ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 3, No 6 (2020)

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας

Αθανάσιος Γκάνιος, Αναστάσης Γρηγορίου, Νίκη Δούλου, Λευτέρης Ζαχαρόπουλος, Γιώργος Κατσιαρδής, Δήμητρα Μπιλίδα, Παναγιώτης Παπαδόπουλος, Γιώργος Ρούσος, Αναστάσιος Θεοδωρόπουλος, Γεώργιος Αγγελόπουλος

doi: 10.12681/osj.24301

Copyright © 2020, Αθανάσιος Γκάνιος, Αναστάσης Γρηγορίου, Νίκη Δούλου, Λευτέρης Ζαχαρόπουλος, Γιώργος Κατσιαρδής, Δήμητρα Μπιλίδα, Παναγιώτης Παπαδόπουλος, Γιώργος Ρούσος, Αναστάσιος Θεοδωρόπουλος, Γεώργιος Αγγελόπουλος

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Γκάνιος Α., Γρηγορίου Α., Δούλου Ν., Ζαχαρόπουλος Λ., Κατσιαρδής Γ., Μπιλίδα Δ., Παπαδόπουλος Π., Ρούσος Γ., Θεοδωρόπουλος Α., & Αγγελόπουλος Γ. (2020). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας. *Open Schools Journal for Open Science*, *3*(6). https://doi.org/10.12681/osj.24301

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 26/03/2026 17:46:21

Open Schools Journal
for Open Science

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας

Γκάνιος Αθανάσιος[1], Γρηγορίου Αναστάσης[2], Δούλου Νίκη[2], Ζαχαρόπουλος Λευτέρης[2], Κατσιαρδής Γιώργος[2], Μπιλίδα Δήμητρα[1], Παπαδόπουλος Παναγιώτης[1], Ρούσος Γιώργος[1], Θεοδωρόπουλος Αναστάσιος[3], Αγγελόπουλος Γεώργιος[4]

[1] Γενικό Ενιαίο Λύκειο Τεγέας, Τεγέα, Ελλάδα

[2]3ο Γενικό Ενιαίο Λύκειο Τρίπολης, Τρίπολη, Ελλάδα,

[3]Πληροφορικός, Γενικό Ενιαίο Λύκειο Τεγέας, Τεγέα, Ελλάδα

[4]Πληροφορικός, 3ο Γενικό Ενιαίο Λύκειο Τρίπολης, Τρίπολη, Ελλάδα

Περίληψη

Στο παρόν κείμενο εστιάζουμε στην καταγραφή και περιγραφή της εμπειρίας μας με την εκπαιδευτική ρομποτική, όπως αυτή αποκτήθηκε στα πλαίσια του 1ουRobotics Workshop που πραγματοποιήθηκε στην Τρίπολη από σχολεία της περιοχής, το Δεκέμβριο του 2017[1]. Μέσα από ένα ταξίδι διάρκειας 12 εβδομάδων, 15 μαθητές από δύο λύκεια της περιοχής της Τρίπολης, καταλήξαμε να παρουσιάσουμε σε 500 μαθητές, έργα ρομποτικής που δημιουργήσαμε επιστρατεύοντας φαντασία, δημιουργικότητα και ομαδική εργασία. Η θεματολογία μας

[1] *1ηRobotics Workshop,τοποθεσία Τρίπολη, διοργάνωση 3ηΓΕΛ Τρίπολης& ΓΕΛ Τεγέας, περισσότερα στον σύνδεσμο:* https://goo.gl/MA2RWs

περιλάμβανε τεχνουργήματα με αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino καθώς και των Lego Mindstorms και γενικά έργα εκπαιδευτικών χρήσεων και εφαρμογών. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήσαμε έργα αυτοματισμού, φωτισμού-ήχου, αισθητήρων-περιβάλλοντος, έξυπνα αντικείμενα, διατάξεις έγκαιρης ειδοποίησης, αυτόνομο όχημα, εφαρμογές ψυχαγωγίας και εφαρμογές IoT, αξιοποιώντας κυρίως γνώσεις Πληροφορικής αλλά και άλλων επιστημονικών πεδίων όπως η Φυσική.

Μέσα από το παρόν άρθρο θέλουμε να περιγράψουμε τη μοναδική αυτή εμπειρία που ζήσαμε και να επιχειρήσουμε να δώσουμε απάντηση στο πώς η ρομποτική και γενικά ο προγραμματισμός μέσω φυσικών πραγμάτων μπορούν να υποστηρίξουν τη μάθηση καλύτερα από παραδοσιακούς τρόπους. Η ενασχόλησή μας με τη ρομποτική, ενθάρρυνε την δημιουργικότητα μας, την επινοητικότητα και την πρωτοβουλία μας να λύσουμε τα όποια προβλήματα παρουσιάστηκαν.

Καταλήγοντας, η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση φαίνεται να έχει πολλαπλά οφέλη για τους μαθητές, καθώς συμβάλλει στην παραγωγή καινοτομίας και βοηθάει στην ανάπτυξη της αλγοριθμικής και κριτικής σκέψης των εμπλεκομένων, στην αλλαγή διαδικασίας μάθησης και της επικοινωνίας, όπως επίσης και στην διαμόρφωση στάσεων και επιλογών μελλοντικής επαγγελματικής σταδιοδρομίας.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Ρομποτική, Arduino, LegoMindstorms, PhysicalComputing, Συνεργατική Μάθηση, Δημιουργικότητα, Καινοτομία, Εκπαίδευση.

Εισαγωγή

Προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι η εμπλοκή των μαθητών με την Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) από μικρές ηλικίες μπορεί να αυξήσει τα κίνητρα τους για ενασχόληση με τις επιστήμες STEM (Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά), καθώς και να καταστήσει ελκυστικότερη την Εκπαίδευση της Πληροφορικής (Computer Science Education) [1-2]. Επιπλέον, τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί έμφαση στη διερεύνηση της δυναμικής που έχει σε σχέση με την παραδοσιακή μάθηση, η χρήση ρομποτικών περιβαλλόντων στην εκπαίδευση [3]. Έρευνες αναλύουν διεξοδικά τη σχεδίαση κατάλληλα διαμορφωμένων δραστηριοτήτων και διδακτικών παρεμβάσεων με αξιοποίηση της ρομποτικής από εκπαιδευτικούς [4-5].

