

STEM εκπαίδευση με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής για την αντιμετώπιση της πρόωρης εγκατάλειψης του σχολείου

“Κωνσταντίνος Ασημακόπουλος”¹, “Παναγιώτης Καρκαζής”¹, “Γεώργιος Πιτσιάκος”¹, “Ιωάννης Σαραντέας”¹, “Δήμητρα Ρούσσου”¹, “Θωμάς Σπήλιου”¹, “Γεωργία Σανδαλή”¹, “Ιωάννης Μάκαρης”¹, “Κωνσταντίνος Αναστασόπουλος”¹, και “Δημήτριος Παναγόπουλος”¹

¹ο^ο Εργαστηριακό Κέντρο Α΄ Πειραιά (Κορυδαλλός)

Abstract. Η ενσωμάτωση των γνωστικών αντικειμένων οδηγεί σε μια διαφορετική αντίληψη της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες : στη STEM εκπαίδευση. Η χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής στη STEM εκπαίδευση ευνοεί διεπιστημονικές δραστηριότητες, οι οποίες, υποστηριζόμενες από την κατασκευαστική θεωρία μάθησης (constructionism), ενθαρρύνουν τον μαθητή να αποκτήσει τον έλεγχο της μάθησής του, να αναπτύξει δημιουργική σκέψη και να εμπεδώσει την ανάγκη της συνεργασίας στην επίλυση προβλημάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι η αδυναμία και τα ελαττώματα των εκπαιδευτικών συστημάτων έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης στη δημιουργία και διατήρηση των συνθηκών που οδηγούν στη σχολική αποτυχία. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να ερευνηθεί εάν οι ρομποτικές δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν στο 6ο Εργαστηριακό Κέντρο Α΄ Πειραιά στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος RoboESL μπορούν να αντιμετωπίσουν τη σχολική αποτυχία και την «Πρόωρη Εγκατάλειψη του Σχολείου». Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται είναι ερωτηματολόγια πριν και μετά τις δραστηριότητες για μαθητές και εκπαιδευτικούς. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν περιγραφική στατιστική ανάλυση, ερμηνεία και συμπεράσματα από ένα ερωτηματολόγιο.

Keywords: “STEM εκπαίδευση”, “εκπαιδευτική ρομποτική”, “πρόωρη εγκατάλειψη του σχολείου”, “RoboESL”, “6ο Εργαστηριακό Κέντρο Α΄ Πειραιά”, “κατασκευαστική θεωρία μάθησης”.

1. Εισαγωγή

Τα εκπαιδευτικά συστήματα κατά τον 20ο αιώνα στηρίχτηκαν στη διδασκαλία διακριτών επιστημονικών αντικειμένων δίνοντας ελάχιστη σημασία στην τεχνολογία [1]. Εντούτοις, σχετικά πρόσφατα, έχει αρχίσει μια συζήτηση για την ενδυνάμωση του ρόλου της τεχνολογίας στη σχολική εκπαίδευση, έτσι ώστε οι μαθητές να διερευνούν έννοιες στις φυσικές επιστήμες και στα μαθηματικά μέσα σε ένα τεχνολογικό πλαίσιο [2], [3]. Η ενσωμάτωση των γνωστικών αντικειμένων οδηγεί σε μια διαφορετική αντίληψη της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες: στη STEM εκπαίδευση, όρος - ακρωνύμιο του Science, Technology, Engineering and Mathematics [4], [5], [6]. Η τάση για την ενσωμάτωση των επιστημονικών πεδίων των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών σχετίζεται με την ανάγκη για τεχνολογικό γραμματισμό όλων των πολιτών [7]. Ερευνητές εκτιμούν ότι η STEM εκπαίδευση αναδεικνύεται ως «καλή πρακτική» στη μαθησιακή διαδικασία [8] που θα βοηθήσει τους μαθητές να κατακτήσουν τη γνώση πιο αποτελεσματικά, να κατανοήσουν καλύτερα τον κόσμο που τους περιβάλλει και θα αυξήσει την εμπλοκή τους με την επιστήμη και την τεχνολογία, βοηθώντας τους να εμπνευστούν και να καινοτομήσουν, νιώθοντας, παράλληλα, ικανοποίηση και ενθουσιασμό από την εκπαιδευτική διαδικασία [9].

