



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**από την
Γκούτη Ελένη
(Α.Μ. 4282014008)**

ΘΕΜΑ: «Rube Goldberg Machines και Εκπαιδευτική Ρομποτική»

ΜΕΛΗ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

Φεσάκης Γεώργιος	Αναπληρωτής Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Επιβλέπων
Δημητρακοπούλου Αγγελική	Καθηγήτρια	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος
Κοντάκος Αναστάσιος	Καθηγητής	ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ	Μέλος

ΡΟΔΟΣ, 2016

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

Περίληψη

Η σχέση των ΤΠΕ με την εκπαίδευση ήταν ανέκαθεν στενή και, στα πρώιμα στάδια της ανάπτυξής τους, αλληλοεξαρτώμενη. Γι' αυτό το λόγο, στο Θεωρητικό πλαίσιο (Κεφάλαιο 2), θεωρήσαμε απαραίτητη την εκτενή αναφορά στον τρόπο ένταξης και εισαγωγής τους στην εκπαιδευτική πραγματικότητα από τα αρχικά στάδια μέχρι σήμερα. Φτάνοντας στο παρόν περιγράφουμε τους στόχους των Προγραμμάτων Σπουδών για την Πληροφορική (δεκαετίες '80 κι '90) και τις ΤΠΕ (2003 και 2011).

Η ιδιαιτερότητα του προγραμματισμού ως ξεχωριστή δραστηριότητα από το σύνολο των νοητικών δραστηριοτήτων περιγράφεται στο δεύτερο Κεφάλαιο της εργασίας όπου γίνεται επίσης αναφορά σε γλώσσες προγραμματισμού (LOGO, ROBO, Scratch), τα χαρακτηριστικά τους, τις ηλικίες στις οποίες απευθύνονται και τις δεξιότητες που στοχεύουν να αναπτύξουν. Επίσης γίνεται λεπτομερής αναφορά στην εισαγωγή του προγραμματισμού στο Πρόγραμμα Σπουδών του Δημοτικού σχολείου, τους στόχους και στα αναμενόμενα αποτελέσματα που αναμένεται από την ένταξή του. Το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται στα πλεονεκτήματα εκμάθησης του προγραμματισμού από μικρούς μαθητές τα οποία έχουν προκύψει από πολλές έρευνες εκπαιδευτικών και ψυχολόγων τις οποίες και αναφέρουμε.

Η μεγάλη και ανεπαίσθητη διείσδυση ρομποτικών συστημάτων στην καθημερινή μας ζωή, η κατακόρυφη αύξηση στη χρήση τους για τη διεκπεραίωση ανθρώπινων εργασιών και η οικονομική ανάπτυξη που έχουν επιφέρει, έχει φέρει πλέον στα σχολεία πολλών χωρών την εκπαιδευτική ρομποτική. Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο, αυξάνοντας μεταξύ των μαθητών το ενδιαφέρον για προγραμματισμό, τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτική. Μέρος του δεύτερου Κεφαλαίου αφιερώνεται στις παιδαγωγικές προσεγγίσεις της εκπαιδευτικής ρομποτικής, στις ιδιαιτερότητες του προγραμματισμού των ρομποτικών κατασκευών, και τις δεξιότητες που μπορούν να αποκτήσουν οι μαθητές μέσα από την ενασχόλησή τους με αυτές.

Η τετράδα των Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών ως ισχυρός συνδυασμός για την ανάπτυξη και εξέλιξη της τεχνολογίας δημιούργησε την εκπαιδευτική προσέγγιση STEM την οποία πραγματευόμαστε στη συνέχεια του θεωρητικού πλαισίου. Εξειδικεύουμε την έρευνά μας σε απόψεις που σε αυτό το τετράπτυχο εισάγουν και την Τέχνη για να ενθαρρυνθεί η δημιουργικότητα, να προαχθεί η «μάθηση μέσα από την πράξη» (learning by doing), η κριτική, η έκφραση και η κατανόηση περίπλοκων συστημάτων.

Μέσα από αυτή τη διαδρομή καταλήγουμε στην διαχρονικά καινοτόμα μηχανή Rube Goldberg το χτίσιμο της οποίας καλλιεργεί γνώσεις μηχανικής, φυσικής, μαθηματικών, ρομποτικής και προγραμματισμού. Επίσης η ενασχόληση με αυτήν καλλιεργεί τη δημιουργικότητα, τη λεπτομέρεια στον σχεδιασμό, την ακρίβεια, την υπομονή και το ομαδικό πνεύμα.

Στο Κεφάλαιο 3 ξεδιπλώνεται η μεθοδολογία της έρευνας, τα ερευνητικά ερωτήματα, τα κριτήρια επιλογής του δείγματος και ο τρόπος συλλογής των δεδομένων. Στη συνέχεια, στο τέταρτο Κεφάλαιο, περιγράφονται με συντομία οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν για να μελετηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα, οι οποίες αναλύονται εκτενέστερα με βάση τους στόχους και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα στο πέμπτο Κεφάλαιο. Παρατίθενται επίσης φύλλα εργασίας και φωτογραφικό υλικό που συνελέχθησαν κατά τη διαδικασία υλοποίησης. Κλείνοντας την εργασία διατυπώνουμε τα αποτελέσματα των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων και αντλούμε κάποια συμπεράσματα που θεωρούμε ότι προέκυψαν από αυτές.

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ τον καθηγητή μου κ^ο Φεσάκη Γεώργιο ο οποίος μου έδωσε την δυνατότητα να ασχοληθώ με ένα πολύ ενδιαφέρον θέμα.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, που πάντα με στήριζε και με στηρίζει στις επιλογές μου. Ακόμη ευχαριστώ τον σύντροφο και συνεργάτη μου, Παναγιώτη Παπανικολάου, για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη που μου προσέφερε.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την καλή μου φίλη Χουζάμ, η οποία αν και δεν ενδιαφερόταν καθόλου για το θέμα της εκπαιδευτικής ρομποτικής, ήταν πάντα δίπλα μου κατά την υλοποίηση αυτής της εργασίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Εισαγωγή	1
Θεωρητικό Πλαίσιο	5
2.1. Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση	5
2.2. Ο προγραμματισμός στην εκπαίδευση	11
2.2.1. Τα Προγράμματα Σπουδών και ο Προγραμματισμός Η/Υ	17
2.2.2. Τα πλεονεκτήματα εκμάθησης του προγραμματισμού και οι δυσκολίες των μαθητών	20
2.3. Η ρομποτική στην εκπαίδευση	23
2.3.1. Η εκπαιδευτική ρομποτική στην πράξη	25
2.4. Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEM	28
2.4.1. Από το STEM στο STEAM	29
2.5. Μηχανές Rube Goldberg	30
2.5.1. Μηχανές Rube Goldberg και εκπαιδευτική ρομποτική	34
Σκοπός και Μεθοδολογία της Έρευνας.....	37
3.1. Σκοπός της έρευνας- ερευνητικά ερωτήματα	37
3.2. Μεθοδολογία έρευνας	37
3.3. Επιλογή δείγματος.....	39
3.4. Συλλογή δεδομένων.....	40
Σύντομη Περιγραφή Δημιουργικών Δραστηριοτήτων	43
Ανάλυση Δραστηριοτήτων	51
5.1. Ανάλυση ερωματολογίου.....	51
5.2. Πρώτη δραστηριότητα - Παίζω με τα ντόμινο.....	53
5.3. Δεύτερη Δραστηριότητα - Ο φίλος μου, το Ρομπότ	55
5.4. Τρίτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω το Ρομπότ μου.....	56
5.5. Τέταρτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω στο Scratch.....	58
5.6. Πέμπτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω στην python.....	60
5.7. Έκτη Δραστηριότητα – Lego WeDo και ντόμινο	63
5.8. Έβδομη Δραστηριότητα – Χτίζω μια ρομποτική κατασκευή	64
5.9. Όγδοη Δραστηριότητα – Σχεδιάζω μηχανικές λύσεις	69
5.10. Ένατη Δραστηριότητα – Παίζω στο Crazy Machines	82
5.11. Δέκατη Δραστηριότητα – Χτίζω μια μηχανή Rube Goldberg	83
Αποτελέσματα	89
Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις	93
Βιβλιογραφία	95
Παράρτημα	99
Π ₁ Υλοποίηση παιχνιδιού στην python χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη Kivy	99
Π ₂ Φύλλο Εργασίας για την Όγδοη Δραστηριότητα	103

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Μαθητές ανά υπολογιστή (Δ' τάξη Δημοτικού)	2
Εικόνα 2. Ο Προγραμματισμός στην Εκπαίδευση (προσαρμογή από το Barefoot Computing).	20
Εικόνα 3. Ανάλυση του όρου STEAM.	30
Εικόνα 4. Ενδεικτικό σκαρίφημα μηχανής Rube Goldberg.	31
Εικόνα 5. Απαντήσεις των μαθητών σε επιλεγμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.	52
Εικόνα 6. (α) Τα ντόμινο διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών, (β) οι μαθητές συνεργάζονται και προσηλώνονται στο στόχο.	54
Εικόνα 7. Η διαδρομή στην οποία πρέπει να κινηθούν τα «Ρομπότ».	55
Εικόνα 8. Σύνολο εντολών όπως τις κατέγραψε ένας από τους «Προγραμματιστές».	56
Εικόνα 9. Το γραφικό περιβάλλον του Robomind.	57
Εικόνα 10. Οι εντολές που εισήγε η κάθε ομάδα.	57
Εικόνα 11. (α) Γνωριμία με τις εντολές του Scratch, (β) Οι μαθητές πειραματίζονται με τα sprites.	58
Εικόνα 12. (α) εισαγωγική σελίδα του παιχνιδιού και (β) οι εντολές ενός sprite του παιχνιδιού.	59
Εικόνα 13. (α) εισαγωγική σελίδα του παιχνιδιού, (β) το γραφικό περιβάλλον του παιχνιδιού, (γ) οθόνη αποτελέσματος και (δ) ενδεικτικές εντολές ενός sprite του παιχνιδιού.	60
Εικόνα 14. rython(αντικείμενο)=φυσική γλώσσα (ουσιαστικό).	61
Εικόνα 15. (α) κλάση μπαλάκι και (β) κλάση ρακέτα.	61
Εικόνα 16. Υλοποίηση του rong με rython και kiny.	62
Εικόνα 17. (α) Τα πουλιά που τραγουδούν, (β) Η δραπέτευση του γίγαντα, (γ) Η κλοτσιά που ρίχνει τα ντόμινο. .	64
Εικόνα 18. Διάγραμμα λειτουργίας της ρομποτικής κατασκευής.	65
Εικόνα 19. Παρουσίαση της ρομποτικής κατασκευής.	65
Εικόνα 20. (α) Ο πρώτος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της πρώτης ομάδας.	66
Εικόνα 21. (α) Ο δεύτερος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της δεύτερης ομάδας.	67
Εικόνα 22. Το μοτέρ τραβάει το όχημα που πλαισιώνει τις φάσεις των αστεριών.	68
Εικόνα 23. (α) Ο τρίτος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της τρίτης ομάδας.	68
Εικόνα 24. Παρουσίαση κατασκευής στους μαθητές της Ε' τάξης.	69
Εικόνα 25. Ένα από τα φύλλα εργασίας των ομάδων.	71
Εικόνα 26. Οι μαθητές πειραματίζονται στο χαρτί και με τα διαθέσιμα υλικά.	72
Εικόνα 27. Σχέδια: (α) πρώτης ομάδας, (β) δεύτερης ομάδας, (γ) τρίτης ομάδας και (δ) τέταρτης ομάδας.	73
Εικόνα 28. Σχέδιο 1.	74
Εικόνα 29. Σχέδιο 2.	74
Εικόνα 30. Σχέδιο 3.	75
Εικόνα 31. Σχέδιο 4.	75
Εικόνα 32. Σχέδιο 5.	76
Εικόνα 33. Σχέδιο 6.	76
Εικόνα 34. Σχέδιο 7.	77
Εικόνα 35. Σχέδιο 8.	77
Εικόνα 36. Σχέδιο 9.	78
Εικόνα 37. Σχέδιο 10.	78
Εικόνα 38. Σχέδιο 11.	79
Εικόνα 39. Σχέδιο 12.	79
Εικόνα 40. Σχέδιο 13.	80
Εικόνα 41. Σχέδιο 14.	80
Εικόνα 42. Σχέδιο 15.	81
Εικόνα 43. Τα διαθέσιμα υλικά στο εργαστήριο του Crazy Machines.	83
Εικόνα 44. Ένα πείραμα (α) πριν και (β) μετά τη λύση του.	83
Εικόνα 45. (α) Ο πρώτος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν. ...	86
Εικόνα 46. (α) Ο δεύτερος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν. .	86
Εικόνα 47. (α) Ο τρίτος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν.	87

1

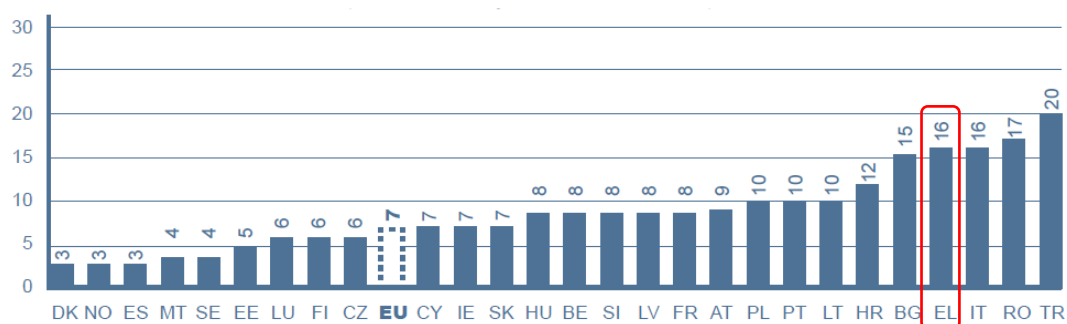
Εισαγωγή

Η πρόοδος της τεχνολογίας και η οικονομική ώθηση που προσφέρει αυτή, αναπτύσσουν συνεχώς νέα λογισμικά και εφαρμογές των ΤΠΕ με αποτέλεσμα στη σύγχρονη πραγματικότητα να θεωρείται δεδομένος ο Η/Υ σε κάθε πτυχή της καθημερινότητας του σύγχρονου ανθρώπου. Οι ΤΠΕ, ο υπολογιστής ως εργαλείο και το διαδίκτυο δεν θα μπορούσαν να αφήσουν ανεπηρέαστη την εκπαιδευτική πραγματικότητα η οποία προσπαθεί, ανάλογα με τη χώρα και το εκπαιδευτικό σύστημα, να πρωτοπορήσει ή απλά να ακολουθήσει την ραγδαία πρόοδο της τεχνολογίας. Πλέον οι ανεπτυγμένες χώρες του ΟΟΣΑ δεν μιλάνε απλά για ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαίδευση από την προσχολική ηλικία αλλά για προώθηση της καινοτομίας σε προηγμένους τομείς της τεχνολογίας όπως η ρομποτική και ο προγραμματισμός.

Λόγω των οικονομικών και τεχνολογικών επιταγών, τα εκπαιδευτικά συστήματα πολλών χωρών έχουν προσαρμόσει τα προγράμματα σπουδών τους εισάγοντας την έννοια «Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά» (Science, Technology, Engineering, Mathematics - STEM) που αυτή θα προσφέρει στους νέους μαθητές τα εφόδια για την μελλοντική είσοδο στην αγορά εργασίας. Τα τελευταία χρόνια η εκπαιδευτική ρομποτική κερδίζει έδαφος και προτείνεται να χρησιμοποιείται για μικρούς μαθητές όχι μόνο στο χώρο του σχολείου αλλά και στο σπίτι, στον ελεύθερο χρόνο των παιδιών. Μικρές κατασκευές που με βάση τις εντολές που εισάγονται από τα παιδιά, επιτελούν έναν σκοπό, δίνουν τη δυνατότητα εξερεύνησης, πρόβλεψης των πράξεων και αντίληψης των εννοιών της κίνησης, της ταχύτητας και του χώρου. Μέσα από το σχεδιασμό μιας ρομποτικής κατασκευής εισάγονται στην επίλυση προβλημάτων που έχουν ενδιαφέρον γι' αυτά και προσεγγίζονται διαθεματικές έννοιες της φυσικής, της γεωμετρίας, της μηχανικής, του προγραμματισμού και της πληροφορικής. Ήδη από τη δεκαετία του 1960, ο S. Papert με τη θεωρία του κατασκευαστικού εποικοδομισμού υποστήριξε πως οι μαθητές μπορούν με τις ίδιες τους τις δυνάμεις να ανακαλύψουν και να σχεδιάσουν έναν μηχανισμό που να πραγματοποιεί μια συγκεκριμένη κίνηση. Μετά τη γλώσσα προγραμματισμού Logo την οποία χρησιμοποίησε να προγραμματίσει μια χελώνα, εμφανίστηκαν δυναμικά

στο προσκήνιο τα συστήματα Lego-Logo που μπορούν να επιτελέσουν μια διαδικασία με τη σύνδεση ενός μοτέρ στον υπολογιστή. Τα τουβλάκια Lego από την αρχή της ύπαρξής τους ήταν φτιαγμένα για να εξάπτουν τη φαντασία των παιδιών και να καλλιεργούν τη δημιουργικότητά τους αφού τα παιχνίδια που υπήρχαν μέχρι τότε (δεκαετία 1950) ήταν ήδη σχηματισμένα ή έδιναν περιορισμένες δυνατότητες παρέμβασης από τα παιδιά. Μέχρι σήμερα τα παιδικά παιχνίδια με τουβλάκια καλλιεργούν τις ίδιες διαχρονικές δεξιότητες, μόνο που τώρα προστίθεται το χαρακτηριστικό της σύγχρονης εποχής, ο αυτοματισμός.

Στον αντίποδα όσων παρουσιάσαμε παραπάνω, η διείσδυση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση κάθε βαθμίδας στην Ελλάδα είναι εξαιρετικά χαμηλή. Στην Εικόνα 1. (Ερευνα Ευρωπαϊκής Επιτροπής, 2014) παρουσιάζεται ο αριθμός των μαθητών ανά υπολογιστή στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την Τουρκία, όπου παρατηρούμε ότι η Ελλάδα βρίσκεται στον πάτο της λίστας πολύ μακριά από τον ευρωπαϊκό μέσο όρο. Ο τεχνολογικός αναλφαβητισμός στην ελληνική εκπαίδευση είναι ένα φαινόμενο που διογκώνεται σημαντικά από την οικονομική κρίση αλλά οφείλεται εν μέρει και στην άρνηση του εκπαιδευτικού προσωπικού να χρησιμοποιήσει εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας που δεν βασίζονται αυστηρά στο σχολικό εγχειρίδιο και τις δραστηριότητες που αυτό προτείνει, αλλά βασίζονται σε νέα μέσα τα οποία είναι σε θέση να προάγουν την μάθηση αποτελεσματικότερα με τρόπο δημιουργικό και ευχάριστο.



Εικόνα 1. Μαθητές ανά υπολογιστή (Δ' τάξη Δημοτικού).

Έχοντας σαν γνώμονα την αρχή σύμφωνα με την οποία διαθεματικά project τα οποία απαιτούν την ενεργή εμπλοκή των μαθητών οδηγούν σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, ενισχύουν την συνοχή της τάξης και διευκολύνουν την επικοινωνία του εκπαιδευτικού με τους μαθητές, σχεδιάσαμε και υλοποιήσαμε ένα παιγνιώδες πλαίσιο ενασχόλησης των παιδιών με την εκπαιδευτική ρομποτική με στόχο τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων που άπτονται της ρομποτικής επιστήμης. Το πλαίσιο αυτό βασίζεται στις Rube Goldberg «επινοήσεις», μέσω των οποίων ένα απλό έργο μετατρέπεται σε μια ιδιαίτερα ξεχωριστή πολύπλοκη διαδικασία.

Βασική μας επιδίωξη είναι οι μαθητές να εμπλακούν ενεργά σε όλες τις φάσεις υλοποίησης της κατασκευής, προσεγγίζοντας τόσο θεωρητικά όσο και πρακτικά έννοιες που άπτονται γνωστικών πεδίων της Φυσικής, της Μηχανικής, του Προγραμματισμού, των ΤΠΕ και της Ρομποτικής.

2

Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1. Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση

Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ICT, Information and Communications Technologies), εν συντομία ΤΠΕ, αναφέρονται στις τεχνολογίες που δίνουν πρόσβαση σε πληροφορίες μέσα από τις τηλεπικοινωνίες. Μας επιτρέπουν την επεξεργασία και μετάδοση μιας ποικιλίας μορφών αναπαράστασης της πληροφορίας όπως είναι τα σύμβολα, οι εικόνες, οι ήχοι, τα βίντεο, καθώς και τη χρήση διαφόρων τεχνολογιών επικοινωνίας, όπως τα μηνύματα, οι φωνητικές κλήσεις και οι τηλεδιασκέψεις.

Οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών εμφανίστηκαν και απέκτησαν ευρεία έκταση στην εκπαίδευση στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ως στενά συνδεδεμένες με τις εκάστοτε θεωρίες μάθησης και τα αντίστοιχα παιδαγωγικά ρεύματα. Η κάθε θεωρία μάθησης θέλησε να χρησιμοποιήσει το νεότερο και πιο εξελιγμένο τεχνολογικό μέσο για τους διδακτικούς σκοπούς της (Κόμης, 2004). Ταυτόχρονα αναπτύχθηκαν εκπαιδευτικά λογισμικά που επηρεάστηκαν από τις θέσεις των θεωριών μάθησης και από την εξέλιξη των ψυχολογικών θεωριών. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά έχουν στόχο την υπολογιστική υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης. Ιδιαίτερα, έχουν σκοπό να βοηθήσουν τον μαθητή να προσεγγίσει και να κατανοήσει ένα συγκεκριμένο τμήμα της ύλης του αναλυτικού προγράμματος και ταυτόχρονα να του δώσουν τη δυνατότητα να αναπτύξει δεξιότητες που θα τον καταστήσουν ικανό να ανταπεξέλθει στις διαρκώς μεταβαλλόμενες και ραγδαία αυξανόμενες απαιτήσεις του σύγχρονου κόσμου.

Οι συμπεριφοριστικές θεωρίες βοήθησαν να αναπτυχθούν τα προγράμματα εξάσκησης και πρακτικής (drill and practice), λογισμικά καθοδήγησης (tutorials) και εφαρμογές διδασκαλίας υποβοηθούμενης από υπολογιστή (Computer Assistant Instruction – CAI) και ολοκληρωμένα μαθησιακά συστήματα (Integrated Learning Systems – ILS) (Φεσάκης, 2014). Με την πάροδο των χρόνων και την εξέλιξη στον τομέα της γνωστικής ψυχολογίας προτάθηκαν στα πλαίσια του δομικού εποικοδομισμού (Piaget) και της ανακαλυπτικής μάθησης (Bruner) νέα εκπαιδευτικά

λογισμικά που παρείχαν αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες που είχαν στόχο να ενθαρρύνουν την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη το κοινωνικό πλαίσιο και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Τα μαθησιακά περιβάλλοντα με ΤΠΕ που σχεδιάστηκαν προωθούσαν την επίλυση προβλημάτων (problem solving), την αναζήτηση ευρετικών τεχνικών και την ανάπτυξη στρατηγικών που είναι υψηλού επιπέδου δεξιότητες. Η επίκαιρη πεποίθηση ότι η γνώση γενικότερα αλλά και ειδικότερα η επιστημονική γνώση οικοδομείται σε κοινωνικό επίπεδο οδήγησε στις κοινωνικοπολιτισμικές (Vygotsky) και κοινωνικογνωστικές θεωρίες (Doise & Mugny). Με βάση αυτές, η οικοδόμηση των γνώσεων επιτυγχάνεται σε συνεργατικά περιβάλλοντα, με την από κοινού υλοποίηση δραστηριοτήτων και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Πλέον η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πραγματικότητα γίνεται με σκοπό την ενίσχυση των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων, την παροχή εργαλείων που ευνοούν την ανταλλαγή ιδεών και απόψεων, καθώς και την προσφορά της διαμεσολάβησης και αλληλεπίδρασης μέσω ποικίλων εργαλείων και τεχνουργημάτων που παίζουν ρόλο πολιτιστικών πηγών για πληροφορίες και γνώσεις. Οι εφαρμογές διαδικτύου (chat, forums, video conference), τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, οι μηχανές αναζήτησης, οι ψηφιακές βιβλιοθήκες, οι εκπαιδευτικές διαδικτυακές πύλες (portals), τα συστήματα συνεργατικής μάθησης με υπολογιστές, τα εργαλεία web 2.0 είναι διάφορες από τις χρήσεις του διαδικτύου που μπορούν να ευνοήσουν τη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης και να αναπτύξουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Κόμης, 2004).

Οι ΤΠΕ εισήχθησαν σταδιακά στην εκπαιδευτική διαδικασία και η πρώτη του μορφή ήταν οι διδακτικές μηχανές που αναπτύχθηκαν στη δεκαετία του 1960 με σκοπό να έχουν αποκλειστική εφαρμογή στη διδασκαλία και τη μάθηση. Η εισαγωγή έγινε σε τέσσερις φάσεις/στάδια:

1. Περίοδος της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και των διδακτικών μηχανών (πριν το 1970)
2. Η πληροφορική προσέγγιση (1970-1980)
3. Η πληροφορική ως μέσο και ως αντικείμενο εκπαίδευσης (1980-1989)
4. Οι τεχνολογίες της πληροφορικής και των επικοινωνιών ως μέσο διδασκαλίας και μάθησης (μετά το 1990)

Η πρώτη περίοδος των διδακτικών μηχανών θεωρείται ως πρόδρομος των παραπάνω σταδίων ένταξης. Οι διδακτικές μηχανές δημιουργήθηκαν από τη σχολή του συμπεριφορισμού στα πλαίσια της προγραμματισμένης διδασκαλίας και έχουν ως σκοπό την εξατομίκευση της διδασκαλίας που βασίζεται στους προσωπικούς ρυθμούς

του μαθητευόμενου. Ταυτόχρονα λαμβάνεται υπόψη η προηγούμενη συμπεριφορά του μαθητή ανάλογα με τις απαντήσεις που έχει δώσει.

Ως καθαρά πληροφορικό στάδιο μπορούμε να χαρακτηρίσουμε το δεύτερο στο οποίο γίνεται η εισαγωγή της Πληροφορικής στο σχολείο με προσανατολισμό στη διδασκαλία του προγραμματισμού αλλά και ταυτόχρονη προσπάθεια (σε μικρότερο βαθμό) ανάπτυξης συστημάτων «Διδασκαλίας με τη Βοήθεια του Υπολογιστή» ή «Μάθηση με τη Βοήθεια του Υπολογιστή». Στην πλειονότητά τους αυτά ήταν προγράμματα εξάσκησης και πρακτικής (drill and practice).

Στην τρίτη φάση πλέον έχουμε μαζική εισαγωγή της πληροφορικής και των υπολογιστών σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης αφού η αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών επέφερε πτώση των τιμών τους. Έτσι, ιδιαίτερα στις ΗΠΑ, εν μέσω ανταγωνισμού των εταιριών, προωθήθηκαν οι υπολογιστές στο σχολικό σύστημα και δημιουργήθηκαν εκπαιδευτικά λογισμικά για τα σχολεία της χώρας.

Φτάνοντας στο τελευταίο στάδιο που είναι σε ισχύ ακόμα και σήμερα, έχουμε γενικευμένη ένταξη των ΤΠΕ (όπου έχει γίνει πλέον σύγκλιση της Πληροφορικής με άλλες τεχνολογίες) σε όλες τις πτυχές της εκπαίδευσης και την ενσωμάτωσή τους σε όλο το πρόγραμμα σπουδών.

Η εισαγωγή της πληροφορικής στο εκπαιδευτικό σύστημα της Ελλάδας ξεκίνησε από τα Τεχνικά, τα Επαγγελματικά και τα Πολυκλαδικά Λύκεια και τα Γυμνάσια, αγνοώντας την πρωτοβάθμια εκπαίδευση και το Γενικό Λύκειο. Ο καθορισμός του επιπέδου από το οποίο ξεκίνησε να διδάσκεται η πληροφορική δεν βασίστηκε σε κριτήρια παιδαγωγικού και διδακτικού προβληματισμού, αλλά σε κριτήρια που ικανοποιούσαν κυρίως κοινωνικές πιέσεις σχετικά με την πληροφοριοποίηση (informatisation) του σχολείου (Κόμης, 2001).

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί ο κλάδος της πληροφορικής στα ΤΕΛ – ΕΠΑ (από τα μέσα της δεκαετίας του '80) και εντάχθηκε ένα μάθημα πληροφορικής στο Γυμνάσιο (αρχές δεκαετίας του '90). Την περίοδο αυτή (μέσα της δεκαετίας του '80) δεν υιοθετήθηκε η διεθνώς καθιερωμένη πρακτική της προκαταρκτικής πειραματικής φάσης και στη συνέχεια της γενίκευσης και της καθολικής εφαρμογής, με αποτέλεσμα την καθιέρωση εκ των πραγμάτων ενός μοντέλου μαθήματος γενικών γνώσεων εναλλαβητισμού στους υπολογιστές και όχι του υπολογιστή ως μέσου στήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Κόμης, 2001).

Η ανάγκη για περεταίρω ένταξη των ΤΠΕ στην ελληνική σχολική πραγματικότητα οδήγησε το 1997 το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στη σχεδίαση του

«Ενιαίου Πλαισίου Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής» (ΕΠΠΣ), που αφορά στην εισαγωγή και ένταξη των ΤΠΕ σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Το πλαίσιο αυτό επιδιώκει αφενός να οριοθετήσει έναν ενιαίο τρόπο θεώρησης της ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα και αφετέρου να δώσει απαντήσεις στα κύρια θέματα που αφορούν την ένταξη των ΤΠΕ σε όλο το φάσμα του ελληνικού σχολικού συστήματος (γενικό πλαίσιο, προγράμματα σπουδών, μεθοδολογία διδασκαλίας, προδιαγραφές σχολικών εργαστηρίων, κ.λπ.) (Κόμης, 2005).

Το Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών προβλέπει ότι ο μαθητής που τελειώνει το δημοτικό σχολείο πρέπει να είναι σε θέση «να περιγράφει τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής των υπολογιστών (μνήμη, επεξεργασία, περιφερειακά), να αναγνωρίζει την κεντρική μονάδα και τις βασικές περιφερειακές συσκευές (πληκτρολόγιο, οθόνη, ποντίκι, εκτυπωτής) του υπολογιστή, να μπορεί να εξηγήει με απλά λόγια τη χρησιμότητά τους, να τις θέτει σε λειτουργία και να τις χρησιμοποιεί, να εργάζεται με σχετική αυτονομία σε ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας, να χρησιμοποιεί λογισμικό γενικής χρήσης για να εκφράζει τις ιδέες του με πολλούς τρόπους και μέσα (χρησιμοποιώντας εικόνες, ήχους, κείμενα κτλ.), να χρησιμοποιεί εφαρμογές πολυμέσων εκπαιδευτικού περιεχομένου και να έχει κατακτήσει τις έννοιες της πλοήγησης σε ένα δίκτυο πληροφοριών και της αλληλεπίδρασης με ένα πληροφορικό σύστημα, να αναζητεί πληροφορίες από απλές βάσεις δεδομένων, να επικοινωνεί και να αναζητά πληροφορίες χρησιμοποιώντας τον παγκόσμιο ιστό πληροφοριών, να αναφέρει εφαρμογές της πληροφορικής στο σύγχρονο κόσμο, να αντιλαμβάνεται τον υπολογιστή, τις περιφερειακές συσκευές και το χρησιμοποιούμενο λογισμικό ως ενιαίο σύστημα.» (Π. Ι., 1997). Μετεξέλιξη του ΕΠΠΣ αποτελεί το «Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών» (Π.Ι., 2003), στο οποίο οι ΤΠΕ εντάσσονται πλήρως σε όλες τις βαθμίδες της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, αφού μάλιστα περιγράφονται με σαφήνεια οι άξονες γνωστικού περιεχομένου που προσεγγίζονται, καθώς και οι τρόποι για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο. Η Πληροφορική και οι ΤΠΕ αποκτούν ιδιαίτερη βαρύτητα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, αφού αντιμετωπίζονται σαν γνωστικό αντικείμενο ίσης αξίας με άλλα τέσσερα θεμελιώδη αντικείμενα, τη Γλώσσα, τα Μαθηματικά, τη Μελέτη Περιβάλλοντος και τη Δημιουργία και Έκφραση. Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ, «σκοπός της εισαγωγής της Πληροφορικής στο Νηπιαγωγείο και στο Δημοτικό Σχολείο είναι να εξοικειωθούν οι μαθητές και οι μαθήτριες με τις βασικές λειτουργίες του υπολογιστή και να έλθουν σε μια πρώτη επαφή με διάφορες χρήσεις του ως εποπτικού μέσου διδασκαλίας, ως γνωστικού – διερευνητικού εργαλείου και ως εργαλείου επικοινωνίας και αναζήτησης πληροφοριών στο πλαίσιο των καθημερινών

σχολικών τους δραστηριοτήτων με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ιδιαίτερα ανοικτού λογισμικού διερευνητικής μάθησης». Στο ΔΕΠΠΣ δίνεται βάση στην προετοιμασία για την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών πληροφόρησης και επικοινωνίας καθώς θεωρεί πως «μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμα εργαλεία για την απόκτηση γνώσης, για την προαγωγή της εξατομικευμένης εκπαίδευσης και για την εξασφάλιση της δια βίου μάθησης. Η εισαγωγή και χρήση τους όμως στην εκπαιδευτική πράξη δεν θα πρέπει να αντιμετωπιστεί υπό το πρίσμα ενός απλού τεχνολογικού εκσυγχρονισμού ως αυτοσκοπού. Θα πρέπει να γίνει με παιδαγωγικές προϋποθέσεις οι οποίες θα εξασφαλίσουν την ανθρωπιστική παιδεία για την κοινωνία που οραματιζόμαστε» (Γενικό Μέρος, σελ. 4).

Έτσι ο μαθητής θα προσεγγίσει κριτικά τόσο την «κοινωνία της πληροφορίας» όσο και την «κοινωνία της γνώσης». Για την επιτυχία αυτού του σκοπού, δεν αρκεί μόνο ο εξοπλισμός των σχολείων με την απαραίτητη τεχνολογική υποδομή, αλλά κυρίως η εφαρμογή νέας παιδαγωγικής στρατηγικής και η ανάπτυξη κατάλληλων προγραμμάτων πληροφορικής για την υποστήριξη όλων των γνωστικών αντικειμένων. Τα σύγχρονα εκπαιδευτικά μέσα, προϊόντα των τεχνολογιών πληροφορικής, συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, εφόσον χρησιμοποιούνται με τον κατάλληλο τρόπο και την ανάλογη συχνότητα. Ο ρόλος και η αξία της χρήσης των σύγχρονων εκπαιδευτικών μέσων βρίσκονται βέβαια σε εκείνα τα χαρακτηριστικά που τα διαφοροποιούν από τα παραδοσιακά μέσα. Η ανάδειξη αυτού του ρόλου των σύγχρονων εκπαιδευτικών μέσων επιτυγχάνεται με την προτροπή και καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Επιβάλλεται λοιπόν τα Α.Π.Σ. να προβλέπουν, όπου θεωρείται αναγκαίο και εφικτό, και την εκπόνηση συνοδευτικού εκπαιδευτικού λογισμικού, με σαφείς οδηγίες για την καλύτερη αξιοποίησή του.

Το 2011, το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για την υποχρεωτική εκπαίδευση, το οποίο εφαρμόζεται πιλοτικά σε ορισμένα δημοτικά σχολεία, προτείνει το πλαίσιο ένταξης των ΤΠΕ στη βασική εκπαίδευση και διαρθρώνεται σε τέσσερις αλληλοεξαρτώμενες συνιστώσες:

Οι ΤΠΕ ως μαθησιακό-γνωστικό εργαλείο (cognitive tool): Οι ΤΠΕ διατρέχουν οριζόντια όλα τα αντικείμενα του Προγράμματος Σπουδών και θεωρούνται μέσο υποστήριξης των σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, εργαλείο επικοινωνίας, διερευνητικής και συνεργατικής μάθησης, ανάπτυξης της κριτικής σκέψης και της δημιουργικής ικανότητας των μαθητών.

Οι ΤΠΕ ως μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων: Οι μαθητές εμπλέκονται σε δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων που έχουν ως σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα (επεξεργασία δεδομένων, σχεδιασμός και

υλοποίηση αλγορίθμων, μοντελοποίηση λύσεων, δημιουργικότητα και καινοτομία) και δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου (διερεύνηση, κριτική και αναλυτική σκέψη, συνθετική ικανότητα, ικανότητες επικοινωνίας και συνεργασίας).

Οι ΤΠΕ ως τεχνολογικό εργαλείο: Οι μαθητές εξοικειώνονται με τους υπολογιστές και τα σύγχρονα εργαλεία των ΤΠΕ. Ο άξονας αυτός στοχεύει στη συνεχή ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων και στην επάρκεια χειρισμού των σύγχρονων περιβαλλόντων των ΤΠΕ (λογισμικά γενικής χρήσης, εκπαιδευτικό λογισμικό, υπηρεσίες Διαδικτύου κ.λπ.).

Οι ΤΠΕ ως κοινωνικό φαινόμενο: Οι μαθητές γνωρίζουν και αξιολογούν τις εφαρμογές των ΤΠΕ στη σύγχρονη κοινωνία (διοίκηση, εργασία, επιστήμες, εκπαίδευση, ψυχαγωγία, πολιτισμός κ.λπ.). Απώτερος στόχος είναι να αποκτήσουν ευρύτερη ψηφιακή παιδεία και να διαμορφώσουν στάσεις και αξίες, ώστε να κατανοήσουν το νέο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον που διαμορφώνεται στη σημερινή εποχή.

Στοιχεία του Δικτύου Ευρυδίκη, ενός δικτύου που έχει στόχο την παροχή πληροφοριών σχετικά με εκπαιδευτικά συστήματα και εκπαιδευτικές πολιτικές σε 38 χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα Erasmus+, δείχνουν ότι οι Τεχνολογίες των Πληροφοριών και της Επικοινωνίας αποτελούν μέρος του υποχρεωτικού προγράμματος σπουδών των μαθητών παντού στην Ευρώπη. Το 2004, στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, μόνο επτά χώρες (Τσεχία, Ιταλία, Λεττονία, Λιθουανία, Ουγγαρία, Σλοβακία και Βουλγαρία) δεν είχαν συμπεριλάβει τις Τ.Π.Ε. στο υποχρεωτικό πρόγραμμα σπουδών. Σε πολλές χώρες, ο χρόνος που αφιερώνεται για τις Τ.Π.Ε. είναι ελαστικός. Οι επίσημες κατευθυντήριες γραμμές σχετικά με τις προσεγγίσεις που υιοθετούνται έχουν αρκετές ομοιότητες σε όλες τις χώρες. Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, οι Τ.Π.Ε. χρησιμοποιούνται κυρίως ως εργαλείο για τη διδασκαλία άλλων μαθημάτων. Μεταξύ των επίσημων στόχων του αναλυτικού προγράμματος σπουδών, οι δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη χρήση του λογισμικού, την αναζήτηση πληροφοριών και τα δίκτυα επικοινωνιών για την επέκταση της γνώσης σε διάφορα μαθήματα είναι οι πιο αντιπροσωπευτικές, ανεξάρτητα από το σχετικό επίπεδο στην υποχρεωτική εκπαίδευση. Στην έκθεση του 2004, παιδιά ηλικίας 9 ή 10 ετών των χωρών που ήταν μέλη του προγράμματος, είχαν ευρεία πρόσβαση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι. Στο δημοτικό σχολείο, οι μαθητές της τετάρτης τάξης είπαν ότι δε χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές πολύ συχνά. Ακόμη, σχεδόν οι μισοί από αυτούς ισχυρίζονταν ότι ποτέ ή σχεδόν ποτέ δεν χρησιμοποιούν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Μόνο σε λίγες χώρες (ιδιαίτερα στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ισλανδία) ένα υψηλό ποσοστό μαθητών ανέφερε ότι

χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή πολύ τακτικά. Συμπερασματικά, στις περισσότερες χώρες, όταν οι μαθητές του δημοτικού σχολείου δουλεύουν με Τεχνολογίες των Πληροφοριών και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στο σχολείο, αυτό γίνεται κυρίως για να γράψουν κάτι ή για να αναζητήσουν πληροφορίες. Η έκθεση της «Ευρυδίκης» θεωρεί ότι αυτές οι δραστηριότητες ανταποκρίνονται αρκετά καλά στους στόχους και τις συστάσεις των επίσημων προγραμμάτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση για εκείνη τη χρονική περίοδο.