Ωστόσο, η ρομποτική από μόνη της δεν αρκεί για να αλλάξει τον τρόπο σκέψης των μαθητών και να οδηγήσει σε υψηλά μαθησιακά αποτελέσματα [6]. Οι ρομποτικές πλατφόρμες θα πρέπει να υποστηρίζονται από ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο το οποίο θα τους προσδίδει την απαραίτητη προστιθέμενη αξία για να βελτιώσουν και να ενισχύσουν σημαντικά τη διδασκαλία και τη μάθηση [7-8]. Ερευνητές εστιάζουν στην ανάγκη διερεύνησης κατάλληλων εκπαιδευτικών μοντέλων και πρακτικών για δραστηριότητες ρομποτικής, με σκοπό τη διαμόρφωση ενός ελκυστικού και παραγωγικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τους μαθητές [8-9]. Όμως, γνωρίζουμε ελάχιστα α) για τις διαδικασίες συμμετοχής των παιδιών σε δραστηριότητες εκτός σχολικού ωραρίου με τη ΕΡ και β) για τους τρόπους ανάπτυξης της αλληλεπιδραστικής σχέσης μεταξύ μαθητών σε μια μικτή ομάδα από διαφορετικά σχολεία με διαφορετικές ηλικίες και δεξιότητες γύρω από την ΕΡ.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα ερευνητική μελέτη οργανώθηκε με στόχο την καταγραφή της αλληλεπιδραστικής σχέσης μεταξύ μικτής ομάδας παιδιών και την ενασχόλησή τους με Physical Computing υλικά και βασικές έννοιες προγραμματισμού, εκτός σχολείου. Ο όρος “Physical Computing” συμπεριλαμβάνει τη δημιουργία διαδραστικών φυσικών συστημάτων (όπως τα ρομπότ) με τη χρήση λογισμικού και υλικού που μπορούν να αντιληφθούν και να ανταποκριθούν στον αναλογικό κόσμο. Επιπλέον, η σύμβαση “εκτός σχολείου” είχε στόχο να μελετηθούν τα παραπάνω σε εξωσχολικές συνθήκες καθημερινής ζωής

μεταξύ παιδιών που σχετίζονται φιλικά και επιλέγουν την ενασχόλησή τους με το αντικείμενο της ΕΡ σε δικό τους χώρο και χρόνο.

Έτσι τα ερευνητικά ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η εργασία μας είναι τα εξής:

- ΕΕ1: Πώς μπορεί η εκπαιδευτική ρομποτική να υποστηρίξει την εκπαιδευτική διαδικασία σε επίπεδο μαθητών λυκείου;
- ΕΕ2: Πώς μπορεί να διδαχθεί ο προγραμματισμός σε παιδιά λυκείου, καλύτερα από παραδοσιακούς τρόπους με τρόπο που να είναι ταυτόχρονα προσιτός στους μαθητές αλλά και συνεπής επιστημονικά;
- ΕΕ3: Μπορεί η εκπαιδευτική ρομποτική να συνεισφέρει στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τους όρους STEM;

Το υπόλοιπο του παρόντος άρθρου αποτελείται από τα εξής μέρη: Στο επόμενο μέρος γίνεται επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας και παρουσιάζονται αποτελέσματα ερευνητικών εργασιών που επιχειρηματολογούν υπέρ της εισαγωγής της ΕΡ στο σχολείο. Επίσης παρουσιάζονται συνοπτικά οι διάφορες πλατφόρμες ρομποτικής που μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Μέσα από αυτήν την ανασκόπηση αναδεικνύονται θέματα που χρήζουν περεταίρω διερεύνηση και οδηγούν στα ερευνητικά μας ερωτήματα. Κατόπιν παρουσιάζεται αναλυτικά η εμπειρία μας με την εκπαιδευτική ρομποτική μέσα από 12 εβδομαδιαίες συναντήσεις με δύο καθηγητές πληροφορικής, που υλοποιήθηκαν εκτός σχολικού ωραρίου, ως μια εκπαιδευτική πρόταση για την ενίσχυση της ενεργητικής εμπλοκής, της αύξησης του ενδιαφέροντος και των επιδόσεων μας στην Πληροφορική αλλά και γενικότερα γύρω από τον όρο STEM. Τέλος η εργασία μας καταλήγει συζητώντας γύρω από τα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε παραπάνω, προτείνοντας τρόπους ένταξης της ΕΡ στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Βιβλιογραφική επισκόπηση

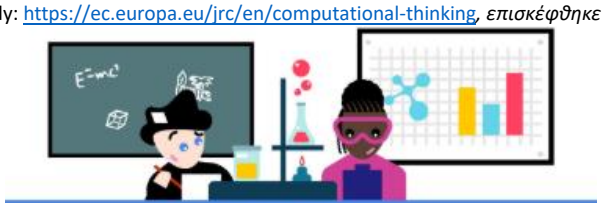
Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή[2], η ψηφιακή επάρκεια είναι θεμελιώδης ικανότητα για τους πολίτες του 21ου αιώνα, κομμάτι της οποίας είναι η υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking) [10]**.** Η υπολογιστική σκέψη είναι η ικανότητα χρήσης εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών, δηλαδή της Πληροφορικής, για τη διατύπωση και την επίλυση προβλημάτων [11]. Η ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης προωθείται τα τελευταία χρόνια ως ικανότητα εξίσου σημαντική με την ανάγνωση, την γραφή και την αριθμητική[3]. Επιπλέον, το ζητούμενο δεν είναι απλά η επαφή των παιδιών με την τεχνολογία αλλά η ανάπτυξη ικανοτήτων ώστε να μπορούν να δημιουργούν και να εκφράζονται μέσα από αυτήν και η ΕΡ μπορεί να δώσει έκφραση σε τέτοιες ικανότητες υψηλού επιπέδου [12]. Άρα, η ρομποτική είναι απαραίτητο συστατικό στο εκπαιδευτικό σύστημα του 21ου αιώνα, το οποίο οφείλει να δημιουργήσει ένα περιβάλλον όπου τα παιδιά έρχονται αντιμέτωπα με καταστάσεις που ευνοούν την επίλυση προβλήματος, τη συνεργασία και την επικοινωνία, βασικά δηλαδή συστατικά της κριτικής σκέψης [13].

Στα πλαίσια της χρήσης των Τεχνολογιών Πληροφορικής Και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική διαδικασία, εμφανίστηκε η ΕΡ κυρίως μέσα από το παιδαγωγικό ρεύμα της Logo [14], ενός βασικού εργαλείου για την εφαρμογή της κατασκευαστικής θεωρίας που αναπτύχθηκε από τον Papert και την ομάδα του στα τέλη της δεκαετίας του ‘60 στο Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης [15].