Η «Πρόωρη Εγκατάλειψη του Σχολείου», (ΠΕΣ) (Early School Leaving, ESL) θεωρείται ως ένα από τα σημαντικότερα εκπαιδευτικά και κοινωνικά προβλήματα σε παγκόσμια κλίμακα. Ο ορισμός της ΠΕΣ περιλαμβάνει τους νέους που έχουν ολοκληρώσει, το πολύ, τον κατώτερο κύκλο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ISCED 2), είναι σε ηλικία 18-24 και δεν βρίσκονται εντός δομής εκπαίδευσης ή κατάρτισης [10]. Σύμφωνα με τα στοιχεία της EUROSTAT για το 2015, ο πληθυσμός μεταξύ 18-24 που εγκατέλειψε το σχολείο ήταν 11% στην Ευρωπαϊκή Ένωση των 28, με στόχο για το 2020 το 10% [10]. Μελέτες αναδεικνύουν τη μαθησιακή αποτυχία, η οποία σχετίζεται με τη δόμηση των προγραμμάτων σπουδών, ως παράγοντα εκδήλωσης της ΠΕΣ, μεταξύ άλλων σημαντικών παραγόντων [11]. Σύγχρονες έρευνες δείχνουν ότι η STEM εκπαίδευση με χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να παρέχει εκπαιδευτικές εμπειρίες που προωθούν τη δημιουργική σκέψη των μαθητών, τη συνεργατικότητα και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων [12], [13]. Επιπρόσθετα, έρευνα στη STEM εκπαίδευση με χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής, που αφορά μαθητές χαμηλής κοινωνικής και οικονομικής στάθμης, κατέληξε σε θετικά συμπεράσματα όσον αφορά στην προσπάθεια γραμματισμού στην καινοτομία (innovation literacy), δηλαδή στην ανάπτυξη γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων [14]. Για τους λόγους αυτούς, το 6ο Εργαστηριακό Κέντρο (ΕΚ) Α΄ Πειραιά (Κορυδαλλός) συμμετέχει στο ευρωπαϊκό έργο “Robotics-based learning interventions for preventing school failure and Early School Leaving” (RoboESL), στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Erasmus +, το οποίο ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2015 και θα έχει διάρκεια 2 έτη. Σκοπός του προγράμματος είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή μαθησιακών δραστηριοτήτων STEM με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής για την αντιμετώπιση της ΠΕΣ.

2. Το Ευρωπαϊκό πρόγραμμα RoboESL

2.1 Ο ρόλος των εταίρων

Το ευρωπαϊκό έργο RoboESL είναι μια σύμπραξη εκπαιδευτικών οργανισμών για την ανάπτυξη δεξιοτήτων σε σχολεία και εκπαιδευτικούς με χρήση καινοτόμων μαθησιακών μεθόδων, όπως είναι η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής, με σκοπό να υποστηρίξει τα σχολεία στην αντιμετώπιση της ΠΕΣ. Εκτιμάται ότι η εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων θα βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν κίνητρα για τη μάθηση, θα τους ενδυναμώσει στη STEM εκπαίδευση και θα τους ενθαρρύνει, ώστε να συνεχίσουν να συμμετέχουν στη σχολική ζωή. Στη σύμπραξη συμμετέχουν οκτώ εταίροι από τρεις ευρωπαϊκές χώρες: το 6ο Ε.Κ. Α΄ Πειραιά, η Σχολική Επιτροπή Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης 7ης Δημοτικής Κοινότητας Δήμου Αθηναίων, και το Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας – EDUMOTIVA από την Ελλάδα, τα σχολεία Liceo E. Fermi (συντονιστής) και Scuola di Robotica καθώς και το University of Padova από την Ιταλία και τέλος, το University of Latvia και το σχολείο Valmieras Vidusskola από τη Λεττονία. Η σύμπραξη σκοπεύει να αναπτύξει εφαρμογές και μαθησιακές μεθοδολογίες εκπαιδευτικής ρομποτικής που θα βοηθήσουν στην μείωση της ΠΕΣ και ταυτόχρονα μεθοδολογικά εργαλεία μέτρησης και επεξεργασίας των αποτελεσμάτων που θα συλλεχτούν.

