

## **Benefit from “circle making”: Developing of Computational Thinking through robotics and programming.**

Angeliki Theodosi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ralleia Experimental Primary Schools  
attheo@sch.gr

**Abstract.** This paper discusses a 5<sup>th</sup>-grade lesson plan in geometry. This teaching is not limited to teaching cognitive object of the cycle (radius, diameter) or the computing, but introduces the students to the concept of rectilinear motion, velocity and displacement time. The intervention was carried out to pupils in mixed part students 5th and 6th grade at Robotics Club of Ralleia Experimental Elementary Schools. The research data derived from observations of teaching, students' worksheets, and calendars with the comments of the groups, and questionnaires completed, will be assessed and taken into consideration for the reformation of the teaching intervention.

**Keywords:** educational robotics, computational thinking, geometry

## Κύκλους κάνω μα δεν χάνω: Καλλιεργώντας την υπολογιστική σκέψη μέσα από την Ρομποτική και τον Προγραμματισμό.

Αγγελική Θεοδόση <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ράλλεια Πειραματικά Δημοτικά Σχολεία Π.Τ. Δ. Ε. Πανεπιστημίου Αθηνών  
atheo@sch.gr

Περίληψη: Η παρούσα εργασία πραγματεύεται ένα σχέδιο διδασκαλίας του κύκλου στα μαθηματικά της Ε' δημοτικού. Η διδασκαλία αυτή δεν περιορίζεται γνωστικά στο διδακτικό αντικείμενο του κύκλου ή της πληροφορικής, αλλά εισάγει τους μαθητές στην έννοια της ευθύγραμμης κίνησης, της ταχύτητας και του διαστήματος μετατόπισης. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε μαθητές σε μικτό τμήμα μαθητών Ε και Στ δημοτικού στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων του Ομίλου Ρομποτικής των Ραλλείων Πειραματικών Δημοτικών Σχολείων Π.Τ.Δ.Ε. Παν. Αθηνών. Τα ερευνητικά δεδομένα που προκύπτουν από τις παρατηρήσεις της εκπαιδευτικού, τα φύλλα εργασίας των μαθητών, τα ημερολόγια με τις παρατηρήσεις των ομάδων, και τα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν, θα εκτιμηθούν και θα ληφθούν υπόψη για τον επανασχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης

**Keywords:** εκπαιδευτική ρομποτική, υπολογιστική σκέψη, γεωμετρία

### 1. Εισαγωγή

Σκοπός του διδακτικού αυτού σεναρίου είναι καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης (Computational Thinking) και η εμπέδωση μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής της έννοιας του μήκους του κύκλου, του προγραμματισμού, της ταχύτητας και του διαστήματος που διανύει ένα κινητό σε ένα διαθεματικό project. Το project αυτό υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της λειτουργίας του ομίλου ρομποτικής, αλλά θα μπορούσε να υλοποιηθεί και στο πλαίσιο του μαθήματος της Πληροφορικής (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών) στην Ε' τάξη του δημοτικού σχολείου. Το εκπαιδευτικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το EV3 Lego Mindstorms, το οποίο προγραμματίστηκε με το αντίστοιχο λογισμικό οπτικού προγραμματισμού. Στην εργασία αυτή περιγράφεται η διδακτική παρέμβαση καθώς και η αξιολόγησή της, τόσο μέσα από τις παρατηρήσεις της υπεύθυνης εκπαιδευτικού όσο και από τα φύλλα εργασίας, τα ημερολόγια των ομάδων και τα ανώνυμα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης οι μαθητές. Στην ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Στην τρίτη ενότητα

περιγράφονται οι στόχοι και η μεθοδολογία και ακολούθως στην τέταρτη ενότητα περιγράφεται η οργάνωση και η ροή της διδακτικής παρέμβασης. Τέλος, παρουσιάζονται προτάσεις βελτίωσης