2.2. Ο προγραμματισμός στην εκπαίδευση

Οι βασικές λειτουργίες του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή, όπως μια απλή πρόσθεση ή αφαίρεση, η αποθήκευση στη μνήμη του υπολογιστή κ.ά. δεν θα μπορούσαν να εκτελεστούν αν δεν υπήρχαν οι εντολές οι οποίες είναι γραμμένες σε γλώσσα μηχανής και αποτελούνται από μια ακολουθία 0 και 1 σταθερού ή μεταβλητού πλήθους. Στα πρώτα χρόνια εμφάνισης και χρήσης των υπολογιστών η διαδικασία του προγραμματισμού ήταν μια χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία. Για να προγραμματιστεί ο υπολογιστής ώστε να μπορεί να εκτελέσει μια διεργασία, δημιουργήθηκαν από Πανεπιστήμια, δημόσιους ή ιδιωτικούς οργανισμούς και ερευνητικά κέντρα διάφορες γλώσσες προγραμματισμού (Κόμης, 2004). Οι γλώσσες προγραμματισμού αναπτύχθηκαν με σκοπό την επικοινωνία του ανθρώπου (προγραμματιστή) με τη μηχανή (υπολογιστή). Το κυριότερο συστατικό ενός προγράμματος είναι οι εντολές. Μπορούμε να φανταστούμε τις εντολές σαν οδηγίες του προγραμματιστή προς τον υπολογιστή για να κάνει κάτι (π.χ. να δημιουργήσει μια γραμμή, να μετακινήσει μια μορφή, να δείξει μια εικόνα στην οθόνη). Μία ακολουθία εντολών συνιστά το πρόγραμμα. Κάθε γλώσσα προγραμματισμού έχει το δικό της σύνολο διαθέσιμων εντολών και τους δικούς της κανόνες και συνιστά τη διατύπωση των αλγορίθμων σε τέτοια μορφή, ώστε να μπορούν να υλοποιηθούν από τον υπολογιστή.

Οι βασικές δομές του προγραμματισμού, δηλαδή τα επιμέρους τμήματα από τα οποία αποτελείται καθώς και η σύνδεσή τους που αποτελούν τη βάση όλων των γλωσσών προγραμματισμού μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις τύπους. Οι τύποι αυτοί αποτελούνται από την ακολουθία (ή διαδοχή), την απλή επιλογή και την επανάληψη (Γιαλούρης κ.ά., 1998 στο Κόμης, 2004). Η ακολουθία εντολών συνιστά ένα πρόγραμμα και έχει σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Η δομή της απλής επιλογής (εάν... τότε... αλλιώς...) μας δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης μιας ή περισσότερων εντολών ανάλογα με το αποτέλεσμα ελέγχου μιας δυαδικής συνθήκης. Προϋπόθεση γι' αυτήν την εκτέλεση είναι τα δεδομένα να είναι αληθή και τότε μπορούν οι εντολές να επαναληφθούν με τη δομή της επανάληψης (Κόμης, 2004).

Η δραστηριότητα του προγραμματισμού αποτελεί μια ξεχωριστή δραστηριότητα μέσα στο σύνολο των νοητικών δραστηριοτήτων αφού συνιστά σύνθετη και πολύπλοκη μάθηση. Αυτό γίνεται με τη χρήση του πληκτρολογίου, την εκμάθηση εντολών, συναρτήσεων και ήδη ορισμένων διαδικασιών, την αντιμετώπιση προβλημάτων σύνταξης, με τη διαχείριση της δομής του προγράμματος, τον έλεγχο και την αποσφαλμάτωση του κώδικα.

Πλέον εστιάζουμε το ενδιαφέρον μας στις μορφές συλλογισμού που χρησιμοποιεί ένα άτομο που προγραμματίζει, στις μεθόδους εργασίας του με σκοπό την καλή σύλληψη, σχεδίαση και υλοποίηση προγραμμάτων. Αυτό το πεδίο ενδιαφέρει ιδιαίτερα τους παιδαγωγούς και τους ψυχολόγους καθώς ο προγραμματισμός συνίσταται κυρίως στην ανάλυση ενός προβλήματος ή μιας κατάστασης που προηγείται της συγγραφής του προγράμματος. Ιδιαίτερα οι ψυχολόγοι μελετούν τη νοητική δραστηριότητα του ζεύγους ανάλυση- προγραμματισμός το οποίο ανήκει σε μια πιο εκτεταμένη κατηγορία ανθρώπινης νοητικής δραστηριότητας, της επίλυσης προβλημάτων (problem solving) (Κόμης, 2004).

Οι ψυχολογικές θέσεις του Piaget οδήγησαν στη χρήση του υπολογιστή ως μέσο κατανόησης και ανάπτυξης των νοητικών διαδικασιών και το παιδαγωγικό αυτό ρεύμα είναι γνωστό με τον όρο «αυτόνομη μάθηση». Οι βασικές θεωρήσεις αυτού του ρεύματος περιλαμβάνουν τις θέσεις ότι (Κόμης, 2004):

1. Ο υπολογιστής αποτελεί (ιστορικά) το πρώτο εργαλείο αυτοματοποίησης των νοητικών διαδικασιών, κάτι που σημαίνει ότι μόνο οι πλήρως κατανοημένες και αναλυμένες πτυχές των νοητικών διαδικασιών μπορούν να εκτελεστούν από τον υπολογιστή.
2. Η δημιουργία ενός προγράμματος ωθεί στην κατανόηση του χώρου εφαρμογής του προγράμματος.
3. Ένα πρόγραμμα δεν είναι παρά η μορφοποίηση ενός προβλήματος και της λύσης του. Αυτή η μορφοποίηση είναι δοκιμαζόμενη, εκτελέσιμη, επιβεβαιώσιμη και δυναμική, δηλαδή τροποποιείται παράλληλα με την ανάπτυξη γνώσεων.
4. Ο προγραμματισμός, μέσα σε ένα κατάλληλο περιβάλλον, επιτρέπει να συνειδητοποιήσουμε τους μηχανισμούς της σκέψης.

Από τα παραπάνω διακρίνουμε ότι οι θεωρήσεις είναι επικεντρωμένες στο μαθητή και στις προσωπικές του ικανότητες. Αποτελούν ένα κράμα απόψεων της διερευνητικής μάθησης (Bruner) και του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (Papert). Ο Papert μάλιστα προώθησε μια πιο ανθρώπινη εκδοχή του υπολογιστή ο οποίος

εμφανίζεται σαν μια υπολογιστική μηχανή που είναι στην ουσία ένα γνωστικό εργαλείο (cognitive tool). Ο ίδιος διατύπωσε το ερώτημα πώς οι υπολογιστές επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται και μαθαίνουν οι άνθρωποι ακόμα κι αν αυτοί δεν βρίσκονται σε φυσική επαφή με τη μηχανή (Κόμης, 2004). Πλέον διατυπώνονται δύο νέες, πρωτότυπες θεωρήσεις α) ότι ο υπολογιστής βρίσκεται στη διάθεση του μαθητή για να πραγματοποιήσει σχέδια που έχει συλλάβει ο ίδιος και β) ο μαθητής οφείλει να μάθει να επεξηγεί την ιδέα του ώστε να μπορέσει στη συνέχεια να τη μεταφράσει σε μια γλώσσα που μπορεί να διαβάσει η μηχανή.

Οι παραπάνω θεωρήσεις οδήγησαν στη δημιουργία μιας γλώσσας προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, της Logo, η οποία προσέφερε στους χρήστες της ένα γραφικό περιβάλλον εργασίας (με παράθυρα και μενού εντολών) για να έχουν πλήρη έλεγχο του συστήματος και να είναι εύχρηστο.

Η Logo σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε από τους Wally Feurseg και Seymour Papert το 1967 και πήρε την ονομασία της από την ελληνική λέξη λόγος. Το γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας υλοποιείται με μία χελώνα στην οποία ο χρήστης μπορεί να δώσει εντολή να σχεδιάσει ευθείες γραμμές, τετράγωνα και πολλά άλλα σχήματα. Υπάρχει φυσικά άμεση ανάδραση από το σύστημα και δυνατότητα αυτοδιόρθωσης. Ο Papert χαρακτήρισε τη Logo ως ένα εργαλείο με το οποίο τα παιδιά μαθαίνουν ανακαλύπτοντας αφού αυτά μπορούν να κατασκευάσουν δικές τους εντολές οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως αυτές του κατασκευαστή ενώ ταυτόχρονα μπορούν να αντιληφθούν πώς να επιλύσουν ένα πρόβλημα με τον υπολογιστή σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα (Κόμης, 2004). Αυτό το νέο παιδαγωγικό περιβάλλον, θεωρεί ο Papert, προσφέρει στον χρήστη ένα είδος κυριαρχίας πάνω στην μηχανή και τον φέρνει σε επαφή με τις βαθύτερες ιδέες της επιστήμης, των μαθηματικών και της τέχνης της δημιουργίας διανοητικών μοντέλων (Κόμης, 2004).

Η γλώσσα προγραμματισμού της Logo έχει κάποια προγραμματιστικά χαρακτηριστικά τα οποία επιτρέπουν (Κόμης, 2004, σελ. 323):

1. Την ανάπτυξη διαδικασιών και υποδιαδικασιών (procedures, subprocedures).
2. Τη χρήση τοπικών και ολικών μεταβλητών (local and global variables), μεταβλητών δηλαδή που έχουν εμβέλεια είτε στο πλαίσιο μια μόνο διαδικασίας (τοπική) είτε σε όλο το πρόγραμμα (ολική).
3. Τη δημιουργία σύνθετης αναδρομικής διαδικασίας (recursion), που είναι είναι μια διαδικασία η οποία μπορεί κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος να καλέσει τον εαυτό της.

4. Τον από πάνω προς τα κάτω (top-down), δηλαδή από το ολικό στο μερικό, και τον από κάτω προς τα πάνω (bottom-up), δηλαδή από το μερικό στον ολικό προγραμματισμό.
5. Τη διαδικασία εκσφαλμάτωσης (debugging) του προγράμματος μέσω κατάλληλων αναδράσεων
6. Την επεξεργασία λιστών (list structure) που επιτρέπει την επεξεργασία γλωσσικών δομών (λέξεις και φράσεις).

Τη Logo ακολούθησαν και άλλες γλώσσες προγραμματισμού με εκπαιδευτικούς σκοπούς και πάνω σε αυτή τη γλώσσα βασίστηκε η δημιουργία και άλλων προγραμματιστικών περιβαλλόντων. Πάνω στη γλώσσα προγραμματισμού της Logo δημιουργήθηκε και το περιβάλλον προγραμματισμού Microworlds Pro το οποίο χρησιμοποιείται στην ελληνική εκπαίδευση στο Δημοτικό και στο Γυμνάσιο. Το Microworlds Pro δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού πολλών χελωνών ταυτόχρονα στο ίδιο χώρο εργασίας.

Η πρωτογενής έρευνα και το έργο του Papert στην ανάπτυξη μιας γλώσσας προγραμματισμού που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αυτόνομα και από παιδιά μικρής ηλικίας (Papert, 1980), αποτέλεσαν το πλαίσιο μέσα στο οποίο αναπτύχθηκαν ουσιαστικές και σημαντικές συνεργασίες μεταξύ του MIT Media Lab και της LEGO Corporation. Αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας είναι διάφορες προγραμματιζόμενες κατασκευές όπως το Roamer, το Bee-Bot και το Lego WeDo τα οποία απευθύνονται άμεσα στις μικρές ηλικίες καθώς ο προγραμματισμός τους βασίζεται σε συμβολική γλώσσα που εύκολα μπορούν να κατανοήσουν και να χειριστούν μικρά παιδιά. Επίσης εμφανίζονται πιο σύνθετα εκπαιδευτικά πακέτα όπως το Lego Mindstorms NXT, το Pico Cricket αλλά και γλώσσες απτού προγραμματισμού όπως η Quetzal και η Tern που έχει τη δυνατότητα να συνδεθεί με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch (Horn & Jacob, 2007) οι οποίες επιτρέπουν ιδιαίτερα σε μικρότερα παιδιά να ασχοληθούν με βασικές έννοιες προγραμματισμού χωρίς τη χρήση συμβολικού κώδικα.

Με πολλά προγραμματιστικά περιβάλλοντα να έχουν εμφανιστεί από τη Logo μέχρι σήμερα, το 2003 εμφανίζεται η ιδέα για μια νέα γλώσσα οπτικού προγραμματισμού, τη Scratch, η οποία υλοποιείται στα εργαστήρια του MIT για να γίνει διαθέσιμη στο κοινό το 2007. Πιο συγκεκριμένα, η Scratch είναι μια ελεύθερη γλώσσα προγραμματισμού όπου κάποιος μπορεί να δημιουργήσει διαδραστικά σενάρια, έργα τέχνης, προσομοιώσεις και παιχνίδια. Σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς στο Massachusetts Institution of Technology (MIT)

Media Lab από τον Mitchel Resnick που διοικεί το τμήμα του «Δια Βίου Νηπιαγωγείου» (Lifelong Kindergarten). Τα παιδιά που δημιουργούν στο περιβάλλον του Scratch μαθαίνουν να σκέφτονται δημιουργικά, να χρησιμοποιούν συστηματικά τη λογική τους και να συνεργάζονται μεταξύ τους ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν μαθηματικές και υπολογιστικές ιδέες. Η ενασχόληση με τη μεθοδική μελέτη, επίλυση και δοκιμή προβλημάτων και λύσεων τα βοηθάει να σκέφτονται πιο γρήγορα, πιο έξυπνα, πιο συστηματικά. Ενδείκνυται για παιδιά από την ηλικία 5 έως 15 ετών λόγω της ευκολίας που προσφέρει στην προσθήκη εντολών με τη μορφή πλακιδίων με τη μέθοδο drag and drop. Υπάρχουν οι συνήθεις προγραμματιστικές δομές (επαναλήψεις, επιλογές) που παρουσιάζονται όμως απλώς σαν κομμάτια (blocks) που ενώνονται μεταξύ τους. Οι εντολές μοιάζουν με τουβλάκια. Για τη δημιουργία ενός προγράμματος σέρνουμε τις εντολές στο χώρο ενεργειών προσπαθώντας να δημιουργήσουμε μία ή περισσότερες ακολουθίες εντολών. Αυτό, σε συνδυασμό με τη πληθώρα των εντολών κίνησης, δημιουργίας γραφικών εφέ, αλλαγής όψεων των χαρακτήρων, παραγωγής ήχων, καταγραφής ηχογραφήσεων κ.ά. δημιουργούν ένα ανεξάντλητο και ελκυστικό προγραμματιστικό περιβάλλον που μπορεί να χρησιμοποιηθεί αφενός για τη διδασκαλία προγραμματιστικών-αλγοριθμικών αρχών, αφετέρου για τη δημιουργία έργων από τους μαθητές στα πλαίσια άλλων διδακτικών αντικείμενων. Επιπλέον η γλώσσα προγραμματισμού Scratch υπάρχει και στην ελληνική γλώσσα πράγμα που καταρρίπτει πλέον κάθε εμπόδιο για τους μικρούς Έλληνες μαθητές. Να σημειωθεί τέλος ότι μεγάλο πλεονέκτημα είναι η ύπαρξη της κοινότητας του Scratch στην οποία μπορεί να γραφτεί οποιοσδήποτε και να μοιραστεί τα έργα του. Μπορεί ακόμα να δει τα έργα των άλλων και τις εντολές που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του. Το Scratch υποστηρίζει ως επέκταση το ρομποτικό πακέτο Lego WeDo το οποίο εμπεριέχει τις δικές του εντολές και μέσα από το οποίο ο χρήστης μπορεί πλέον να αλληλεπιδρά μέσω της διεπιφάνειας του προγράμματος με τον φυσικό κόσμο.

Οι προσπάθειες για ανάπτυξη νέων γλωσσών προγραμματισμού για εκπαιδευτική χρήση είναι συνεχής με αποτέλεσμα να υπάρχει πλέον ποικιλία αλλά και μεγάλος ανταγωνισμός στην ανάπτυξή τους. Μια ακόμα γλώσσα προγραμματισμού που έχει εμπνευστεί από τη Logo είναι η Robo (Documentation Robo - <http://www.robomind.net/en/introduction.htm>). Η Robo είναι μια σχετικά νέα και απλή γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς σκοπούς και έχει στόχο να εξοικειώσει τον ενδιαφερόμενο με τα βασικά της επιστήμης των υπολογιστών.

Η Robo εισάγει τον χρήστη στις γνωστές προγραμματιστικές τεχνικές, στη ρομποτική και την τεχνητή νοημοσύνη μέσα από τον προγραμματισμό του μικρού

ρομπότ. Αυτό μπορεί να κάνει κάποιες συγκεκριμένες κινήσεις όπως να οδηγήσει, να γυρίσει και να κοιτάξει γύρω του, να μετακινήσει αντικείμενα και να χρωματίσει. Υπάρχουν διάφορα περιβάλλοντα φτιαγμένα από τουβλάκια μέσα στα οποία μπορεί να κινηθεί το ρομπότ και να αποτυπωθεί η διαδρομή του με τη μορφή εντολών.

Μέσα σε αυτό το περιβάλλον μπορούμε να εξερευνήσουμε και να ξεκινήσουμε αμέσως τον προγραμματισμό. Η ειδική γλώσσα προγραμματισμού που έχει γραφτεί αποτελείται συνοπτικές οδηγίες που απευθύνονται στο ρομπότ. Έτσι υπάρχουν ευκαιρίες να δημιουργήσει ο χρήστης δικά του προγράμματα και να ανακαλύψει τις βαθύτερες αρχές που διέπουν τις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού. Από τεχνικής άποψης η Robo είναι μια επιτακτική/διαδικαστική γλώσσα προγραμματισμού όπως και η πλειοψηφία των γλωσσών στην επιστήμη των υπολογιστών. Περιλαμβάνει ένα πλήθος βασικών οδηγιών για τον έλεγχο του ρομπότ, βρόγχους επανάληψης, δηλώσεις υπόθεσης αν...τότε...αλλιώς και τη δυνατότητα να καθορίσει το άτομο από μόνο του τις οδηγίες με τη δημιουργία διαδικασιών που μπορούν να οριστούν αναδρομικά.

Το πρόγραμμα RoboMind, στο οποίο έχει κανείς τη δυνατότητα να προγραμματίσει με τη γλώσσα της Robo, έχει στόχο να χρησιμεύσει ως μια πρώτη εισαγωγή στην αυτοματοποίηση και στον προγραμματισμό χωρίς προϋποθέσεις. Το επίπεδο δυσκολίας μπορεί να προσαρμοστεί στον χρήστη αφού υπάρχουν διάφορα σενάρια που μπορούν να σχεδιαστούν. Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι μαθητές μπορούν να εξοικειωθούν με τη γραφή εντολών με το να κινούν το ρομπότ μέσα στο περιβάλλον του.

Οι Koorsse, Calitz και Cilliers (2011) αναφέρουν το Scratch και το RoboMind ως ένα από τα εργαλεία που υποβοηθούν την εκμάθηση του προγραμματισμού (Programming assistance tools, PATs) και είναι εξ επί τούτου σχεδιασμένα ώστε να καθοδηγούν αρχάριους προγραμματιστές στην προσπάθεια εκμάθησης του προγραμματισμού. Ένα ιδανικό εργαλείο για την εκμάθηση του προγραμματισμού (PAT) είναι αυτό που μπορεί να υποστηρίξει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως την επίλυση προβλημάτων, τον σχεδιασμό αλγορίθμων, τη βοήθεια στην εκμάθηση σύνταξης για συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού και τη μερική κατάρτιση ώστε να μπορεί κανείς ελέγξει την παραγωγή και λειτουργία ενός μπλοκ κώδικα. Τα προαναφερθέντα εργαλεία (PATs) μπορούν επίσης να κάνουν χρήση τεχνικών οπτικοποίησης και κινούμενων σχεδίων (animation). Η πλειοψηφία των προγραμματιστικών εννοιών, δεδομένων, δομών πληροφοριών και αλγορίθμων, είναι αφηρημένες και έτσι οι τεχνικές οπτικοποίησης βοηθούν τους αρχάριους να αναπτύξουν ένα σαφές νοητικό μοντέλο για τις προγραμματιστικές έννοιες.

2.2.1. Τα Προγράμματα Σπουδών και ο Προγραμματισμός Η/Υ

Στη χώρα μας ο προγραμματισμός εντάχθηκε το 2011 στο νέο Πρόγραμμα Σπουδών του Δημοτικού Σχολείου στην Έκκαι Στ΄ τάξη στην ενότητα «Προγραμματίζω τον υπολογιστή» από το οποίο αναμένεται οι μαθητές να μάθουν μέσα σε 12 διδακτικές ώρες βασικές γνώσεις πάνω στον προγραμματισμό.

Όπως αναφέρεται στο «Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση», στο κεφάλαιο 1.2. «στα σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών ο πληροφορικός γραμματισμός θεωρείται γνωστικό-μαθησιακό αντικείμενο αντίστοιχης σπουδαιότητας με τον γλωσσικό γραμματισμό (literacy), τα μαθηματικά και τον επιστημονικό γραμματισμό (scientific literacy). Ο όρος πληροφορικός γραμματισμός (ICT literacy) περιγράφει την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες, τα εργαλεία επικοινωνίας και τις δικτυακές υπηρεσίες για την προσπέλαση, διαχείριση, ενσωμάτωση, αξιολόγηση, δημιουργία και επικοινωνία πληροφοριών, με στόχο την επίλυση προβλημάτων και, τελικά, τη μάθηση και τη συνεχή τους ανάπτυξη. Κατά συνέπεια, η ένταξη των ΤΠΕ στο Δημοτικό Σχολείο δεν έχει ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με τους υπολογιστές και με συγκεκριμένα λογισμικά ούτε, πολύ περισσότερο, την κατάρτισή τους σε εφήμερες τεχνολογικές δεξιότητες. Οι ΤΠΕ δεν αποτελούν ένα εξαιρετικό (σπάνιο) γεγονός στην τάξη αλλά είναι πλήρως ενταγμένες στην καθημερινή εργασία μαθητών και δασκάλου και σε όλα τα αντικείμενα του Προγράμματος Σπουδών με στόχο:

- την υποστήριξη των σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων για τη μάθηση
- την επίλυση προβλημάτων και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης της δημιουργικής ικανότητας των μαθητών
- την υποστήριξη διερευνητικών, εποικοδομητικών και συνεργατικών μαθησιακών δραστηριοτήτων
- τη διατήρηση ενός παράθυρου επικοινωνίας με το σύγχρονο κόσμο, με στόχο την ενίσχυση της μάθησης.»

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα Προγράμματα Σπουδών του 2011 εφαρμόζονται μόνο σε επιλεγμένα δημοτικά σχολεία σε όλη τη χώρα τα οποία έχουν διευρυμένο ωράριο λειτουργίας. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι βρίσκονται σε πιλοτική εφαρμογή, επομένως δεν μπορούμε να θεωρήσουμε ως δεδομένο ότι όλοι οι 11χρονοι και 12χρονοι μαθητές της χώρας έχουν έρθει σε επαφή με τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα που προτείνονται και αναφέρονται σε επόμενη σελίδα. Το παραπάνω αποτελεί σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στην παρούσα εργασία

καθώς μετά το ΦΕΚ 1360/16.06.2011 λειτουργούσαν στη χώρα 961 δημοτικά σχολεία με βάση το Εναίο Αναμορφωμένο Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα.

Μέσα από τις δραστηριότητες που προτείνονται στο Πρόγραμμα Σπουδών επιδιώκεται οι μαθητές ηλικίας 11- 12 ετών να ενισχύσουν τις προγραμματιστικές τους δεξιότητες μέσα από την ενεργητική συμμετοχή, τη διερευνητική προσέγγιση της γνώσης, τη συνεργασία, την αυτενέργεια και την ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της φαντασίας των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα:

Ο μαθητής/τρια πρέπει να είναι ικανός/ή

να αναγνωρίζει τις βασικές συνιστώσες ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος οπτικού προγραμματισμού
να εκτελεί έτοιμα προγράμματα που θα του δοθούν
να περιγράφει με λεκτικό τρόπο τα βήματα απλών αλγορίθμων που καλείται να υλοποιήσει στο εκπαιδευτικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού
να διατυπώνει απλές εντολές στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού
να ορίζει ενέργειες και σενάρια που πρέπει να εκτελεστούν για να επιτευχθούν επιθυμητά γεγονότα
να εξηγεί γιατί ένα αντικείμενο του προγραμματιστικού περιβάλλοντος συμπεριφέρεται με συγκεκριμένο τρόπο
να κωδικοποιεί έναν αλγόριθμο σε προγραμματιστικό περιβάλλον και να αναπτύσσει μικρές εφαρμογές χρησιμοποιώντας ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού
να αναλύει ένα πρόβλημα σε επιμέρους απλούστερα
να συνθέτει ένα έργο από τα επιμέρους στοιχεία του (που έχουν προκύψει από την ανάλυση)
να διακρίνει διάφορα γεγονότα (events) στο περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού
να εξοικειωθεί με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων και βελτιστοποίησης των προγραμμάτων που αναπτύσσουν εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού
να δημιουργεί σύνθετα έργα που βασίζονται στη σύνθεση επιμέρους απλούστερων έργων
να αντιλαμβάνεται την αναγκαιότητα και τη χρησιμότητα της δομής επανάληψης
να χρησιμοποιεί εντολές επανάληψης στα προγράμματα που αναπτύσσει
να αντιλαμβάνεται τη χρησιμότητα το ρόλο της διαδικασίας σε ένα πρόγραμμα
να χρησιμοποιεί διαδικασίες στα έργα του
να εφαρμόζει τεχνικές ελέγχου και διόρθωσης σφαλμάτων στα προγράμματα που δημιουργεί
να κατανοεί τη λειτουργία έτοιμων προγραμμάτων που του δίνονται

Ως εκπαιδευτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί σαν μέσο για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, προτείνονται τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού, οι προσομοιώσεις αλγορίθμων, η εκπαιδευτική ρομποτική καθώς και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα EasyLogo, Scratch, BYOB, Kodu, Microworlds Pro, gameMaker, K-turtle, Turtle Art και openStarlogo. Επίσης προτείνεται η χρήση java applets και flash animations.

Αυτό που αναμένεται με την ολοκλήρωση της ενότητας αυτής είναι, όπως αναφέρεται στο Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στο Δημοτικό (2011, σελ. 45), «η σταδιακή εξοικείωση των μαθητών με τον προγραμματισμό μέσα από την αξιοποίηση διαθέσιμων εκπαιδευτικών περιβαλλόντων οπτικού προγραμματισμού. Οι μαθητές σε κατάλληλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα προγραμματισμού, χειρίζονται και διερευνούν έτοιμα προγράμματα και εισάγονται στην έννοια του αλγορίθμου, έχοντας ως γενικό προσανατολισμό τη μετάβαση από την ψηφιακή ζωγραφική στα προγραμματιζόμενα πολυμέσα. Ο εκπαιδευτικός, προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών, ώστε να δημιουργήσουν μικρές εφαρμογές, στις οποίες θα προκαλείται η δράση αντικειμένων στη σκηνή ή στο χώρο επισκόπησης με χρήση χειριστηρίων (πληκτρολόγιο, ποντίκι). Ενδεικτικά προτείνεται να χρησιμοποιηθεί παιχνίδι ρόλων με στόχο οι μαθητές να μνηθούν στον προγραμματισμό (π.χ. λογική της γεωμετρίας της χελώνας, αυστηρότητα διατύπωσης των εντολών κ.λπ.). Ένας μαθητής παίζει το ρόλο της χελώνας (του ρομπότ) και ένας άλλος είναι ο προγραμματιστής που τον κατευθύνει στο χώρο της τάξης (με τις εντολές Μπροστά, Αριστερά, Δεξιά). Ο εκπαιδευτικός μπορεί να παρουσιάσει το προγραμματιστικό περιβάλλον στους μαθητές αρχικά ως μια επέκταση του προγράμματος ζωγραφικής. Έτσι οι μαθητές σχεδιάζουν εκτελώντας κατάλληλες εντολές απλά σχήματα.»

Στον τομέα του προγραμματισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση έχουν παρουσιαστεί σε εγχώρια συνέδρια πολλές προτάσεις για την αξιοποίηση και χρήση του προγραμματισμού (Τσοβόλας Σ., Κόμης Β. (2008), Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού) και ιδιαίτερα μέσα από το λογισμικό Scratch (Νικολός Δ., Μισιρλή Α., Δαβράζος Γ., Μπακόπουλος Ν., Κόμης Β. (2008), Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch και το ρομποτικό πακέτο Lego WeDo). Επίσης έχουν σχεδιαστεί διδακτικά σενάρια για τις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού (Χασανίδης Δ., Ντίνας Κ., Μπράτισης Θ., Στάμου Α., Γκόγκου Χ. (2012), Διαθεματική πρόταση διδασκαλίας για το μάθημα ΤΠΕ της ΣΤ' Δημοτικού με χρήση γλωσσικών δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος Scratch).

2.2.2. Τα πλεονεκτήματα εκμάθησης του προγραμματισμού και οι δυσκολίες των μαθητών

Οι μηχανικοί ανάπτυξης λογισμικού και οι προγραμματιστές κατά την διάρκεια της εργασίας τους υιοθετούν μία προσέγγιση που τους επιτρέπει να φτάσουν σε υψηλά επίπεδα αφαίρεσης μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την πολυπλοκότητα των προβλημάτων που καλούνται να λύσουν. Ο προγραμματισμός είναι κάτι περισσότερο από ένα εργαλείο υλοποίησης υπηρεσιών ή εφαρμογών, καθώς συνδυάζει έννοιες όπως η λογική, η αποδόμηση, η εκτίμηση και η αφαιρετικότητα.



Εικόνα 2. Ο Προγραμματισμός στην Εκπαίδευση (προσαρμογή από το Barefoot Computing).

Η προγραμματιστική υλοποίηση ενός αλγορίθμου που στοχεύει στην επίλυση ενός προβλήματος περιλαμβάνει τις έννοιες που περιγράφονται στην Εικόνα 2. Πιο συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια σχεδίασης και υλοποίησης ενός αλγορίθμου που επιλύει ένα πρόβλημα χρειάζεται αφαιρετική σκέψη ώστε να εστιάσουμε στον πυρήνα του προβλήματος και στην συνέχεια να αποδομήσουμε το πρόβλημα σε μικρότερα και ευκολότερα υποπροβλήματα. Τα υποπροβλήματα αυτά θα τα αναλύσουμε προσπαθώντας να βρούμε πρότυπα που θα μπορέσουν να κάνουν πιο αποτελεσματική την λύση μας και τέλος εκτιμώντας τα δεδομένα θα οδηγηθούμε σε προβλέψεις που συνήθως λειτουργούν ως ανάδραση στην διαδικασία θέτοντας την σε κίνηση από το αρχικό βήμα της αφαίρεσης. Για να πετύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα στην διαδικασία του προγραμματισμού πρέπει να την προσεγγίσουμε με τους τρόπους που παρουσιάζει η δεξιά στήλη στην Εικόνα 2. Αρχικά, η έννοια της αποδόμησης του προβλήματος δημιουργεί εξ ορισμού την ανάγκη συνεργασίας, καθώς κάθε άτομο/ομάδα πρέπει να επιφορτιστεί με την επίλυση ενός αριθμού υποπροβλημάτων, ειδικότερα αν πρόκειται για πρόβλημα μεγάλου μεγέθους. Επίσης

σημαντικό είναι το στάδιο του πειραματισμού, καθώς δεν μπορούμε να είμαστε σίγουροι ότι ένα σύνολο κανόνων δουλεύει παρά μόνο αν το εξετάσουμε στο σύνολο των πιθανών περιπτώσεων. Το στάδιο αυτό συνήθως οδηγεί στον εντοπισμό σφαλμάτων τα οποία πρέπει να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε μέσω της διαδικασίας της αποσφαλμάτωσης (*debugging*), η οποία αποτελεί την βάση του προγραμματισμού.

Όπως φαίνεται και από την παραπάνω ανάλυση ο προγραμματισμός του υπολογιστή από μαθητές νεαρής ηλικίας αποτελεί μια δραστηριότητα που θα τους φέρει σε επαφή με έννοιες και διαδικασίες που έχουν να προσφέρουν πολλά στην ανάπτυξη του ατόμου σε γνωστικό επίπεδο. Η χρήση δομημένου τρόπου σκέψης βοηθά στην επίλυση προβλημάτων διαφορετικού επιπέδου δυσκολίας ενώ ταυτόχρονα διευκολύνει το άτομο να εντοπίσει τις αδυναμίες του και να τις βελτιώσει, επαυξάνοντας έτσι το γνωστικό του υπόβαθρο.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού έχει στόχο να αποκτήσουν οι μαθητές προγραμματιστικές έννοιες και δομές και να αποκτήσουν ικανότητες στη σχεδίαση και υλοποίηση λύσεων (ανάλυση προβλήματος, επαναχρησιμοποίηση υαρχόντων λύσεων, αποτελεσματική βέλτιστη χρησιμοποίηση των προγραμματιστικών δομών, δοκιμή λύσεων). Ταυτόχρονα στοχεύει στην επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας ποικίλα εργαλεία (Γρηγοριάδου κ.ά, 2002).

Έρευνες έχουν δείξει ότι πολλοί μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον προγραμματισμό (Τζιμογιάννης & Γεωργίου, 1999, Σατρατζέμη, Δαγδιλέλης, Ευαγγελίδης, 2002). Η διδακτική προσέγγιση του προγραμματισμού έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και δυσκολίες που δε συναντώνται σε άλλα γνωστικά αντικείμενα (Τζιμογιάννης, Γεωργίου, 1999). Αυτά είναι :

1. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αλγορίθμων είναι μία σύνθετη και περίπλοκη νοητική δραστηριότητα, η οποία απαιτεί την καλλιέργεια δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου αλλά και γνώσεις από διάφορα αντικείμενα.
2. Ο κώδικας επικοινωνίας μαθητή-υπολογιστή είναι απόλυτος και αυστηρά καθορισμένος, με βάση συγκεκριμένους συντακτικούς κανόνες.
3. Βασικό στοιχείο στη διδασκαλία γλωσσών προγραμματισμού είναι η ενεργός συμμετοχή του μαθητή, καθώς ο προγραμματισμός δε νοείται χωρίς τις διαδικασίες επικοινωνίας-ανάδρασης μεταξύ μαθητή και υπολογιστή.

Ένα τελευταίο κριτήριο σχετίζεται με τις μελέτες της Γνωστικής Ψυχολογίας, σύμφωνα με την οποία οι αρχάριοι προγραμματιστές δεν έχουν αναπτύξει υποδείγματα προγραμματισμού (νοητικά σχήματα) τα οποία μπορούν να εφαρμόσουν

σε καινούρια προβλήματα. Η απαίτηση για συνθετική και αναλυτική σκέψη (ανάλυση ενός προβλήματος σε επιμέρους υποπροβλήματα και σύνθεσή τους) προσδίδει στον προγραμματισμό μια θεμελιώδη απαίτηση για βηματική προσέγγιση. Η έλλειψη επαρκών αναπαραστάσεων για τη ροή των δεδομένων, το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή καθορίζει το μοντέλο της μηχανής που οικοδομούν οι μαθητές (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2004). Έτσι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τον υπολογιστή μόνο χρηστικά προσδίδοντάς του χαρακτήρα “μαύρου κουτιού”.

Μια συνηθισμένη κατηγορία λανθασμένων αντιλήψεων στους αρχάριους προγραμματιστές σύμφωνα με τον Δαγδιλέλη (1996) έχει την πηγή της στην καθημερινή ζωή. Πολλές φορές οι σπουδαστές, όπως αναφέρει, μεταφέρουν τη διατύπωση της λύσης ενός προβλήματος, η οποία είναι εκφρασμένη σε φυσική γλώσσα ή ακόμα και καθημερινές συνομιλίες μεταξύ ανθρώπων, σε μια γλώσσα προγραμματισμού.

Νεότερη έρευνα των Koorsse, Calitz και Cilliers (2011), αναφέρει ότι οι αρχάριοι προγραμματιστές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην εκμάθηση του προγραμματισμού γενικότερα αλλά ειδικότερα δυσκολεύονται στην αποσφαλμάτωση, στη δημιουργία μοντέλων ακριβείας για το πως ο υπολογιστής εκτελεί οδηγίες, καθώς και στην εκτέλεση συντακτικών κανόνων στις υψηλού επιπέδου γλώσσες προγραμματισμού. Έχουν γίνει προσπάθειες να αντιμετωπιστούν αυτές οι δυσκολίες με τον σχεδιασμό προγραμματιστικών περιβαλλόντων που έχουν ως στόχο να υποβοηθήσουν την εκμάθηση του προγραμματισμού (programming assistance tools) με τεχνικές οπτικοποίησης, με κινούμενα σχέδια και περιβάλλοντα «σύρε και άφησε» (drag and drop). Αναφέρουν ότι η παραγωγή κώδικα γίνεται σε τρία βήματα:

1. Ένα πρόβλημα ή κάποιες απαιτήσεις πρέπει να ληφθούν υπόψη ώστε να αποφασιστεί ποια στρατηγική προγραμματισμού θα χρησιμοποιηθεί.
2. Πρέπει να διατυπωθεί ένας αλγόριθμος για να λυθεί το πρόβλημα, συχνά σε μορφή ψευδοκώδικα.
3. Ο αλγόριθμος μεταφράζεται σε κώδικα της γλώσσας προγραμματισμού. Το πρόγραμμα δοκιμάζεται και γίνονται οι απαραίτητες αλλαγές μέχρι να ικανοποιηθούν οι αρχικές απαιτήσεις για τη λύση του προβλήματος.

Σε περίπτωση που οι μαθητευόμενοι δεν γνωρίζουν τις διαφορετικές προγραμματιστικές έννοιες, τότε θα είναι δύσκολο να σχεδιάσουν μια λύση. Αν κατανοούν τον κώδικα, τότε θα είναι πολύ πιο εύκολο να τον παράξουν. Φυσικά δεν πρέπει να παραλειφθεί η σημασία του διδάσκοντα που καθοδηγεί τον αρχάριο

προγραμματιστή, ο οποίος πρέπει να ισορροπεί το «πώς» με το «γιατί», αλλά και να σέβεται το ρυθμό μάθησης του κάθε μαθητή.

Με τα νέα προγραμματιστικά περιβάλλοντα που σχεδιάζονται συνεχώς λαμβάνοντας υπόψη τους μαθητές από την προσχολική ηλικία, οι δυσκολίες των αρχάριων προγραμματιστών μειώνονται συνεχώς. Τέτοια περιβάλλοντα, όπως τα έχουν μελετήσει και αναλύσει οι Koorsse, Calitz και Cilliers (2011) είναι τα Scratch, RoboMind, BlueJ, Greenfoot, RoboProg, B#, Jeliot, Ville, PlanAni, Alice3D και JGrasp.

2.3. Η ρομποτική στην εκπαίδευση

Η ρομποτική εμφανίζεται είτε ως Ανάλυση και Έλεγχος «κλασικών» (βιομηχανικών) ρομποτικών χειριστών (*Κινηματική, Στατική, Δυναμική μοντελοποίηση, Σχεδιασμός ρομποτικού δρόμου, έλεγχος ρομποτικών αρθρώσεων, εισαγωγή σε μη γραμμικές τεχνικές ρομποτικού ελέγχου*) είτε ως ευφυή Ρομποτικά Συστήματα («επιδέξιοι» ρομποτικοί χειριστές και «αυτόνομα» κινούμενα ρομποτικά συστήματα) (Τζαφέστας, 1996).

Η ετυμολογία του όρου ρομπότ ανάγεται στην τσεχική γλώσσα και πιο συγκεκριμένα στην λέξη *robota*, που σημαίνει άμισθη/εξαναγκασμένη εργασία. Κατά άλλους βέβαια η λέξη προέρχεται από την σλάβικη *rabu* που σημαίνει σκλάβος. Η έννοια πρωτοσυναντάται στο θεατρικό έργο επιστημονικής φαντασίας του Karel Capek με τίτλο «RUR: Rossum's Universal Robots» το οποίο παρουσιάστηκε στις 25 Ιανουαρίου του 1921 στο Εθνικό θέατρο της Πράγας. Με τον όρο αυτό ο Capek ήθελε να εκφράσει τον τεχνητό άνθρωπο, προαναγγέλοντας την εμφάνιση ενός «Ανδροΐδους» το οποίο αποκαλείται «robot».

Μπορούμε να ορίσουμε ως ρομπότ μια μηχανή που «αισθάνεται», «σκέφτεται» και «επενεργεί» (sense, think, act). Άρα, ένα ρομπότ διαθέτει:

- αισθητήρες για την απόκτηση πληροφορίας (α) από το εξωτερικό περιβάλλον, ή (β) σε σχέση με την εσωτερική κατάσταση,
- δυνατότητες επεξεργασίας, αντίληψη, συλλογισμό, λήψη αποφάσεων, σχεδιασμό δράσης,
- επενεργητές, για την εκτέλεση κάποιας εργασίας στο περιβάλλον.

Οι βασικές ιδιότητες ενός ρομπότ εκφράζουν την διττή του φύση ως υπολογιστής και μηχανή και ταυτόχρονα την δυνατότητα του να προσαρμόζεται σε διαφορετικά περιβάλλοντα και απαιτήσεις. Πιο συγκεκριμένα, διαθέτει τρεις βασικές ιδιότητες:

- δυνατότητες επαναπρογραμματισμού,

- δυνατότητες μηχανικής δράσης, εκτέλεση φυσικών εργασιών πάνω στο περιβάλλον,
- προσαρμοστικότητα, ευελιξία, πολυσχιδής λειτουργικότητα (Τζαφέστας, 1996).