Συνήθως, η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται στα σχολεία για να υποστηρίξει μεμονωμένα γνωστικά αντικείμενα όπως αυτά των φυσικών επιστημών ή της τεχνολογίας ή σε κάποιες περιπτώσεις για να χρησιμοποιηθεί από μαθητές με ιδιαίτερα ταλέντα στις κατασκευές, τις φυσικές επιστήμες ή τα μαθηματικά [15]. Το πρόγραμμα RoboESL βασίζεται στη διαπίστωση ότι η αδυναμία και τα ελαττώματα των εκπαιδευτικών συστημάτων, έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο ευθύνης στη δημιουργία και διατήρηση των συνθηκών που οδηγούν στη σχολική αποτυχία και ενδεχομένως στην ΠΕΣ. Στο πλαίσιο του προγράμματος η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται ως μαθησιακό εργαλείο, ώστε να εμπλέξει τους μαθητές σε προβλήματα που έχουν

νόημα για τους ίδιους και των οποίων η διαπραγμάτευση απαιτεί χρήση εννοιών από τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες. Ο σκοπός είναι να παρέχουμε στους μαθητές ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον, χωρίς τον φόβο της αποτυχίας, ώστε να αποκτήσουν αυτοπεποίθηση, κοινωνικές δεξιότητες και ενδιαφέρον για τη STEM εκπαίδευση, προκειμένου να μειωθεί η σχολική αποτυχία και η ΠΕΣ. Στις εφαρμογές που υλοποιούμε στο 6ο Ε.Κ. Πειραιά χρησιμοποιούμε ποικίλα ρομποτικά πακέτα, όπως είναι το LEGO MINDSTORMS Education EV3, το Arduino και το Edison.

2.2 Μεθοδολογία έρευνας

Για την απάντηση του ερευνητικού ερωτήματος του προγράμματος «εάν η χρήση της ρομποτικής σε STEM δραστηριότητες μείωσε την ΠΕΣ» αναπτύχθηκαν ερευνητικά εργαλεία από το University of Latvia που αφορούν τόσο στους μαθητές όσο και στους εκπαιδευτικούς.

Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες μαθητές συμπληρώνουν ερωτηματολόγιο πριν και μετά τις δραστηριότητες χρησιμοποιώντας πενταβάθμια κλίμακα Likert. Οι ερωτήσεις στο δεύτερο ερωτηματολόγιο αν και παρόμοιες με αυτές του πρώτου διατυπώνονται με διαφορετικό τρόπο και στοχεύουν να εκμαιεύσουν απαντήσεις σχετικές με το αν οι ρομποτικές δραστηριότητες βελτιώνουν τις μαθησιακές τους ικανότητες και σε ποια πεδία.

