέτισης. Αξιοποιώντας τα παραπάνω ευρήματα, η ομάδα ελέγχου συγκροτήθηκε χρησιμοποιώντας ως κριτήριο της σχολικής επίδοσης σε συγκεκριμένα μαθήματα. Ειδικότερα από το ίδιο σχολείο επιλέχθηκε ίσος αριθμός μαθητών με παρόμοιο προφίλ επιδόσεων σε επιλεγμένα μαθήματα του σχολικού προγράμματος, σχετικά με το αντικείμενο της εργασίας των μαθητών (Μαθηματικά, Φυσική, Πληροφορική κατά το πρώτο τρίμηνο του σχολικού έτους (Παράρτημα 1). Η επιλογή μαθημάτων έγινε γιατί, παρά το γεγονός ότι η ικανότητα αυτορρύθμισης έχει πολλές διαδικασίες οι οποίες είναι γενικές και χαρακτηρίζουν τη συμπεριφορά του ατόμου σε ποικίλους γνωστικούς τομείς, υπάρχουν και συγκεκριμένες διεργασίες όπως η επιλογή και παρακολούθηση στρατηγικών που συνδέεται με μία συγκεκριμένη γνωστική περιοχή (Boekaerts, 1997). Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν στους μαθητές στο τέλος της σχολικής χρονιάς μετά την ολοκλήρωση των εργασιών του ομίλου ρομπωτικής (10/3ωρες συναντήσεις). Στους μαθητές της ομάδας ελέγχου δεν έγινε καμία ιδιαίτερη διδακτική παρέμβαση πέρα από το γεγονός ότι συμμετείχαν σε παρόμοιες σχολικές εργασίες όπως και οι μαθητές της πειραματικής ομάδας

7.2 Εργαλεία μέτρησης της ικανότητας αυτορρύθμισης

Ο Dinsmore και οι συνεργάτες του (2008) μελέτησαν τη μέτρηση της μεταγνώσης και της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης σε περισσότερες από 200 μελέτες και καταγράφουν 6 διαφορετικούς τρόπους μέτρησης: ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς, παρατήρηση, φωναχτή σκέψη, συνεντεύξεις, τεστ, ημερολόγια. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος είναι τα ερωτηματολόγια τα οποία περιλαμβάνουν συνήθως ερωτήσεις, η απάντηση των οποίων δίνεται σε κλίμακα τύπου Likert. Κάθε μέθοδος μέτρησης έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η χρήση τεστ για την αξιολόγηση των επιδόσεων είναι χρήσιμη γιατί σχετίζεται άμεσα με τη σχολική πραγματικότητα, αλλά ταυτόχρονα, η επίδοση στα τεστ δεν συνδέεται πάντα άμεσα με την μεταγνωστική δεξιότητα. Η χρήση συνεντεύξεων και ημερολογίων μπορεί να καταγράψει τις διαστάσεις της αυτορρύθμισης αλλά και τη μεταγνωστική ικανότητα, απαιτεί όμως πολύ χρόνο επεξεργασίας και κωδικοποίησης των αποτελεσμάτων (Sperling, et al., 2002). Η παρατήρηση της εργασίας των μαθητών με τη βοήθεια συγκεκριμένου πρωτοκόλλου, καταγράφει την μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών καθώς και τις συμπεριφορές αυτορρύθμισης αποτελεσματικά, αλλά απαιτεί καλά εκπαιδευμένους παρατηρητές (Boekaerts & Corno, 2005). Η φωναχτή σκέψη επιτρέπει την παρακολούθηση της αυτορρύθμισης της συμπεριφοράς μέσα από τις αντιδράσεις των μαθητών (Winne & Perry, 2000). Τα ερωτηματολόγια αποτυπώνουν μεταγνωστικές διεργασίες αλλά είναι πολύ δύσκολο να περιγράψουν με ακρίβεια τι συμβαίνει στα διάφορα γνωστικά πεδία (Ευκλείδη, 2005, σελ. 54). Είναι εύκολο να δοθούν σε μεγάλο αριθμό μαθητών και να χρησιμοποιηθούν ως διαγνωστικά εργαλεία, αλλά και να εξυπηρετήσουν την έρευνα και την μελέτη μοντέλων αυτορρύθμισης και μεταγνωστική λειτουργίας.

Υπάρχει μια ποικιλία ερωτηματολογίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το συγκεκριμένο σκοπό. Με μαθητές και φοιτητές έχει χρησιμοποιηθεί το Ερωτηματολόγιο για τις Στρατηγικές Μάθησης (Learning and Study Strategies Inventory LASSI) το οποίο αξιολογεί το άγχος, τις στάσεις, την επικέντρωση προσοχής, την επεξεργασία πληροφορίας, τα κίνητρα, τη διαχείριση χρόνου, την επιλογή ιδεών, την αυτο αξιολόγηση και τις στρατηγικές μελέτης (Weinstein, et al., 1988). Περιλαμβάνει 77 ερωτήματα με απαντήσεις σε Likert κλίμακα και οι ερωτήσεις χωρίζονται σε 10 κατηγορίες.

Με στόχο τη μέτρηση της αυτορρύθμισης φοιτητών σε ένα μάθημα, έχει χρησιμοποιηθεί και το Ερωτηματολόγιο για τα Κίνητρα και τη Χρήση Στρατηγικών Μάθησης (Motivated Strategies for Learning Questionnaire MSLQ). Περιλαμβάνει 81 ερωτήματα με απαντήσεις σε 7βαθμια Likert κλίμακα (1: δεν είναι αλήθεια για μένα έως 7: πολύ αληθινό για μένα). Είναι χωρισμένο σε δύο ομάδες ερωτήσεων: κίνητρα (31 ερωτήσεις) και στρατηγικές μάθησης (50 ερωτήσεις) (Pintrich, et al., 1993).

Το ερωτηματολόγιο Μεταγνωστικής Επίγνωσης (Metacognitive Awareness Inventory MAI) (Schraw & Dennison 1994) περιλαμβάνει 50 ερωτήσεις οργανωμένες σε 2 ομάδες (μεταγνωστική γνώση και ρύθμιση της γνώσης). Καταγράφει γενικά χαρακτηριστικά του ατόμου και έχει χρησιμοποιηθεί και σε απλοποιημένη έκδοση με μαθητές δημοτικού.

Τα εργαλεία που προαναφέρθηκαν μετρούν γενικά χαρακτηριστικά αυτορρύθμισης και μεταγνώσης. Η μέτρηση ειδικών δεξιοτήτων όπως οι δεξιότητες ανάγνωσης, η λύση προβλήματος, απαιτεί εξειδικευμένα εργαλεία όπως το ερωτηματολόγιο «Σκέψη των Μαθητών κατά την Λύση Προβλήματος» (STAPSS Student Thinking About Problem Solving Scale) (Armour-Thomas &

Haynes, 1988). Περιλαμβάνει 37 ερωτήσεις με 7 βάρη κλίμακα εκτίμησης της συμπεριφοράς του ατόμου. Η ανάλυση παραγόντων δίνει 6 διαστάσεις: σχεδιασμός, οργάνωση, προσαρμογή, αξιολόγηση, χρήση στρατηγικών, ανακεφαλαίωση.

Για τη μέτρηση των διαστάσεων της αυτορρύθμισης και της μεταγνωστικής ικανότητας επιλέχθηκαν δύο ερωτηματολόγια, το MAI και το STAPSS. Το πρώτο θα μας επιτρέψει να έχουμε μία γενική εκτίμηση των χαρακτηριστικών των μαθητών μας, ενώ το δεύτερο θα μας δώσει διαστάσεις της αυτορρύθμισης στη λύση προβλήματος, που αποτελεί και την κύρια δραστηριότητα κατά την εργασία σε περιβάλλον ρομποτικής.

7.3 Ερωτηματολόγιο ποσοτικής μέτρησης της Μεταγνωστικής Επίγνωσης MAI

Η ανάπτυξη του ερωτηματολογίου αυτού στηρίχθηκε στο θεωρητικό μοντέλο που διατύπωσαν οι Baker & Brown (1984). Στο μοντέλο αυτό η μεταγνώση έχει δύο διαστάσεις: την μεταγνωστική γνώση και τη ρύθμιση της γνώσης. Η μεταγνωστική γνώση περιλαμβάνει δηλωτική γνώση, γνώση διαδικασιών και τη γνώση των συνθηκών. Η ρύθμιση της γνώσης περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση. Η επιλογή του μοντέλου αυτού έγινε γιατί ταιριάζει περισσότερο στο πλαίσιο της ακαδημαϊκής μελέτης. Το ερωτηματολόγιο έχει μια εκτεταμένη έκδοση κατάλληλη για ενήλικες και μια έκδοση για μαθητές δημοτικού και δευτεροβάθμιας, το Jr. MAI, το οποίο και επιλέχθηκε για την συγκεκριμένη μελέτη. Το ερωτηματολόγιο έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε μαθητές Γυμνασίου και η επεξεργασία έδειξε διαφορές στην επίδοση ανάμεσα σε μαθητές διαφορετικών ηλικιών. Το ερωτηματολόγιο έχει συγκριθεί επίσης και με άλλα παρόμοια εργαλεία που είχαν εφαρμοστεί σε μαθητές αυτής της ηλικίας, όπως το Ερωτηματολόγιο Στρατηγικής Λύσης Προβλήματος (Strategic Problem Solving Inventory SPSI) (Forumnato et al., 1991), με τη βαθμολόγηση των καθηγητών και με τα αποτελέσματα σχολικών τεστ. Οι ερευνητές εντόπισαν συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων του SPSI και του MAI και πολύ μικρές συσχετίσεις μεταξύ της μεταγνωστικής ικανότητας και των επιδόσεων στα σχολικά τεστ.

Το ερωτηματολόγιο Jr. MAI Version B με 18 ερωτήματα μεταφράστηκε και βαθμολογήθηκε σε κλίμακα από 1 έως 5 (1=δεν ταιριάζει καθόλου έως 5=μου ταιριάζει πάρα πολύ), (Παράρτημα 2). Την ελληνική έκδοση του ερωτηματολογίου μελέτησαν 3 καθηγητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ειδικότητες: Μαθηματικός, Πληροφορικός, Φυσικός) και σχολίασαν ως προς την σαφήνεια και την καταλληλότητα του λόγου. Έγιναν οι προτεινόμενες αλλαγές στην διατύπωση των ερωτημάτων.

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μικρό αριθμό μαθητών πιλοτικά και οι απαντήσεις τους μελετήθηκαν. Δεν παρατηρήθηκε ανάγκη για τροποποίηση του ερωτηματολογίου.

7.3.1 Χρήση του ερωτηματολογίου MAI σε Έλληνες μαθητές

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται η συλλογή δεδομένων, η επεξεργασία και τα αποτελέσματα της έρευνας μέτρησης των μεταγνωστικών πεπιοθήσεων, μαθητών Β' και Γ' Γυμνασίου.

Συμμετέχοντες

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μαθητές τριών Γυμνασίων της Αττικής στις τάξεις Β' και Γ' κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2010-2011. Το δείγμα αποτελούσαν 109 κορίτσια (ποσοστό 48,7%) και 115 αγόρια (ποσοστό 51,3%). Οι μαθητές προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές της Αττικής με διαφορετικό κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο (Μεταμόρφωση, Ψυχικό, Γέρακας). Η μέση ηλικία των μαθητών, σύμφωνα με τις πληροφορίες που έδωσαν οι ίδιοι, ήταν 14,4 ετών.

Διαδικασία

Το ερωτηματολόγιο Μεταγνωστικής Επίγνωσης MAI δόθηκε στους μαθητές μέσα στην τάξη τους, από τους καθηγητές της τάξης. Ταυτόχρονα κρίθηκε απαραίτητο να δοθεί και το ερωτηματολόγιο Student Thinking About Problem Solving Scale που θα αναλυθεί στη συνέχεια. Ο χρόνος που είχαν στη διάθεσή τους οι μαθητές ήταν περίπου 45 λεπτά.

Στους μαθητές δόθηκε η οδηγία να βαθμολογήσουν κάθε άποψη χρησιμοποιώντας κλίμακα από 1-5 και σε περίπτωση που δεν καταλάβαιναν κάτι, να μη δώσουν απάντηση (Παράρτημα 2). Επίσης έγινε υπόδειξη να απαντήσουν τις ερωτήσεις έχοντας κατά νου τη συμπεριφορά τους όταν μελετούν μαθήματα Θετικών Επιστημών. Οι μαθητές μπορούσαν να σημειώσουν σχόλια στο τέλος του ερωτηματολογίου.

Συνολικά απάντησαν το ερωτηματολόγιο 240 μαθητές εκ των οποίων στη στατιστική ανάλυση συμμετείχαν τα 224 ερωτηματολόγια. Εξαιρέθηκαν 16 ερωτηματολόγια, γιατί σε κάποια έλειπε μεγάλος αριθμός απαντήσεων (περισσότερες από 2), είχαν πολλαπλές απαντήσεις, ή έδιναν μία συγκεκριμένη μόνο απάντηση.

Αποτελέσματα και συζήτηση

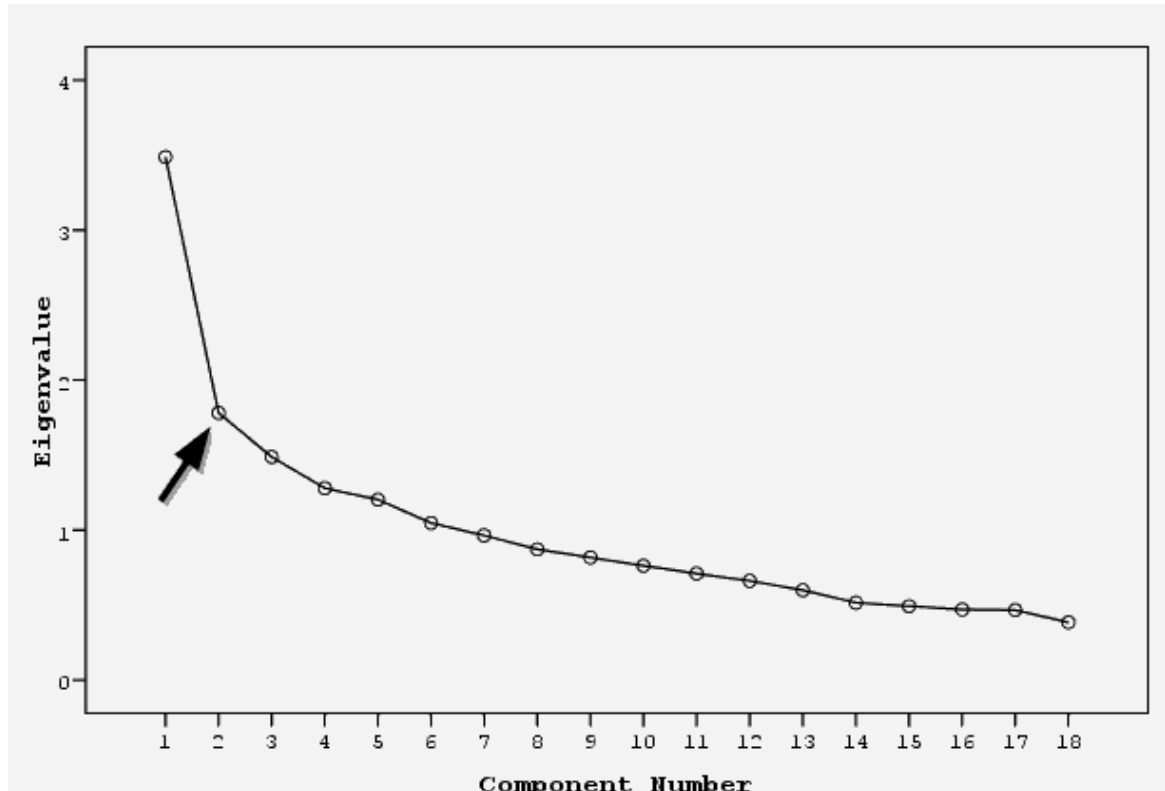
Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν σε κατάλληλο στατιστικό πρόγραμμα. Στη τελική βαθμολόγηση που ακολουθήθηκε, η τιμή 1 αντιστοιχούσε σε χαμηλή μεταγνωστική ικανότητα, ενώ η τιμή 5 δήλωνε υψηλή μεταγνωστική ικανότητα. Δεν υπήρχε ανάγκη αντιστροφής καμίας ερώτησης, μιας και όλες είχαν θετική διατύπωση.

Προκειμένου να ελεγχθεί η εσωτερική συνέπεια του ερωτηματολογίου υπολογίστηκε ο δείκτης alpha του Cronbach. Η τιμή του δείκτη ήταν ικανοποιητική (0,713).

Στη συνέχεια ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Το μέγεθος του δείγματος ήταν ικανοποιητικό, αν χρησιμοποιήσουμε το κριτήριο «5 συμμετέχοντες στην έρευνα ανά μεταβλητή» (Kass & Tinsley, 1979 όπως αναφέρεται στο Field, 2009 σελίδα 639). Ωστόσο, η επάρκεια του δείγματος εξετάστηκε και με τη μέτρηση Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), η οποία έδωσε τιμή 0,719 που θεωρείται αποδεκτή. Ο έλεγχος της υπόθεσης της σφαιρικότητας εξετάστηκε με το Bartlett's test of sphericity. Η υπόθεση έγινε δεκτή σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p < 0,001$, οπότε θεωρήσαμε ότι με το δείγμα αυτό μπορούμε να πραγματοποιήσουμε παραγοντική ανάλυση.

Πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (exploratory factor analysis) με τη μέθοδο των κυρίων συνιστωσών (principal components) χωρίς περιστροφή, η οποία έδειξε την ύπαρξη 6 συνιστωσών με ιδιοτιμή μεγαλύτερη από 1 (Eigenvalue > 1, κριτήριο Kaiser), οι οποίες εξηγούν το 51% περίπου της συνολικής διασποράς.

Η μελέτη του γραφήματος Scree Plot (Σχήμα 4) που αναπαριστά τις ιδιοτιμές των συνιστωσών, μας δίνει ενδείξεις για τον αριθμό των συνιστωσών που μπορεί να θεωρηθούν ως κύριες. Ο αριθμός των κύριων συνιστωσών καθορίζεται με κριτήριο το σημείο, στο οποίο αλλάζει η κλίση του γραφήματος (Δαφέρμος 2013, σελίδα 58). Στην περίπτωση αυτή φαίνεται να συγκλίνει στις δύο συνιστώσες οι οποίες εξηγούν το 29,2% της συνολικής διασποράς.



Σχήμα 4: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το MAI

Στη συνέχεια έγινε ανάλυση παραγόντων με δύο συνιστώσες, μιας και υπάρχει αντίστοιχη εφαρμογή του ερωτηματολογίου, η οποία προτείνει 2 παράγοντες (Sperling et al., 2002). Η μέτρηση Keiser-Meyer-Olkin (KMO) της επάρκειας της δειγματοληψίας, έδωσε τιμή 0,719 υποδηλώνοντας ότι είναι επιτρεπτή η παραγοντική ανάλυση των δεδομένων και το Bartlett's Test of Sphericity ήταν στατιστικά σημαντικό ($p < 0,001$).

Ο δείκτης πολυσυγγραμικότητας (multicollinearity deterrment) έχει τιμή 0,047 και είναι αποδεχτός (αποδεκτή τιμή $0,047 > 10^{-5}$). Έγινε εξαγωγή των συνιστωσών με ορθογώνια μέγιστη διακύμανση περιστροφής (Varimax), μιας και σύμφωνα με το μοντέλο οι συνιστώσες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους (πολύ μικρή συσχέτιση).

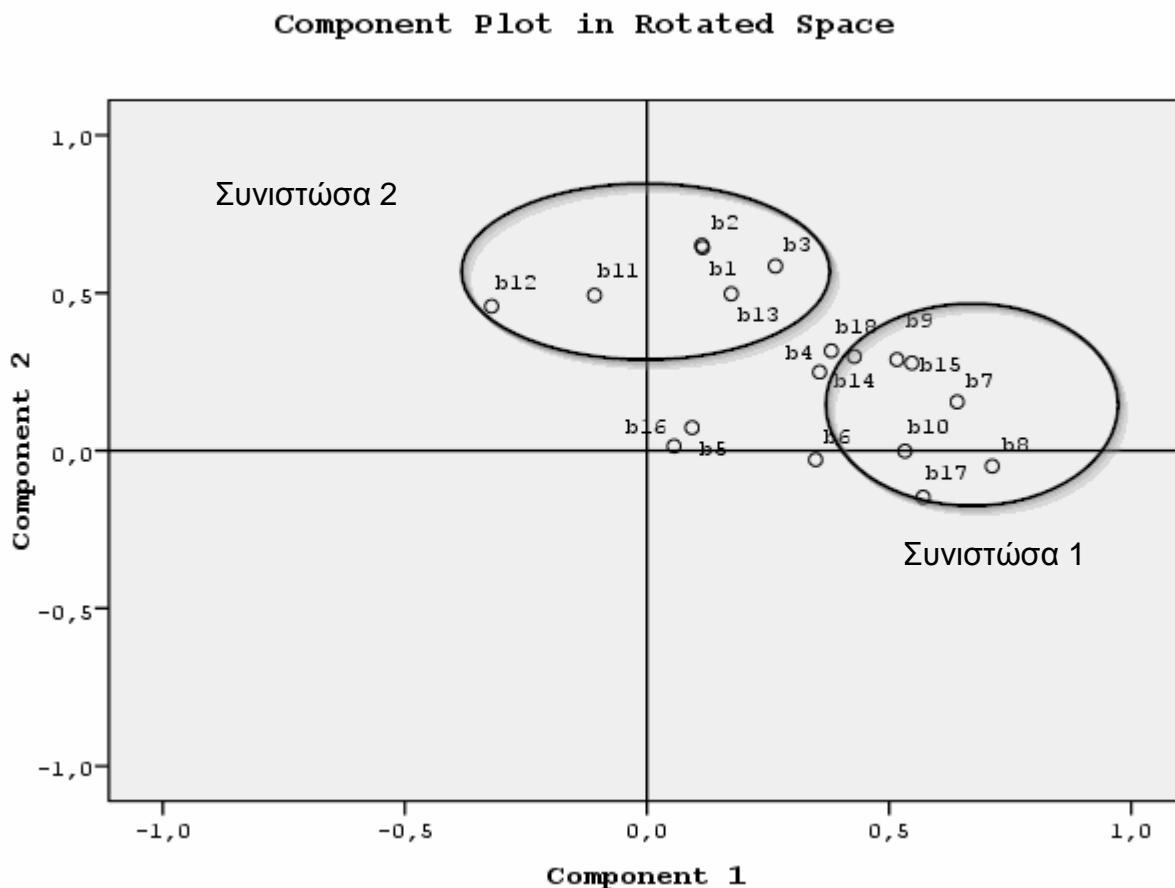
Οι δυο συνιστώσες εξηγούν περίπου το 29% της διακύμανσης. Οι μεταβλητές 5, 6, 16, 4, 18 δεν εντάχθηκαν σε καμία συνιστώσα με τιμή μεγαλύτερη ή ίση με 0,4.

Στον πίνακα 32 φαίνονται τα παραγοντικά φορτία και οι παραγοντικές διακυμάνσεις (Communalities) των μεταβλητών σε κάθε συνιστώσα. Στον πίνακα εμφανίζονται μόνο όσες τιμές είναι μεγαλύτερες από 0,4. Οι δύο συνιστώσες εξηγούν το 37,2% της συνολικής διακύμανσης.

Πίνακας 32: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια μέγιστης διακύμανσης περιστροφή, για το ερωτηματολόγιο MAI.

Μεταβλητή	Φορτώσεις $\geq 0,4$		Communalities
	Παράγοντας 1	Παράγοντας 2	
b8. Εξετάζω περισσότερους από έναν τρόπους λύσης ενός προβλήματος και μετά επιλέγω τον καλύτερο.	0,713		0,511
b7. Όταν τελειώνω την εργασία του σχολείου, ελέγχω αν έχω μάθει ότι χρειαζόταν.	0,641		0,434
b17. Όταν ολοκληρώνω μια εργασία, αναρωτιέμαι αν υπήρχε ευκολότερος τρόπος να πραγματοποιηθεί	0,570		0,347
b15. Ελέγχω συστηματικά την πορεία της εργασίας μου, έτσι ώστε να την ολοκληρώσω εγκαίρως	0,547		0,376
b10. Αναρωτιέμαι πόσο καλά τα πάω καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.	0,533		0,284
b9. Σκέπτομαι πριν αρχίσω την μελέτη μου, τι είναι αυτό που χρειάζεται να μάθω.	0,516		0,350
b14. Χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους μελέτης ανάλογα με την εργασία που έχω να εκτελέσω.	0,428		0,272
b18 . Αποφασίζω τι έχω να κάνω, πριν αρχίσω μια εργασία.			0,245
b4 Ξέρω τι περιμένει από μένα να μάθω ο καθηγητής μου.			0,189
b6 Σχεδιάζω σχήματα και διαγράμματα για να καταλάβω καλύτερα αυτό που μελετώ.			0,122
b5 Μαθαίνω καλύτερα όταν ξέρω λίγο το θέμα που μελετώ.			0,014
b16 Κάποιες φορές χρησιμοποιώ τεχνικές μελέτης χωρίς να σκέπτομαι.			0,003
		0,651	0,436
b2 Μπορώ να μάθω κάτι όταν χρειάζεται.		0,643	0,427
b1 Ξέρω πότε έχω καταλάβει κάτι που έχω μελετήσει.		0,585	0,413
b3 Προσπαθώ να χρησιμοποιώ τρόπους μελέτης, που έχω χρησιμοποιήσει με επιτυχία στο παρελθόν.		0,497	0,277
b13 Χρησιμοποιώ τα δυνατά μου σημεία για να καλύψω τις αδυναμίες μου.		0,493	0,254
b11 Προσέχω κυρίως τις σημαντικές πληροφορίες.		0,457	0,312
b12 Μαθαίνω καλύτερα, όταν το θέμα που μελετώ με ενδιαφέρει.			
alpha του Cronbach	0,7	0,59	

Ο πίνακας 32 παρουσιάζει δύο ομάδες μεταβλητών. Στην πρώτη ομάδα ανήκουν οι μεταβλητές 8, 7, 17, 10, 15, 9, 14, ενώ, στη δεύτερη ομάδα είναι οι μεταβλητές 1, 2, 3, 13, 11, 12. Η ομαδοποίηση αυτή είναι ορατή και στο σχήμα 5, όπου φαίνεται μία ελεύθερη αναπαράσταση του δισδιάστατου μοντέλου.



Σχήμα 5: Αναπαράσταση του δισδιάστατου μοντέλου των συνιστωσών του MAI

Ερμηνεία των συνιστωσών

Μελετώντας την αρθρογραφία καθώς και τις απόψεις των δημιουργών του μοντέλου (Sperling et al., 2002; Schraw, Dennison, 1994), η πρώτη συνιστώσα – παράγοντας 1 περιλαμβάνει κυρίως μεταβλητές που συνδέονται με τη ρύθμιση του γινώσκειν (Πίνακας 32). Ο παράγοντας αυτός μπορεί να χαρακτηριστεί ως ρύθμιση της μάθησης, περιλαμβάνει διεργασίες όπως ο σχεδιασμός της δράσης, η διαχείριση πληροφορίας, η παρακολούθηση, ο έλεγχος και η αξιολόγηση της εργασίας, οι οποίες μπορούν να χαρακτηριστούν ως μεταγνωστικές δεξιότητες και συνδέεται με την αυτορρύθμιση της μάθησης. Η εσωτερική συνέπεια του παράγοντα αυτού έγινε με το δείκτη alpha του Cronbach 0,7, η οποία ήταν ικανοποιητική.

Η δεύτερη συνιστώσα - παράγοντας 2 περιλαμβάνει μεταβλητές, που εκφράζουν δηλωτική και διαδικαστική γνώση, καθώς και γνώση των συνθηκών κάτω από τις οποίες μπορεί να εφαρμοστεί μια στρατηγική. Συνδέεται με την επίγνωση του τί γνωρίζει κάποιος και τις κρίσεις που αφορούν τις στρατηγικές, που έχει χρησιμοποιήσει στο παρελθόν. Μπορεί επομένως να θεωρηθεί, ότι αφορά τη γνώση για το ‘γινώσκειν’ ή αλλιώς την μεταγνωστική γνώση. Η εσωτερική

συνέπεια του παράγοντα αυτού μετρήθηκε με το δείκτη alpha του Cronbach και είναι 0,6, τιμή ικανοποιητική αν λάβουμε υπόψη το μικρό αριθμό μεταβλητών που συμμετέχουν στον παράγοντα αυτό.

Πίνακας 33: Οι συνιστώσες που προκύπτουν από την παραγοντική ανάλυση του ερωτηματολογίου MAI

Συνιστώσα 1 Ρύθμιση (alpha =0,7)		
	Διεργασία	
8. Εξετάζω περισσότερους από έναν τρόπους λύσης ενός προβλήματος και μετά επιλέγω τον καλύτερο.	Σχεδιασμός	Ρύθμιση του γιννώσκουν
7. Όταν τελειώνω την εργασία του σχολείου, ελέγχω αν έχω μάθει ότι χρειαζόταν.	Αξιολόγηση	Ρύθμιση του γιννώσκουν
17. Όταν ολοκληρώνω μια εργασία, αναρωτιέμαι αν υπήρχε ευκολότερος τρόπος να πραγματοποιηθεί	Αξιολόγηση	Ρύθμιση του γιννώσκουν
10. Αναρωτιέμαι πόσο καλά τα πάω καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.	Παρακολούθηση	Ρύθμιση του γιννώσκουν
15. Ελέγχω συστηματικά την πορεία της εργασίας μου έτσι ώστε να την ολοκληρώσω εγκαίρως	Παρακολούθηση	Ρύθμιση του γιννώσκουν
9. Σκέπτομαι πριν αρχίσω την μελέτη μου, τι είναι αυτό που χρειάζεται να μάθω.	Σχεδιασμός	Ρύθμιση του γιννώσκουν
14. Χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους μελέτης, ανάλογα με την εργασία που έχω να εκτελέσω.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση

Συνιστώσα 2 Μεταγνωστική γνώση (alpha =0,59)

1. Ξέρω πότε έχω καταλάβει κάτι που έχω μελετήσει.	Δηλωτική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
3. Προσπαθώ να χρησιμοποιώ τρόπους μελέτης, που έχω χρησιμοποιήσει με επιτυχία στο παρελθόν.	Διαδικαστική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
13. Χρησιμοποιώ τα δυνατά μου σημεία για να καλύψω τις αδυναμίες μου.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση
11. Προσέχω κυρίως τις σημαντικές πληροφορίες.	Διαχείριση πληροφορίας	Ρύθμιση του γιννώσκουν
12. Μαθαίνω καλύτερα, όταν το θέμα που μελετώ με ενδιαφέρει.	Δηλωτική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
2. Μπορώ να μάθω κάτι όταν χρειάζεται.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση

7.3.2 Ερωτηματολόγιο Σκέψη των Μαθητών κατά τη Λύση Προβλήματος Student Thinking About Problem Solving STAPSS

Το ερωτηματολόγιο Σκέψη των μαθητών κατά τη Λύση Προβλήματος αναπτύχθηκε από την Armour-Thomas και Haynes (1988) και στηρίχθηκε στην Τριαρχική Θεωρία της Νοημοσύνης του Sternberg (1983). Η θεωρία αυτή αποτελείται από τρεις υποθεωρίες: την υποθεωρία των συστατικών, την υποθεωρία των εμπειριών και την υποθεωρία του πλαισίου. Σύμφωνα με τον Sternberg υπάρχει ένα σύνολο διεργασιών, οι οποίες αποτελούν τη βάση για όλες τις πλευρές της νοημοσύνης. Οι λειτουργίες ταξινομούνται σε τρία είδη:

Μετά διεργασίες: Αφορούν το συντονισμό και τον έλεγχο ενεργειών. Διεργασίες που είναι σημαντικές στη λύση προβλήματος είναι: (α) ο ορισμός του προβλήματος (β) η επιλογή κατάλληλης στρατηγικής (βήματα) για τη λύση του (γ) επιλογή κατάλληλης νοητικής αναπαράστασης του προβλήματος (δ)

προσδιορισμός των πόρων, που είναι απαραίτητοι για τη λύση του (συμπεριλαμβανομένου και του χρόνου) (ε) παρακολούθηση της λύσης.