Η εκπαιδευτική ρομποτική εμφανίζεται κυρίως μέσα από το παιδαγωγικό ρεύμα της Logo. Η ρομποτική ως παιδαγωγική προσέγγιση εντάσσεται στο πλαίσιο του κατασκευαστικού εποικοδομισμού όπως αναπτύχθηκε από τον Papert, παρόλο που από τεχνικής άποψης η ρομποτική είναι εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης (Κόμης, 2004). Το προγραμματιζόμενο ρομπότ είναι το κατεξοχήν εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής και ενσαρκώνει μια οντότητα με τη δυνατότητα της αυτονομίας η οποία είναι σε θέση να εκτελέσει συγκεκριμένες εκ των προτέρων αποστολές μέσα σε ένα δυναμικό περιβάλλον. Είναι ένα αντικείμενο μεταξύ των τεχνικών κατασκευών που συνθέτουν το καθημερινό μας περιβάλλον και έτσι αποτελεί ιδανικό εργαλείο για την εισαγωγή της διεπιστημονικής προσέγγισης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Σύμφωνα με τον Κόμη (2004), μπορούμε να προσεγγίσουμε διάφορα γνωστικά πεδία όπως τη μηχανική και ηλεκτρομηχανική από τον κινητήρα, τη μετάδοση και μετατροπή των κινήσεων (το ρομπότ ως τεχνικό αντικείμενο), τα συνθετικά μέρη (το ρομπότ ως ηλεκτρονικό αντικείμενο) και την πληροφορική, αφού το ρομπότ προγραμματίζεται με τη βοήθεια ενός λογισμικού (το ρομπότ ως πληροφορικό αντικείμενο).

Όταν πρόκειται τα ρομπότ να χρησιμοποιηθούν για παιδαγωγικούς στόχους επιτρέπουν α) την εξερεύνηση του χώρου από απόσταση, χωρίς παρέμβαση του σώματος, β) ακριβή και λογική γλώσσα εντολών, μέσω μιας κωδικοποίησης, γ) πρόβλεψη πράξεων, δ) αλγοριθμική οικοδόμηση των διαδρομών, ε) κοινωνικοποίηση γύρω από ένα συλλογικό αντικείμενο και στ) πιθανή διαισθητική συνειδητοποίηση σύνθετων φαινομένων όπως η σχέση ανάμεσα στην ταχύτητα, τον χρόνο και την μετακίνηση.

Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής διακρίνονται τρεις τουλάχιστον επιμέρους παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Ο Κόμης (2004) αναφέρει ότι μια πρώτη προσέγγιση συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων με τη βοήθεια γλωσσών εντολών, όπως οι τυπικές γλώσσες προγραμματισμού, και αντιστοιχεί στην προβληματική της Τεχνολογίας Ελέγχου.

Μια δεύτερη παιδαγωγική προσέγγιση έρχεται απευθείας από την παιδαγωγική παράδοση της Logo, με τη δημιουργία ποικίλων μικρόκοσμων, που απαιτούν ύπαρξη αυτομάτων με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την προγραμματιζόμενη «χελώνα» εδάφους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσα σε διάφορες παιδαγωγικές καταστάσεις με σημασία και νόημα για τους μαθητές. Μια τρίτη προσέγγιση αφορά στη χρήση της παιδαγωγικής ρομποτικής ως ενός εναλλακτικού τρόπου εκμάθησης του

προγραμματισμού κάτω από το πρίσμα της ανάπτυξης της οργάνωσης της σκέψης μέσω πρόβλεψης για τη μετακίνηση αντικειμένων μέσα στο χώρο (Κόμης, 2004). Σε κάθε περίπτωση, η ενασχόληση με τη ρομποτική ενέχει δύο ειδών δραστηριότητες: μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική.

Ο προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών έχει μια ιδιαιτερότητα σε σχέση με τον προγραμματισμό σε άλλες συνθήκες ή καταστάσεις γιατί ταυτίζεται με την απόδοση συμπεριφοράς σε μια τεχνητή κατασκευή. Η τεχνητή κατασκευή δημιουργείται από τους μαθητές αξιοποιώντας ένα σύνολο δομικών υλικών, όπως για παράδειγμα τα Lego Mindstorms. Μπορεί να διαθέτει αισθητήρες για να συλλαμβάνει συμβάντα ή καταστάσεις του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, απόσταση από εμπόδιο, ένταση φωτός, επαφή με άλλα αντικείμενα, κλπ). Μπορεί επίσης να διαθέτει μηχανισμό κίνησης (μοτέρ) που θέτει σε κίνηση ολόκληρη την κατασκευή ή ένα τμήμα της. Μια τυπική συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής είναι η αντίδραση σε ένα πιθανό ερέθισμα.

Αυτή η ιδιαιτερότητα στον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών δημιουργεί ένα εντελώς νέο περιβάλλον εργασίας για τους μαθητές και έχει τα εξής χαρακτηριστικά α) είναι έντονα παρακινητικό, παράγοντας υψίστης σημασίας για τη διδακτική, β) έχει άμεση σύνδεση με κοινωνικές πρακτικές αναφορές (Κόμης, 2005) δεδομένου ότι η κατασκευή διαφόρων αντικειμένων συνιστά πλέον διαδεδομένη κοινωνική πρακτική ακόμα και στον κόσμο των παιδιών, γ) ευνοεί τη στρατηγική δοκιμής – πλάνης, που είναι στρατηγική οικεία στους μικρούς μαθητές, δ) αναδεικνύει παραδεκτές προσεγγίσεις και λύσεις και όχι μία και μοναδική σωστή λύση αφού μια συμπεριφορά μπορεί να αποδοθεί με πολλούς τρόπους και ε) υποστηρίζει μεταγνωστικές διεργασίες μάθησης, δεδομένου ότι η προγραμματιστική δραστηριότητα οδηγεί στη συγκρότηση, την ανάλυση και την εξωτερίκευση νοητικών διεργασιών. Αυτή η προσπάθεια έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα αφού μας αναγκάζει να σκεφτούμε πάνω στον τρόπο που σκεφτόμαστε και ενεργούμε.

2.3.1. Η εκπαιδευτική ρομποτική στην πράξη

Η θεωρητική προσέγγιση που χρησιμοποιείται για να σχεδιαστεί μια εκπαιδευτική παρέμβαση σε σειρά μαθημάτων για να εισαχθεί η εκπαιδευτική ρομποτική στις σχολικές τάξεις μικρών ηλικιών, ενσωματώνει στοιχεία από τον κονστρακτιοντισμό του Papert (1980) που θεωρεί ότι τα παιδιά μπορούν να μάθουν εις βάθος όταν χτίζουν από μόνα τους διάφορα έργα που έχουν νόημα γι' αυτά μέσα σε μια κοινότητα μαθητών και όταν αναλογίζονται με προσοχή τη διαδικασία που ακολουθούν. Η θεώρηση αυτή του Papert έχει τις ρίζες του στον εποικοδομισμό του Piaget (1954) που μας μεταφέρει ότι το παιδί χτίζει ενεργητικά τη γνώση μέσα από

την εμπειρία, αλλά και στη συγγενή παιδαγωγική προσέγγιση «μαθαίνω μέσα από την πράξη» (“learn-by-doing”). Ενώ η θεωρία του Piaget (1954) θέλει να εξηγήσει πώς οικοδομείται η γνώση στο μυαλό ενός ατόμου, ο Papert (1980) εισάγει την άποψη ότι ότι τα άτομα μαθαίνουν δημιουργώντας νοητικά μοντέλα για να κατανοήσουν τον κόσμο. Μάλιστα η μάθηση μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική όταν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της μάθησης οι μαθητές κατασκευάζουν απτά αντικείμενα του πραγματικού κόσμου που έχουν νόημα γι’ αυτούς. Τα αντικείμενα που επιλέγονται πρέπει να προξενούν ενδιαφέρον στα παιδιά ώστε αυτά να μπορέσουν να τα κατασκευάζουν βάζοντας τις δικές τους δυνάμεις. Σε αυτή τη θεωρία παίζει ρόλο η διαδικασία με την οποία το παιδί δημιουργεί αντικείμενα για τα οποία ενδιαφέρεται και με αυτόν τον τρόπο εμβαθύνει περισσότερο, εμπλουτίζει και οργανώνει καλύτερα τις γνώσεις του. Ο Papert (1980) εστιάζει στους τρόπους με τους οποίους οι εσωτερικές κατασκευές υποστηρίζονται από τις κατασκευές του πραγματικού κόσμου συμπεριλαμβανόμενης και της χρήσης των υπολογιστών και της ρομποτικής. Μια κονστρακτιονιστική διδακτική προσέγγιση παρέχει στους μαθητές την ελευθερία να εξερευνήσουν τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα μέσα από την τεχνολογία και μια καλά σχεδιασμένη κονστρακτιονιστική δραστηριότητα ενσωματώνει «ισχυρές ιδέες» (‘powerful ideas’), κεντρικές έννοιες σε έναν τομέα που είναι χρήσιμες τόσο σε επιστημολογικό όσο και σε προσωπικό επίπεδο, είναι διασυνδεδεμένες με άλλες επιστήμες και έχουν τις ρίζες τους σε διαισθητικές γνώσεις που ένα παιδί έχει εσωτερικεύσει σταδιακά με την πάροδο του χρόνου (Bers et al., 2002; Papert, 1980). Οι Bers et al. (2002) επισημαίνουν ότι ο Papert (2000) είναι της άποψης ότι μια ιδέα μπορεί να θεωρηθεί «ισχυρή» στο βαθμό στον οποίο είναι χρήσιμη στην κατασκευή και επέκταση της γνώσης. Η εκπαιδευτική ρομποτική απαρτίζεται από «ισχυρές ιδέες» από τους τομείς της πληροφορικής και της μηχανικής (με την έννοια της διαδικασίας του σχεδιασμού, της αποσφαλμάτωσης, της ρομποτικής κίνησης, της χρήσης εντολών προγραμματισμού κ.α.).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται στην χώρα μας αύξηση των σχολείων που εντάσσουν την Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Εκπαιδευτική διαδικασία με σκοπό τη διδασκαλία μαθημάτων Θετικών Επιστημών που εντάσσονται στο πεδίο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο, αυξάνοντας μεταξύ των μαθητών το ενδιαφέρον για προγραμματισμό, τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτική. Σε όλη την Ευρώπη υπάρχουν προγράμματα τα οποία ενθαρρύνουν την ένταξη της Εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία, όπως το πρόγραμμα TERECOP (www.terecop.eu), το Robot@scuola στην Ιταλία, το CENTROBOT στην Αυστρία και Σλοβακία (<http://www.centrobot.eu/>) και άλλα. Στο Media Lab του MIT

δημιουργήθηκε το «The Lifelong Kindergarten group» (<http://llk.media.mit.edu>) το οποίο ανέπτυξε αρκετά σενάρια εκπαιδευτικής ρομποτικής με στόχους από την εξερεύνηση των αρχών της μηχανικής κίνησης (Learning About Motion) μέχρι τη δημιουργία ενός πακέτου εργαλείων και δραστηριοτήτων κατάλληλου να χρησιμοποιηθεί ακόμα και από καλλιτέχνες για τη δημιουργία τέχνης (Robotic Art Studio). Με την πρόοδο της τεχνολογίας, νέες συσκευές όπως «έξυπνα» κινητά τηλέφωνα (smartphones), ταμπλέτες ή ακόμα και προηγμένα ηλεκτρονικά παιχνίδια, γίνονται κομμάτι της καθημερινότητας των παιδιών από πολύ μικρή ηλικία. Επομένως, προκύπτει η ανάγκη να σχεδιαστούν αντίστοιχες δραστηριότητες για παιδιά που θα κάνουν χρήση αυτών των συσκευών (Bers et al. 2013). Μελέτες έχουν δείξει ότι παιδιά ήδη από την ηλικία 4- 6 ετών μπορούν να χτίσουν και να προγραμματίσουν απλές ρομποτικές κατασκευές καθώς και να μάθουν ταυτόχρονα στοιχεία μηχανικής, τεχνολογίας και προγραμματισμού την ώρα που οικοδομούν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης (Bers, 2008, στο Bers et al. 2013). Τα ρομποτικά εργαλεία επιτρέπουν στα παιδιά να ανταπτύξουν λεπτές κινητικές δεξιότητες καθώς και συντονισμό χεριών και ματιών ενώ ταυτόχρονα συνεργάζονται με τα μέλη που βρίσκονται σε μια ομάδα. Επιπλέον η ρομποτική μπορεί να γίνει μια διασκεδαστική και παιγνιώδης μέθοδος για τους δασκάλους να εισάγουν ακαδημαϊκό περιεχόμενο μέσα στην κατασκευή διάφορων έργων με νόημα. Μέσα από αυτά, τα παιδιά μπορούν να πειραματιστούν με έννοιες της μηχανικής αλλά και εμπλουτίσουν τη γλωσσική έκφραση καθώς θα αφηγούνται το περιεχόμενο των έργων τους (Bers, 2008).

Ο Resnick (2003) θεωρεί ότι ενασχόληση των παιδιών με τα παραπάνω τους δίνει τη δυνατότητα να δοκιμάσουν τις ιδέες τους, να καλλιεργήσουν τη φαντασία τους, να εξερευνήσουν νέα ενδεχόμενα και να εξευγενίσουν τα δημιουργικά τους ένστικτα. Επιπλέον σημειώνει ότι όσο οι κοινωνίες και οι οικονομίες γίνονται όλο και πιο εξαρτημένες από τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, τόσο περισσότερο χρειαζόμαστε την παιγνιώδη μάθηση στη ζωή μας. Υπάρχει μεγάλη ανάγκη να υποστηρίξουμε αυτό το είδος μάθησης όχι μόνο για πεντάχρονους μαθητές και μαθήτριες αλλά και για 15χρονους/ες ακόμα και τριανταπεντάρηδες και πενηνταπεντάρηδες, όπως χαρακτηριστικά αναφέρει. Ο απώτερος στόχος είναι να μείνει πάντα ζωντανό το παιδί που έχουμε μέσα μας ώστε η δημιουργικότητα της παιδικής ηλικίας να εξακολουθεί να υπάρχει αλλά και να αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της ζωής μας.

2.4. Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEM

Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEM ξεκίνησε από τις Η.Π.Α. όταν διαπιστώθηκε πως η εκπαίδευση (K-12) δεν παρείχε αρκετά καταρτισμένα άτομα που να μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες της βιομηχανίας της χώρας. Στην ιστοσελίδα του υπουργείου παιδείας των Η.Π.Α. (<http://www.ed.gov/stem> ανακτήθηκε 3.4.2016) γίνεται λόγος για έλλειψη επιστημόνων, μηχανικών και καινοτόμων ανθρώπων και οι δεξιότητες που θα έπρεπε οι να έχουν οι μαθητές όταν τελειώσουν το λύκειο θα πρέπει να τις αποκτήσουν μελετώντας επιστήμες (science), τεχνολογία (technology), μηχανική (engineering) και μαθηματικά (math), γνωστές ως STEM. Στόχος της τάσης αυτής είναι όλοι οι νέοι να είναι σε θέση να σκεφτούν καλύτερα και βαθύτερα ώστε να έχουν την ευκαιρία να γίνουν καινοτόμοι, εκπαιδευτές, ερευνητές και πρωτοπόροι που θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που υπάρχουν σε όλον το κόσμο στο παρόν αλλά και στο μέλλον. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στα αποτελέσματα του διαγωνισμού PISA 2009 όπου οι αμερικανοί μαθητές βρέθηκαν στην 17^η θέση παγκοσμίως στις αξιολογήσεις των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών. Για την προώθηση των STEM υπήρξε χρηματοδότηση από μεγάλες εταιρείες όπως Intel, Xerox, Eastman Kodak και Time Warner όπως αναφέρουν οι Steele, Brew και Beatty (2012) οι οποίες γι' αυτό το λόγο εξέφρασαν ενστάσεις σχετικά με την το ηθικό πλαίσιο στο οποίο πορεύεται αυτή η προώθηση. Αν και δεν είναι στα πλαίσια της εργασίας αυτής η κριτική προσέγγιση των STEM, αξίζει να αναφέρουμε ότι οι προαναφερόμενες ερευνήτριες έκαναν σύγκριση ανάμεσα στην εκπαιδευτική τάση STEM και την αντίστοιχη STSE που εφαρμόζεται κυρίως στον Καναδά και έχει στο ακρωνύμιό της την κοινωνία και το περιβάλλον στη θέση της μηχανικής και των μαθηματικών (science, technology, society and environment).

Με την ανάλυση το κάθε μέρος του ακρωνύμιου μπορούμε να πούμε περιληπτικά ότι στο STEM περιλαμβάνονται οι εξής επιστήμες. Στην κατηγορία Science εντάσσεται η Βιολογία, η Βιοχημεία, η Χημεία, η Γεωγραφία, η Φυσική, η Βιοτεχνολογία και η Βιοϊατρική. Στην Τεχνολογία μπορούμε να πούμε ότι εντάσσονται οι Κατασκευές, η Επικοινωνία, η Πληροφορική, η Ενέργεια και η Παραγωγή. Στη Μηχανική η Αεροναυπηγία, η Αρχιτεκτονική, η Χημεία και γενικά όλες οι κατηγορίες Μηχανικής επιστήμης (Πολιτική, Χημική, Περιβαλλοντική, Ηλεκτρολογική, Υπολογιστές). Τέλος στον τομέα των Μαθηματικών εντάσσονται η Άλγεβρα, ο Λογισμός, η Ανάλυση δεδομένων, οι Πιθανότητες, η Γεωμετρία, η Επίλυση προβλημάτων, η Θεωρία και Απόδειξη και η Τριγωνομετρία.

Η εκπαιδευτική τάση των STEM έχει εξαπλωθεί σε πολλές χώρες του ΟΟΣΑ και στην Ελλάδα γίνονται σοβαρές προσπάθειες για την προώθησή της και την είσοδό

της στα δημόσια δημοτικά σχολεία είτε μέσα από το νέο Πρόγραμμα Σπουδών (2011) που όπως προαναφέρθηκε δεν εφαρμόζεται σε όλες τις σχολικές μονάδες της χώρας, είτε μέσα από τα Φεστιβάλ Ψηφιακής Δημιουργίας ή διαγωνισμούς Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

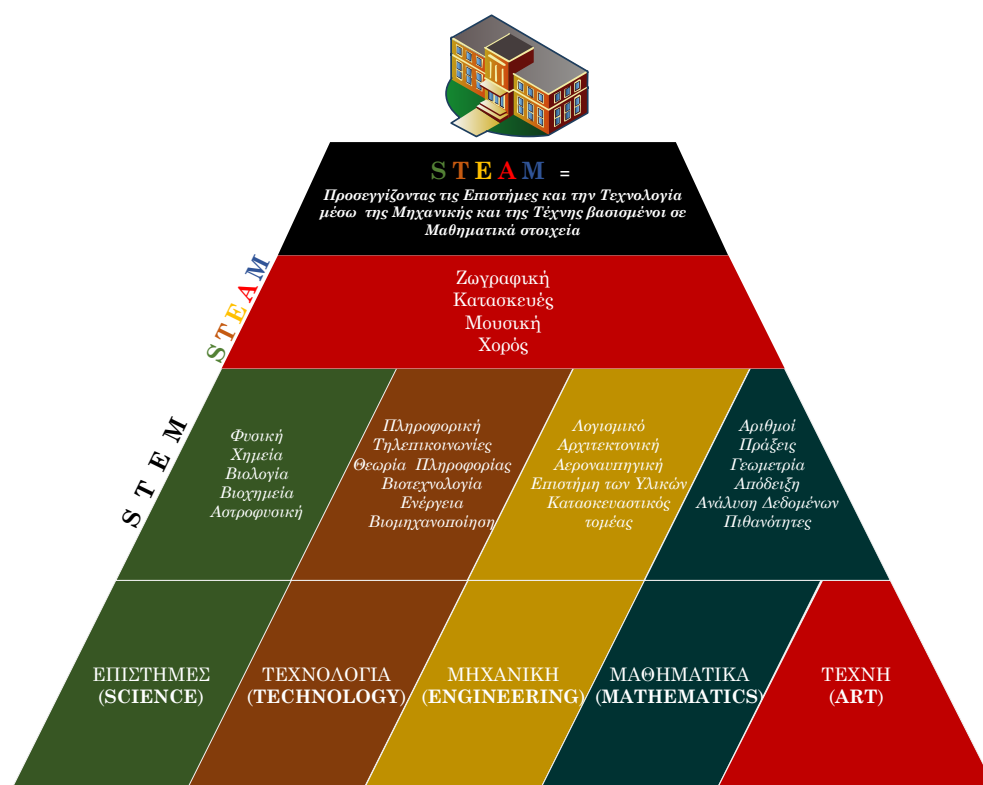
2.4.1. Από το STEM στο STEAM

Αν και οι φυσικές επιστήμες, η τεχνολογία, η μηχανική και τα μαθηματικά είναι αναμφισβήτητα νευραλγικές επιστήμες για τον σύγχρονο κόσμο που υπάρχει πλέον μέσα από την τεχνολογία, δεν πρέπει να παραμεληθούν και άλλες δεξιότητες που σχετίζονται με τη δημιουργικότητα, τη φαντασία και τη παιγνιώδη μάθηση (Resnick, 2003). Μέσα από το «Δια βίου Νηπιαγωγείο» (Lifelong Kindergarten) του MIT Media Lab αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες, δραστηριότητες και στρατηγικές που έχουν σκοπό να εμπλέξουν τους νέους ανθρώπους σε εμπειρίες δημιουργικής σκέψης ώστε να εξελιχθούν σε δημιουργικά «μυαλά» (creative thinkers) (Resnick, 2014). Παράλληλα ανατύσσεται ένα άλλο ρεύμα ως προέκταση του STEM, ονόματι STEAM, το οποίο και θα αναλύσουμε στη συνέχεια.

Η Henriksen (2014) τονίζει ότι ήδη από τα αρχαία χρόνια ο Πυθαγόρας χαρακτηρίζει τους μαθηματικούς συναδέλφους τους ως «ποιητές» (στο Riley, 2012, σελ. 31). Επίσης ο Max Planck, πατέρας της κβαντικής θεωρίας σχολίασε πως οι πρωτοπόροι επιστήμονες θα πρέπει να έχουν «ζωηρή ενστικτώδη φαντασία, γιατί οι νέες ιδέες δεν προέρχονται από την αφαίρεση αλλά από την καλλιτεχνική, δημιουργική φαντασία» (στο Planck, 1950, p.109). Πολλοί επιστήμονες έχουν αναγνωρίσει ότι τα όρια ανάμεσα στην τέχνη και την επιστήμη ή τη μουσική και τα μαθηματικά είναι πολύ πιο ρευστά απ'ότι πιθανώς πιστεύουμε. Η ίδια η Henriksen και οι συνεργάτες της θεωρούν ότι πρέπει να γκρεμιστούν τα όρια του STEM και να εισαχθεί ένας νέος όρος, η προσέγγιση STEAM.

Ο Boy (2013) παρατηρεί ότι τα συστήματα που υπάρχουν στον πλανήτη μας πρέπει να ερευνώνται και δοκιμάζονται ως ολότητες, πράγμα που απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση και νέες εννοιολογικές αρχές και εργαλεία. Θεωρεί, επομένως, ότι τα σχολεία δεν θα πρέπει να διδάσκουν μεμονωμένες επιστήμες αλλά ότι στην τάση *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (STEM) πρέπει να προστεθεί και ο τομέας *Arts* (τέχνες) ώστε να προωθηθεί η δημιουργικότητα και να επανέλθουμε, όπως αναφέρει, στην τάση STEAM (με επιπλέον το «A» για Arts). Θεωρεί ότι κάτι τέτοιο θα έχει πιο μακροπρόθεσμα οφέλη σε κοινωνικο-τεχνικό επίπεδο σε αντίθεση με τις βραχυπρόθεσμες οικονομικές προβλέψεις που έχουν ως αποτέλεσμα ανεξέλεγκτες οικονομίες. Ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός μπορεί να βελτιώσει τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες, τα συστήματα και τις πρακτικές. Μπορεί να

προσφέρει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη «μάθηση μέσα από την πράξη» (learning by doing), να προάγει την έκφραση, την κριτική και την κατανόηση περίπλοκων συστημάτων.



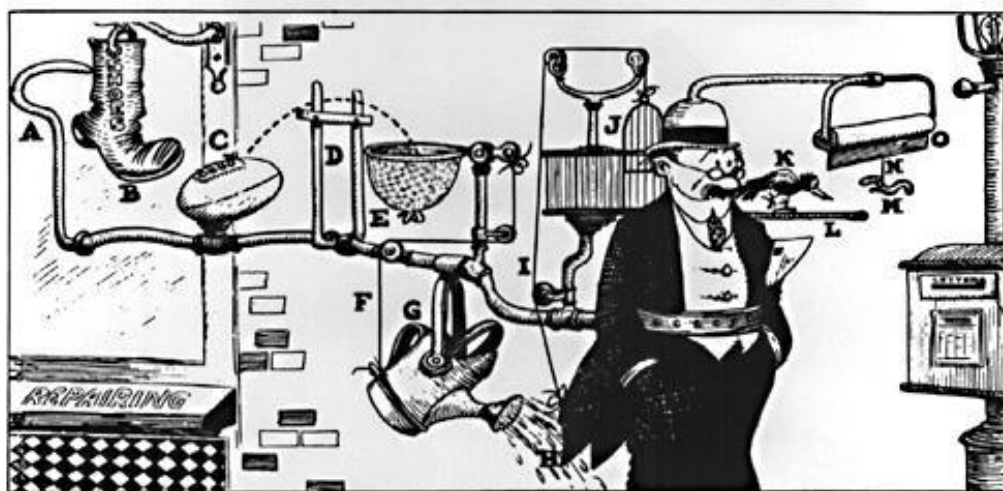
Εικόνα 3. Ανάλυση του όρου STEAM.

Σε ένα τέτοιο σχολικό περιβάλλον οι μαθητές όχι μόνο εντρυφούν στις επιστήμες αλλά επιπλέον δημιουργούν σχέδια, ποιήματα, έργα τέχνης, τραγούδια και άλλα καλλιτεχνικά δημιουργήματα για να παρουσιάσουν όσα έμαθαν. Αυτή η δημιουργική διαδικασία τους βοηθάει πολύ καλύτερα να εμπεδώσουν το υλικό. Η ευελιξία αυτή συναντάται στα φινλανδικά σχολεία όπου το σύστημα είναι βασισμένο στην κεντρική διοίκηση αλλά διεκπεραίωση σε τοπικό επίπεδο. Η εκπαιδευτική διοίκηση γίνεται μέσω νομοθεσίας και κανόνων, κεντρικού προγράμματος σπουδών και κυβερνητικού σχεδιασμού. Οι πόλεις και οι κοινότητες είναι υπεύθυνες για την παροχή εκπαίδευσης και τα σχολεία και οι δάσκαλοι έχουν μεγάλη αυτονομία. Τα σχολεία είναι στενά συνδεδεμένα με την κοινωνικοοικονομική πραγματικότητα και η μάθηση επικεντρώνεται στις δραστηριότητες των μαθητών και τη διάδρασή τους με τους δασκάλους, τους υπόλοιπους μαθητές και το μαθησιακό περιβάλλον.

2.5. Μηχανές Rube Goldberg

Ένας αμερικανός σκιτσογράφος, γλύπτης, συγγραφέας, μηχανικός και εφευρέτης, ο Reuben Garrett Lucius, εν συντομία «Rube», Goldberg, με τις ιδέες του και τα σχέδιά του, οδηγήθηκε στη δημιουργία της μιας ιδιότυπης κατασκευής, γνωστής ως

μηχανή Rube Goldberg. Μια «επινόηση» Rube Goldberg μετατρέπει ένα απλό έργο σε μια ιδιαίτερα ξεχωριστή πολύπλοκη διαδικασία. Αυτό μπορεί να γίνει με περίτεχνους βραχίονες, τροχούς, γρανάζια, μοχλούς, κύπελλα και ράβδους που μπορούν να τεθούν σε κίνηση από μπάλες, κλουβιά με καναρίνια, μπότες, μπανιέρες, πεντάλια, ακόμα και αληθινά ζώα.



Εικόνα 4. Ενδεικτικό σκαρίφημα μηχανής Rube Goldberg.

Ενώ στην πραγματικότητα η τεχνολογία χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο για τη διευκόλυνση καθημερινών αναγκών, σε αυτές τις επινοήσεις τα διάφορα εργαλεία απλά δυσκολεύουν μια απλή καθημερινή πράξη. Ο δημιουργός άφηνε ελεύθερη τη φαντασία του και ζωγράφιζε χωρίς όρια. Μεταφέροντας μια τέτοια επινόηση σε χειροπιαστή μορφή μπαίνουν εκ των πραγμάτων κάποια όρια, όμως δεν είναι απαραίτητο ότι θα είναι εις βάρος της φαντασίας και της δημιουργικής σκέψης. Στη λογική Rube Goldberg έχει βασιστεί και έχει σχεδιαστεί το ηλεκτρονικό παιχνίδι *The Incredible Machine* το οποίο επιτρέπει την κατασκευή παζλ ή μοντέλων που προσομοιώνουν διάφορες καταστάσεις φαινομένων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων. Εξέλιξη αυτού του παιχνιδιού αποτελεί το *Crazy Machines*, το οποίο από παιδαγωγικής άποψης είναι ένας μικρόκοσμος στον οποίο ο παίκτης μπορεί να διαλέξει μηχανικά μέρη για να κατασκευάσει φανταστικές, πολύπλοκες μηχανές και να τις θέσει σε λειτουργία ώστε να περάσει στο επόμενο επίπεδο. Τα μηχανικά μέρη που προσφέρονται είναι γρανάζια, μάντες, καλώδια, εκρηκτικά, ρομπότ, σφυριά, βαρίδια, μαγνήτες κ.ά. Το *Crazy Machines* προσφέρει στον παίκτη και τη δυνατότητα να κατασκευάσει ένα πείραμα ή ακόμα και ένα τεχνούργημα τύπου Rube Goldberg σε ένα δικό του «εργαστήρι».

Είναι φανερό ότι τα σχέδια του Goldberg άφησαν το στίγμα τους στα κινούμενα σχέδια αλλά και στην εκπαίδευση καθώς συνδυάζουν μηχανική, λογική, φαντασία και τέχνη σε μια διαδικασία επίλυσης ενός φαινομενικά απλού προβλήματος. Η λογική

Rube Goldberg προξενεί όλο και περισσότερο το ενδιαφέρον καλλιτεχνών, μηχανικών αλλά και ανθρώπων που απλά θέλουν να πειραματίζονται στο σπίτι τους ή στο εργαστήριό τους. Η πρώτη μεγάλη μηχανή Rube Goldberg κατασκευάστηκε σε μια αποθήκη το 1987 από τους Ελβετούς καλλιτέχνες Peter Fischli και David Weiss οι οποίοι χρησιμοποίησαν υλικά που μπορεί κανείς να βρει σε ένα σπίτι (όπως ξύλινες τάβλες, παλιά παπούτσια, κουζινικά, μπαλόνια κ.ά.) δημιουργώντας μια σειρά από αλυσιδωτές αντιδράσεις που γίνονταν ακόμα πιο θεαματικές με την προσθήκη φωτιάς, νερού, βαρύτητας και χημικών αντιδράσεων. Η κατασκευή αυτή παρουσιάστηκε σε μια ταινία με τίτλο «The Way Things Go» (απόσπασμα της οποίας υπάρχει διαθέσιμο στον σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=GXRRC3pfLnE>, ανακτήθηκε στις 23/6/2016). Μπορούμε ακόμα να τη δούμε τη λογική Rube Goldberg και σε διαφήμιση της εταιρίας Honda για το μοντέλο Accord (The Cog, <https://www.youtube.com/watch?v=NsDEgxmH8wI>, ανακτήθηκε στις 23/6/2016) αλλά και σε πολλά ακόμα εγχειρήματα δημιουργικών ανθρώπων όπως αυτά φαίνονται από τον διαμοιρασμό τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Πολλοί ενήλικες που έχουν στενή σχέση με την τεχνολογία ασχολούνται πλέον με μηχανές Rube Goldberg αλλά και νεότεροι που απλά ενθουσιάζονται από τη δημιουργικότητα και τα καινοτόμα στοιχεία που μπορεί να ενσωματώσει μια εν λόγω κατασκευή. Αν κανείς παρακολουθήσει τέτοιες δημιουργίες μπορεί να παρατηρήσει ότι είναι δύο οι βασικοί άξονες γύρω από τους οποίους κινείται ο κάθε δημιουργός, το χάος και η αρμονία. Όποια από τις δύο έννοιες κι αν έχει επιλέξει, το μόνο σίγουρο είναι ότι η κατασκευή απαιτεί λεπτομέρεια στον σχεδιασμό, ακρίβεια, υπομονή καθώς και μια μορφή χάους από την οποία μπορεί να προκύψει η αρμονία. Πλέον η μηχανή Rube Goldberg εμπνέει χομπίστες, καινοτόμους τοπικούς αλλά και εθνικούς διαγωνισμούς σε πολλές χώρες, σχολικά σχέδια εργασίας και επιστημονικά projects σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα.

Ο πιο γνωστός διαγωνισμός Rube Goldberg διοργανώνεται κάθε χρόνο στο Purdue University στην Ιντιάνα των Η.Π.Α. Για πολλά χρόνια το Πανεπιστήμιο Purdue προσκαλεί ομάδες μηχανικών φοιτητών για να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν πολύπλοκες μηχανές που μπορούν να πραγματοποιήσουν κάποια βασική καθημερινή εργασία. Ομάδες φοιτητών του Πανεπιστημίου Purdue είχαν ήδη ξεκινήσει αυτό τον διαγωνισμό από το 1949 και συνεχίστηκε για 6 χρόνια. Αναβίωσε και πάλι στις αρχές του 1980 και το 1988 καθιερώθηκε στις Η.Π.Α. ένας εθνικός διαγωνισμός «Rube Goldberg Machine Contest» που διοργανώνεται από την εταιρεία Rube Goldberg Inc. Στόχος των δοκιμασιών είναι να ενθαρρυνθεί η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλημάτων με δημιουργικό τρόπο χωρίς να βρίσκονται οι

εμπλεκόμενοι μαθητές στο παραδοσιακό μαθησιακό περιβάλλον. Ταυτόχρονα, μεγάλη σημασία έχει η διαδικασία να είναι διασκεδαστική. Η δοκιμασία Rube Goldberg κινείται στο εξής πλαίσιο: οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν ένα συγκεκριμένο υλικό (για παράδειγμα τουβλάκια Lego) για να χτίσουν μια μηχανή όπως του ίδιου του Rube Goldberg. Μπορούν να πάρουν ιδέες από δοκιμασίες προηγούμενων ετών και να κάνουν προσαρμογές ανάλογα με την ηλικία τους, όμως η βασική ιδέα της κατασκευής ανακοινώνεται από τον διοργανωτή. Κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα από παλαιότερες δοκιμασίες είναι οι διαγωνιζόμενοι να βρουν ευφυή τρόπο να κλείσουν ένα ξυπνητήρι, να φρυγανίσουν μια φέτα ψωμί, να φτιάξουν ένα φλιτζάνι καφέ, να φουσκώσουν ένα μπαλόνι και να το σκάσουν, να στίψουν χυμό από ένα πορτοκάλι. Η δοκιμασία για τη χρονιά 2016 ήταν οι συμμετέχοντες να ανοίξουν μια ομπρέλα.

Ο διαγωνισμός δίνει την ευκαιρία στους συμμετέχοντες να απομακρυνθούν από παραδοσιακές μεθόδους επεξεργασίας ενός προβλήματος και τους ενθαρρύνει να εκφράσουν την ενστικτώδη αλλά και κυριαρχούσα φαντασία (Acharya & Sirinterlikci, 2010). Οι πρωτότυπες εφευρέσεις των συμμετεχόντων αποτελούνται κατά κύριο λόγο από άχρηστα μέρη παλιών μηχανών ενωμένων με καινοτόμο και ευφάνταστο τρόπο για να λύσουν το επικείμενο πρόβλημα.

Οι Acharya & Sirinterlikci (2010) αναφέρουν ότι τέτοιοι μηχανισμοί κατασκευάζονται σε παγκόσμιο επίπεδο, αλλά με διαφορετικά ονόματα. Στην Ιαπωνία οι κατασκευές αυτές ονομάζονται «Πυθαγόρειοι Μηχανισμοί» από τον Έλληνα μαθηματικό Πυθαγόρα και παρουσιάζονται σε μια δεκαπεντάλεπτη εκπαιδευτική εκπομπή για παιδιά με τίτλο «Pythagora Switch» (απόσπασμα του οποίου μπορεί κανείς να παρακολουθήσει στον σύνδεσμο <https://www.youtube.com/watch?v=k0B1hgP1tlE>, ανακτήθηκε στις 24/6/2016). Στο Ηνωμένο Βασίλειο έχουν ονομαστεί «Μηχανισμοί Heath Robinson» από τον ομώνυμο σκιτσογράφο τα σκίτσα του οποίου προσιδιάζουν σε αυτά του Rube Goldberg ενώ στη Δανία έχουν πάρει το όνομα του γνωστού Δανού σκιτσογράφου Storm P. (Robert Storm Petersen) και είναι γνωστές οι κατασκευές ως «Μηχανές Storm P.» Το εργαστήριο Argonne National Laboratory του Πανεπιστημίου του Σικάγο ορίζει ως πετυχημένη μηχανή Rube Goldberg (και μπορεί να διαγωνιστεί σε διαγωνισμούς μηχανών Rube Goldberg), μια μηχανή που συνδυάζει έναν αριθμό αντικειμενικών και υποκειμενικών χαρακτηριστικών που ολοκληρώνουν ένα έργο, ακολουθεί κανόνες και εντυπωσιάζει του κριτές (Acharya & Sirinterlikci, 2010). Ειδικότερα, οι κριτές διακρίνουν τις εργασίες που πληρούν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Η μηχανή ολοκληρώνει το έργο της με ελάχιστη ή, ακόμα καλύτερα, καμία ανθρώπινη επέμβαση.
- Τα βήματα της μηχανής είναι ξεκάθαρα και μπορούν να περιγραφούν με επάρκεια κατά τη διάρκεια μιας παρουσίασης.
- Η μηχανή έχει ελάχιστα βήματα με βαρυτική δύναμη ή, ακόμα καλύτερα, έχει στα περισσότερα βήματα αντιβαρυτική δύναμη.
- Η μηχανή δεν είναι εξ ολοκλήρου τροφοδοτούμενη από ηλεκτρικές μηχανές ή χρησιμοποιεί όσο δυνατόν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια για την κίνηση των αντικειμένων.
- Οι ομάδες διακατέχονται από ισχυρό ομαδικό πνεύμα.
- Η μηχανή ενσωματώνει επαρκή χαρακτηριστικά ασφαλείας.

2.5.1. Μηχανές Rube Goldberg και εκπαιδευτική ρομποτική

Σε ορισμένα τμήματα μηχανικών σε πανεπιστήμια των Η.Π.Α. (όπως το Robert Morris) κινητοποιούν τους προπτυχιακούς μηχανικούς φοιτητές εισάγοντας τους στον σχεδιασμό ενός στοιχείου, μιας διαδικασίας ή ενός συστήματος χρησιμοποιώντας μηχανές Rube Goldberg. Η χρήση αυτών των μηχανών εξυπηρετεί δύο σκοπούς, πρώτον να έρθουν οι νέοι φοιτητές σε επαφή με τη μηχανική και δεύτερον να είναι σε θέση να σκέφτονται έξω από τα στενά συμβατικά πλαίσια (Acharya & Sirinterlikci, 2010). Ο τρόπος σκέψης του Rube Goldberg είναι ιδιαίτερα κατάλληλος για να διδαχθούν βασικές αρχές της επιστήμης όπως μαγνητισμός, η βαρύτητα και η τριβή. Επιπλέον, μέσα από αυτόν, προωθείται η υπομονή και η πειθαρχία αλλά και διατηρείται ζωντανό το ενδιαφέρον των φοιτητών για τα μαθηματικά, τη φυσική και τη μηχανική. Σε μεγάλα τεχνολογικά πανεπιστήμια όπως το Carnegie Mellon University, γίνεται εδώ και πολλά χρόνια η χρήση των μηχανών Rube Goldberg για τη δημιουργία project μηχανικής και ρομποτικής. Σε φύλλο εργασίας που μοιράστηκε το 2013 στο μάθημα του καθηγητή Howard Choset, Εισαγωγή στη Ρομποτική, ζητείται από τους φοιτητές να σχεδιάσουν μια απλή μηχανή Rube Goldberg χρησιμοποιώντας το ρομποτικό kit VEX (από την VEX Robotics το οποίο περιέχει πλαστικά μηχανικά εξαρτήματα, ηλεκτρολογικά στοιχεία, αισθητήρες και ρομποτικό «εγκέφαλο» για τον έλεγχο) για την παροχή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Σε αυτό το σχέδιο εργασίας αναμένεται από τους μαθητές να συνεργαστούν ώστε να σχεδιάσουν μια «μηχανή αέναης κίνησης» και γι' αυτό, το τμήμα πρέπει να χωριστεί σε μικρές ομάδες που η κάθε μία πρέπει να αναλάβει να σχεδιάσει, να κατασκευάσει και να παρουσιάσει το δικό της κομμάτι της κατασκευής. Κάθε κομμάτι της κατασκευής πρέπει να αποτελείται από τουλάχιστον τρία βήματα, όπου βήμα

θεωρείται μια γραμμική και όχι παράλληλη διαδικασία. Αν μια κίνηση προκαλέσει αντίδραση, τότε έχουμε ένα ολοκληρωμένο βήμα, όμως αν μια κίνηση προκαλέσει δύο αντιδράσεις, πάλι αυτό θα μέτραγε ως ένα βήμα. Μεγάλη σημασία δίνεται στην ομαδική δουλειά, το σεβασμό των ιδεών των υπόλοιπων μελών της ομάδας, στη συγκέντρωση και προσήλωση στο στόχο. Επίσης η θετική διάθεση και αισιοδοξία θεωρούνται από τον καθηγητή πολύ σημαντικά στοιχεία για να δουλέψει σωστά η ομάδα. Ο ίδιος ενθαρρύνει τους φοιτητές να αναρωτηθούν αν βλέπουν τον εαυτό τους ως κομμάτι της λύσης ή κομμάτι του προβλήματος. Ο καταιγισμός ιδεών, η εξέταση πολλών επιλογών με δίκαιο και ισότιμο τρόπο και η άποψη ότι ένα πρόβλημα μπορεί να λυθεί με πολλούς τρόπους, θα πρέπει να είναι οι βασικοί πυλώνες πάνω στους οποίους θα δουλέψει η ομάδα.