Όσον αφορά στους εκπαιδευτικούς καλούνται να συμπληρώσουν τέσσερα διαφορετικά ερευνητικά εργαλεία. Πρώτον, ερωτηματολόγιο που ανιχνεύει το προφίλ των μαθητών σχετικά με τις σχολικές επιδόσεις τους, τις απουσίες τους, τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στη μάθηση καθώς και τις ειδικές ανάγκες που ενδέχεται να έχουν. Δεύτερον, ερωτηματολόγιο που συμπληρώνεται πριν και μετά τις δραστηριότητες, με στόχο τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με τη συμπεριφορά των μαθητών στη μάθηση, την ικανότητά τους στην επίλυση προβλημάτων, την ύπαρξη κινήτρων στη μάθηση και τα παρατηρούμενα προβλήματα, με χρήση πενταβάθμιας κλίμακας Likert από 1 (ποτέ) έως 5 (πάντα) για τη συχνότητα εμφάνισης της συμπεριφοράς. Τρίτον, ερωτηματολόγιο στο τέλος κάθε δραστηριότητας από τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν τις ρομποτικές δραστηριότητες με χρήση πενταβάθμιας κλίμακας Likert από 0 (η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν μπορεί να παρατηρηθεί) έως 4 (κάνει περισσότερα από ότι αναμενόταν) για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς στη μάθηση, τα κίνητρα και τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων. Τα στατιστικά αποτελέσματα που παρουσιάζουμε παρακάτω προέρχονται από αυτό το ερωτηματολόγιο και αφορούν στους μαθητές του 6ου Ε.Κ. Πειραιά που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Τέλος, ερωτηματολόγιο ανοικτού τύπου, από τους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν τις δραστηριότητες, στο τέλος του κάθε διδακτικού έτους, στο οποίο εκφράζουν ελεύθερα τις σκέψεις τους για την όλη διαδικασία, τις ρομποτικές δραστηριότητες και την εφαρμογή τους, τα δυνατά αλλά και τα αδύναμα στοιχεία στο σχεδιασμό και την υλοποίηση [16].

Το 6ο Ε.Κ. Πειραιά συμμετείχε στη φάση εφαρμογής του πρώτου έτους του προγράμματος RoboESL με τρεις εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Η περίοδος εφαρμογής ήταν 6 εβδομάδες (από 1/3/2016 έως 15/4/2016). Δέκα εκπαιδευτικοί από τρεις εκπαιδευτικούς τομείς του σχολείου χωρίς ή με ελάχιστη εμπειρία στη ρομποτική εκπαιδεύτηκαν στην Αθήνα (24-28/02/2016) ώστε να υλοποιήσουν το πρόγραμμα. Η μεθοδολογία επιλογής μαθητών στηρίχτηκε στον καθορισμό κριτηρίων, στην εκδήλωση ενδιαφέροντος και τέλος στην επιλογή τριάντα δύο εθελοντών μαθητών της Β΄ τάξης (2015-16) από τους τομείς της Πληροφορικής, της Μηχανολογίας και της Ηλεκτρολογίας (Πίνακας 1). Ο μέσος όρος βαθμολογίας τους ποικίλει

από 9,5 έως 16. Επιπρόσθετα, οι περισσότεροι μαθητές είχαν μεγάλο αριθμό αδικαιολόγητων ωριαίων απουσιών (21-87) σε μια περίοδο πέντε μηνών.

Πίνακας 1. Μαθητές και Εκπαιδευτικοί του 6^{ου} ΕΚ Α΄ Πειραιά στο RoboEsl.

Τομείς	Μαθητές	Εκπαιδευτικοί
Ηλεκτρολογικός	11	3
Μηχανολογικός	9	3
Πληροφορικής	12	4

3. Εκπαιδευτικές δραστηριότητες στο RoboESL

3.1 Μαθησιακή διαδικασία με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής

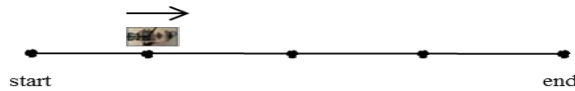
Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν, να προγραμματίσουν, να ελέγξουν και να πειραματιστούν με τη δική τους κατασκευή. Μέσα από αυτήν τη διαδικασία οι μαθητές μπορούν να καθοδηγήσουν και να ελέγξουν μια φυσική οντότητα μέσα από ένα εύχρηστο προγραμματιστικό περιβάλλον και καθίστανται ικανοί να δομήσουν τα δικά τους νοήματα παρατηρώντας την ουδέτερη ανταπόκριση του ρομπότ [15]. Τα ρομποτικά πακέτα Lego Mindstorms αξιοποιούν μια “black and white box” τεχνολογία που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να υλοποιούν και να επεκτείνουν τις ιδέες τους, με τη χρήση έτοιμων δομικών στοιχείων [17]. Μία από τις πλευρές της μαθησιακής διαδικασίας που αναγνωρίζεται ως σημαντική είναι η μάθηση μέσα από την κατασκευή (constructionism) που μπορεί να οριστεί ως η διαδικασία του «μαθαίνω φτιάχνοντας» (learning by making) [18]. Μέσα από αυτήν την οπτική η διαδικασία και το περιεχόμενο της μάθησης ενοποιούνται, αφού οι έννοιες ενσωματώνονται στο τεχνολογικό εργαλείο. Έτσι, καθίσταται εφικτό να αφυπνιστεί το ενδιαφέρον των μαθητών με σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα [19].