Η ΕΡ είναι ένα μοναδικό μαθησιακό εργαλείο που μπορεί να προσφέρει διασκεδαστικές, βιωματικές δραστηριότητες σε ένα ενδιαφέρον μαθησιακό περιβάλλον, τροφοδοτώντας τους μαθητές με ενδιαφέρον και περιέργεια [16]. Οι δραστηριότητες με την ΕΡ έχουν θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και των μεταγνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών καθώς και στην εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού [17-19]. Άλλες μελέτες υποστηρίζουν ότι η ΕΡ είναι ένας ευχάριστος τρόπος

[2] Learning and Skills for the Digital Era: https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/learning-and-skills, *επισκέφθηκε διαδικτυακά στις 28 Ιουνίου 2018.*

[3] The Computational Thinking Study: https://ec.europa.eu/jrc/en/computational-thinking, *επισκέφθηκε διαδικτυακά στις 28 Ιουνίου 2018.*



μάθησης, ο οποίος δημιουργεί κίνητρο για εμπλοκή και προωθεί τη συνεργασία, την αυτοπεποίθηση και τη δημιουργικότητα των μαθητών [20-21]. Επιπλέον, ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι δραστηριότητες ρομποτικής συμβάλλουν στην αύξηση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των μαθητών γύρω από τις επιστήμες STEM, και τους παροτρύνουν να ακολουθήσουν μια καριέρα σε έναν από αυτούς τους τομείς [22-23].

Μολονότι οι περισσότερες έρευνες αφορούν στη δευτεροβάθμια ή την τριτοβάθμια εκπαίδευση, τα τελευταία χρόνια, η επισκόπηση της βιβλιογραφίας και η έρευνα προτείνουν καλές πρακτικές και παραδείγματα που αφορούν τόσο στο νηπιαγωγείο όσο και στο δημοτικό [20, 21, 24]. Η προσπάθεια ένταξης της ΕΡ από μικρές ηλικίες δείχνει τη δυναμική που σχηματίζεται γύρω από το συγκεκριμένο θέμα.

Ένα ακόμα στοιχείο που δείχνει τη δυναμική της ΕΡ είναι οι διαγωνισμοί που υπάρχουν σχετικά με αυτήν. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι λόγοι για τους οποίους έχει αυξηθεί η χρήση της ΕΡ, στα σχολεία τουλάχιστον της Αμερικής, πιθανόν να σχετίζονται με τους ολοένα και αυξανόμενους διαγωνισμούς και δράσεις Ρομποτικής τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό επίπεδο [25]. Τέτοιοι εθνικοί αλλά και διεθνείς διαγωνισμοί είναι: World Robot Olympiad (WRO), FIRST Robotics Competition (FRC), Boosting Engineering, Science, and Technology (BEST), VEX Robotics (VEX), και ο First LEGO League (FLL).

Είναι γεγονός όμως, ότι εάν δεν πειστούν οι δάσκαλοι για τα οφέλη της Ρομποτικής, δεν θα μπορέσει αυτή να ενταχθεί στις τάξεις [26] με ό,τι αυτό συνεπάγεται για τα πιθανά οφέλη στην ανάπτυξη των παιδιών. Προς αυτήν την κατεύθυνση η παρούσα εργασία έχει στόχο να αναδείξει τα οφέλη της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία. Προκειμένου η ΕΡ να ενσωματωθεί μέσα στο σχολείο πρέπει να καταλάβουμε τα πιθανά οφέλη καθώς και τις κατάλληλες παιδαγωγικές μεθόδους ενσωμάτωσης της στην εκπαιδευτική πρακτική.

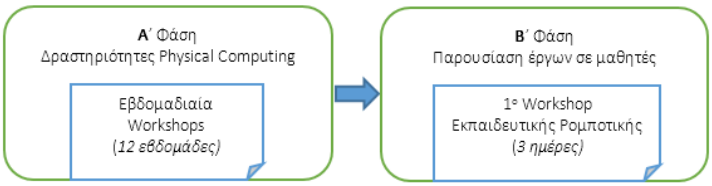
Μεθοδολογία

Η αρχή της ενασχόλησης των δύο σχολείων μας (ΓΕΛ Τεγέας και 3ο ΓΕΛ Τρίπολης) με την ΕΡ ξεκίνησε στα σχολικά πλαίσια και συγκεκριμένα στο μάθημα της ερευνητικής εργασίας (Project). Μέσα από το σχολικό περιβάλλον

δημιουργήθηκε η ανάγκη τόσο στους μαθητές όσο και στους καθηγητές για την επιπλέον ενασχόληση με τη ρομποτική.

Έτσι προέκυψε μια μικτή εθελοντική ομάδα ρομποτικής, αποτελούμενη από 15 μαθητές (12 αγόρια και 2 κορίτσια) από τα δύο σχολεία. Μέσος όρος ηλικίας των μαθητών ήταν 15,5 ετών καθώς κάποιοι φοιτούσαν στην Α' και κάποιοι στην Β' τάξη του Λυκείου. Με την καθοδήγηση των δύο καθηγητών Πληροφορικής πραγματοποιούσαμε μια συνάντηση κάθε εβδομάδα από το Σεπτέμβρη το 2017 μέχρι και το Δεκέμβρη του ίδιου έτους, εκτός σχολικού ωραρίου, σε σχολικό χώρο όμως λόγω εξοπλισμού και ευκολίας. Οι συναντήσεις ήταν αρχικά προγραμματισμένες να διαρκούνε περίπου 2 ώρες και ο αρχικός στόχος ήταν απλά να εντρυφήσουμε λίγο παραπάνω στον μαγικό κόσμο της ρομποτικής. Όμως κάθε φορά ο χρόνος όλο και μεγάλωνε και ο στόχος άλλαζε. Έτσι συνολικά βρεθήκαμε 12 εβδομάδες, μέσα από πολύωρες συναντήσεις και δημιουργήσαμε 13 μεγάλα έργα ρομποτικής, τα οποία και παρουσιάσαμε άλλους μαθητές.

Στη συνέχεια λίγο πριν τις διακοπές των Χριστουγέννων του σχολικού έτους 2017-2018 οργανώσαμε το 1ο Educational Robotics Workshop, στο 3ο ΓΕΛ Τρίπολης που διήρκησε 3 ημέρες, και μέσα από αυτό α) παρουσιάσαμε την εμπειρία μας με την ΕΡ και τι μάθαμε μέσα από την ενασχόλησή μας με αυτήν, β) επιδείξαμε απλά κυκλώματα με χρήση αισθητήρων και απλού προγραμματισμού με τη συμμετοχή των μαθητών που παρακολουθούσαν και γ) παρουσιάσαμε τα 13 σύνθετα έργα που είχαμε δημιουργήσει. Συνολικά παρακολούθησαν το 1ο Educational Robotics Workshop 492 μαθητές από τα δύο σχολεία μας καθώς και μαθητές της Γ' τάξης του Γυμνασίου από γειτονικό σχολείο. Στην Εικόνα παρουσιάζονται οι φάσεις της παρούσας μελέτης.



Εικόνα 1. Η ενασχόλησή μας με την ΕΡ χρονικά σε δύο φάσεις.

Οι ρομποτικές πλατφόρμες στις οποίες επιλέξαμε να αξιοποιήσουμε ήταν τα Arduino και τα Lego Mindstorms. Οι λόγοι που επιλέξαμε αυτές τις πλατφόρμες ήταν η προηγούμενη εμπειρία μας

με αυτές (από την ερευνητική εργασία) καθώς και το ότι το βασικό μέρος του εξοπλισμού προϋπήρχε στα δύο σχολεία. Επίσης, και οι δύο είναι αρκετά δημοφιλείς και υποστηρίζονται από τεράστιες διαδικτυακές κοινότητες πίσω τους.