## 2. Το θεωρητικό πλαίσιο-διδακτική μεθοδολογία

### 2.1 Θεωρίες Μάθησης

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι μια δραστηριότητα μέσα από την οποία μπορούν να βρουν εφαρμογή η θεωρία κατασκευής της γνώσης του Piaget [1], η θεωρία του κατασκευαστικού εποικοδομισμού των Papert και Harel [2] καθώς και η θεωρία της ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης του Bruner [3]. Η ρομποτική είναι πράγματι μια δραστηριότητα κατά την οποία οι μαθητές κατασκευάζουν, δημιουργούν, προγραμματίζουν και δίνουν οι ίδιοι υπόσταση στη γνώση καθώς ακούσια ή εκούσια εφαρμόζουν θεωρίες που έχουν διδαχθεί και τις βλέπουν να έχουν απτή εφαρμογή ενώ ανακαλύπτουν μόνοι προεκτάσεις και εφαρμογές που πιθανότατα δε θα μπορούσαν να φανταστούν μόνο με τη θεωρητική προσέγγιση της γνώσης. Οι μαθητές δηλαδή οργανώνουν τη σκέψη τους και τη γνώση με τη βοήθεια των εμπειριών τους. Αλλά δεν είναι μόνο αυτή η θεωρία που βρίσκει εφαρμογή στην εκπαιδευτική ρομποτική.

Ο κοινωνικός εποικοδομισμός των Vygotsky [4] και Leontiev [5] έχει και αυτός εφαρμογή καθώς η ρομποτική είναι μια κατ' εξοχήν συνεργατική δραστηριότητα. Το κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο με τα υλικά, τα ειδικά εργαλεία/πακέτα και την υποστήριξη που παρέχει μπορεί να βοηθήσει το μαθητή-εκπαιδευόμενο να φτάσει στο ανώτερο επίπεδο της εν δυνάμει ανάπτυξής του [6]. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο εκπαιδευτικός να αρνηθεί το ρόλο του παραδοσιακού δασκάλου και να υιοθετήσει αυτόν του εμπυχωτή-καθοδηγητή [7]. Η γνώση χτίζεται καθώς οι εμπλεκόμενοι αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους ως άτομα και ως σύνολο-ομάδα με τον προπονητή-μέντορα αλλά και τις άλλες ομάδες. Με αυτόν τον τρόπο οι εμπλεκόμενοι κοινωνικοποιούνται ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η αυτοπεποίθησή τους καθώς απαλλάσσονται από την τροχοπέδη της προσωπικής αποτυχίας και ματαίωσης.

Η διερευνητική προσέγγιση δίνει τα περιθώρια για δημιουργικότητα, πρωτοτυπία και καινοτομία, αξιόλογη διαχείριση χρόνου και υλικών από τους ίδιους τους μαθητές. Η μάθηση είναι αποτέλεσμα εμπειρίας, οι μαθητές μαθαίνουν κάνοντας -ο Dewey με τη θεωρία του learning by doing είναι επίκαιρος έναν αιώνα μετά- κι έτσι απαλλάσσονται από το άγχος της εξέτασης ενώ μέσα από την εμπειρία και την εφαρμογή, γίνεται αντιληπτή η λειτουργία των δομών προγραμματισμού και των συντακτικών κανόνων της γλώσσας στην οποία προγραμματίζεται το ρομπότ.

Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να ενισχύσει στο γνωστικό επίπεδο τους μαθητές σε διάφορα άλλα γνωστικά αντικείμενα του Αναλυτικού Προγράμματος όπως η Πληροφορική, τα Μαθηματικά, η Φυσική καθώς και άλλα μαθήματα. Η μάθηση μπορεί να θεωρηθεί ως ένα βαθμό εξατομικευμένη, υπό την έννοια ότι οι ομάδες διαλέγουν διαφορετικούς δρόμους για να δουλέψουν πάνω σε ένα κοινό θέμα και ότι οι ρόλοι μέσα στην ομάδα είναι μοιρασμένοι. Επομένως, ο εκπαιδευτικός δουλεύει με τους μαθητές σε επίπεδο ατομικό καθώς τα ερωτήματα των μαθητών διαφέρουν διότι