Εκτελεστικές διεργασίες: Χρησιμοποιούνται κατά την εκτέλεση ενός έργου και ποικίλουν ανάλογα με το έργο. Συνήθως έχουν τρία χαρακτηριστικά: (α) κωδικοποιούν πληροφορίες από τα ερεθίσματα που λαμβάνει το άτομο καθώς εκτελεί, ενώ ταυτόχρονα ανακαλούν σχετικές πληροφορίες από τη μνήμη (β) συνδυασμός πληροφοριών με λειτουργικό ως προς την λύση τρόπο (γ) σύγκριση της λύσης με άλλες προτεινόμενες (δ) εξαγωγή συμπερασμάτων, απάντηση και αιτιολόγηση.

Διεργασίες μάθησης: Είναι οι διεργασίες μέσω των οποίων το άτομο αποκτά νέα δηλωτική γνώση σε μια περιοχή, ανάκληση πρότερης γνώσης και μεταφορά σε νέο πλαίσιο. Περιλαμβάνει διεργασίες όπως: (α) επιλογή και κωδικοποίηση κατάλληλης πληροφορίας, (β) επιλεκτικός συνδυασμός (ομαδοποίηση) πληροφοριών του ιδίου θέματος ή φαινομένου (γ) επιλεκτική σύγκριση (συσχετισμός) νέων και παλιών πληροφοριών.

Το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε για να μετρήσει την επίγνωση που έχουν οι μαθητές, σε κάποιες από τις προαναφερθείσες διεργασίες. Μετά από την διαδικασία αξιολόγησης, το σύνολο των ερωτήσεων που παρέμειναν ήταν 37 και αναφέρονταν σε συμπεριφορές, τις οποίες μπορεί να έχει ο μαθητής κατά τη λύση προβλήματος. Οι απαντήσεις δίνονταν σε 6βαθμια Likert κλίμακα (1 δεν ταιριάζει σε μένα καθόλου έως 6: ταιριάζει σε μένα πάρα πολύ). Η ανάλυση παραγόντων ανέδειξε 6 παράγοντες–συνιστώσες: *σχεδιασμός, οργάνωση, προσαρμογή, χρήση στρατηγικών, αξιολόγηση και ανακεφαλαίωση*. Το ερωτηματολόγιο έχει χρησιμοποιηθεί με μαθητές Γυμνασίων και έχει βρεθεί στατιστικά σημαντική σχέση ανάμεσα στην επίδοση σε στάνταρ τεστ αξιολόγησης γνώσεων Μαθηματικών και στην επίδοση στο ερωτηματολόγιο ως σύνολο, αλλά και στις συνιστώσες χρήση στρατηγικών, αξιολόγηση και οργάνωση.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας το ερωτηματολόγιο μεταφράστηκε στην ελληνική γλώσσα και μελετήθηκε από 3 εκπαιδευτικούς. Έγιναν οι απαραίτητες αναδιατυπώσεις σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών και δόθηκε σε μαθητές Γυμνασίου. Η κλίμακα που επιλέχθηκε ήταν 5βαθμια, για να μπορεί να γίνει στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων μεταξύ των 2 ερωτηματολογίων που επιλέχθηκαν.

1	2	3	4	5
Δεν μου ταιριάζει καθόλου	Μου ταιριάζει ελάχιστα	Μου ταιριάζει μέτρια	Μου ταιριάζει αρκετά	Μου ταιριάζει πολύ

7.3.3 Χρήση του ερωτηματολογίου Student Thinking About Problem Solving STAPSS σε Έλληνες μαθητές

Στη συνέχεια παρουσιάζονται η συλλογή δεδομένων, η επεξεργασία και τα αποτελέσματα της έρευνας μέτρησης των μεταγνωστικών διεργασιών μαθητών Β' και Γ' Γυμνασίου, σχετικά με τη λύση προβλήματος.

Συμμετέχοντες

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μαθητές τριών Γυμνασίων της Αττικής στις τάξεις Β' και Γ'. Το δείγμα αποτελούσαν 109 κορίτσια (ποσοστό 48,7%) και 115 αγόρια (ποσοστό 51,3%). Οι μαθητές προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές της Αττικής με διαφορετικό κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο (Μεταμόρφωση, Ψυχικό, Γέρακας). Η μέση ηλικία των μαθητών σύμφωνα με τις πληροφορίες που έδωσαν οι ίδιοι ήταν 14,4 ετών.

Διαδικασία

Το ερωτηματολόγιο Student Thinking About Problem Solving Scale STAPSS δόθηκε στους μαθητές μέσα στην τάξη τους, από τους καθηγητές της τάξης, μαζί με το ερωτηματολόγιο της προηγούμενης ενότητας. Ο χρόνος που είχαν στη διάθεσή τους οι μαθητές ήταν περίπου 45 λεπτά.

Στους μαθητές δόθηκε η οδηγία να βαθμολογήσουν κάθε άποψη, χρησιμοποιώντας κλίμακα από 1-5 και σε περίπτωση που δεν καταλάβαιναν κάτι, να μη δώσουν απάντηση (Παράρτημα 2). Επίσης έγινε υπόδειξη να απαντήσουν τις ερωτήσεις, έχοντας κατά νου τη συμπεριφορά τους όταν μελετούν μαθήματα Θετικών Επιστημών. Οι μαθητές μπορούσαν να σημειώσουν σχόλια στο τέλος του ερωτηματολογίου (Παράρτημα 4).

Συνολικά απάντησαν το ερωτηματολόγιο 240 μαθητές εκ των οποίων στη στατιστική ανάλυση συμμετείχαν τα 224 ερωτηματολόγια. Εξαιρέθηκαν 16 ερωτηματολόγια γιατί σε κάποια έλειπε ένα μεγάλος αριθμός απαντήσεων (περισσότερες από 2), είχαν πολλαπλές απαντήσεις, ή έδιναν μία συγκριμένη μόνο απάντηση.

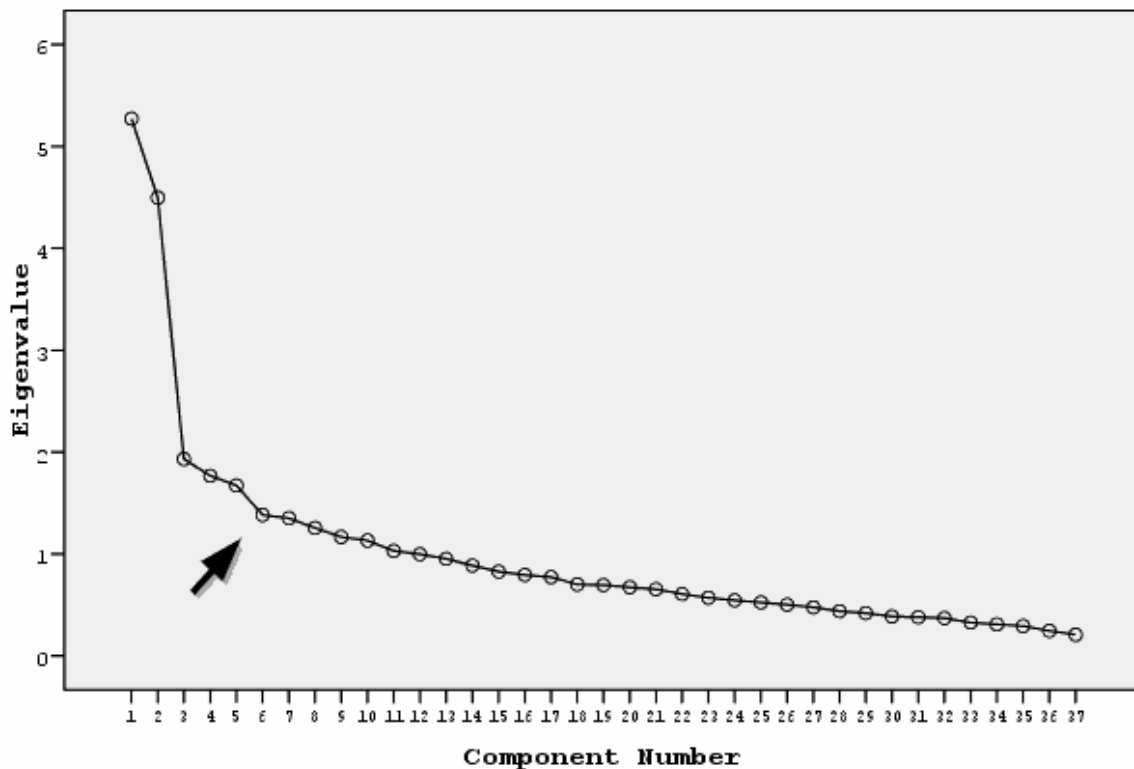
Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν σε κατάλληλο στατιστικό πρόγραμμα. Στη τελική βαθμολόγηση που ακολουθήθηκε, η τιμή 1 αντιστοιχούσε σε χαμηλή μεταγνωστική ικανότητα, ενώ η τιμή 5 δήλωνε υψηλή μεταγνωστική ικανότητα.

Για να ικανοποιηθεί η ανάγκη αυτή, αντιστράφηκαν οι μεταβλητές 3, 4, 12, 15, 19, 21, 23, 25, 26, 30, 31, 33. Η μεταβλητή 11 στην ελληνική έκδοση του ερωτηματολογίου είχε θετική διατύπωση.

Προκειμένου να ελεγχθεί η εσωτερική συνέπεια του ερωτηματολογίου, υπολογίστηκε ο δείκτης alpha του Cronbach. Η τιμή του δείκτη ήταν ικανοποιητική (0,752).

Στη συνέχεια, ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις για την πραγματοποίηση διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης. Το μέγεθος του δείγματος ήταν ικανοποιητικό, αν χρησιμοποιήσουμε το κριτήριο «5 συμμετέχοντες στην έρευνα ανά μεταβλητή» (Kass & Tinsley, 1979 όπως αναφέρει ο Field, (2009 σελίδα 639). Ωστόσο η επάρκεια του δείγματος εξετάστηκε και με τη μέτρηση Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), η οποία έδωσε τιμή 0,749 που θεωρείται αποδεκτή. Ο έλεγχος της υπόθεσης της σφαιρικότητας εξετάστηκε με το Bartlett's test of sphericity. Η υπόθεση έγινε δεκτή σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p < 0,001$, οπότε θεωρήσαμε ότι με το δείγμα αυτό, μπορούμε να πραγματοποιήσουμε παραγοντική ανάλυση.

Scree Plot



Σχήμα 6: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το STAPSS

Πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (exploratory factor analysis) με τη μέθοδο των κυρίων συνιστωσών (principal components) χωρίς περιστροφή, η οποία έδειξε την ύπαρξη 11 συνιστωσών με ιδιοτιμή μεγαλύτερη από 1 (Eigenvalue > 1, κριτήριο Kaiser), οι οποίες εξηγούν το 61% περίπου της συνολικής διασποράς.

Η μελέτη του γραφήματος Scree Plot (Σχήμα 6), που αναπαριστά τις ιδιοτιμές των συνιστωσών, μας δίνει ενδείξεις για τον αριθμό των συνιστωσών που μπορεί να θεωρηθούν ως κύριες. Με κριτήριο το σημείο στο οποίο αλλάζει η κλίση του γραφήματος (Δαφέρμος 2013, σελίδα 58), ο αριθμός των συνιστωσών φαίνεται να είναι 6 και σε αυτήν την περίπτωση εξηγείται το 44,6% της συνολικής διασποράς.

Στη συνέχεια έγινε παραγοντική ανάλυση με καθορισμένο αριθμό συνιστωσών (6 συνιστώσες), σύμφωνα με την αρχική χρήση του ερωτηματολογίου (Armour-Thomas και Haynes, 1988). Η μέτρηση Keiser-Meyer-Olkin (KMO) της επάρκειας της δειγματοληψίας έδωσε τιμή 0,749, υποδηλώνοντας ότι είναι επιτρεπτή η παραγοντική ανάλυση των δεδομένων και το Bartlett's Test of Sphericity ήταν στατιστικά σημαντικό ($p < 0,001$).

Ο δείκτης πολυσυγγραμικότητας (multicollinearity determent) έχει τιμή $1,37 \cdot 10^{-5}$ και είναι αποδεκτός (αποδεκτή τιμή $0,0000137 > 10^{-5}$). Έγινε εξαγωγή των συνιστωσών με ορθογώνια μέγιστη διακύμανση περιστροφής (Varimax) μιας και, σύμφωνα με το μοντέλο, οι συνιστώσες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Οι 6 συνιστώσες εξηγούν περίπου το 44,6% περίπου της διακύμανσης. Στον Πίνακα 34, φαίνονται τα παραγοντικά φορτία και οι παραγοντικές διακυμάνσεις

(Communalities) των μεταβλητών σε κάθε συνιστώσα. Στον πίνακα εμφανίζονται μόνο όσες τιμές είναι μεγαλύτερες από 0,4.

Πίνακας 34: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια, μέγιστη διακύμανσης περιστροφή για το ερωτηματολόγιο STAPSS

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ							
Communalities							
Μεταβλητές	1	2	3	4	5	6	
a23ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν καταλαβαίνω την εκφώνηση.	0,703						0,513
a12ant. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος, όταν έχω άγνωστες λέξεις στις ερωτήσεις του προβλήματος.	0,643						0,507
a15ant. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος, όταν δεν μπορώ να το διατυπώσω με δικά μου λόγια.	0,633						0,437
a21ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν μπορώ να βρω σημαντικές πληροφορίες, που έχουν παραληφθεί από την εκφώνηση.	0,607						0,483
a4ant 4. Έχω δυσκολίες στη λύση προβλήματος, όταν δεν ξέρω ποιες πληροφορίες είναι σχετικές και ποιες όχι.	0,527						0,494
a7ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν μπορώ να ξεχωρίσω τις σημαντικές πληροφορίες	0,522				- 0,404		0,553
a33ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν ξέρω τους κανόνες ή τις εξισώσεις για τη λύση του.	0,506						0,357
a19ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν έχω στην διάθεση μου αρκετό χρόνο.	0,480						0,312
a25_ant. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ξέρω πώς να ελέγξω αν η απάντησή μου είναι σωστή.		0,695					0,617
a26_ant . Παρόλο που καταλαβαίνω τις πληροφορίες που δίνει το πρόβλημα, δεν ξέρω πώς να τις συνδυάσω για να το λύσω.		0,643					0,564
a28. Μετά τη λύση του προβλήματος, ελέγχω αν η απάντησή μου είναι σωστή.		0,639					0,539
a16. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, ελέγχω αν η απάντησή μου απαντά στην ερώτηση του προβλήματος.		0,616					0,535
a31_ant. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ελέγχω την απάντησή αν πιστεύω ότι είναι σωστή.		0,586					0,406
a24. Πριν λύσω το πρόβλημα, βάζω σε σειρά τα βήματα ή τις ενέργειες, που			0,620				0,480

είναι απαραίτητες για να λυθεί.							
a22. Όταν ολοκληρώσω τη λύση ενός προβλήματος, ελέγχω αν χρησιμοποίησα την σωστή στρατηγική (το σωστό τρόπο λύσης).			0,584				0,550
a17. Όταν λύνω ένα πρόβλημα που έχει διάφορα ερωτήματα, σχεδιάζω ένα διάγραμμα, ή γράφω μία εξίσωση, για να δείξω τη σχέση που έχουν τα επιμέρους ερωτήματα			0,534				0,391
a30_ant. Όταν αποφασίσω πως θα λύσω ένα πρόβλημα, δεν αλλάζω την απόφασή μου.			- 0,523				0,356
a14. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, ξεχωρίζω ποιες πληροφορίες είναι σημαντικές και ποιες όχι.			0,520				0,413
a20. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, οργανώνω τις πληροφορίες που μου έχουν δοθεί, με τρόπο που με βοηθά στη λύση του.			0,486				0,454
a11. Δεν μπορώ να λύσω ένα πρόβλημα, αν πρώτα δεν αποφασίσω ποιά στρατηγική (ποιον τρόπο) θα ακολουθήσω.			0,405				0,350
a2. Πριν λύσω ένα πρόβλημα προσπαθώ να εντοπίσω όσες περισσότερες πληροφορίες μπορώ, που θα μου ήταν χρήσιμες για τη λύση του.							0,255
a37. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι "Μήπως μία διαφορετική στρατηγική (ένας διαφορετικός τρόπος λύσης) θα με βοηθούσε να λύσω αυτό το πρόβλημα;".					0,715		0,538
a32. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι "Τι μπορώ να κάνω διαφορετικά για να το λύσω;".					0,655		0,482
a36. Όταν λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι "Χρησιμοποιώ τους κατάλληλους κανόνες ή τις κατάλληλες εξισώσεις;".					0,617		0,497
a8. Όταν έχω «κολλήσει» κατά τη διάρκεια της λύσης ενός προβλήματος, αναρωτιέμαι "Έλαβα υπόψη μου όλες τις σχετικές πληροφορίες που αφορούν το πρόβλημα;".					0,455		0,351
a10. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να μαντέψω πως συνδέονται μεταξύ τους οι διαφορετικές πληροφορίες.							0,296
a27. Ενώ λύνω ένα πρόβλημα, έχω στο μυαλό μου μία εικόνα ή μία εξίσωση για το πρόβλημα αυτό.							0,296
a18. Πριν λύσω ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι "Σε τι μοιάζει αυτό το					0,787		0,652

πρόβλημα με εκείνο το πρόβλημα που είχα λύσει στο παρελθόν;"							
a1. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να βρω κάποιο άλλο σχετικό με αυτό που έχω λύσει στο παρελθόν.					0,783		0,653
a35. Όταν λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι "Πώς οι πληροφορίες (γνώσεις) που έχω αποκτήσει στο παρελθόν, μπορούν να μου φανούν χρήσιμες στη λύση αυτού του προβλήματος;"				0,444	0,460		0,440
a34. Όταν έχω κολλήσει στη λύση ενός προβλήματος, τότε αναρωτιέμαι "Μήπως δαπανώ πολύ χρόνο σε αυτό το πρόβλημα;"						0,712	0,611
a13. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, υπολογίζω πόσο περίπου χρόνο θα χρειαστώ.						0,570	0,476
a9. Καθώς λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι "Είμαι στη σωστή κατεύθυνση, ακολουθώ το σωστό δρόμο;"							0,434
alpha του Cronbach	0,56	0,73	0,53	0,61	0,69	0,43	

Στην τελευταία γραμμή του πίνακα υπάρχουν οι τιμές του δείκτη Cronbach' Alpha για κάθε συνιστώσα, αν αφαιρεθούν από την ανάλυση οι μεταβλητές α29, α5, α3, α6. Από αυτές φαίνεται να έχουν αποδεκτή ως καλή εσωτερική συνέπεια οι συνιστώσες 2, 4, 5 ενώ η συνέπεια της 6 φαίνεται να είναι ανεπαρκής.

Ερμηνεία των συνιστωσών

Μελετώντας την αρθρογραφία, καθώς και τις απόψεις των δημιουργών του ερωτηματολογίου (Armour-Thomas & Haynes, 1988) που προτείνουν 6 συνιστώσες, επιλέξαμε και στην συγκεκριμένη ανάλυση να διατηρήσουμε τον ίδιο αριθμό συνιστωσών.

Παράγοντας 1 Κατανόηση του προβλήματος (Alpha =0,564)

a23ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν καταλαβαίνω την εκφώνηση.

a12ant. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος, όταν έχω άγνωστες λέξεις στις ερωτήσεις του προβλήματος.

a15ant. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος, όταν δεν μπορώ να το διατυπώσω με δικά μου λόγια.

a21ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν μπορώ να βρω σημαντικές πληροφορίες που έχουν παραληφθεί από την εκφώνηση.

a4ant. Έχω δυσκολίες στη λύση προβλήματος, όταν δεν ξέρω ποιες πληροφορίες είναι σχετικές και ποιες όχι.

a7ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν μπορώ να ξεχωρίσω τις σημαντικές πληροφορίες

a33ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν ξέρω τους κανόνες ή τις εξισώσεις για τη λύση του.

a19ant. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν έχω στην διάθεση μου αρκετό χρόνο.

Παράγοντας 2: Αξιολόγηση αποτελέσματος ($\text{Alpha} = 0,732$)

a25_ant. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ξέρω πώς να ελέγξω αν η απάντησή μου είναι σωστή.

a26_ant. Παρόλο που καταλαβαίνω τις πληροφορίες που δίνει το πρόβλημα, δεν ξέρω πώς να τις συνδυάσω για να το λύσω.

a28. Μετά τη λύση του προβλήματος, ελέγχω αν η απάντησή μου είναι σωστή.

a16. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, ελέγχω αν η απάντησή μου απαντά στην ερώτηση του προβλήματος.

a31_ant. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ελέγχω την απάντησή μου αν πιστεύω ότι είναι σωστή.

Παράγοντας 3 Επιλογή στρατηγικών ($\text{Alpha} = 0,528$)

a24. Πριν λύσω το πρόβλημα, βάζω σε σειρά τα βήματα ή τις ενέργειες που είναι απαραίτητες για να λυθεί.

a22. Όταν ολοκληρώσω τη λύση του προβλήματος, ελέγχω αν χρησιμοποίησα την σωστή στρατηγική (το σωστό τρόπο λύσης).

a17. Όταν λύνω ένα πρόβλημα που έχει διάφορα ερωτήματα, σχεδιάζω ένα διάγραμμα, ή γράφω μία εξίσωση, για να δείξω τη σχέση που έχουν τα επιμέρους ερωτήματα

a30_ant. Όταν αποφασίσω πως θα λύσω ένα πρόβλημα, δεν αλλάζω την απόφασή μου.

a14. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, ξεχωρίζω ποιες πληροφορίες είναι σημαντικές και ποιες όχι.

a20. Πριν λύσω ένα πρόβλημα οργανώνω τις πληροφορίες που μου έχουν δοθεί με τρόπο που με βοηθά στη λύση του.

a11. Δεν μπορώ να λύσω ένα πρόβλημα, αν πρώτα δεν αποφασίσω ποια στρατηγική (ποιον τρόπο) θα ακολουθήσω.

Παράγοντας 4: Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών ($\text{Alpha} = 0,614$)

a2. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να εντοπίσω όσες περισσότερες πληροφορίες μπορώ, που θα μου ήταν χρήσιμες για τη λύση του.

a37. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Μήπως μία διαφορετική στρατηγική (ένας διαφορετικός τρόπος λύσης) θα με βοηθούσε να λύσω αυτό το πρόβλημα;».

a32. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Τι μπορώ να κάνω διαφορετικά για να το λύσω;».

a36. Όταν λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Χρησιμοποιώ τους κατάλληλους κανόνες ή τις κατάλληλες εξισώσεις;».

a8. Όταν έχω 'κολλήσει' κατά τη διάρκεια της λύσης του προβλήματος, αναρωτιέμαι «Έλαβα υπόψη μου τις σχετικές πληροφορίες που αφορούν το πρόβλημα;».

Παράγοντας 5 Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης ($\text{Alpha} = 0,693$)

a18. Πριν λύσω ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι «Σε τι μοιάζει αυτό το πρόβλημα με εκείνο το πρόβλημα, που είχα λύσει στο παρελθόν;»

a1 Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να βρω κάποιο άλλο σχετικό με αυτό, που έχω λύσει στο παρελθόν.

a35. Όταν λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Πώς οι πληροφορίες (γνώσεις) που έχω

αποκτήσει στο παρελθόν, μπορούν να μου φανούν χρήσιμες στη λύση αυτού του προβλήματος;».

Παράγοντας 6 Παρακολούθηση (χρόνος) ($\text{Arlha} = 0,428$)

a34. Όταν έχω κολλήσει στη λύση ενός προβλήματος, τότε αναρωτιέμαι "Μήπως δαπανώ πολύ χρόνο σε αυτό το πρόβλημα;".

a13 . Πριν λύσω ένα πρόβλημα, υπολογίζω πόσο περίπου χρόνο θα χρειαστώ.

a9. Καθώς λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι "Είμαι στη σωστή κατεύθυνση, ακολουθώ το σωστό δρόμο;".

a23ant . Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα, όταν δεν καταλαβαίνω την εκφώνηση.

Η ένδειξη ant δίπλα στο όνομα της μεταβλητής, υποδηλώνει ότι η βαθμολόγηση της έχει αντιστραφεί πριν την επεξεργασία.

Παράγοντας 1 Κατανόηση του προβλήματος: Ο πρώτος παράγοντας περιγράφει τη φάση της προετοιμασίας της λύσης ενός προβλήματος και κυρίως εκείνες τις γνωστικές διεργασίες, οι οποίες ενεργοποιούνται για την κατανόηση του προβλήματος: Λεκτική κατανόηση, επιλογή των πληροφοριών που είναι σχετικές με το θέμα και επαναδιατύπωση προβλήματος. Σε αυτά συμπεριλαμβάνονται και μεταβλητές, που έχουν να κάνουν με τον προγραμματισμό του χρόνου και την ανάκληση πρότερης γνώσης. Σύμφωνα με το μοντέλο της αυτορρύθμισης του Pintrich (2000), αφορά την φάση της προετοιμασίας και ειδικότερα της γνωστικής και της συμπεριφοράς.

Παράγοντας 2: Αξιολόγηση αποτελέσματος: Ο δεύτερος παράγοντας συνδέεται με τον αναστοχασμό και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, ως προς τα κριτήρια που τέθηκαν στην αρχή της εργασίας. Ανήκει επομένως στην 4η φάση του μοντέλου και αφορά τη γνωστική ενεργοποίηση του ατόμου.

Παράγοντας 3 Επιλογή στρατηγικών: Η επιλογή στρατηγικών ανήκει στη φάση της προετοιμασίας του ατόμου για τη λύση του προβλήματος και είναι γνωστική λειτουργία.

Παράγοντα 4: Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών. Αυτός ο παράγοντας περιγράφει τις διαδικασίες, που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια υλοποίησης της εργασίας και συνδέονται με την παρακολούθηση της εξέλιξης και τροποποίησής τους, ανάλογα με τα αποτελέσματα.

Παράγοντας 5 Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης: Είναι ένα παράγοντας με μικρή συμμετοχή μεταβλητών. Έχει καλή εσωτερική συνοχή και αναφέρεται στην ανάκληση πρότερης γνώσης, σχετικής με το θέμα που μελετάται. Ανήκει στη φάση της προετοιμασίας του μαθητή για την υλοποίηση της εργασίας.

Παράγοντας 6 Παρακολούθηση (χρόνος): Οι μεταβλητές αυτού του παράγοντα αναφέρονται στην παρακολούθηση της εξέλιξης της εργασίας, από την πλευρά των χρονικών ορίων, που τίθενται από το περιβάλλον.

7.3.4 Συσχέτιση των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS

Το ερωτηματολόγιο MAI που μελετήθηκε στην ενότητα 6.2.1 και 6.2.2, ήταν πολύ γενικό και ανέδειξε δύο παράγοντες: ο ένας σχετικός με τη ρύθμιση της νόησης και ο άλλος, σχετικός με τη γνωστική λειτουργία. Οι δύο παράγοντες αυτοί περιγράφουν την γενική μεταγνωστική συμπεριφορά του ατόμου.

Το ερωτηματολόγιο STAPSS περιείχε μεταβλητές, οι οποίες σχετίζονται με τις διαδικασίες λύσης ενός προβλήματος, όπως, η κατανόηση του προβλήματος, η επιλογή στρατηγικών και σχετικών πρότερων γνώσεων, η παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών και η αξιολόγηση του αποτελέσματος. Εξετάστηκε η συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων των δύο ερωτηματολογίων, με στόχο να διερευνηθεί, αν μετρούν παρόμοια μεγέθη.

Εξετάστηκαν οι μεταβλητές, που προέκυψαν από την ανάλυση παραγόντων του ερωτηματολογίου MAI Ρύθμιση της νόησης και Μεταγνωστική γνώση και οι μεταβλητές που προέκυψαν από την ανάλυση του ερωτηματολογίου STAPSS Κατανόηση του προβλήματος, Αξιολόγηση αποτελέσματος, Επιλογή στρατηγικών, Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών, Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης και Παρακολούθηση (χρόνος) ως προς την κανονικότητα, με την χρήση του κριτηρίου των Kolmogorov-Smirnova και Shapiro_Wilk. Οι μεταβλητές Μεταγνωστική γνώση ($D(221)=0,07$ $p<0,05$), Αξιολόγηση αποτελέσματος ($D(221)=0,069$ $p<0,05$) αποκλίνουν από την κανονικότητα και με τα δύο κριτήρια, ενώ ο παράγοντας Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης, αποκλίνει σύμφωνα με το κριτήριο των Shapiro_Wilk. (Πίνακας 35)

Πίνακας 35: Test of Normality για τις συνιστώσες των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS

Παράγοντες	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Σ1 Ρύθμιση της νόησης	0,057	221	0,083	0,988	221	0,068
Σ2 Μεταγνωστική γνώση	0,070	221	0,010	0,970	221	0,000
Π1 Κατανόηση του προβλήματος:	0,045	221	0,200	0,989	221	0,087
Π2 Αξιολόγηση αποτελέσματος	0,069	221	0,012	0,966	221	0,000
Π3 Επιλογή στρατηγικών	0,044	221	0,200	0,994	221	0,520
Π4 Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών	0,051	221	0,200	0,988	221	0,065
Π5 Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης	0,048	221	0,200	0,985	221	0,017
Π6 Παρακολούθηση (χρόνος):	0,047	221	0,200	0,993	221	0,419

Για την εξέταση της συσχέτισης των συνιστωσών, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί ο μη παραμετρικός δείκτης Spearman rho .

Πίνακας 36: Συσχέτιση των παραγόντων (δείκτης Spearman rho), που προέκυψαν από την παραγοντική ανάλυση των ερωτηματολογίων MAI και STAPSS

STAPSS	Π1: Κατανόηση του προβλήματος:	Π2 Αξιολόγηση αποτελέσματος	Π3 Επιλογή στρατηγικών	Π4 Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών	Π5 Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης	Π6 Παρακολούθηση (χρόνος):
MAI						
Σ1 Ρύθμιση της νόησης	0,07 $p = 0,304$	0,133 $(p<0,05)$	0,388 $(p<0,001)$	0,272 $(p<0,01)$	0,188 $(p<0,01)$	0,07 $p = 0,3$
Σ2	-0,023	0,267	-0,01	0,344	0,001	-0,81

Μεταγνωστική γνώση	$p = 0,737$	($p < 0,01$)	$p = 0,883$	($p < 0,01$)	$p = 0,987$	$p = 0,232$
--------------------	-------------	-----------------------------------	-------------	-----------------------------------	-------------	-------------

(N=221)

Όπως φαίνεται, οι παράγοντες έχουν σχετικά χαμηλή συσχέτιση, η οποία σε κάποιες περιπτώσεις είναι στατιστικά σημαντική. Ειδικότερα ο παράγοντας Ρύθμισης της νόησης συσχετίζεται με τους παράγοντες Αξιολόγηση αποτελέσματος ($\rho(221) = 0,133$, $p < 0,05$), Επιλογή στρατηγικών ($\rho(221) = 0,388$, $p < 0,01$), Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών ($\rho(221) = 0,272$, $p < 0,01$), Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης ($\rho(221) = 0,188$, $p < 0,01$), οι οποίοι και περιγράφουν διεργασίες ρύθμισης. Ο παράγοντας Μεταγνωστική γνώση συσχετίζεται με την αξιολόγηση αποτελέσματος ($\rho(221) = 0,267$, $p < 0,01$) και την προσαρμογή των στρατηγικών ($\rho(221) = 0,344$, $p < 0,01$).

Οι παραπάνω συσχετίσεις μας επιτρέπουν τον ισχυρισμό, ότι τα δύο ερωτηματολόγια μετρούν παρόμοιες μεταβλητές με διαφορετική βέβαια, διακριτική ικανότητα σε κάθε περίπτωση.