Ανάλυση (των 13 έργων - ρομποτικών κατασκευών)

Η λογική των σύνθετων έργων που κατασκευάσαμε ήταν να ενσωματώσουμε τεχνολογικές συσκευές στην καθημερινότητα ενός σχολείου με σκοπό να την βελτιώσουμε κάνοντάς την απλούστερη. Τα ακόλουθα έργα που υλοποιήσαμε μπορούν και αποτελούν πρόταση ενσωμάτωσης της ρομποτικών κατασκευών στο σχολείο, με εμφανή γιορτινά χαρακτηριστικά αφού η παρουσίασή τους έγινε λίγες μέρες πριν τις διακοπές Χριστουγέννων. Παρακάτω αναλύονται αυτά τα έργα με μια σύντομη περιγραφή για το καθένα, τα υλικά που αξιοποιήσαμε και μια σύντομη ανάλυση για τον προγραμματισμό τους.

Έργο 1: Το έξυπνο σπίτι

Περιγραφή: Δημιουργήσαμε ένα έξυπνο σπίτι (Εικόνα), με αυτόματο εσωτερικό και εξωτερικό φωτισμό, με ανιχνευτή κίνησης για τους εξωτερικούς χώρους και me μηχανισμό αυτόματου ανοίγματος πόρτας εισόδου και παραθύρων.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε ένα σπιτάκι LEGO (χορηγία μικρού μας φίλου) στο οποίο προσαρμόσαμε μικροελεγκτή Arduino Uno R3, relay 220V και λάμπες Led 220V, IR sensor και τηλεκοντρόλ, DC Motor 12V (Stepper Motor γιατί θέλαμε ακρίβεια στο άνοιγμα της πόρτας) και το τροφοδοτικό του και καλώδια σύνδεσης.

Εικόνα 2. Το έξυπνο σπίτι.

Κώδικας: Ο κώδικας (Εικόνα) σε αυτό το έργο ήταν αρκετά σύνθετος γιατί χρησιμοποιήθηκαν αρκετές είσοδοι. Ακολουθεί ένα μικρό δείγμα:

```
void Move_motor_Close(){
  if (status_Door==1){

    Direction=false;
    status_Door=0;


  while(steps_left>0){
    //Serial.print(steps_left);
    currentMillis = micros();
    if(currentMillis-last_time>=1000){
    stepper(1);
    time=time+micros()-last_time;
    last_time=micros();
    steps_left--;
    }
```

```
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  butt_Open_state = digitalRead(butt_Open);
  butt_Close_state=digitalRead(butt_Close);

  Serial.println(butt_Open_state);
  Serial.println(butt_Close_state);
  if (butt_Open_state==1){
    Move_motor_Open();
  }
  if (butt_Close_state==1){
    Move_motor_Close();
  }
  if(irrecv.decode(&results)){
//    digitalWrite(beep,HIGH);
    Serial.println(results.value,HEX);
    Serial.println(results.value);
    Serial.println("hello");
    irrecv.resume();
    if (results.value==0x9716BE3F || results.value==0xFF30CF || results.value==0xE387B0EC){
        if (status_led01==0){
          digitalWrite(led1,HIGH);
          status_led01=1;
        }
        else if (status_led01==1){
          digitalWrite(led1,LOW);
          status_led01=0;
        }
      delay(50);
```

Εικόνα 3. Ο κώδικας από το έργο "Το έξυπνο σπίτι".

Έργο 2: Αυτόματος πωλητής φυσικών χυμών

Περιγραφή: Δημιουργήσαμε έναν αυτόματο πωλητή φυσικών χυμών με δυνατότητα παροχής τριών διαφορετικών χυμών κατόπιν επιλογής του χρήστη του.

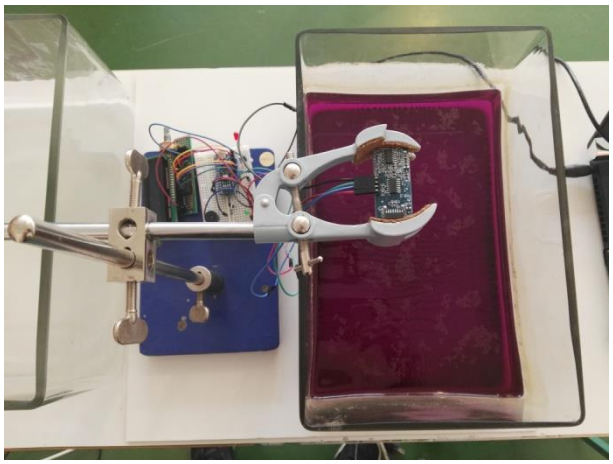
Εικόνα 4. Αυτόματος πωλητής χυμών (Vending machine).

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε μια παλιά καφετιέρα στην οποία προσαρμόσαμε μικροελεγκτή Arduino Nano, τρεις διαφορετικές αντλίες υγρών 6V σε συνδυασμό με τα ηλεκτρονικά στοιχεία ώστε να δουλέψουν με ασφάλεια με το τροφοδοτικό τους (Transistor και πυκνωτές), σωληνάκια για παροχή υγρών, κουμπιά για την επιλογή του προγράμματος παροχής από το χρήστη και εκκίνησης γεμίσματος του τοποθετημένου ποτηριού (start/stop) και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά απλός σε σχέση με την κατασκευή.

Έργο 3: Έλεγχος στάθμης δεξαμενής πετρελαίου

Περιγραφή: Η ανάγκη για ειδοποίηση της στάθμης της δεξαμενής πετρελαίου στο σχολείο μας, η οποία βρίσκεται σε ξεχωριστό χώρο και είναι δύσκολα προσεγγίσιμη, μας ώθησε στη δημιουργία αυτού του έργου. Έτσι λοιπόν δημιουργήσαμε μια κατασκευή (Εικόνα) η οποία θα μας ειδοποιεί ηχητικά ή με αποστολή μηνύματος SMS όταν η στάθμη του πετρελαίου στη δεξαμενή βρεθεί εκτός των προκαθορισμένων ορίων ασφάλειας που θέτουμε, με σκοπό την αποφυγή υπερχείλισης κατά το γέμισμά της ή υπερχείλισης κατά τη λειτουργία του καυστήρα.



Εικόνα 5. Έλεγχος στάθμης υγρών.