Το Robert Morris University στην Πενσυλβάνια των Η.Π.Α. έχει εντάξει από το 2005 εργασίες με Rube Goldberg στο μάθημα «Εισαγωγή στη Μηχανική». Σε αυτές τις εργασίες δίνονται οι εξής κατευθυντήριες γραμμές χωρίς όμως να λείπουν και οι περιορισμοί. Η εργασία Rube Goldberg πρέπει α) να έχει τουλάχιστον δεκαπέντε βήματα ώστε να ολοκληρωθεί ο σκοπός, β) να χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση υλικά που είναι εύκολο να βρει κανείς χωρίς να τα αγοράσει ειδικά γι' αυτό, γ) οποια αντικείμενα αγοράσουν να μην ξεπερνούν το ποσό των 50 δολαρίων, δ) να υπάρχει η ελάχιστη δυνατή ανθρώπινη παρέμβαση, ε) να χρησιμοποιούνται μηχανικά ή ηλεκτρικά στοιχεία για να πραγματοποιηθεί το έργο, στ) όποιο στοιχείο υπάρχει που να σχετίζεται με το φαγητό, να είναι εδώδιμο και τέλος ζ) να αποκλείεται η χρήση ζώων στην κατασκευή (σε αντίθεση με τα σχέδια του ίδιου του Rube Goldberg).

Σύμφωνα με τους Acharya & Sirinterlikci (2010), το «Κέντρο για Έξυπνες Μηχανές» (The Center for Intelligent Machines) στο Πανεπιστήμιο του McGill των Η.Π.Α., ορίζει τις έξυπνες μηχανές ως μηχανές που μπορούν να προσαρμόσουν την στοχοθετημένη συμπεριφορά τους παίρνοντας ερεθίσματα από το περιβάλλον τους, λαμβάνοντας αποφάσεις και κάνοντας σχέδια, τα οποία υλοποιούν μέσα από μια σειρά φυσικών ενεργειών. Οι ίδιοι οι συγγραφείς ορίζουν μια Έξυπνη Μηχανή Rube Goldberg ως μια μηχανή που μπορεί να διεκπεραιώσει ένα στόχο Rube Goldberg μέσα από φυσικές ενέργειες που προκαλούνται από τη μετάφραση των περιβαλλοντικών δεδομένων που έχουν αποκτηθεί μέσα από αισθητήρες. Το 2008, μια ομάδα φοιτητών του Robert Morris University, όπου και διδάσκουν Acharya και Sirinterlikci, είχαν αναλάβει μία εργασία Rube Goldberg ο στόχος της οποίας ήταν να συναρμολογήσουν ένα τοστ φτιαγμένο από δύο φέτες ψωμιού και μία φετα τυριού. Έλαβαν υπόψη τους κανόνες που προαναφέρθηκαν και αποφάσισαν να ελέγξουν τη μηχανή Rube Goldberg με λογισμικό αντί για κάποιον παραδοσιακό επεξεργάσιμο μηχανισμό, πράγμα που τους έκανε να ξεχωρίσουν από τις υπόλοιπες ομάδες.

Η χρήση της λογικής Rube Goldberg είναι πιο έντονη στη δευτεροβάθμια και ιδιαίτερα στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Όμως από το 2012 εντάχθηκε στον διαγωνισμό Rube Goldberg η κατηγορία μαθητών από 11 έως 14 ετών. Σε αυτές τις ηλικίες είναι φανερό ότι η δημιουργία μιας τέτοιας κατασκευής δεν απαιτεί τόσες προϋποθέσεις όπως αυτές που προαναφέρθηκαν, αλλά είναι προσαρμοσμένες στην ηλικία τους και στο γνωστικό τους επίπεδο.

Από την διερεύνηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η λογική Rube Goldberg, όπως αυτή αποτυπώθηκε από τα σχέδια του ομώνυμου σκιτσογράφου, είναι ένα ενδιαφέρον παιγνιώδες πλαίσιο στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν γνώσεις μηχανικής, φυσικής, μαθηματικών και ρομποτικής και δεξιότητες συνεργασίας, σχεδιασμού, πειθαρχίας στην ομάδα και προσήλωσης στο στόχο. Η άποψη του Resnick (2003) ότι όσο οι κοινωνίες και οι οικονομίες γίνονται όλο και πιο εξαρτημένες από τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, τόσο περισσότερο χρειαζόμαστε την παιγνιώδη μάθηση στη ζωή μας είναι πάντα επίκαιρη και αυτό έχει γίνει κατανοητό από τα μεγάλα τεχνολογικά πανεπιστημιακά ιδρύματα και επεκτείνεται σταδιακά σε όλες τις υπόλοιπες βαθμίδες εκπαίδευσης. Η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει ένα περιβάλλον εργασίας έντονα παρακινητικό, παράγοντας υψίστης σημασίας για τη διδακτική και έχει άμεση σύνδεση με κοινωνικές πρακτικές αναφοράς δεδομένου ότι η κατασκευή διαφόρων αντικειμένων συνιστά πλέον διαδεδομένη κοινωνική πρακτική ακόμα και στον κόσμο των παιδιών. Επίσης υποστηρίζει μεταγνωστικές διεργασίες μάθησης, διότι η διαδικασία του προγραμματισμού οδηγεί στη συγκρότηση, την ανάλυση και την εξωτερίκευση νοητικών διεργασιών (Κόμης, 2005). Τέλος, η ρομποτική μπορεί να γίνει μια διασκεδαστική και παιγνιώδης μέθοδος για τους ίδιους τους δασκάλους αφού τους δίνει τη δυνατότητα να εισάγουν ακαδημαϊκό περιεχόμενο μέσα στην κατασκευή διαφόρων έργων με νόημα.

3

Σκοπός και Μεθοδολογία της Έρευνας

3.1. Σκοπός της έρευνας- ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη του Rube Goldberg σαν ένα πλαίσιο ενασχόλησης των παιδιών με την εκπαιδευτική ρομποτική με στόχο τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων που εντάσσονται στη θεματική του STEM. Αυτός εξειδικεύεται στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

Ερ. 1: Πώς οι μαθητές μιας περιοχής με μειωμένη πρόσβαση στις ΤΠΕ τόσο στην έως τώρα εκπαίδευσή τους αλλά και την καθημερινότητά τους μπορούν να εξοικειωθούν με τις ψηφιακές τεχνολογίες μέσα από την επιστήμη της εκπαιδευτικής ρομποτικής;

Ερ. 2: Πώς το πλαίσιο Rube Goldberg μπορεί να διευκολύνει την εισαγωγή των μαθητών στην εκπαιδευτική ρομποτική;

Ερ. 3: Ποια τα γνωστικά οφέλη των μαθητών στους επιμέρους τομείς που απαρτίζουν την εκπαιδευτική ρομποτική (προγραμματισμός, μηχανική, σχεδιασμός λύσεων);

Ερ. 4: Πώς το παιγνιώδες πλαίσιο του Rube Goldberg συνεισφέρει στην ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων ανάμεσα στους μαθητές;

3.2. Μεθοδολογία έρευνας

Η εκπαιδευτική έρευνα, στην οποία ανήκει η εργασία μας, γίνεται πλέον κατά κύριο λόγο μέσα από ποιοτικά σχέδια, όπως μας αναφέρει ο Robson (2010). Ακόμα οι Anastas και MacDonald (1994), (στο Robson, 2010) ονομάζουν τις μεθόδους έρευνας που έχουν ως αποτέλεσμα ποιοτικά δεδομένα και ευέλικτα σχέδια. Η έννοια ευέλικτα αναφέρεται στο ότι χρειάζονται πολύ λιγότερες προδιαγραφές και το σχέδιο εξελίσσεται, αναπτύσσεται και «ξετυλίγεται» (όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο Robson) καθώς προχωρά η έρευνα. Ακόμα η λέξη ευέλικτη μπορεί να αντικαταστήσει τη λέξη ποιοτική όταν η έρευνα κάνει χρήση μεικτών μεθόδων που μπορούν να παράγουν και ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Στα ευέλικτα σχέδια το λεπτομερές πλαίσιο του σχεδίου βρίσκεται συνεχώς υπό διαμόρφωση και προκύπτει

κατά τη διάρκεια της μελέτης. Επίσης το αρχικό δείγμα μπορεί να μεταβληθεί, τα ερευνητικά ερωτήματα να τροποποιηθούν, ακόμα και να τροποποιηθεί ο σκοπός της μελέτης. Αυτή η δυναμικότητα διακατέχει την παρούσα εργασία στην οποία όλες οι πτυχές της έρευνας εξελίσσονταν ταυτόχρονα. Ταυτόχρονα προσπαθήσαμε να υπάρχει όσο το δυνατόν υψηλότερη συμβατότητα μεταξύ των συνιστωσών ενός ερευνητικού σχεδίου, δηλαδή των σκοπών, της θεωρίας, των ερευνητικών ερωτημάτων, των μεθόδων και της δειγματοληπτικής στρατηγικής (Robson, 2010).

Καθώς μελετάμε μια περίπτωση του πραγματικού κόσμου, επιλέξαμε την ερευνητική στρατηγική της μελέτης περίπτωσης, όπου περίπτωση μπορούμε να ονομάσουμε μια ομάδα μαθητών που φοιτά σε ένα τυπικό σχολείο της δημόσιας πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Ο Robson (2010) ορίζει τη μελέτη περίπτωσης ως εξής (σελ. 211):

Μια καλά εδραιωμένη στρατηγική όπου το επίκεντρο είναι σε μια περίπτωση (η οποία ερμηνεύεται με μεγάλη ευρύτητα, ώστε να περιλαμβάνει την περίπτωση ενός μεμονωμένου ατόμου, μιας ομάδας, ενός περιβάλλοντος, ενός οργανισμού κ.λπ.) καθαυτή, ενώ λαμβάνεται παράλληλα υπόψη και το πλαίσιο της.

Λόγω του θέματος της εργασίας, χρησιμοποιούμε ταυτόχρονα και την σχεδιαστική έρευνα design-based research (DBR) που είναι μια προσέγγιση για τη μελέτη νέων εργαλείων και τεχνικών στην εκπαίδευση στο πλαίσιο των μαθησιακών περιβαλλόντων της καθημερινής ζωής (Bers&Horn, 2010). Ως μεθοδολογία, η σχεδιαστική έρευνα αναγνωρίζει τους ουσιώδεις περιορισμούς της διεξαγωγής μιας έρευνας στο περίπλοκο περιβάλλον της σχολικής τάξης, παρόλα αυτά οι ερευνητές ελπίζουν ότι σε ανταπόδοση θα σχεδιαστούν παρεμβάσεις που θα είναι αποτελεσματικές για μελλοντική χρήση στην τάξη. Αυτό το είδος έρευνας βασίζεται σε μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία σχεδιασμού, αξιολόγησης και ελέγχου. Με τη συλλογή ποιοτικών αλλά ποσοτικών δεδομένων σε ένα μη εργαστηριακό περιβάλλον, η σχεδιαστική έρευνα έχει έναν επιπλέον στόχο, να αναπτυχθούν θεωρίες μάθησης που θα συνεισφέρουν σε μελλοντική έρευνα. Η μεθοδολογία αυτή διαθέτει τα χαρακτηριστικά της μελέτης περίπτωσης, όμως εξειδικεύεται στα τεχνολογικά μέσα και την καινοτομία. Ιδιαίτερα εστιάζει στον σχεδιασμό και την ανακάλυψη όλου του εύρους των σχεδιασμένων καινοτομιών. Οι παρεμβάσεις ενσωματώνουν συγκεκριμένους θεωρητικούς ισχυρισμούς σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση ενώ ταυτόχρονα μπορούν να συμβάλουν στην εξέλιξη των θεωριών αυτών (Bers&Horn, 2010).

3.3. Επιλογή δείγματος

Σε κάθε έρευνα, ποσοτική ή ποιοτική πρέπει ο ερευνητής να συλλέξει δεδομένα από έναν δεδομένο αριθμό ανθρώπων (ή πραγμάτων) από έναν πληθυσμό (Mertens, 2009). Στην ποσοτική έρευνα επιλέγεται συχνότερα η τυχαία δειγματοληψία ώστε τα άτομα να είναι αντιπροσωπευτικά και να μπορούν τα ευρήματα να γενικευτούν στο πληθυσμό, ενώ στην ποιοτική οι ερευνητές προτιμούν άτομα που μπορούν να συμβάλουν στην κατανόηση του κεντρικού φαινομένου (Creswell, 2011). Για την ποιοτική δειγματοληψία χρησιμοποιείται επίσης ο όρος σκόπιμη δειγματοληψία (Creswell, 2011) και το κριτήριο για την επιλογή της είναι η εξασφάλιση «πλούτου πληροφοριών».

Όντας εκπαιδευτική έρευνα, το πλαίσιο δειγματοληψίας είναι οι μαθητές συγκεκριμένης τάξης, συγκεκριμένου δημοτικού σχολείου, όπου διδάσκει η εκπαιδευτικός-ερευνήτρια το τρέχον σχολικό έτος. Συγκεκριμένα πρόκειται για 15 μαθητές ηλικίας 12 ετών (7 αγόρια και 8 κορίτσια). Το δείγμα σε αυτή την έρευνα επιλέχθηκε με βάση τη μέθοδο της βολικής δειγματοληψίας (Creswell, 2011, Mertens, 2009). Στη βολική δειγματοληψία (convenience sampling) ο ερευνητής επιλέγει τους συμμετέχοντες επειδή είναι πρόθυμοι και διαθέσιμοι να συμμετάσχουν στη μελέτη (Creswell, 2011). Ο ερευνητής, βέβαια, δεν μπορεί να πει με σιγουριά ότι τα άτομα αυτά είναι αντιπροσωπευτικά του πληθυσμού και δεν πρέπει να προσπαθήσει να γενικεύσει τα αποτελέσματα στον γενικότερο πληθυσμό, παρά όλα αυτά το δείγμα μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες και να απαντηθούν ερωτήματα και υποθέσεις. Το σχολείο αυτό είναι 6/θέσιο σε απομακρυσμένη περιοχή με την ιδιαιτερότητα ότι οι μαθητές που το απαρτίζουν μεταφέρονται καθημερινά από 18 διαφορετικά χωριά της γύρω περιοχής. Παρουσιάζονται αναλυτικότερα στον παρακάτω πίνακα τα στοιχεία του δείγματος.

Από τον παραπάνω πίνακα σχηματίζουμε το προφίλ των μαθητών. Η πλειοψηφία τους δεν έχει ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι, ούτε σύνδεση στο διαδίκτυο και δεν υπάρχει προηγούμενη επαφή με ρομποτική. Από τους 15 μαθητές, η πλειοψηφία φοιτά και τα 6 χρόνια στο σχολείο αυτό. Δύο άτομα ήρθαν με μετεγγραφή από ολιγοθέσιο γειτονικό σχολείο της περιοχής στην ηλικία των 7 χρόνων, ένας ήρθε με μετεγγραφή από σχολείο μεγάλου αστικού κέντρου στα 10 του χρόνια και τέλος ένα άτομο ήρθε με μετεγγραφή από σχολείο του εξωτερικού με την υποχρέωση να αποφοιτήσει από το Δημοτικό προκειμένου να εγγραφεί στο Γυμνάσιο, όπου και θα έπρεπε ήδη να φοιτά. Στην πλειοψηφία τους είχαν στενή σχέση με τη τεχνολογία κυρίως μέσα από τα «έξυπνα τηλέφωνα» και τις ταμπλέτες, όμως λίγοι είχαν την ευχέρεια στη χρήση του διαδικτύου καθώς είτε έπρεπε να πάνε στην πλατεία του

χωριού για την πρόσβαση σε ασύρματο δίκτυο ή έπρεπε να χρησιμοποιούν δεδομένα κινητής τηλεφωνίας των γονιών τους ή των μεγάλων αδερφών τους.

Πίνακας 1: Στοιχεία Δείγματος

a/a	Όνομα	Φύλο	Ηλικία	Διαθέτει Η/Υ στο σπίτι	Διαθέτει διαδικτυο στο σπίτι	Διαθέτει σετ ρομποτικής	Προηγούμενη εμπειρία από ρομποτική
1	Κατερίνα	Κορίτσι	11 χρονών και 11 μηνών	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
2	Αγγελος	Αγόρι	12 χρονών	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
3	Θύμιος	Αγόρι	11 χρονών και 11 μηνών	Όχι*	Όχι**	Όχι	Όχι
4	Αγγελος	Αγόρι	11 χρονών και 10 μηνών	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
5	Βούλα	Κορίτσι	12 χρονών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
6	Μαρία	Κορίτσι	11 χρονών και 10 μηνών	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
7	Χριστίνα	Κορίτσι	11 χρονών και 7 μηνών	Όχι*	Όχι**	Όχι	Όχι
8	Ανδρέας	Αγόρι	11 χρονών και 4 μηνών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
9	Θανάσης	Αγόρι	11 χρονών και 10 μηνών	Όχι*	Όχι**	Όχι	Όχι
10	Βασίλης	Αγόρι	11 χρονών και 3 μηνών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
11	Νίκη	Κορίτσι	11 χρονών και 8 μηνών	Ναι	Ναι	Όχι	Όχι
12	Ντία	Κορίτσι	12 χρονών και 2 μηνών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
13	Γιώτα	Κορίτσι	11 χρονών και 8 μηνών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
14	Πέτρος	Αγόρι	12 χρονών και 2 μηνών	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
15	Κωνσταντίνα	Κορίτσι	14 χρονών	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

*Οι μαθητές δεν έχουν Η/Υ αλλά έχουν tablet ή smartphone.

** Οι μαθητές δεν έχουν σύνδεση στο διαδικτυο στο σπίτι τους αλλά χρησιμοποιούν δεδομένα κινητής τηλεφωνίας μέσω των κινητών συσκευών τους.

3.4. Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα γι' αυτή την έρευνα συγκεντρώθηκαν κατά κύριο λόγο με τη μέθοδο της παρατήρησης. Ο τύπος παρατήρησης που επιλέχτηκε ήταν η συμμετοχική παρατήρηση καθώς η ερευνήτρια ήταν φυσικά παρούσα, είχε έναν σαφή ρόλο στο πλαίσιο της ομάδας και (λόγω του ρόλου της) είχε εισαχθεί στον κοινωνικό και «συμβολικό» κόσμο των μαθητών (Robson, 2010). Σε αυτή τη μέθοδο ο παρατηρητής είναι το ερευνητικό εργαλείο, οπότε απαιτείται ιδιαίτερη ευαισθησία και προσωπικές δεξιότητες για να γίνει συλλογή αξιόλογων δεδομένων. Επίσης είναι δύσκολος ο διαχωρισμός των ερευνητικών φάσεων της συλλογής και της ανάλυσης δεδομένων και υπάρχει αμφίδρομη σχέση αφού η ανάλυση μπορεί να λάβει χώρα την ώρα που συλλέγονται τα δεδομένα (Robson, 2010). Ο ρόλος της παρατηρήτριας ως δασκάλας της τάξης προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα στην έρευνα αφού εξασφαλίζεται η εμπιστοσύνη των μαθητών με αποτέλεσμα οι πληροφορίες που μοιράζονται οι μαθητές να είναι όσο δυνατόν περισσότερο αληθινές και υπάρχουν ήδη εκτεταμένες γνώσεις για τους τρόπους λειτουργίας της/των ομάδας/ων. Από τη παρατήρηση προέκυψε και οπτικοακουστικό υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε στην ερευνητική

διαδικασία αλλά ταυτόχρονα και ως κίνητρο για την ουσιαστική ενασχόληση των μαθητών με τις δραστηριότητες αφού κανονίστηκε μέρος το υλικού (φωτογραφίες και βίντεο) να δοθεί στους μαθητές ως ενθύμιο για τα κατορθώματά τους στο τέλος της σχολικής χρονιάς.

Η μέθοδος της παρατήρησης έχει το πλεονέκτημα ότι είναι άμεση αφού δεν χρειάζεται να ερωτηθεί κάποιος για κάτι, μπορούμε απλά να τον παρατηρήσουμε. Τα δεδομένα που συλλέγουμε μπορούν να συμπληρωθούν ή να αντιπαρατεθούν με πληροφορίες που έχουμε συλλέξει από οποιαδήποτε άλλη τεχνική. Ακόμα, η παρατήρηση της πραγματικής ζωής διακρίνεται για την έλλειψη τεχνητότητας και μπορεί να αποκαλύψει διαφορές από άλλες παλιότερες παρατηρήσεις σε τεχνητά περιβάλλοντα (Robson, 2010). Δεν πρέπει όμως να παραβλέπουμε και τα μειονεκτήματα, ένα από τα οποία είναι η επιρροή του παρατηρητή στην υπό παρατήρηση κατάσταση. Επίσης η μέθοδος της παρατήρησης είναι χρονοβόρα αφού απαιτεί εμβάθυνση στην ομάδα που παρατηρείται. Στην περίπτωση μας, στο καθορισμένο περιβάλλον της σχολικής τάξης, θεωρούμε δεδομένη την επιρροή της ερευνήτριας επάνω στους μαθητές, έγινε όμως προσπάθεια να ελαχιστοποιηθεί.

Αν και η παρατήρηση ήταν η κύρια μέθοδος συλλογή δεδομένων, χρησιμοποιήσαμε επίσης το ερωτηματολόγιο για να συλλέξουμε κάποιες βασικές πληροφορίες σχετικά με την επαφή και το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών σχετικά με τεχνολογικά ζητήματα. Αυτό δόθηκε στους μαθητές πριν ξεκινήσει η υλοποίηση των δραστηριοτήτων και το πρώτο μέρος του τροφιδότητε εν μέρει τον Πίνακα 1 με ερωτήσεις που επιδέχονταν ως απάντηση ΝΑΙ ή ΟΧΙ και προσέφερε πληροφορίες σχετικά με τη στάση των μαθητών απέναντι σε ζητήματα δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων που προέκυψαν από το δεύτερο μέρος από ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.

Έγινε προσπάθεια ώστε οι ερωτήσεις να είναι διατυπωμένες με απλή γλώσσα και να είναι σύντομες και κατανοητές. Οι μαθητές συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο σε ηλεκτρονική μορφή με τις οδηγίες και τη βοήθεια (σε όποιον χρειάστηκε) της ερευνήτριας.

4

Σύντομη Περιγραφή Δημιουργικών Δραστηριοτήτων

Σε αυτή την ενότητα θα περιγράψουμε τις δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν στα πλαίσια υλοποίησης του στόχου που θέσαμε προηγουμένως σε αυτή την εργασία. Όπως προαναφέρθηκε, οι δραστηριότητες διεκπεραιώθηκαν στον χρόνο της Ευέλικτης Ζώνης και της Αισθητικής Αγωγής καθώς για το σχολικό έτος 2015-2016 ως 6/θέσιο σχολείο χωρίς ολόημερο πρόγραμμα δεν προβλέπεται καθηγητής και ώρα Πληροφορικής. Εστίασαμε στην επίλυση προβλήματος ως πηγή γνώσης και βασικό στόχο της εκπαίδευσης επειδή η γνώση αυτή βοηθάει τους ανθρώπους στην καθημερινή και επαγγελματική τους ζωή. Το περιεχόμενο ενός προβλήματος είναι πολύ πιο εύκολο να κατανοηθεί αλλά και να μνημονευθεί (Jonassen, 2004). Το διδακτικό υλικό, πέρα από το τεχνολογικό, προήλθε από την καθημερινή ζωή εκτός σχολείου. Θεωρήσαμε ότι η εκπαιδευτική καθημερινότητα διακρίνεται από έλλειψη ερεθισμάτων που προάγουν τη δημιουργικότητα και τη φαντασία των παιδιών και γι' αυτό κρίθηκε ζωτικής σημασίας η ελευθερία σε όλη τη διάρκεια της εφαρμογής, η προσαρμοστικότητα και η ευελιξία που προκύπτει από τις ανάγκες και τις ιδέες των μαθητών επί τόπου (την ώρα των δραστηριοτήτων).

Δεν είχαμε τη δυνατότητα για απογευματινές συναντήσεις καθώς όλοι οι μαθητές κατοικούν σε διαφορετικά χωριά. Για την Στ' τάξη οι ώρες αυτές αντιστοιχούν την εβδομάδα σε τέσσερις διδακτικές ώρες την εβδομάδα. Όπως αναφέρεται στο ΔΕΠΠΣ του 2001: «Ειδικότερα για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση, στο Ωρολόγιο Πρόγραμμα προβλέπεται η καθιέρωση μιας «Ευέλικτης Ζώνης», διάρκειας τουλάχιστον δύο διδακτικών ωρών εβδομαδιαίως (και οπωσδήποτε μεγαλύτερης διάρκειας στις μικρότερες τάξεις του Δημοτικού Σχολείου) στο πλαίσιο της οποίας θα πραγματοποιούνται διαθεματικές δραστηριότητες και σχέδια εργασίας». Η προετοιμασία ξεκίνησε τον Νοέμβριο του 2015 και ο κύκλος έκλεισε τον Μάιο του 2016. Δεν έγινε χρήση όλων των ωρών που μεσολαβούν σε αυτό το χρονικό διάστημα καθώς κάποιος αριθμός ωρών χάθηκε λόγω σχολικών γιορτών, εκδηλώσεων και άλλων έκτακτων λόγων που προέκυψαν μέσα στο σχολικό περιβάλλον.

Το τεχνολογικό υλικό που είχαμε διαθέσιμο γι' αυτές τις δραστηριότητες ήταν τρεις φορητοί Η/Υ της ερευνήτριας, δύο Lego Education WeDo Construction Set, ιδιοκτησίας το ένα του σχολείου και το δεύτερο γειτονικού σχολείου (το οποίο μας το παραχώρησε για τις ανάγκες της έρευνας) και τέλος έναν κινητήρα και έναν αισθητήρα κίνησης της ερευνήτριας.

Πίνακας 2: Σύνδεση στόχων- δραστηριοτήτων

	Δραστηριότητες	Προσδοκώμενα Αποτελέσματα	Γνωστικές Περιοχές	Εκπαιδευτικό υλικό	Εκτιμώμενος Χρόνος
1	Παίζω με τα ντόμινο	Μετάδοση της κίνησης, σχέσεις αιτιατότητας, ομαδική εργασία.	Φυσική	Ντόμινο	2 δ.δ. ώρες
2	Ο φίλος μου, το Ρομπότ	Εισαγωγή στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού ("Πρόγραμμα", "Εντολές", "Αποσφαλμάτωση").	Προγραμματισμός	Οι ίδιοι οι μαθητές, σκουινί	2 δ.δ. ώρες
3	Προγραμματίζω το Ρομπότ μου	Εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον Robomind και τις προγραμματιστικές δομές επανάληψης και εάν/ εάν- αλλιώς.	Προγραμματισμός, ΤΠΕ	Η/Υ, Robomind	2 δ.δ. ώρες
4	Προγραμματίζω στο Scratch	Εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Υλοποίηση και εκτέλεση βασικών σεναρίων. Υλοποίηση πολύπλοκων παιχνιδιών.	Προγραμματισμός, ΤΠΕ	Η/Υ, Scratch 2.0	8 δ.δ. ώρες
5	Προγραμματίζω στην python	Εισαγωγή στην γλώσσα προγραμματισμού Python για την δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές	Προγραμματισμός	Η/Υ, python 2.7, kivy library, pycrpter IDE	6 δ.δ. ώρες
6	Lego WeDo και ντόμινο	Σύνδεση Η/Υ με αισθητήρες, υλοποίηση απλών αυτοματισμών.	Φυσική, Προγραμματισμός ΤΠΕ	Η/Υ, Scratch 2.0, Lego WeDo	2 δ.δ. ώρες
7	Χτίζω μια ρομποτική κατασκευή	Σχεδιασμός και υλοποίηση μιας ρομποτικής κατασκευής. Συνδυαστική εφαρμογή όλων των παραπάνω δραστηριοτήτων για την δημιουργία μιας ακολουθίας αυτοματισμών.	ΤΠΕ, Προγραμματισμός, Μηχανική, Φυσική, Ρομποτική, Τέχνη	Η/Υ, Scratch 2.0, Lego WeDo, ξύλινα κατασκευαστικά μέρη, τουβλάκια Lego, νερομπογιές, μπαλόνι	19 δ.δ. ώρες
8	Σχεδιάζω μηχανικές λύσεις	Σχεδιασμός λύσεων σε απλά προβλήματα χρησιμοποιώντας στοιχεία Rube Goldberg.	Μηχανική, Φυσική, Τέχνη	Χαρτί και μολύβι	2 δ.δ. ώρες
9	Παίζω στο Crazy Machines	Πειραματισμός με μηχανές Rube Goldberg μέσα από ένα περιβάλλον προσομοίωσης.	ΤΠΕ, Μηχανική, Φυσική	Η/Υ, Crazy Machines	2 δ.δ. ώρες
10	Χτίζω μια μηχανή Rube Goldberg	Σχεδιασμός πολύπλοκης μηχανής Rube Goldberg, με χρήση ρομποτικών βραχιόνων, αυτοματισμών μέσω Scratch και αισθητήρων.	ΤΠΕ, Προγραμματισμός, Μηχανική, Φυσική, Ρομποτική, Τέχνη	Η/Υ, Scratch 2.0, Lego WeDo, ντόμινο, ξύλινα κατασκευαστικά μέρη, τουβλάκια Lego, νερομπογιές	30 δ.δ. ώρες
Σύνολο (διδασκτικές ώρες)					75

Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν με γνώμονα την εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM που θεωρεί ότι τα σχολεία δεν θα πρέπει να διδάσκουν μεμονωμένες επιστήμες αλλά ότι στην τάση Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) πρέπει να προστεθεί και ο τομέας Arts (τέχνες) ώστε να προωθηθεί η δημιουργικότητα, η φαντασία και η παιγνιώδης μάθηση (Boy, 2013). Η κάθε δραστηριότητα δεν άπτεται μόνο ενός τομέως του ακρωνυμίου STEAM αλλά περιλαμβάνει περισσότερους τομείς ή και όλους.

Σε μια ομάδα είναι πολύ σημαντικό να επιτευχθεί ένα θετικό κλίμα και μια φιλοσοφία συνεργασίας για να επιτευχθεί ένας ή πολλοί στόχοι. Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων οι μαθητές δούλευαν σε ομάδες οι οποίες όμως δεν έμεναν σταθερές αλλά μεγάλωναν ή μίκραιναν ανάλογα με τον στόχο και την απαιτητικότητα του έργου. Επόμενο ήταν να εναλλάσσονται οι ρόλοι καθώς οι μαθητές δεν αντιδρούσαν και αλληλεπιδρούσαν με τον ίδιο τρόπο σε κάθε είδους δραστηριότητα. Αν και οι μαθητές είχαν αρχικά την ελευθερία να επιλέξουν την ομάδα τους (για λόγους ομαλότητας), στην πορεία η ερευνήτρια, ύστερα από την παρακολούθηση των διαδράσεων, έκανε η ίδια αλλαγές στη σύνθεσή τους.

Αρχικά δηλώθηκε στους μαθητές ότι τις ώρες της Ευέλικτης Ζώνης θα ασχοληθούμε με ένα ενδιαφέρον αντικείμενο, τη ρομποτική. Οι μαθητές δεν εξοικειωμένοι με την έννοια των διαθεματικών δραστηριοτήτων και δεν είχαν συμμετάσχει ποτέ σε καινοτόμα προγράμματα ή Σχολικές Δραστηριότητες όπως ορίζει η εγκύκλιος «Σχεδιασμός και υλοποίηση Προγραμμάτων Σχολικών Δραστηριοτήτων» (06-11-2015 Αρ. Πρωτ.178852/ΓΔ4). Γι' αυτό το λόγο έμειναν έκπληκτοι, προβληματισμένοι αλλά και συγκρατημένα ενθουσιασμένοι για το άγνωστο αντικείμενο το οποίο επρόκειτο να γνωρίσουν.

Η **πρώτη δραστηριότητα** έχει όνομα «Παίζω με τα ντόμινο». Αυτή η εισαγωγική δραστηριότητα έκανε τους μαθητές να χαλαρώσουν και να δουν αυτό το νέο αντικείμενο το οποίο θα τους «έτρωγε» τον χρόνο της Ευέλικτης Ζώνης, ως κάτι εύκολο, ενδιαφέρον και δημιουργικό. Σκοπός της ήταν οι μαθητές να δουλέψουν ομαδικά ώστε να φτιάξουν μια απλή κατασκευή από ντόμινο. Επίσης στόχος ήταν η μελέτη της μετάδοσης της κίνησης και της έννοιας «αίτιο-αποτέλεσμα» με συνδυασμούς με τα ντόμινο αλλά και σταδιακή εισαγωγή πιο περίπλοκων κατασκευαστικών συνδυασμών και ρομποτικών αυτοματισμών που θα δούμε στη συνέχεια. (2 διδ.ώρες)

Η **δεύτερη δραστηριότητα** ονομάζεται «Ο φίλος μου, το Ρομπότ». Σε αυτήν οι μαθητές χωρίζονται σε δύο ομάδες, τα Ρομπότ και τους Προγραμματιστές. Οι Προγραμματιστές πρέπει να δώσουν τις κατάλληλες εντολές στα Ρομπότ ώστε να

φτάσουν στο τέλος μιας διαδρομής χωρίς να βγουν έξω από τα όριά της. Οι εντολές καταγράφονται στο τετράδιο και αποτελούν αντικείμενο συζήτησης. Σε αυτή τη δραστηριότητα εισέρχεται η έννοια του προγραμματισμού. Αυτό το παιχνίδι, όπως και όλα τα παιχνίδια, είχε κάποιες απλές προϋποθέσεις όπως: να μην βγουν οι μαθητές έξω από τα όρια της διαδρομής, να μην κάνουν μεγάλα βήματα γιατί αλλιώς θα βγουν έξω από το «δρόμο» και να μην παίρνουν πρωτοβουλίες αλλά να ακούνε τους προγραμματιστές τους. (2 διδ. ώρες).

Στην **τρίτη δραστηριότητα** οι μαθητές πρέπει να προγραμματίσουν το ρομπότ να κάνει μια συγκεκριμένη διαδρομή και να φτάσει σε ένα ορισμένο σημείο. Η δραστηριότητα «Προγραμματίζω το Ρομπότ μου» γίνεται στο προγραμματιστικό περιβάλλον Robomind το οποίο έχει διαθέσιμες απλές εντολές για απλές ενέργειες. Είναι στην ουσία μια μεταφορά της προηγούμενης βιωματικής δραστηριότητας στον ψηφιακό κόσμο. Πλέον υπάρχει ένα ρομποτάκι που οι μαθητές πρέπει να το προγραμματίσουν να φτάσει σε ένα σημείο από την συντομότερη, κατά τη γνώμη τους, διαδρομή. Η χρήση αυτού του προγραμματιστικού περιβάλλοντος επιλέχθηκε επειδή η Robo είναι μια απλή γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται για εκπαιδευτικούς σκοπούς και έχει στόχο να εξοικειώσει τον ενδιαφερόμενο με τα βασικά της επιστήμης των υπολογιστών. Οι εντολές που περιέχει είναι απλές και πολύ εύκολα κατανοητές. Για να προγραμματιστεί το ρομπότ υπάρχουν στη διάθεσή μας βασικές εντολές που αφορούν την μετακίνηση, το βήσιμο (το ρομπότ βάφει μια άσπρη γραμμή), τη δαγκάνα (το ρομπότ πιάνει μια σημαδούρα με τη δαγκάνα) και την επιλογή. Οι προγραμματιστικές δομές που είναι διαθέσιμες στον χρήστη είναι οι δομές που έχουμε προαναφέρει. Η δομή της επανάληψης όπου γίνεται εκτέλεση της εντολής πεπερασμένο αριθμό φορές, για πάντα ή για όσο επιτρέπει η συνθήκη. Η δομή του ελέγχου όπου το ρομπότ εκτελεί τις εντολές που βρίσκονται μέσα στις αγκύλες μετά το AN μόνο αν το επιτρέπει η συνθήκη. Επίσης μπορεί να προστεθεί και το ΑΛΛΙΩΣ με αποτέλεσμα το ρομπότ να εκτελεί τις εντολές που βρίσκονται μέσα στις αγκύλες μετά το AN μόνο αν το επιτρέπει η συνθήκη. Αλλιώς εκτελεί τις εντολές που βρίσκονται μετά το ΑΛΛΙΩΣ. Υπάρχουν επίσης και οι λογικοί τελεστές (ΚΑΙ, Η, ΟΧΙ) με τους οποίους μπορούν να συνδυαστούν οι βασικές εντολές. Η προτεραιότητα των τελεστών είναι σημαντική (όπως με τον πολλαπλασιασμό και την πρόσθεση). Πρώτα εκτελείται ΟΧΙ μετά το ΚΑΙ και τέλος το Η. Οι παρενθέσεις μπορούν να διαφοροποιήσουν την προτεραιότητα των τελεστών. Ακόμα υπάρχουν οι διαδικασίες τις οποίες μπορεί κάποιος να τις ορίσει με το όνομα που θέλει. Η διαδικασία μπορεί να περιέχει μηδέν ή περισσότερες παραμέτρους οι οποίες φέρουν τις δικές τους ονομασίες. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο μεταξύ των αγκύλων της διαδικασίας. Τέλος υπάρχει η δυνατότητα τερματισμού του

προγράμματος ανάλογα με τη συνθήκη (λ.χ. τερματισμός του προγράμματος νωρίτερα αν δεις σηματοδούρα δεξιά). Στο στόχο μας δεν βρίσκεται η εκμάθηση όλων των προαναφερθέντων προγραμματιστικών δομών παρά μόνο η απλή εξοικείωση των μαθητών με το πλήθος των εντολών και η χρήση κάποιων από αυτών για τη μετακίνηση του ρομπότ. (2 διδ.ώρες)

Συνεχίζοντας την οικοδόμηση των απλών προγραμματιστικών γνώσεων, στην **τέταρτη δραστηριότητα** γίνεται εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch 2.0. Εδώ οι μαθητές πρέπει να προγραμματίσουν τη γάτα ώστε να μιλήσει, να κινηθεί και να σχεδιάσει ένα τετράγωνο. Το ρομπότ τους τώρα πια είναι η γάτα και ο κώδικας δεν είναι φανερός αλλά καλυμμένος από πολύχρωμα τουβλάκια. Η δραστηριότητα αυτή είναι ένα παραπέρα βήμα καθώς οι επιλογές που έχουν τώρα οι μαθητές μπροστά τους είναι πολύ περισσότερες. Επίσης η γάτα βγάζει μιλιά και μπορούμε να βάλουμε και άλλη μία αλλά και πολλές ακόμα μορφές (sprites). Ανοίγονται μεγαλύτερες προοπτικές από το περιβάλλον Robomind και αυτό το αναγνωρίζουν οι μαθητές οι οποίοι έκαναν αυθόρμητη σύγκριση με τους περισσότερους να προτιμούν τη χρήση του Scratch. Σε αυτή τη δραστηριότητα ο στόχος είναι η εξοικείωση με το περιβάλλον του Scratch μέσα από τον προγραμματισμό της γάτας να κάνει μερικές απλές ενέργειες αλλά και τη δημιουργία απλών σεναρίων. (8 διδ. ώρες)

Στην **πέμπτη δραστηριότητα**, έχοντας σαν αφετηρία το παιχνίδι (διαστημικό pong) που υλοποιήθηκε στο Scratch (στην προηγούμενη δραστηριότητα) προσπαθήσαμε να κάνουμε το ίδιο χρησιμοποιώντας μια πραγματική γλώσσα προγραμματισμού, όπως είναι η python. Η python διαθέτει πληθώρα βιβλιοθηκών με αποτέλεσμα να έχει απλοποιήσει σημαντικά τη διαδικασία του προγραμματισμού κάνοντας τον πιο προσιτό σε μεγάλη μερίδα ανθρώπων. Βασιζόμενοι σε αυτό προσπαθήσαμε να υλοποιήσουμε μια εφαρμογή για κινητές συσκευές συνδυάζοντας την python με την βιβλιοθήκη kivy (6 διδ. ώρες).