7.4 Επίδραση του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ανάπτυξη της αυτορρύθμισης

Για τη διερεύνηση της εργασίας σε περιβάλλον ρομποτικής, συγκρίθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου στα ερωτηματολόγια MAI και STAPSS.

Τόσο η πειραματική ομάδα, όσο και η ομάδα ελέγχου είχαν παρόμοιο ακαδημαϊκό προφίλ στα μαθήματα Μαθηματικά, Φυσική, Πληροφορική, που θεωρήθηκαν και ως σχετικά με την εργασία σε περιβάλλον ρομποτικής στο Α' Τρίμηνο του σχολικού έτους 2010-2011. Επιλέχθηκαν συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα γιατί τόσο οι διαστάσεις της αυτορρύθμισης, όσο και συγκεκριμένα η μεταγνωστική διάσταση, επηρεάζονται από την γνωστική περιοχή, στην οποία εφαρμόζονται. Για αναλυτικότερη περιγραφή του προφίλ των δύο ομάδων δείτε το παράρτημα 1.

Στην περιγραφή των αποτελεσμάτων που ακολουθεί, χρησιμοποιείται ο όρος παράγοντας, ο οποίος αναφέρεται στην τιμή του παράγοντα του κάθε ερωτηματολογίου έτσι όπως υπολογίστηκε από την ανάλυση του στατιστικού προγράμματος (SPSS FA) και ο όρος επίδοση, ο οποίος αναφέρεται στο άθροισμα των απαντήσεων των μαθητών σε συγκεκριμένες μεταβλητές του ερωτηματολογίου.

Σύγκριση με το ερωτηματολόγιο MAI

Σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί, αναμένεται η ομάδα της ρομποτικής να έχει καλύτερες επιδόσεις στη μέτρηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων και ειδικότερα, στις δεξιότητες αυτορρύθμισης. Ειδικότερα, οι υποθέσεις που διατυπώνονται εδώ είναι:

Μηδενική υπόθεση: Η ομάδα της ρομποτικής (πειραματική ομάδα) και η ομάδα με παρόμοια ακαδημαϊκή επίδοση (ομάδα ελέγχου) δεν διαφέρουν ως προς την επίδοσή τους στο ερωτηματολόγιο μέτρησης μεταγνωστικών δεξιοτήτων MAI.

Εναλλακτική υπόθεση: Η ομάδα της ρομποτικής (πειραματική ομάδα) θα έχει καλύτερη επίδοση στο ερωτηματολόγιο μέτρησης μεταγνωστικών δεξιοτήτων MAI, συγκριτικά με την ομάδα με παρόμοια ακαδημαϊκή επίδοση (ομάδα ελέγχου).

Μετά την ανάλυση παραγόντων στο ερωτηματολόγιο συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι της επίδοσης των μαθητών στο σύνολο του ερωτηματολογίου (άθροιση όλων των μεταβλητών του ερωτηματολογίου), καθώς και οι επιδόσεις σε κάθε συνιστώσα (άθροιση των μεταβλητών, που συμμετείχαν τελικά σε κάθε συνιστώσα μετά την ανάλυση). Αναλυτικότερα, η πειραματική ομάδα είχε υψηλότερο μέσο όρο στο ερωτηματολόγιο MAI (M=67 SD=10,23) στο σύνολο του ερωτηματολογίου, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ((M=65,3 SD=5,97) και στην συνιστώσα της ρύθμισης της νόησης ((Πειραματική ομάδα M=23,7 SD=6,69, ομάδα ελέγχου (M=22,4 SD=5,55) (Πίνακας 37)

Πίνακας 37: Σύγκριση μέσων όρων επίδοσης στο ερωτηματολόγιο MAI

Ερωτηματολόγιο MAI	Μέσος όρος Ερωτηματολόγιο MAI	Τυπική απόκλιση
Πειραματική ομάδα	67	10,23
Ομάδα ελέγχου	65,3	5,97
Συνιστώσες		
Ρύθμισης της συμπεριφοράς		
Πειραματική ομάδα	23,73	6,69
Ομάδα ελέγχου	22,4	5,55
Μεταγνωστική γνώση		
Πειραματική ομάδα	25,4	3,31
Ομάδα ελέγχου	25,46	1,73

Ο έλεγχος της κανονικότητας των μεταβλητών για την επιλογή κατάλληλου κριτηρίου σύγκρισης έγινε με τη χρήση του των Kolmogorov-Smirnova και Shapiro_Wilk (Πίνακας 38).

Πίνακας 38: Test of Normality για τις συνιστώσες του ερωτηματολογίων MAI και τις επιδόσεις των μαθητών

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Παράγοντας Ρύθμισης της νόησης	0,057	221	0,083	0,988	221	0,068
Παράγοντας Μεταγνωστικής γνώσης	0,070	221	0,010	0,970	221	0,000
Επίδοση στη Ρύθμιση της νόησης	0,058	221	0,067	0,984	221	0,014
Επίδοση Μεταγνωστική γνώση	0,107	221	0,000	0,944	221	0,000
Επίδοση στο σύνολο του ερωτηματολογίου	0,047	221	0,200	0,993	221	0,343

Ο έλεγχος της υπόθεσης μπορεί να γίνει με τον υπολογισμό του κριτηρίου t για τον παράγοντα Ρύθμιση της νόησης, την επίδοση στην Ρύθμιση της νόησης και τη συνολική επίδοση στο ερωτηματολόγιο MAI μίας και στην περίπτωση αυτή ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας (Πίνακας 38). Η σύγκριση για τον παράγοντα και την επίδοση Μεταγνωστική γνώση, θα γίνει χρησιμοποιώντας μη παραμετρικό κριτήριο (Mann Whitney U τεστ), μίας και το κριτήριο της κανονικότητας δεν ισχύει.

Ο έλεγχος για τη συνολική επίδοση στο ερωτηματολόγιο MAI έδωσε στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα με την μέθοδο t-test $t(28)=22,55$ n.s. Ανάλογος έλεγχος έγινε και στους παράγοντες που προέκυψαν από την παραγοντική ανάλυση, καθώς και στην επίδοση ανά συνιστώσα (η επίδοση υπολογίστηκε αθροίζοντας τις απαντήσεις των μαθητών στις μεταβλητές που συμμετείχαν σε κάθε παράγοντα), χωρίς να βρεθούν σημαντικά στατιστικά αποτελέσματα (Πίνακας 39 και Πίνακας 40)

Πίνακας 39: Αποτελέσματα του t-test για τους παράγοντες και τις συνιστώσες του ερωτηματολογίου MAI

Μεταβλητή	t	df	Sig. (2-tailed)
Επίδοση στο ερωτηματολόγιο	0,545	22,546	0,591
Παράγοντας Ρύθμιση της νόησης	0,63	28	0,53
Επίδοση στον παράγοντα Ρύθμιση της νόησης	0,59	28	0,56

Σημείωση: στην περίπτωση της επίδοσης στο σύνολο του ερωτηματολογίου, το Levene's test έδωσε στατιστικά σημαντική τιμή, οπότε επιλέχθηκε η τιμή t που αντιστοιχεί στην περίπτωση μη αποδοχής της υπόθεσης ίσων διακυμάνσεων.

Πίνακας 40: Αποτελέσματα του κριτηρίου Mann Whitney U, για τον παράγοντα και την επίδοση Μεταγνωστική Γνώση ερωτηματολογίου MAI

Μεταβλητή	Z	Ομάδες ατόμων	Sig. (2-tailed)
Παράγοντας Μεταγνωστική Γνώση	-0,643	15-15	0,52
Επίδοση στον παράγοντα Μεταγνωστική Γνώση	-0,126	15-15	0,9

Σύγκριση με το ερωτηματολόγιο STAPSS

Ειδικότερα, οι υποθέσεις που διατυπώνονται εδώ είναι:

Μηδενική υπόθεση: Η ομάδα της ρομποτικής (πειραματική ομάδα) και η ομάδα με παρόμοια ακαδημαϊκή επίδοση (ομάδα ελέγχου) δεν διαφέρουν ως προς την επίδοσή τους στο ερωτηματολόγιο μέτρησης μεταγνωστικών δεξιοτήτων STAPSS

Εναλλακτική υπόθεση: Η ομάδα της ρομποτικής (πειραματική ομάδα) θα έχει καλύτερη επίδοση στο ερωτηματολόγιο μέτρησης μεταγνωστικών δεξιοτήτων STAPSS, συγκριτικά με την ομάδα με παρόμοια ακαδημαϊκή επίδοση (ομάδα ελέγχου)

Μετά την ανάλυση παραγόντων στο ερωτηματολόγιο, συγκρίθηκαν οι μέσοι όροι της επίδοσης των μαθητών στο σύνολο του ερωτηματολογίου (άθροιση όλων των μεταβλητών του ερωτηματολογίου), καθώς και οι επιδόσεις σε κάθε συνιστώσα (άθροιση των μεταβλητών που συμμετείχαν τελικά σε κάθε συνιστώσα μετά την ανάλυση). Από τη σύγκριση των μέσων όρων προκύπτει ότι, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας υπερτερούν συγκριτικά με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, σε τρεις συνιστώσες του ερωτηματολογίου: Επιλογή στρατηγικών (Πειραματική ομάδα $M=22,33$ $SD=4,34$, ομάδα ελέγχου ($M=22,33$ $SD=4,7$), Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών (Πειραματική ομάδα $M=18,67$ $SD=3,04$, ομάδα ελέγχου $M=18,14$ $SD=3,82$), Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης (Πειραματική ομάδα $M=11,27$ $SD=2,12$, ομάδα ελέγχου $M=9,13$ $SD=2,33$) (Πίνακας 41).

Πίνακας 41: Σύγκριση μέσων όρων επίδοσης στο ερωτηματολόγιο STAPSS

Ερωτηματολόγιο STAPSS		
	Μέσος όρος επίδοσης Ερωτηματολόγιο MAI	Τυπική απόκλιση
Πειραματική ομάδα	122,40	16,00
Ομάδα ελέγχου	125,86	15,11
Συνιστώσες		
<i>Κατανόηση του προβλήματος</i>		
Πειραματική ομάδα	22,60	5,57
Ομάδα ελέγχου	24,47	5,93
<i>Αξιολόγηση του αποτελέσματος</i>		
Πειραματική ομάδα	19,47	4,03
Ομάδα ελέγχου	21,00	3,48
<i>Επιλογή στρατηγικών</i>		
Πειραματική ομάδα	23,33	4,34
Ομάδα ελέγχου	22,33	4,70
<i>Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών</i>		
Πειραματική ομάδα	18,67	3,04
Ομάδα ελέγχου	18,14	3,82
<i>Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης</i>		
Πειραματική ομάδα	11,27	2,12
Ομάδα ελέγχου	9,13	2,33
<i>Παρακολούθηση (χρόνος)</i>		
Πειραματική ομάδα	9,87	2,45
Ομάδα ελέγχου	10,40	2,92

Ο έλεγχος της κανονικότητας των μεταβλητών για την επιλογή κατάλληλου κριτηρίου σύγκρισης έγινε με τη χρήση του κριτηρίου των Kolmogorov-Smirnova και Shapiro_Wilk (Πίνακας 42).

Πίνακας 42: Test of Normality για τις συνιστώσες του ερωτηματολογίου STAPSS και τις επιδόσεις των μαθητών

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Παράγοντας Κατανόηση του προβλήματος</i>	0,045	221	0,20	0,989	221	0,087
<i>Παράγοντας Αξιολόγηση του αποτελέσματος</i>	0,069	221	0,01	0,966	221	0,000
<i>Παράγοντας Επιλογή στρατηγικών</i>	0,044	221	0,20	0,994	221	0,520
<i>Παράγοντας Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών</i>	0,051	221	0,20	0,988	221	0,065

Παράγοντας Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης	0,048	221	0,20	0,985	221	0,017
Παράγοντας Παρακολούθηση (χρόνος)	0,047	221	0,20	0,993	221	0,419
Επίδοση στο σύνολο του ερωτηματολογίου	0,070	221	0,01	0,990	221	0,120
Επίδοση Κατανόηση του προβλήματος	0,072	221	0,01	0,985	221	0,017
Επίδοση Αξιολόγηση του αποτελέσματος	0,119	221	0,00	0,954	221	0,000
Επίδοση Επιλογή στρατηγικών	0,092	221	0,00	0,983	221	0,010
Επίδοση Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών	0,078	221	0,00	0,982	221	0,007
Επίδοση Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης	0,101	221	0,00	0,973	221	0,000
Επίδοση Παρακολούθηση (χρόνος)	0,100	221	0,00	0,985	221	0,017

Ο έλεγχος της υπόθεσης μπορεί να γίνει με τον υπολογισμό της τιμής του t-test για τους παράγοντες του ερωτηματολογίου εκτός από τον παράγοντα Αξιολόγηση του αποτελέσματος, για τον οποίο δεν ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας (Πίνακας 43), και για τον οποίο πρέπει να χρησιμοποιηθεί το κριτήριο (Mann Whitney U τεστ). Το κριτήριο Mann Whitney U θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και για την επίδοση των μαθητών στους αντίστοιχους παράγοντες.

Πίνακας 43: Αποτελέσματα του t – test για τους παράγοντες του ερωτηματολογίου STAPSS

Παράγοντες όπως υπολογίστηκαν από το SPASS	t	df	Sig. (2-tailed)
Παράγοντας1 Κατανόηση του προβλήματος	0,52	27	0,959
Παράγοντας3 Επιλογή στρατηγικών	-1,829	27	0,078
Παράγοντας 4 Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών	1,002	27	0,325
Παράγοντας 5 Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης	3,239	27	0,003
Παράγοντας6 Παρακολούθηση (χρόνος)	-0,665	27	0,512

Πίνακας 44: Αποτελέσματα του κριτηρίου Mann Whitney U για τον παράγοντα Αξιολόγηση του Αποτελέσματος του ερωτηματολογίου STAPSS

	Z	ομάδες	Sig. (2-tailed)
Παράγοντας 2 Αξιολόγηση του αποτελέσματος	-1,746	15-15	0,81

Από την ανάλυση προέκυψε ότι στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα έχει το κριτήριο t-test για τον παράγοντα 5: Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης $t(27) = -0,665$ $p < 0,01$.

Ο έλεγχος της υπόθεσης που έγινε με το κριτήριο Mann Whitney U στο σύνολο της επίδοσης στο ερωτηματολόγιο, καθώς και στην επίδοση σε κάθε συνιστώσα, φαίνεται στο πίνακα 45. Ειδικότερα, η συνολική επίδοση στο ερωτηματολόγιο STAPSS έδωσε στατιστικά μη σημαντικό αποτέλεσμα $U(15, 15) = -0,502$, $p = 0,615$ n.s. Στατιστικά σημαντική διαφορά προέκυψε στην επίδοση Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης με το κριτήριο Mann Whitney U ($U(15, 15) = -2,202$, $p = 0,028$).

Πίνακας 45: Αποτελέσματα του t-test για την επίδοση στους παράγοντες του ερωτηματολογίου STAPSS

Επίδοση όπως υπολογίστηκε από την άθροιση των απαντήσεων	Z	ομάδες	Sig. (2-tailed)
Επίδοση στο σύνολο του ερωτηματολογίου	-0,502	15-15	0,615
<i>Επίδοση Κατανόηση του προβλήματος</i>	-0,687	15-15	0,492
<i>Επίδοση Αξιολόγηση του αποτελέσματος</i>	-1,024	15-15	0,306
<i>Επίδοση Επιλογή στρατηγικών</i>	-0,377	15-15	0,706
<i>Επίδοση Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών</i>	-0,373	15-15	0,709
<i>Επίδοση Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης</i>	-2,202	15-15	0,028
<i>Επίδοση Παρακολούθηση (χρόνος)</i>	-0,399	15-15	0,690

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η ενότητα αυτή είχε σαν θέμα την ποσοτική μέτρηση της μεταγνωστικής ικανότητας των μαθητών και της ικανότητας αυτορρύθμισης κατά τη λύση προβλήματος. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν δύο εργαλεία κατάλληλα για την ηλικία των μαθητών. Το πρώτο, το MAI, αφορούσε τη μέτρηση της μεταγνωστικής ικανότητας και επιλέχθηκε γιατί μας δίνει ενδείξεις για τα γενικά χαρακτηριστικά του ατόμου. Η επεξεργασία του ερωτηματολογίου ανέδειξε τις δύο διαστάσεις της μεταγνώσης, οι οποίες είχαν περιγραφεί και θεωρητικά στην αρθρογραφία (Baker & Brown, 1984). Η πρώτη αφορούσε τη ρύθμιση της νόησης, ενώ η δεύτερη τη μεταγνωστική γνώση. Οι διαστάσεις αυτές περιγράφονται και από τις αρχικές έρευνες των δημιουργών του ερωτηματολογίου (Sperling et al., 2002).

Το δεύτερο ερωτηματολόγιο, το STAPSS, επιλέχθηκε για να μετρήσει διαστάσεις της αυτορρύθμισης, που εμφανίζονται ειδικότερα κατά τη λύση προβλημάτων. Οι διαστάσεις που αναδείχθηκαν μετά την επεξεργασία του, αφορούν κυρίως την ρύθμιση της νόησης σύμφωνα με το μοντέλο του Pintrich (2000). Ειδικότερα, η διάσταση *Κατανόηση του προβλήματος*, *Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης*, και *Επιλογή στρατηγικών*, ανήκουν στο στάδιο της προετοιμασίας σύμφωνα με το μοντέλο του Zimmerman, (2000). Η *Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών* στο στάδιο της συμπεριφοράς και του βουλευτικού ελέγχου (κατά Zimmerman) ή της Δράσης (κατά Winn). Τέλος, η *Αξιολόγηση του αποτελέσματος* ανήκει στο τελευταίο στάδιο του αναλογισμού (κατά Zimmerman) ή της προσαρμογής (κατά Winn & Hadwin).

Οι διαστάσεις που αναδείχθηκαν και στα δύο εργαλεία, εξετάστηκαν ως προς το βαθμό στον οποίο συσχετίζονται μεταξύ τους και, όπως αναμενόταν, βρέθηκε στατιστικά σημαντική θετική σχέση ανάμεσα στη Ρύθμιση της νόησης και σε 4 από τις 6 διαστάσεις της αυτορρύθμισης στην λύση προβλήματος: *Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης*, *Επιλογή στρατηγικών* και *Αξιολόγηση του αποτελέσματος*, *Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών*. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι και η συνιστώσα *Μεταγνωστική γνώση* συνδέεται με την *Αξιολόγηση του αποτελέσματος* και την *Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών*. Όπως είχε

αναφερθεί και στην περιγραφή των μοντέλων Winn & Hadwin (1998), προϊόντα των σταδίων της Δράσης και της Προσαρμογής τροφοδοτούν την γνωστική διάσταση με νέες γνώσεις ή οδηγούν στη προσαρμογή παλιότερων γνώσεων στην παρούσα εμπειρία.

Η εργασία σε ένα ανοιχτό περιβάλλον, όπως αυτό το οποίο διαμορφώθηκε στον όμιλο ρομποτικής, σύμφωνα με την έρευνα στην περιοχή της εκπαιδευτικής ρομποτικής, όσο και στην περιοχή της ανάπτυξης των συνθετικών εργασιών, δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα να ενεργοποιήσουν και να αναπτύξουν δεξιότητες που αφορούν την ρύθμιση της νόησης (σχεδιασμός, επιλογή στρατηγικών παρακολούθηση της εργασίας, αξιολόγησης).

Για να διερευνηθεί η παραπάνω υπόθεση, συγκρίθηκε η επίδοση των μαθητών του ομίλου της ρομποτικής στις συνιστώσες που προέκυψαν από τα εργαλεία που μελετήθηκαν, με την επίδοση μαθητών με παρόμοιο ακαδημαϊκό προφίλ. Τα αποτελέσματα έδωσαν ένα μικρό προβάδισμα στον μέσο όρο επίδοσης των μαθητών του Ομίλου Ρομποτικής, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική.

Ως προς τις διαστάσεις της αυτορρύθμισης στη λύση προβλήματος, οι μαθητές του ομίλου έχουν μεγαλύτερους μέσους όρους στην *Επιλογή στρατηγικών*, στην *Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών* και στην *Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης*. Και οι τρεις διαστάσεις αυτές συνδέονται με την χρήση στρατηγικών για την λύση προβλήματος, διεργασία η οποία είναι κυρίαρχη στο περιβάλλον της ρομποτικής.

Ειδικότερα, η διάσταση *Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης* έχει στατιστικά σημαντική διαφορά υπέρ των μαθητών του Ομίλου ρομποτικής. Η διάσταση αυτή περιλαμβάνει συμπεριφορές όπως, για παράδειγμα:

- Πριν λύσω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Σε τι μοιάζει αυτό το πρόβλημα με εκείνο το πρόβλημα που είχα λύσει στο παρελθόν;»
- Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να βρω κάποιο άλλο σχετικό με αυτό που έχω λύσει στο παρελθόν.
- Όταν λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Πώς οι πληροφορίες (γνώσεις) που έχω αποκτήσει στο παρελθόν μπορούν να μου φανούν χρήσιμες στη λύση αυτού του προβλήματος;».

Αφορούν κυρίως την ανάκληση στρατηγικών λύσης προβλήματος, που συνδέονται με την προηγούμενη εμπειρία του ατόμου.

Τα ευρήματα που παρουσιάστηκαν εδώ, στηρίζουν μερικώς την αρχική υπόθεση της θετικής επίδρασης του περιβάλλοντος της Ρομποτικής στις δεξιότητες αυτορρύθμισης των μαθητών. Αξίζει να αναφερθεί εδώ ότι η αυτορρύθμιση είναι μία σύνθετη πολυδιάστατη διαδικασία, η οποία δύσκολα αποτυπώνεται στο σύνολο της από εργαλεία μέτρησης, όπως είναι τα ερωτηματολόγια αυτόαναφοράς.

Οι διαστάσεις που φαίνεται να ευνοούνται είναι αυτές που συνδέονται με την ανάκληση, επιλογή, παρακολούθηση, προσαρμογή στρατηγικών και την αξιολόγηση. Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές όπως οι Castledine & Chalmers (2011) και οι Blanchard, Blanchard, Freiman & Lirrete-Pitre, (2010) με μικρούς μαθητές.

8. Επίδραση της επιστημικής σκέψης στην αυτορρύθμιση των μαθητών του ομίλου «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής»

Οι επιστημικές πεποιθήσεις είναι οι πεποιθήσεις που έχει κάποιος για τη φύση, τη δομή, την προέλευση και τα κριτήρια ορθότητας της γνώσης, καθώς και για το πώς κανείς μαθαίνει (Hofer & Pintrich, 2004). Πρόκειται για απόψεις, οι οποίες προκύπτουν από τον αναλογισμό του ατόμου για τη γνώση και τη σχέση της με τους άλλους και με τον κόσμο και ως τέτοια, έχει μεταγνωστική διάσταση.

Η έρευνα έχει συνδέσει το σύστημα των επιστημικών πεποιθήσεων του ατόμου με τις ποικίλες διεργασίες της αυτορρύθμισης στη μάθηση. Η Muis (2007) αναλύει την σχέση αυτή και αναφέρει τέσσερις μηχανισμούς. Οι επιστημικές πεποιθήσεις: (α) είναι μέρος του νοητικού μας συστήματος και ως τέτοιο επηρεάζει τον καθορισμό του έργου, (β) ενεργοποιούνται κατά το στάδιο της προετοιμασίας και επηρεάζουν τα κριτήρια/στόχους που θέτει ο μαθητής, (γ) αποτελούν κριτήρια για τον έλεγχο και την αξιολόγηση που ακολουθεί την ολοκλήρωση του έργου, (δ) ίσως η καλλιέργειά τους επηρεάζεται από τις διαδικασίες αυτορρύθμισης στις οποίες συμμετέχει το άτομο.

8.1 Αντικείμενο και σχεδιασμός της μελέτης

Στόχοι και υποθέσεις

Οι επιστημικές απόψεις που έχουν οι μαθητές για τη δομή της γνώσης έχει σχέση με τα κίνητρα, τη δέσμευση που προβάλλουν στην υλοποίηση ενός έργου, στην αναζήτηση βοήθειας και στην αλληλοδιδασκαλία.

Οι επιστημικές απόψεις που έχουν οι μαθητές για τον τρόπο που μαθαίνουν έχει σχέση με τα κίνητρα, τη δέσμευση που προβάλλουν στην υλοποίηση ενός έργου, στην αναζήτηση βοήθειας και στην αλληλοδιδασκαλία.

Υλικά και Μέθοδος

Για τη διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία: Στο πρώτο μέρος, με τη βοήθεια κατάλληλου εργαλείου μέτρησης έγινε διερεύνηση των συνιστωσών, που συνθέτουν την επιστημική σκέψη των μαθητών Γυμνασίου και μετρήθηκαν οι επιδόσεις των μαθητών του ομίλου ρομποτικής.

Στην συνέχεια αναπτύχθηκε κατάλληλο εργαλείο αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών του ομίλου ρομποτικής σε διαδικασίες αυτορρύθμισης. Τέλος, διερευνήθηκε η συσχέτιση των διαστάσεων της επιστημικής σκέψης και της επίδοσης στις διεργασίες αυτορρύθμισης.

8.2 Μέτρηση των επιστημικών απόψεων με το Ερωτηματολόγιο Επιστημικών Πεποιθήσεων

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να διερευνήσει τις διαστάσεις της προσωπικής επιστημολογίας των μαθητών. Η επισκόπηση της βιβλιογραφίας ανέδειξε τρεις μεθόδους μέτρησης των ατομικών επιστημολογικών πεποιθήσεων: με τη χρήση ερωτηματολογίων, τη χρήση συνεντεύξεων και τη χρήση παραγωγικών έργων. Στην προκείμενη περίπτωση, προκρίθηκε η επιλογή του ερωτηματολογίου, γιατί

μας ενδιέφερε η συσχέτιση των διαστάσεων της προσωπικής επιστημολογίας με τις διαστάσεις που συνθέτουν την ικανότητα αυτορρύθμισης.

Για τη μέτρηση των επιστημικών πεποιθήσεων επιλέχθηκε το ερωτηματολόγιο που ανέπτυξε η Schommers (1990) για την ανίχνευση των διαστάσεων, που συνθέτουν την επιστημική σκέψη. Το ερωτηματολόγιο αυτό περιλάμβανε 63 ερωτήματα, τα οποία είναι διατυπωμένα με την μορφή απόψεων. Ο αρχικός σχεδιασμός του ερωτηματολογίου υποθέτει 5 διαστάσεις στην προσωπική επιστημολογία του ατόμου, οι οποίες αναπτύσσονται ανεξάρτητα μεταξύ τους (Παράρτημα 8). Κάθε μία διάσταση έχει διαφορετικό βαθμό ανάπτυξης και εξέλιξης. Ως ανάπτυξη, η Schommers (Schommers et al., 2000) θεωρεί την εξέλιξη της άποψης αυτής προς την κατεύθυνση, την οποία μπορεί να στηρίξει αποτελεσματικά υψηλού επιπέδου σκέψη. Για παράδειγμα, απόψεις όπως η μάθηση είναι απομνημόνευση, η αλήθεια είναι σταθερή και αμετάβλητη και πρέπει να γίνεται αποδεκτή χωρίς ερωτήσεις, διευκολύνουν την απομνημόνευση, αλλά εμποδίζουν την ανάπτυξη της σκέψης. Απόψεις όπως, η γνώση είναι σύνθετη και μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την αξιολόγηση των δεδομένων της εμπειρίας μας, οδηγεί σε διαδικασίες κριτικής θεώρησης όλων των εμπειριών και σε υψηλού επιπέδου σκέψη.

Η διάσταση της *δομής της γνώσης* μπορεί να εξελιχθεί από την άποψη «Η γνώση είναι μάλλον απλή», στην άποψη «Η γνώση είναι σύνθετη». Η διάσταση *σταθερότητα της γνώσης* μπορεί να εξελιχθεί από την άποψη «Η γνώση είναι μάλλον βέβαιη», στην άποψη «Η γνώση μπορεί να αναθεωρηθεί σύμφωνα με τα δεδομένα της εμπειρίας μας». Η *προέλευση της γνώσης* μπορεί να εξελιχθεί από «Η γνώση είναι μία και την κατέχουν οι ειδικοί», στην άποψη «Η γνώση αποκτάται μέσα από την κριτική θεώρηση των δεδομένων». Η *ικανότητα μάθησης* μπορεί να εξελιχθεί από την άποψη «Η ικανότητα για μάθηση είναι μάλλον έμφυτη», στην άποψη «Η ικανότητα για μάθηση καλλιεργείται». Τέλος, η *ταχύτητα μάθησης* μπορεί να εξελιχθεί από την άποψη «Μπορείς να μάθεις κάτι γρήγορα ή καθόλου», στην άποψη «Μπορείς να μάθεις κάτι αν καταβάλλεις τον απαιτούμενο κόπο».

Προηγούμενες έρευνες σε μαθητές Γυμνασίου έδειξαν ότι οι διαστάσεις, οι οποίες μπορούν να εξηγήσουν το μοντέλο είναι τρεις: *σταθερότητα της γνώσης*, *η ταχύτητα μάθησης* και *η ικανότητα μάθησης*. Οι διαστάσεις *δομή της γνώσης* και *προέλευση της γνώσης* είχαν πολύ μικρή συνεισφορά.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε η έκδοση του ερωτηματολογίου, που είχε χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη διδακτορική διατριβή με φοιτητές (Σταθοπούλου 2006).

Συμμετέχοντες

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε μαθητές τριών Γυμνασίων της Αττικής στις τάξεις Β' και Γ'. Το δείγμα αποτελούσαν 109 κορίτσια (ποσοστό 48,7%) και 115 αγόρια (ποσοστό 51,3%). Οι μαθητές προέρχονταν από διαφορετικές περιοχές της Αττικής με διαφορετικό κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο (Μεταμόρφωση, Ψυχικό, Γέρακα). Η μέση ηλικία των μαθητών, σύμφωνα με τις πληροφορίες που έδωσαν οι ίδιοι, ήταν 14,4 ετών.

Διαδικασία

Το ερωτηματολόγιο μέτρησης Επιστημικών Απόψεων δόθηκε στους μαθητές μέσα στην τάξη τους, από τους καθηγητές της τάξης. Ταυτόχρονα, κρίθηκε απαραίτητο να δοθεί και το ερωτηματολόγιο Student Thinking About Problem Solving Scale

και MAI που αναλύθηκαν σε προηγούμενη ενότητα καθώς και το ερωτηματολόγιο μέτρηση επιστημικών πεποιθήσεων. Ο χρόνος που είχαν στη διάθεση τους οι μαθητές ήταν περίπου 45 λεπτά.

Στους μαθητές δόθηκε η οδηγία να βαθμολογήσουν κάθε άποψη χρησιμοποιώντας κλίμακα από 1-5 και σε περίπτωση που δεν καταλάβαιναν κάτι, να μη δώσουν απάντηση (Παράρτημα 2). Επίσης, έγινε υπόδειξη να απαντήσουν τις ερωτήσεις έχοντας κατά νου τη συμπεριφορά τους όταν μελετούν μαθήματα Θετικών Επιστημών. Οι μαθητές μπορούσαν να σημειώσουν σχόλια στο τέλος (Παράρτημα 5).