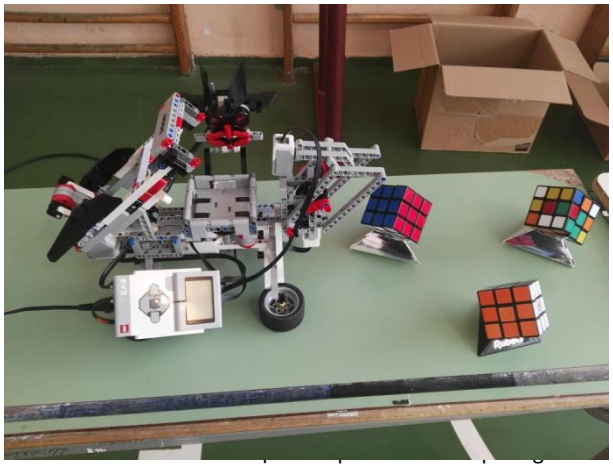
Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε μια γυάλινη δεξαμενή για τοποθέτηση υγρού προσομοίωσης, ένα μικροελεγκτή Arduino Nano, LCD οθόνη και ροοστάτη της, ένα πιεζοηλεκτρικό ηχείο, έναν αισθητήρα υπέρυθρων τοποθετημένο σε σταθερό βραχίονα για μέτρηση της απόστασης της στάθμης του υγρού, ένα GSM Shield για αποστολή μηνύματος SMS και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν σχετικά απλός.

Έργο 4: Ρομποτική κατασκευή για την επίλυση του κύβου Rubik

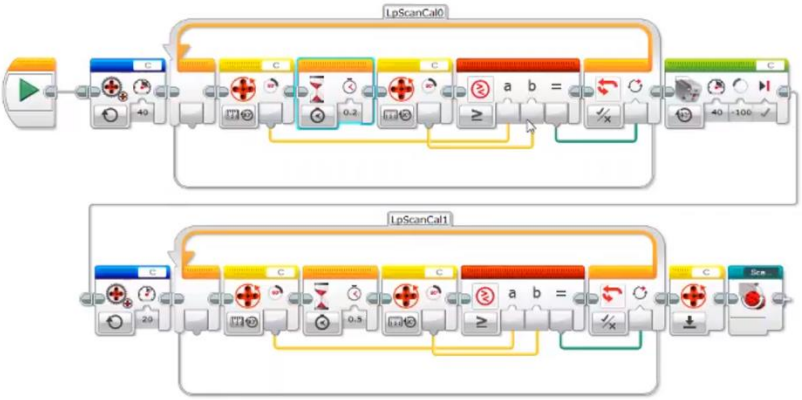
Περιγραφή: Το έργο αυτό ήταν μια υλοποίηση του γνωστού προβλήματος επίλυσης του κύβου Rubik 3x3x3. Η κατασκευή ήταν αρκετά πολύπλοκη και χρονοβόρα, με έμφαση στη λεπτομέρεια σύνδεσης των επιμέρους τμημάτων που χρησιμοποιήθηκαν και κατέληξε σε ένα εντυπωσιακό αποτέλεσμα.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε ένα μικροελεγκτή της LEGO EV3, αισθητήρες χρώματος, δύο μικρά μοτέρ, ένα μεγάλο μοτέρ, αισθητήρα υπέρυθρων καλώδια σύνδεσης και πολλά κομμάτια-τουβλάκια LEGO τα οποία συνδέθηκαν μεταξύ τους ώστε να ολοκληρωθεί η κατασκευή.



Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά περίπλοκος και γι' αυτό το λόγω αξιοποιήσαμε αρχές του δομημένου προγραμματισμού. Δημιουργήσαμε αρκετά υποπρογράμματα τα οποία αντιμετώπιζαν απλούστερα προβλήματα και συνθέτοντάς τα δημιουργούσαμε ένα μεγάλο πρόγραμμα που έλυνε τον κύβο. Το περιβάλλον προγραμματισμού της LEGO ανήκει στον οπτικό προγραμματισμό (

Εικόνα).



Εικόνα 7. Κομμάτι προγράμματος σε περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού της Lego.

Έργο 5: Αυτόματο κέρασμα

Περιγραφή: Το έργο αυτό (Εικόνα) ήταν μια Χριστουγεννιάτική υλοποίηση για κέρασμα καραμέλας στους επισκέπτες του 1ου Educational Robotics Workshop.

Εικόνα 8. Αυτόματο κέρασμα με Lego.

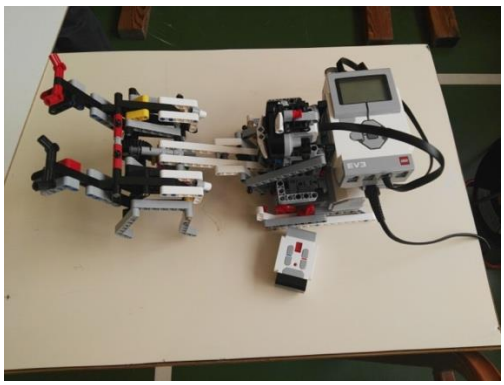
Υλικά: Μικροελεγκτής της LEGO EV3, αισθητήρας υπέρυθρων, ένα μεγάλο μοτέρ, ένα μικρό μοτέρ, καλώδια σύνδεσης και διάφορα κομμάτια-τουβλάκια LEGO τα οποία συνδέθηκαν μεταξύ τους ώστε να ολοκληρωθεί η κατασκευή.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν στο περιβάλλον προγραμματισμού της LEGO.

Έργο 6: Ελέγχουμε το έλκηθρο

Περιγραφή: Το έργο αυτό (Εικόνα) ήταν άλλη μια Χριστουγεννιάτικη κατασκευή. Το ρομπότ σε αυτήν την περίπτωση προσομοίωνε τη μεταφορά ενός ελκήθρου από ταράνδους και η υπήρχε η δυνατότητα τηλεχειρισμού εκτελώντας προγραμματισμένες κινήσεις επίδειξης και παίζοντας ταυτόχρονα χριστουγεννιάτικες μελωδίες.

Υλικά: Μικροελεγκτής της LEGO EV3, δύο μεγάλα μοτέρ, ένα μικρό μοτέρ, αισθητήρας υπέρυθρων, χειριστήριο LEGO, καλώδια σύνδεσης και διάφορα κομμάτια LEGO τα οποία συνδέθηκαν μεταξύ τους ώστε να ολοκληρωθεί η κατασκευή.

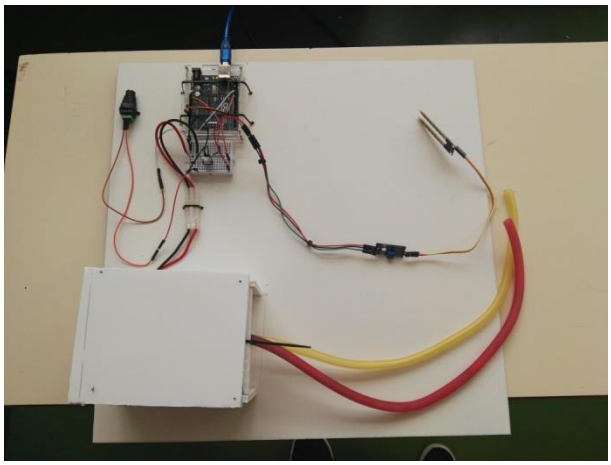


Εικόνα 9. Τηλεχειριζόμενο έλκηθρο.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν στο περιβάλλον προγραμματισμού της LEGO.