3.2 Δραστηριότητες

Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του πρώτου έτους του προγράμματος, στηρίζονται στην εκπαιδευτική πλατφόρμα του Lego MINDSTORMS EV3. Κάθε δραστηριότητα είναι σχεδιασμένη με γνώμονα δύο βασικούς πυλώνες: (α) δεν απαιτείται πρότερη γνώση στη ρομποτική και (β) οι δραστηριότητες έχουν πρακτικό χαρακτήρα. Οι μαθητές επιλύουν απλά προβλήματα STEM εκπαίδευσης. Με τη χρήση της ρομποτικής μειώνονται τα γνωστικά εμπόδια που συνήθως έχουν από την έλλειψη βασικών γνώσεων στα μαθηματικά και τη φυσική. Οι δραστηριότητες που παρουσιάζουμε σχεδιάστηκαν από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής του University of Padova.

3.2.1 Robo Rail

Η πρώτη δραστηριότητα εισάγει τους μαθητές στις βασικές εντολές του EV3 και κάποιες γνωστικές έννοιες όπως είναι ο χρόνος, η ταχύτητα, η αναλογία κ.α. Η δραστηριότητα απεικονίζει μια μονοδιάστατη κίνηση που προσομοιάζει με τη γραμμή τρένου που περνά από ενδιάμεσους σταθμούς μέσα σε ένα πάρκο αναψυχής (Εικόνα 1). Η απόσταση μεταξύ δύο συνεχόμενων σταθμών είναι σταθερή. Το ρομπότ κινείται πάνω σε μια γραμμή με σταθερή ταχύτητα ανάμεσα σε δύο σταθμούς και σταματά, για μικρό χρονικό διάστημα, σε κάθε έναν από αυτούς. Στο τέλος της διαδρομής, κάνει αναστροφή και επιστρέφει στην αρχική του θέση.

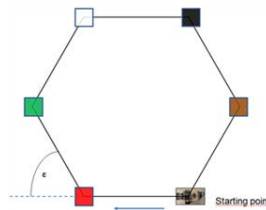


Εικόνα 1. Δραστηριότητα Robo-rail.

Με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας οι μαθητές είναι σε θέση να κατασκευάσουν ένα ρομπότ, να προγραμματίσουν τις βασικές κινήσεις του, καθώς και να χρησιμοποιήσουν αισθητήρες χρώματος και ήχου.

3.2.2 Desert Scout

Στη δεύτερη δραστηριότητα ένα ρομπότ επισκέπτεται διαφορετικούς σταθμούς στις κορυφές ενός τετραγώνου αρχικά και στις κορυφές ενός εξαγώνου στη συνέχεια. Κάθε σταθμός είναι διαφορετικού χρώματος και το ρομπότ λαμβάνει μετρήσεις από την αντανάκλαση του χρώματος (μέσω του αισθητήρα χρώματος) τις οποίες αναφέρει στον σταθμό εκκίνησης (Εικόνα 2).

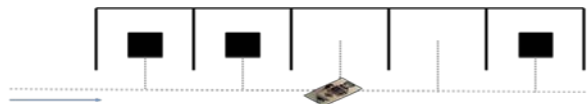


Εικόνα 2. Δραστηριότητα Desert Scout.

Με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας οι μαθητές είναι σε θέση να προγραμματίσουν ένα ρομπότ που κινείται στον χώρο και να χρησιμοποιούν τους αισθητήρες χρώματος για να πειραματίζονται με την ανάκλαση του φωτός.