οι προτεινόμενες λύσεις διαφέρουν ακόμα κι όταν προτείνονται για το ίδιο πρόβλημα. και συγκεκριμένους στόχους, ανάλογα με την εφαρμογή και το διδακτικό αντικείμενο. Να υπογραμμιστεί ότι, η διερευνητική μάθηση προκειμένου να είναι ωφέλιμη και αποτελεσματική για το μαθητή, θα πρέπει να είναι καθοδηγούμενη από τον εκπαιδευτικό είτε χρησιμοποιώντας scaffolding στρατηγικές, είτε τη μαιευτική μέθοδο, καθώς η έλλειψη καθοδήγησης φαίνεται ότι δεν είναι μία αποτελεσματική στρατηγική όπως προκύπτει από έρευνες που έχουν γίνει [8].

## 2.2 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού.

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός ώστε η παρέμβαση-δραστηριότητα της εκπαιδευτικής ρομποτικής να θεωρηθεί επιτυχής. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να στηρίζει, να ενθαρρύνει και να καθοδηγεί τους μαθητές, να ενισχύει την αυτό-έκφραση και την αυτοπεποίθησή τους, να τους εφοδιάζει με το κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό ανάλογα με τη φάση υλοποίησης (φύλλα εργασίας, πληροφορίες και ότι άλλο κρίνει ότι θα συμβάλει στην οικοδόμηση της γνώσης και τον ορθό σχηματισμό των νοητικών μοντέλων). Ακόμη θα πρέπει να σχεδιάζει δράσεις τέτοιες που να αφήνει τους μαθητές να αυτενεργούν και να προσπαθούν να επιλύσουν μόνοι τους προβλήματα που έχουν εφαρμογή στον πραγματικό κόσμο, παρακολουθώντας συνεχώς και αξιολογώντας τόσο το σημείο εκείνο στο οποίο οι μαθητές χρειάζονται την καθοδήγησή του, όσο και το σημείο που πρέπει να αποσυρθεί και πάλι για να αφήσει ξανά την ομάδα να αυτενεργήσει. Στο καλό κλίμα της τάξης- ομάδας θα συμβάλει η συνεχής μέριμνα του εκπαιδευτικού ώστε να εφαρμόζονται δημοκρατικές διαδικασίες εντός της τάξης και των ομάδων, για παράδειγμα η κατανομή ρόλων να γίνεται μετά από πρόταση των ομάδων, αφού έχει προηγηθεί διάλογος και τεκμηρίωση της επιλογής των ρόλων και να είναι αποδεκτό ότι εφόσον υλοποιηθεί ικανός αριθμός δραστηριοτήτων, όλα τα μέλη της ομάδας θα περάσουν από όλα τα πόστα. Τέλος, να φροντίζει να προωθεί τον συναγωνισμό δια-ομαδικά και το ομαδικό πνεύμα ενδο-ομαδικά, και να διαχειρίζεται τα φαινόμενα ανταγωνισμού που ενδεχομένως να υπάρξουν με τρόπο που να τα εξαλείφει κατά το δυνατόν.