Έργο 7: Αυτόματο πότισμα φυτών

Περιγραφή: Τους καλοκαιρινούς μήνες όπου το σχολείο δεν λειτουργεί καθημερινά παρουσιάζεται το πρόβλημα ποτίσματος σε φυτά στον περιβάλλοντα χώρο. Η ανάγκη αυτή μας ώθησε στο να δημιουργήσουμε αυτό το έργο (Εικόνα) ώστε να ανιχνεύεται η υγρασία του χώματος των φυτών και αυτόματα να ενεργοποιείται το πότισμά τους αν αυτό κρίνεται απαραίτητο.



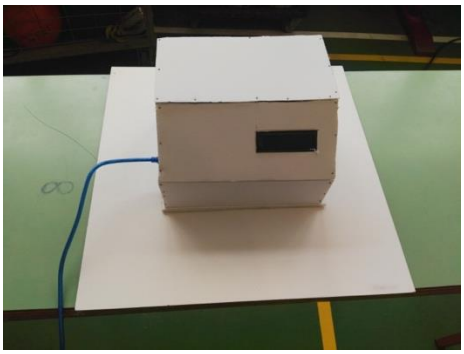
Εικόνα 10. Κατασκευή αυτόματου ποτίσματος.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε έναν μικροελεγκτή Arduino Uno R3, αντλία υγρών 6V σε συνδυασμό με τα ηλεκτρονικά στοιχεία ώστε να δουλέψει με ασφάλεια με το τροφοδοτικό της (Transistor και πυκνωτή), σωληνάκια για παροχή υγρών, αισθητήρα υγρασίας και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά απλός.

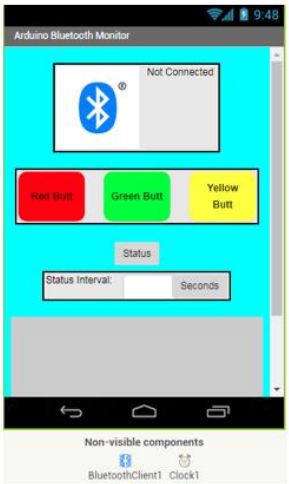
Έργο 8: Ψηφιακό κουδούνι σχολείου

Περιγραφή: Θέλοντας να δώσουμε "χρώμα" στο κουδούνι του διαλλείματος υλοποιήσαμε αυτό το έργο (Εικόνα) που έχει τη δυνατότητα παραγωγής διαφορετικών μελωδιών, αντιστοιχίζοντας τη κάθε μελωδία σε διαφορετικό λόγο/συμβάν και ενεργοποιείται απομακρυσμένα με χρήση κινητού, έχοντας γίνει πρώτα επιτυχής σύζευξη μέσω Bluetooth.



Εικόνα 11. Ψηφιακό κουδούνι.

Υλικά: Μικροελεγκτής Arduino Uno R3, δέκτης Bluetooth (HC-06), LCD οθόνη με τον ροοστάτη της, πιεζοηλεκτρικό ηχείο, αντιστάσεις και καλώδια σύνδεσης.




```
int melody[] = {  C,  b,  g,  C,  b,   e,  R,  C,  c,  g, a, C };
int beats[]  = { 16, 16, 16,  8,  8,  16, 32, 16, 16, 16, 8, 8 };

int melody2[] = {  C,  C,  b,  C,  b,   c,  g,  C,  C,  b,  C,  b, c,    g,
int beats2[]  = { 16, 16, 16,  8,  8,  16, 32, 16,  16, 16, 8,  8, 16,  16,

int MAX_COUNT = sizeof(melody) / 2; // Melody length, for looping.

// Set overall tempo
long tempo = 10000;
// Set length of pause between notes
int pause = 1000;
// Loop variable to increase Rest length
int rest_count = 100; //<-BLETCHEROUS HACK; See NOTES

// Initialize core variables
int tone_ = 0;
int beat = 0;
long duration  = 0;

// PLAY TONE  ==============================================
// Pulse the speaker to play a tone for a particular duration
void playTone() {
  long elapsed_time = 0;
  if (tone_ > 0) { // if this isn't a Rest beat, while the tone has
    //  played less long than 'duration', pulse speaker HIGH and LOW
    while (elapsed_time < duration) {
```

Εικόνα 12. Ψηφιακό κουδούνι: εφαρμογή σε κινητή συσκευή και μέρος του κώδικα.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο είχε δύο μέρη, το κώδικα εφαρμογή που τρέχει στο κινητό και τον κώδικα που εκτελείται στον μικροελεγκτή (front end-back end). Για την εφαρμογή του κινητού χρησιμοποιήθηκε το AppInventor. Το πρόγραμμα στο Arduino ήταν σχετικά απλό αν εξαιρέσουμε την παραγωγή μελωδιών μέσω κώδικα το οποίο είχε λίγο πολυπλοκότητα (Εικόνα).

Έργο 9: Αυτοματισμός στις κουρτίνες της αίθουσάς μας

Περιγραφή: Το έργο αυτό (

Εικόνα) ήταν μια ιδέα υλοποίησης για κάθε τάξη του σχολείου μας που στόχο έχει αυτόματα να κλείνει τις κουρτίνες μπροστά από τα παράθυρα για λόγους προβολής, σκίασης κ.λπ.

Εικόνα 13. Αυτόματες κουρτίνες.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε έναν μικροελεγκτή της LEGO EV3, ένα μεγάλο μοτέρ, ένα μικρό μοτές, καλώδια σύνδεσης και διάφορα κομμάτια LEGO τα οποία συνδέθηκαν μεταξύ τους ώστε να ολοκληρωθεί η κατασκευή.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά απλός.

Έργο 10: Ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας

Περιγραφή: Το έργο αυτό (Εικόνα) δημιουργήθηκε περισσότερο για την κατανόηση χρήσης του αισθητήρα βάρους, όπου τελικά ήταν ένας ωραίος τρόπος για να διαπιστώσουν το βάρος των κινητών που κατέχουν οι επισκέπτες της ημερίδα μας. Πιο συγκεκριμένα σε μια ξύλινη επιφάνεια μπορεί ο χρήστης να τοποθετήσει το κινητό του και να αναγνώσει σε μια οθόνη με ικανοποιητική ακρίβεια τα γραμμάρια που ζυγίζει.