Αποτελέσματα και συζήτηση

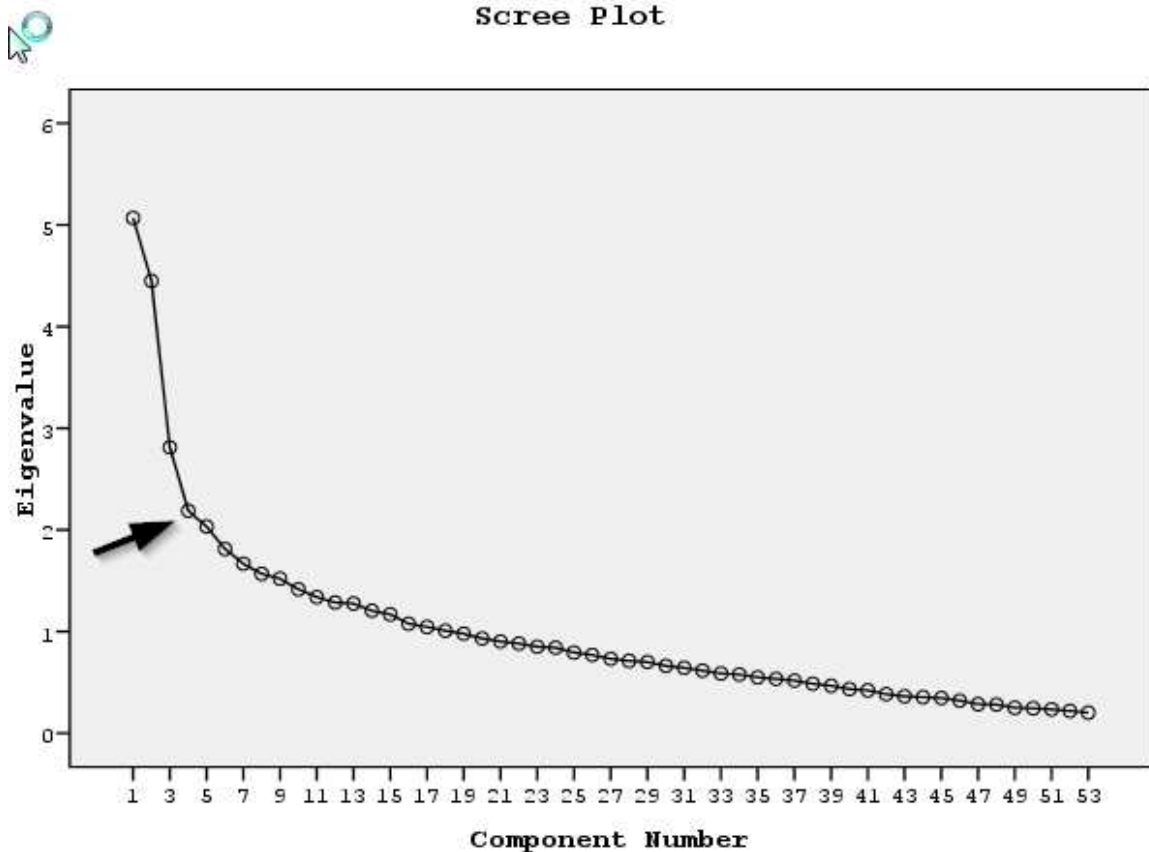
Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και αντιστράφηκαν οι ερωτήσεις, οι οποίες είχαν αρνητική διατύπωση. Τελικά, στην βαθμολόγηση που ακολουθήθηκε, η τιμή 1 αντιστοιχούσε σε απλοϊκή άποψη, ενώ η τιμή 5 δήλωνε πιο επεξεργασμένη επιστημική άποψη (αντιστράφηκαν 1, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 47, 49, 50, 51, 52, 55, 57, 58, 59, 62, 63)

Από τη στατιστική επεξεργασία αποκλείστηκαν τα ερωτηματολόγια τα οποία δεν είχαν συμπληρωθεί επαρκώς (περισσότερα από 8 κενά), καθώς και αυτά που είχαν συμπληρωθεί με προβληματικό τρόπο (σε όλες τις απόψεις ίδια βαθμολογία). Συνολικά στην στατιστική ανάλυση συμμετείχαν 224 ερωτηματολόγια.

Παρότι στους μαθητές δόθηκε το ερωτηματολόγιο με 63 μεταβλητές, στην ανάλυση συμπεριλήφθησαν οι μεταβλητές που αντιστοιχούν στις 4 από τις 5 διαστάσεις. Η επιλογή αυτή στηρίχθηκε σε πιο πρόσφατη δημοσίευση (Schommers et al., 2000), σύμφωνα με την οποία ένα μοντέλο 4 διαστάσεων περιγράφει καλύτερα την επιστημική σκέψη μαθητών Γυμνασίου. Επομένως, στην ανάλυση συμμετείχαν 53 από τις 63 μεταβλητές. Εξαιρέθηκαν οι μεταβλητές 3, 5, 6, 7, 13, 29, 36, 40, 45, 46 (Παράρτημα 8).

Ο δείκτης alpha Cronbach στις 53 μεταβλητές του ερωτηματολογίου ήταν ικανοποιητικός ($\alpha=0,699$). Πραγματοποιήθηκε διερευνητική ανάλυση παραγόντων, η οποία έδειξε την ύπαρξη 18 παραγόντων (principal axis analyses) που εξηγούσαν περισσότερο από το 64% της συνολικής διασποράς. Η μέτρηση Keiser-Meyer-Olkin (KMO) της επάρκειας της δειγματοληψίας έδωσε τιμή 0,66, υποδηλώνοντας ότι είναι επιτρεπτή η παραγοντική ανάλυση των δεδομένων και το Bartlett's Test of Sphericity ήταν στατιστικά σημαντικό ($p<0,001$).

Για τον καθορισμό των παραγόντων χρησιμοποιήθηκε το γράφημα scree plot (σχήμα 7), μίας και στη περίπτωση αυτή το δείγμα είναι αρκετά μεγάλο, με αρκετά μεγάλες τιμές communalities (Δαφέρμος 2013 σελ 68). Το γράφημα υποστηρίζει την ύπαρξη 4 συνιστωσών.



Σχήμα 7: Scree Plot της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης για το συντομευμένο ερωτηματολόγιο Επιστημικών Απόψεων

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση παραγόντων με καθορισμένο αριθμό παραγόντων - 4 παράγοντες με ορθογώνια μέγιστης διακύμανσης περιστροφή (varimax). Η μέτρηση Keiser-Meyer-Olkin (KMO) της επάρκειας της δειγματοληψίας έδωσε τιμή 0,66, υποδηλώνοντας ότι είναι επιτρεπτή η παραγοντική ανάλυση των δεδομένων και το Bartlett's Test of Sphericity ήταν στατιστικά σημαντικό ($p < 0,001$). Οι τέσσερις παράγοντες ερμηνεύουν το 27% περίπου της συνολικής διασποράς. Έγινε εξαγωγή των παραγόντων με ορθογώνια περιστροφή Varimax (ανεξάρτητοι παράγοντες).

Πίνακας 46: Παραγοντικά φορτία και κοινές παραγοντικές διακυμάνσεις μετά την ορθογώνια, μέγιστης διακύμανσης περιστροφή για το ερωτηματολόγιο STAPSS

(Φορτωση $\geq 0,4$)					
ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ					
	1	2	3	4	Communalities
c27 Το βρίσκω ενδιαφέρον να σκέφτομαι για ζητήματα πάνω στα οποία οι ειδικοί δεν μπορούν να καταλήξουν σε συμφωνία.	0,542				0,338
c53 Συνήθως μπορείς να σχηματίσεις μια καλή εικόνα για δύσκολες έννοιες, αν αποσπάσεις την προσοχή σου από εξωτερικά ερεθίσματα και συγκεντρωθείς πραγματικά.	0,520				0,286
c28 Ο καθένας χρειάζεται να μάθει πώς να μαθαίνει.	0,482				0,281
c54 Ένας πραγματικά καλός τρόπος για να	0,475				0,227

καταλάβεις όσα γράφει ένα σχολικό βιβλίο, είναι να οργανώσεις την ύλη του με τον δικό σου τρόπο.					
c61 Ο,τι είναι αλήθεια σήμερα, μπορεί αύριο να είναι ψέμα.	0,475				0,266
c23 Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι η πρωτότυπη και επινοητική σκέψη.	0,459				0,266
c43 Για να πάει κανείς μπροστά, χρειάζεται πολλή δουλειά.	0,456				0,451
c32 Σοφία δεν είναι να γνωρίζεις τις απαντήσεις, αλλά να γνωρίζεις πώς θα βρεις τις απαντήσεις.	0,433				0,307
c39 Αν κάποιος δεν μπορεί μέσα σε λίγο χρόνο να καταλάβει κάτι, θα πρέπει να συνεχίσει την προσπάθεια.	0,427		0,423		0,470
c44ant Είναι χάσιμο χρόνου να ασχολείσαι με προβλήματα, για τα οποία δεν είναι δυνατόν να βρεθούν ξεκάθαρες και αναμφισβήτητες λύσεις.	0,413				0,416
c17ant Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι οι ακριβείς μετρήσεις και η προσεκτική δουλειά.		0,586			0,416
c21ant Οι επιστήμονες μπορούν τελικά να φτάσουν στην αλήθεια.		0,578			0,415
c12ant Αν οι επιστήμονες προσπαθήσουν πολύ, μπορούν να βρουν την αλήθεια σχεδόν για τα πάντα.		0,502			0,371
c58ant Εκτιμώ παρα πολύ τους καθηγητές που οργανώνουν με κάθε λεπτομέρεια το μάθημά τους και μετά ακολουθούν κατά γράμμα τον αρχικό τους σχεδιασμό.		0,496			0,283
c11ant Η δουλειά ενός καλού καθηγητή είναι να κάνει τους μαθητές του να μην ξεφεύγουν από το σωστό δρόμο προς τη γνώση.		0,489			0,290
c34ant Η αλήθεια δεν αλλάζει.		0,483			0,280
c33ant Οι περισσότερες λέξεις έχουν μια ξεκάθαρη σημασία.		0,478			0,247
c42ant Δεν μου αρέσουν οι κινηματογραφικές ταινίες, που δεν δείχνουν τι έγινε στο τέλος.		0,469			0,248
c26 Η εξαιρετική ευφυΐα είναι κατά 10% ικανότητα και κατά 90% σκληρή δουλειά.		-0,447			0,310
c47ant Μερικοί άνθρωποι γεννιούνται με μεγάλη ικανότητα να μαθαίνουν, άλλοι είναι καταδικασμένοι για πάντα σε περιορισμένη ικανότητα.			0,619		0,413
c50ant Η επίμονη ενασχόληση για μεγάλο χρονικό διάστημα με ένα δύσκολο πρόβλημα, αποζημιώνει μόνο τους έξυπνους μαθητές.			0,588		0,436
c31ant Το να είναι κανείς καλός μαθητής, γενικά έχει σχέση με ικανότητα για απομνημόνευση.			0,518		0,282
c49ant Οι πραγματικά έξυπνοι μαθητές δεν χρειάζεται να δουλέψουν σκληρά για να πηγαίνουν καλά στο σχολείο.			0,517		0,431
c55ant Οι μαθητές που είναι μέτριοι στο σχολείο, θα παραμείνουν μετριότητες σε όλη τους τη ζωή.			0,504		0,438
c37ant Για να πηγαίνει κανείς καλά στα			0,504		0,265

διαγωνίσματα, είναι συνήθως αναγκαίο να μαθαίνει ορισμούς λέξη προς λέξη.					
c57ant Ειδήμονας είναι κάποιος, που έχει ένα ιδιαίτερο χάρισμα σε κάποιον τομέα.			0,444		0,215
c20ant Το να διαβάζεις και να ξαναδιαβάζεις ένα δύσκολο κεφάλαιο σχολικού βιβλίου, συνήθως δεν σε βοηθά να το καταλάβεις.				0,515	0,277
c56 Ταχτοποιημένο μυαλό, είναι το άδειο μυαλό.				-0,501	0,265
c51ant Αν κάποιος προσπαθήσει πάρα πολύ να καταλάβει ένα πρόβλημα, το πιθανότερο είναι στο τέλος να μπερδευτεί.				0,501	0,313
c16ant Τα πράγματα είναι πιο απλά από ό,τι οι καθηγητές σε κάνουν να πιστεύεις.				0,464	0,285
c52ant Σχεδόν κάθε τι που μπορείς να μάθεις από ένα σχολικό βιβλίο, θα το μάθεις με την πρώτη ανάγνωση.				0,448	0,307
c22 Ποτέ δεν ξέρεις τι εννοεί ένα βιβλίο, εκτός εάν γνωρίζεις τις προθέσεις του συγγραφέα του.				-0,407	0,219
c41ant Αν οι καθηγητές επέμεναν περισσότερο στα γεγονότα και μιλούσαν λιγότερο για υποθέσεις και θεωρίες, τότε οι μαθητές θα έπαιρναν περισσότερες γνώσεις από το σχολείο.				0,400	0,314
alpha του Cronbach	0,691	0,528	0,685	0,036	

Η τελευταία γραμμή του πίνακα έχει τις τιμές του δείκτη Cronbach' Alpha για κάθε συνιστώσα που προέκυψε. Οι τιμές των τριών πρώτων δεικτών είναι αποδεκτές. Ο δείκτης για την 4^η συνιστώσα είναι πολύ μικρός για αυτό εξετάσαμε την περίπτωση να αφαιρεθούν κάποιες μεταβλητές. Με την αφαίρεση της μεταβλητής 22, και 56 ο δείκτης παίρνει την αποδεκτή τιμή 0,504.

Παράγοντας 1 Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης

c27 Το βρίσκω ενδιαφέρον να σκέφτομαι για ζητήματα πάνω στα οποία οι ειδικοί δεν μπορούν να καταλήξουν σε συμφωνία.

c53 Συνήθως μπορείς να σχηματίσεις μια καλή εικόνα για δύσκολες έννοιες, αν αποσπάσεις την προσοχή σου από εξωτερικά ερεθίσματα και συγκεντρωθείς πραγματικά.

c28 Ο καθένας χρειάζεται να μάθει, πώς να μαθαίνει.

c54 Ένας πραγματικά καλός τρόπος για να καταλάβεις όσα γράφει ένα σχολικό βιβλίο, είναι να οργανώσεις την ύλη του με τον δικό σου τρόπο.

c61 Ο,τι είναι αλήθεια σήμερα, μπορεί αύριο να είναι ψέμα.

c23 Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι η πρωτότυπη και επινοητική σκέψη.

c43 Για να παι κανείς μπροστά, χρειάζεται πολλή δουλειά.

c32 Σοφία δεν είναι να γνωρίζεις τις απαντήσεις, αλλά να γνωρίζεις πώς θα βρεις τις απαντήσεις.

c39 Αν κάποιος δεν μπορεί μέσα σε λίγο χρόνο να καταλάβει κάτι, θα πρέπει να συνεχίσει την προσπάθεια.

c44ant Είναι χάσιμο χρόνου να ασχολείσαι με προβλήματα, για τα οποία δεν είναι δυνατόν να βρεθούν ξεκάθαρες και αναμφισβήτητες λύσεις.

Παράγοντας 2 Η αλήθεια είναι μία

c17ant Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι οι ακριβείς μετρήσεις και η προσεκτική δουλειά.

c21ant Οι επιστήμονες μπορούν τελικά να φτάσουν στην αλήθεια.

c12ant Αν οι επιστήμονες προσπαθήσουν πολύ, μπορούν να βρουν την αλήθεια σχεδόν για τα πάντα.

c58ant Εκτιμώ πάρα πολύ τους καθηγητές που οργανώνουν με κάθε λεπτομέρεια το μάθημά τους και μετά ακολουθούν κατά γράμμα τον αρχικό τους σχεδιασμό.

c11ant Η δουλειά ενός καλού καθηγητή είναι να κάνει τους μαθητές του να μην ξεφεύγουν από το σωστό δρόμο προς τη γνώση.

c34ant Η αλήθεια δεν αλλάζει.

c33ant Οι περισσότερες λέξεις έχουν μια ξεκάθαρη σημασία.

c42ant Δεν μου αρέσουν οι κινηματογραφικές ταινίες που δεν δείχνουν τί έγινε στο τέλος.

c26 Η εξαιρετική ευφυΐα είναι κατά 10% ικανότητα και κατά 90% σκληρή δουλειά.

Παράγοντας 3 Η ικανότητα της μάθησης είναι έμφυτη

c47ant Μερικοί άνθρωποι γεννιούνται με μεγάλη ικανότητα να μαθαίνουν, άλλοι είναι καταδικασμένοι για πάντα σε περιορισμένη ικανότητα.

c50ant Η επίμονη ενασχόληση για μεγάλο χρονικό διάστημα με ένα δύσκολο πρόβλημα, αποζημιώνει μόνο τους έξυπνους μαθητές.

c31ant Το να είναι κανείς καλός μαθητής, γενικά έχει σχέση με ικανότητα για απομνημόνευση.

c49ant Οι πραγματικά έξυπνοι μαθητές δεν χρειάζεται να δουλέψουν σκληρά για να πηγαίνουν καλά στο σχολείο.

c55ant Οι μαθητές που είναι μέτριοι στο σχολείο, θα παραμείνουν μετριότητες σε όλη τους τη ζωή.

c37ant Για να πηγαίνει κανείς καλά στα διαγωνίσματα, είναι συνήθως αναγκαίο να μαθαίνει ορισμούς λέξη προς λέξη.

c57ant Ειδήμονας είναι κάποιος που έχει ένα ιδιαίτερο χάρισμα σε κάποιον τομέα.

Παράγοντας 4 Η γνώση είναι απλή και γίνεται αντιληπτή γρήγορα

c20ant Το να διαβάζεις και να ξαναδιαβάζεις ένα δύσκολο κεφάλαιο σχολικού βιβλίου, συνήθως δεν σε βοηθά να το καταλάβεις.

c51ant Αν κάποιος προσπαθήσει πάρα πολύ να καταλάβει ένα πρόβλημα, το πιθανότερο είναι στο τέλος να μπερδευτεί.

c16ant Τα πράγματα είναι πιο απλά από ό,τι οι καθηγητές σε κάνουν να πιστεύεις.

c52ant Σχεδόν κάθε τι που μπορείς να μάθεις από ένα σχολικό βιβλίο, θα το μάθεις με την πρώτη ανάγνωση.

c41ant Αν οι καθηγητές επέμεναν περισσότερο στα γεγονότα και μιλούσαν λιγότερο για υποθέσεις και θεωρίες, τότε οι μαθητές θα έπαιρναν περισσότερες γνώσεις από το σχολείο.

Ερμηνεία των διαστάσεων

Η πρώτη διάσταση ονομάστηκε «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης». Περιλαμβάνει μεταβλητές που περιγράφουν τη δυναμική φύση της γνώσης όπως «Το βρίσκω ενδιαφέρον να σκέφτομαι για ζητήματα πάνω στα οποία οι ειδικοί δεν μπορούν να καταλήξουν σε συμφωνία», αλλά και μεταβλητές που αναφέρονται στη δυναμική φύση της μάθησης όπως «Ο καθένας χρειάζεται να μάθει πώς να μαθαίνει.» Θα μπορούσε να ονομαστεί και ως εποικοδομητική διάσταση της γνώσης και της μάθησης. Αν και η σύνθεση του παράγοντα περιέχει στοιχεία και από την φύση της μάθησης και από τη φύση της γνώσης, μπορεί κανείς να πει ότι οι απόψεις αυτές δείχνουν στο σύνολο τους μια εξελιγμένη επιστημική σκέψη.

Η δεύτερη διάσταση «Η αλήθεια είναι μία» περιγράφει τη φύση της γνώσης και της αλήθειας από τη σκοπιά του θετικισμού. Η αλήθεια είναι μία και αντικειμενική και μένει στους ειδικούς να ερευνήσουν και να την ανακαλύψουν. Η διάσταση αυτή αντικατοπτρίζει το σύνολο της φιλοσοφίας που χαρακτηρίζει τη σχολική γνώση και ειδικότερα τη γνώση στις Θετικές Επιστήμες.

Η τρίτη διάσταση «η ικανότητα της μάθησης» είναι έμφυτη, περιγράφει την ικανότητα της μάθησης ως έμφυτη ικανότητα γι' αυτό και ονομάστηκε έτσι. Παρόλα αυτά η απόκτηση της γνώσης ανήκει σε αυτούς που έχουν το χάρισμα, αλλά πρέπει να συνοδεύεται και από δουλειά.

Η τελευταία διάσταση «Η γνώση είναι απλή και γίνεται αντιληπτή γρήγορα» περιγράφει την φύση της γνώσης ως απλή και εύκολη στην προσέγγιση της.

8.3 Εργαλείο μέτρησης διαστάσεων της αυτορρύθμισης μαθητών του ομίλου ρομποτικής

Για τη μέτρηση διαστάσεων της αυτορρύθμισης που συνδέονταν με τις προσδοκίες των μαθητών, την αναζήτηση βοήθειας, τη ρύθμιση της προσπάθειας και τον αναστοχασμό κατασκευάστηκε το Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ομίλου ρομποτικής 2010-2011 το οποίο είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες του Ομίλου Ρομποτικής. Για το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου λάβαμε υπόψη στοιχεία, τόσο ως προς το περιεχόμενο, όσο και ως προς τη μορφοποίηση από υπάρχοντα ποσοτικά μέσα μέτρησης της αυτορρύθμισης όπως το ερωτηματολόγιο Motivated Strategies for Learning Questionnaire, το οποίο αφορούσε την ακαδημαϊκή μελέτη φοιτητών (Pintrich, et al., 1993) και το εργαλείο R-SPQ-2F Revised Study Process Questionnaire: two-factor (Kember, et al., 2004) κατάλληλο για μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 60 ερωτήσεις στις οποίες οι μαθητές απαντούσαν χρησιμοποιώντας την κλίμακα 1-5 (Παράρτημα 7).

1= δεν συμφωνώ καθόλου, 2= δεν συμφωνώ, 3= συμφωνώ λίγο, 4= συμφωνώ μέτρια, 5= συμφωνώ πάρα πολύ.

Για τις ανάγκες της επεξεργασίας του ερωτηματολογίου, οι ερωτήσεις 20, 21, 25, 27, 39, 46, 47, 55, 57 αντεστράφησαν, έτσι ώστε η απάντηση 1 να αντιστοιχεί σε μικρή ικανότητα αυτορυθμιζόμενης μάθησης και η απάντηση 5 σε υψηλή. Η εσωτερική συνέπεια στο σύνολο του ερωτηματολογίου ελέγχθηκε με το δείκτη alpha του Cronbach και βρέθηκε $\alpha=0,934$.

Το ερωτηματολόγιο που συντάχθηκε περιείχε ερωτήματα για ποικίλες εκφράσεις της αυτορρύθμισης και για την συνεργασία στο πλαίσιο του Ομίλου Ρομποτικής (Παράρτημα 7). Οι ερωτήσεις κατηγοριοποιήθηκαν όπως φαίνεται στον Πίνακα 47. Η εσωτερική συνέπεια κάθε δείκτη ελέγχθηκε με το δείκτη alpha του Cronbach.

Πίνακας 47: Ερωτήματα και δείκτες αυτορρύθμισης για το όμιλο ρομποτικής

P1 Εσωτερικά κίνητρα σε σχέση με τη ρομποτική (Cronbach's

alpha=0,466)

23. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήθελα να αξιοποιήσω τον ελεύθερο χρόνο μου.

2. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήταν μια ευκαιρία για μένα να μάθω νέα πράγματα.

45. Με ενδιαφέρει πολύ το θέμα της ρομποτικής.

P2 Εσωτερικά κίνητρα ως προς την συνεργασία (Cronbach's alpha=0,768)

36. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήταν μια ευκαιρία για μένα να έρθω σε πιο στενή επαφή με άλλους συμμαθητές μου.

7. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί συμμετείχαν και οι φίλοι μου.
12. Ενδιαφέρομαι ιδιαίτερα για την επικοινωνία με άλλους μαθητές.

P3 Εξωτερικά κίνητρα (Cronbach's alpha=0,898)

34. Ήθελα το αποτέλεσμα της εργασίας μου να το εκτιμήσουν θετικά οι μαθητές του συνεργαζόμενου σχολείου στην Κύπρο.
5. Ήθελα το αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας μου σε αυτό το σεμινάριο να είναι το καλύτερο.

P4 Πεποιθήσεις για την ικανότητα (Cronbach's alpha=0,847)

10. Πίστευα, πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής, ότι είμαι καλός στην κατασκευή μοντέλων με τη χρήση υλικού Lego.
1. Ήμουν σίγουρος, πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής, ότι θα τα καταφέρω καλά.
17. Ήμουν σίγουρος, πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής, ότι μπορώ να τα καταφέρω με τον προγραμματισμό των ρομπότ.

P5 Προσπάθεια-Επιμονή (Cronbach's alpha=0,853)

3. Ήταν σημαντικό για μένα να ολοκληρώνω κάθε εργασία που αναλάμβανα στα μαθήματα ρομποτικής.
16. Αισθανόμουν προσωπικά υπεύθυνος για την εξέλιξη της εργασίας της ομάδας μου.
35. Όταν αντιμετωπίζαμε πρόβλημα αναζητούσα τη λύση.
38. Συμμετείχα ενεργά σε κάθε εργασία της ομάδας μου.
21. Όταν αντιμετωπίζαμε ένα πρόβλημα, τότε άφηνα τα άλλα μέλη της ομάδας να προτείνουν λύσεις.
22. Έπαιρνα πρωτοβουλίες για τη λύση προβλημάτων.

P6 Μάθηση από συνομηλίκους (Cronbach's alpha=0,895)

49. Αναζήτησα βοήθεια από κάποιο μέλος άλλης ομάδας για την εξέλιξη της εργασίας της ομάδας μου.
13. Πήρα ιδέες από τις εργασίες των άλλων ομάδων για την ολοκλήρωση της εργασίας μου.
31. Πήρα ιδέες από τις παρατηρήσεις των μελών της ομάδας μου για τη βελτίωση της εργασίας μας.
33. Πήρα ιδέες από τους συμμετέχοντες στις άλλες ομάδες κατά τη διάρκεια των παρουσιάσεων, για τη βελτίωση της εργασίας της ομάδας μου.
14. Έμαθα πολλά πράγματα από τα άλλα μέλη της ομάδας μου.
30. Έμαθα από τις εργασίες των άλλων ομάδων χρήσιμα πράγματα.

P7 Αναζήτηση βοήθειας (Cronbach's alpha=0,782)

49. Αναζήτησα βοήθεια από κάποιο μέλος άλλης ομάδας για την εξέλιξη της εργασίας της ομάδας μου.
13. Πήρα ιδέες από τις εργασίες των άλλων ομάδων για την ολοκλήρωση της εργασίας μου.
48. Πήρα ιδέες για την εργασία της ομάδας μου από το διαδίκτυο.

P8 Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα (Cronbach's alpha=0,882)

11. Καταλάβαινα όλες τις εργασίες που μου ανέθεσαν στα μαθήματα

ρομποτικής.

24. Ήμουν σε θέση να ολοκληρώσω τις εργασίες που μου ανέθεσαν στην διάρκεια των μαθημάτων ρομποτικής.

43. Καταλαβαίνω και χειρίζομαι με επάρκεια το λογισμικό προγραμματισμού των ρομπότ.

44. Τα καταφέρνω καλά στην κατασκευή των ρομπότ.

54. Είμαι ικανοποιημένος/η από τα αποτελέσματα της δικής μου συμμετοχής στον όμιλο ρομποτικής.

P9 Αναστοχασμός- Κρίσεις για το αποτέλεσμα της εργασίας (Cronbach's alpha=0,301)

37. Είμαι ικανοποιημένος/η από το περιεχόμενο των μαθημάτων που πραγματοποιήθηκαν.

32. Πιστεύω ότι αυτό που κατασκευάσαμε σαν ομάδα είναι πολύ καλό.

9. Το τελικό αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας μου με εκφράζει πλήρως.

19. Θεωρώ τις εργασίες που μου ανέθεσαν ενδιαφέρουσες.

P10 Συνεργασία (Cronbach's alpha=0,707)

59. Εξηγούσα αυτό που έκανα στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου.

56. Όλα τα μέλη της ομάδας μου συμμετείχαν ισότιμα.

55. Δούλεψα για την εργασία αυτή περισσότερο από τους άλλους συμμετέχοντες στην ομάδα μου.

4. Παρακολουθούσα όλες τις εργασίες που πραγματοποιούνταν στην ομάδα μου.

47. Η εργασία της ομάδας μου θα είχε βελτιωθεί, αν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου είχαν αποδεχτεί και δοκιμάσει τις προτάσεις μου.

40. Οι ιδέες μου γίνονταν αποδεχτές από τα άλλα μέλη της ομάδας μου και αξιοποιούνταν στην εξέλιξη της εργασίας μας.

18. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου εκτιμούν θετικά τη συμμετοχή μου.

57. Θα προτιμούσα να δούλευα ατομικά.

8. Συμμετείχα στην επιλογή του θέματος της εργασίας της ομάδας μου.

29. Είχα ιδέες για το πώς να βελτιώσω την εργασία της ομάδας μου.

P11 Αίσθημα του 'ανήκειν' (Cronbach's alpha=0,653)

6. Νοιώθω ότι μοιράζομαι ένα κοινό σκοπό με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες του ομίλου ρομποτικής.

58. Νοιώθω ότι μοιράζομαι ένα κοινό σκοπό με τα μέλη της ομάδας μου.

P12 Παρουσίαση εργασιών (Cronbach's alpha =0,716)

39. Δεν μου αρέσει να παρουσιάζω μπροστά σε όλους την εργασία μου.

53. Οι παρουσιάσεις της εργασίας μας με βοήθησαν να καταλάβω καλύτερα τις αδυναμίες της.

52. Μου αρέσει να δημοσιοποιώ την εργασία μου μέσω του διαδικτύου.

50. Περιμένω θετικά σχόλια όταν παρουσιάζω την εργασία μου.

Οι δείκτες που έχουν αποδεκτές τιμές alpha του Cronbach είναι οι P2, P3, P4, P5, P6.

8.4 Συσχέτιση των διαστάσεων επιστημικής σκέψης και των διαστάσεων της αυτορρύθμισης των μαθητών του ομίλου

Με τη βοήθεια του ερωτηματολογίου που περιγράφηκε και των διαστάσεων της επιστημικής σκέψης που προέκυψαν από την μελέτη στην ενότητα 8.1, πραγματοποιήθηκε η ανάλυση που ακολουθεί.

Συμμετέχοντες

Το Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ομίλου ρομποτικής 2010-2011 δόθηκε στους μαθητές του Ομίλου Ρομποτικής (15 μαθητές) στο τέλος του δεύτερου χρόνου εργασίας του Ομίλου. Οι μαθητές απάντησαν ανώνυμα το ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 7).

Διαδικασία

Το Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ομίλου ρομποτικής 2010-2011 δόθηκε στους μαθητές του ομίλου στην τελευταία συνάντηση και κάθε μαθητής χρησιμοποίησε το χρόνο ανάλογα με τις ανάγκες του. Ο χρόνος που είχαν στη διάθεση τους οι μαθητές ήταν περίπου 45 λεπτά. Το ίδιο ερωτηματολόγιο είχε χρησιμοποιηθεί και στο τέλος του πρώτου χρόνου του ομίλου για εκτιμηθεί η εσωτερική συνέπεια των δεικτών.

Αποτελέσματα

Από τις απαντήσεις των μαθητών κατασκευάστηκαν μεταβλητές για κάθε δείκτη. Έγινε έλεγχος της εσωτερικής συνοχής κάθε δείκτη με το κριτήριο Cronbach's alpha (Πίνακας 47). Ο έλεγχος της κανονικότητας των μεταβλητών για την επιλογή κατάλληλου κριτηρίου σύγκρισης έγινε με τη χρήση του των Kolmogorov-Smirnova και Shapiro_Wilk (πίνακας 48).

Πίνακας 48: Tests of Normality για το ερωτηματολόγιο της Ρομποτικής

Επίδοση	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
P1 Εσωτερικά κίνητρα σε σχέση με τη ρομποτική	0,217	11	0,16	0,895	11	0,16
P2 Εσωτερικά κίνητρα ως προς την συνεργασία	0,152	11	0,20	0,900	11	0,18
P3 Εξωτερικά κίνητρα	0,256	11	0,04	0,708	11	0,00
P4 Πεπιοιθήσεις για την ικανότητα	0,185	11	0,20	0,896	11	0,16
P5 Προσπάθεια-Επιμονή	0,304	11	0,01	0,816	11	0,02
P6 Μάθηση από συνομηλίκους	0,196	11	0,20	0,874	11	0,09
P7 Αναζήτηση βοήθειας	0,185	11	0,20	0,910	11	0,25
P8 Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα	0,280	11	0,02	0,789	11	0,01
P9 Αναστοχασμός- Κρίσεις για το αποτέλεσμα της εργασίας	0,312	11	0,00	0,892	11	0,15
P10 Συνεργασία	0,128	11	0,20	0,971	11	0,90
P11 Αίσθημα του 'ανήκειν'	0,251	11	0,05	0,778	11	0,00
P12 Παρουσίαση εργασιών	0,222	11	0,14	0,834	11	0,03
Σύνολο Ερωτηματολογίου	0,197	11	0,20	0,800	11	0,01

Από τη μελέτη του παραπάνω πίνακα, μπορούμε να δούμε ότι για 5 από τους 12 δείκτες του ερωτηματολογίου της ρομποτικής δεν ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας.