## 2.3 Ο ρόλος του μαθητή

Ο ρόλος του μαθητή στην εκπαιδευτική ρομποτική, έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις καθώς η ρομποτική είναι μεν μια ευχάριστη εκπαιδευτική δραστηριότητα, αλλά μεταξύ του «ευχάριστη» και του «εκπαιδευτική», ισχυρότερος επιθετικός προσδιορισμός είναι το «εκπαιδευτική». Έτσι οι μαθητές θα πρέπει να συνειδητοποιήσουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι βασικά μια συνεργατική-ομαδική διαδικασία, επομένως η μάθηση είναι συνεργατική διαδικασία και οι μαθητές οι ίδιοι εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία αυτή, εφαρμόζοντας τη γνώση την οποία έχουν διδαχθεί και επαληθεύοντάς τη με τρόπο δημιουργικό. Ο διαμοιρασμός ρόλων συμβάλει στην ενεργό εμπλοκή του μαθητή. Καθένας από τους μαθητές είναι υπεύθυνος ή συνυπεύθυνος για το ρόλο που έχει στην ομάδα επομένως δεσμεύεται να συμμετέχει ενεργά στις δραστηριότητες που υλοποιούνται. Επίσης σε περιπτώσεις που αυτό είναι εφικτό καλό θα είναι οι ρόλοι να εναλλάσσονται και να περνάνε όλοι από όλους τους ρόλους. Τέλος, οι μαθητές θα πρέπει να συνειδητοποιούν ότι η ρομποτική είναι μια διαδικασία μάθησης, ψυχαγωγικής μάθησης αλλά, ωστόσο μάθησης, που απαιτεί πειθαρχία και δέσμευση

### 3. Διδακτικοί στόχοι -Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2015-2016 στον Όμιλο Ρομποτικής των Ραλλείων Πειραματικών Δημοτικών Σχολείων (μικτό τμήμα μαθητών Ε' και Στ' δημοτικού) και συνδέεται με το μάθημα των Μαθηματικών και της Πληροφορικής του ΑΠΣ [9]. Συγκεκριμένα για το μάθημα των Μαθηματικών με την ενότητα Μετρήσεις όπου οι μαθητές σταθεροποιούν τις γνώσεις τους σχετικά με τις συμβατικές μονάδες μήκους και την ενότητα Γεωμετρία όπου οι μαθητές υπολογίζουν τις περιμέτρους απλών σχημάτων. Στο μάθημα της Πληροφορικής συνδέεται με την ενότητα Ελέγχω-Προγραμματίζω τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, ενώ οι μαθητές εισάγονται μέσα από μια ευχάριστη δραστηριότητα στις έννοιες της ταχύτητας και του διαστήματος που διανύει ένα κινούμενο σώμα (ευθύγραμμη ομαλή κίνηση).

Σκοπός της παρέμβασης, ήταν η εμπέδωση μέσω της πρακτικής εφαρμογής της θεωρητικής, μαθηματικής γνώσης και συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του μήκους του κύκλου. Επιπλέον σκοπό του παρόντος διδακτικού σεναρίου ήταν η καλλιέργεια της υπολογιστικής σκέψης (Computational Thinking) [10] στους μαθητές, μέσω της του προγραμματισμού. Συγκεκριμένα οι επιδιωκόμενοι στόχοι ήταν:

#### 1. Γνωστικοί

- Να κάνουν σωστές μετρήσεις,
- Να βρίσκουν την περίμετρο του κύκλου όταν τους δοθεί η ακτίνα του.
- Να μπορούν να υπολογίσουν την ακτίνα όταν τους δοθεί η διάμετρος.
- Να αντιληφθούν την αναλογία ακτίνας- περιμέτρου.
- Να μπορούν να προγραμματίζουν το ρομπότ.
- Να κατανοήσουν τη δομή ακολουθίας.

#### 2. Μεταγνωστικοί

Να κατανοούν και να λύνουν προβλήματα, εφαρμόζοντας τη θεωρητική γνώση, και κατ' επέκταση να εφαρμόσουν τη γνώση που έχουν κατακτήσει από ένα μάθημα σε ένα άλλο.

Καθώς η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα, έχει εφαρμογές στην καθημερινότητα, επιθυμητή ήταν η αναφορά ενός πρακτικού παραδείγματος εφαρμογής στην καθημερινότητα, ώστε να διερευνηθεί αν γνώση να αποκτά νόημα για το μαθητή.

#### 3. Κοινωνικοί

- Να συνεργάζονται αρμονικά μεταξύ τους.
- Να καλλιεργήσουν το δημοκρατικό πνεύμα μέσα στην ομάδα και να ακούγονται όλες οι γνώμες.
- Να καλλιεργήσουν την κρίση τους στην τεκμηρίωση των συμπερασμάτων της ομάδας.