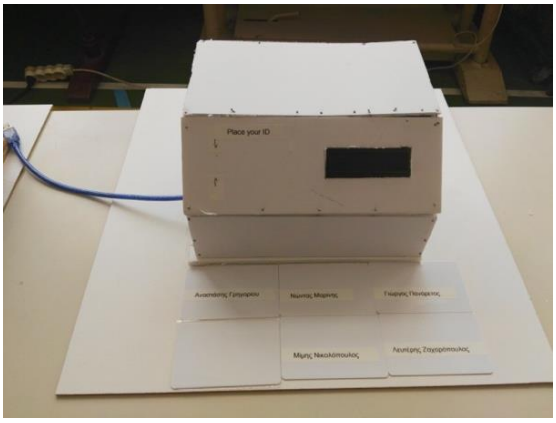
Εικόνα 14. Ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε έναν μικροελεγκτή Arduino Uno R3, LCD οθόνη με τον ροοστάτη της, αισθητήρα βάρους (Load Cell) και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν σχετικά απλός.

Έργο 11: Ψηφιακό σύστημα ελέγχου εισόδου μαθητών

Περιγραφή: Το έργο αυτό (Εικόνα) είναι μια έξυπνη απάντηση στα ερωτήματα "πως μπορούμε να κάνουμε ευκολότερη την καταγραφή απουσιών των μαθητών" και "πως μπορούμε να αποτρέψουμε την είσοδο σε μη εξουσιοδοτημένους κατά τη λειτουργία του σχολείου".



Εικόνα 15. Ψηφιακό σύστημα ελέγχου.

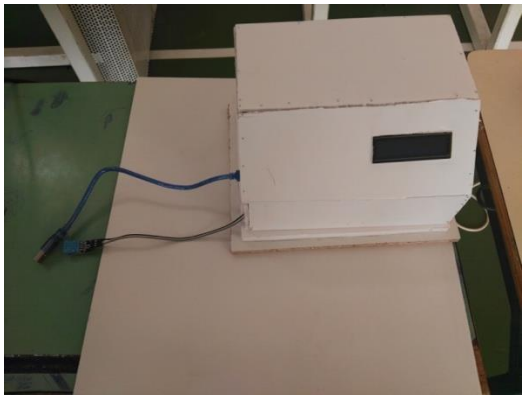
Δημιουργήσαμε ένα σύστημα αναγνώρισης και καταγραφής προσέλευσης μαθητών με χρήση προσωπικών καρτών RFID. Επέκταση αυτού του έργου είναι να καταγραφεί μέσω WiFi η προσέλευση μαθητών και η περεταίρω επεξεργασία των δεδομένων αυτών από τη Βάση Δεδομένων του σχολείου.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν λίγο πιο περίπλοκος, μέχρι να κατανοήσουμε τη λειτουργία των καρτών RFID.

Έργο 12: Σύστημα παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας

Περιγραφή: Στο έργο αυτό (Εικόνα) δημιουργήσαμε ένα σύστημα απεικόνισης ποσοστού υγρασίας και θερμοκρασίας εξωτερικού χώρου σε πραγματικό χρόνο. Το έργο αυτό θα

μπορούσε να επεκταθεί και να συνδεθεί με τον καυστήρα του σχολείου ώστε ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία να ενεργοποιείται όταν επιθυμούμε.



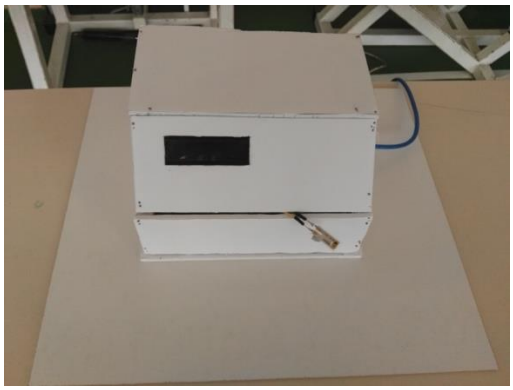
Εικόνα 16. Σύστημα παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε έναν μικροελεγκτή Arduino Uno R3, LCD οθόνη με τον ροοστάτη της, αισθητήρα θερμοκρασίας/υγρασίας (DHT 11), αντιστάσεις και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά απλός.

Έργο 13: Σύστημα ανίχνευσης και προειδοποίησης για σεισμικά φαινόμενα

Περιγραφή: Στο έργο αυτό (Εικόνα) δημιουργήσαμε ένα αυτόματο σύστημα εντοπισμού σεισμικής δραστηριότητας στο χώρο του σχολείου με εμφάνιση πιθανότητας επόμενου μετασεισμού.



Εικόνα 17. Σύστημα ανίχνευσης σεισμικής δόνησης.

Υλικά: Χρησιμοποιήσαμε έναν μικροελεγκτή Arduino Uno R3, LCD οθόνη με τον ροοστάτη της, πιεζοηλεκτρικό ηχείο, vibration sensor (SEN 09199), αντιστάσεις και καλώδια σύνδεσης.

Κώδικας: Ο κώδικας σε αυτό το έργο ήταν αρκετά απλός.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας με βάση τα ερευνητικά ερωτήματα που θέσαμε στην εισαγωγή.

ΕΕ1: Πώς μπορεί η εκπαιδευτική ρομποτική να υποστηρίξει την εκπαιδευτική διαδικασία σε επίπεδο μαθητών λυκείου;

Μέσα από την εμπειρία μας με τη ρομποτική θεωρούμε ότι μπορεί να μετατραπεί σε ένα δυναμικό εργαλείο μάθησης. Η ΕΡ μέσα από κατάλληλο πλαίσιο μπορεί να αποτελέσει όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων, επίλυσης προβλήματος και υπολογιστικής σκέψης - των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης, η ΕΡ είναι εξαιρετικό μέσο για την ομαδική εργασία καθώς μέσα από την εμπειρία μας μάθαμε να δουλεύουμε σε ομάδες, επικοινωνήσαμε κι ας ήμασταν μια μικτή ομάδα από δύο διαφορετικά σχολεία, επιχειρηματολογήσαμε, διαφωνήσαμε μα πάνω από όλα συνεργαστήκαμε.

ΕΕ2: Πώς μπορεί να διδαχθεί ο προγραμματισμός σε παιδιά λυκείου, καλύτερα από παραδοσιακούς τρόπους με τρόπο που να είναι ταυτόχρονα προσιτός στους μαθητές αλλά και συνεπής επιστημονικά;

Η απάντηση είναι με δραστηριότητες Physical Computing όπως αυτές που παρουσιάσαμε παραπάνω μου ενισχύουν το ενδιαφέρον μέσα από προβλήματα πραγματικά. Ιδανικά θα πρέπει να δημιουργηθεί ένα διδακτικό μοντέλο με κατάλληλες δραστηριότητες ΕΡ, ως το κατάλληλο πλαίσιο για την αξιοποίηση της ρομποτικής στη τάξη και τη μετατροπή της σε ένα δυναμικό διδακτικό εργαλείο υποστήριξης της μάθησης και της ανάπτυξης δεξιοτήτων των μαθητών.