3.2.3 Go to Park

Η τρίτη δραστηριότητα προσομοιάζει μια διαδικασία παρκαρίσματος όπου απαιτείται μια βέλτιστη συνθήκη. Συγκεκριμένα, το ρομπότ πρέπει να διασχίσει όλες τις θέσεις parking, να σταματά και να στρίβει σε κάθε μία από αυτές κατά 90° , να καταγράφει (χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα υπερήχων) τις κενές, και φτάνοντας στο τέλος της διαδρομής να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που έχει συλλέξει με σκοπό να επιστρέψει με όπισθεν κίνηση και να παρκάρει στην πρώτη διαθέσιμη κενή θέση, παράγοντας έναν ήχο (Εικόνα 3).



Εικόνα 3. Δραστηριότητα Go to Park.

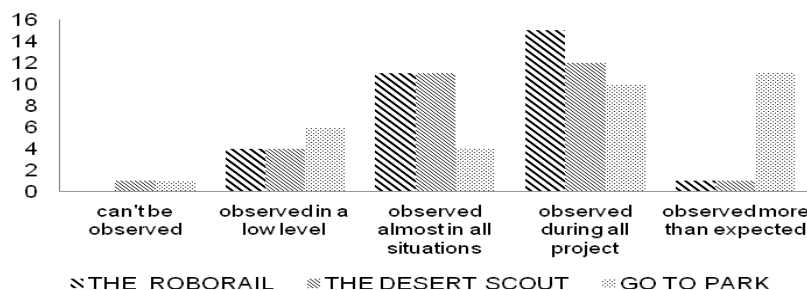
Με την ολοκλήρωση της δραστηριότητας οι μαθητές είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τους αισθητήρες υπερήχων και υπερύθρων και να προγραμματίζουν ακριβείς κινήσεις περιστροφής.

4. Αποτελέσματα στο RoboESL

Καθώς το πρόγραμμα βρίσκεται σε εξέλιξη δεν έχουμε τελικά συμπεράσματα. Ωστόσο, για τον πρώτο χρόνο εφαρμογής συλλέχτηκαν δεδομένα από όλα τα σχολεία που συμμετέχουν, έγινε η στατιστική επεξεργασία τους και δημοσιοποιήθηκαν τα πρώτα αποτελέσματα [16]. Σε αυτή την εργασία, θα παρουσιάσουμε μερικά αποτελέσματα για τον πρώτο χρόνο από τους 32 μαθητές

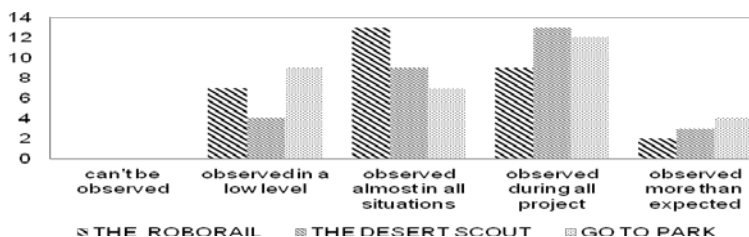
του 6^{ου} Ε.Κ. Πειραιά που συμμετείχαν στο πρόγραμμα και συγκεκριμένα αυτά που συλλέχθηκαν μέσω δομημένου ερωτηματολογίου με χρήση πενταβάθμιας κλίμακας Likert από το 0 (η συγκεκριμένη συμπεριφορά δεν μπορεί να παρατηρηθεί) στο 4 (κάνει περισσότερα από ό,τι αναμενόταν). Η μέθοδος αυτή παρέχει ένα εργαλείο ανίχνευσης της προόδου κάθε μαθητή σε συγκεκριμένες περιοχές, όπως η ικανότητα συνεργασίας σε μικρές ομάδες, η αντιμετώπιση προβλημάτων και δυσκολιών κατά τη μαθησιακή διαδικασία κ.α.