Επόμενο βήμα είναι η χρήση της δυνατότητας του Scratch να προγραμματίσει ένα αντικείμενο που δεν βρίσκεται μέσα στο περιβάλλον του λογισμικού αλλά έξω από τον Η/Υ. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού ρομποτικού πακέτου Lego Education WeDo Construction Set το οποίο διαθέτει τη δυνατότητα σύνδεσης αισθητήρων κίνησης και κλίσης μέσω usb με τον υπολογιστή. Περιέχει επίσης δομικά υλικά Lego, άξονες, γρανάζια και ιμάντες για μετάδοση της κίνησης που τίθεται μέσω ενός μοτέρ που παίρνει ενέργεια από το υπολογιστή. Σε αυτή την **έκτη δραστηριότητα** οι μαθητές χωρισμένοι σε τρεις ομάδες καλούνται να κατασκευάσουν, ακολουθώντας τις οδηγίες, την «κλοτσιά», την «δραπέτευση του

γίγαντα» και τα «πουλιά που τραγουδούν». Γι' αυτή τη δραστηριότητα είχαμε στη διάθεσή μας δύο Lego WeDo Construction Set επομένως δεν μπορούσαν να δουλέψουν παράλληλα και οι τρεις ομάδες. (2 διδακτικές ώρες)

Μετά από όλα αυτά προτείναμε στους μαθητές να χτίσουμε μια κατασκευή που να περιέχει αυτοματισμούς και με τη βοήθειά τους να φέρει εις πέρας μια διαδικασία. Με αυτόν τον τρόπο, σε αυτή την **έβδομη δραστηριότητα**, γίνεται εφαρμογή των γνώσεων που απέκτησαν οι μαθητές μέσω των προηγούμενων δραστηριοτήτων μέσα σε ένα παιγνιώδες, συνεργατικό και δημιουργικό περιβάλλον. Το θέμα της κατασκευής που επιλέχτηκε ήταν οι φάσεις στη ζωή ενός αστέρα και συγκεκριμένα ο τίτλος της «Ένα αστέρι πεθαίνει» και το εμπνευστήκαμε, η ερευνήτρια μαζί με τους μαθητές από τη Γεωγραφία της Στ'τάξης αλλά κυρίως από το βιβλίο μιας παράστασης του Ευγενίδειου Πλανηταρίου με θέμα «Το άστρο της ημέρας» το οποίο είχαμε στην τάξη μας. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες με στόχο να «σκηνοθετήσουν» μια παράσταση στην οποία να δείχνουν με συντομία τις φάσεις της ζωής ενός αστεριού όπως ο Ήλιος μας. Η παράσταση με τίτλο και αυτή «Ένα αστέρι πεθαίνει», θα προβαλλόταν στον θεατή με τη βοήθεια αυτοματισμών που θα προγραμματίζαμε στο λογισμικό Scratch 2.0. Ο προγραμματισμός της παράστασης θα γινόταν με λεπτομέρεια σαν να προβαλλόταν πραγματικά σε ένα πλανητάριο για ανθρώπκια. Οι αυτοματισμοί της πρώτης ομάδας θα ενεργοποιούσαν τους αυτοματισμούς της δεύτερης και ομοίως της τρίτης δημιουργώντας μια συνέχεια. Την κατασκευή την χτίσαμε σταδιακά στις διδακτικές ώρες της Ευέλικτης Ζώνης και της Αισθητικής Αγωγής. Ύστερα από συζήτηση και διάδραση μερικών διδακτικών ωρών προέκυψαν οι εξής σχεδιασμοί:

1η Ομάδα

Για να ξεκινήσει η παράσταση χρειαζόμαστε θεατές. Ο αισθητήρας κίνησης εντοπίζει έναν από αυτούς και ενεργοποιεί τον ήχο της μπομπίνας της ταινίας. Ο ήχος αυτός με τη σειρά του ενεργοποιεί το μοτέρ με αποτέλεσμα α) να ανεβαίνει ψηλά ο θεατής για να βλέπει την παράσταση και β) να ξεκινάει εισαγωγικό εφέ με την περιστροφική κίνηση της πινακίδας του πλανηταρίου.

2η Ομάδα

Ο αισθητήρας κίνησης της δεύτερης ομάδας ενεργοποιείται όταν εντοπίσει τον θεατή της πρώτης ομάδας να ανυψώνεται πάνω σε ένα στύλο. Μετά από μερικά δευτερόλεπτα ενεργοποιεί το μουσικό θέμα της ταινίας. Ο αισθητήρας ήχου στη συνέχεια, μόλις εντοπίσει τη μουσική ενεργοποιεί το μοτέρ. Αυτό με τη σειρά του τραβάει δύο μικρά οχήματα που με βελάκια δείχνουν στον θεατή επιγραμματικά την κάθε φάση στη ζωή ενός αστέρα.

3η Ομάδα

Όταν προβληθεί όλη η ζωή ενός αστέρα μέχρι τον θάνατό του τότε ο τρίτος αισθητήρας κίνησης εντοπίζει το μικρό όχημα που έχει δείξει προηγουμένως τις φάσεις. Ο αισθητήρας κίνησης δίνει την εντολή ώστε α) να ξεκινήσει η λειτουργία του μοτέρ που θα εμφανίσει ένα μπαλόνι με το όνομα του σχολείου μας απελευθερώνοντας το σκοινί που το κρατάει και β) να εμφανίσει τον τίτλο τέλους της παράστασης με τη βοήθεια ενός γερανού. (19 διδ. ώρες)

Στην επόμενη φάση, την **όγδοη δραστηριότητα**, ζητήθηκε από τους μαθητές να χωριστούν σε τέσσερις ομάδες και τους δόθηκε ένα φύλλο με ερωτήσεις στις οποίες έπρεπε να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις και εμπειρίες που απέκτησαν από τη διαδικασία υλοποίησης της ρομποτικής κατασκευής. Στόχος ήταν να οδηγηθούν σε ευφάνταστες ιδέες και σχέδια ώστε να σχεδιάσουν μια νέα κατασκευή, με τα υλικά που ήδη είχαν από την προηγούμενη κατασκευή με στόχο να παρουσιάσουν αυτή τη φορά όλες τις φάσεις διαδοχικά με τρισδιάστατο τρόπο (χειροπιαστά υλικά). Αυτά τα σχέδια λειτούργησαν ως προεργασία για το χτίσιμο της μηχανής Rube Goldberg και θα αναλυθούν παρακάτω. (2 διδ. ώρες)

Για να εισαχθούν στη λογική Rube Goldberg, στην **ένατη δραστηριότητα**, κρίθηκε σκόπιμο να παίξουν το παιχνίδι Crazy Machines όπου δίνεται μια πολύ καλή ιδέα σχετικά με τη λογική Rube Goldberg. Στόχος ήταν να μελετήσουν τις σχέσεις αιτίου – αποτελέσματος, να συνεργαστούν και το κυριότερο να έχουν την υπομονή να δοκιμάζουν ξανά και ξανά ώστε να βρουν τον σωστό συνδυασμό που θα φέρει τη λύση. Πρόκειται στην ουσία για κατασκευή μοντέλων που προσομοιώνουν καταστάσεις φαινομένων και επιλύουν απλά καθημερινά προβλήματα με περίπλοκους τρόπους. (2 διδ. ώρες)

Τελευταία φάση και **δέκατη δραστηριότητα** αποτελεί η διαδικασία της κατασκευής της μηχανής Rube Goldberg στην οποία οι περισσότερες κινήσεις θα ενεργοποιούνται από αισθητήρες κίνησης, προσδιδόντάς της έτσι το χαρακτηριστικό του αυτοματισμού. Η προετοιμασία, η κατασκευή, οι έλεγχοι και οι δοκιμές χρειάστηκαν 30 διδακτικές ώρες. Η διαδικασία περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την ανάλυση παραμέτρων σχετικά με την κατασκευή, τη βελτιστοποίηση της κατασκευής (επίτευξη στόχου με όσο το δυνατόν λιγότερα υλικά – έξυπνες λύσεις) την ανάλυση κινδύνων σχετικά με την κατασκευή που υλοποιούμε (ανάλυση κινδύνων κατά τη φάση σχεδιασμού), δηλαδή ποιο εξάρτημα καταπονείται περισσότερο και μπορεί να οδηγήσει σε αστοχία, σε ποια περίπτωση δεν θα λειτουργήσουν οι αισθητήρες, υπο ποιες συνθήκες μπορεί να διαταραχθεί η αλληλουχία των φάσεων και όλα αυτά με συνεργασία και με πολλή υπομονή. Στόχος είναι να ενθαρρυνθεί η κριτική σκέψη και

η επίλυση προβλημάτων με δημιουργικό τρόπο μέσα από μια διαδικασία διασκεδαστική, χωρίς οι εμπλεκόμενοι μαθητές να εγκλωβίζονται στο παραδοσιακό μαθησιακό περιβάλλον.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο έχουν περιγραφεί προϋποθέσεις για μια καλή κατασκευή Rube Goldberg, οι οποίες όμως στόχευαν σε φοιτητές μηχανικών τμημάτων ή μαθητές που συμμετείχαν στον διαγωνισμό Rube Goldberg που διοργανώνεται κάθε χρόνο στις Η.Π.Α. Εξυπακούεται ότι δεν υπήρξαν τέτοιοι περιορισμοί καθώς μιλάμε για πρώτη επαφή των συγκεκριμένων μαθητών με τη ρομποτική γενικότερα και τη λογική Rube Goldberg ειδικότερα.

5

Ανάλυση Δραστηριοτήτων

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύουμε τα αποτελέσματα και τα δεδομένα που προέκυψαν από την εφαρμογή των δραστηριοτήτων που περιγράφηκαν στο Κεφάλαιο 4. Τα στοιχεία αυτά προέκυψαν από την παρατήρηση των μαθητών, τη μελέτη του οπτικοακουστικού υλικού (σε όποιες περιπτώσεις συλλέχτηκε), τη μελέτη των σχεδίων τους, τις απαντήσεις τους στα ερωτηματολόγια και τη συζήτηση της ερευνήτριας με τους μαθητές καθ' όλη τη διάρκεια διεκπεραίωσης των δραστηριοτήτων. Η ανάλυση κάθε δραστηριότητας ξεχωριστά θα περιλαμβάνει το βαθμό στον οποίο επιτεύχθηκε ο στόχος της, ποιον/ ποιους άξονες του STEAM θέλει να ενθαρρύνει, το βαθμό συμμετοχής των μαθητών, τις δυσκολίες που συνάντησαν οι μαθητές, τις σχέσεις και τις διαδράσεις που παρατηρήθηκαν στην ομάδα και τις εντυπώσεις των μαθητών από την κάθε μια.

5.1. Ανάλυση ερωτηματολογίου

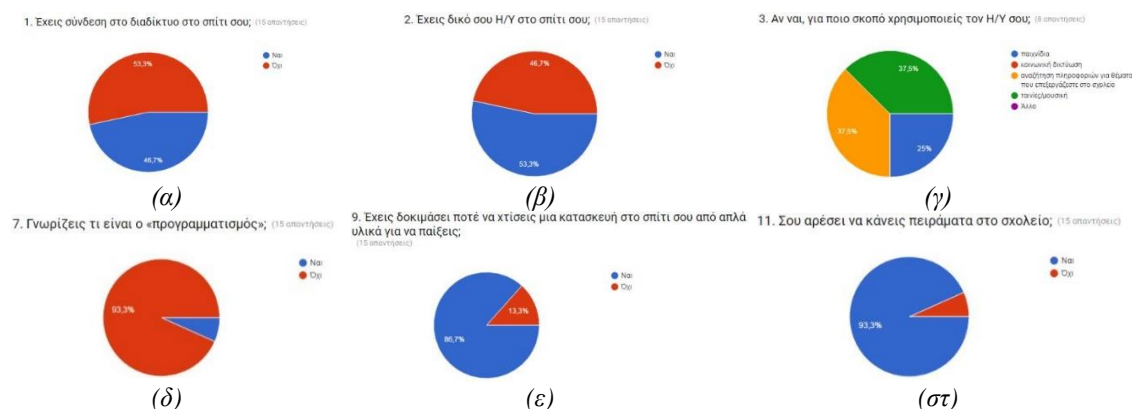
Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους μαθητές για να συλλεχθούν δεδομένα σχετικά με το βαθμό επαφής και εξοικείωσης με την τεχνολογία καθώς και απόψεις σχετικά με τη χρήση της τεχνολογίας. Ακόμα μέσω αυτού έγινε μια διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι μαθητές ασχολούνται με επίλυση προβλημάτων στην καθημερινή τους ζωή. Παρακάτω ακολουθούν αναλυτικά οι ερωτήσεις.

Πίνακας 3: Ερωτηματολόγιο

<i>Μέρος Ι'</i>	
1.	Έχεις σύνδεση στο διαδίκτυο στο σπίτι σου;
2.	Έχεις δικό σου Η/Υ στο σπίτι σου;
3.	Αν ναι, για ποιο σκοπό χρησιμοποιείς τον Η/Υ σου; Α) παιχνίδια Β) κοινωνική δικτύωση Γ) αναζήτηση πληροφοριών για θέματα που επεξεργάζεστε στο σχολείο Δ) ταινίες/μουσική
4.	Αν παίζεις ηλεκτρονικά παιχνίδια, ποια είναι αυτά;
5.	Γνωρίζεις τι είναι ένα ρομπότ;
6.	Γνωρίζεις τι είναι το «Scratch»;
7.	Γνωρίζεις τι είναι ο «προγραμματισμός»;
8.	Γνωρίζεις τι είναι η «εντολή»;
9.	Έχεις δοκιμάσει ποτέ να χτίσεις μια κατασκευή στο σπίτι σου από απλά υλικά για να παίζεις;
10.	Σου αρέσει να κάνεις πειράματα με απλά υλικά που μπορείς να βρεις στο σπίτι σου ή στην αυλή

	του σπιτιού σου;
11.	Σου αρέσει να κάνεις πειράματα στο σχολείο;
12.	Σου αρέσει να βρίσκεις λύσεις σε απλά καθημερινά προβλήματα που δεν έχει σκεφτεί κανένας άλλος;
Μέρος 2^ο	
1.	Τι είναι ένα ρομπότ;
2.	Ξέρεις κάποια ρομποτική συσκευή στην καθημερινή σου ζωή; Ποια;
3.	Σε τι θα χρησιμοποιούσες ένα ρομπότ;
4.	Τι μπορεί να κάνει ένας προγραμματιστής;
5.	Αν ήσουν προγραμματιστής τι θα προγραμματίζες;
6.	Υπάρχει κάποιο πρακτικό πρόβλημα που δυσκολεύει την καθημερινή σου ζωή που θα ήθελες να λύσεις; Αν ναι, ποιο είναι αυτό; Τι λύση θα ήθελες να του βρεις;

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από τους μαθητές σε ηλεκτρονική μορφή μέσω Google Forms και παρακάτω παρουσιάζουμε την ανάλυση σε επιλεγμένες ερωτήσεις. Η επιλογή των ερωτήσεων προσπαθεί να αναδείξει τα βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος, τα οποία είναι η περιορισμένη πρόσβαση στις ΤΠΕ, η έλλειψη γνώσεων σχετικά με ζητήματα προγραμματισμού και ρομποτικής και η διάθεση των μαθητών να προσεγγίζουν ερευνητικά ζητήματα με δημιουργικό τρόπο. Αρχικά τα διαγράμματα των Εικόνα 5^{α,β,γ} παρουσιάζουν την πολύ χαμηλή διείσδυση των νέων τεχνολογιών στην καθημερινότητα των μαθητών, καθώς η πλειονότητα αυτών δεν διαθέτει σύνδεση στο διαδίκτυο ή ηλεκτρονικό υπολογιστή. Μέσω της Εικόνα 5^δ γίνεται εμφανές ότι το σύνολο των μαθητών δεν γνωρίζει την έννοια του προγραμματισμού, γεγονός αναμενόμενο καθώς η χρήση του Η/Υ από τα λίγα παιδιά που τον διαθέτουν περιορίζεται σε βασικές λειτουργίες όπως παιχνίδια και αναζήτηση πληροφοριών (Εικόνα 5^γ). Τέλος στα διαγράμματα των Εικόνα 5^{ε,στ} εμφανίζεται η έμφυτη τάση των παιδιών να εξερευνούν, καθώς εκφράζονται θετικά σε διαδικασίες πειραματισμών.



Εικόνα 5. Απαντήσεις των μαθητών σε επιλεγμένες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Οι ερωτήσεις του 2ου μέρους του ερωτηματολογίου ήταν ανοιχτού τύπου και γι' αυτό θα γίνει μια συνοπτική αναφορά στο περιεχόμενο των απαντήσεων. Στην ερώτηση «Τι είναι ένα ρομπότ;» οι περισσότεροι μαθητές φάνηκε από τις απαντήσεις

τους ότι το αντιλαμβάνονται ως ένα μηχανήμα με ανθρώπινες ιδιότητες που μπορούμε να του δώσουμε εντολές ώστε να πραγματοποιήσει κάποια επιθυμία μας και να διευκολύνει τη ζωή μας.

Στην ερώτηση αν ξέρουν κάποια ρομποτική συσκευή στην καθημερινή τους ζωή και ποια είναι αυτή, οι μαθητές δεν μπορούσαν να εντοπίσουν κάποια συσκευή με ρομποτικά χαρακτηριστικά, ίσως και λόγω του περιβάλλοντος στο οποίο κατοικούν. Η συνηθισμένη χρήση που σκέφτηκαν οι μαθητές για ένα ρομπότ ήταν η καθαριότητα του σπιτιού.

Τέλος, στην ερώτηση 6 του Μέρους 2 του ερωτηματολογίου, «Υπάρχει κάποιο πρακτικό πρόβλημα που δυσκολεύει την καθημερινή σου ζωή που θα ήθελες να λύσεις; Αν ναι, ποιο είναι αυτό; Τι λύση θα ήθελες να του βρεις;», ζητάμε από τα παιδιά να σκεφτούν πιθανές λύσεις σε προβλήματα της καθημερινότητας. Παρατηρούμε ότι οι απαντήσεις των παιδιών επιβεβαιώνουν το ρητό «η ανάγκη είναι η μητέρα της δημιουργίας». Η φαντασία σε συνδυασμό με την ανάγκη εξεύρεσης λύσης σε ένα πρόβλημα που είναι συνεχώς παρόν στην καθημερινή μας ζωή, οδηγεί στην καινοτομία. Αν και τα παιδιά δεν ζουν σε ένα τεχνολογικά εμπλουτισμένο περιβάλλον εκφράζουν λύσεις που άπτονται τεχνολογικά εξελιγμένων πεδίων, όπως η ρομποτική χειρουργική που περιγράφει η πρώτη απάντηση του Πίνακα 4 και η αυτοματοποιημένη γεωργία που οραματίζεται η απάντηση 2.

Πίνακας 4: Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών στην ερώτηση 6

<i>Πρέπει να κάνω χειρουργικές επεμβάσεις. Θα ήθελα να υπάρχει μια πιο εξελιγμένη τεχνική και τεχνολογία για να γίνονται πιο γρήγορα και αποτελεσματικά.</i>
<i>Θα ήθελα να υπάρχει μια μηχανή για να μαζεύει το σανό και τις ελιές.</i>
<i>Όταν μπαίνουμε από τη καγκελόπορτα στο χώρο του μαγαζιού υπάρχει κίνδυνος να ξεφύγουν τα σκυλιά. Θα μπορούσα να βρω έναν τρόπο να τα δένω αυτόματα.</i>
<i>Θα ήθελα να λύνονται αυτόματα τα σκυλιά για το κνήγι.</i>
<i>Υπάρχει πολλή φασαρία στο σπίτι. Θα ήθελα να φτιάξω πιο άνετες ωτοασπίδες.</i>
<i>Τα ξύλα που πρέπει να κουβαλάω για το τζάκι.</i>

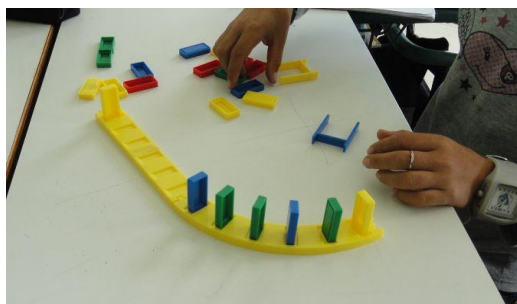
5.2. Πρώτη δραστηριότητα - Παίζω με τα ντόμινο

1	Παίζω με τα ντόμινο	Μετάδοση της κίνησης, σχέσεις αιτιατότητας, ομαδική εργασία.	Φυσική	Ντόμινο	2 δ.ιδ. ώρες
---	---------------------	--	--------	---------	--------------

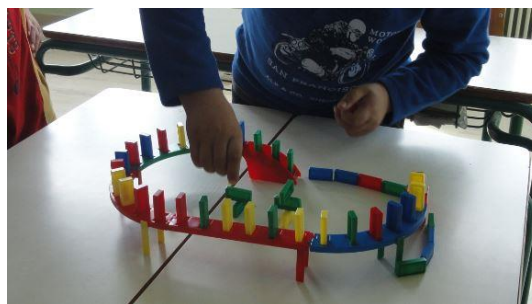
Στόχος ήταν οι μαθητές να φτιάξουν μια απλή κατασκευή από ντόμινο μέσα από την οποία θα μελετούσαν τη μετάδοση της κίνησης σε συνδυασμό με τη θεμελιώδη φυσική έννοια του «αιτίου και του αποτελέσματος».

Τα ντόμινο επιλέχθηκαν επειδή είναι χειραπτικά αντικείμενα που χρησιμοποιούνται στα μαθηματικά για να βοηθούν τους μαθητές να δημιουργούν συμπαγή μοντέλα που ενσωματώνουν μαθηματικές έννοιες, την ώρα που αυτοί τα ακουμπούν και τα μετακινούν. Η επαφή μαζί τους έχει αποδειχθεί ότι διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών, τους δίνει κίνητρο, προσφέρει καλύτερη αίσθηση του χώρου, βοηθάει στην οπτικοποίηση του προβλήματος και προσφέρει καλύτερη κατανόηση (Swan & Marshall, 2010). Ο Clements (1999) επισημαίνει την αναγκαιότητα της χρήσης χειραπτικών υλικών στη διδασκαλία των μαθηματικών, πριν όμως από τη συμβολική αναπαράσταση (όπως οι αλγόριθμοι), προσθέτοντας ότι η έννοια του χειραπτικού υλικού πρέπει να συμπεριλαμβάνει και τα αυτά που βρίσκονται στο υπολογιστικό περιβάλλον (computer manipulatives) καθώς μπορεί να προσφέρουν στους μαθητές πεισσότερες δυνατότητες επεξεργασίας απ' ό,τι το φυσικό αντικείμενο. Ο συνδυασμός των φυσικών (αντικείμενα) και των υπολογιστικών (ενέργειες) χειραπτικών αντικειμένων μας δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουμε τις σημαντικές αναπαραστάσεις που επιθυμούμε να μάθουν οι μαθητές.

Σε αυτή τη δραστηριότητα οι μαθητές δοκίμασαν τις δεξιότητες αντίληψης του χώρου, της ευελιξίας στην επιλογή λύσεων και της συνεργασίας. Χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των πέντε ατόμων και είχαν την ελευθερία να φτιάξουν ό,τι ήθελαν. Στο τέλος της ώρας μέσα από συζήτηση κατέληξαν οι ομάδες σε κάποιες προϋποθέσεις που χρειάζονται για να στήσουν τα ντόμινο: συνεργασία, προσοχή, ομαδικότητα, υπομονή, αυτοπεποίθηση, αλληλοβοήθεια και προσήλωση στο στόχο.



(α)



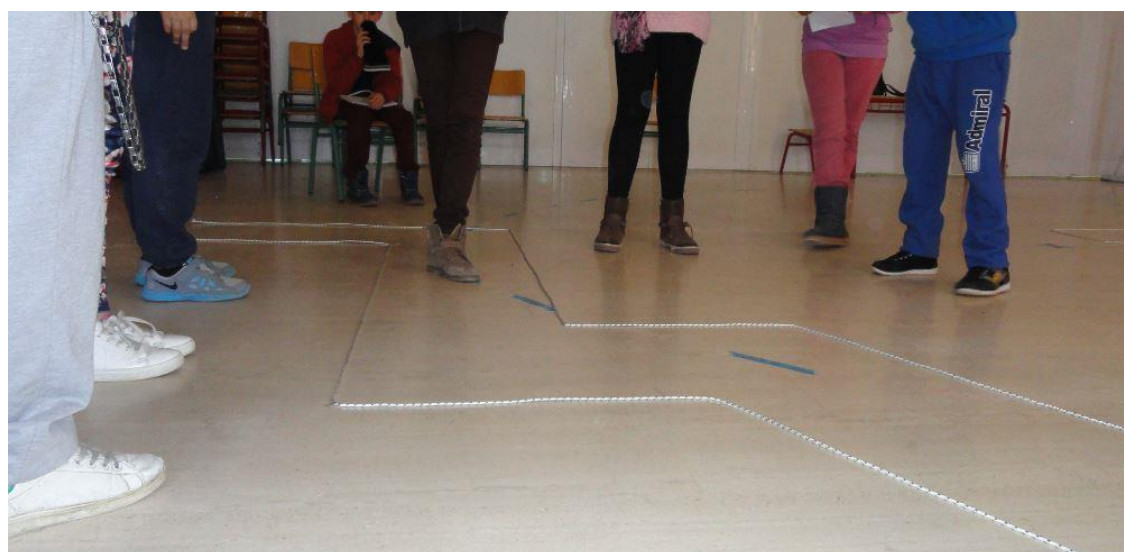
(β)

Εικόνα 6. (α) Τα ντόμινο διεγείρουν το ενδιαφέρον των μαθητών, (β) οι μαθητές συνεργάζονται και προσηλώνονται στο στόχο.

5.3. Δεύτερη Δραστηριότητα - Ο φίλος μου, το Ρομπότ

2	Ο φίλος μου, το Ρομπότ	Εισαγωγή στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού ("Πρόγραμμα", "Εντολές", "Αποσφαλμάτωση").	Προγραμματισμός	Οι ίδιοι οι μαθητές, σκονιί	2 διδ. Ώρες
---	------------------------	--	-----------------	-----------------------------	-------------

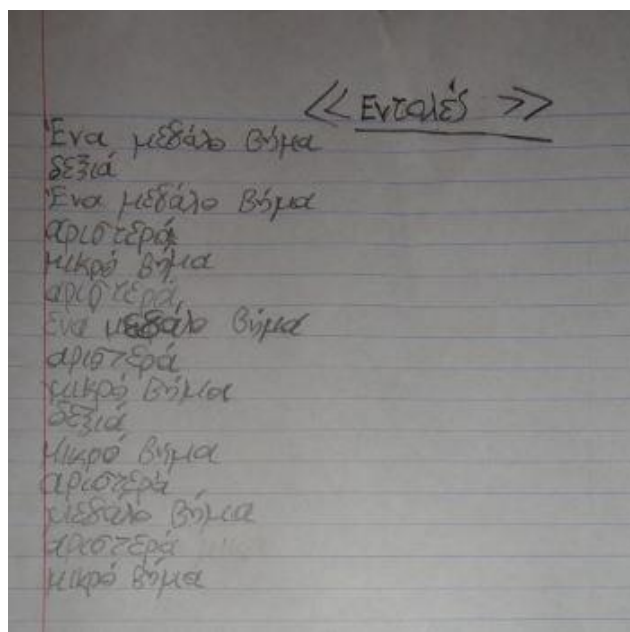
Η δραστηριότητα αυτή αποτελεί εισαγωγή στον προγραμματισμό. Οι μαθητές της τάξης χωρίζονται σε Ρομπότ και Προγραμματιστές. Τα Ρομπότ έχουν δέσει τα μάτια τους με ένα μαντίλι και οι Προγραμματιστές πρέπει να δώσουν τις κατάλληλες εντολές στα Ρομπότ ώστε να φτάσουν στο τέλος μιας διαδρομής χωρίς να βγουν έξω από τα όριά της. Ο χώρος στον οποίο πραγματοποιήθηκε αυτή η δραστηριότητα ήταν η αίθουσα εκδηλώσεων του σχολείου (η οποία λειτουργεί και ως γυμναστήριο) και τα όρια στα οποία μπορούσαν να κινούνται τα Ρομπότ καθορίστηκαν με σκονιί που κολλήθηκε στο πάτωμα με χαρτοταινία. Τα ζευγάρια μπορούσαν να αλλάζουν τους ρόλους κάτι που δεν επεθύμησαν όλοι. Οι εντολές που θα έδινε ο κάθε Προγραμματιστής έπρεπε να καταγραφούν στο τετράδιο. Στην πράξη οι μαθητές διαπίστωσαν ότι ήταν πολύ εύκολο το Ρομπότ να βγει έξω από τα όρια ή να πατήσει πάνω σε αυτά. Γι' αυτό το λόγο οι Προγραμματιστές έπρεπε να αναστοχαστούν πάνω στις εντολές που είχαν δώσει. Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι έπρεπε να είναι σαφείς, ακριβείς και να περιέχουν μαθηματικές έννοιες (απόσταση, μοίρες). Με πολλές δοκιμές από τα ζευγάρια έγινε σταδιακά πιο εύκολο να φτάσει το Ρομπότ με όσο το δυνατόν λιγότερα λάθη στο τέλος της διαδρομής. Αυτός ο αναστοχασμός αποτέλεσε στην ουσία τη διαδικασία της αποσφαλμάτωσης.



Εικόνα 7. Η διαδρομή στην οποία πρέπει να κινηθούν τα «Ρομπότ».

Στην Εικόνα 8 φαίνονται κάποια τετράδια μαθητών που κατέγραψαν τις εντολές. Στην εικόνα φαίνεται η συνεχής προσπάθεια προσαρμογής των εντολών στο

περιβάλλον που πρέπει να κινηθεί το Ρομπότ αλλά και στο ίδιο το Ρομπότ. Για παράδειγμα με το «ένα βήμα» δεν καλύπτεται από κάθε παιδί η ίδια απόσταση. Με αυτό το ένα βήμα κάποιος μπορούσε να βγει έξω από το σκοινί. Προτάθηκε το «μικρό βήμα» και το «μισό βήμα», κάποιιοι θέωρησαν το βήμα ως σταθερή μονάδα μέτρησης της απόστασης και είπαν «δύο βήματα» ή «τρία βήματα».



Εικόνα 8. Σύνολο εντολών όπως τις κατέγραψε ένας από τους «Προγραμματιστές».

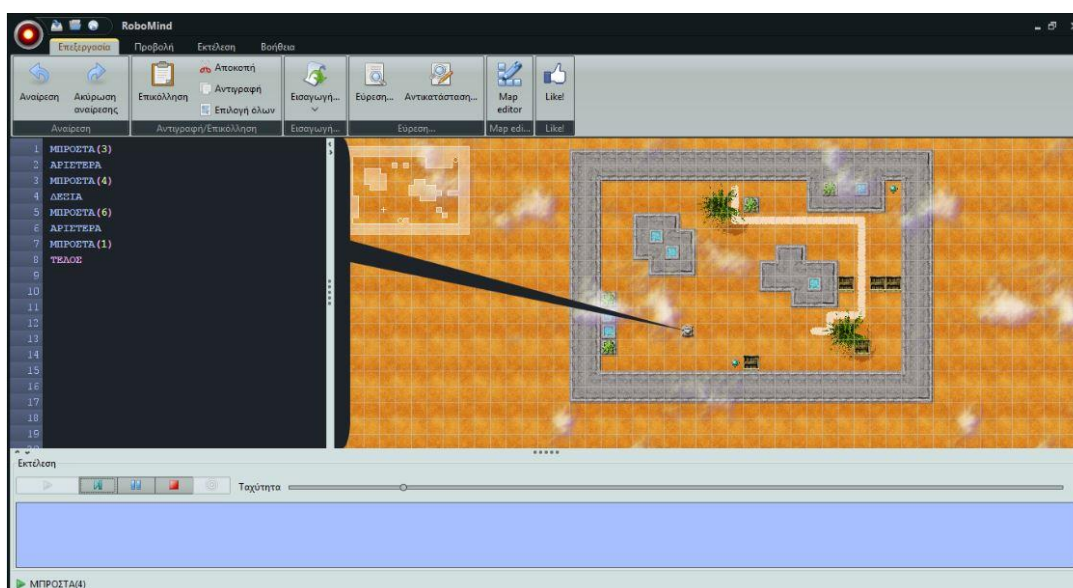
Δεν ήταν εύκολο να καταλήξουν οι μαθητές - Προγραμματιστές στις σωστές εντολές καθώς πολλοί έδειχναν σημάδια ανυπομονησίας και εκνευρισμού επειδή οι κινήσεις των Ρομπότ δεν ανταποκρίνονταν στις επιθυμίες τους. Μέσα από συζήτηση και κατάλληλες ερωτήσεις από την πλευρά της ερευνήτριας διαπίστωσαν οι μαθητές ότι η ακρίβεια έπαιζε σπουδαίο ρόλο καθώς και η σωστή γλωσσική και μαθηματική έκφραση.

5.4. Τρίτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω το Ρομπότ μου

3	Προγραμματίζω το Ρομπότ μου	Εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον Robomind και τις προγραμματιστικές δομές επανάληψης και εάν/ εάν-αλλιώς.	Προγραμματισμός, ΤΠΕ	H/Y, Robomind	2 διδ. ώρες
---	-----------------------------	---	----------------------	---------------	-------------

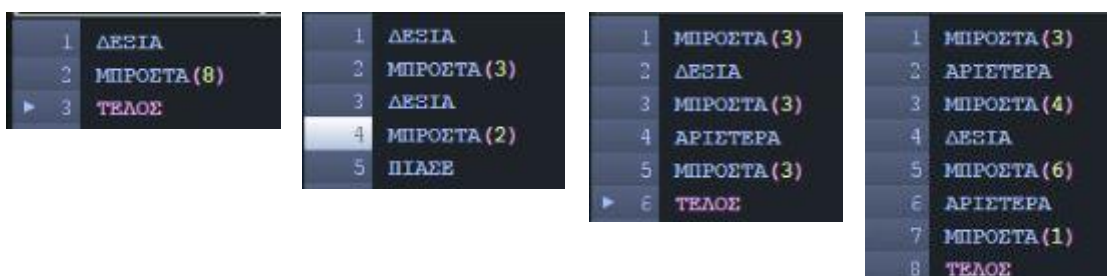
Στόχος είναι η εισαγωγή στις προγραμματιστικές δομές επανάληψης και εάν/ εάν-αλλιώς μέσα απ' το προγραμματιστικό περιβάλλον Robomind. Στο Robomind ένα μικρό ρομπότ είναι το αντικείμενο προγραμματισμού με το οποίο καλούνται οι μαθητές να πειραματιστούν. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες των τριών-τεσσάρων ατόμων και η κάθε μια έπρεπε να δώσει τις κατάλληλες εντολές στο ρομποτάκι για να φτάσει σε ένα σημείο του κήπου στον οποίο βρίσκεται. Για τη

δραστηριότητα αυτή είχαμε στη διάθεσή μας τρεις υπολογιστές, που μοιράστηκαν στις υπάρχουσες ομάδες. Οι μαθητές εξερεύνησαν πρώτα το περιβάλλον του RoboMind για να δουν τις δυνατότητές τους.



Εικόνα 9. Το γραφικό περιβάλλον του RoboMind.

Η ερευνήτρια παρείχε βοήθεια για την αρχική επαφή και έδινε εξηγήσεις στις απορίες των μαθητών κατά τη διάρκεια της διδακτικής ώρας. Η πρώτη ομάδα είχε στόχο να καθοδηγήσει το ρομπότ ώστε να συναντήσει την αρχή της λευκής γραμμής (που υπάρχει ήδη στο γραφικό περιβάλλον). Οι εντολές που έπρεπε να εισάγουν ήταν απλές: το ρομπότ έπρεπε να στρίψει δεξιά, να προχωρήσει οχτώ βήματα μπροστά και να σταματήσει. Η δεύτερη ομάδα έπρεπε να προγραμματίσει το ρομπότ ώστε να πιάσει τη σημαδόουρα που υπήρχε στο γραφικό περιβάλλον. Η τρίτη ομάδα είχε στόχο να φτάσει το ρομποτάκι στη σκιά του δέντρου και η τέταρτη να φτάσει στη δεξιά πιάνα που βρίσκεται στο κέντρο της περιφραξής.



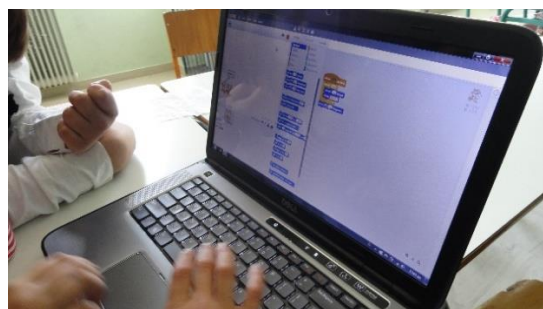
Εικόνα 10. Οι εντολές που εισήγε η κάθε ομάδα.

Οι αντιδράσεις των μαθητών από αυτή τη δραστηριότητα ήταν ενθουσιώδεις. Όπως είπαν, τους έκανε εντύπωση που μπορούσαν να έχουν τον απόλυτο έλεγχο πάνω σε ένα ρομπότ και ήθελαν να επαναλάβουν τη δραστηριότητα και στο μέλλον.

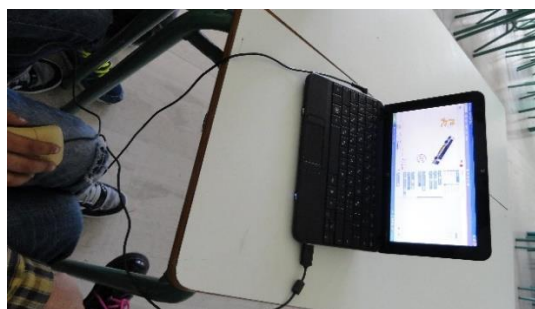
5.5. Τέταρτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω στο Scratch

4	Προγραμματίζω στο Scratch	Εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Υλοποίηση και εκτέλεση βασικών σεναρίων. Υλοποίηση πολύπλοκων παιχνιδιών.	Προγραμματισμός, ΤΠΕ	H/Y, Scratch 2.0	8 διδ. Ώρες
---	---------------------------	---	----------------------	------------------	-------------

Η δραστηριότητα αυτή αποτελεί συνέχιση της προηγούμενης και επέκτασή τους αφού στην ουσία γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί ο ίδιος στόχος αλλά σε διαφορετικό προγραμματιστικό περιβάλλον. Συγκεκριμένα στοχεύει στην εισαγωγή των μαθητών στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch 2.0. και την επιπλέον εξοικείωση με τις προγραμματιστικές δομές επανάληψης και εάν/ εάν- αλλιώς. Ένα αντικείμενο που μπορούν να προγραμματίσουν οι μαθητές είναι η γάτα ώστε να μιλήσει, να κινηθεί ή να σχεδιάσει ένα τετράγωνο. Ο κώδικας είναι καλυμμένος από πολύχρωμα τουβλάκια και δεν γίνεται φανερό πλέον ότι μιλάμε για γλώσσα προγραμματισμού. Η δραστηριότητα αυτή είναι ένα παραπέρα βήμα από την προηγούμενη καθώς οι επιλογές που έχουν τώρα οι μαθητές μπροστά τους είναι πολύ περισσότερες. Επίσης η γάτα βγάζει μιλιά και μπορούμε να βάλουμε και άλλη μία αλλά και πολλές ακόμα μορφές (sprites). Είναι διαθέσιμες περισσότερες δυνατότητες από το περιβάλλον Robomind και αυτό το αναγνωρίζουν οι μαθητές οι οποίοι έκαναν αυθόρμητη σύγκριση των δύο με τους περισσότερους να προτιμούν το περιβάλλον του Scratch.



(α)



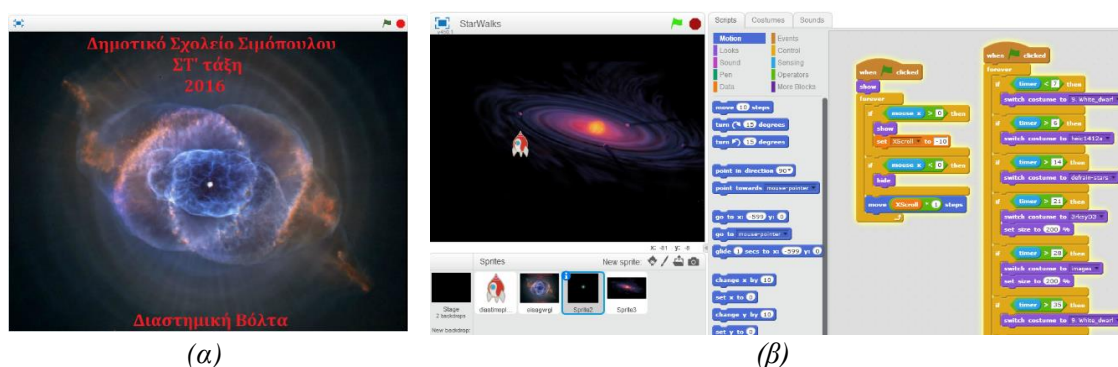
(β)

Εικόνα 11. (α) Γνωριμία με τις εντολές του Scratch, (β) Οι μαθητές πειραματίζονται με τα sprites.