**Πίνακας 1.** Κατανομή μαθητών στις ομάδες

Φύλο	Στ_Α	Στ_Β	Ε_Α	Ε_Β
Αγόρια	2	1	2	2
Κορίτσια	2	2	2	2

Οι ομάδες οργανώθηκαν να είναι μεικτές ως προς το φύλο αλλά διακριτές ως προς την τάξη των μαθητών, καθώς οι μαθητές της Στ' είχαν ήδη διδαχθεί και ενδεχομένως εμπεδώσει την έννοια του μήκους του κύκλου. Παρόλα αυτά η παρέμβαση όπως προέκυψε ωφέλησε και αυτούς καθώς ξαναθυμήθηκαν τον τύπο του μήκους του κύκλου και ωφελήθηκαν -όπως προέκυψε- από τη διαδικασία.

Σκοπός της παρέμβασης να αξιολογηθεί η διδακτική παρέμβαση και να διερευνηθεί σε ποιο βαθμό βοήθησε τους μαθητές να εμπεδώσουν καλύτερα την έννοια του μήκους του κύκλου.

#### 4. Το θεωρητικό πλαίσιο-διδακτική μεθοδολογία

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του σεναρίου σε σημεία που οι ομάδες αντιμετώπισαν δυσκολίες και εμπόδια που δεν μπορούσαν να ξεπεραστούν, ο εκπαιδευτικός παρενέβη με φειδώ, αποσύροντας βαθμιαία την υποστήριξή του (fading scaffolding). Η διδασκαλία ξεκίνησε με έναν παρωθητικό διάλογο με τους μαθητές για το αν γνωρίζουν τι είναι τα ρομπότ και αν γνωρίζουν εφαρμογές τους σύμφωνα με την αρχή της εγγύτητας στη ζωή. Η αρχή της παιδοκεντρικότητας, εξασφαλίζεται από το ίδιο το εργαλείο (Lego Mindstorms) αφού στους μαθητές δίνεται η αίσθηση ότι παίζουν και έτσι ασχολούνται ευχάριστα με το αντικείμενο. Η ρομποτική συμβάλλει στη συνεργατική αλλά και την εξατομικευμένη μάθηση καθώς οι μαθητές μαθαίνουν να συνεργάζονται αλλά και ο κάθε μαθητής ξεχωριστά μπορεί να καλλιερήσει έμφυτες δεξιότητες ή να ανακαλύψει νέες. Η δραστηριότητα αναπτύχθηκε κλιμακωτά σε βάθος, και οι μαθητές εντός των ομάδων ανακάλυψαν διαισθητικά και εμπειρικά μέσα από την εικονική αναπαράσταση τη γνώση [3]. Παρόλα αυτά το συγκεκριμένο διδακτικό εργαλείο προκειμένου να αποδώσει τα μέγιστα θα πρέπει να το δοθεί ο κατάλληλος χρόνος, παράμετρος πολύ σημαντική.

Το συγκεκριμένο project είναι διεπιστημονικό αλλά και διαθεματικό, καθώς μέσα από τη ρομποτική συνδυάζεται η ύλη δύο μαθημάτων, των μαθηματικών και της πληροφορικής με στόχο την εμπέδωση της γνώσης και την καλλιέργεια της δημιουργικότητας (υψηλότερη δεξιότητα σύμφωνα με την αναθεωρημένη ταξινόμια κατά Bloom [11]). Οι μαθητές μέσα από αυτή τη διαδικασία κλήθηκαν να εννοιολογήσουν μεταφέροντας τη γνώση από ένα πλαίσιο αναφοράς σε ένα άλλο.

Επειδή η παρέμβαση έγινε στο πλαίσιο λειτουργίας του Ομίλου Ρομποτικής, οι μαθητές είχαν έρθει σε επαφή με το προγραμματιστικό περιβάλλον του Lego Mindstorms EV3 χωρίς ωστόσο να έχουν προχωρήσει σε κατασκευή κάποιου ρομποτικού οχήματος νωρίτερα.