Στα παρακάτω γραφήματα, που προήλθαν από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στο παραπάνω ερωτηματολόγιο, παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν συγκεκριμένα σε τρία κριτήρια από αυτά που ερευνήθηκαν : συμμετοχή σε ομάδες, επίλυση προβλημάτων και προσαρμογή σε κανόνες συμπεριφοράς. Στον κατακόρυφο άξονα των γραφημάτων απεικονίζεται η συχνότητα εμφάνισης της συμπεριφοράς ενώ στον οριζόντιο η αντίστοιχη συμπεριφορά στις τρεις ρομποτικές δραστηριότητες. Έτσι, στην εικόνα 5 παρατηρούμε υψηλό επίπεδο συνεργασίας από τα μέλη των ομάδων και στις τρεις δραστηριότητες. Ειδικότερα, στη δραστηριότητα “Go To Park” οι μαθητές έδειξαν ακόμα μεγαλύτερη εμπλοκή και συνεργασία μέσα στην ομάδα. Αξίζει να αναφέρουμε ότι οι ομάδες σχηματίστηκαν τυχαία και σε κάποιες περιπτώσεις τα μέλη της ομάδας δεν είχαν συνεργαστεί ποτέ στο παρελθόν.



Εικόνα 5. Συμμετοχή σε ομάδες.

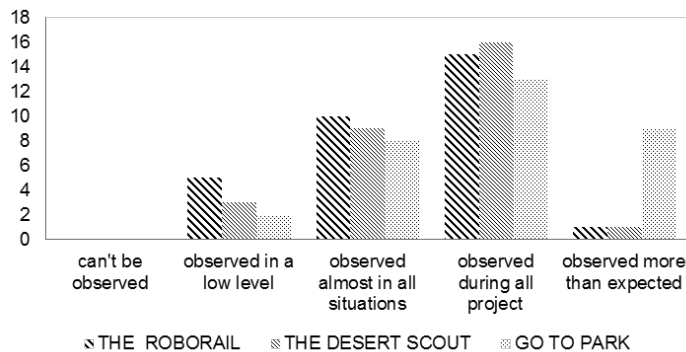
Σημαντική περιοχή διερεύνησης αποτελεί, επίσης, το ενδιαφέρον των μαθητών στην επίλυση προβλημάτων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι σε όλες τις δραστηριότητες υπήρξε αυξημένο ενδιαφέρον στην αντιμετώπιση και επίλυση προβλημάτων (εικόνα 6). Εκτιμάται ότι αυτό οφείλεται στον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων που ενθαρρύνουν τους μαθητές να επιλύσουν βασικά μαθηματικά προβλήματα βασισμένα σε πρακτικές εφαρμογές. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές έδειξαν βελτίωση στην αυτοεκτίμηση και αυτοπεποίθησή τους, γεγονός που τους ώθησε στην επένδυση χρόνου και προσπάθειας σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων.



Εικόνα 6. Επίλυση προβλημάτων.

Επιπρόσθετα, ερευνήθηκαν προβλήματα συμπεριφοράς θεωρώντας ότι μαθητές που αντιμετωπίζουν γνωστικές δυσκολίες στα μαθήματα ενδέχεται να αντιμετωπίζουν επίσης προβλήματα συμπεριφοράς στην παραδοσιακή τάξη. Στην εικόνα 7 παρατηρούμε τα

αποτελέσματα σχετικά με την προσαρμογή των μαθητών στους κανόνες της τάξης. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι μαθητές έδειξαν θετική συμπεριφορά και ακολουθούσαν τις οδηγίες και τους κανόνες του εκπαιδευτικού. Αυτό ενδέχεται να συνέβη διότι οι μαθητές ήταν ικανοί να ξεπεράσουν τις γνωστικές δυσκολίες τους και να ολοκληρώνουν με επιτυχία τις δραστηριότητες.



Εικόνα 7. Προσαρμογή σε κανόνες συμπεριφοράς. .