Οι 4 διαστάσεις της επιστημικής σκέψης όπως προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο, ελέγχθηκαν ως προς την κανονικότητα με το κριτήριο των Kolmogorov-Smirnov και προέκυψε ότι μπορούμε να υποθέσουμε την ύπαρξη κανονικής κατανομής για κάθε διάσταση (Πίνακας 49).

Πίνακας 49: Tests of Normality για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Παράγοντας 1 Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης	0,133	15	0,2	0,977	15	0,94
Παράγοντας 2 Η αλήθεια είναι μία	0,177	15	0,2	0,940	15	0,39
Παράγοντας 3 Η ικανότητα της μάθησης είναι έμφυτη	0,158	15	0,2	0,929	15	0,27
Παράγοντας 4 Η γνώση είναι απλή και γίνεται αντιληπτή γρήγορα	0,173	15	0,2	0,947	15	0,48

Συσχέτιση επιστημικής σκέψης και αυτορρύθμισης σε περιβάλλον ρομποτικής

Οι υποθέσεις που διατυπώθηκαν ήταν:

Μηδενική υπόθεση: Δεν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα σε κάθε μια από τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και στους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής.

Εναλλακτική υπόθεση 1: Υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα στη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» της επιστημικής σκέψης και στους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής.

Εναλλακτική υπόθεση II: Υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» της επιστημικής σκέψης και στους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής.

Για τον έλεγχο των παραπάνω υποθέσεων επιλέχθηκε ο δείκτης συσχέτισης Spearman, μίας και για κάποιες από τις μεταβλητές δεν ισχύει η υπόθεση της κανονικότητας (Πίνακας 50). Ωστόσο, για όσες μεταβλητές ίσχυε η υπόθεση της κανονικότητας ελέγχθηκε και ο δείκτης συσχέτισης Pearson (Πίνακας 51) μόνης κατεύθυνσης.

Πίνακας 50: Δείκτης Spearman για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και τους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής

		Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης	Η αλήθεια είναι μία	Η ικανότητα της μάθησης είναι έμφυτη	Η γνώση είναι απλή και γίνεται αντιληπτή γρήγορα
P1 Εσωτερικά κίνητρα σε	rho	0,311	0,130	0,252	0,123

σχέση με τη ρομποτική					
	Sig. (1-tailed)	0,130	0,322	0,182	0,332
	N	15	15	15	15
P2 Εσωτερικά κίνητρα ως προς την συνεργασία	rho	-0,056	-0,056	-0,293	0,219
	Sig. (1-tailed)	0,425	0,425	0,155	0,226
	N	14	14	14	14
P3 Εξωτερικά κίνητρα	rho	0,314	-0,148	0,064	0,106
	Sig. (1-tailed)	0,127	0,300	0,410	0,354
	N	15	15	15	15
P4 Πεπιοιθήσεις για την ικανότητα	rho	0,252	-0,634	-0,308	-0,002
	Sig. (1-tailed)	0,182	0,006	0,132	0,497
	N	15	15	15	15
P5 Προσπάθεια-Επιμονή	rho	0,473	-0,310	0,152	-0,404
	Sig. (1-tailed)	0,044	0,140	0,302	0,076
	N	14	14	14	14
P6 Μάθηση από συνομηλίκους	rho	-0,330	0,301	0,036	0,258
	Sig. (1-tailed)	0,115	0,138	0,449	0,177
	N	15	15	15	15
P7 Αναζήτηση βοήθειας	rho	-0,416	0,052	-0,279	0,291
	Sig. (1-tailed)	0,062	0,426	0,157	0,146
	N	15	15	15	15
P8 Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα	rho	0,664	-0,549	-0,196	-0,089
	Sig. (1-tailed)	0,005	0,021	0,251	0,381
	N	14	14	14	14
P9 Αναστοχασμός- Κρίσεις για το αποτέλεσμα της εργασίας	rho	0,240	-0,296	-0,183	0,272
	Sig. (1-tailed)	0,194	0,142	0,257	0,164
	N	15	15	15	15
P10 Συνεργασία	rho	0,478	-0,145	-0,042	-0,037
	Sig. (1-tailed)	0,042	0,310	0,444	0,449
	N	14	14	14	14
P11 Αίσθημα του 'ανήκειν'	rho	0,328	-0,166	-0,026	0,273
	Sig. (1-tailed)	0,116	0,277	0,464	0,162
	N	15	15	15	15
P12 Παρουσίαση εργασιών	rho	0,502	-0,329	0,007	0,074
	Sig. (1-tailed)	0,028	0,115	0,490	0,397
	N	15	15	15	15

Πίνακας 51: Δείκτης Pearson για τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης και τους δείκτες αυτορρύθμισης του ομίλου ρομποτικής για τους οποίους ισχύει η κανονικότητα.

		Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης	Η αλήθεια είναι μία	Η ικανότητα της μάθησης είναι έμφυτη	Η γνώση είναι απλή και γίνεται αντιληπτή γρήγορα
P1 Εσωτερικά κίνητρα σε σχέση με τη ρομποτική	r	0,191	0,121	0,251	0,082
	Sig. (1-tailed)	0,247	0,334	0,183	0,386
	N	15	15	15	15
P2 Εσωτερικά κίνητρα ως προς την συνεργασία	r	-0,112	-0,085	-0,150	0,418
	Sig. (1-tailed)	0,351	0,387	0,304	0,068
	N	14	14	14	14
P4 Πεπιοιθήσεις για την ικανότητα	r	0,239	-0,656	-0,330	-0,004
	Sig. (1-tailed)	0,196	0,004	0,115	0,495
	N	15	15	15	15
P6 Μάθηση από συνομηλίκους	r	-0,356	0,089	0,009	0,338
	Sig. (1-tailed)	0,096	0,376	0,487	0,109
	N	15	15	15	15
P7 Αναζήτηση βοήθειας	r	-0,439	-0,083	-0,319	0,298
	Sig. (1-tailed)	0,051	0,385	0,123	0,141
	N	15	15	15	15
P10 Συνεργασία	r	0,474	-0,470	-0,080	0,106
	Sig. (1-tailed)	0,043	0,045	0,393	0,359
	N	14	14	14	14

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων της στατιστικής επεξεργασίας (Πίνακας 50 και 51) προκύπτουν τα παρακάτω:

1. Ο δείκτης rho για τη συσχέτιση των μεταβλητών έδωσε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση του δείκτη P4 Πεπιοιθήσεις για την ικανότητα με την διάσταση η «Η αλήθεια είναι μία» ($\rho(15)=-0,632, p < 0,01$). Οπότε μπορούμε να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση ότι η θετικές πεπιοιθήσεις για την ικανότητα συνοδεύονται από χαμηλή επίδοση στο παράγοντα «Η αλήθεια είναι μία». Ο δείκτης Pearson έδωσε επίσης στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση του δείκτη P4 Πεπιοιθήσεις για την ικανότητα με τη διάσταση η «Η αλήθεια είναι μία» ($r(15)=-0,656, p < 0,01$).

2. Ο δείκτης rho για τη συσχέτιση των μεταβλητών έδωσε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση του δείκτη P5 Προσπάθεια-Επιμονή με τη διάσταση η «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» ($\rho(14)=0,473, p < 0,05$). Οπότε μπορούμε να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση ότι η επιμονή στην ολοκλήρωση της εργασίας συνοδεύονται από υψηλή επίδοση στη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης».

3. Ο δείκτης rho για τη συσχέτιση των μεταβλητών έδωσε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση του δείκτη P8 Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα με τη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» ($\rho(15)=0,664, p < 0,01$). Οπότε μπορούμε να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση ότι η θετική κρίση για την επίδοση στο έργο συνοδεύεται από υψηλή επίδοση στη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης». Ο ίδιος δείκτης εμφανίζει αρνητική συσχέτιση με τη διάσταση «Η αλήθεια είναι μία» ($\rho(14)=-0,549, p < 0,05$). Οπότε μπορούμε να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση σύμφωνα με την οποία η θετική κρίση για την επίδοση στο έργο συνοδεύεται από χαμηλή επίδοση στο παράγοντα «Η αλήθεια είναι μία».

4. Για το δείκτη P10 Συνεργασία εξετάστηκε με τη βοήθεια του δείκτη Pearson η συσχέτισή του με τη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» και έδωσε θετική συσχέτιση στατιστικής σημαντικότητας μικρότερη από 0,05. Οπότε μπορούμε να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η υψηλή επίδοση στην συνεργασία συνοδεύεται από υψηλή επίδοση και στη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης». Η συσχέτιση του P10 Συνεργασία με την διάσταση «Η αλήθεια είναι μία» έδωσε επίσης αποτέλεσμα στατιστικά σημαντικό με αρνητική συσχέτιση ($r(14)=-0,47, p < 0,05$). Οπότε πάλι πρέπει να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση, σύμφωνα με την οποία η υψηλή επίδοση στην συνεργασία συνοδεύεται από χαμηλή επίδοση και στη διάσταση «Η αλήθεια είναι μία».

5. Ο δείκτης rho για τη συσχέτιση των μεταβλητών έδωσε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση του δείκτη P12 Παρουσίαση εργασιών με την διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» ($\rho(15)=0,502, p < 0,05$). Αυτό μας επιτρέπει να δεχτούμε την εναλλακτική υπόθεση ότι η θετική στάση στην δημόσια έκθεση της εργασίας συνοδεύεται από απόψεις που αντιπροσωπεύουν την πεποίθηση ότι η μάθηση είναι μία δυναμική διεργασία και η φύση της γνώσης δυναμική, δηλαδή μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες και την εμπειρία.

Συζήτηση Συμπεράσματα

Ειδικότερα, τα αποτελέσματα της έρευνα έδειξαν ότι το ο μαθητής με επιστημικό προφίλ που συμφωνεί με τη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» παρουσιάζει καλύτερη επίδοση στους δείκτες *Προσπάθεια και Επίμονη, Αναστοχασμός – Κρίση για την προσωπική ικανότητα, Συνεργασία και Παρουσιάσεις*. Αυτό σημαίνει ότι στη φάση της υλοποίησης ενός έργου ο μαθητής που συμμερίζεται ότι η γνώση και η αλήθεια έχουν δυναμικό χαρακτήρα επιμένει περισσότερο στην ολοκλήρωση του έργου, συνεργάζεται με θετικό τρόπο με στόχο την βελτίωση του έργου και αντιμετωπίζει θετικά τη δημοσιοποίησή του. Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια του αναστοχασμού, ο μαθητής διατυπώνει θετικά σχόλια για την ικανότητα του.

Επίσης, μαθητές με επιστημικό προφίλ «Η αλήθεια είναι μία» τείνουν να έχουν χαμηλή επίδοση στους δείκτες *Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα και Συνεργασία*.

Μελέτες συνδέουν την επιστημική σκέψη με τις διεργασίες αυτορρύθμισης (Muis 2007). Ο Pintrich (2000) συσχετίζει την επιμονή σε ένα έργο με τον έλεγχο της συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της αυτορρύθμισης. Συνδέει επίσης τη συνεργασία με την κοινωνική αλληλεπίδραση με την αναζήτηση και παροχή βοήθειας, διεργασία η οποία ανήκει στην φάση του ελέγχου της συμπεριφοράς. Η διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» εμπεριέχει απόψεις οι

οποίες, σύμφωνα με τους Dweck & Leggetti (1988), συνδέονται με τις απόψεις του ατόμου για την ευφυΐα. Το άτομο που έχει απόψεις που υποστηρίζουν το δυναμικό χαρακτήρα της μάθησης έχει θετικά συναισθήματα και μπορεί να επιδείξει συμπεριφορές επιμονής και θετικής συνεργασίας (Qian & Alvermann, 1995).

Ο δείκτης *Αναστοχασμού- Κρίση για την προσωπική ικανότητα* αφορά τον αναστοχασμό για την προσωπική ικανότητα και ανήκει στην περιοχή των συναισθημάτων που προκύπτουν από την διαδικασία της αυτορρύθμισης. Ως κρίσεις, τροφοδοτούν το σύστημα των απόψεων του μαθητή και θα εκδηλωθούν σε κάποιο νέο έργο.

9. Συμπεράσματα

Γενικά συμπεράσματα

Η εκπαιδευτική διαδικασία στις μέρες μας έρχεται αντιμέτωπη με το αίτημα της ανανέωσης, περισσότερο από κάθε άλλη ιστορική περίοδο. Μια από τις αιτίες αυτής της πίεσης είναι οι ραγδαίες τεχνολογικές αλλαγές που έχουν διαφοροποιήσει τόσο τον τρόπο παρουσίασης της πληροφορίας όσο και τον τρόπο διακίνησής της. Μια άλλη αιτία είναι ο κοινωνικός μετασχηματισμός, ο οποίος ακολούθησε την εμφάνιση του Ιστού 2.0.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα μελέτη ασχολήθηκε με την εκπαιδευτική αξιοποίηση της ρομποτικής στη διδασκαλία εννοιών Φυσικής, Μαθηματικών, Τεχνολογίας και Πληροφορικής. Η ένταξη στη διδακτική πράξη, τεχνολογικών εργαλείων σχεδιασμού και κατασκευής ρομπότ προσδίδει σε αυτή διερευνητικά χαρακτηριστικά, ανάλογα με αυτά που παρατηρούνται σε περιβάλλοντα αξιοποίησης μικρόκοσμων. Ταυτόχρονα, οι δυνατότητες των εργαλείων αυτών ενισχύουν και διευρύνουν την πειραματική εργασία που μπορεί να πραγματοποιηθεί από τους μαθητές.

Γενικά χαρακτηριστικά ανάλογων περιβαλλόντων είναι ο διαθεματικός τους χαρακτήρας, η αυτόνομη εργασία και η κατάθεση τελικών προϊόντων μέσα σε ένα περιβάλλον ομαδοσυνεργατικής μάθησης. Τα μαθησιακά οφέλη που καταγράφονται, αφορούν την κατανόηση συγκεκριμένων εννοιών (Mitnik et al., 2009Q Lindh & Holgersson 2007Q Nugent et al., 2009), τη χρήση δεξιοτήτων των Φυσικών επιστημών (Sullivan 2008), τη συνεργασία (Mitnik et al., 2008:Denis & Hubert 2001) και την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η λύση προβλήματος (Nourbakhsh et al., 2005).

Μελετώντας τα χαρακτηριστικά της μάθησης σε ανοιχτά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών, όπως αυτό που διαμορφώνεται με τη χρήση ρομποτικής, βρέθηκαν αξιόλογα ευρήματα που υποστηρίζουν τη θετική συμβολή αυτών των περιβαλλόντων στην κατανόηση εννοιών (Barron, et al., 1998), στην κινητοποίηση και ενεργό συμμετοχή (Blumenfeld, et al., 1991), στην εστίαση, στην ολοκλήρωση του έργου (Blumenfeld, et al., 1991), και στην καλλιέργεια της ικανότητας αυτορρύθμισης (Paris,& Paris, 2001: Mergendoller,et al., 2006).

Η αξιοποίηση ωστόσο, των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν εξαρτάται από την ικανότητα του μαθητή να ανταποκριθεί στις γνωστικές και μεταγνωστικές απαιτήσεις της εργασίας. Συχνά, η εργασία μπορεί να είναι επιφανειακή και να μην αντιμετωπίζει προϋπάρχουσες παρανοήσεις (Land & Hannafin, 1996), οι γνώσεις των μαθητών μπορεί να μην επαρκούν για να ανταποκριθούν δημιουργικά στις απαιτήσεις του έργου (Land & Greene 2000), οι δεξιότητες επικοινωνίας και συνεργασίας να μην επιτρέπουν στο μαθητή να επωφεληθεί από την ομαδική δουλειά. Υποστηρικτικά εργαλεία τα οποία ενισχύουν την γνωστική εμπλοκή, τη συνεργασία, την μεταγνωστική ικανότητα έχουν χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλοντα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών και έχουν αξιολογηθεί θετικά.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, διερευνήθηκαν μοντέλα ανάπτυξης συνθετικών εργασιών που στοχεύουν στην υποστήριξη της αυτόνομης μάθησης σε ένα περιβάλλον οικοδόμησης της γνώσης και προτάθηκε ένα μοντέλο ανάπτυξης το οποίο αποτελείται από 5 φάσεις: Ενεργοποίηση, Εξερεύνηση, Διερεύνηση, Σύνθεση, Παρουσίαση. Το μοντέλο συνδέθηκε με κατάλληλα υποστηρικτικά εργαλεία και διδακτικές στρατηγικές.

Η διαδικασία της αυτορρύθμισης σε περιβάλλον μάθησης μελετήθηκε μέσα από τρία αντιπροσωπευτικά μοντέλα. Πάρα τη διαφορετική ανάπτυξη τους, τα μοντέλα λειτουργούν συμπληρωματικά στην κατανόηση της αυτορρυθμιζόμενης μάθησης. Το πρώτο επίπεδο κατανόησης αφορά τα τρία στάδια τα οποία συνθέτουν την ικανότητα αυτορρύθμισης: (α) κατανόηση και ορισμός έργου, (β) παρακολούθηση, έλεγχος και προσαρμογή, και (γ) αναστοχασμός. Στο δεύτερο επίπεδο περιγράφηκαν οι διεργασίες ανά στάδιο και τομέα λειτουργίας (γνωστικό, συναισθηματικό, συμπεριφοράς και πλαισίου). Τέλος, περιγράφηκαν οι επιμέρους λειτουργίες μέσα σε κάθε στάδιο (συνθήκες, προϊόντα, διεργασίες, αξιολόγηση). Οι διεργασίες αυτορρύθμισης συνδέθηκαν με τις αντίστοιχες φάσεις εξέλιξης μιας συνθετικής εργασίας.

Ο μεταγνωστικός χαρακτήρας της επιστημικής σκέψης και ο τρόπος με τον οποίο επιδρά στη διαδικασία της αυτορρύθμισης μελετήθηκε από την Muis (2007), η οποία προτείνει ότι η επιστημική σκέψη ενεργοποιείται ως μέρος των σκέψεων και πεποιθήσεων που το άτομο ανακαλεί κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας και του ορισμού του έργου και επηρεάζει τη διαδικασία κατανόησης του έργου και του ορισμού κριτηρίων αξιολόγησης. Αναμένεται, επίσης, να επηρεάζει και τις διεργασίες που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης, του ελέγχου και της προσαρμογής. Η επιστημική σκέψη, επίσης, αλλάζει και προσαρμόζεται μέσα από τα προϊόντα της ανατροφοδότησης.

Εξετάζοντας συνολικά τα θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η ρομποτική μπορεί να ενταχθεί σε ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον με την κατάλληλη υποστήριξη. Η ανάπτυξη συνθετών εργασιών μέσα σε αυτό το περιβάλλον ακολουθεί μια συγκεκριμένη εξελικτική πορεία την οποία συνοδεύουν αντίστοιχες διεργασίες αυτορρύθμισης. Η ικανότητα που επιδεικνύουν οι μαθητές σχετίζεται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους όπως η επιστημική σκέψη.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, αναπτύχθηκε ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής, ο όμιλος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής», το οποίο στόχευε στην υποστήριξη των μαθητών για την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών. Στο πλαίσιο του περιβάλλοντος πραγματοποιήθηκαν τρεις ερευνητικές δράσεις:

(α) Καταγράφηκαν οι απόψεις των μαθητών σχετικά με το περιβάλλον και τις λειτουργίες του και αξιολογήθηκε η συμβολή τους στην εξέλιξη της πορείας των εργασιών. Στη συνέχεια, οι εργασίες επιλεγμένων ομάδων μελετήθηκαν και αναλύθηκαν με βάση το πλαίσιο της αυτορρύθμισης που περιγράφηκε.

(β) Η επίδραση του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ικανότητα αυτορρύθμισης και ειδικότερα στις διαστάσεις που εμπεριέχουν τη λύση προβλημάτων μελετήθηκε με τη χρήση κατάλληλων ποσοτικών εργαλείων.

(γ) Διερευνήθηκε η σχέση του επιστημικού προφίλ των μαθητών με την έκφραση δεξιοτήτων αυτορρύθμισης στο περιβάλλον ρομποτικής όπως είναι η συνεργασία, η αναζήτηση βοήθειας και ο αναστοχασμός.

Η εργασία των μαθητών στο ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής

Το ανοιχτό περιβάλλον ρομποτικής που αναπτύχθηκε στόχευε (α) στην ανάπτυξη της ικανότητας κατασκευής και προγραμματισμού ρομποτικών κατασκευών, (β) στη δημιουργία μιας κοινότητας μάθησης, (γ) στην υποστήριξη της αυτόνομης εργασίας των μαθητών.

Η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των αρχικών συναντήσεων του ομίλου έδειξε ότι οι μαθητές κατανοούν επαρκώς το περιβάλλον του προγραμματισμού, όσο και το περιβάλλον του πειραματισμού. Ανέδειξε επίσης και την πρακτική χρήση εννοιών των μαθηματικών και της φυσικής στην λειτουργία των κατασκευών. Η χρήση τους ωστόσο δεν αποτελεί ένδειξη βαθύτερης κατανόησης.

Παρόλα αυτά, η ενασχόληση όλων των μαθητών με την κατασκευή και τον προγραμματισμό καθώς και οι εργασίες που κατέθεσαν, συνιστά ένα βαθμό ένδειξης της ικανότητας προγραμματισμού και πρακτικού χειρισμού των εννοιών που εμπλέκονται. Είναι επίσης αξιοσημείωτο το γεγονός ότι ακόμα και οι μαθητές με χαμηλές ακαδημαϊκές επιδόσεις εργάστηκαν και κατέθεσαν εργασίες οι οποίες ήταν ανάλογες των δυνατοτήτων τους.

Ο πειραματικός χαρακτήρας της ρομποτικής αξιοποιήθηκε από τους μαθητές μέσα από τη στρατηγική της δοκιμής και διόρθωσης, η οποία και αποδείχθηκε η κατάλληλη για το επίπεδο των μαθητών του ομίλου (χρήστες με μικρή εμπειρία). Ωστόσο η ενασχόληση με το περιβάλλον, σταδιακά ανέδειξε την χρήση πρακτικών κανόνων και τακτικών αντιμετώπισης προβλημάτων. Παραδείγματα τέτοια είναι η χρήση και διόρθωση μικρών κομματιών κώδικα, η χρήση επαναλαμβανόμενων τακτικών για την υλοποίηση συγκεκριμένων εργασιών (η στροφή του ρομπότ, το σήκωμα ενός μολυβιού, ο καθορισμός μιας διαβαθμισμένης έντασης κινητήρα). Αυτές είναι επιμέρους ενδείξεις μετάβασης και εξέλιξης από το επίπεδο των αρχαρίων, στο επίπεδο των πιο έμπειρων χρηστών.

Οι γνωστικές ανάγκες του ομίλου (εξοικείωση με την κατασκευή και τον προγραμματισμό) υποστηρίχθηκαν με ποικίλα μέσα. Οι εισαγωγικές συναντήσεις έδωσαν τις απαραίτητες δεξιότητες για την προσέγγιση των πρώτων συνθετικών εργασιών. Συμπληρωματικά σε αυτό, χρησιμοποιήθηκε υλικό από το διαδίκτυο. Ωστόσο, η υλοποίηση των κατασκευών και η αντιμετώπιση επιμέρους προβλημάτων ανέδειξε την ανάγκη ύπαρξης ενός υποστηρικτικού μηχανισμού ο οποίος θα παρείχε τις απαραίτητες πληροφορίες. Στην περίπτωση του ομίλου, αυτό ήταν η αλληλεπίδραση της κοινότητας: ο εκπαιδευτικός, η ομάδα, η ευρύτερη ομάδα συμμαθητών, η συνεργασία με άλλο σχολείο και ο ιστότοπος του προγράμματος που επέτρεπε την επικοινωνία με άλλους μαθητές. Στο βαθμό που το περιβάλλον αυτό είναι πλούσιο σε ερεθίσματα, μπορεί να παρέχει την απαραίτητη στήριξη όταν υπάρξει ανάλογη ανάγκη.

Προσεγγίζοντας το ίδιο θέμα από την μεριά του εκπαιδευτικού που οργανώνει ένα τέτοιο περιβάλλον, θεωρούμε ότι η παρουσίαση αντιπροσωπευτικών τακτικών αντιμετώπισης επιμέρους ερωτημάτων μπορεί να λειτουργήσει στην διαμόρφωση ενός πλούσιου σε ερεθίσματα περιβάλλοντος. Ένα εργαλείο που αξιοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα ήταν οι παρουσιάσεις των εργασιών άλλων ομάδων (στην ολομέλεια, στον ιστότοπο, στις Ημερίδες). Οι απόψεις των μαθητών για τα οφέλη των εργαλείων αυτών μοιράζονται ανάμεσα στο «Δεν μου φάνηκαν χρήσιμα» και στο «Πήρα ιδέες» και δείχνει ότι οι μαθητές επωφελούνται όταν έχουν παρόμοια ερωτήματα. Δεν μπορεί, βεβαίως, να εκτιμηθεί η συνολική επίδραση που έχουν αυτές οι εμπειρίες γιατί θα χρησιμοποιηθούν στο αμέσως επόμενο έργο.

Στην παρούσα μελέτη, παρατηρήσαμε τουλάχιστον δύο περιπτώσεις στις οποίες υπήρχε αλληλεπίδραση των εμπειριών των ομάδων. Στην πρώτη περίπτωση, η μία ομάδα δανείστηκε από την άλλη μία λειτουργία του αισθητήρα την οποία προσάρμοσε στις ανάγκες της, ενώ στην δεύτερη περίπτωση, η εργασία της μιας

ομάδας και η καλή αποδοχή που αυτή είχε επηρέασε την επιλογή του θέματος της άλλης ομάδας (κιθάρα και Cd Player)

Η εξέλιξη των εργασιών ακολουθεί τις φάσεις του μοντέλου που περιγράφηκε στο θεωρητικό πλαίσιο. Η εξέταση των εργασιών κάτω από αυτό το πρίσμα μας οδηγεί σε χρήσιμες παρατηρήσεις για τις ανάγκες υποστήριξης των μαθητών σε κάθε φάση. Πέρα από την γνωστική υποστήριξη που συζητήθηκε παραπάνω, αναδεικνύεται απαραίτητη και η υποστήριξη των μαθητών στην διερεύνηση των προβλημάτων. Παραδείγματα από την εργασία των ομάδων που συνηγορούν σε αυτό, είναι η έλλειψη οργάνωσης των αρχείων και η επανάληψη όμοιων λαθεμένων στρατηγικών για τη λύση ενός προβλήματος. Η καλλιέργεια δεξιοτήτων συστηματικών πειραματισμών είναι απαραίτητη ιδιαίτερα στην ηλικιακή ομάδα που εξετάζεται εδώ, μιας και δεν υπάρχει προηγούμενη συστηματική διδασκαλία αυτών των δεξιοτήτων στο σχολικό περιβάλλον.

Η επίδραση της συνεργασίας ως παράγοντα που καθορίζει την αυτορρύθμιση των μαθητών ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα. Η δυναμική της ομάδας επηρέαζε την επιλογή των θεμάτων και μέσα από αυτό, την αυτορρύθμιση της συμπεριφοράς των μελών της ομάδας. Η αποδοχή που αισθάνεται ότι απολαμβάνει ο μαθητής στην ομάδα καθορίζει επίσης την συμμετοχή του.

Η κοινωνική διάσταση του ομίλου ήταν επίσης ένα από τα ευρήματα αυτής της έρευνας. Οι μαθητές αξιολόγησαν ως ένα από τα οφέλη της εργασίας τους στον όμιλο, την καλλιέργεια κοινωνικών δεξιοτήτων. Η ομαδική εργασία προϋποθέτει ποικίλους χειρισμούς οι οποίοι δεν καλλιεργούνται μέσα στο τυπικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Η μελέτη των εργασιών των δύο ομάδων ανέδειξε τις διεργασίες αυτορρύθμισης των ατόμων που συμμετείχαν στις ομάδες. Ο ορισμός του προβλήματος, καθώς και ο βαθμός στον οποίο αυτό υιοθετήθηκε από το κάθε μέλος, καθόρισε τη δέσμευση και την επιμονή που επέδειξαν οι μαθητές στην πορεία.

Καθώς οι μαθητές εργάζονταν στον προγραμματισμό, παρατηρήθηκε βαθμιαία εγκαθίδρυση τακτικών στην εκτέλεση επιμέρους έργων. Αυτό μπορεί να θεωρηθεί μέρος της γνωστικής προσαρμογής των μαθητών, συνέπεια της εμπειρίας που αποκτούν με το περιβάλλον.

Η προσαρμογή του αρχικού έργου στις περιπτώσεις που μελετήσαμε είχε διαφορετικές αιτίες. Στην μία ομάδα, προήλθε από τον συνδυασμό των συνθηκών (χρονικοί περιορισμοί και περιορισμοί λειτουργικότητας της κατασκευής). Στην άλλη ομάδα, προήλθε από το αίτημα να κατασκευάσουν κάτι αυθεντικό το οποίο και έγινε πηγή έμπνευσης. Ανάλογα παραδείγματα χρήσης μίας συγκεκριμένης συνθήκης ως πηγή έμπνευσης συναντάμε στα πρώτα περιβάλλοντα ρομποτικής (Resnick 1991).

Η δοκιμή εναλλακτικών τακτικών, όταν οι χρησιμοποιούμενες δεν ανταποκρίνονται στις ανάγκες του έργου, μπορεί να προκληθεί από τη λειτουργία της ομάδας ή τη λειτουργία της κοινότητας. Ωστόσο, η δυναμική της ομάδας είναι καθοριστική στο βαθμό που καθορίζει ποιες ιδέες δοκιμάζονται και ποιες όχι. Το παραπάνω υποδηλώνει ότι οφείλει να έχει συζητηθεί και συμφωνηθεί ένα πρωτόκολλο χειρισμού ανάλογων θεμάτων στο πλαίσιο της ομάδας για την πραγματική αξιοποίηση των ιδεών των μαθητών.

Επίδραση του περιβάλλοντος ρομποτικής στην ικανότητα αυτορρύθμισης

Στο πλαίσιο της ποσοτικής έρευνας προσαρμόστηκαν στην ελληνική γλώσσα εργαλεία μέτρησης διαστάσεων της ικανότητας της αυτορρύθμισης και ιδιαίτερα

της μεταγνωστικής δεξιότητας. Η σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών του ομίλου με την επίδοση της ομάδας ελέγχου σε μεταγνωστικές δεξιότητες (μεταγνωστική γνώση και ρύθμιση ερωτηματολόγιο MAI) έδωσε ένα ελαφρύ προβάδισμα στους μέσους όρους των μαθητών του ομίλου στη διάσταση της ρύθμισης, χωρίς ωστόσο αυτή η διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική.

Η στατιστική επεξεργασία του ερωτηματολόγιο STAPSS ανέδειξε 6 διαστάσεις αυτορρύθμισης στη λύση προβλήματος. Η σύγκριση των επιδόσεων των μαθητών του ομίλου με τις επιδόσεις της ομάδας ελέγχου έδωσε διαφορά υπέρ των μαθητών του ομίλου στους μέσους όρους των διαστάσεων *Επιλογή στρατηγικών, Παρακολούθηση και προσαρμογή στρατηγικών, και Ενεργοποίηση πρότερης γνώσης*. Ειδικότερα η τελευταία διάσταση είχε και στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα.

Τα αποτελέσματα και των δύο ερωτηματολογίων μας επιτρέπουν να πούμε ότι πιθανότατα η εργασία σε περιβάλλον ρομποτικής μπορεί να επηρεάσει τις μεταγνωστικές διαστάσεις της αυτορρύθμισης και ειδικότερα εκείνες που σχετίζονται με τη χρήση στρατηγικών. Παρόμοια ευρήματα έχουν αναφερθεί από άλλους ερευνητές όπως οι Castledine & Chalmers (2011) και οι Blanchard, Freiman & Lirrete-Pitre, (2010).