Έτσι, κατά την πρώτη διδακτική ώρα στην κάθε ομάδα δόθηκε προς συμπλήρωση ένα φύλλο εργασίας και ρόδες του EV3 ίδιας διαμέτρου σε όλες τις ομάδες. Σκοπός ήταν αρχικά να διερευνηθεί αν οι μαθητές γνώριζαν-μπορούσαν να ανακαλέσουν από τη μνήμη τους τον τύπο υπολογισμού της περιμέτρου του κύκλου. Στη συνέχεια μέτρησαν με απλά εργαλεία (χάρακας, κορδέλα-σπάγκος) το μήκος της ρόδας που

τους δόθηκε και με αυτό το δεδομένο υπολόγισαν το μήκος και τη διάμετρο του κύκλου. Σε αυτή τη φάση παρατηρήθηκε από ότι δεν μπορούσαν όλοι οι μαθητές να ανακαλέσουν τον τύπο του μήκους του κύκλου, αλλά τουλάχιστον ένας σε κάθε ομάδα τα κατάφερε, με αποτέλεσμα να συμπληρώσει η ομάδα πλήρως το φύλλο εργασίας, ενώ κάποιοι αντί να υπολογίσουν με βάση το μήκος που μέτρησαν από τον τύπο προσπάθησαν να μετρήσουν με το χάρακα την ακτίνα της ρόδας. Σε αυτό το σημείο ο εκπαιδευτικός έδωσε την οδηγία να υπολογίσουν και όχι να μετρήσουν

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τις ομάδες να κατασκευάσουν ένα ρομπότ-αυτοκινητάκι χρησιμοποιώντας τις ρόδες που τους δόθηκαν. Οι τρεις από τις ομάδες ολοκλήρωσαν την κατασκευή τους μέσα στον προβλεπόμενο χρόνο, ενώ η τέταρτη ομάδα, χρειάστηκε 10' επιπλέον για να ολοκληρώσει. Στο χρόνο αυτό οι άλλες 3 ομάδες πειραματίστηκαν προγραμματίζοντας το ρομποτάκι τους.

Οι ομάδες ξεκίνησαν να πειραματίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας μετρώντας την απόσταση που διένυσε το όχημά τους σε μία περιστροφή και στη συνέχεια αυξάνοντας και μειώνοντας την ισχύ του κινητήρα. Παρατήρησαν μικρή διαφορά στο μήκος της ρόδας και την απόσταση κάτι που ήταν μη αναμενόμενο για αυτούς αφού περίμεναν ότι θα έπρεπε να είναι ακριβώς το μήκος της ρόδας. Η ερμηνεία του εκπαιδευτικού για το μηχανικό σφάλμα φάνηκε σε πρώτο επίπεδο να γίνεται αντιληπτή. Μετά τον πειραματισμό τους με τις εντολές Brake και Coast, αντιλήφθηκαν την έννοια της επιβράδυνσης στην κίνηση.

Τα μαθήματα στον όμιλο ρομποτικής είναι συνεχόμενα δίωρα έτσι τα δέκα λεπτά υπέρβασης του χρόνου στην πρώτη διδακτική ώρα δεν επηρέασαν τη ροή του μαθήματος. Το δεύτερο φύλλο εργασίας ήταν ίδιο με το προηγούμενο. Από τους μαθητές ζητήθηκε να αφαιρέσουν τις ρόδες από το ρομποτικό τους όχημα και δόθηκαν ρόδες μικρότερης διαμέτρου σε μια ομάδα της Ε και μια ομάδα της Στ και ρόδες μεγαλύτερης διαμέτρου στις άλλες δύο ομάδες. Κατά τη δεύτερη ώρα παρόλο που οι αντιδράσεις μεταξύ των ομάδων υπήρχαν, λόγω της διαφοράς στο μέγεθος της διαμέτρου μεταξύ των τροχών η συμπλήρωση του φύλλου εργασίας ήταν ταχύτερη και οι ομάδες αφού ολοκλήρωσαν τα φύλλα, ξεκίνησαν να συγκρίνουν τις απαντήσεις μεταξύ τους τις περισσότερες φορές επαληθεύοντας η μια ομάδα τα αποτελέσματα της άλλης, είτε ζητώντας της να επαναλάβει τη μέτρηση.