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες των πέντε ατόμων και η κάθε μια είχε στη διάθεσή της έναν φορητό υπολογιστή. Μέσα από την αυθόρμητη εξερεύνηση άρχισαν να ανακαλύπτουν τις δυνατότητες του περιβάλλοντος δοκιμάζοντας τα πλακίδια κίνησης, ελέγχου, τους ήχους, την πένα κ.ά. Επειδή η offline έκδοση Scratch 2.0. δεν υπάρχει στα ελληνικά, οι μαθητές δούλεψαν στην online πλατφόρμα του Scratch 2.0. (https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tip_bar=getStarted). Μετά την εξερεύνηση, η ερευνήτρια ζήτησε από τους μαθητές να προγραμματίσουν τη γάτα να κάνει μερικές απλές ενέργειες με τη χρήση της πέννας. Η πρώτη ομάδα την

προγραμματίσει ώστε να σχηματίσει ένα τετράγωνο, η δεύτερη ένα τρίγωνο και η τρίτη έναν μαϊάνδρο.

Στην συνέχεια αυξάνοντας τον βαθμό δυσκολίας υλοποιήσαμε ένα απλό παιχνίδι, στο οποίο ένα διαστημόπλοιο ακολουθώντας τις εντολές του χρήστη (μέσω ποντικιού) θα κινείται προκαλώντας με την κίνησή του και την αντίστοιχη αλλαγή στο φόντο. Επιλέξαμε ένα σύνολο από εικόνες οι οποίες εμφανίζονταν και κινούνταν προς τα αριστερά όταν ο δείκτης του ποντικιού βρισκόταν στο δεξί μέρος της οθόνης, ενώ ένα σύνολο διαφορετικών εικόνων εμφανιζόταν και κινούνταν προς τα δεξιά όταν ο δείκτης βρισκόταν στο αριστερό μέρος της οθόνης. Με αυτό τον τρόπο μπορούσε να δημιουργηθεί η αίσθηση της συνεχούς κίνησης του διαστημόπλοιου και για αυτό οι μαθητές αποφάσισαν να δώσουν τον τίτλο «Διαστημική βόλτα» (Εικόνα 12).

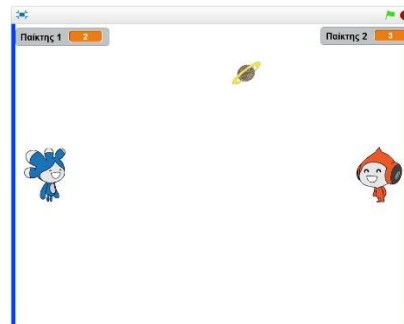


Εικόνα 12. (α) εισαγωγική σελίδα του παιχνιδιού και (β) οι εντολές ενός *sprite* του παιχνιδιού.

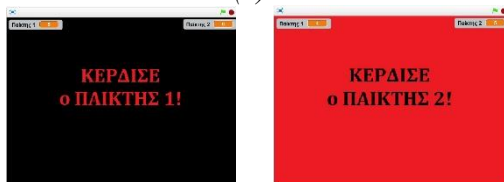
Έχοντας πλέον αποκτήσει μια σχετική εμπειρία συνεχίσαμε προσπαθώντας να δημιουργήσουμε ένα ακόμα πιο πολύπλοκο παιχνίδι (Εικόνα 13). Το παιχνίδι είναι το γνωστό *pong* και το επιλέξαμε γιατί είναι αρκετά εύκολο στην υλοποίηση ενώ παράλληλα έχει και κάποια σημεία τα οποία πρέπει να σκεφτούν οι μαθητές. Αρχικά έπρεπε να εξοικειωθούμε με την ιδέα των μεταβλητών και πώς αυτές χρησιμοποιούνται, καθώς χρησιμοποιήσαμε δύο μεταβλητές (*παίκτης 1* και *παίκτης 2*) για να αποθηκεύουμε το σκορ και να γνωρίζουμε ποιος είναι ο πρώτος παίκτης που έφτασε τους πέντε πόντους ώστε να ανακηρυχθεί νικητής. Επίσης άλλο ένα σημείο που προβλημάτισε τους μαθητές είναι πως θα ορίσουμε την νοητή γραμμή του τέρματος (ώστε να είμαστε σε θέση να διαπιστώσουμε ότι ένας παίκτης κέρδισε έναν πόντο). Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήσαμε δύο γραμμές διαφορετικού χρώματος ώστε να ορίσουμε τα δύο τέρματα, έτσι ώστε όταν η μπάλα ακουμπήσει την κόκκινη γραμμή (εντολή *touchingcolor* στο *scratch*) να πιστώνεται ένας πόντος στον παίκτη 1 ενώ αντίστοιχα πιστώνεται πόντος στον παίκτη 2 όταν ακουμπήσει την μπλε γραμμή.



(α)



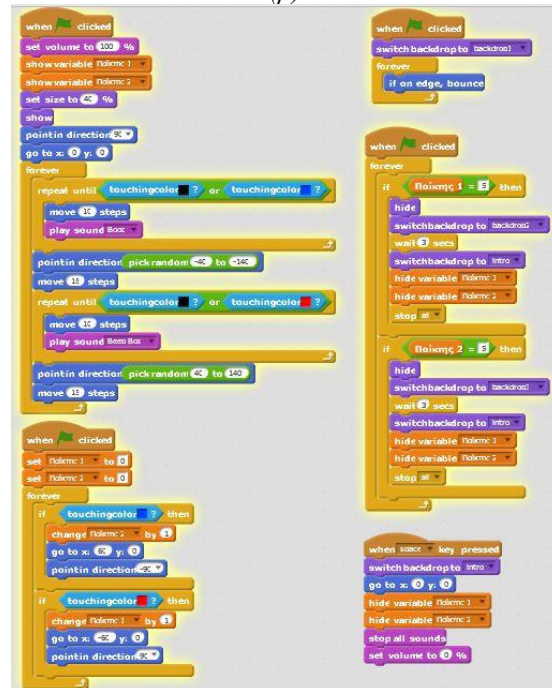
(β)



(γ)



(δ)



Εικόνα 13. (α) εισαγωγική σελίδα του παιχνιδιού, (β) το γραφικό περιβάλλον του παιχνιδιού, (γ) οθόνη αποτελέσματος και (δ) ενδεικτικές εντολές ενός *sprite* του παιχνιδιού.

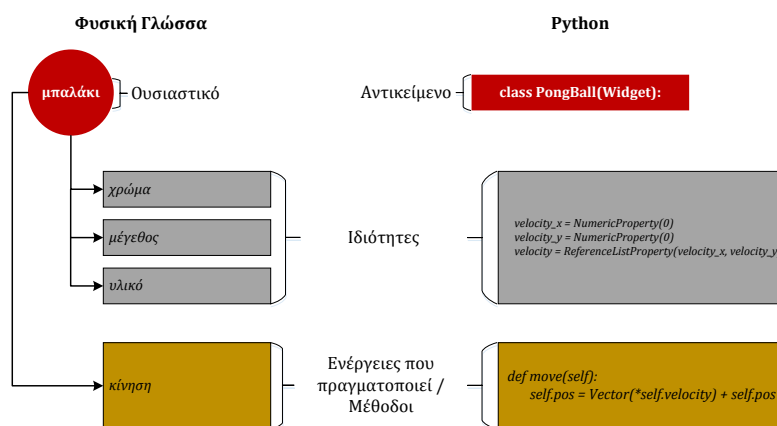
5.6. Πέμπτη Δραστηριότητα – Προγραμματίζω στην python

5	Προγραμματίζω στην python	Εισαγωγή στην γλώσσα προγραμματισμού Python για την δημιουργία μιας εφαρμογής για κινητές συσκευές	Προγραμματισμός	H/Y, python 2.7, kivy library, pyscripter IDE	6 διδ. Ώρες
---	---------------------------	--	-----------------	---	-------------

Αν και το Scratch αποτελεί ιδανική επιλογή για να εξοικειωθούν παιδιά του Δημοτικού με τον προγραμματισμό, δεν αποτελεί πραγματική γλώσσα προγραμματισμού την οποία μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποιος για να υλοποιήσει χρηστικές εφαρμογές. Τα τελευταία χρόνια, γλώσσες προγραμματισμού όπως η python και πληθώρα βιβλιοθηκών που αναπτύσσονται για αυτήν, απλοποίησαν σημαντικά την διαδικασία του προγραμματισμού κάνοντας τον πιο προσιτό σε μεγάλη μερίδα ανθρώπων. Βασιζόμενοι σε αυτό προσπαθήσαμε να υλοποιήσουμε μια απλή εφαρμογή για κινητές συσκευές συνδυάζοντας την python με την βιβλιοθήκη kivy. Έχοντας σαν αφετηρία το παιχνίδι (διαστημικό pong) που υλοποιήσαμε στο

Scratch προσπαθήσαμε να κάνουμε το ίδιο χρησιμοποιώντας μια πραγματική γλώσσα προγραμματισμού, όπως είναι η python.

Χρησιμοποιήσαμε την python 2.7 σε συνδυασμό με το ενσωματωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment - IDE) *pyscripter* (<https://sourceforge.net/projects/pyscripter/>). Τέλος εγκαταστήσαμε την βιβλιοθήκη *kivy* (<https://kivy.org>) και ακολουθήσαμε τις οδηγίες που υπάρχουν στο παράδειγμα σχετικά με το pong (<https://kivy.org/docs/tutorials/pong.html>) για να καταλήξουμε σε μια παρουσίαση της διαδικασίας του προγραμματισμού στην python. Πιο συγκεκριμένα κάναμε μια σύντομη εισαγωγή στον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (Object-Oriented Programming) και για να γίνει πιο κατανοητό στα παιδιά τι είναι ένα αντικείμενο στην python χρησιμοποιήσαμε την αντιστοιχία αντικείμενου και ουσιαστικού (Εικόνα 14) σύμφωνα με την οποία τα ουσιαστικά αποτελούν οντότητες (έμψυχες ή άψυχες) οι οποίες έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες ή/και μπορούν να εκτελούν συγκεκριμένες ενέργειες.



Εικόνα 14. *python(αντικείμενο)=φυσική γλώσσα (ουσιαστικό)*.

Πιο συγκεκριμένα στο παράδειγμά μας εξετάσαμε το ουσιαστικό μπάλα το οποίο έχει ιδιότητες όπως χρώμα, μέγεθος, υλικό και μπορεί να εκτελεί ενέργειες όπως να κινείται δεξιά ή αριστερά και να αναπηδάει. Σε αυτό το σημείο ορίσαμε τις κλάσεις, οι οποίες δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας ορισμός των ιδιοτήτων (attributes) και μεθόδων (methods) που θα έχει ένα αντικείμενο. Κάναμε το ίδιο για την ρακέτα όπως φαίνεται στην Εικόνα 15.

```

#####
#
#-----#
class PongBall(widget): κλάση : ANTIKEMENO = ΜΠΑΛΑΚΙ
    velocity_x = NumericProperty(0)
    velocity_y = NumericProperty(0)
    velocity = ReferenceListProperty(velocity_x, velocity_y)
    #-----#
    def move(self): Μέθοδος ANTIKEMENΟΥ
        self.pos = Vector(*self.velocity) + self.pos
    #-----#
#####

#####
#
#-----#
class PongPaddle(widget): Κλάση : ANTIKEMENO = ΡΑΚΕΤΑ
    score = NumericProperty(0)
    #-----#
    def bounce_ball(self, ball): Μέθοδος Αντικειμένου :
        if self.collide_widget(ball): αναπήδηση της μπάλας
            vx, vy = ball.velocity
            offset = (ball.center_y - self.center_y) / (self.height / 2)
            bounced = Vector(-1 * vx, vy)
            vel = bounced * 1.1
            ball.velocity = vel.x, vel.y + offset
    #-----#
#####

```

(α)

(β)

Εικόνα 15. (α) κλάση μπαλάκι και (β) κλάση ρακέτα.

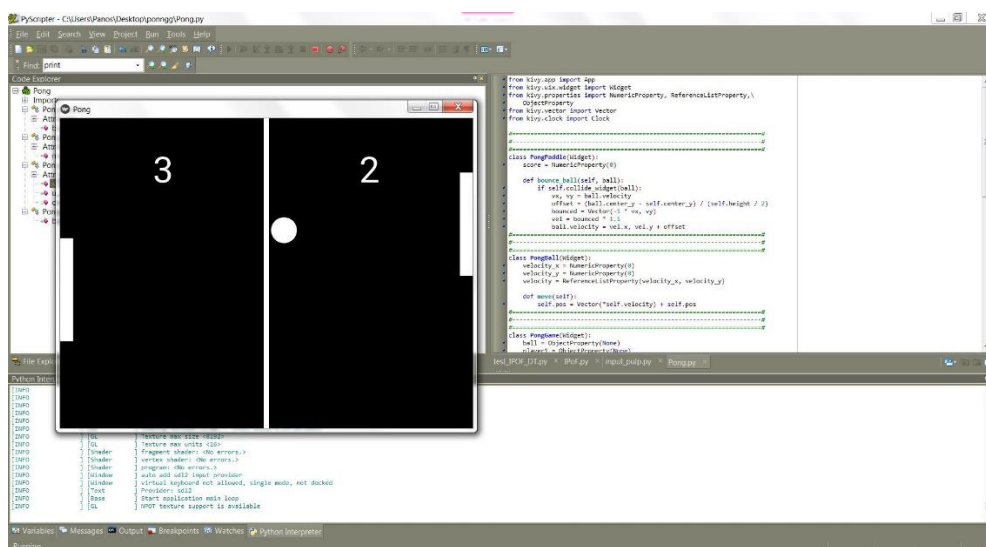
Ολοκληρώσαμε το παράδειγμα αναλύοντας την κλάση που ορίζει το παιχνίδι, αλλά και πως αυτό γίνεται εφαρμογή, ενώ είδαμε πως μπορούμε χρησιμοποιώντας λίγες μόνο γραμμές στην `kiny` να μορφοποιήσουμε την διεπαφή του χρήστη σύμφωνα με τις επιθυμίες μας (Π1 Υλοποίηση παιχνιδιού στην `rython` χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη `Kiny` του Παραρτήματος). Το παιχνίδι που προέκυψε είναι για δύο παίκτες, αλλά εύκολα θα μπορούσε να τροποποιηθεί ώστε να παίζει ένας παίκτης εναντίον του υπολογιστή, χρησιμοποιώντας την έννοια της τεχνητής νοημοσύνης θέτοντας την ρακέτα του παίκτη 2 να ακολουθεί την πορεία της μπάλας προσθέτοντας μερικές γραμμές κώδικα όπως φαίνεται παρακάτω:

```

if self.ball.y < self.player2.center_y:
    self.player2.center_y = self.player2.center_y - 3
if self.ball.y > self.player2.center_y:
    self.player2.center_y = self.player2.center_y + 3

```

Τέλος χρησιμοποιώντας το εργαλείο `py2app` (<https://pythonhosted.org/py2app/>) θα μπορούσαμε να το μετατρέψουμε το παιχνίδι μας σε εφαρμογή για κινητές συσκευές, αλλά για οικονομία χρόνου αρκεστήκαμε στην εφαρμογή όπως εκτελείται στο `desktop`, από όπου προέκυψε και η Εικόνα 16 (ο κώδικας παρατίθεται στο Π1 Υλοποίηση παιχνιδιού στην `rython` χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη `Kiny` του Παραρτήματος).



Εικόνα 16. Υλοποίηση του `pong` με `python` και `kiny`.

Συμπερασματικά πρέπει να επισημάνουμε ότι η υποδοχή της διαδικασίας του προγραμματισμού στην `rython` από τους μαθητές ήταν αρκετά προβληματική, τόσο εξαιτίας των εννοιών που συναντούσαν για πρώτη φορά, αλλά κυρίως λόγω των σημαντικών δυσκολιών που συνάντησαν στην κατανόηση του συντακτικού της προγραμματιστικής γλώσσας. Αν και υπήρχε βασική κατανόηση της διαδικασίας που περιγράψαμε παραπάνω, όταν γινόταν η μετάφραση στην `rython`, ο διάλογος επικοινωνίας χανόταν καθώς οι μαθητές δυσκολεύονταν να κατανοήσουν τις

συμβάσεις του συντακτικού της προγραμματιστικής γλώσσας. Παρόλα αυτά η επαφή με μια πραγματική γλώσσα προγραμματισμού τους κινητοποίησε το ενδιαφέρον, δημιουργώντας τους την επιθυμία για περαιτέρω πειραματισμούς, που αν υπήρχε χρόνος θα μπορούσε να οδηγήσει σε εξοικείωση με κάποιες βασικές συμβάσεις της γλώσσας και ίσως και στην δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης πραγματικών κομματιών κώδικα από μαθητές του Δημοτικού.

5.7. Έκτη Δραστηριότητα – Lego WeDo και ντόμινο

6	Lego WeDo και ντόμινο	Σύνδεση Η/Υ με αισθητήρες, υλοποίηση απλών αυτοματισμών.	Φυσική, Προγραμματισμός ΤΠΕ	Η/Υ, Scratch 2.0, Lego WeDo	2 διδ. ώρες
---	-----------------------	--	-----------------------------	-----------------------------	-------------

Ένα ιδιαίτερα χρήσιμο χαρακτηριστικό της γλώσσας προγραμματισμού Scratch είναι ότι μπορεί να συνδεθεί με την επέκταση του εκπαιδευτικού ρομποτικού πακέτου Lego Education WeDo Construction Set. Με τη βοήθεια του Scratch οι μαθητές μπορούν να επικοινωνήσουν με το περιβάλλον μέσα από τον αισθητήρα κίνησης ή κλίσης. Αν εντοπιστεί από το πρόγραμμα κίνηση ή κλίση μπορεί ο Η/Υ να ενεργοποιήσει τον κινητήρα και να ζωντανέψει την κατασκευή των παιδιών. Η κατασκευή μπορεί να είναι από δομικά υλικά Lego και για να τεθεί σε κίνηση χρειάζεται επιπλέον άξονες, γρανάζια και ιμάντες για μετάδοση της κίνησης. Σε αυτή την δραστηριότητα οι μαθητές χωρισμένοι σε τρεις ομάδες καλούνται να κατασκευάσουν, ακολουθώντας τις οδηγίες, την «κλοτσιά», την «δραπέτευση του γίγαντα» και τα «πουλιά που τραγουδούν». Όμως δεν έπρεπε να μείνουν εκεί αλλά να χρησιμοποιήσουν αυτές τις κατασκευές και τη ρομποτική λειτουργία τους ώστε να δώσουν κίνηση στα ντόμινο. Έτσι βλέπουν στην ουσία μια αυτόματη μηχανή να εκτελεί μια ενέργεια που θα μπορούσαν να εκτελέσουν οι ίδιοι. Γι' αυτή τη δραστηριότητα είχαμε στη διάθεσή μας δύο Lego WeDo Construction Set επομένως όλες οι ομάδες δεν μπορούσαν να δουλέψουν παράλληλα. Την πρώτη διδακτική ώρα οι δύο πρώτες ομάδες κατασκεύασαν την «κλοτσιά» και την «δραπέτευση του γίγαντα» και τη δεύτερη διδακτική ώρα η τρίτη ομάδα έχτισε τα «πουλιά που τραγουδούν».

Αυτή η δραστηριότητα ήταν πολύ εύκολη για τους μαθητές αφού δεν είχαν παρά να ακολουθήσουν τις οδηγίες για τις κατασκευές και να τις θέσουν σε λειτουργία με απλές εντολές από τη Scratch. Σε κάθε ομάδα διαμορφώθηκαν αυτόματα ρόλοι ανάλογα με την προσωπικότητα και τις δεξιότητες του καθενός. Κάποιοι έψαχναν τα τουβλάκια ή ετοίμαζαν τα ντόμινο, άλλοι διάβαζαν και έλεγχαν τις οδηγίες και άλλοι έχτιζαν την κατασκευή.



(α)

(β)

(γ)

Εικόνα 17. (α) Τα πουλιά που τραγουδούν, (β) Η δραπέτευση του γίγαντα, (γ) Η κλοτσιά που ρίχνει τα ντόμινο.

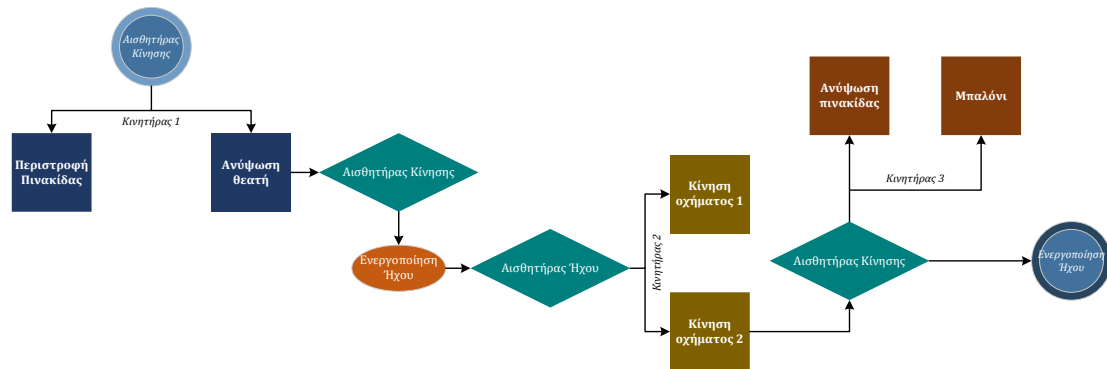
5.8. Έβδομη Δραστηριότητα – Χτίζω μια ρομποτική κατασκευή

7	Χτίζω μια ρομποτική κατασκευή	Σχεδιασμός και υλοποίηση μιας ρομποτικής κατασκευής. Συνδυαστική εφαρμογή όλων των παραπάνω δραστηριοτήτων για την δημιουργία μιας ακολουθίας αυτοματισμών.	ΤΠΕ, Προγραμματισμός, Μηχανική, Φυσική, Ρομποτική, Τέχνη	H/Y, Scratch 2.0, Lego WeDo, ξύλινα κατασκευαστικά μέρη, τουβλάκια Lego, νερομπογιές, μπαλόνι	19 διδ. Ώρες
---	-------------------------------	---	--	---	--------------

Οι γνώσεις που απέκτησαν οι μαθητές στις προηγούμενες δραστηριότητες έπρεπε να αποκτήσουν νόημα για τους μαθητές μέσα από μια ένα παιχνιδώδες, συνεργατικό και δημιουργικό περιβάλλον. Το ιδανικό πλαίσιο θεωρήσαμε ότι είναι μια κατασκευή που συνδυάζει σενάριο, αυτοματισμούς, φυσικές και μαθηματικές έννοιες και δυνατότητα συνεργασίας. Έγινε έτσι πρόταση στους μαθητές να χτίσουμε μια κατασκευή που να περιέχει τους προηγούμενους αυτοματισμούς και με τη βοήθειά τους να φέρει εις πέρας μια διαδικασία. Το είδος της διαδικασίας έπρεπε να τεθεί υπό συζήτηση η οποία επηρεάστηκε από τη Γεωγραφία της Στ' τάξης, από προηγούμενη κατασκευή του ηλιακού συστήματος που έγινε στα πλαίσια αυτού του μαθήματος, αλλά κυρίως από το βιβλίο μιας παράστασης του Ευγενίδειου Πλανηταρίου με θέμα «Το άστρο της ημέρας» το οποίο είχαμε στην τάξη μας. Αν και οι μαθητές δεν είχαν επισκεφτεί ποτέ το πλανητάριο, η περιέργεια τους κινούσε ώστε να αναρωτιούνται πώς είναι αυτός ο χώρος αλλά και γιατί ονομάζεται παράσταση. Έπειτα από καταιγισμό ιδεών προτάθηκε να «σκηνοθετήσουμε» κι εμείς μια παράσταση-μινιατούρα και το κοινό να είναι τα ανθρωπάκια Lego (και όχι μόνο) όπου θα βλέπουν οι θεατές με συντομία τις φάσεις της ζωής ενός αστεριού όπως ο Ήλιος μας. Δόθηκε και όνομα στην παράσταση, «Ένα αστέρι πεθαίνει», αφού παρουσιάζονται οι φάσεις της ζωής του από τη γέννηση μέχρι το θάνατό του. Ο χρόνος σχεδιασμού και διεκπεραίωσης αυτής της κατασκευής ήταν 19 διδακτικές ώρες.

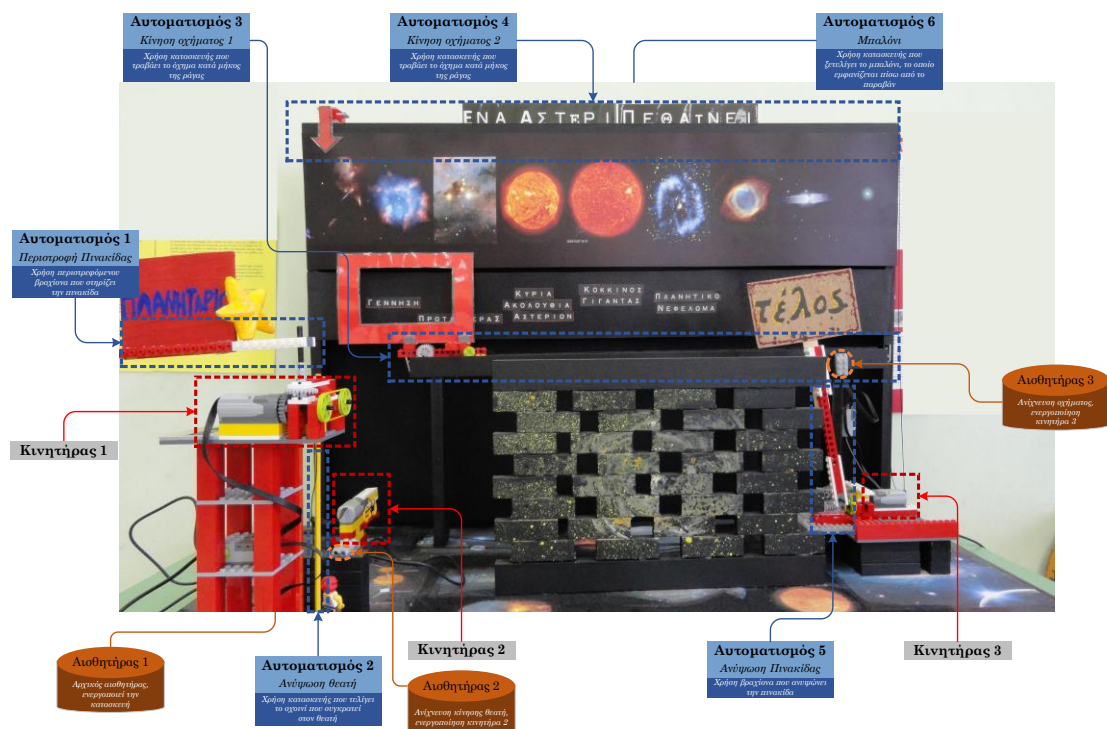
Η παράσταση σχεδιάστηκε ώστε να είναι τρισδιάστατη, δηλαδή να μην απεικονίζεται σε ταινία αλλά με δομικά υλικά της καθημερινής ζωής και δομικά υλικά Lego. Διαθέσιμα στους μαθητές ήταν η βάση, μερικά ξύλα, ύφασμα και δομικά υλικά Lego από το Lego WeDo. Κάποιοι μαθητές έφεραν από το σπίτι τους μερικά

τουβλάκια Lego που είχαν από τα παιδικά τους παιχνίδια. Μέρος των υλικών τέθηκε σε κίνηση από τους αυτοματισμούς που προγραμματίστηκαν στο λογισμικό Scratch.



Εικόνα 18. Διάγραμμα λειτουργίας της ρομποτικής κατασκευής.

Για να επιτευχθεί από το απαιτητικό project οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και η κάθε μια είχε το δικό της λάπτοπ και το δικό της κινητήρα από το Lego WeDo Construction Set. Ο συνεργατικός χαρακτήρας της κατασκευής φαίνεται από τη διαδοχή των αυτοματισμών. Πιο συγκεκριμένα οι αυτοματισμοί της πρώτης ομάδας ενεργοποιούν τους αυτοματισμούς της δεύτερης και ομοίως της τρίτης δημιουργώντας μια συνέχεια και ξετυλίγοντας την παράσταση «Ένα αστέρι πεθαίνει». Αυτό απαιτούσε από τους μαθητές μεγάλη επιμονή και υπομονή αφού για να επιτευχθεί η διαδοχικότητα χρειάστηκε πολλές επαναλήψεις και προσαρμογές. Η παράσταση δεν θα μπορούσε να μην έχει ηχητική υπόκρουση η οποία παιζόταν μέσα από το Scratch.



Εικόνα 19. Παρουσίαση της ρομποτικής κατασκευής.

Παρακάτω θα επιχειρήσουμε μια λεπτομερή περιγραφή των αυτοματισμών και των κινήσεων που συνέθεσαν την «παράσταση». Αν και οι θεατές είναι στην ουσία οι μαθητές που έχουν αναλάβει το project, θελήσαμε να είναι και τα μικρά ανθρωπάκια Lego μέρος του κοινού. Ένα τέτοιο ανθρωπάκι κάνει την εμφάνισή του (το κινεί ένας μαθητής) και αποτελεί το πρώτο βήμα στην αλυσιδωτή αντίδραση που θα ακολουθήσει. Ο αισθητήρας κίνησης τον εντοπίζει και ενεργοποιεί τις εντολές στο Scratch και ακολούθως τον ήχο της μπομπίνας της ταινίας. Ο ήχος αυτός με τη σειρά του ενεργοποιεί το μοτέρ με αποτέλεσμα α) να ανεβαίνει ψηλά ένα ανθρωπάκι-θεατής για να βλέπει καλύτερα την παράσταση και β) να ξεκινάει ένα εισαγωγικό εφέ με την περιστροφική κίνηση της πινακίδας του πλανηταρίου. Οι εντολές που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για να γίνει αυτή η διαδικασία ήταν απλές. Κατ'αρχάς, αφού συνδεθούν με την προέκταση Lego WeDo και έχουν πρόσβαση στα επιπλέον τουβλάκια, ορίζουν την ελάχιστη απόσταση που θα εντοπίζει ο αισθητήρας κίνησης και ύστερα με τη σειρά που θέλουν να γίνουν, τις υπόλοιπες ενέργειες. Η σημασία της σειράς των εντολών ήταν κάτι που οι μαθητές κατάλαβαν πολύ γρήγορα γιατί έβλεπαν ότι δεν γίνεται αυτό που ήθελαν αν οι εντολές έμπαιναν με διαφορετική σειρά. Επομένως, μετά την αίσθηση της κίνησης, ακολούθησε η εντολή του ήχου, η ένταση του οποίου ενεργοποίησε τον ενσωματωμένο στον φορητό H/Y αισθητήρα ήχου, ο οποίος με τη σειρά του έθεσε σε κίνηση το μοτέρ αφού πρώτα ρυθμίσει τις παραμέτρους της ισχύος και του χρόνου λειτουργίας. Ο χρόνος των επτά δευτερολέπτων ήταν ακριβώς όσος χρειαζόταν ώστε να ανέβει το ανθρωπάκι πάνω στον κίτρινο «στύλο» όπως φαίνεται στην εικόνα 17.



(α)



(β)

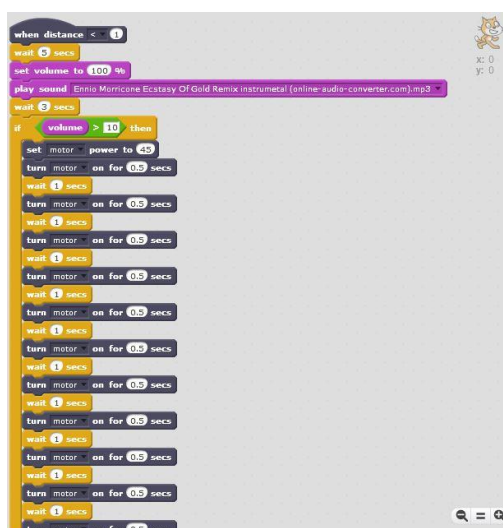
Εικόνα 20. (α) Ο πρώτος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της πρώτης ομάδας.

Κατευθείαν ο αισθητήρας κίνησης της δεύτερης ομάδας ενεργοποιείται όταν εντοπίσει τον θεατή της πρώτης ομάδας να ανυψώνεται πάνω σε ένα στύλο όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα. Μετά από τέσσερα δευτερόλεπτα ενεργοποιεί το μουσικό θέμα της ταινίας, μουσική δημιουργία του Ennio Morricone με τίτλο Ecstasy

of Gold (Remix) που θεωρήσαμε ότι ταιριάζει στο θέμα της κατασκευής μας και δημιουργεί συναισθήματα μεγαλείου μπροστά στην απεραντοσύνη του σύμπαντος. Ο αισθητήρας ήχου του Η/Υ στη συνέχεια, μόλις εντοπίσει τη μουσική ενεργοποιεί το μοτέρ. Αυτό με τη σειρά του τραβάει δύο μικρά οχήματα που με βελάκια δείχνουν στον θεατή επιγραμματικά την κάθε φάση στη ζωή ενός αστέρα.



(α)



(β)

Εικόνα 21. (α) Ο δεύτερος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της δεύτερης ομάδας.

Οι εντολές για να πραγματοποιηθεί αυτός ο αυτοματισμός είναι παρόμοιες με τις προηγούμενης ομάδας. Για μεγαλύτερη ακρίβεια επιλέξαμε μικρότερη ανιχνεύσιμη απόσταση από τον αισθητήρα κίνησης. Όταν ανιχνευθεί η κίνηση ενεργοποιείται ο ήχος (το τραγούδι του Ennio Morricone) ο οποίος έχει περικοπεί ώστε να διαρκεί όσο η κίνηση των δύο μικρών οχημάτων. Μετά από αυτό μεσολαβούν τρία δευτερόλεπτα μέχρι να δοθεί η εντολή ο αισθητήρας ήχου να εντοπίσει την ορισμένη ένταση και στη συνέχεια να τεθεί σε λειτουργία το μοτέρ με ισχύ κινητήρα εβδομήντα. Επειδή θέλαμε τα δύο οχήματα να κινούνται πολύ αργά προσπαθήσαμε να μειώσουμε την ισχύ του κινητήρα όμως τότε αυτή δεν ήταν αρκετή ώστε να αντέξει το βάρος και την αντίσταση των δύο οχημάτων τα οποία ο άξονας με τον οποίο ήταν συνδεδεμένος ο κινητήρας, έπρεπε να τα τραβάει. Έτσι η λύση που βρήκαμε ήταν να επαναλαμβάνονται δύο εντολές για δεκατρείς φορές, η λειτουργία του κινητήρα για 0,5 δευτερόλεπτα και η παύση για ένα δευτερόλεπτο. Το ένα από τα μικρά οχήματα είχε κολλημένο πάνω του ένα βελάκι το οποίο αντιστοιχούσε από κάτω του σε μια εικόνα από μια φάση της ζωής ενός αστεριού που είχαμε παραγγείλει να τυπωθεί σε μορφή διαδοχικών εικόνων. Το δεύτερο αυτοσχέδιο όχημα κουβαλούσε ένα πλαίσιο που τόνιζε την ονομασία της κάθε φάσης. Αυτά τα δύο οχήματα, το ένα επάνω και το άλλο κάτω, έπρεπε να κινούνται παράλληλα ώστε να δείχνουν στον θεατή τον ίδιο συνδυασμό εικόνας και ονομασίας.



Εικόνα 22. Το μοτέρ τραβάει το όχημα που πλαισιώνει τις φάσεις των αστεριών.

Όταν προβληθεί σιγά σιγά όλη η ζωή ενός αστέρα μέχρι τον θάνατό του τότε ο τρίτος αισθητήρας κίνησης εντοπίζει το δεύτερο μικρό όχημα με το πλαίσιο που έχει δείξει προηγουμένως τις ονομασίες των φάσεων. Ο αισθητήρας κίνησης δίνει την εντολή ώστε α) να ξεκινήσει η λειτουργία του τρίτου μοτέρ που ξετυλίγει ένα σκοινί στο οποίο είναι δεμένο ένα μπαλόνι με το όνομα του σχολείου μας και ταυτόχρονα β) να ανεβάσει με τη βοήθεια ενός γερανού την πινακίδα με τον τίτλο τέλους της παράστασης. Η ηχητική υπόκρουση που επιλέχτηκε σε αυτή την ομάδα ήταν ο ήχος επευφημισμού και χειροκροτήματος που συνοδεύει συνήθως το τέλος μιας παράστασης.



(α)



(β)

Εικόνα 23. (α) Ο τρίτος αυτοματισμός και (β) οι εντολές της τρίτης ομάδας.

Για να διεκπεραιωθεί αυτή η κατασκευή χρειάστηκαν πολλές ώρες δουλειάς από τους μαθητές και την ερευνήτρια. Στο σχολείο αφιερώθηκαν δεκαεπτά ώρες όμως η

προετοιμασία από την ερευνήτρια σε ώρες εκτός σχολείου ήταν επίσης χρονοβόρα καθώς υπήρχαν πολλές λεπτομέρειες που έπρεπε να φροντιστούν. Αυτές οι λεπτομέρειες δεν θέλαμε να πραγματοποιηθούν στο χρόνο του σχολείου ο οποίος είναι περιορισμένος. Οι μαθητές εξέφραζαν συχνά άγχος και αγωνία σχετικά με τον αν είναι πραγματοποιήσιμο αυτό το έργο. Κάθε φορά που δεν λειτουργούσε κάτι απογοητεύονταν και ζητούσαν βοήθεια από την ερευνήτρια που έτσι κι αλλιώς ήταν πάντα παρούσα. Πολλές φορές από απότομες κινήσεις ξεκόλλησαν και έπεσαν δομικά υλικά. Οι επαναλήψεις που έκαναν οι μαθητές μέχρι να λειτουργήσει σαν ενιαίο project ήταν πάρα πολλές και συνοδεύονταν από συνεχείς προσαρμογές στη θέση των υλικών, των αισθητήρων και των εντολών. Κάθε φορά όμως που ολοκληρωνόταν επιτυχώς η «παράσταση» η χαρά και ο ενθουσιασμός εκφραζόταν μέσα από χειροκροτήματα και ζητωκραυγές.

Όταν ολοκληρώθηκε η κατασκευή αυτή παρουσιάστηκε στους υπόλοιπους μαθητές του σχολείου οργανωμένα με τα μέλη των ομάδων να έχουν υπό την ευθύνη τους άλλος το Scratch, άλλος τον κινητήρα, άλλος τον αισθητήρα κ.τ.λ.



Εικόνα 24. Παρουσίαση κατασκευής στους μαθητές της Ε΄τάξης.

5.9. Όγδοη Δραστηριότητα – Σχεδιάζω μηχανικές λύσεις

8	Σχεδιάζω μηχανικές λύσεις	Σχεδιασμός λύσεων σε απλά προβλήματα χρησιμοποιώντας στοιχεία Rube Goldberg.	Μηχανική, Φυσική, Τέχνη	Χαρτί και μολύβι	2 διδ. ώρες
---	---------------------------	--	-------------------------	------------------	-------------

Σε αυτή τη δραστηριότητα ζητήθηκε από τους μαθητές να σχεδιάσουν ένα νέο τεχνούργημα με τα υλικά που ήδη είχαν από την προηγούμενη κατασκευή με στόχο

να παρουσιάσουν αυτή τη φορά όλες τις φάσεις στη ζωή ενός αστέρα διαδοχικά με τρισδιάστατο τρόπο (χειροπιαστά υλικά). Σαφώς επηρεασμένοι από την προηγούμενη κατασκευή οι μαθητές πρότειναν παρόμοια κατασκευάσματα εμπλουτίζοντάς τα όμως με νέες ιδέες που δεν είχαν ξαναεκφραστεί στην τάξη. Οι ιδέες αυτές αποτυπώθηκαν στα σχέδιά τους και δείχνουν μια μηχανική και μαθηματική σκέψη που δεν τους διέκρινε στην φάση του σχεδιασμού και του χτισίματος της προηγούμενης κατασκευής. Να σημειώσουμε ότι η προηγούμενη κατασκευή δεν ζητήθηκε να σχεδιαστεί από τους μαθητές. Τους δόθηκαν κάποια βασικά υλικά όπως η βάση, ξύλα, ύφασμα και δομικά υλικά Lego από το Lego WeDo και η τελική διακόσμηση και «σκηνική παρουσία» προέκυψε σταδιακά και αυθόρμητα μέσα από τις πολλές δοκιμές. Σε αυτή τη φάση μιλάμε για μια πιο σύνθετη σχεδίαση που ενσωματώνει όλες τις προηγούμενες γνώσεις με νέες ιδέες. Αν και αρκετοί μαθητές βρήκαν δύσκολο να αποτυπώσουν το περιεχόμενο της φαντασίας τους σε ένα μονοδιάστατο λευκό χαρτί, το αποτέλεσμα ήταν εκπληκτικό. Αυτό που προσδοκούσε η ερευνήτρια μέσα από αυτή τη διαδικασία ήταν οι μαθητές να εκφράσουν τις ιδέες τους συνεργαζόμενοι με τα μέλη της ομάδας τους, να μοιράσουν μόνοι τους τους ρόλους του σχεδιαστή και να τους εναλλάσσουν όταν χρειάζεται ώστε να δημιουργηθεί έναν άρτιο καλλιτεχνικό αποτέλεσμα. Μέσα από αυτή τη διαδικασία αναμένεται οι μαθητές να βρουν επιπλέον κίνητρο για μάθηση με τη σύνδεση της τέχνης με τις επιστήμες, να εμπνέονται μέσα από αυτές και να δημιουργούν δικές τους ιδέες, να σκέφτονται διεπιστημονικά και να καλλιεργούν την αποκλίνουσα σκέψη για την επίλυση προβλημάτων. Η εκπαιδευτική προσέγγιση STEAM, όπως προαναφέρθηκε, στοχεύει στην καλλιέργεια αυτών των δεξιοτήτων. Η δραστηριότητα αυτή είναι πολύ σημαντική σε αυτή την εργασία επειδή θέλει να δείξει στην πράξη τη σημασία της ένταξης των διαφόρων μορφών τέχνης στην εκπαιδευτική προσέγγιση STEM.