Επιστημική σκέψη και αυτορρύθμιση σε περιβάλλον ρομποτικής

Στο πλαίσιο της μελέτης της επίδρασης της επιστημονικής σκέψης στις διεργασίες αυτορρύθμισης στο περιβάλλον του ομίλου, αναπτύχθηκε Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης του Ομίλου Ρομποτικής το οποίο αξιολογούσε διεργασίες αυτορρύθμισης όπως: τα εσωτερικά κίνητρα, τα εξωτερικά κίνητρα, τα κίνητρα για συνεργασία, την πεποίθηση για την ικανότητα, την επιμονή, την συνεργασία, την αναζήτηση βοήθειας, τον αναστοχασμό για την προσωπική ικανότητα, τον αναστοχασμό για το αποτέλεσμα της εργασίας, τη στάση απέναντι στη δημόσια έκθεση.

Εξετάστηκε η συσχέτιση των δεικτών αυτών με τις διαστάσεις της επιστημικής σκέψης που προέκυψαν από την ανάλυση ανάλογου ερωτηματολογίου. Η ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για τους δείκτες *Πεποίθησεις για την ικανότητα, Προσπάθεια-Επιμονή, Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα, Συνεργασία, Παρουσίαση εργασιών*.

Ειδικότερα το επιστημικό προφίλ που συμφωνεί με τη διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» παρουσιάζει καλύτερη επίδοση στους δείκτες *Προσπάθεια και Επίμονη, Αναστοχασμός – Κρίση για την προσωπική ικανότητα, Συνεργασία και Παρουσιάσεις*. Αυτό σημαίνει ότι στη φάση της υλοποίησης ενός έργου ο μαθητής που συμμερίζεται ότι η γνώση και η αλήθεια έχουν δυναμικό χαρακτήρα, επιμένει περισσότερο στην ολοκλήρωση του έργου, συνεργάζεται με θετικό τρόπο με στόχο την βελτίωση του έργου και αντιμετωπίζει θετικά τη δημοσιοποίηση του. Επιπροσθέτως, κατά τη διάρκεια του αναστοχασμού, ο μαθητής διατυπώνει θετικά σχόλια για την ικανότητα του.

Επίσης, μαθητές με επιστημικό προφίλ «Η αλήθεια είναι μία» τείνουν να έχουν χαμηλή επίδοση στους δείκτες *Αναστοχασμός-Κρίση για την προσωπική ικανότητα και Συνεργασία*.

Μελέτες συνδέουν την επιστημική σκέψη με τις διεργασίες αυτορρύθμισης (Muis 2007, Hofer 2001) . Ο Pintrich, (2000) συσχετίζει την επιμονή σε ένα έργο με τον έλεγχο της συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια της αυτορρύθμισης. Συνδέει επίσης τη συνεργασία με την κοινωνική αλληλεπίδραση με την αναζήτηση και παροχή

βοήθειας, διεργασία η οποία ανήκει στην φάση του ελέγχου της συμπεριφοράς. Η διάσταση «Η δυναμική φύση της γνώσης και της μάθησης» εμπεριέχει απόψεις οι οποίες σύμφωνα με τον Dweck & Leggetti (1988) συνδέονται με τις απόψεις του ατόμου για την ευφυΐα. Το άτομο που έχει απόψεις που υποστηρίζουν το δυναμικό χαρακτήρα της μάθησης έχει θετικά συναισθήματα και μπορεί να επιδείξει συμπεριφορές επιμονής και θετικής συνεργασίας (Qian & Alvermann, 1995).

Ο Ommundsen και οι συνεργάτες του μελετούν επίσης τη σχέση που έχουν οι απόψεις για την ικανότητα με τις διεργασίες αυτορρύθμισης όπως η επιμονή και το αίσθημα αβοηθησίας. Παρατηρούν ότι στην περίπτωση που το άτομο πιστεύει ότι η ικανότητα για μάθηση αναπτύσσεται, αναμένεται να έχει κίνητρα και να αντιμετωπίζει θετικά τις διεργασίες αυτορρύθμισης όπως η επιμονή, η συγκέντρωση και η επεξεργασία της πληροφορίας. Στην αντίθετη περίπτωση, αναμένεται να έχει χαμηλότερο βαθμό ελέγχου στη μαθησιακή διαδικασία (Ommundsen, 2005).

Ο δείκτης *Αναστοχασμού-Κρίση για την προσωπική ικανότητα* αφορά τον αναστοχασμό για την προσωπική ικανότητα και ανήκει στην περιοχή των συναισθημάτων που προκύπτουν από την διαδικασία της αυτορρύθμισης. Ως κρίσεις, τροφοδοτούν το σύστημα των απόψεων του μαθητή και θα εκδηλωθούν σε κάποιο νέο έργο.

Τα ευρήματα της έρευνας μας επιτρέπουν να ισχυριστούμε ότι η εργασία σε ένα περιβάλλον ρομποτικής έχει θετικά οφέλη στην ανάπτυξη της διάστασης της επιλογής, της παρακολούθησης και του ελέγχου των στρατηγικών. Ο ρόλος της επιστημικής σκέψης επηρεάζει την συμπεριφορά και τη συνολική συμμετοχή του μαθητή στο περιβάλλον.

Θα πρέπει ωστόσο, να αναφερθούμε στα όρια που έχει αυτή η έρευνα ως προς τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Για τα ερωτηματολόγια αυτοαναφοράς που χρησιμοποιήθηκαν, έχουν από πολλούς ερευνητές διατυπωθεί προβληματισμοί (α) για το αν οι απόψεις που καταγράφουν είναι οι πραγματικές απόψεις των ατόμων και όχι οι απαντήσεις που θεωρούν ως αποδεκτές (β) για το αν σύνθετες διεργασίες, όπως αυτές που μελετάμε εδώ, μπορούν να μετρηθούν με τη χρήση ερωτηματολογίων.

Η επιλογή ωστόσο των ερωτηματολογίων ως εργαλείων μέτρησης έγινε λόγω των συνθηκών της παρούσας έρευνας, η οποία πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές συνθήκες σχολείου με την εθελοντική συμμετοχή των μαθητών. Η αξιολόγηση της επιστημικής σκέψης ή της ικανότητα αυτορρύθμισης με άλλα εργαλεία όπως η συνέντευξη, θα μπορούσε να γίνει σε μικρότερες ομάδες μαθητές και πειραματικές συνθήκες.

Στην ανάλυση επίσης των δεδομένων δεν έγινε επιβεβαιωτική ανάλυση των δεδομένων με τα προτεινόμενα στη βιβλιογραφία μοντέλα. Ένας ανάλογος έλεγχος πιθανόν θα μπορούσε να δώσει χρήσιμα συμπεράσματα.

Με τα μάτια στο μέλλον

Η παρούσα μελέτη των διεργασιών αυτορρύθμισης, κατά τη διάρκεια εργασίας σε ένα αυτόνομο περιβάλλον μάθησης, είναι διερευνητική. Ανέδειξε ωστόσο τη σημασία των ιδιαίτερων στοιχείων της προσωπικότητας του ατόμου στη συνεργασία και στην εκδήλωση συμπεριφορών αυτορρύθμισης. Η περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης της φυσιογνωμίας της ομάδας (αρχηγικές ή μη

προσωπικότητες μελών) στην αυτορρύθμιση του ατόμου, θα μπορούσε να δώσει χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάλληλη σύνθεση των ομάδων.

Μια δυσκολία που καταγράφηκε επίσης στο ανοιχτό περιβάλλον ρομποτικής που αξιοποιήθηκε εδώ, ήταν σχετική με την αποτελεσματική επικοινωνία και συνεργασία των μελών κάθε ομάδας. Σε μια μελλοντική εφαρμογή, θα μπορούσε γίνει χρήση κατάλληλων μέσων υποστήριξης της συνεργασίας και της επικοινωνίας και να διερευνηθούν τα αποτελέσματά τους.

Στην παρούσα διατριβή, μελετήθηκε ένα ανοιχτό εκπαιδευτικό περιβάλλον ρομποτικής. Ωστόσο, τα συμπεράσματα που προκύπτουν μπορούν να έχουν εφαρμογή και σε άλλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αυτόνομης μάθησης. Η ανάπτυξη μίας κοινότητας μάθησης σε συνδυασμό με εργαλεία του Ιστού 2.0 (ιστολόγια, wikis) μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη συνθετικών εργασιών γνωστικά και να λειτουργήσει ως εργαλείο αναστοχασμού και ανατροφοδότησης. Υπάρχει στις μέρες μας πληθώρα ανάλογων εφαρμογών.

Το μοντέλο ανάπτυξης της συνθετικής εργασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό ανάλογων εργασιών σε ποικίλα περιβάλλοντα αυτόνομης μάθησης. Η αξιοποίηση, σε κάθε φάση, των κατάλληλων υποστηρικτικών εργαλείων μπορεί να ενισχύσει την γνωστική εμπλοκή των μαθητών και την ικανότητα αυτορρύθμισης.

Ένα ακόμα χρήσιμο στοιχείο που προέκυψε, είναι ότι η αυτόνομη εργασία των μαθητών καλλιεργεί και ενισχύει την ικανότητα αυτορρύθμισης μέσα από τα κίνητρα, τις πρωτοβουλίες και την ευθύνη που δίνει στους μαθητές. Μαθητές με αυξημένη ικανότητα αυτορρύθμισης έχουν στόχους που κατευθύνονται προς την μάθηση και καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ο εμπλουτισμός του συμβατικού σχολικού προγράμματος με ζώνες εκπαιδευτικών δράσεων στις οποίες οι μαθητές λειτουργούν αυτόνομα, θα μπορούσε να εμπλουτίσει τις εκπαιδευτικές εμπειρίες των μαθητών. Η ένταξη επίσης κάποιων χαρακτηριστικών των ανοιχτών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων στο παραδοσιακό εκπαιδευτικό πλαίσιο μπορεί να φέρει θετικά αποτελέσματα. Παραδείγματα παρεμβάσεων προς την ανάλογη κατεύθυνση είναι η ενίσχυση των πρωτοβουλιών στη μάθηση, η διατύπωση και έρευνα ερωτήσεων.

Ομοίως, η ένταξη στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δραστηριοτήτων όπως η αξιολόγηση δεδομένων, η αξιολόγηση επιχειρημάτων και η πραγματοποίηση συζητήσεων για αμφιλεγόμενα επιστημονικά θέματα μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη και την καλλιέργεια στην επιστημική σκέψη (Hofer, 2001).

Ελπίζουμε να συμβάλλαμε στην καλύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αυτόνομη εργασία των μαθητών σε ένα τεχνολογικά πλούσιο περιβάλλον.

Βιβλιογραφία

1. Adderley, K, Ashwin, C, Bradbury, P, Freeman, J, Goodlad, S, Greene, J, Jenkins, D, Rae, J and Uren, O (1975) Project methods in higher education SRHE Working Party on Teaching Methods: Techniques Group, Society for Research into Higher Education, Guildford
2. Andrade, H. G. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational Leadership*, 57(5), 13-19.
3. Armour-Thomas, E., & Haynes, N. M. (1988). Assessment of metacognition in problem solving. *Journal of instructional psychology*.V 15 n3 p87-93 Sep 1988
4. Azevedo, R., & Hadwin, A. F. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition—Implications for the design of computer-based scaffolds. *Instructional Science*, 33(5), 367-379.
5. Babbie, E. (2011) Εισαγωγή στην κοινωνική έρευνα, Αθήνα, Εκδόσεις Κριτική,
6. Baker, L., & Brown, A. L. (1984). Metacognitive skills and reading. In P. D. Pearson (Ed.), *Handbook of reading research*. New York: Longman.
7. Barab S., Dyffy T. (2000) From Practice Fields to Communnities of practice. In Jonassen, D., Land S. (ed.), 2000 *Theoretical Foundations of Learning Environments*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates p. 26-30
8. Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
9. Barker, B., & Ansorge, J. (2006). The Effectiveness of Robotics in the Classroom. In *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (Vol. 2006, No. 1, pp. 1842-1848).
10. Barron, B. J. S., Schwartz, D. L., Vye, N. J., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L., Bransford, J.D., & The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. (1998). Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 271-311.
11. Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2851-2857.
12. Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3&4), 369-398.
13. Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and instruction*, 7(2), 161-186.
14. Boekaerts, M., & Corno, L. (2005). Self-regulation in the classroom: A perspective on assessment and intervention. *Applied Psychology*, 54(2), 199-231.
15. Bradley-Levine, J., Berghoff, B., Seybold, J., Sever, R., Blackwell, S., & Smiley, A. (2010). What teachers and administrators “need to know” about

- project-based learning implementation. In Annual Meeting of the American Educational Research Association 2010. Denver, Colorado.
16. Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
 17. Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology*, Vol. 1 (pp. 77–165). Hillsdale: Erlbaum
 18. Brown, A. L. (1997). *Transforming Schools Into Communities of Thinking and Learning About Serious Matters*.
 19. Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
 20. Brown, J. S., Collins, A., & Newman, S. E. (1989b). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, 487.
 21. Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard educational review*.
 22. Brush, T., & Saye, J. (2008). The effects of multimedia-supported problem-based inquiry on student engagement, empathy, and assumptions about history. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 2(1), 21-56.
 23. Buehl, M. M., & Alexander, P. A. (2005). Motivation and performance differences in students' domain-specific epistemological belief profiles. *American Educational Research Association*, 42, 697–726.
 24. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS.
 25. Carbonaro, M., Rex, M., & Chambers, J. (2004). Using LEGO robotics in a project-based learning environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1).
 26. Castledine, A. R., & Chalmers, C. (2011). LEGO Robotics: An authentic problem solving tool?. *Design and Technology Education: an International Journal*, 16(3).
 27. Chambers, J. M., & Carbonaro, M. (2003). Designing, developing, and implementing a course on LEGO robotics for technology teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 11(2), 209-241.
 28. Chambers, J., Carbonaro, M., & Rex, M. (2007). Scaffolding knowledge construction through robotic technology: A middle school case study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 6, 55-70.
 29. ChanLin, Lih-Juan. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45, 55-65.
 30. Chiocciariello, A., Manca, S., & Sarti, L. (2004). *Children's playful learning with a robotic construction kit*. Developing New Technologies for young children. Stoke on Trent, United Kingdom: Trentham Books.
 31. Cohen, L. & Manion, L. (2008) *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*, Αθήνα, Εκδόσεις Μεταίχμιο

32. Davis, E. A. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: Prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 819-837.
33. DeFillippi, R. J. (2001). Introduction: project-based learning, reflective practices and learning. *Management Learning*, 32(1), 5-10.
34. Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in human behavior*, 17(5), 465-480.
35. Dewey, J. (1971). *How we think*. Chicago, Henry Regnery Company. Originally published in 1910.
36. Dinsmore, D. L., Alexander, P. A., & Loughlin, S. M. (2008). Focusing the conceptual lens on metacognition, self-regulation, and self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, 20(4), 391-409.
37. Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological review*, 95(2), 256.
38. Edwards, L.D. (1995). The design and analysis of a mathematical microworld. *Journal of Educational Computing Research* 12(1): 77–94.
39. Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage publications. page 639
40. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906–911.
41. Fortunato, I., Hecht, D. Tittle, C. K., & Alvarez, L.(1991). Metacognition and problem solving. *Arithmetic Teacher*, 39(4), 38-40.
42. Frangou S. Papanikolaou K.. (2009). On the development of robotic enhanced learning environments. In *Proceedings of the IADIS International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2009)*, Rome, Italy, 20 - 22 November 2009, pp. 18-25
43. Frangou, S., & Papanikolaou, K. A. (2009). On the development of robotic enhanced learning environments. In D. G. S. Kinshuk, J. M. Spector, & D. Ifenthaler (Eds.), *Proc. of the IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age* (pp. 18-25).
44. Goldman S., Petrosino A., Sherwood R., Garrison S., Hickey D., Bransford J., Pellegrino J. (2006) Η «Αγκυροβόληση» της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο περιβάλλοντα μάθησης με πολυμέσα στο Βοσνιάδου, Σ. (Επιμ.) (2006). Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Gutenberg. (cognitive and technology group Vanderbilt)
45. Goldman, S. R., Petrosino, A., Sherwood, R. D., Garrison, S., Hickey, D. T., Bransford, J. D., & Pellegrino, J. W. (1994). Multimedia environments for enhancing science instruction. In *Technology-Based Learning Environments* (pp. 89-96). Springer Berlin Heidelberg.
46. Grabinger, R. S., & Dunlap, J. C. (1995). Rich environments for active learning: a definition. *Research in learning Technology*, 3(2).
47. Greene, J. A., & Azevedo, R. (2007). A theoretical review of Winne and Hadwin's model of self-regulated learning: New perspectives and directions. *Review of Educational Research*, 77(3), 334-372.

48. Haerle, F. C., & Bendixen, L. D. (2008). Personal epistemology in elementary classrooms: A conceptual comparison of Germany and the United States and a guide for future cross-cultural research. In M. S. Khine (Ed.), *Knowing, Knowledge and Beliefs* (pp. 151-176). New York: Springer.
49. Hammer, D. H., & Elby, A. (2002). On the form of personal epistemology. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 169–190). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
50. Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments. *Instructional science*, 25(3), 167-202.
51. Hartley, K., & Bendixen, L. D. (2003). The use of comprehension aids in a hypermedia environment: investigating the impact of metacognitive awareness and epistemological beliefs. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12, 275–289
52. Heitmann, G (1996) Project-oriented study and project organized curricula: a brief review of intentions and solutions, *European Journal of Engineering Education*, Vol 21
53. Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. (2006). Project-based learning in post-secondary education—theory, practice and rubber sling shots. *Higher Education*, 51(2), 287-314.
54. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.
55. Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107.
56. Hofer, B. K. (2001). Personal epistemology research: Implications for learning and teaching. *Educational Psychology Review*, 13(4), 353-383.
57. Hofer, B. K. (2004). Epistemological understanding as a metacognitive process: Thinking aloud during online searching. *Educational Psychologist*, 39, 43–55.
58. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of educational research*, 67(1), 88-140.
59. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (Eds.). (2004). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Psychology Press.
60. Hogan K., & Pressley, M. (1997). Scaffolding scientific competencies within classroom communities of inquiry. In Hogan K., & Pressley, M. (Eds). *Scaffolding students learning: Instructional approaches and issues* (pp 74-107) Cambridge, MA: Brookline Books
61. Hussain, S., Care, P., & Practice, G. (2006). The effect of LEGO Training on Pupils' School Performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data. *Educational Technology & Society*, 9, 182-194.
62. 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. *Journal of Educational Technology and Society*, 9(3), 182–194.
63. Jackson, S. L., Stratford, S. J., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1995). Model-It: A case study of learner-centered design software for supporting model building. In *Proceedings from the Working Conference on Applications of Technology in the Science Classroom*.
 64. Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory*, 2, 215-239.
 65. Jonassen, D. H. (1999). Constructing learning environments on the web: Engaging students in meaningful learning. *EdTech 99: Educational Technology Conference and Exhibition 1999: Thinking Schools, Learning Nation*.
 66. Jonassen, D. H. (2000). *Computers as Mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
 67. Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2002). *Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective*.
 68. Jonassen, D., Land S. (ed.), 2000 *Theoretical Foundations of Learning Environments*. New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates page vii
 69. Kember, D., Biggs, J., & Leung, D. Y. (2004). Examining the multidimensionality of approaches to learning through the development of a revised version of the Learning Process Questionnaire. *British Journal of Educational Psychology*, 74(2), 261-279.
 70. Kilpatrick, W H (1918) *The project method*, Teachers College Bulletin 1918
 71. Kitchener, K. S. (1983). Cognition, metacognition, and epistemic cognition. *Human Development*, 26, 222-232.
 72. Kitchener, K. S. (1984). Educational Goals and Reflective Thinking. *The Educational Forum*, 48:1, 74-95.
 73. Kitchener, K. S., & King, P. M. (1981). Reflective judgment: Concepts of justification and their relationship to age and education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2, 89-116.
 74. Kolmos, A. (1996). Reflections on project work and problem-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 21(2), 141-148.
 75. Kolodner, J. L., Gray, J. T., & Fasse, B. B. (2003). Promoting transfer through case-based reasoning: Rituals and practices in Learning by Design™ classrooms. *Cognitive Science Quarterly* 3(2), 119-170
 76. Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., Puntambekar, S., & Ryan, M. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: Putting learning by design (tm) into practice. *The journal of the learning sciences*, 12(4), 495-547.
 77. Kolodner, J.L., Crismond, D., Gray, J., Holbrook, J., & Puntambekar, S. (1998). *Learning by Design from Theory to Practice*. Proceedings of ICLS 98. Atlanta, GA, 16-22.

78. Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., & Soloway, E. (1994). A collaborative model for helping middle grade science teachers learn project-based instruction. *The elementary school journal*, 483-497.
79. Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350.
80. Kubiak, M., & Vaculová, I. (2011). Project-based learning: characteristic and the experiences with application in the science subjects. *Energy Educ Sci Technol Part B*, 3, 65-74.
81. Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
82. Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational researcher*, 28(2), 16-46.
83. Kuhn, D., Black, J., Keselman, A., & Kaplan, D. (2000). The development of cognitive skills to support inquiry learning. *Cognition and Instruction*, 18(4), 495-523.
84. Land, S. M. (2000). Cognitive requirements for learning with open-ended learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 61-78.
85. Land, S. M., & Greene, B. A. (2000). Project-based learning with the World Wide Web: A qualitative study of resource integration. *Educational Technology Research and Development*, 48(1), 45-66.
86. Land, S. M., & Hannafin, M. J. (1996). A conceptual framework for the development of theories-in-action with open-ended learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 44(3), 37-53.
87. Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
88. Limbos, B. (1999), When toddlers develop writing strategy through play with the 'Floor Turtle', In 9th International Conference on Artificial Intelligence in Education AI-ED 99, Workshop on Educational Robotics, 16 – 25.
89. Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & education*, 49(4), 1097-1111.
90. Magolda, B. MB (1987). The affective dimension of learning: Faculty-student relationships that enhance intellectual development. *College Student Journal*, 21(1), 46-58.
91. Martin, F. (1994). *Circuits to Control: Learning Engineering by Designing LEGO Robots*, unpublished PhD dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Program in Media Arts and Sciences, June 1994 πρόσβαση <http://www.cs.uml.edu/~fredm/cher/el-publications/Theses/Martin/> τελευταία επίσκεψη 7/2013
92. Marx, R. W., Blumenfeld, P. C., Krajcik, J. S., & Soloway, E. (1997). Enacting project-based science. *The elementary school journal*, 341-358.

93. Marzano, R. J., Pickering, D., & Pollock, J. E. (2001). Classroom instruction that works: Research-based strategies for increasing student achievement. Ascd. (pp 96-103)
94. Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning?. *American Psychologist*, 59(1), 14.
95. Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. *Handbook of Classroom Management: Research, Practice, and Contemporary Issues*, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, Inc.
96. Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), pp-5.
97. Milto E. (2007) Managing LEGO Learning δημοσιεύτηκε <http://www.legoengineering.com/content/view/78/65/> τελευταία επίσκεψη 19/4/2010
98. Mioduser, D., & Betzer, N. (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(1), 59-77.
99. Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education*, 53(2), 330-342.
100. Moriyama, J., Satou, M., & King, C. T. (2002). Problem-Solving Abilities Produced in Project Based Technology Education. *Journal of Technology Studies*, 28(2), 154-158.
101. Muis, K. R. (2007). The role of epistemic beliefs in self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 42(3), 173-190.
102. Muis, K. R. (2008). Epistemic profiles and self-regulated learning: Examining relations in the context of mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 177-208.
103. Muis, K. R. (2007) 'The Role of Epistemic Beliefs in Self-Regulated Learning', *Educational Psychologist*, 42: 3, 173 — 190
104. Muis, K. R., & Franco, G. M. (2010). Epistemic profiles and metacognition: Support for the consistency hypothesis. *Metacognition and learning*, 5(1), 27-45.
105. Nelson, W. A. (2003). Problem solving through design. *New Directions for Teaching and Learning*, 2003(95), 39-44.
106. Norton, S. J., McRobbie, C. J., & Ginns, I. S. (2007). Problem solving in a middle school robotics design classroom. *Research in Science Education*, 37(3), 261-277.
107. Nourbakhsh, I., Crowley, K., Bhave, A., Hamner, E., Hsiu, T., Perezbergquist, A., Richards, S., Wilkinson, K. (2005). The Robotic Autonomy Mobile Robotics Course: Robot Design , Curriculum Design and Educational Assessment. *Autonomous Robots* 18, pp103-127.
108. Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. (2009). The use of digital manipulatives in K-12: robotics, gps/gis and programming. In *Frontiers in Education Conference, 2009. FIE'09. 39th IEEE* (pp. 1-6). IEEE.

109. Ommundsen, Y., Haugen, R., & Lund, T. (2005). Academic self - concept, implicit theories of ability, and self - regulation strategies. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49(5), 461-474.
110. Pajares, F., Britner, S. L., & Valiante, G. (2000). Relation between achievement goals and self-beliefs of middle school students in writing and science. *Contemporary Educational Psychology*, 25(4), 406-422.
111. Papanikolaou, K., & Boubouka, M. (2010). Promoting collaboration in a project-based e-learning context. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(2), 135-155.
112. Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..
113. Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom Applications of Research on Self-Regulated Learning, *Educational Psychologist*, 36:2, 89-101.
114. Perry, W. G. Jr. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
115. Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'back door' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158.
116. Piaget, J., (1969). *Science of education and the psychology of the child*. New York. Viking.
117. Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.). (2000). *Handbook of self-regulation*. Elsevier.
118. Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.
119. Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. (1993). Reliability and predictive validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). *Educational and Psychological Measurement*, 53, 801–813.
120. Polman, J. L., & Pea, R. D. (2001). Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. *Science Education*, 85(3), 223-238.
121. Puntambekar, S., & Hubscher, R. (2005). Tools for scaffolding students in a complex learning environment: What have we gained and what have we missed?. *Educational psychologist*, 40(1), 1-12.
122. Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Toward implementing distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185-217.
123. Puustinen, M., & Pulkkinen, L. (2001). Models of self-regulated learning: A review. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 45(3), 269-286.
124. Qian, G., & Alvermann, D. (1995). Role of epistemological beliefs and learned helplessness in secondary school students' learning science concepts from text. *Journal of Educational Psychology*, 87, 282–292.
125. Quintana, C., Krajcik, J., & Soloway, E. (2002, April). A case study to distill structural scaffolding guidelines for scaffolded software environments. In

- Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 81-88). ACM.
126. Quintana, C., Zhang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through software-based scaffolding. *Educational Psychologist*, 40(4), 235-244.
 127. Resnick, M. & Ocko, S. (1991), *Lego/Logo Learning Through and About Design*, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 141 – 150.
 128. Resnick, M. (1991), *Xylophones, Hamsters, and Fireworks: The Role of Diversity in Constructionist Activities*, In Papert, S. & Harel, I. (eds.), *Constructionism*, New Jersey: Ablex Publishing Corporation, 151 – 158.
 129. Resnick, M., Berg, R., Eisenberg, M. (2000). 'Beyond Black Boxes: Bringing Transparency and Aesthetics Back to Scientific Investigation' ,*Journal of the Learning Sciences*,9:1,7 — 30
 130. Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996), *Programmable Bricks: Toys to Think With*. *IBM Systems Journal*, 35(3 – 4), 443 – 452.
 131. Resnick, M., Silverman B. (2005) "Some reflections on designing construction kits for kids." In *Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children*. ACM, 2005.
 132. Roth, W.-M. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768–790.
 133. Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology*, 17(1), 59-69.
 134. Sadler, P. M., Coyle, H. P. ,Schwartz, M. (2000). 'Engineering Competitions in the Middle School Classroom: Key Elements in Developing Effective Design Challenges', *Journal of the Learning Sciences*, 9:3,
 135. Salomon G. (2006) Εξετάζοντας τα καινοτόμα περιβάλλοντα μάθησης ως πρότυπα διαμόρφωσης αλλαγών. Στο Βοσνιάδου, Σ. (Επιμ.) (2006). *Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες*. Gutenberg.
 136. Savage, T., Sánchez, I. A., O'Donnell, F., & Tangney, B. (2003, July). Using robotic technology as a constructionist mindtool in knowledge construction. In *Advanced Learning Technologies, 2003. Proceedings. The 3rd IEEE International Conference on* (pp. 324-325). IEEE.
 137. Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 1(1), 3.
 138. Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1995). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. *Educational technology*, 35(5), 31-38.
 139. Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1991). Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media. *The Journal of the learning sciences*, 1(1), 37-68.
 140. Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 97-118). New York: Cambridge University Press.

141. Schommer, M. (1990). Effects of Beliefs About the Nature of Knowledge on Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498-504.
142. Schommer-Aikins, M., & Mau, W.-C. Brookhart, S., Hutter, R. (2000). Understanding Middle Students ' Beliefs About Knowledge and Learning Using a Multidimensional Paradigm. *Learning, The Journal of Educational Research*, 94: 2, 120 — 127
143. Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary educational psychology*, 19(4), 460-475.
144. Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2010) Κίνητρα στην εκπαίδευση, Μακρής Ν & Πνευματικός Δ (επιμ.) εκδόσεις Gutenberg - Γιώργος & Κώστας Δαρδανός Ελληνική έκδοση του Schunk, D. H., Pintrich, P. R., & Meece, J. L. (2008). *Motivation in education: Theory, research, and applications*.
145. Shepard, L. A.(2000). The role of classroom assessment in teaching and learning. CSE Technical Report 517, The Regents of the University of California.
146. Sidawi, M. M. (2009). Teaching science through designing technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 269-287.
147. Singer, J., Marx, R. W., Krajcik, J., & Clay Chambers, J. (2000). Constructing extended inquiry projects: Curriculum materials for science education reform. *Educational Psychologist*, 35(3), 165-178.
148. Slangen, L., van Keulen, H., & Gravemeijer, K. (2011). What pupils can learn from working with robotic direct manipulation environments. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(4), 449-469.
149. Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society. Developing Science and Technology Series*. Taylor and Francis, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007..
150. Sperling R. A. Howard B. C. Miller L. A, Murphy C. (2002) Measures of children's Knowledge and regulation. *Contemporary Educational Psychology* 27, 51-79
151. Stathopoulou, C., & Vosniadou, S. (2007). Exploring the relationship between physics-related epistemological beliefs and physics understanding. *Contemporary Educational Psychology*, 32(3), 255-281.
152. Stephens, K., & Winterbottom, M. (2010). Using a learning log to support students' learning in biology lessons. *Journal of Biological Education*, 44(2), 72-80.
153. Sternberg, J. R. (1983). Components of Human Intelligence. *Cognition* 15 1-48
154. Stoeger, H., & Ziegler, A. (2008). Evaluation of a classroom based training to improve self-regulation in time management tasks during homework activities with fourth graders. *Metacognition and Learning*, 3(3), 207-230.
155. Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.

156. Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. Report prepared for The Autodesk Foundation. Retrieved May 18, 2009 from http://www.bie.org/index.php/site/RE/pbl_research/29
157. Turbak, F. & Berg, R. (2002), Robotic Design Studio: Exploring the big ideas of engineering, Liberal Arts Environment, Journal of Science Education and Technology, 11(3), 237 – 253.
158. VanDelden, S., Zhong, W. (2008). Effective integration of autonomous robots into an introductory computer science course: a case study. Journal of Computing Sciences in Colleges, 23(4), 10-19.
159. Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. Metacognition and learning, 1(1), 3-14.
160. Vosniadou, S. (2001) How children learn? Successful Schooling, 16 International Academy of Education, International Bureau of Education
161. Vosniadou, S., & Mason, L. (2012). Conceptual Change Induced by Instruction: A Complex Interplay of Multiple Factors. In K. R. Harris, S. Graham, & T. Urdan, Educational Psychology Handbook, American Psychological Association.
162. Vygotsky, L. S. (1980). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard university press.
163. Wagner, C. (2003). Put another (b) log on the wire: Publishing learning logs as weblogs. Journal of Information Systems Education, 14(2), 131-132.
164. Weinstein, C. E., Zimmerman, S. A., & Palmer, D. R. (1988). Assessing learning strategies: The design and development of the LASSI. In C. E. Weinstein, E. T. Goetz, & P. A. Alexander (Eds.), Learning and study strategies (pp. 25-40). New York: Academic Press.
165. White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. Cognition and instruction, 16(1), 3-118.
166. White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED), 10, 151-182.
167. Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2008). Acquisition of Physics Content Knowledge and Scientific Inquiry Skills in a Robotics Summer Camp. Journal of Research on Technology in Education, 40(2), 201-216.
168. Winne, P. H. (1997). Experimenting to bootstrap self-regulated learning. Journal of educational Psychology, 89(3), 397.
169. Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker, J. Dunlosky & A.C. Graesser (Eds.), Metacognition in educational theory and practice (pp. 277–304). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
170. Winne, P. H., & Perry, N. E. (2000). Measuring self-regulated learning. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.). (2000). Handbook of self-regulation. Elsevier.

171. Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, 25(1), 3-17.
172. Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In Boekaerts, M., Pintrich, P. R., & Zeidner, M. (Eds.). (2000). *Handbook of self-regulation*. Elsevier.
173. Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into practice*, 41(2), 64-70.
174. Βοσνιάδου Σ. (2006) Περιβάλλοντα μάθησης που διευκολύνουν την αναδιοργάνωση των ιδεών στις Φυσικές Επιστήμες στο Βοσνιάδου, Σ. (Επιμ.) (2006). Σχεδιάζοντας περιβάλλοντα μάθησης υποστηριζόμενα από τις σύγχρονες τεχνολογίες. Gutenberg.
175. Δαφέρμος Β. (2013) Παραγοντική Ανάλυση. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη
176. Ευκλείδη-Κωσταρίδου, Α. (2005). Μεταγνωστικές Διεργασίες και Αυτορρύθμιση. Αθήνα: Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.
177. Κανελλοπούλου, Ι., Νικήτα, Β., (2011). Ανάπτυξη συνθετικών εργασιών ρομποτικής στα πλαίσια του εποικοδομισμού: μελέτη περίπτωσης, ΕΚΠΑ Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών
178. Ρούσσοσ Π. Τσαούσης Γ. (2002) Στατιστική εφαρμοσμένη στις κοινωνικές επιστήμες. Ελληνικά Γράμματα
179. Σταθοπούλου Χ. (2006). Διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στη σχετική με την φυσική προσωπική επιστημολογία και την εννοιολογική αλλαγή στη Φυσική, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών ΜΙΘΕ
180. Φράγκου Σ. (2009). Κεφάλαιο 10: Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο και μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο Γρηγοριάδου Μ., Γουλή Ε., Γόγουλου Α.,(επ.). (2009). Διδακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία για τη διδασκαλία της Πληροφορικής, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών. σελ. 475-490
181. Φράγκου Σ., Γρηγοριάδου Μ. (2010). Οργάνωση και λειτουργία ομίλου ρομποτικής: η περίπτωση του προγράμματος «Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής». στο Τζιμογιάννης Α. (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», τόμος II, σ. 145-152, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010
182. Φράγκου Σ., Γρηγοριάδου Μ. (2011) Μελέτη της ταχύτητας του αυτοκίνητου ρομπότ σε ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον στο Γλέζου Κ. Τζιμόπουλος Ν.(Επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη», Σύρος, 6-8 Μαΐου 2011
183. Φράγκου Σ., Γρηγοριάδου Μ., Παπανικολάου Σ. (2010). Σχεδιάζοντας δραστηριότητες ρομποτικής για μαθητές Γυμνασίου. Στο Γρηγοριάδου Μ. (επιμ) Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 9-11 Απριλίου, 2010. σελ.216-223.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός όρος
Constructionism	Κατασκευαστικός εποικοδομισμός
Constructivism	Εποικοδομισμός
Self regulation	Αυτορρύθμιση
Epistemological beliefs	Επιστημικές απόψεις
Motive	Κίνητρο
Inquiry	Διερεύνηση
Project based learning	Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών (ΜμΣΕ)
Problem based learning	Μάθηση μέσω Λύσης Προβλήματος
Learning by design	Μάθηση μέσω έργων σχεδιασμού

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

MAI	Metacognitive Awareness Inventory – Ερωτηματολόγιο Μεταγνωστικής Επίγνωσης
STAPSS	Ερωτηματολόγιο Σκέψης των μαθητών κατά τη Λύση Προβλήματος
ΜμΣΕ	Μάθηση μέσω Συνθετικών Εργασιών

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Πειραματική Ομάδα-Ομάδα Ελέγχου
Φύλο

Φύλο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
Αγόρια	13	10
Κορίτσια	2	5
Σύνολο	15	15

Τάξη

Φύλο	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
Β' Γυμνασίου	10	10
Γ' Γυμνασίου	5	5
Σύνολο	15	15

Μέσοι όροι σχολικής επίδοσης στα μαθήματα: Φυσική, Πληροφορική, Μαθηματικά

Δείκτης	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
ΜΟ Μαθηματικά α' τρίμηνο	15,5	15,2
ΜΟ Φυσική α' τρίμηνο	15,4	15,3
ΜΟ Πληροφορική α' τρίμηνο	16,4	17,1
ΜΟ και στα τρία μαθήματα α' τρίμηνο	15,7	15,8

Σχολικές επιδόσεις ανα μαθητή

ζεύγος	Κωδικός	ομάδα	Μ.Ο. Α' Τριμήνου	Μ.Ο. Τελικός Βαθμός
			Μαθηματικά	Φυσική Πληροφορική
1 ^ο	g10	πειραματική	12	11,7
1 ^ο	g13	ελέγχου	12	13
2 ^ο	g22	πειραματική	14,7	14,7
2 ^ο	g26	ελέγχου	14,7	14,3
3 ^ο	g11	πειραματική	16,3	16,7
3 ^ο	g12	ελέγχου	16,3	16,7
4 ^ο	g27	πειραματική	16,7	18
4	g18	ελέγχου	16,7	18
5 ^ο	g15	πειραματική	17	17,7
5 ^ο	g9	ελέγχου	17	18
6 ^ο	b20	πειραματική	12,3	13,7
6 ^ο	b4	ελέγχου	13,3	13,3
7 ^ο	b34	πειραματική	13,7	14
7 ^ο	b41	ελέγχου	12,5	11,5
8 ^ο	b21	πειραματική	13	14
8 ^ο	b9	ελέγχου	13	13,3
9 ^ο	b11	πειραματική	15	15
9 ^ο	b31	ελέγχου	15,3	15,7
10 ^ο	b7	πειραματική	15,3	16
10 ^ο	b28	ελέγχου	15,3	15,3

11°	b1	πειραματική	16	18
11°	b33	ελέγχου	16	17
12°	b32	πειραματική	18,7	19,7
12°	b17	ελέγχου	18,7	19,7
13°	b22	πειραματική	19,3	20
13°	b5	ελέγχου	19,3	20
14°	b23	πειραματική	19,3	19,3
14°	b40	ελέγχου	19,3	19,7
15°	b38	πειραματική	18	18,7
15°	b10	ελέγχου	18,3	18,3

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Ερωτηματολόγιο Μεταγνωστικής Επίγνωσης Junior Metacognitive Awareness Inventory (JrMAI)

Β. Πόσο μου ταιριάζει ή δεν μου ταιριάζει;

Διάβασε προσεκτικά τις ακόλουθες προτάσεις και βάλε σε κύκλο την απάντηση που ταιριάζει περισσότερο στον τρόπο με το οποίο εσύ συμπεριφέρεσαι στο σχολείο ή στο σπίτι όταν μελετάς μαθήματα των Θετικών Επιστημών όπως τα Μαθηματικά και η Φυσική. Εάν δεν καταλαβαίνεις το νόημα κάποιας πρότασης μην τη βαθμολογήσεις και γράψε κάποιο σχετικό σχόλιο στο περιθώριο ή στη τελευταία σελίδα.

Οι βαθμοί 1-5 σημαίνουν αντίστοιχα τα εξής:

1	2	3	4	5
Δεν μου ταιριάζει καθόλου	Μου ταιριάζει ελάχιστα	Μου ταιριάζει μέτρια	Μου ταιριάζει αρκετά	Μου ταιριάζει πολύ

1. Ξέρω πότε έχω καταλάβει κάτι που έχω μελετήσει.	1 2 3 4 5
2. Μπορώ να μάθω κάτι όταν χρειάζεται.	1 2 3 4 5
3. Προσπαθώ να χρησιμοποιώ τρόπους μελέτης που έχω χρησιμοποιήσει με επιτυχία στο παρελθόν.	1 2 3 4 5
4. Ξέρω τι περιμένει από μένα να μάθω ο καθηγητής μου.	1 2 3 4 5
5. Μαθαίνω καλύτερα όταν ξέρω λίγο το θέμα που μελετώ.	1 2 3 4 5
6. Σχεδιάζω σχήματα και διαγράμματα για να καταλάβω καλύτερα αυτό που μελετώ.	1 2 3 4 5
7. Όταν τελειώνω την εργασία του σχολείου, ελέγχω αν έχω μάθει ότι χρειαζόταν.	1 2 3 4 5
8. Εξετάζω περισσότερους από έναν τρόπους λύσης ενός προβλήματος και μετά επιλέγω τον καλύτερο.	1 2 3 4 5
9. Σκέπτομαι, πριν αρχίσω την μελέτη μου, τι είναι αυτό που χρειάζεται να μάθω.	1 2 3 4 5
10. Αναρωτιέμαι πόσο καλά τα πάω καθόλη τη διάρκεια της μελέτης μου.	1 2 3 4 5
11. Προσέχω κυρίως τις σημαντικές πληροφορίες.	1 2 3 4 5
12. Μαθαίνω καλύτερα όταν το θέμα που μελετώ με ενδιαφέρει.	1 2 3 4 5
13. Χρησιμοποιώ τα δυνατά μου σημεία για να καλύψω τις αδυναμίες μου.	1 2 3 4 5
14. Χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους μελέτης ανάλογα με την εργασία που έχω να εκτελέσω.	1 2 3 4 5
15. Ελέγχω συστηματικά την πορεία της εργασίας μου έτσι ώστε να την ολοκληρώσω εγκαίρως.	1 2 3 4 5
16. Κάποιες φορές χρησιμοποιώ τεχνικές μελέτης χωρίς να σκέπτομαι.	1 2 3 4 5
17. Όταν ολοκληρώνω μια εργασία αναρωτιέμαι αν υπήρχε ευκολότερος τρόπος πραγματοποιηθεί	1 2 3 4 5
18. Αποφασίζω τι έχω να κάνω πριν αρχίσω μια εργασία.	1 2 3 4 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Junior Metacognitive Awareness Inventory (JrMAI)

Οι μεταβλητές του ερωτηματολογίου MAI και οι συνιστώσες στις οποίες ανήκουν με βάση το θεωρητικό μοντέλο ανάπτυξης του ερωτηματολογίου (Schraw, & Dennison, 1994).

1. Ξέρω πότε έχω καταλάβει κάτι που έχω μελετήσει.	Δηλωτική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
2. Μπορώ να κάνω τον εαυτό μου να μάθει κάτι όταν χρειάζεται.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση
3. Προσπαθώ να χρησιμοποιώ τρόπους μελέτης που έχω χρησιμοποιήσει με επιτυχία στο παρελθόν.	Διαδικαστική Γνώση	Μεταγνωστική γνώση
4. Ξέρω τι περιμένει από μένα να μάθω ο καθηγητής μου.	Δηλωτική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
5. Μαθαίνω καλύτερα όταν ξέρω λίγο το θέμα που μελετώ	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση
6. Σχεδιάζω σχήματα και διαγράμματα για να καταλάβω καλύτερα αυτό που μελετώ.	Διαχείριση πληροφορίας	Ρύθμιση του γιννώσκειν
7. Όταν τελειώνω την εργασία του σχολείου ελέγχω αν έχω μάθει ότι χρειαζόταν.	Αξιολόγηση	Ρύθμιση του γιννώσκειν
8. Εξετάζω περισσότερους από έναν τρόπους λύσης ενός προβλήματος και μετά επιλέγω τον καλύτερο.	Σχεδιασμός	Ρύθμιση του γιννώσκειν
9. Σκέπτομαι πριν αρχίσω την μελέτη μου τι είναι αυτό που χρειάζεται να μάθω.	Σχεδιασμός	Ρύθμιση του γιννώσκειν
10. Αναρωτιέμαι πόσο καλά τα πάω καθ' όλη τη διάρκεια της μελέτης μου.	Παρακολούθηση	Ρύθμιση του γιννώσκειν
11. Προσέχω κυρίως τις σημαντικές πληροφορίες.	Διαχείριση πληροφορίας	Ρύθμιση του γιννώσκειν
12. Μαθαίνω καλύτερα όταν το θέμα που μελετώ με ενδιαφέρει.	Δηλωτική γνώση	Μεταγνωστική γνώση
13. Χρησιμοποιώ τα δυνατά μου σημεία για να καλύψω τις αδυναμίες μου.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση
14. Χρησιμοποιώ διαφορετικούς τρόπους μελέτης ανάλογα με την εργασία που έχω να εκτελέσω.	Γνώση των συνθηκών	Μεταγνωστική γνώση
15. Ελέγχω συστηματικά την πορεία της εργασίας μου έτσι ώστε να την ολοκληρώσω εγκαίρως.	Παρακολούθηση	Ρύθμιση του γιννώσκειν
16. Κάποιες φορές χρησιμοποιώ τεχνικές μελέτης χωρίς να σκέπτομαι.	Διαδικαστική Γνώση	Μεταγνωστική γνώση
17. Όταν ολοκληρώνω μια εργασία αναρωτιέμαι αν υπήρχε ευκολότερος τρόπος πραγματοποιηθεί.	Αξιολόγηση	Ρύθμιση του γιννώσκειν
18. Αποφασίζω τι έχω να κάνω πριν αρχίσω μια εργασία.	Σχεδιασμός	Ρύθμιση του γιννώσκειν

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Ερωτηματολόγιο Σκέψη των μαθητών κατά τη Λύση Προβλήματος STAPSS

Διάβασε προσεκτικά τις ακόλουθες προτάσεις και βάλε σε κύκλο την απάντηση που ταιριάζει περισσότερο στον τρόπο με το οποίο εσύ συμπεριφέρεσαι στο σχολείο ή στο σπίτι όταν μελετάς μαθήματα των Θετικών Επιστημών όπως τα Μαθηματικά και η Φυσική. Εάν δεν καταλαβαίνεις το νόημα κάποιας πρότασης μην τη βαθμολογήσεις και γράψε κάποιο σχετικό σχόλιο στο περιθώριο ή στη τελευταία σελίδα.

Οι βαθμοί 1-5 σημαίνουν αντίστοιχα τα εξής:

1	2	3	4	5
Δεν μου ταιριάζει καθόλου	Μου ταιριάζει ελάχιστα	Μου ταιριάζει μέτρια	Μου ταιριάζει αρκετά	Μου ταιριάζει πολύ

1. Πριν λύσω ένα πρόβλημα προσπαθώ να βρω κάποιο άλλο σχετικό με αυτό, που έχω λύσει στο παρελθόν.	1 2 3 4 5
2. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να εντοπίσω όσες περισσότερες πληροφορίες μπορώ, που θα μου ήταν χρήσιμες για τη λύση του.	1 2 3 4 5
3. Μπορώ να βρω τη λύση ενός προβλήματος χωρίς να καταστρώσω κάποιο σχέδιο για τη λύση του.	1 2 3 4 5
4. Έχω δυσκολίες στη λύση προβλήματος όταν δεν ξέρω ποιες πληροφορίες είναι σχετικές και ποιες όχι.	1 2 3 4 5
5. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να αναδιατυπώσω με δικές μου λέξεις τις πληροφορίες που έχω για αυτό.	1 2 3 4 5
6. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, σκέπτομαι ποια στρατηγική (τρόπος) μπορεί να οδηγήσει στη λύση του.	1 2 3 4 5
7. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα όταν δεν μπορώ να ξεχωρίσω τις σημαντικές πληροφορίες.	1 2 3 4 5
8. Όταν έχω 'κολλήσει' κατά τη διάρκεια της λύσης ενός προβλήματος, αναρωτιέμαι «Έλαβα υπόψη μου όλες τις σχετικές πληροφορίες που αφορούν το πρόβλημα;».	1 2 3 4 5
9. Καθώς λύνω ένα πρόβλημα, αναρωτιέμαι «Είμαι στη σωστή κατεύθυνση, ακολουθώ το σωστό δρόμο;».	1 2 3 4 5
10. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, προσπαθώ να μαντέψω πως συνδέονται μεταξύ τους οι διαφορετικές πληροφορίες.	1 2 3 4 5
11. Δεν μπορώ να λύσω ένα πρόβλημα αν πρώτα δεν αποφασίσω ποιά στρατηγική (ποιον τρόπο) θα ακολουθήσω.	1 2 3 4 5
12. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος όταν έχω άγνωστες λέξεις στις ερωτήσεις του προβλήματος.	1 2 3 4 5
13. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, υπολογίζω πόσο περίπου χρόνο θα χρειαστώ.	1 2 3 4 5

14. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, ξεχωρίζω ποιες πληροφορίες είναι σημαντικές και ποιες όχι.	1 2 3 4 5
15. Αντιμετωπίζω δυσκολίες στη λύση ενός προβλήματος όταν δεν μπορώ να το διατυπώσω με δικά μου λόγια.	1 2 3 4 5
16. Μετά τη λύση ενός προβλήματος ελέγχω αν η απάντηση μου απαντά στην ερώτηση του προβλήματος.	1 2 3 4 5
17. Όταν λύνω ένα πρόβλημα, που έχει διάφορα ερωτήματα, σχεδιάζω ένα διάγραμμα, ή γράφω μία εξίσωση, για να δείξω τη σχέση που έχουν τα επιμέρους ερωτήματα.	1 2 3 4 5
18. Πριν λύσω ένα πρόβλημα. αναρωτιέμαι «Σε τι μοιάζει αυτό το πρόβλημα με εκείνο το πρόβλημα που είχα λύσει στο παρελθόν;».	1 2 3 4 5
19. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα όταν δεν έχω στην διάθεση μου αρκετό χρόνο.	1 2 3 4 5
20. Πριν λύσω ένα πρόβλημα, οργανώνω τις πληροφορίες που μου έχουν δοθεί με τρόπο που με βοηθά στη λύση του.	1 2 3 4 5
21. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα όταν δεν μπορώ να βρω σημαντικές πληροφορίες που έχουν παραληφθεί από την εκφώνηση.	1 2 3 4 5
22. Όταν ολοκληρώσω τη λύση ενός προβλήματος, ελέγχω αν χρησιμοποίησα την σωστή στρατηγική (το σωστό τρόπο λύσης).	1 2 3 4 5
23. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα όταν δεν καταλαβαίνω την εκφώνηση.	1 2 3 4 5
24. Πριν λύσω το πρόβλημα, βάζω σε σειρά τα βήματα ή τις ενέργειες που είναι απαραίτητες για να λυθεί.	1 2 3 4 5
25. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ξέρω πώς να ελέγξω αν η απάντηση μου είναι σωστή.	1 2 3 4 5
26. Παρόλο που καταλαβαίνω τις πληροφορίες που δίνει το πρόβλημα, δεν ξέρω πώς να τις συνδυάσω για να το λύσω.	1 2 3 4 5
27. Ενώ λύνω ένα πρόβλημα, έχω στο μυαλό μου μία εικόνα ή μία εξίσωση για το πρόβλημα αυτό.	1 2 3 4 5
28. Μετά τη λύση του προβλήματος ελέγχω αν η απάντηση μου είναι σωστή.	1 2 3 4 5
29. Πριν τη λύση ενός προβλήματος, αναρωτιέμαι «Πως θα μπορούσα να το διατυπώσω με δικά μου λόγια για να το καταλάβω καλύτερα;».	1 2 3 4 5
30. Όταν αποφασίσω πως θα λύσω ένα πρόβλημα δεν αλλάζω την απόφασή μου.	1 2 3 4 5
31. Μετά τη λύση ενός προβλήματος, δεν ελέγχω την απάντηση αν πιστεύω ότι είναι σωστή.	1 2 3 4 5
32. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι «Τι μπορώ να κάνω διαφορετικά για να το λύσω;».	1 2 3 4 5
33. Έχω δυσκολία να λύσω ένα πρόβλημα όταν δεν ξέρω τους κανόνες ή τις εξισώσεις για τη λύση του.	1 2 3 4 5
34. Όταν έχω κολλήσει στη λύση ενός προβλήματος τότε αναρωτιέμαι «Μήπως δαπανώ πολύ χρόνο σε αυτό το πρόβλημα;».	1 2 3 4 5

35. Όταν λύνω ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι «Πώς οι πληροφορίες (γνώσεις) που έχω αποκτήσει στο παρελθόν μπορούν να μου φανούν χρήσιμες στη λύση αυτού του προβλήματος;».	1 2 3 4 5
36. Όταν λύνω ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι «Χρησιμοποιώ τους κατάλληλους κανόνες ή τις κατάλληλες εξισώσεις;».	1 2 3 4 5
37. Όταν έχω κολλήσει σε ένα πρόβλημα αναρωτιέμαι «Μήπως μία διαφορετική στρατηγική (ένας διαφορετικός τρόπος λύσης) θα με βοηθούσε να λύσω αυτό το πρόβλημα;».	1 2 3 4 5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

Ερωτηματολόγιο Επιστημικών Πεποιθήσεων

Γ. Πόσο συμφωνείς ή διαφωνείς;

Παρακάτω διατυπώνονται κάποιες απόψεις. Σε παρακαλούμε να βαθμολογήσεις από το 1 μέχρι το 5 καθεμία από αυτές τις απόψεις (βάζοντας κύκλο γύρω από τον κατάλληλο αριθμό), ανάλογα με το εάν και κατά πόσο διαφωνείς ή συμφωνείς με αυτές τις απόψεις. Εάν δεν καταλαβαίνεις το νόημα κάποιας άποψης, μην τη βαθμολογήσεις και γράψε κάποιο σχετικό σχόλιο στο περιθώριο ή στη τελευταία σελίδα.

Οι βαθμοί 1-5 σημαίνουν αντίστοιχα τα εξής:

1.	2.	3.	4.	5.
Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα

1. Αν υπάρχει περίπτωση να μπορέσεις να καταλάβεις κάτι, αυτό θα συμβεί με την πρώτη φορά που το ακούς.	1 2 3 4 5
2. Το μόνο πράγμα που είναι βέβαιο είναι η αβεβαιότητα.	1 2 3 4 5
3. Ένας μαθητής τα πηγαίνει καλά στο σχολείο όταν δεν ρωτάει πολλά.	1 2 3 4 5
4. Θα ήταν πολύ χρήσιμο να υπήρχε ένα μάθημα που θα δίδασκε πώς θα πρέπει να μελετάει κάποιος.	1 2 3 4 5
5. Οι γνώσεις που κερδίζει από το σχολείο εξαρτώνται από το πόσο καλός είναι ο καθηγητής.	1 2 3 4 5
6. Μπορείς να πιστεύεις σχεδόν τα πάντα απ' όσα διαβάζεις.	1 2 3 4 5
7. Συχνά αναρωτιέμαι πόσα ξέρουν πραγματικά οι δάσκαλοί μου.	1 2 3 4 5
8. Η ικανότητα για μάθηση είναι εκ γεννητής.	1 2 3 4 5
9. Είναι ενοχλητικό να παρακολουθείς το μάθημα ενός καθηγητή που δεν φαίνεται να καταλήγει στο τι πραγματικά πιστεύει.	1 2 3 4 5
10. Οι καλοί μαθητές καταλαβαίνουν τα πράγματα γρήγορα.	1 2 3 4 5
11. Η δουλειά ενός καλού καθηγητή είναι να κάνει τους μαθητές του να μην ξεφεύγουν από το σωστό δρόμο προς τη γνώση.	1 2 3 4 5
12. Αν οι επιστήμονες προσπαθήσουν πολύ, μπορούν να βρουν την αλήθεια σχεδόν για τα πάντα.	1 2 3 4 5
13. Οι άνθρωποι που αμφισβητούν τους ειδικούς έχουν πολύ μεγάλη αυτοπεποίθηση.	1 2 3 4 5
14. Προσπαθώ όσο γίνεται περισσότερο να συνδυάσω τις γνώσεις από διαφορετικά κεφάλαια ενός βιβλίου, ή ακόμα και από διαφορετικά μαθήματα.	1 2 3 4 5
15. Οι καλοί μαθητές έχουν ανακαλύψει πώς να βελτιώνουν την ικανότητα τους να μαθαίνουν.	1 2 3 4 5
16. Τα πράγματα είναι πιο απλά από ό,τι οι καθηγητές σε κάνουν να πιστεύεις.	1 2 3 4 5
17. Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι οι ακριβείς μετρήσεις και η προσεκτική δουλειά.	1 2 3 4 5

18. Μελέτη για μένα σημαίνει να παίρνω τις κεντρικές ιδέες από το κείμενο, και όχι τις λεπτομέρειες.	1 2 3 4 5
19. Αυτοί που αχολούνται με εκπαιδευτικά και παιδαγωγικά θέματα, θα έπρεπε μέχρι τώρα να ξέρουν ποια είναι η καλύτερη μέθοδος διδασκαλίας, η παράδοση από τον καθηγητή ή η συζήτηση σε μικρές ομάδες.	1 2 3 4 5
20. Το να διαβάζεις και να ξαναδιαβάζεις ένα δύσκολο κεφάλαιο σχολικού βιβλίου, συνήθως δεν σε βοηθά να το καταλάβεις.	1 2 3 4 5
21. Οι επιστήμονες μπορούν τελικά να φτάσουν στην αλήθεια.	1 2 3 4 5
22. Ποτέ δεν ξέρεις τι εννοεί ένα βιβλίο, εκτός εάν γνωρίζεις τις προθέσεις του συγγραφέα του.	1 2 3 4 5
23. Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι η πρωτότυπη και επινοητική σκέψη.	1 2 3 4 5
24. Αν έχω χρόνο να ξαναδιαβάσω ένα κεφάλαιο σχολικού βιβλίου, καταλαβαίνω πολύ περισσότερα με τη δεύτερη ανάγνωση.	1 2 3 4 5
25. Οι μαθητές έχουν μεγάλο έλεγχο στο πόσα θα μπορέσουν να καταλάβουν από ένα σχολικό βιβλίο.	1 2 3 4 5
26. Η εξαιρετική ευφυΐα είναι κατά 10% ικανότητα και κατά 90% σκληρή δουλειά.	1 2 3 4 5
27. Το βρίσκω ενδιαφέρον να σκέφτομαι για ζητήματα πάνω στα οποία οι ειδικοί δεν μπορούν να καταλήξουν σε συμφωνία.	1 2 3 4 5
28. Ο καθένας χρειάζεται να μάθει πώς να μαθαίνει.	1 2 3 4 5
29. Όταν πρωτοσυναντάς μια δύσκολη έννοια σε ένα σχολικό βιβλίο, είναι καλύτερο να προσπαθείς να βγάλεις άκρη μόνος /μόνη σου.	1 2 3 4 5
30. Μια φράση ή πρόταση δεν βγάζει και πολύ νόημα, εκτός εάν ξέρεις την κατάσταση υπό την οποία διατυπώνεται.	1 2 3 4 5
31. Το να είναι κανείς καλός μαθητής, γενικά έχει σχέση με ικανότητα για απομνημόνευση.	1 2 3 4 5
32. Σοφία δεν είναι να γνωρίζεις τις απαντήσεις, αλλά να γνωρίζεις πώς θα βρεις τις απαντήσεις.	1 2 3 4 5
33. Οι περισσότερες λέξεις έχουν μια ξεκάθαρη σημασία.	1 2 3 4 5
34. Η αλήθεια δεν αλλάζει.	1 2 3 4 5
35. Αν κάποιος ξεχνούσε μεν λεπτομέρειες, αλλά μπορούσε να αντλήσει νέες πληροφορίες και ιδέες από ένα κείμενο, θα θεωρούσα ότι είναι ευφυής.	1 2 3 4 5
36. Κάθε φορά που αντιμετωπίζω ένα δύσκολο πρόβλημα στη ζωή μου, συμβουλευόμαι τους γονείς μου.	1 2 3 4 5
37. Για να πηγαίνει κανείς καλά στα διαγωνίσματα, είναι συνήθως αναγκαίο να μαθαίνει ορισμούς λέξη προς λέξη.	1 2 3 4 5
38. Όταν μελετώ, ψάχνω για συγκεκριμένα στοιχεία και γεγονότα.	1 2 3 4 5
39. Αν κάποιος δεν μπορεί μέσα σε λίγο χρόνο να καταλάβει κάτι, θα πρέπει να συνεχίσει την προσπάθεια.	1 2 3 4 5
40. Μερικές φορές πρέπει απλώς να δέχεσαι τις απαντήσεις από τον καθηγητή, ακόμα και αν δεν τις καταλαβαίνεις.	1 2 3 4 5
41. Αν οι καθηγητές επέμεναν περισσότερο στα γεγονότα, και μιλούσαν λιγότερο για υποθέσεις και θεωρίες, τότε οι μαθητές θα έπαιρναν περισσότερες γνώσεις από το σχολείο.	1 2 3 4 5
42. Δεν μου αρέσουν οι κινηματογραφικές ταινίες που δεν δείχνουν τι έγινε στο τέλος.	1 2 3 4 5

43. Για να παει κανείς μπροστά, χρειάζεται πολλή δουλειά.	1 2 3 4 5
44. Είναι χάσιμο χρόνου να ασχολείσαι με προβλήματα για τα οποία δεν είναι δυνατόν να βρεθούν ξεκάθαρες και αναμφισβήτητες λύσεις.	1 2 3 4 5
45. Θα πρέπει να κρίνεις πόσο επαρκές είναι ένα σχολικό βιβλίο εάν είσαι εξοικειωμένος / εξοικειωμένη με τα θέματα για τα οποία γράφει.	1 2 3 4 5
46. Συχνά ακόμα και οι συμβουλές από τους ειδικούς θα πρέπει να αμφισβητούνται.	1 2 3 4 5
47. Μερικοί άνθρωποι γεννιούνται με μεγάλη ικανότητα να μαθαίνουν, άλλοι είναι καταδικασμένοι για πάντα σε περιορισμένη ικανότητα.	1 2 3 4 5
48. Τίποτα δεν είναι βέβαιο στη ζωή μας	1 2 3 4 5
49. Οι πραγματικά έξυπνοι μαθητές δεν χρειάζεται να δουλέψουν σκληρά για να πηγαίνουν καλά στο σχολείο.	1 2 3 4 5
50. Η επίμονη ενασχόληση για μεγάλο χρονικό διάστημα με ένα δύσκολο πρόβλημα, αποζημιώνει μόνο τους έξυπνους μαθητές.	1 2 3 4 5
51. Αν κάποιος προσπαθήσει πάρα πολύ να καταλάβει ένα πρόβλημα, το πιθανότερο είναι στο τέλος να μπερδευτεί.	1 2 3 4 5
52. Σχεδόν κάθε τι που μπορείς να μάθεις από ένα σχολικό βιβλίο θα το μάθεις με την πρώτη ανάγνωση.	1 2 3 4 5
53. Συνήθως μπορείς να σχηματίσεις μια καλή εικόνα για δύσκολες έννοιες, αν αποσπάσεις την προσοχή σου από εξωτερικά ερεθίσματα και συγκεντρωθείς πραγματικά.	1 2 3 4 5
54. Ένας πραγματικά καλός τρόπος για να καταλάβεις όσα γράφει ένα σχολικό βιβλίο είναι να οργανώσεις την ύλη του με τον δικό σου τρόπο.	1 2 3 4 5
55. Οι μαθητές που είναι μέτριοι στο σχολείο θα παραμείνουν μετριότητες σε όλη τους τη ζωή.	1 2 3 4 5
56. Τακτοποιημένο μυαλό είναι το άδειο μυαλό.	1 2 3 4 5
57. Ειδήμονας είναι κάποιος που έχει ένα ιδιαίτερο χάρισμα σε κάποιον τομέα.	1 2 3 4 5
58. Εκτιμώ παρα πολύ τους καθηγητές που οργανώνουν με κάθε λεπτομέρεια το μάθημά τους και μετα ακολουθούν κατά γράμμα τον αρχικό τους σχεδιασμό.	1 2 3 4 5
59. Το καλό με το μάθημα της φυσικής είναι ότι τα περισσότερα προβλήματα έχουν μόνο μια σωστή απάντηση.	1 2 3 4 5
60. Η μάθηση είναι μια αργή διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης.	1 2 3 4 5
61. Ό,τι είναι αλήθεια σήμερα μπορεί αύριο να είναι ψέμα.	1 2 3 4 5
62. Τα βιβλία που σε βοηθούν να τα καταφέρνεις μόνος / μόνη σου δεν είναι και τόσο χρήσιμα.	1 2 3 4 5
63. Αν προσπαθήσεις να συνδυάσεις τις νέες ιδέες από ένα σχολικό βιβλίο με όσα ήδη γνωρίζεις γύρω από το θέμα, θα καταφέρεις απλώς να μπερδευτείς.	1 2 3 4 5

Σχόλια:

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

Ατομική συνέντευξη

Προηγούμενη εμπειρία

1. Είχες προηγούμενη εμπειρία με κάποιο εκπαιδευτικό λογισμικό; Αν ναι, ποιο;
2. Είχες προηγούμενη εμπειρία στον προγραμματισμό;
3. Γνώριζες την ύπαρξη των NXT πριν τον όμιλο; (πρώτος χρόνος, δεύτερος)

Εργασία στον όμιλο

4. Από πού αποκόμισες τις απαραίτητες γνώσεις για να ανταποκριθείς στις απαιτήσεις αυτού του ομίλου; (εκπαιδευτή, τα έτοιμα παραδείγματα από το ιντερνέτ, δοκιμές, από άλλους συμμαθητές). Τι είδους βοήθεια χρειάστηκες/αναζήτησες;
5. Χρειάστηκε να αξιοποιήσεις γνώσεις που είχες από τα σχολικά μαθήματα;
6. Σου φάνηκαν χρήσιμες οι εργασίες άλλων ομάδων του σχολείου σου ή του άλλου σχολείου. Πως;
7. Ποια είναι η γνώμη σου για τα εργαλεία wiki?