Την 3<sup>η</sup> διδακτική ώρα, οι μαθητές έπρεπε να επιλέξουν έναν εκπρόσωπο της ομάδας τους για να τους εκπροσωπήσει στην επιτροπή χρονομέτρησης. Στήθηκε ένα σημείο αφετηρίας και ένα σημείο τερματισμού. Νικήτρια ομάδα η πρώτη που θα πέραγε τη γραμμή τερματισμού. Οι ομάδες ενθουσιάστηκαν και όλοι έβαλαν την ισχύ του κινητήρα στο μέγιστο. Με την ισχύ του κινητήρα στο μέγιστο και τις μπαταρίες όλες εξίσου φορτισμένες, νικήτριες ήταν οι ομάδες με τις μεγαλύτερες ρόδες για αυτό οι διαμαρτυρίες ήταν έντονες. Η δεύτερη δραστηριότητα του φύλλου εργασίας έσωσε κάπως την κατάσταση αυξάνοντας, ωστόσο την εντροπία της τάξης, αφού τώρα θα έπρεπε να συνεργαστούν όλοι μαζί ώστε να φτάσουν στο τέρμα της διαδρομής ταυτόχρονα. Αυτό δυσκόλεψε αρκετά τα πράγματα αφού έγιναν αρκετές δοκιμές στη μείωση της ισχύος του κινητήρα.

Με βάση τις απαντήσεις από το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές οι 10 χαρακτήρισαν τη δραστηριότητα κατασκευής του οχήματος μέτρια από πλευράς δυσκολίας, ενώ οι 5 τη χαρακτήρισαν ως δύσκολη. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι ήταν το πρώτο ρομποτικό όχημα που κατασκεύασαν. Αναφορικά με τον προγραμματισμό, από 12 μαθητές το χαρακτήρισαν ως πολύ

εύκολο ενώ εύκολο, το χαρακτήρισαν 3Τα πιο δύσκολα σημεία που ανέφεραν οι μαθητές ότι αντιμετώπισαν ήταν η κατασκευή (4 μαθητές ) και ο συντονισμός των οχημάτων στο τρίτο φύλλο εργασίας (όλοι οι μαθητές το ανέφεραν ως παρατήρηση).

## 5. Αποτελέσματα –Συζήτηση

Όπως προέκυψε κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές φάνηκε να κατανοούν την έννοια του μήκους του κύκλου, και να είναι σε θέση να προγραμματίσουν με σχετική ευχέρεια το όχημά τους που ήταν μια απλή δομή ακολουθίας. Παρόλα αυτά ενδεχομένως θα έπρεπε να επαναυπολογιστεί ο χρόνος και να αφιερωθεί μεγαλύτερος χρόνος στην κατασκευή, είτε η διδακτική παρέμβαση αυτή να λάβει χώρα αφού οι ομάδες έχουν δουλέψει τουλάχιστον μία φορά πάνω στην κατασκευή ενός ρομποτικού οχήματος.

Επίσης οι μαθητές αντιλήφθηκαν με εμπειρικό τρόπο την έννοια της επιβραδυνόμενης κίνησης (coast & brake) καθώς και το γεγονός ότι με την ίδια δύναμη περιστροφής (power 100%) το μέγεθος της ρόδας κάνει τη διαφορά, ενώ αφιέρωσαν αρκετό χρόνο για το συγχρονισμό των οχημάτων. Στους μαθητές δεν έγινε καμία αναφορά σε φυσικά μεγέθη πέραν της ταχύτητας (τρέχει γρήγορα, πάει πιο γρήγορα από σένα), του χρόνου και της απόστασης (για παράδειγμα δεν έγινε λόγος για γωνιακή ταχύτητα ούτε αναφέρθηκε ο όρος γραμμική ταχύτητα)