Η ζωγραφική ως μορφή τέχνης τείνει να χρησιμοποιείται στο ελληνικό σχολείο ως ένα μέσο χαλάρωσης από το κουραστικό μάθημα της ημέρας. Δεν ενσωματώνεται εύκολα από τους εκπαιδευτικούς στα γνωστικά αντικείμενα ώστε αυτά να μην καθίστανται κουραστικά για τους μαθητές. Η ενσωμάτωση της ζωγραφικής στο μάθημα της Φυσικής ή των Μαθηματικών, πιο πολύ κουραστικό φαντάζει στον εκπαιδευτικό. Παρόλα αυτά, αν γίνει αυτή η ενσωμάτωση, η εκτόνωση των μαθητών και δυνατότητα δημιουργικής έκφρασής τους λειτουργεί χαλαρωτικά γι' αυτούς και κατ' επέκταση για τον εκπαιδευτικό. Η πρόσληψη των νέων επιστημονικών γνώσεων μέσα από τη σύνδεση με τη ζωγραφική, τη μουσική και τις χειροπιαστές κατασκευές βοηθάει τους μαθητές στην κατανόηση και την εμπέδωσή τους. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα να έχουν λιγότερο άγχος και μεγαλύτερη χαρά που προκύπτει από τη δημιουργική συνεργασία με τους συμμαθητές τους.

Πριν σχεδιάσουν το νέο τους τεχνούργημα, οι μαθητές απάντησαν σε τέσσερις ερωτήσεις. Σκοπός των ερωτήσεων αυτών ήταν η τοποθέτηση των σχεδίων σε ένα πιο συγκεκριμένο και οργανωμένο πλαίσιο που ορίζεται από το θέμα που έχουμε ήδη προσεγγίσει και τα υλικά που διαθέτουμε από την προηγούμενη κατασκευή. Οι ερωτήσεις αυτές απαντήθηκαν από τέσσερις ομάδες μαθητών οι οποίοι χρησιμοποίησαν τις γνώσεις και εμπειρίες που απέκτησαν από τη διαδικασία υλοποίησης της ρομποτικής κατασκευής.

Όνομα ομάδας: Οι αστροναύτες

1. Ποιες είναι οι έξι κύριες φάσεις στη ζωή ενός μικρού αστερά όπως είναι ο Ήλιος;
Η χημική, η πρωτακέρως, η κερία, η εκθάλαξη αστερίων, ο κόκκινος γίγαντας, το πλανητικό νέφος και ο λευκός νάνος.
2. Πώς θα απεικονίζεις έναν αστερά με ένα χειροποίητο υλικό;
Με φελιτζόλα.
3. Για ποιο λόγο επέλεξες αυτό το υλικό;
Το επέλεξα για να φτιάξω έναν αστερά.
4. Πώς μπορείς τώρα να αναπαραστήσεις όλες τις φάσεις διαδοχικά με τρισδιάστατο τρόπο;
Υλικά που έχουμε: φελιτζόλα, έξι δίσκοι, χέρι και γοτσέτα.

Υλικά που χρειαζόμαστε: έξι δίσκοι, χέρι, γοτσέτα, φελιτζόλα, χάρτινα, κόλλα, γοτσέτα, γοτσέτα, γοτσέτα και γοτσέτα.

Στόχος: Να φτιάξω μια τρισδιάστατη κατασκευή που ονομάζεται αστεράς με τις φάσεις των αστερίων με χειροποίητα υλικά.

Εικόνα 25. Ένα από τα φύλλα εργασίας των ομάδων.

Μελετώντας τη διάδραση ανάμεσα στα μέλη των ομάδων, η ερευνήτρια παρατήρησε ότι υπήρχε μια τάση οι μαθητές να επιθυμούν να γράψουν τη «σωστή» απάντηση και για να φτάσουν σε αυτή προσπαθούσαν να αντιγράψουν ιδέες από τις άλλες ομάδες. Η καθοδήγηση της ερευνήτριας ήταν συνεχής με ερωτήσεις, παροτρύνσεις αλλά και εκφραστικές (γλωσσικές) διορθώσεις. Η πρώτη ερώτηση αποτελεί μια διαμορφωτική αξιολόγηση σχετικά με το επιστημονικό θέμα που πλαισιώνει τις δημιουργικές δραστηριότητες. Η δεύτερη ερώτηση έχει στόχο να αναρωτηθούν και να συζητήσουν οι μαθητές στην ομάδα τους ποιος θα μπορούσε να είναι ένας εύκολος και αντιπροσωπευτικός τρόπος για να αναπαραστήσουμε ένα αστερί. Μια σφαίρα από φελιτζόλα κατέληξε να είναι η επικρατούσα απάντηση σε όλες

τις ομάδες. Αυτό εξηγείται από μια προηγούμενη κατασκευή του ηλιακού συστήματος με τους μαθητές να έχουν χρησιμοποιήσει σφαίρες από φελιζόλ για τους πλανήτες και τον ήλιο (όπως μπορεί να φανεί στην Εικόνα 24). Παρόλα αυτά στην τρίτη ερώτηση ζητήθηκε να αιτιολογήσουν αυτή την επιλογή με τον δικό τους τρόπο. Η τέταρτη ερώτηση όπου οι μαθητές πρέπει να καταγράψουν τα υλικά που ήδη έχουμε, παραπέμπει στην προηγούμενη κατασκευή υλικά από την οποία σκοπεύαμε να χρησιμοποιήσουμε. Τα ξύλινα υλικά (διάδρομοι) δόθηκαν στους μαθητές για να μπορέσουν να τοποθετήσουν τις ιδέες τους στον χώρο. Τα επεξεργάστηκαν και δοκίμασαν πάνω τους την κίνηση σφαιρών (βόλοι, μπαλάκια πινγκ πονγκ, μπαλάκια από φελιζόλ) αξιοποιώντας τη φαντασία και το ένστικτο της δημιουργίας.



Εικόνα 26. Οι μαθητές πειραματίζονται στο χαρτί και με τα διαθέσιμα υλικά.

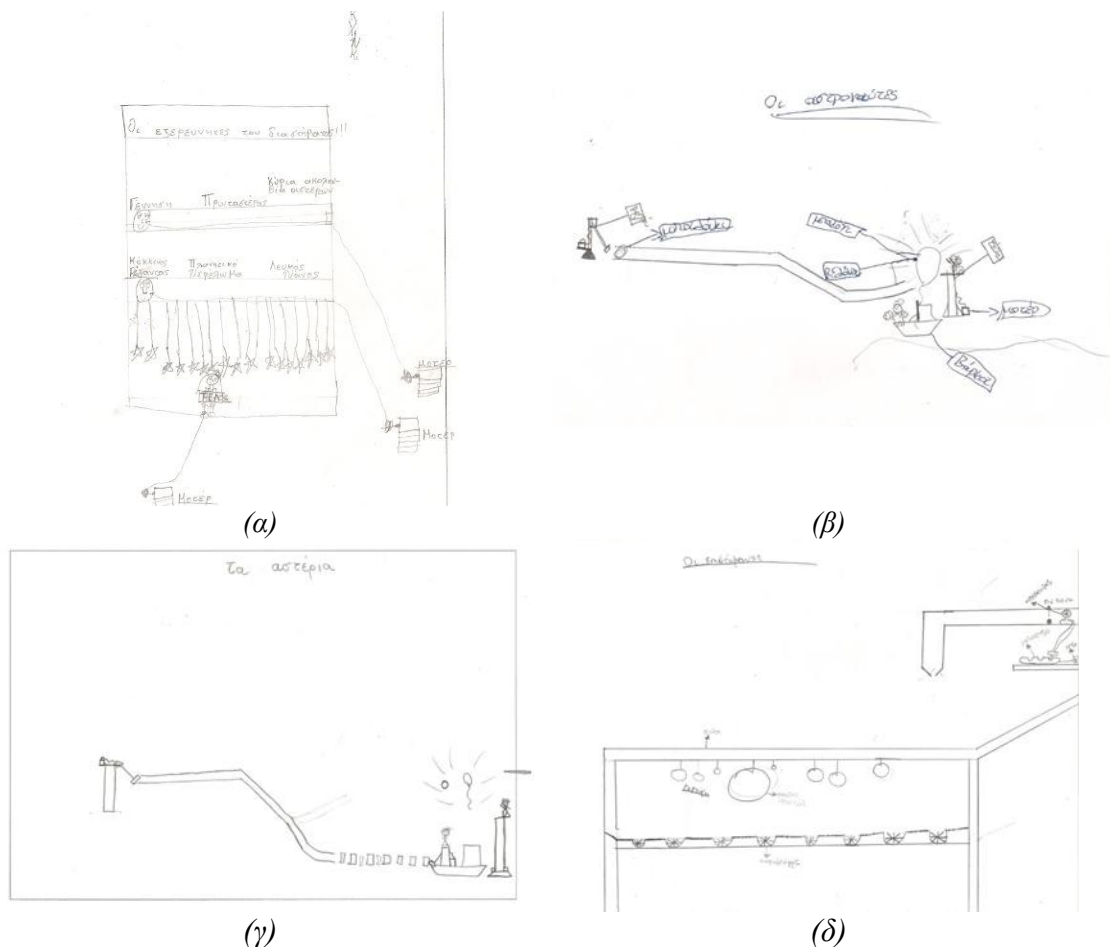
Οι μαθητές χωρίστηκαν οικειοθελώς χωρίς παρέμβαση από την ερευνήτρια και έδωσαν ονόματα στις ομάδες τους εμπνευσμένοι από το διαστημικό θέμα. Η πρώτη ομάδα ονομάστηκε «Οι εξερευνητές του διαστήματος» και αποτελούνταν από τέσσερα κορίτσια. Ήταν πολύ ενθουσιώδεις και δυναμικές όμως είχαν πολλές ιδέες και δεν μπορούσαν να συμφωνήσουν ποιες απ' όλες να γράψουν. Η «γραμματέας» είπε τις λιγότερες ιδέες και περίμενε υπομονετικά μέχρι να συμφωνήσουν τα υπόλοιπα μέρη. Γι' αυτό τον λόγο η ομάδα αυτή εξάντλησε όλη τη διδακτική ώρα για να συμπληρώσει το φύλλο με τις ερωτήσεις.

Η δεύτερη ομάδα με το όνομα «Οι αστροναύτες» απαρτίστηκε από τέσσερα αγόρια. Ήταν συντηρητικοί στις ιδέες τους και προτιμούσαν να περνάνε διακριτικά από τις άλλες ομάδες για να επιβεβαιώνουν τις ιδέες τους και τις απαντήσεις τους.

Η τρίτη ομάδα διάλεξε το όνομα «Τα αστέρια» και αποτελούνταν από τέσσερα κορίτσια. Έδειξαν ότι μπορούσαν να συνεργαστούν και ένα μέλος της ομάδας, που είχε διακριθεί από άποψη ενθουσιασμού και συμμετοχής στην προηγούμενη δραστηριότητα – κατασκευή, συντόνιζε τη «γραμματέα» με αποτέλεσμα να συμπληρώσουν τις ερωτήσεις γρήγορα και με σιγουριά.

Τα τρία μέλη της τέταρτης ομάδας ονόμασαν τους εαυτούς τους «Επιστήμονες» και έτσι και ένιωθαν. Είχαν πολλή αυτοπεποίθηση και γρηγοράδα κάτι που είχε ήδη διαφανεί σε όλες τις προηγούμενες δραστηριότητες.

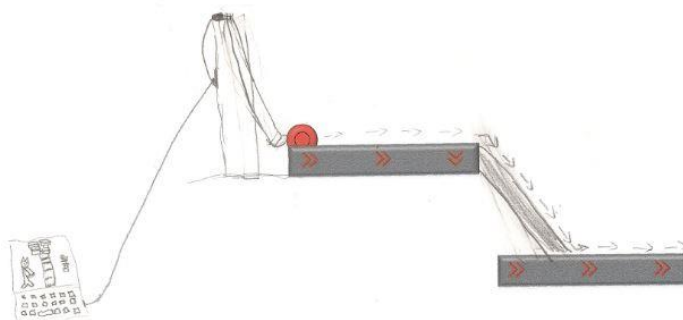
Μετά τη συμπλήρωση του φύλλου με τις ερωτήσεις, σε επόμενη διδακτική ώρα, η ερευνήτρια ζήτησε από τους μαθητές να μεταφέρουν τις ιδέες τους στο χαρτί. Πρώτα πρότεινε να σχεδιάσει η κάθε ομάδα την ιδέα της. Από τα ομαδικά σχέδια φάνηκε ότι οι μαθητές είχαν πολύ καλές ιδέες, ήταν όμως φειδωλοί στην λεπτομέρεια. Έτσι η ερευνήτρια τους ενθάρρυνε να περιγράψουν προφορικά τι είναι ακριβώς το κάθε αντικείμενο που ζωγράφιζαν. Τα σχέδια των παιδιών απεικονίζουν όπως φαίνεται ειδικά από το σχέδιο της πρώτης ομάδας, μια διαδρομή στη ζωή ενός αστέρα. Η κάθε ομάδα αξιοποίησε τις αναπαραστάσεις των μελών της και φαντάστηκε μια διαφορετικό τρόπο την κάθε κατασκευή. Έτσι, η πρώτη ομάδα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, φαντάστηκε το πέρασμα από τη μία φάση στην άλλη να γίνεται με τη βοήθεια κινητήρων. Η δεύτερη ομάδα ζωγράφησε έναν μηχανισμό με τα βασικά υλικά που είχαν συζητηθεί στο φύλλο εργασίας, χωρίς όμως να αναφέρει τους αστέρες κάτι που έκανε και η τρίτη ομάδα. Η τέταρτη ομάδα φαντάστηκε μια μεγαλεπήβολη κατασκευή η λειτουργία της οποίας γινόταν με κινητήρα ο οποίος ενεργοποιεί πολλούς ανεμιστήρες που κινούν τις κρεμασμένες μπάλες από φελιζόλ (που συμβολίζουν τα αστέρια).



Εικόνα 27. Σχέδια: (α) πρώτης ομάδας, (β) δεύτερης ομάδας, (γ) τρίτης ομάδας και (δ) τέταρτης ομάδας.

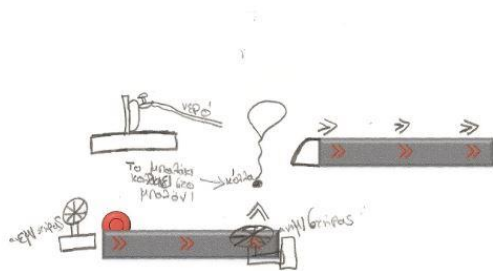
Σε συνέχεια της δραστηριότητας δόθηκε σε κάθε ένα μαθητή ξεχωριστά ένα σχέδιο που απεικονίζει δύο επίπεδα πάνω στα οποία κυλάει μια μπάλα η κατεύθυνση της οποίας έχει σχεδιαστεί με βελάκια. Στόχος αυτών των σχεδίων είναι με τρία απλά υλικά, δύο σανίδες και ένα μπαλάκι, να ξεδιπλώσουν οι μαθητές τη φαντασία και τη δημιουργικότητα για την επίλυση ενός απλού προβλήματος: πώς θα περάσουμε το μπαλάκι από τη μία σανίδα στην άλλη. Οι περιπτώσεις που δόθηκαν τυχαία στους μαθητές ήταν τέσσερις. Αυτό έγινε για να υπάρχει ποικιλία και για ενθάρρυνση της προσωπικής πρωτοβουλίας. Αν όλοι οι μαθητές έπρεπε να επεξεργαστούν το ίδιο σχέδιο πιθανό να έπεφταν στο σφάλμα να θεωρήσουν και πάλι ότι προτιμάται μία σωστή απάντηση. Από τα τέσσερα σχέδια, αυτό που απεικονίζει την άνοδο είναι χωρίς αμφιβολία το πιο δύσκολο και απαιτεί περίπλοκη προσέγγιση.

Παρακάτω θα ακολουθήσει μια ανάλυση των σχεδίων των μαθητών. Για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων έχουν περικοπεί τα ονόματα των μαθητών.



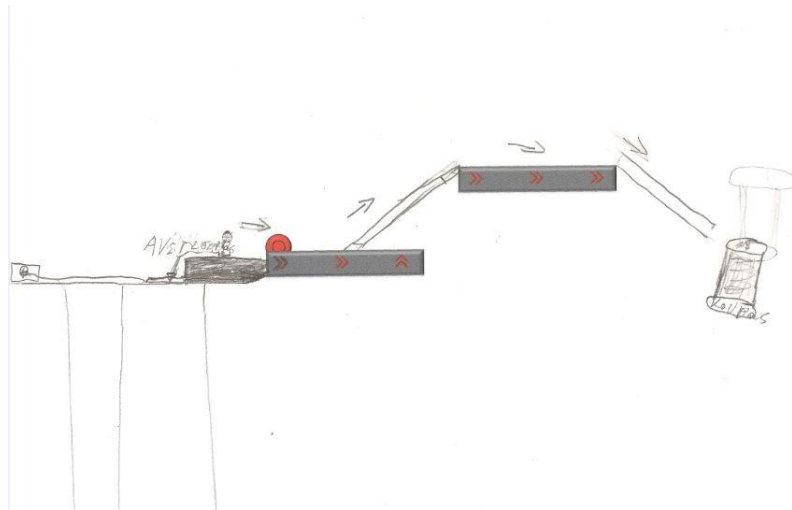
Εικόνα 28. Σχέδιο 1.

Η μαθήτριά αυτή επέλεξε να κινήσει την κόκκινη σφαίρα με τη βοήθεια του Η/Υ και του προγράμματος Scratch, όπως φαίνεται στην αριστερή γωνία της εικόνας. Το μοτέρ κινεί την «κλωτσιά» η οποία χτυπάει τη σφαίρα. Για επιπλέον βοήθεια σχεδίασε και ένα ξύλο για να ενώσει τις δύο σανίδες και να διασφαλίσει το πέρασμα της σφαίρας από τη μία στην άλλη.



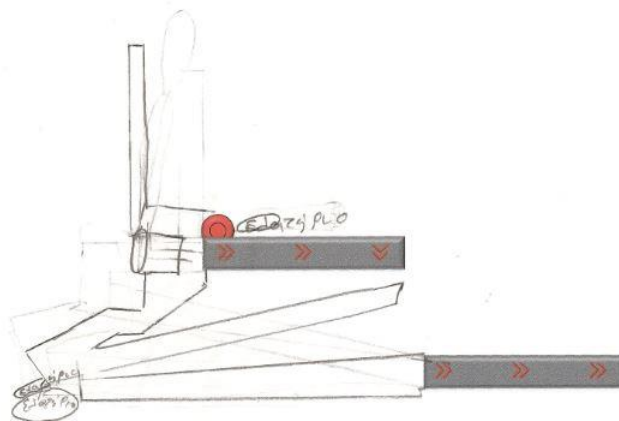
Εικόνα 29. Σχέδιο 2.

Ο μαθητής διάλεξε έναν πολύπλοκο και ευφάνταστο τρόπο για να ανεβάσει την σφαίρα από το ένα επίπεδο στο άλλο. Ένας ανεμιστήρας φυσάει το μπαλάκι το οποίο κολλάει πάνω σε ένα μπαλόνι με κόλλα. Ένας δεύτερος ανεμιστήρας ανεβάζει ψηλά το μπαλόνι το οποίο ωθείται προς τα δεξιά με τη δύναμη του νερού φτάνοντας έτσι στον προορισμό του.



Εικόνα 30. Σχέδιο 3.

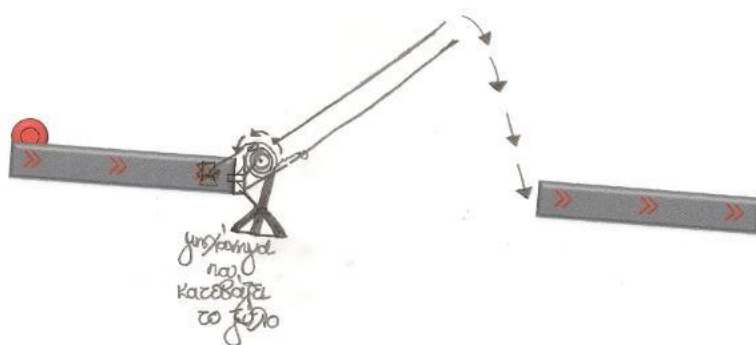
Αυτός ο μαθητής έβαλε τον ανεμιστήρα στην πρίζα για να φυσήξει τη σφαίρα. Η σύλληψή του ήταν πιο απλή και χωρίς περιστροφές. Μια επιπλέον σανίδα ενώνει τις δύο υπάρχουσες και η σφαίρα μπορεί να ανέβει εύκολα με τη δύναμη του αέρα και να καταλήξει σε έναν κουβά.



Εικόνα 31. Σχέδιο 4.

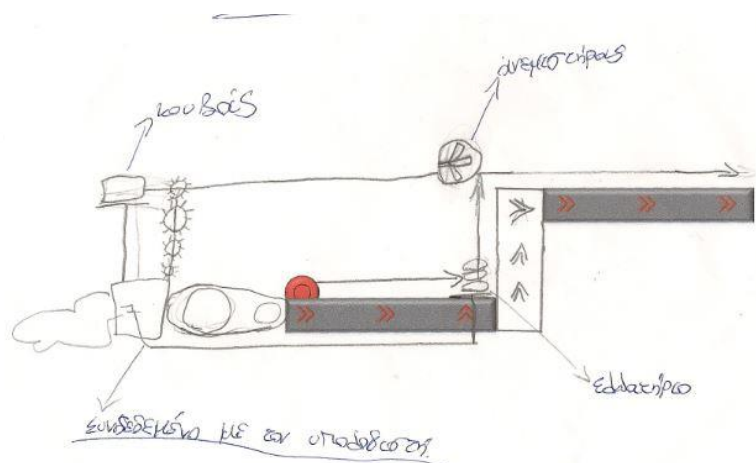
Σε αυτή την περίπτωση, ο μαθητής έχει επιλέξει σκόπιμα (όπως ο ίδιος εξήγησε) έναν σύνθετο τρόπο για να πέσει η σφαίρα από τη μία σανίδα στην άλλη. Όπως περιέγραψε προφορικά, η σφαίρα κινείται προς τα αριστερά χάρη σε ένα ελατήριο, πέφτει μέσα σε ένα σύστημα σωλήνων, καταλήγει σε ένα δεύτερο ελατήριο,

πετάγεται διαγώνια δεξιά, ξαναπέφτει στο δεύτερο ελατήριο και εκτοξεύεται δεξιά προς τη δεύτερη σανίδα. Όταν ρωτήθηκε πώς σκέφτηκε αυτή την ιδέα, απάντησε ότι την σκέφτηκε από το παιχνίδι «Φλίπερ».



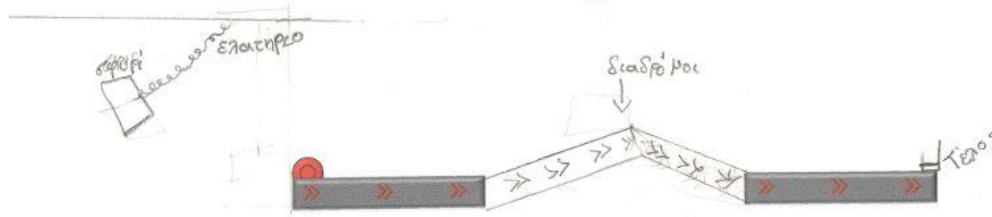
Εικόνα 32. Σχέδιο 5.

Και αυτός ο μαθητής επέλεξε πιο σύνθετο τρόπο για την διεκπεραίωση του στόχου σχεδιάζοντας ένα μηχάνημα που θα κατεβαίνει και θα ενώνει τις δύο σανίδες σαν γέφυρα. Ο μαθητής είπε ότι «μόλις πλησιάσει το μπαλάκι αρχίζει να κατεβαίνει το ξύλο» αφήνοντας να εννοηθεί ότι με κάποιον τρόπο αυτός ο μηχανισμός λειτουργεί με κάποιον αυτοματισμό.



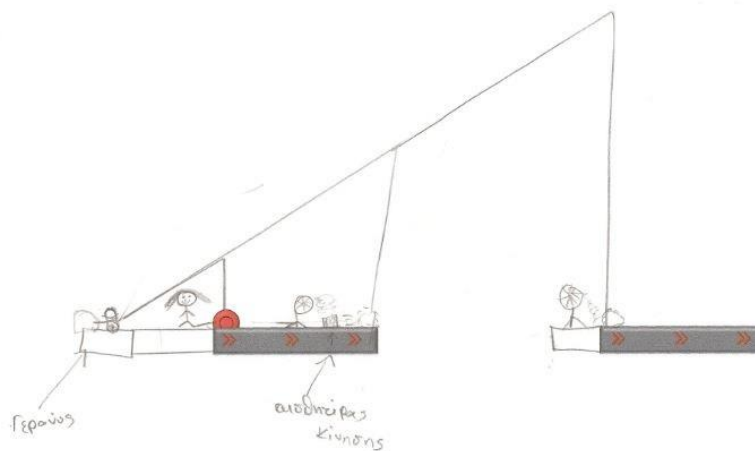
Εικόνα 33. Σχέδιο 6.

Ο μαθητής αυτός χρησιμοποιεί τον υπολογιστή που συνέεται με σύστημα γραναζιών για την εκκίνηση, ένα ελατήριο για την ανάβαση της σφαίρας και έναν ανεμοστήρα για την κίνησή της προς τα δεξιά.



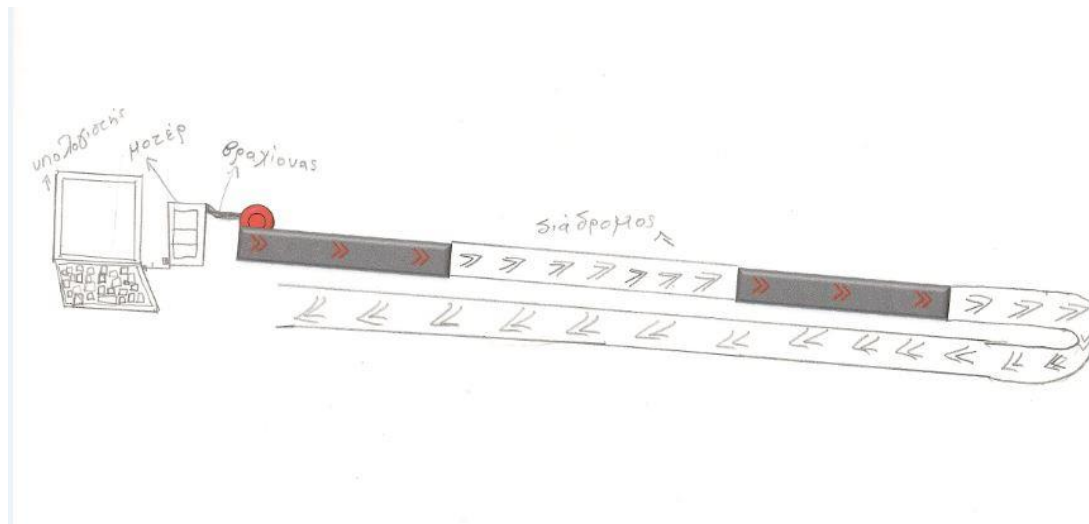
Εικόνα 34. Σχέδιο 7.

Αξιοποιώντας τις γνώσεις της από τη Φυσική, η μαθήτρια αυτή ζωγράφισε ένα σφυρί που κρέμεται από ένα ελατήριο που είναι δεμένο στο ταβάνι. Το σφυρί θα χτυπήσει τη σφαίρα η οποία θα αποκτήσει αρκετή ταχύτητα ώστε να υπερβεί το ύψωμα και να φτάσει στην άλλη πλευρά. Έχει ζωγραφίσει επίσης ένα πηγάκι που θα σταματήσει τη σφαίρα και θα δώσει ένα τέλος στη διαδικασία. Αυτό δείχνει ότι έχει επηρεαστεί από τον προγραμματισμό (Scratch, Robomind) όπου υπάρχει η εντολή «σταμάτα» και «τέλος» αντίστοιχα.



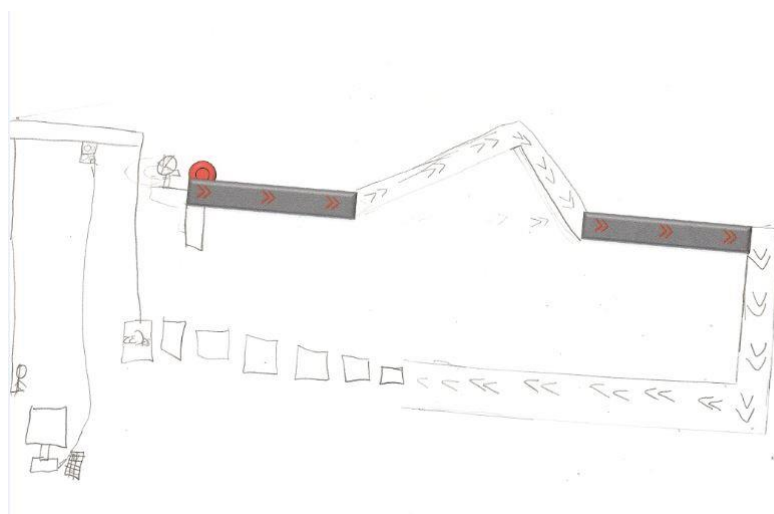
Εικόνα 35. Σχέδιο 8.

Η μαθήτρια αυτή φαντάστηκε έναν γερανό να σηκώνει τη σφαίρα και να τη κινεί προς τα δεξιά. Όταν ο αισθητήρας κίνησης δει τη σφαίρα, ενεργοποιείται η εντολή να λειτουργήσει ο ανεμιστήρας που θα δώσει ώθηση για να περάσει απέναντι το μπαλάκι. Προφανώς μέσω του ίδιου αισθητήρα έχει ενεργοποιηθεί και ο δεύτερος ανεμιστήρας που συνεχίζει να ωθεί το μπαλάκι. Παρόλο που η μαθήτρια σχεδίασε μια λύση με αυτοματισμό, παρέλειψε να ζωγραφίσει τον υπολογιστή από τον οποίο ελέγχεται ο αυτοματισμός.



Εικόνα 36. Σχέδιο 9.

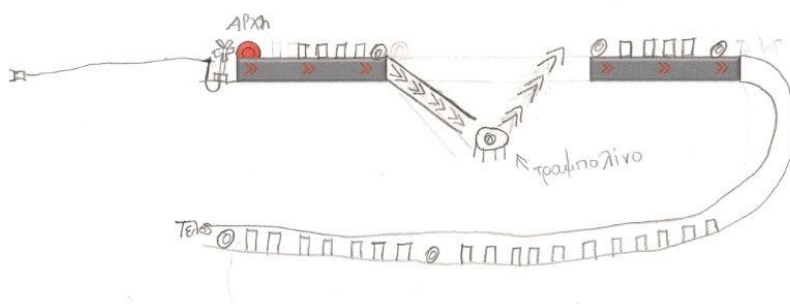
Η ιδέα αυτής της μαθήτριας είναι απλή και λογική, επηρεασμένη από τη ρομποτική κατασκευή μας. Το μοτέρ που είναι συνεδμεμένο με τον υπολογιστή, ωθεί τη σφαίρα μέσω του βραχίονα. Για να περάσει η σφαίρα απέναντι, σχεδίασε άλλη μια σανίδα (διάδρομο) και με τον ίδιο τρόπο συνέχισε τη διαδρομή.



Εικόνα 37. Σχέδιο 10.

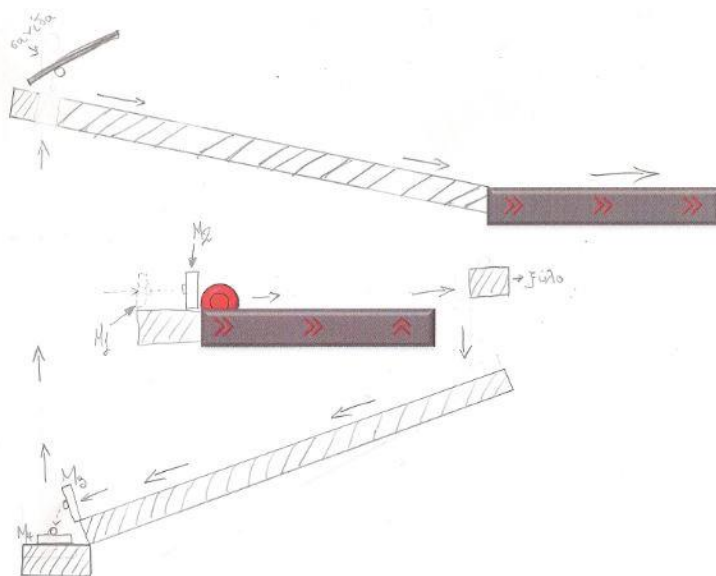
Η μαθήτρια που δημιούργησε αυτό το σχέδιο, θέλησε να θέσει σε κίνηση την κόκκινη σφαίρα με τη δύναμη του αέρα του ανεμιστήρα. Δεν έχει σχεδιάσει πώς λειτουργεί ο ανεμιστήρας, αλλά όπως σχολίασε αργότερα «τον έβαλε στην πρίζα». Η σφαίρα αρχίζει να κινείται και φτάνει στην άλλη πλευρά κυλώντας πάνω στους ξύλινους διαδρόμους που ζωγράφισε η μαθήτρια. Η διαδρομή της συνεχίζεται για να ρίξει τα ντόμινο. Ο ρόλος του υπολογιστή εδώ και του μοτέρ και να σηκώσει το ντόμινο που γράφει επάνω του «τέλος». Η επιρροή από τον αυτοματισμό της τρίτης ομάδας στη ρομποτική κατασκευή και τα παιχνίδια με τα ντόμινο είναι φανερή και

φαίνεται ότι της έστρεψε την προσοχή πιο πολύ στο παιγνιώδες στοιχείο και λιγότερο στην πρακτική λύση.



Εικόνα 38. Σχέδιο 11.

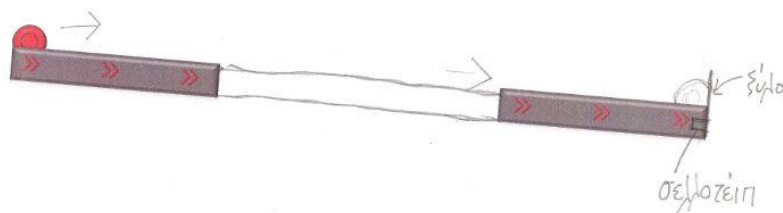
Ο μαθητής αυτός δεν έχει χρησιμοποιήσει ηλεκτρονικό υπολογιστή. Έβαλε τον ανεμιστήρα στην πρίζα για να αρχίσει η κίνηση της σφαίρας, τοποθέτησε στη διαδρομή ντόμινο και πρόσθεσε κι άλλες σφαίρες. Για να περάσει η σφαίρα από τη μια σανίδα στην άλλη χρησιμοποίησε ένα τραμπολίνο. Επηρεασμένος και αυτός από τον προγραμματισμό έχει ορίσει μια αρχή και ένα τέλος στη διαδικασία.



Εικόνα 39. Σχέδιο 12.

Η μαθήτρια που ζωγράφισε αυτό το σχέδιο έχει επηρεαστεί από τους μαγνήτες τους οποίους ονομάζει «M». Αξιοποιώντας τις ιδιότητες των μαγνητών (έλξη ετερόνυμων πόλων, απώθηση ομώνυμων πόλων) και την έλξη των μαγνητών M1 και M2, θέτει σε κίνηση τη σφαίρα. Καθώς κινείται συναντά ένα ξύλινο εμπόδιο κανόντάς την να πέσει στη σανίδα που έχει ζωγραφίσει από κάτω. Φτάνοντας στη

βάση, κινεί με δύναμη τον M3 προς τον M4 και μεταξύ τους δημιουργούνται ελκτικές δυνάμεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να πεταχτεί το μπαλάκι ψηλά και βρίσκοντας αντίσταση στη σανίδα αλλάζει κατεύθυνση προς το δεξιά. Με αυτόν το τρόπο το μπαλάκι φτάνει στο προορισμό του. Η μαθήτρια δεν θεώρησε ότι το μπαλάκι έχει μαγνητικές ιδιότητες αλλά ότι οι μαγνήτες ασκούν δύναμη επάνω του.



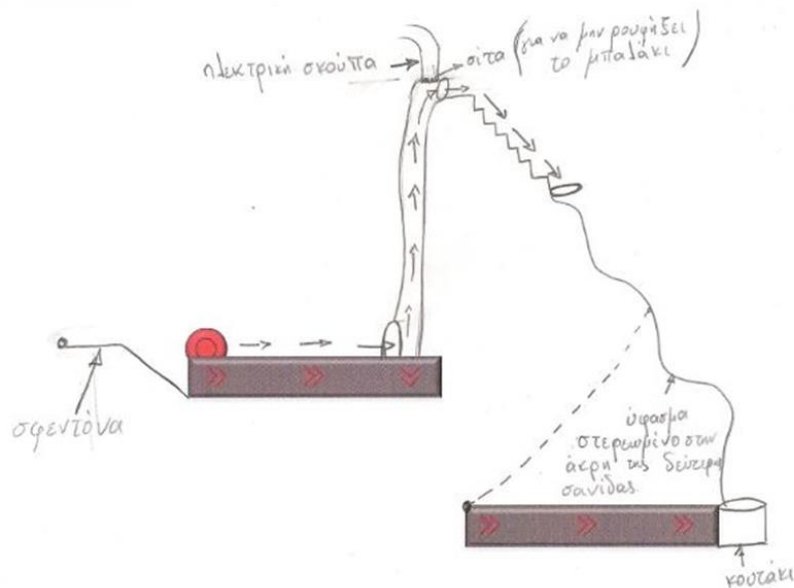
Εικόνα 40. Σχέδιο 13.

Στο εικονιζόμενο κεκλιμένο επίπεδο η μαθήτρια γεφύρωσε το κενό ζωγραφίζοντας μια σανίδα. Όταν ρωτήθηκε πώς θα κινηθεί το μπαλάκι, απάντησε ότι λόγω της κλίσης και της δυναμικής ενέργειας της σφαίρας θα αρχίσει μόνο του να κινείται. Για να σταματήσει χρησιμοποίησε ένα μικρό ξύλο το οποίο είναι κολλημένο στη θέση του με αυτοκόλλητη ταινία.



Εικόνα 41. Σχέδιο 14.

Ο μαθητής αυτός ένωσε τις δύο σανίδες με μια τρίτη και σκέφτηκε να κινηθεί η μπάλα με ανθρώπινη παρέμβαση. Γι' αυτό ζωγράφησε μια μπότα να κλοτσά τη σφαίρα και έτσι αυτή να φτάνει στην απέναντι πλευρά.



Εικόνα 42. Σχέδιο 15.

Η μαθήτριά αυτή, με πολλή φαντασία, έχει ζωγραφίσει έναν σωλήνα στην κορυφή του οποίου βρίσκεται το στόμιο μιας ηλεκτρικής σκούπας. Παίρνοντας το σχέδιο από την αρχή, η σφαίρα τίθεται σε κίνηση από τη σφεντόνα και φτάνει με δύναμη στο σωλήνα. Σε αυτό το σημείο, η ηλεκτρική σκούπα ρουφάει τη σφαίρα προς τα πάνω και φτάνοντας στην κορυφή η σφαίρα εμποδίζεται από μία σίτα. Στη συνέχεια αρχίζει να πέφτει προς τα κάτω ακολουθώντας τα σκαλοπατάκια και το ύψος (όπως φαίνεται στην εικόνα).

Κάνοντας μια συγκεντρωτική αποτίμηση των σχεδίων και αξιοποιώντας τις επεξηγήσεις των μαθητών, παρατηρήσαμε ότι πολλοί μαθητές επηρεάστηκαν από όλες τις προηγούμενες δραστηριότητες και ενσωμάτωσαν αυτές τις γνώσεις στον τρόπο σκέψης τους. Όμως παρατηρούμε ότι στην πλειοψηφία τους χρησιμοποίησαν στα σχέδιά τους ιδέες, έννοιες, τεχνικές και λύσεις που δεν είχαμε προσεγγίσει σε κάποια από τις προηγούμενες δραστηριότητες. Οι ιδέες τους ήταν σε μεγάλο βαθμό πρωτότυπες. Η ερευνήτρια ρώτησε κάθε μαθητή ξεχωριστά για ποιο λόγο επέλεξε αυτή τη λύση και πώς την σκέφτηκε. Κάποιοι πήραν ιδέες από την κλήρωση του Λόττο, κάποιοι από το μάθημα της Φυσικής, κάποιοι από τις παραστάσεις από την επαγγελματική ζωή των γονιών τους (οικοδομικές και αγροτικές επιχειρήσεις) και κάποιοι από τα παιδικά τους παιχνίδια. Επηρεασμένοι από το φύλλο των ερωτήσεων που είχαν συμπληρώσει την προηγούμενη διδακτική ώρα, οι περισσότεροι υπέθεσαν ότι η κόκκινη σφαίρα είναι φτιαγμένη από φελιζόλ και μπορεί να κινηθεί εύκολα με την δύναμη του αέρα. Κανένας μαθητής δεν αναρωτήθηκε για το πιθανό υλικό της σφαίρας και ο κάθε ένας προσάρμοσε την υλική κατάσταση της στον μηχανισμό που φαντάστηκε. Όλοι οι μαθητές ήταν σε θέση να εξηγήσουν λογικά τις σχεδιαστικές

επιλογές τους και σε κάποιες περιπτώσεις που το νόημα δεν ήταν τόσο ξεκάθαρο μπορούσαν να κάνουν λογικές προσαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο καλλιεργήθηκαν οι μεταγνωστικές δεξιότητες των μαθητών.