Τελική εργασία

8. Από πού εμπνευστήκατε την αρχική ιδέα της κατασκευής σας; Η τελική μορφή της είναι ίδια με την αρχική; Πως εξελίχθηκε η αρχική ιδέα και γιατί;
9. Και πως εργαστήκατε; Ποια ερωτήματα/ δυσκολίες αντιμετωπίσατε;
10. Περιέγραψε το πρόγραμμα που φτιάξατε.
11. Είσαι ευχαριστημένος από την τελική εργασία σας; Τι βελτιώσεις θα έκανες;
12. Ποια κατασκευή ξεχώρισες από όσες παρουσιάστηκαν και γιατί;

Συνεργασία

13. Προτιμάς να συνεργάζεσαι με άλλους ή να δουλεύεις μόνος; Γιατί;
14. Πως λειτούργησε η ομάδα; Πως θα περιέγραφες τον εαυτό σου στην ομάδα;

Γενική εκτίμηση

15. Τι έμαθες από αυτήν την εμπειρία; Τι έμαθες για τον προγραμματισμό των ρομπότ; Για άλλα θέματα;
16. Πως θα μπορούσε να γίνει καλύτερη η εργασία σε ένα τέτοιο όμιλο;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης του ομίλου ρομποτικής 2010-2011

Μέρος Α

1. Φύλο: Κορίτσι Αγόρι... Συμμετέχω στο όμιλο για 2^ο χρόνο

2. Ηλικία:..... 3. Τάξη:.....

Μέρος Β

Παρακαλώ απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις, επιλέγοντας έναν αριθμό από το 1 («**δε συμφωνώ καθόλου**») έως 5 («**συμφωνώ πάρα πολύ**») ανάλογα με το πόσο συμφωνείτε με τις παρακάτω προτάσεις .

	Δε συμφωνώ καθόλου	Δε συμφωνώ	Συμφωνώ λίγο	Συμφωνώ	Συμφωνώ παρὰ πολύ
1. Ήμουν σίγουρος πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής ότι θα τα καταφέρω καλά.	1	2	3	4	5
2. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήταν μια ευκαιρία για μένα να μάθω νέα πράγματα.	1	2	3	4	5
3. Ήταν σημαντικό για μένα να ολοκληρώνω κάθε εργασία που αναλάμβανα στα μαθήματα ρομποτικής.	1	2	3	4	5
4. Παρακολουθούσα όλες τις εργασίες που πραγματοποιούνταν στην ομάδα μου.	1	2	3	4	5
5. Ήθελα το αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας μου να είναι το καλύτερο.	1	2	3	4	5
6. Νοιώθω ότι μοιράζομαι ένα κοινό σκοπό με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες στον όμιλο ρομποτικής.	1	2	3	4	5
7. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί συμμετείχαν και οι φίλοι μου.	1	2	3	4	5
8. Συμμετείχα στην επιλογή του θέματος της εργασίας της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
9. Το τελικό αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας μου με εκφράζει πλήρως.	1	2	3	4	5
10. Πίστευα, πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής, ότι είμαι καλός στην κατασκευή μοντέλων με τη χρήση υλικού Lego.	1	2	3	4	5
11. Καταλάβαινα όλες τις εργασίες που μου ανέθεσαν στα μαθήματα ρομποτικής.	1	2	3	4	5
12. Ενδιαφέρομαι ιδιαίτερα για την επικοινωνία με άλλους μαθητές.	1	2	3	4	5
13. Πήρα ιδέες από τις εργασίες των άλλων ομάδων για την ολοκλήρωση της εργασίας μου.	1	2	3	4	5
14. Έμαθα πολλά πράγματα από τα άλλα μέλη της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
15. Χρειάζομαι περισσότερες κατευθυνόμενες εργασίες.	1	2	3	4	5
16. Αισθανόμουν προσωπικά υπεύθυνος για την εξέλιξη της εργασίας της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
17. Ήμουν σίγουρος, πριν τη συμμετοχή μου στον όμιλο ρομποτικής, ότι μπορώ να τα καταφέρω με τον προγραμματισμό των ρομπότ.	1	2	3	4	5
18. Τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου εκτιμούν θετικά τη συμμετοχή μου.	1	2	3	4	5
19. Θεωρώ τις εργασίες που μου ανέθεσαν ενδιαφέρουσες.	1	2	3	4	5
20. Μπορούσα να βελτιώσω περισσότερο την εργασία της ομάδας μου αλλά δεν υπήρχε χρόνος.	1	2	3	4	5
21. Όταν αντιμετώπιζαμε ένα πρόβλημα τότε άφηνα τα άλλα μέλη της ομάδας να προτείνουν λύσεις.	1	2	3	4	5
22. Έπαιρνα πρωτοβουλίες για τη λύση προβλημάτων.	1	2	3	4	5

23. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήθελα να αξιοποιήσω τον ελεύθερο χρόνο μου.	1	2	3	4	5
24. Ήμουν σε θέση να ολοκληρώσω τις εργασίες που μου ανέθεσαν στην διάρκεια των μαθημάτων ρομποτικής.	1	2	3	4	5
25. Θα ήθελα να βελτιώσω περισσότερο την εργασία της ομάδας μου αλλά δεν ξέρω πως.	1	2	3	4	5
26. Είχα ικανοποιητική υποστήριξη από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στον όμιλο.	1	2	3	4	5
27. Αφιέρωσα περισσότερο χρόνο από τα άλλα μέλη της ομάδας μου στην εργασία μας.	1	2	3	4	5
28. Κατά τη διάρκεια της εργασίας μου στον όμιλο αυτό, έγραψα δικά μου προγράμματα	1	2	3	4	5
29. Είχα ιδέες για το πώς να βελτιώσω την εργασία της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
30. Έμαθα από τις εργασίες των άλλων ομάδων χρήσιμα πράγματα.	1	2	3	4	5
31. Πήρα ιδέες από τις παρατηρήσεις των μελών της ομάδας μου για τη βελτίωση της εργασίας μας.	1	2	3	4	5
32. Πιστεύω ότι αυτό που κατασκευάσαμε σαν ομάδα είναι πολύ καλό.	1	2	3	4	5
33. Πήρα ιδέες από τους συμμετέχοντες στις άλλες ομάδες κατά τη διάρκεια των παρουσιάσεων για τη βελτίωση της εργασίας της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
34. Ήθελα το αποτέλεσμα της εργασίας της ομάδας μου να το εκτιμήσουν θετικά οι μαθητές του συνεργαζόμενου σχολείου στην Ελλάδα.	1	2	3	4	5
35. Όταν αντιμετωπίζαμε προβλήματα, αναζητούσα τη λύση.	1	2	3	4	5
36. Συμμετείχα στον όμιλο ρομποτικής γιατί ήταν μια ευκαιρία για μένα να έρθω σε πιο στενή συνεργασία με άλλους συμμαθητές μου.	1	2	3	4	5
37. Είμαι ικανοποιημένος/η από το περιεχόμενο των μαθημάτων που πραγματοποιήθηκαν.	1	2	3	4	5
38. Συμμετείχα ενεργά σε κάθε εργασία της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
39. Δεν μου αρέσει να παρουσιάζω μπροστά σε όλους την εργασία μου.	1	2	3	4	5
40. Οι ιδέες μου γίνονταν αποδεχτές από τα άλλα μέλη της ομάδας μου και αξιοποιούνταν στην εξέλιξη της εργασίας μας.	1	2	3	4	5
41. Συμμετείχα σε όλες τις συναντήσεις του ομίλου.	1	2	3	4	5
42. Νομίζω ότι αυτά που έμαθα θα μου φανούν χρήσιμα και σε άλλα μαθήματα.	1	2	3	4	5
43. Καταλαβαίνω και χειρίζομαι με επάρκεια το λογισμικό προγραμματισμού των ρομπότ.	1	2	3	4	5
44. Τα καταφέρνω καλά στην κατασκευή των ρομπότ.	1	2	3	4	5
45. Με ενδιαφέρει πολύ το θέμα της ρομποτικής.	1	2	3	4	5
46. Περίμενα μεγαλύτερη συμμετοχή από τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
47. Η εργασία της ομάδας μου θα είχε βελτιωθεί, αν τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου είχαν αποδεχτεί και δοκιμάσει τις προτάσεις μου.	1	2	3	4	5
48. Πήρα ιδέες για την εργασία της ομάδας μου από το διαδίκτυο.	1	2	3	4	5
49. Αναζήτησα βοήθεια από κάποιο μέλος άλλης ομάδας για την εξέλιξη της εργασίας της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
50. Περιμένω θετικά σχόλια όταν παρουσιάζω την εργασία μου.	1	2	3	4	5
51. Νοιώθω ότι μοιράζομαι ένα κοινό σκοπό με τους μαθητές του σχολείου μου και τους μαθητές του 1 ^{ου} Γυμνασίου Μεταμόρφωσης.	1	2	3	4	5
52. Μου αρέσει να δημοσιοποιώ την εργασία μου μέσω του διαδικτύου.	1	2	3	4	5
53. Οι παρουσιάσεις της εργασίας μας με βοήθησαν να καταλάβω καλύτερα τις αδυναμίες της.	1	2	3	4	5
54. Είμαι ικανοποιημένος/η από τα αποτελέσματα της δικής μου συμμετοχής στον όμιλο ρομποτικής.	1	2	3	4	5
55. Δούλεψα για την εργασία αυτή περισσότερο από τους άλλους συμμετέχοντες στην ομάδα μου.	1	2	3	4	5
56. Όλα τα μέλη της ομάδας μου συμμετείχαν ισότιμα.	1	2	3	4	5
57. Θα προτιμούσα να δούλευα ατομικά.	1	2	3	4	5
58. Νοιώθω ότι μοιράζομαι ένα κοινό σκοπό με τα μέλη της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
59. Εξηγούσα αυτό που έκανα στα υπόλοιπα μέλη της ομάδας μου.	1	2	3	4	5
60. Μετά την παρουσίαση των εργασιών όλων των ομάδων των μαθητών της Ελλάδας και της Κύπρου, άλλαξε η αξιολόγηση που είχα για την εργασία της ομάδας μου.	1	2	3	4	5

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8

Οι μεταβλητές του ερωτηματολογίου μέτρησης Επιστημικών Πεποιθήσεων ταξινομημένες ανά διάσταση

<p>Ικανότητα μάθησης</p> <p>-62. Τα βιβλία που σε βοηθούν να τα καταφέρνεις μόνος / μόνη σου δεν είναι και τόσο χρήσιμα. 4. Θα ήταν πολύ χρήσιμο να υπήρχε ένα μάθημα που θα δίδασκε πώς θα πρέπει να μελετάει κάποιος. 15. Οι καλοί μαθητές έχουν ανακαλύψει πώς να βελτιώνουν την ικανότητα τους να μαθαίνουν. 25. Οι μαθητές έχουν μεγάλο έλεγχο στο πόσα θα μπορέσουν να καταλάβουν από ένα σχολικό βιβλίο. 28. Ο καθένας χρειάζεται να μάθει πώς να μαθαίνει.</p>
<p>-49. Οι πραγματικά έξυπνοι μαθητές δεν χρειάζεται να δουλέψουν σκληρά για να πηγαίνουν καλά στο σχολείο. 26. Η εξαιρετική ευφυΐα είναι κατά 10% ικανότητα και κατά 90% σκληρή δουλειά. 32. Σοφία δεν είναι να γνωρίζεις τις απαντήσεις, αλλά να γνωρίζεις πώς θα βρεις τις απαντήσεις. 43. Για να παει κανείς, μπροστά χρειάζεται πολλή δουλειά.</p>
<p>-8. Η ικανότητα για μάθηση είναι εκ γεννητής. -47. Μερικοί άνθρωποι γεννιούνται με μεγάλη ικανότητα να μαθαίνουν, άλλοι είναι καταδικασμένοι για πάντα σε περιορισμένη ικανότητα. -55. Οι μαθητές που είναι μέτριοι στο σχολείο θα παραμείνουν μετριότητες σε όλη τους τη ζωή. -57. Ειδήμονας είναι κάποιος που έχει ένα ιδιαίτερο χάρισμα σε κάποιον τομέα.</p>
<p>Δομή της Γνώσης</p> <p>-11. Η δουλειά ενός καλού καθηγητή είναι να κάνει τους μαθητές του να μην ξεφεύγουν από το σωστό δρόμο προς τη γνώση. -16. Τα πράγματα είναι πιο απλά από ό,τι οι καθηγητές σε κάνουν να πιστεύεις. -17. Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι οι ακριβείς μετρήσεις και η προσεκτική δουλειά. -19. Αυτοί που αχολούνται με εκπαιδευτικά και παιδαγωγικά θέματα, θα έπρεπε μέχρι τώρα να ξέρουν ποια είναι η καλύτερη μέθοδος διδασκαλίας, η παράδοση από τον καθηγητή ή η συζήτηση σε μικρές ομάδες. -58. Εκτιμώ παρα πολύ τους καθηγητές που οργανώνουν με κάθε λεπτομέρεια το μάθημά τους και μετά ακολουθούν κατά γράμμα τον αρχικό τους σχεδιασμό. -59. Το καλό με το μάθημα της φυσικής είναι ότι τα περισσότερα προβλήματα έχουν μόνο μια σωστή απάντηση. 56. Ταχτοποιημένο μυαλό είναι το άδειο μυαλό. 33. Οι περισσότερες λέξεις έχουν μια ξεκάθαρη σημασία. 30. Μια φράση ή πρόταση δεν βγάζει και πολύ νόημα, εκτός εάν ξέρεις την κατάσταση υπό την οποία διατυπώνεται. 23. Το πιο σημαντικό κομμάτι του επιστημονικού έργου είναι η πρωτότυπη και επινοητική σκέψη. 22. Ποτέ δεν ξέρεις τι εννοεί ένα βιβλίο, εκτός εάν γνωρίζεις τις προθέσεις του συγγραφέα του.</p>
<p>-31. Το να είναι κανείς καλός μαθητής, γενικά έχει σχέση με ικανότητα για απομνημόνευση. -35. Αν κάποιος ξεχνούσε μεν λεπτομέρειες, αλλά μπορούσε να αντλήσει νέες πληροφορίες και ιδέες από ένα κείμενο, θα θεωρούσα ότι είναι ευφυής. -37. Για να πηγαίνει κανείς καλά στα διαγωνίσματα, είναι συνήθως αναγκαίο να μαθαίνει ορισμούς λέξη προς λέξη. -38. Όταν μελετώ, ψάχνω για συγκεκριμένα στοιχεία και γεγονότα.</p>

<p>-63.Αν προσπαθήσεις να συνδυάσεις τις νέες ιδέες από ένα σχολικό βιβλίο με όσα ήδη γνωρίζεις γύρω από το θέμα, θα καταφέρεις απλώς να μπερδευτείς. 14.Προσπαθώ, όσο γίνεται περισσότερο, να συνδυάσω τις γνώσεις από διαφορετικά κεφάλαια ενός βιβλίου, ή ακόμα και από διαφορετικά μαθήματα. 18.Μελέτη για μένα σημαίνει να παίρνω τις κεντρικές ιδέες από το κείμενο, και όχι τις λεπτομέρειες. 54.Ένας πραγματικά καλός τρόπος για να καταλάβεις όσα γράφει ένα σχολικό βιβλίο είναι να οργανώσεις την ύλη του με το δικό σου τρόπο.</p>
<p>Προέλευση της γνώσης -5.Οι γνώσεις που κερδίζει από το σχολείο εξαρτώνται από το πόσο καλός είναι ο καθηγητής. -36.Κάθε φορά που αντιμετωπίζω ένα δύσκολο πρόβλημα στη ζωή μου, συμβουλευόμαι τους γονείς μου. -40.Μερικές φορές πρέπει απλώς να δέχεσαι τις απαντήσεις από τον καθηγητή, ακόμα και αν δεν τις καταλαβαίνεις. 29.Όταν πρωτοσυναντάς μια δύσκολη έννοια σε ένα σχολικό βιβλίο, είναι καλύτερο να προσπαθείς να βγάλεις άκρη μόνος /μόνη σου.</p>
<p>-3.Ένας μαθητής τα πηγαίνει καλά στο σχολείο όταν δεν ρωτάει πολλά. -6.Μπορείς να πιστεύεις σχεδόν τα πάντα απ' όσα διαβάζεις. -13.Οι άνθρωποι που αμφισβητούν τους ειδικούς έχουν πολύ μεγάλη αυτοπεποίθηση. 7.Συχνά αναρωτιέμαι πόσα ξέρουν πραγματικά οι δάσκαλοί μου. 45.Θα πρέπει να κρίνεις πόσο επαρκές είναι ένα σχολικό βιβλίο εάν είσαι εξοικειωμένος / εξοικειωμένη με τα θέματα για τα οποία γράφει. 46.Συχνά, ακόμα και οι συμβουλές από τους ειδικούς θα πρέπει να αμφισβητούνται.</p>
<p>Ταχύτητα μάθησης -1.Αν υπάρχει περίπτωση να μπορέσεις να καταλάβεις κάτι, αυτό θα συμβεί με τη πρώτη φορά που το ακούς. -10.Οι καλοί μαθητές καταλαβαίνουν τα πράγματα γρήγορα. -50.Η επίμονη ενασχόληση για μεγάλο χρονικό διάστημα με ένα δύσκολο πρόβλημα, αποζημιώνει μόνο τους έξυπνους μαθητές. 39.Αν κάποιος δεν μπορεί μέσα σε λίγο χρόνο να καταλάβει κάτι, θα πρέπει να συνεχίσει την προσπάθεια. 60.Η μάθηση είναι μια αργή διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης.</p>
<p>-20.Το να διαβάζεις και να ξαναδιαβάζεις ένα δύσκολο κεφάλαιο σχολικού βιβλίου συνήθως δεν σε βοηθά να το καταλάβεις. -52.Σχεδόν κάθε τι που μπορείς να μάθεις από ένα σχολικό βιβλίο θα το μάθεις με την πρώτη ανάγνωση. 24.Αν έχω χρόνο να ξαναδιαβάσω ένα κεφάλαιο σχολικού βιβλίου, καταλαβαίνω πολύ περισσότερα με τη δεύτερη ανάγνωση.</p>
<p>-51.Αν κάποιος προσπαθήσει πάρα πολύ να καταλάβει ένα πρόβλημα, το πιθανότερο είναι στο τέλος να μπερδευτεί. 53.Συνήθως μπορείς να σχηματίσεις μια καλή εικόνα για δύσκολες έννοιες, αν αποσπάσεις την προσοχή σου από εξωτερικά ερεθίσματα και συγκεντρωθείς πραγματικά.</p>
<p>Σταθερότητα της Γνώσης -12.Αν οι επιστήμονες προσπαθήσουν πολύ, μπορούν να βρουν την αλήθεια σχεδόν για τα πάντα. -21.Οι επιστήμονες μπορούν τελικά να φτάσουν στην αλήθεια. -34.Η αλήθεια δεν αλλάζει. 2.Το μόνο πράγμα που είναι βέβαιο είναι η αβεβαιότητα. 48.Τίποτα δεν είναι βέβαιο στη ζωή μας 61.Ό,τι είναι αλήθεια σήμερα, μπορεί αύριο να είναι ψέμα.</p>
<p>9.Είναι ενοχλητικό να παρακολουθείς το μάθημα ενός καθηγητή που δεν φαίνεται να καταλήγει στο τι πραγματικά πιστεύει. 41.Αν οι καθηγητές επέμεναν περισσότερο στα γεγονότα, και μιλούσαν λιγότερο για υποθέσεις και θεωρίες, τότε οι μαθητές θα έπαιρναν περισσότερες γνώσεις από το σχολείο.</p>

42. Δεν μου αρέσουν οι κινηματογραφικές ταινίες που δεν δείχνουν τι έγινε στο τέλος.
44. Είναι χάσιμο χρόνου να ασχολείσαι με προβλήματα για τα οποία δεν είναι δυνατόν να βρεθούν ξεκάθαρες και αναμφισβήτητες λύσεις.
27. Το βρίσκω ενδιαφέρον να σκέφτομαι για ζητήματα πάνω στα οποία οι ειδικοί δεν μπορούν να καταλήξουν σε συμφωνία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 9

Ερωτηματολόγιο Ενδιάμεσης αξιολόγησης του προγράμματος ‘Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής’

Μέρος Α

1. Φύλο: Κορίτσι Αγόρι.....
 2. Ηλικία:.....
 3. Τάξη:.....
 4. Σχολείο:.....

Μέρος Β. Εργασία στο υπολογιστή

5. Πόσες ώρες την εβδομάδα χρησιμοποιείτε τον υπολογιστή;
 καθόλου.....λιγότερο από 3 ώρες.....3-5 ώρες.. 5-10 ώρες περισσότερο από 10
 6. Τι είδους ανάγκες καλύπτετε με τη χρήση του υπολογιστή;

Παρακαλώ απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις, επιλέγοντας από 1 («καθόλου») έως 5 («πάρα πολύ») ανάλογα με το πόσο συχνά ικανοποιείτε αυτήν την ανάγκη με την χρήση υπολογιστή.

	1 (καθόλου)	2 (ελάχιστα)	3 (αρκετά)	4 (πολύ)	5 (πάρα πολύ)
Α. Διασκέδαση	1	2	3	4	5
Β. Ασύγχρονη επικοινωνία με φίλους (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο)	1	2	3	4	5
Γ. Επικοινωνία με φίλους μέσω υπηρεσιών σύγχρονης συνομιλίας (MSN, Skype κλπ)	1	2	3	4	5
Δ. Επικοινωνία με συμμαθητές για τις ανάγκες σχολικών εργασιών	1	2	3	4	5
Ε. Ενημέρωση για θέματα που σας ενδιαφέρουν	1	2	3	4	5
ΣΤ. Εύρεση υλικού για προσωπική χρήση (φωτογραφίες, τραγούδια κλπ.)	1	2	3	4	5
Ζ. Εύρεση υλικού για σχολικές εργασίες	1	2	3	4	5
Η. Ανταλλαγή υλικού για προσωπική χρήση	1	2	3	4	5
Θ. Ανταλλαγή υλικού για σχολικές εργασίες	1	2	3	4	5
Ι. Χρησιμοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού για την εκτέλεση σχολικών εργασιών	1	2	3	4	5
Κ.	1	2	3	4	5
Λ.	1	2	3	4	5

Μέρος Γ. Όμιλος ρομποτικής

7. Ποιες ήταν οι προσδοκίες σου όταν δήλωσες συμμετοχή σε αυτόν τον όμιλο;

8. Να περιγράψεις τις δύο σημαντικότερες θετικές εμπειρίες που απέκτησες κατά τη διάρκεια του ομίλου ρομποτικής;

9. Κατάγραψε δύο αρνητικές εμπειρίες που είχες κατά τη διάρκεια αυτού του ομίλου.

10. Ποιές είναι οι εμπειρίες που αποκόμισες από τη συμμετοχή σου στις ομαδικές δραστηριότητες του προγράμματος;

11. Δώσε ένα παράδειγμα δυσκολίας που συνάντησες και πως το αντιμετώπισες.

13. Τι θα ήθελες να περιλαμβάνει το εκπαιδευτικό πρόγραμμα που θα ακολουθήσετε την επόμενη χρονιά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 10

Ερωτηματολόγιο τελικής αξιολόγησης του προγράμματος 'Κοινότητες μάθησης με τη χρήση ρομποτικής'

Μέρος Α

1. Φύλο: Κορίτσι Αγόρι.....
2. Ηλικία:.....
3. Τάξη:.....
4. Σχολείο:.....
5. Συμμετείχα στον όμιλο την χρονιά 2009-2010 2010-2011

Μέρος Β. Επικοινωνία με υπολογιστή

5. Πόσες ώρες την εβδομάδα χρησιμοποιείς τον υπολογιστή;
καθόλου.....λιγότερο από 3 ώρες.....3-5 ώρες 5-10 ώρες περισσότερο από 10
6. Υπάρχουν σήμερα το Ιντερνέτ, διάφορες υπηρεσίες επικοινωνίας (όπως MSN Skype, Facebook, twitter, blogs κλπ), οι οποίες μας επιτρέπουν να επικοινωνούμε με άλλους σε πραγματικό χρόνο ή ασύγχρονα, καθώς και να αναρτούμε αρχεία (εικόνες, βίντεο κλπ);
- 6.α Ανάφερε τέτοιες ιστοσελίδες που έχεις χρησιμοποιήσει:

6β. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς τις παρακάτω υπηρεσίες; (μη συμπεριλάβεις σε αυτό την εργασία σου στον όμιλο ρομποτικής). (Απάντησε επιλέγοντας από 1 («καθόλου») έως 5 («πάρα πολύ») ανάλογα με το πόσο συχνά χρησιμοποιείς την κάθε υπηρεσία)

	(καθόλου)	(ελάχιστα)	(αρκετά)	(πολύ)	(πάρα πολύ)
A. Αποστολή μηνυμάτων (πχ. MSN)	1	2	3	4	5
B. Σύγχρονη επικοινωνία με ήχο /εικόνα (πχ. Skype)	1	2	3	4	5
Γ. Επίσκεψη σε ιστοσελίδες που μπορεί κανείς να αναρτήσει σχόλια (blogs, wikis, forums)	1	2	3	4	5
Δ. Ανάγνωση μηνυμάτων σε συζητήσεις	1	2	3	4	5
Δ. Προσθήκη σχολίων/ μηνυμάτων	1	2	3	4	5
E. Ανάρτηση αρχείων	1	2	3	4	5

- 7α. Έχεις επισκεφτεί την ιστοσελίδα του προγράμματος, που έχει στοιχεία από τις εργασίες σας;
ΝΑΙ ΟΧΙ
- 7β. Ποιες από τις παρακάτω εργασίες έχεις εσύ ο ίδιος κάνει στην ιστοσελίδα:

	(καθόλου)	(ελάχιστα)	(αρκετά)	(πολύ)	(πέρα πολύ)
A. Ανάγνωση υλικού που έχουν αναρτήσει οι ομάδες	1	2	3	4	5
B. Ανάρτηση πληροφοριών για την δική σας εργασία	1	2	3	4	5
Γ. Ανάγνωση μηνυμάτων σε συζητήσεις άλλων	1	2	3	4	5
Δ. Ανάρτηση μηνύματος	1	2	3	4	5
Ε. Ανάρτηση αρχείων	1	2	3	4	5

8. Ποια/ες κατά την γνώμη σου ήταν οι δυσκολίες/εμπόδια που αντιμετώπισες στην συμμετοχή σου στον ιστότοπο του προγράμματος;

Δεν είχα χρόνο

Δεν ήξερα πώς να δημοσιεύσω τα δικά μου σχόλια

Ήμουν διστακτικός να πω τη γνώμη μου

Δεν είχα κάτι που να άξιζε να το μοιραστώ με τους άλλους

Άλλο.....
.....

9. Σε ωφέλησε με οποιοδήποτε τρόπο η ύπαρξη αυτού του ιστότοπου

10. Χρησιμοποίησες το ιντερνέτ με οποιοδήποτε άλλο τρόπο στις εργασίες του ομίλου ρομποτικής;

Μέρος Γ. Εργασία στον όμιλο ρομποτικής

10. Αξιολόγησε τον όμιλο ρομποτικής ως προς τα παρακάτω. (Απαντήστε επιλέγοντας από 1 («καθόλου») έως 5 («πέρα πολύ») ανάλογα με το πόσο ικανοποιημένος είστε)

	(καθόλου)	(ελάχιστα)	(αρκετά)	(πολύ)	(πέρα πολύ)
Το περιεχόμενο των μαθημάτων του ομίλου Ρομποτικής.	1	2	3	4	5
Τη χρονική διάρκεια των μαθημάτων	1	2	3	4	5
Την υποστήριξη που είχες από τους εκπαιδευτικούς του προγράμματος	1	2	3	4	5
Το είδος των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που περιλάμβανε το πρόγραμμα.	1	2	3	4	5
Το εκπαιδευτικό υλικό	1	2	3	4	5
Το υποστηρικτικό υλικό που χρησιμοποίησες (ιστότοποι, βιβλία κλπ).	1	2	3	4	5
Τον εξοπλισμό.	1	2	3	4	5
Τη συνεργασία με τα άλλα μέλη της ομάδας σου.	1	2	3	4	5

Την επικοινωνία με τους μαθητές του άλλου σχολείου.	1	2	3	4	5
Τον δικτυακό τόπο του προγράμματος.	1	2	3	4	5
Τις Ημερίδες παρουσίασης του έργου των ομίλων.	1	2	3	4	5
Τις κοινές δραστηριότητες με τους μαθητές του άλλου σχολείου κατά τη διάρκεια των επισκέψεων.	1	2	3	4	5

11. Επιλέξτε ανάλογα

Πιστεύεις ότι η συμμετοχή σου στον όμιλο ρομποτικής άλλαξε θετικά την στάση σου για την τεχνολογία;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Πιστεύεις ότι οι γνώσεις που απέκτησες θα σου φανούν χρήσιμες στο μέλλον;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Θα ξανασυμμετείχες σε ένα παρόμοιο όμιλο;	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Πιστεύεις ότι θα ήταν καλό παρόμοια μαθήματα να ήταν ενταγμένα στο κανονικό πρόγραμμα του σχολείου;	ΝΑΙ	ΟΧΙ

12. Ποιές είναι οι κυριότερες δυσκολίες που συναντήσατε κατά τη διάρκεια του ομίλου; Πως τις αντιμετωπίσατε;

13. Με ποιο τρόπο ωφελήθηκες από την επικοινωνία με το άλλο σχολείο;

14. Με ποιο τρόπο ωφελήθηκες από τις ημερίδες παρουσίασης των εργασιών του ομίλου

15. Με ποιο τρόπο ωφελήθηκες από τη συμμετοχή σου στον όμιλο;

16. Τι βελτιώσεις θα πρότεινες σε περίπτωση επανάληψης του προγράμματος