Ένα από τα επιχειρήματα των 'ηττημένων' ήταν «Μα το δικό μας είναι μεγαλύτερο από το δικό σας γι αυτό κινείται πιο αργά». Ενδεχομένως μια λύση που θα βοηθούσε και στο χρόνο ολοκλήρωσης της παρέμβασης και θα απαντούσε και στο επιχείρημα των μαθητών θα ήταν να δίνονται οδηγίες κατασκευής ενός συγκεκριμένου οχήματος σε όλες τις ομάδες. Κάτι τέτοιο βέβαια περιορίζει την απενέργεια των μαθητών, αλλά εξασφαλίζει ότι όλα τα οχήματα θα έχουν την ίδια μάζα, επομένως αυτό θα κάνει ξεκάθαρο στους μαθητές ότι ο παράγοντας που κρίνει το χρόνο άφιξης στη γραμμή τερματισμού είναι το μέγεθος της ρόδας και όχι το μέγεθος του οχήματος. Επιπλέον εξασφαλίζει οικονομία χρόνου και σε περίπτωση που οι μαθητές ανά ομάδα είναι περισσότεροι, είναι απαραίτητο καθώς οι ιδέες πληθαίνουν και τα υλικά λιγοστεύουν.

Τέλος, παράμετρος που πρέπει να διερευνηθεί είναι η σύσταση του τμήματος. Για να αξιολογηθεί ακριβέστερα η παρέμβαση θα πρέπει να γίνει σε αμιγές τμήμα της Ε' δημοτικού προκειμένου να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα κάτι για το οποίο προσφέρεται το μάθημα της Πληροφορικής (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών).

## References

- [ J. Piaget, To Understand is to Invent: The Future of Education, New York: Grossman, 1973.
- [ Harel, I. and Papert, S., "Situating Constructionism," in *Constructionism*, 2] Norwood, NJ., Ablex Publishing Corporation, 1991.



- [ 3] J. Bruner, "The act of discovery," *Harvard Educational Review*, vol. 31, pp. 21-32, 1961.
- [ 4] L. Vygotsky, "Interaction between learning and development. From: ., .," in *Mind and Society*, Cambridge, MA Harvard University Press, 1978, pp. pp. 79-91.
- [ 5] A. Leontiev, *Activity, Consciousness and Personality.*, NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs. , 1978.
- [ 6] Van de Pol J. , Volman M., Beishuisen J. , , "Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research," *Educational Psychology Review*, 2010.
- [ 7] Μακρή-Μπότσαρη, Ε, " Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγράμματος σπουδών και αναλυτικά προγράμματα σπουδών.," in *Επιμόρφωση στελεχών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και εκπαιδευτικών στο διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών, τα αναλυτικά αναλυτικά προγράμματα σπουδών και το νέο διδακτικό υλικό του γυμνασίου: Επιμορφωτικό υλικό*, Αθήνα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2006, pp. 7-10.
- [ 8] Alfieri, L., Brooks, P.J., Aldrich, N.J. and H.R. Tenenbaum, "Does discovery-based instruction enhance learning?," *Journal of Educational Psychology*, vol. 103, no. 1, pp. 1-18, 2011.
- [ 9] Φ. 3.-0.-2. ΦΕΚ 303B/13-03-2003, "ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ," Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>, 2003.
- [ 10] Wing, "Computational thinking and thinking about computing, ;Oct 28 pp17-25. Review.PMID:18672462," *Philosophical Transactions of the Royal Society - Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol. 366(1881):37, pp. 17-25, 2008.
- [ 11] Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. , *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives: Complete edition.*, New York: Longman, 2001.
- [ 12] D. R. Krathwohl, "A Revision of Blooms Taxonomy: An Overview," *Theory into Practice*, vol. 41, no. 4, pp. 212-218, 2002.