6. Συζήτηση

Η STEM εκπαίδευση με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής μέσα από μια κατασκευαστική θεώρηση για τη μάθηση συμβάλλει στην αλλαγή προσανατολισμού της μαθησιακής διαδικασίας σε σχέση με την παραδοσιακή τάξη. Έτσι, η μαθησιακή διαδικασία καθίσταται πιο ενδιαφέρουσα για τους μαθητές και με λιγότερες γνωστικές δυσκολίες. Μετά από έξι εβδομάδες εμπλοκής των μαθητών στο πρόγραμμα RoboESL μπορούμε να συμπεράνουμε ότι επέδειξαν ενθουσιασμό, υψηλή συμμετοχή, διάθεση συνεργασίας, θετική συμπεριφορά και δεξιότητες διαπραγμάτευσης των υπό επίλυση προβλημάτων. Επίσης, σημαντική κρίνεται η θετική ανατροφοδότηση από το πρόγραμμα σύμφωνα με τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών. Για τη συνέχεια του προγράμματος το ενδιαφέρον θα εστιαστεί στην κατασκευή νέων δραστηριοτήτων και σεναρίων, υπό το πρίσμα μιας κατασκευαστικής προσέγγισης, για την υλοποίησή τους την τρέχουσα περίοδο με στόχο την αυξημένη εμπλοκή των μαθητών και την αντιμετώπιση της σχολικής αποτυχίας και της ΠΕΣ. Εν κατακλείδι, ο πρώτος χρόνος του προγράμματος χαρακτηρίζεται θετικός και ελπίζουμε ότι και η δεύτερη χρονιά θα είναι εποικοδομητική.

Αναφορές

- [1] Kelley, T.R & Knowles, J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3 (11).
- [2] Redish, E. F., & Smith, K. A. (2008). Looking beyond content: Skill development for engineers. *Journal of Engineering Education Special Issue*, 97, 295–307.
- [3] Lewis, T. (2006). Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum? *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 255-281.
- [4] English, L. D., (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3 (3).
- [5] Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: National Academy Press.

- [6] Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*, 15 (1), 5-10.
- [7] International Technology Education Association (ITEA). (2000, 2002, 2007). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Reston, VA : Author.
- [8] Sanders, M. E. (2012). Integrative STEM education as best practice. In H. Middleton (Ed.), *Explorations of best practice in technology, design, and engineering education*, Vol.2, (pp. 102-117). Gold Coast, Australia : Griffith University.
- [9] Burke, B. N., Reed, P. A., & Wells, J. G. (2014). Integrating technology and engineering in a STEM context. In R.E. Yager, & H. Brunkhorst (Eds.), *Exemplary STEM Programs: Designs for Success* (pp.353-372). Arlington, VA: NSTA.
- [10] Eurostat. (2016). Early leavers from education and training. Retrieved from http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Early_leavers_from_education_and_training
- [11] NESSE. (2009). Early School Leaving: Lessons from Research for Policy Makers. Retrieved from <http://www.nesse.fr/nesse/activities/reports/activities/reports/ecec-report-pdf>
- [12] Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: Open Questions and New Challenges. *Themes in Science and Technology Education* 6, 63-71.
- [13] Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories Behind it and Practical Implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006-4014). Chesapeake, VA: AACE.
- [14] Erdogan, N., Corlu, M. S., & Capraro, R. M. (2013). Defining Innovation Literacy: Do Robotics Programs Help Students Develop Innovation Literacy Skills? *International Online Journal of Educational Sciences*, 5(1), 1-9.
- [15] Alimisis, D., & Kynigos, C. (2009). Constructionism and Robotics in Education. In : D. Alimisis (Ed.), *Teacher Education on Robotics-enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. Athens, Greece: School of Pedagogical and Tech. Education.
- [16] Daniela, L. (2016). Preliminary results of the project "Robotics-based learning interventions for preventing school failure and early school leaving". *ICERI2016 Proceedings*, (pp. 4336-4344).
- [17] Kynigos, C. (2008). Black-and-white-box perspectives to distributed control and constructionism in learning with robotics. In E. Menegatti (Ed.), *Proceedings of SIMPAR workshops 2008* (pp. 1-9).
- [18] Harel, I. and Papert, S. (Eds) (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ : Ablex Publishing Corporation.
- [19] Demo, G. B., Moro, M., Pina, A., & Arlegui, A. (2012). In and out of the school activities implementing IBSE and constructionist learning methodologies by means of robotics. In B. S. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett & V. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 66-92). Hershey PA: IGI Global.