Μελετώντας τα σχέδια αυτά μπορούμε να διακρίνουμε στοιχεία της λογικής Rube Goldberg. Η πολυπλοκότητα και οι σχέσεις αιτίου αποτελέσματος διακρίνονται ιδιαίτερα στα σχέδια 2, 4 και 6 όπου οι λύσεις δεν ήταν απλές αλλά οι μαθητές επέλεξαν όσο πιο περίπλοκο τρόπο μπορούσαν για να πετύχουν τον απλό στόχο τους, να περάσουν δηλαδή τη σφαίρα απέναντι.

5.10. Ένατη Δραστηριότητα – Παίζω στο Crazy Machines

9	Παίζω στο Crazy Machines	Πειραματισμός με μηχανές Rube Goldberg μέσα από ένα περιβάλλον προσομοίωσης.	ΤΠΕ, Μηχανική, Φυσική	H/Y, Crazy Machines	2 διδ. ώρες
---	--------------------------	--	-----------------------	---------------------	-------------

Αυτή η δραστηριότητα έχει ως στόχο να μελετήσουν ιδιαίτερα οι μαθητές τις σχέσεις αιτίου–αποτελέσματος στις Φυσικές Επιστήμες και τη Μηχανική, μια έννοια που κυριαρχεί στη λογική Rube Goldberg. Παράλληλα οι μαθητές να συνεργαστούν και κυρίως να έχουν την υπομονή να δοκιμάζουν ξανά και ξανά ώστε να βρουν τον σωστό συνδυασμό που θα φέρει τη λύση. Σκόπιμα επιλέξαμε να παρουσιαστεί το παιχνίδι αυτό μετά τα σχέδια των μαθητών ώστε να μην επηρεαστούν από αυτό. Αντιθέτως η εκ των υστέρων παρουσίαση έδωσε στους μαθητές επιβεβαίωση αφού είδαν στενή σχέση ανάμεσα στις ιδέες τους και το παιχνίδι. Όπως προαναφέρθηκε, το παιχνίδι αυτό έχει επηρεαστεί ξεκάθαρα από τα σχέδια του σκιτσογράφου Rube Goldberg και αποτελεί ένα ιδανικό παιγνιώδες περιβάλλον για να έρθουν οι μαθητές σε επαφή με φυσικές και μηχανικές έννοιες (βάρος, ταχύτητα, τριβή, μαγνητισμός, ηλεκτρισμός κ.ά). Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στα πειράματα αποτελούν πηγές ενέργειας, μεταδότες κίνησης, ενώσεις, πηγές θερμότητας και φωτός, συσκευές που παράγουν αέρα κ.ά. Κάποια από αυτά φαίνονται και στις εικόνες που ακολουθούν.





Εικόνα 43. Τα διαθέσιμα υλικά στο εργαστήριο του Crazy Machines.

Παρακάτω παραθέτουμε στιγμιότυπα από ένα «πείραμα» στο Crazy Machines. Όπως φαίνεται, δεξιά στην εικόνα είναι διαθέσιμη μια εργαλειοθήκη. Πρέπει να γίνει χρήση όλων των εργαλείων για να επιλυθεί το πείραμα, όπως μπορεί κανείς να δει στην δεύτερη εικόνα.



(α)

(β)

Εικόνα 44. Ένα πείραμα (α)πριν και (β) μετά τη λύση του.

Στις δύο διδακτικές ώρες που αφιερώσαμε σε αυτό το παιχνίδι, οι μαθητές εναλλασσόμενοι, έχοντας στη διάθεσή τους δύο φορητούς υπολογιστές, έλυσαν περίπου 15 πειράματα, άλλα εύκολα και άλλα δύσκολα. Η συνεργασία αποδείχτηκε όπλο για την αποτελεσματικότητα καθώς και η υπομονή. Οι εντυπώσεις των μαθητών από αυτό το παιχνίδι ήταν άριστες και αυτό που τους ευχαρίστησε ιδιαίτερα ήταν το γραφικό περιβάλλον, οι αληθοφανείς κινήσεις και οι ήχοι του παιχνιδιού.

5.11. Δέκατη Δραστηριότητα – Χτίζω μια μηχανή Rube Goldberg

10	Χτίζω μια μηχανή Rube Goldberg	Σχεδιασμός πολύπλοκης μηχανής Rube Goldberg, με χρήση ρομποτικών βραχιόνων, αυτοματισμών μέσω Scratch και αισθητήρων.	ΤΠΕ, Προγραμματισμός, Μηχανική, Φυσική, Ρομποτική, Τέχνη	H/Y, Scratch 2.0, Lego WeDo, ντόμινο, ξύλινα κατασκευαστικά μέρη, τουβλάκια Lego, νερομπογιές	30 διδ. ώρες
----	--------------------------------	---	---	---	--------------

Με την προηγούμενη εμπειρία στο χτίσιμο ρομποτικής κατασκευής, η πρόταση για τη δημιουργία μιας νέας ήταν μια ενδιαφέρουσα πρόκληση στην οποία όλοι οι

μαθητές αντέδρασαν με ενθουσιασμό. Είχε προταθεί στην όγδοη δραστηριότητα όπου είχαμε καταλήξει «να φτιάξουμε μια τρισδιάστατη κατασκευή στην οποία να απεικονίζονται οι φάσεις των αστερών με χειροπιαστά υλικά» όπου οι αστέρες θα αναπαριστώνται με σφαίρες διαφόρων μεγεθών (και υλικών). Ειδικότερος στόχος σε αυτή την κατασκευή ήταν να προκαλέσουμε μια έκρηξη supernova μέσα από μια σειρά αλυσιδωτών αντιδράσεων. Συνδέοντας την επικαιρότητα και τα συνεχώς νέα επιστημονικά ευρήματα με την διδακτική πράξη, αξιοποιήθηκαν τα πρόσφατα πλάνα της NASA με την έκρηξη ενός κόκκινου γίγαντα όπως κατέγραψε το τηλεσκόπιο του διαστημόπλοιου Kepler (<https://www.youtube.com/watch?v=kLHlnQjGfc> ανακτήθηκε στις 29 Ιουνίου 2016). Το βίντεο αυτό προβλήθηκε στους μαθητές σε αυτό το σημείο αφού είχαν ήδη εντυφώσει στις φάσεις ενός αστερά με το μέγεθος του Ηλίου μας. Το βίντεο λειτούργησε σαν επιπλέον κίνητρο για τους μαθητές και τους ενημέρωσε με ό,τι πιο σύγχρονο διαθέτει η τεχνολογία για την πραγματική διάσταση του θέματος με το οποίο ασχολούνται τόσους μήνες.

Η οικοδόμηση αυτής της κατασκευής ενσωματώνει όλους τους άξονες της προσέγγισης STEAM. Οι γνώσεις και δεξιότητες που καλλιεργούνται συνολικά σε αυτούς τους τομείς είναι οι μορφές ενέργειας (κινητική, δυναμική, ηλεκτρική), η βαρύτητα και η τριβή, ο προγραμματισμός και η ρομποτική, η επίλυση προβλημάτων, η ανάλυση δεδομένων, οι δεξιότητες ελέγχου των λύσεων και η προσαρμογή των υλικών με βάση τις δυνατότητες και τις αντοχές τους στην κατασκευή. Η κατασκευή εντάσσεται επιπλέον στον τομέα της τεχνολογίας (Technology), της μηχανικής (Engineering) και της τέχνης (Art).

Ύστερα από την προετοιμασία από όλες τις προηγούμενες δραστηριότητες από όπου φαίνεται ότι οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί με τις έννοιες του προγραμματισμού, το αυτοματισμού, της ρομποτικής και έχουν καλλιεργήσει δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, μεταγνωστικές δεξιότητες και δεξιότητες συνεργασίας, θεωρήσαμε ότι είναι ο καλύτερος τρόπος για την ενσωμάτωση όλων αυτών των κεκτημένων σε μια νέα κατασκευή, μια κατασκευή Rube Goldberg.

Αυτό που κάνει την κατασκευή μας Rube Goldberg και τη διαφοροποιεί από την προηγούμενη ρομποτική κατασκευή, είναι η χρήση των αυτοματισμών και των υλικών όχι για διευκόλυνση στην επίτευξη του στόχου αλλά για να προσθέσουν επιπλέον δυσκολία. Επίσης χρησιμοποιήσαμε πέρα από τα υλικά που συνθέτουν τα ρομποτικά στοιχεία, μπαλάκια του πινγκ πονγκ, μπάλες, μπαλόνια, κύπελλα, ξύλα, σωλήνες και οικιακά υλικά για να γίνει πιο περίτεχνη η κατασκευή στο πνεύμα του Rube Goldberg. Όλη η κατασκευή χτίστηκε πάνω σε μια ξύλινη βάση και λόγω του διαστημικού θέματος, το χρώμα που επικράτησε ήταν το μαύρο. Ο χρόνος που

χρειαστήκαμε για την ολοκλήρωση της κατασκευής ήταν περίπου 30 ώρες και αυτό επειδή χρειάστηκαν πολλές επαναλήψεις και δοκιμές μέχρι να λειτουργήσουν όλα όπως θέλαμε. Αν και αξιοποιήσαμε πολλά υλικά από την προηγούμενη ρομποτική κατασκευή, οι λεπτομέρειες απαιτήσαν περισσότερο χρόνο από όσο περιμέναμε. Ο σχεδιασμός των βημάτων βασίστηκε πάνω στις ιδέες που προέκυψαν από τα σχέδια των μαθητών με παραλλαγές ή βελτιώσεις που εμφανίζονταν μέσα από τις δοκιμές. Αφιερώθηκε χρόνος για την ανάλυση κινδύνων, δηλαδή των πραγμάτων που μπορεί να πάνε στραβά ενώ χτίζουμε βήμα βήμα την κατασκευή. Αυτό έγινε ώστε οι μαθητές να μπουν στη διαδικασία να σκεφτούν πολλές (εναλλακτικές) λύσεις αντί για μία όπως για παράδειγμα σε ποια περίπτωση δεν θα λειτουργήσουν οι αισθητήρες, υπό ποιες συνθήκες μπορεί να διαταραχθεί η αλληλουχία των φάσεων κ.ά.. Στην πράξη οι μαθητές μαζί με την ερευνήτρια καλούνταν συνεχώς να αναρωτηθούν «γιατί δεν δουλεύει αυτό;» όμως ήταν προετοιμασμένοι ότι υπάρχουν πολλές πιθανότητες κάποια πράγματα να μην πάνε καλά.

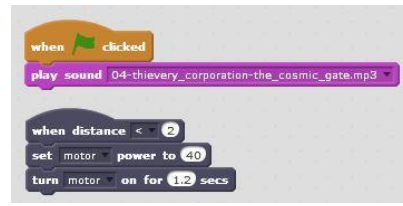
Τα βήματα της κατασκευής χωρίστηκαν σε τρία. Αυτό έγινε επειδή, έχοντας τρεις κινητήρες από το Lego WeDo, ορίσαμε ως βήμα την ολοκλήρωση μιας διαδικασίας με την βοήθεια του αυτοματισμού. Οι ομάδες παρέμειναν ίδιες ως προς την σύστασή τους όπως στην προηγούμενη κατασκευή. Η κάθε ομάδα διάλεξε ενδεικτικά ένα σχέδιο που θα προσπαθούσε να υλοποιήσει χωρίς αυτό να λειτουργεί περιοριστικά.

Μία μηχανή Rube Goldberg γίνεται ακόμα πιο εντυπωσιακή όταν συνοδεύεται από μουσική υπόκρουση. Το μουσικό κομμάτι που συνόδευσε τη διαδικασία ήταν το «The Cosmic Gate» από τους Thievery Corporation.

Η πρώτη ομάδα ανέλαβε τον σχεδιασμό και το χτίσιμο του πρώτου βήματος και στην ουσία την αρχή της αλυσιδωτής αντίδρασης που θα οδηγήσει στην έκρηξη supernova. Η αρχική κίνηση δόθηκε με τη δύναμη του αέρα ενός μικρού ανεμιστήρα μπαταρίας. Το ανεμιστηράκι φυσάει ένα μπαλάκι του πινγκ πονγκ πάνω σε ένα ξύλινο διάδρομο και αυτό με τη σειρά του χτυπά ένα μπαλάκι του γκολφ το οποίο βρίσκεται ακριβώς δίπλα στα ξύλινα ντόμινο. Τα χτυπά και αυτά με τη σειρά τους θέτουν σε κίνηση ένα μπαλάκι του πινγκ πονγκ. Σε αυτό το σημείο είναι τοποθετημένος ένας αισθητήρας κίνησης που «βλέπει» το μπαλάκι και μέσω του Η/Υ ενεργοποιεί τον κινητήρα πάνω στον οποίο είναι ενσωματωμένος ένας άξονας πάνω στον οποίο υπάρχει ένας βραχίονας (με τη μορφή γερανού). Από αυτόν τον βραχίονα είναι κρεμασμένο ένα ποτηράκι από φελιζόλ μέσα στο οποίο πέφτει το μπαλάκι του πινγκ πονγκ. Όταν ο βραχίονας κινηθεί περιστροφικά, μεταφέρει το ποτηράκι στο κατώτερο επίπεδο, όπου αυτό βρίσκει εμπόδιο και «αδειάζει».



(α)



(β)

Εικόνα 45. (α) Ο πρώτος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν.

Καθώς το μπαλάκι συνεχίζει την πορεία του σε κατηφορικό διάδρομο, η δεύτερη ομάδα ανέλαβε «τη μαύρη τρύπα», ένα μαύρο τούνελ μέσα στο οποίο εξαφανίζεται το μπαλάκι του πινγκ πονγκ. Αυτό γίνεται με τον εξής τρόπο: ο δεύτερος αισθητήρας κίνησης ανιχνεύει το μπαλάκι και μέσω του H/Y θέτει σε λειτουργία τον κινητήρα ο οποίος ανυψώνει έναν βραχίονα πάνω στον οποίο είναι δεμένο το «τούνελ» μέσα στο οποίο χάθηκε ο αστέρας.



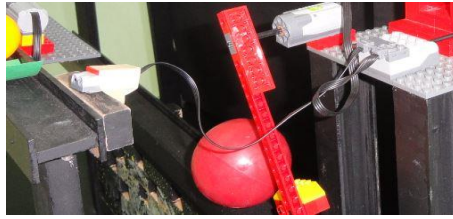
(α)



(β)

Εικόνα 46. (α) Ο δεύτερος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν.

Η τρίτη ομάδα αναλαμβάνει τη συνέχεια: η κίνηση από την προηγούμενη ανύψωση μεταδίδεται σε νέο μπαλάκι του πινγκ πονγκ το οποίο χτυπάει τα ντόμινο τοποθετημένα στη σειρά, τα οποία ρίχνουν από τον ξύλινο διάδρομο το τέταρτο μπαλάκι μέσα σε ένα ποτήρι από φελιζόλ. Η κίνηση αυτή ανιχνεύεται από τον τρίτο αισθητήρα κίνησης ο οποίος ενεργοποιεί μέσω του H/Y τον τρίτο κινητήρα που βρίσκεται σε κατώτερο επίπεδο. Αυτός κινεί τον άξονα πάνω στον οποίο είναι τοποθετημένη η «κλωτσιά» από το Lego WeDo. Αυτή «κλωτσιάει» μια βαριά κόκκινη μπάλα ταχυδακτυλουργού, που συμβολίζει τον κόκκινο γίγαντα, και τη στέλνει στην άλλη πλευρά του ξύλινου διαδρόμου. Η μπάλα στη συνέχεια χτυπά ένα ξύλο πάνω στο οποίο βρίσκεται κολλημένη μια πινέζα. Από τη δύναμη της μπάλας, πέφτει το ξύλο πάνω σε ένα μπαλόκι γεμισμένο με χρυσόσκονη που βρίσκεται στο τέλος της διαδρομής, με αποτέλεσμα αυτό να σκάσει. Αυτό συμβολίζει την έκρηξη supernova δημιουργώντας εντυπωσιακή οπτική και ηχητική επίδραση στον θεατή.



(α)



(β)

Εικόνα 47. (α) Ο τρίτος αυτοματισμός της μηχανής Rube Goldberg και (β) οι εντολές που τον ενεργοποιούν.

Σε όλη αυτή τη διαδικασία η βαρυντική δύναμη παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Η κλίση των ξύλινων διαδρόμων μελετήθηκε και αποφασίστηκε με κριτήριο την ταχύτητα με την οποία θέλαμε να κινούνται οι μπάλες. Η παροχή ενέργειας σε κάθε βήμα έγινε μέσω του Η/Υ με εξαίρεση το αρχικό έναυσμα όπου ένας μαθητής έπρεπε να πατήσει το κουμπί του ανεμιστήρα. Έτσι οι περισσότερες κινήσεις ενεργοποιήθηκαν από αισθητήρες κίνησης, προσδίδοντας στη μηχανή μας το χαρακτηριστικό του αυτοματισμού.

Οι δυσκολίες που εντοπίσαμε στην πορεία της κατασκευής ήταν πολλές και είχαν σχέση με το βάρος των αντικειμένων που θέλαμε να κινήσουμε, με τις αντοχές του κινητήρα και τον ακριβή χρόνο που έπρεπε να ορίσουμε για κάθε αυτοματισμό. Η αντοχή των υλικών δοκιμάστηκε πολλές φορές. Τα ξύλα ξεκόλλησαν και έσπασαν αρκετές φορές, υλικά χάθηκαν και έσπασαν ενώ χρειάστηκε να σπάσουμε πολλά μπαλόνια μέχρι να πετύχουμε το προσδοκώμενο εφέ. Χρειάστηκε να κάνουμε πάρα πολλές πρόβες ώστε να συγχρονιστούν οι αυτοματισμοί όλων των ομάδων και να έχουμε ένα άρτιο αποτέλεσμα.

6

Αποτελέσματα

Μέσα από την εφαρμογή των δραστηριοτήτων διαφάνηκαν διαδράσεις, σχέσεις και αλληλεπιδράσεις ανάμεσα τους μαθητές που σε ένα αυστηρό διδακτικό πλαίσιο δεν θα δινόταν η δυνατότητα να αναδειχθούν. Η ελευθερία, η ενθάρρυνση της δημιουργικότητας και η προσπάθεια αναζήτησης νέων ιδεών συνέβαλλαν στη δημιουργία μιας καινοτόμας τάσης που οι μαθητές ήθελαν να βάλουν στη σχολική καθημερινότητά τους. Η παρατήρηση των μαθητών, η τήρηση ημερολογίου και η μελέτη των φύλλων εργασίας και των σχεδίων των μαθητών, έδωσαν το υλικό από το οποίο προκύπτουν τα αποτελέσματα της εφαρμογής μας.

Ανατρέχοντας στον στόχο της εργασίας και στα ερευνητικά μας ερωτήματα, μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι αναδείξαμε την μηχανή Rube Goldberg ως ένα καινοτόμο και δημιουργικό πλαίσιο ενασχόλησης των παιδιών με την εκπαιδευτική ρομποτική. Ο συνδυασμός πληθώρας επιστημών σε ένα τεχνούργημα και η αλληλοεξάρτηση των μηχανισμών προσδίδει καινοτόμα και δημιουργική διάσταση στη μηχανή Rube Goldberg που αν και ως ιδέα συνελήφθη δεκαετίες πριν, ποτέ δεν ήταν τόσο επίκαιρη.

Χρησιμοποιήσαμε το παιγνιώδες πλαίσιο του Rube Goldberg σαν σημείο αναφοράς για την εξοικείωση των μαθητών με τις ψηφιακές τεχνολογίες. Η εκπαιδευτική ρομποτική έγινε κομμάτι της σχολικής καθημερινότητας της τάξης καθώς αποτέλεσε πολύτιμο εργαλείο για την ολοκλήρωση της κατασκευής. Το δείγμα μας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, δεν είχε διδαχθεί ποτέ ΤΠΕ στο σχολείο και για κοινωνικούς ή και οικονομικούς λόγους είχε μειωμένη πρόσβαση στο διαδίκτυο και σε προϊόντα νέων τεχνολογιών. Μέσα από αυτήν την εκπαιδευτική παρέμβαση ήρθαν όλοι οι μαθητές σε επαφή με τον προγραμματισμό και τη ρομποτική μέσα από δραστηριότητες που είχαν νόημα γι' αυτούς. Τα βήματα της παρέμβασης σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να κινητοποιούν και να εισάγουν σταδιακά τους μαθητές στις έννοιες του προγραμματισμού και της ρομποτικής. Ξεκινώντας από απλά παιχνίδια προσθέσαμε σταδιακά την έννοια του αυτοματισμού και της προσθήκης ζωής σε μια κατασκευή με τη βοήθεια ενός υπολογιστή, μιας γλώσσας προγραμματισμού και ένα σετ αισθητήρων, κινητήρων και υλικών μετάδοσης της

κίνησης. Όλες αυτές οι ιδέες και οι λύσεις σχεδιάστηκαν από τους ίδιους τους μαθητές που τις είδαν να μετατρέπονται σε μια μηχανή που λειτουργεί με τη βοήθεια της ρομποτικής.

Η δημιουργία της κατασκευής έδωσε τη δυνατότητα στους μαθητές να ξεδιπλώσουν δεξιότητες και ικανότητες που οι ίδιοι δεν είχαν αντιληφθεί ότι διαθέτουν. Εξέφρασαν στην ομάδα πτυχές της προσωπικότητάς τους που δεν τους είχε ξαναδοθεί η ευκαιρία να εκφράσουν και επαναπροσδιόρισαν τον ρόλο τους ανάμεσα στους συμμαθητές τους. Αυτό συνέβη κυρίως με τους μαθητές με χαμηλή επίδοση στα μαθήματα που συμμετείχαν όμως ενεργά, με ενθουσιασμό και προσήλωση στο κατασκευαστικό μέρος του εγχειρήματος. Επομένως μπορούμε να επισημάνουμε ότι δεν υπήρξε σύνδεση ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών στα μαθήματα και στην εμφάνιση και συμμετοχή στις δραστηριότητες. Η χαμηλή επίδοση στα μαθήματα δεν αποτέλεσε εμπόδιο για τη γνωστική κατάκτηση φυσικών και μηχανικών εννοιών αλλά ούτε και βασικών προγραμματιστικών εννοιών με τις οποίες όλοι οι μαθητές έρχονταν για πρώτη φορά σε επαφή.

Ιδιαίτερα η προσεκτική μελέτη των σχεδίων των μαθητών που ήταν ένα έργο με ατομικό χαρακτήρα, έδειξε ότι η πλειοψηφία των μαθητών ενσωμάτωσε την έννοια του αυτοματισμού στο σχεδιασμό των λύσεών τους. Αυτό δείχνει ότι κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό τη λειτουργία προγραμματισμού αλλά και τον λόγο για τον οποίο οι άνθρωποι τον έχουν παντού στην καθημερινή τους ζωή, για τη διευκόλυνση στη λύση καθημερινών αλλά και εξαιρετικά πολύπλοκων προβλημάτων.

Το στοιχείο της τέχνης όπως την περιγράφουν οι υποστηρικτές του STEAM μπορούμε να πούμε ότι έπαιξε καταλυτικό ρόλο στη διαδικασία που οδήγησε στο χτίσιμο της κατασκευής. Αν και το χτίσιμο το ίδιο αποτελεί τέχνη, ο σχεδιασμός των λύσεων έδωσε στους μαθητές τη δυνατότητα να καλλιεργήσουν τη φαντασία και τη δημιουργικότητά τους αλλά και να οπτικοποιήσουν τις σκέψεις και τις ιδέες τους. Από την δισδιάσταση απεικόνιση προχώρησαν ένα βήμα παραπέρα, στην τρισδιάστατη κατασκευή στην οποία έδωσαν ζωή με τη βοήθεια του υπολογιστή.

Ο ακρογωνιαίος λίθος για την επιτυχή λειτουργία μιας μηχανής Rube Goldberg είναι η αρμονική συνεργασία των μελών των ομάδων. Η συνεργασία των μαθητών σε ομάδες ήταν κατά κύριο λόγο ομαλή. Η σύσταση τους ήταν ευέλικτη και οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να αλλάξουν ομάδες από δραστηριότητα σε δραστηριότητα. Αυτό δεν σημαίνει ότι, όταν εμφανίζονταν διαφωνίες ή αδυναμίες συνεργασίας, δεν γινόταν προσπάθεια για ενδοομαδική λύση. Οι προστριβές δεν έλειψαν. Οι λόγοι ήταν πολλοί και αφορούσαν κυρίως το ρόλο και το πλήθος των αρμοδιοτήτων του καθενός. Κάποιοι μαθητές ήθελαν να έχουν υπό τον έλεγχό τους όλα τα σημεία της

κατασκευής ενώ κάποιοι άλλοι επέλεξαν ένα σημείο που τους ενδιέφερε (για παράδειγμα το μπαλόκι). Πολλές φορές δημιουργούνταν αναστάτωση από μια καταστροφή των υλικών ή μια πτώση που αν και ήταν αναμενόμενο οι μαθητές το αντιμετώπιζαν σαν μεγάλο πισωγύρισμα. Παρά τις όποιες διαφορές των μαθητών μεταξύ τους, πρέπει να σημειώσουμε ότι καμία ομάδα δεν φέρθηκε ανταγωνιστικά απέναντι στην άλλη. Η ολότητα του έργου και η πολύτιμη συνεισφορά της κάθε ομάδας τους έκανε να νιώσουν ότι όλοι προσφέρουν κάτι πολύτιμο που συνεισφέρει στην επίτευξη του στόχου.

7

Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Στην παρούσα εργασία κάναμε μια προσπάθεια να αναδείξουμε τη μηχανή Rube Goldberg σαν ένα πλαίσιο ενασχόλησης των παιδιών με την εκπαιδευτική ρομποτική με στόχο τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων που άπτονται της ρομποτικής επιστήμης. Ειδικότερα επιχειρήσαμε να διερευνήσουμε τον βαθμό στον οποίο μπορούν να εξοικειωθούν με τις νέες τεχνολογίες μαθητές που βρίσκονται σε μια περιοχή με πολύ μειωμένη πρόσβαση στις ΤΠΕ τόσο στην έως τώρα εκπαίδευσή τους αλλά και την καθημερινότητά τους. Βασική μας επιδίωξη ήταν η εισαγωγή των μαθητών σε γνωστικές περιοχές που εντάσσονται στους τομείς STEM με έμφαση στην εκπαιδευτική ρομποτική, χρησιμοποιώντας ένα παιγνιώδες και δημιουργικό πλαίσιο όπως αυτό που προσφέρουν οι μηχανές Rube Goldberg.

Πιο συγκεκριμένα για τις ανάγκες αυτής της εργασίας, κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς 2015-2016 ήρθαμε σε επαφή με τον προγραμματισμό και τη ρομποτική μέσα από φυσικά παιχνίδια στο γυμναστήριο και προσομοιώσεις στον υπολογιστή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του Robomind. Εξοικειωθήκαμε με βασικούς όρους και έννοιες του προγραμματισμού μέσα από τη δημιουργία μικρών σεναρίων στο Scratch και συνδέσαμε αυτά τα σενάρια με το φυσικό κόσμο μέσω του εκπαιδευτικού πακέτου Lego WeDo. Η εμπειρία που προέκυψε μέσω των αρχικών μας πειραματισμών συνδυάστηκε με το Rube Goldberg πλαίσιο για να καταλήξουμε στον σχεδιασμό και υλοποίηση δύο κατασκευών που χρησιμοποιούσαν πλήθος υλικών και αυτοματισμών ώστε να ολοκληρώσουν τα σενάρια που είχαν εμπνευστεί οι μαθητές. Οι κατασκευές βασίζονταν σε αυτοματισμούς που περιελάμβαναν ένα σύνολο αισθητήρων και κινητήρων οι οποίοι επικοινωνούσαν με τον υπολογιστή και εκτελούσαν τις ακολουθίες εντολών που είχαμε υλοποιήσει θέτοντας σε κίνηση τους βραχίονες και το σύνολο της κατασκευής.

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα διαθεματικό γνωστικό αντικείμενο το οποίο συνδυάζει γνωστικές περιοχές με τις οποίες οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν είναι καθόλου εξοικειωμένοι. Στην προσπάθεια μας να εμπλέξουμε ενεργά τους μαθητές στους τομείς STEM εκμεταλλευτήκαμε το Rube Goldberg πλαίσιο το οποίο προωθεί την δημιουργική σκέψη και δράση, ενώ ταυτόχρονα

συνεισφέρει στην ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων ανάμεσα στους μαθητές. Τα γνωστικά οφέλη από αυτή την διαδικασία ήταν σημαντικά καθώς οι μαθητές μέσα σε διάστημα μερικών μηνών είχαν εξοικειωθεί με προγραμματιστικά περιβάλλοντα, όπως Robomind και Scratch, και είχαν την δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης δικών τους παιχνιδιών και αυτοματισμών μέσω του Scratch και του Lego WeDo. Επίσης, οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με διαδικασίες όπως η εξεύρεσης της βέλτιστης λύσης και η αποσφαλμάτωση (που αποτελούν βασικές έννοιες της επιστήμης μηχανικού). Τέλος ήταν σε θέση να επιλύσουν ένα πολύπλοκο πρόβλημα, όπως η υλοποίηση μιας σύνθετης κατασκευής, χρησιμοποιώντας την διαδικασία κατακερματισμού σε μικρότερα υποπροβλήματα και της ανάθεσης εργασιών σε μικρότερες υπο-ομάδες οι οποίες βρίσκονταν σε συνεχή συνεργασία.

Ο προγραμματισμός και η ρομποτική είναι δύο έννοιες που εισάγονται στο Πρόγραμμα Σπουδών (2011) των ΤΠΕ στις τάξεις Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού. Όπως προέκυψε μέσα από αυτή την εργασία ένα παιγνιώδες πλαίσιο όπως το Rube Goldberg μπορεί να αποτελέσει το όχημα για την εισαγωγή αυτών των εννοιών σε μικρότερες τάξεις, καθώς διεγείρει τις δημιουργικές τάσεις των μαθητών και προσφέρει ένα διαθεματικό περιβάλλον προσέγγισης νέων γνωστικών πεδίων.

Ύστερα από την ολοκλήρωση του project, προτείνουμε ανεπιφύλακτα τη χρήση του πλαισίου Rube Goldberg για εφαρμογή στην τάξη σε μαθητές όλων των ηλικιών του δημοτικού σχολείου με δραστηριότητες σταθμισμένες ανάλογα με το γνωστικό τους υπόβαθρο. Με την εξάπλωση της εφαρμογής θα παραχθεί περισσότερο εκπαιδευτικό υλικό που θα μπορέσει να αποτελέσει κίνητρο για την ενασχόληση όλο και περισσότερων εκπαιδευτικών με τις ρομποτικές κατασκευές Rube Goldberg.

Βιβλιογραφία

- Acharya, S., Sirinterlikci, A. (2010). *Introducing engineering design through an intelligent Rube Goldberg Implementation*. Journal of Technology Studies, 36 (2), 63.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). *Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education*. Information Technology in Childhood Education, AACE, 123-145.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks, robots and computers: Learning about technology in early childhood*. New York: Teacher's College Press.
- Boy, G. (2013). *From STEM to STEAM: Toward a Human-Centered Education, Creativity & Learning Thinking*. Proceedings of the European Conference on Cognitive Ergonomics, ECCE 2013, Université Toulouse le Mirail, France, 26-28 August 2013.
- Clements, D. (1999). *Geometric and spatial thinking in young children*. In J. V. Copley (Ed.), *Mathematics in the early years* (pp. 66–79). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Creswell, J. (2011). *Η έρευνα στην εκπαίδευση, Σχεδιασμός, Διεξαγωγή και Αξιολόγηση της Ποσοτικής και της Ποιοτικής Έρευνας*. Αθήνα: Ίων.
- European Commission (2014). *Survey of Schools: ICT in Education*. (διαθέσιμο στο <https://ec.europa.eu/digital-agenda/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>).
- Henriksen, D. (2014). *Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices*. The STEAM Journal: Vol. 1: Iss. 2, Article 15.
- Home U.S. Department of Education (<http://www.ed.gov/stem> ανακτήθηκε 3/4/2016)
- Horn, M., Jacob, R. (2007). *Designing tangible programming languages for classroom use*. Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction (p. 159-162)
- Jonassen, D. (2004). *Learning to solve Problems*. An Instructional Design Guide. San Francisco, Calif.: Pfeiffer.
- Koorsse, M., Calitz, A., Cilliers, C. (2011). *Programming Assistance Software Tools to Support the Teaching of Introductory Programming*. Annual Conference of the South African Lecturer's Association (SACLA).
- Mertens, D. (2009). *Έρευνα και αξιολόγηση στην εκπαίδευση και την ψυχολογία*. Εκδόσεις Μεταίχμιο.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.

- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.
- Resnick, M. (2003). *Playful Learning and Creative Societies*. Education Update, 7(6)
- Resnick, M. (2014). *Give P's a Chance: Projects, Peers, Passion, Play*. Constructionism and Creativity conference, opening keynote. Vienna.
- Robson, C. (2010). *Η Έρευνα του Πραγματικού Κόσμου*, Αθήνα: Gutenberg.
- Robomind <http://www.robomind.net/gr/>
- Rube Goldberg <https://www.rubegoldberg.com/>
- Scratch <https://scratch.mit.edu/>
- Scratch Project Editor https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tip_bar=getStarted
- Steele, A., Brew, C. R., & Beatty, B. R. (2012). *The Tower Builders: A Consideration of STEM, STSE and Ethics in Science Education*. Australian Journal of Teacher Education, 37(10).
- Swan, P., Marshall, L. (2010). *Revisiting Mathematics, Manipulative Materials*. Australian Primary Mathematics Classroom 15(2).
- Αλεξοπούλου, Γ. κ.ά. (2010). Παλαιγεωργίου, Γ. (Επιμ.). *Δημιουργώ παιχνίδια στο Scratch*. Τμήμα Μηχανικών Η/Υ, Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. <http://www.scratchplay.gr/download.html>
- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή Ε. (2002). *Εναλλακτικές Διδακτικές Προσεγγίσεις σε Εισαγωγικά Μαθήματα Προγραμματισμού: Προτάσεις Διδασκαλίας*. Στο Δημητρακοπούλου, Α. (Επιμ.) «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Τόμος Α', Πρακτικά 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, 26-29/9/2002, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος: Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Δίκτυο Ευρυδίκη (2004). *Αριθμοί Κλειδιά στις Τεχνολογίες των Πληροφοριών και της Επικοινωνίας στα σχολεία στην Ευρώπη*.
- Κόμης, Β. (2001). Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, *Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των τεχνολογιών πληροφορίας και των επικοινωνιών*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*, Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Νικολός Δ., Μισιρλή Α., Δαβράζος Γ., Μπακόπουλος Ν., Κόμης Β. (2008). *Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch και το ρομποτικό πακέτο Lego WeDo*. Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» (Εργαστηριακή παρουσίαση), Πάτρα, 28-30 Απριλίου 2011.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (1997). *Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών Πληροφορικής*. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). *Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών*. Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.

Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση (2011). Υποέργο 1: «*Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και οδηγών για τον εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων»*». Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Φύλλο εργασίας Vex Robotics

<http://www.education.rec.ri.cmu.edu/robots/vexteacher/files/VEXRubeGoldbergChallengeWorksheets.pdf> (ανάκτηση 23/6/2016)

Σατρατζέμη, Μ., Δαγδιλέλης, Β., Ευαγγελίδης, Γ. (2002). *Μια Εναλλακτική Προσέγγιση Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση*. Στο Δημητρακοπούλου, Α. (Επιμ.) «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Τόμος Α', Πρακτικά 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, 26-29/9/2002, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος: Εκδόσεις Καστανιώτη.

Τζιμογιάννης, Α., Γεωργίου, Β. (1999). *Οι δυσκολίες μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη απλών αλγορίθμων*. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου "Πληροφορική και Εκπαίδευση", 183-192, Ιωάννινα.

Τζαφέστας, Σ. (1996). *Ρομποτική*, Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα.

Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2008). *Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού*. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Πάτρα, 28-30 Μαρτίου 2008.

Φεσάκης, Γ. (2014). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ*. Υπό έκδοση.

Χασανίδης Δ., Ντίνας Κ., Μπράτιτσης Θ., Στάμου Α., Γκόγκου Χ. (2012). *Διαθεματική πρόταση διδασκαλίας για το μάθημα ΤΠΕ της ΣΤ' Δημοτικού με χρήση γλωσσικών δραστηριοτήτων και του περιβάλλοντος Scratch*. Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, 171-180.

Παράρτημα

Π1 Υλοποίηση παιχνιδιού στην python χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη Kivy

```
#####  
pong.py  
#####  
from kivy.app import App  
from kivy.uix.widget import Widget  
from kivy.properties import NumericProperty, ReferenceListProperty, ObjectProperty  
from kivy.vector import Vector  
from kivy.clock import Clock  
  
#####  
#-----#  
#####  
class PongPaddle(Widget):  
    score = NumericProperty(0)  
  
    def bounce_ball(self, ball):  
        if self.collide_widget(ball):  
            vx, vy = ball.velocity  
            offset = (ball.center_y - self.center_y) / (self.height / 2)  
            bounced = Vector(-1 * vx, vy)  
            vel = bounced * 1.1  
            ball.velocity = vel.x, vel.y + offset  
  
#####  
#-----#  
#####  
class PongBall(Widget):  
    velocity_x = NumericProperty(0)  
    velocity_y = NumericProperty(0)  
    velocity = ReferenceListProperty(velocity_x, velocity_y)  
  
    def move(self):  
        self.pos = Vector(*self.velocity) + self.pos  
  
#####  
#-----#  
#####
```

```

class PongGame(Widget):
    ball = ObjectProperty(None)
    player1 = ObjectProperty(None)
    player2 = ObjectProperty(None)

    def serve_ball(self, vel=(4, 0)):
        self.ball.center = self.center
        self.ball.velocity = vel

def update(self, dt):
    self.ball.move()
    #bounce of paddles
    self.player1.bounce_ball(self.ball)
    self.player2.bounce_ball(self.ball)
    #bounce ball off bottom or top
    if (self.ball.y < self.y) or (self.ball.top > self.top):
        self.ball.velocity_y *= -1
    #went of to a side to score point?
    if self.ball.x < self.x:
        self.player2.score += 1
        self.serve_ball(vel=(4, 0))
    if self.ball.x > self.width:
        self.player1.score += 1
        self.serve_ball(vel=(-4, 0))

    def on_touch_move(self, touch):
        if touch.x < self.width / 3:
            self.player1.center_y = touch.y
        if touch.x > self.width - self.width / 3:
            self.player2.center_y = touch.y

#=====#
#-----#
#=====#

class PongApp(App):
    def build(self):
        game = PongGame()
        game.serve_ball()
        Clock.schedule_interval(game.update, 1.0 / 60.0)
        return game

```

```

=====#
#-----#
=====#
if __name__ == '__main__':
    PongApp().run()

#-----#
pong.kv
#-----#
#:kivy 1.0.9

<PongBall>:
    size: 50, 50
    canvas:
        Ellipse:
            pos: self.pos
            size: self.size

<PongPaddle>:
    size: 25, 200
    canvas:
        Rectangle:
            pos:self.pos
            size:self.size

<PongGame>:
    ball: pong_ball
    player1: player_left
    player2: player_right
    canvas:
        Rectangle:
            pos: self.center_x-5, 0
            size: 10, self.height
    Label:
        font_size: 70
        center_x: root.width / 4
        top: root.top - 50
        text: str(root.player1.score)

```

```
Label:
    font_size: 70
    center_x: root.width * 3 / 4
    top: root.top - 50
    text: str(root.player2.score)
PongBall:
    id: pong_ball
    center: self.parent.center
PongPaddle:
    id: player_left
    x: root.x
    center_y: root.center_y
PongPaddle:
    id: player_right
    x: root.width-self.width
    center_y: root.center_y
```

Π2 Φύλλο Εργασίας για την Όγδοη Δραστηριότητα

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	
1. Ποιες είναι οι έξι κύριες φάσεις στη ζωή ενός μικρού αστέρα όπως είναι ο Ήλιος;	
2. Πώς θα απεικονίζεις έναν αστέρα με ένα χειροπιαστό υλικό;	
3. Για ποιο λόγο επέλεξες αυτό το υλικό;	
4. Πώς μπορείς τώρα να αναπαραστήσεις όλες τις φάσεις διαδοχικά με τρισδιάστατο τρόπο;	
Υλικά που έχουμε:	
Υλικά που χρειαζόμαστε:	
Στόχος:	
Προτεινόμενα σχέδια:	