ΕΕ3: Μπορεί η ΕΡ να συνεισφέρει στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τους όρους STEM;

Μέσα από την ενασχόλησή μας με την ρομποτική κατανοήσαμε τόσο απλές όσο και σύνθετες μηχανές και τη λειτουργία τους. Και αντιληφθήκαμε με ευχάριστο τρόπο τη χρησιμότητα των καθημερινών μηχανών (Engineering). Συστατικό στοιχείο της μεθοδολογίας STEM είναι το

problem solving. Και εμείς μέσα από τα έργα μας αναζητήσαμε λύσεις σε καθημερινά προβλήματα. Επίσης, μέσα από τις δραστηριότητες και τα έργα που δημιουργήσαμε μάθαμε να σκεφτόμαστε αλγοριθμικά (Mathematics) και προσεγγίσαμε έννοιες φυσικών επιστημών (Science) όπως η ροπή, η αδράνεια και η τριβή, μέσω της βιωματικής μάθησης. Μέσα από όλα αυτά κατασκευάσαμε και να προγραμματίσαμε ρομπότ, αξιοποιώντας τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις (Technology) και ενισχύοντας έτσι το ενδιαφέρον μας γύρω από τους όρους του STEM.

Τελικά Συμπεράσματα

Στο παρόν κείμενο παρουσιάσαμε την εμπειρία μας με την εκπαιδευτική ρομποτική, όπως αυτή αποκτήθηκε στα πλαίσια του 1ου Robotics Workshop που πραγματοποιήθηκε στην Τρίπολη από δύο σχολεία της περιοχής. Για το λόγο αυτό δημιουργήσαμε τεχνουργήματα με αξιοποίηση της πλατφόρμας Arduino καθώς και των Lego Mindstorms και γενικά έργα εκπαιδευτικών χρήσεων και εφαρμογών. αξιοποιώντας κυρίως γνώσεις Πληροφορικής αλλά και άλλων επιστημονικών πεδίων.

Η εμπειρία μας έδειξε ότι ο προγραμματισμός μέσω φυσικών πραγμάτων μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση καλύτερα από παραδοσιακούς τρόπους. Η ενασχόλησή μας με τη ρομποτική, ενθάρρυνε την δημιουργικότητα μας, την επινοητικότητα και την πρωτοβουλία μας να λύσουμε τα όποια προβλήματα παρουσιάστηκαν.

Η ρομποτική φαίνεται να είναι τόσο δυνατό εργαλείο λόγω της ελκυστικότητας, της διεπιστημονικότητας και της ευκολίας της να ενσωματωθεί σε ευρύτερα, ποικιλόμορφα σχέδια εργασίας.

Προκειμένου όμως αυτή η καινοτομία να έχει επίδραση στα μαθησιακά αποτελέσματα, χρειάζονται ορισμένες προϋποθέσεις: κατάλληλη εκπαιδευτική φιλοσοφία, κατάλληλα προγράμματα σπουδών και αντίστοιχα κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον.

Ευχαριστίες - Συμμετέχοντες

Στο σημείο αυτό θέλουμε να αναφέρουμε πως η εμπειρία μας με την εκπαιδευτική ρομποτική είναι προϊόν πολύμηνης εργασίας αρκετών μαθητών που για πρακτικούς λόγους δεν συμμετείχαν ως συγγραφείς στο παρόν άρθρο. Κρίνεται όμως αναγκαίο να αναφερθούν αλφαβητικά τα ονόματα όλων των εμπλεκόμενων μαθητών και από τα δύο σχολεία: Γκάνιος

Αθανάσιος, Γρηγορίου Αναστάσης, Δούλου Νίκη, Ζαχαρόπουλος Λευτέρης, Κατσιαρδής Γιώργος, Κατσιαρδής Νίκος, Μαρίνης Επαμεινώνδας, Μπιλίδα Δήμητρα, Μπούζος Θεοδόσης, Νικολόπουλος Δημήτρης, Πανάρετος Γιώργος, Παπαδόπουλος Παναγιώτης, Ρούσος Γιώργος, Τράκας Γρηγόρης.

Βιβλιογραφία

[1] Rockland, R.; Bloom, D.S.; Carpinelli, J.; Burr-Alexander, L.; Hirsch, L.S.; Kimmel, H. Advancing the “e” in k-12 stem education. 2010.

[2] Theodoropoulos, A.; Antoniou, A.; Lepouras, G. In *Educational robotics in the service of cse: A study based on the panhellenic competition*, Proceedings of the 11th Workshop in Primary and Secondary Computing Education, 2016; ACM: pp 84-87.

[3] Chambers, J. M., Carbonaro, M., Rex, M., & Grove, S. (2007). Scaffolding knowledge construction through robotic technology: A middle school case study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, *6*, 55-70.

[4] Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information technology in childhood education annual*, *2002*(1), 123-145.

[5] Alimisis, D., Moro, M., Arlegui, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007, August). Robotics & constructivism in education: The TERECoP project. In *EuroLogo* (Vol. 40, pp. 19-24).

[6] Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, *6*(1), 63-71.

[7] Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.

[8] Eteokleous-Grigoriou, N., & Psomas, C. (2013, March). Integrating Robotics as an Interdisciplinary-Educational Tool in Primary Education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3877-3881). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

[9] Williams, D., Ma, Y., & Prejean, L. (2010). A preliminary study exploring the use of fictional narrative in robotics activities. *Journal of computers in Mathematics and Science Teaching*, *29*(1), 51-71.

[10] Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P., & Punie, Y. (2016, July). Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. In *Proceedings of the International Conference on Education and New Learning TechnologiesJuly 2016Barcelona, Spain Page* (pp. 4725-4733).

[11] Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35.

[12] Nikolakopoulou, K., Koustourakis, G., Komis, V., & Ravanis, K. (2016). The Discourse for the Integration of ICT in STEM Education: Attitudes Expressed in Texts on Education in Greece (1984-2006). *Journal of Subject Didactics*, *1*(2), 67-81.

[13] Khanlari, A. (2016). Teachers' perceptions of the benefits and the challenges of integrating educational robots into primary/elementary curricula. *European Journal of Engineering Education*, *41*(3), 320-330.

[14] Κόμης, Β., & Μικρόπουλος, Α. (2001). *Πληροφορική στην Εκπαίδευση.* Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

[15] Raptis, A., & Rapti, A. (2006). Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας. *Εκδόσεις: Αριστοτέλης Ράπτης (Greek edition). Learning and Teaching in Information Epoch. Publisher: Aristotelis Raptis*.

[16] Eguchi, A. (2010, March). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 4006-4014). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

[17] Petre, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'back door'learning. *Education and information technologies*, *9*(2), 147-158.

[18] Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 2851-2857.

[19] Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, *75*, 661-670.

[20] Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η. & Δημητριάδης Σ. (2008). "Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης", 4ο Πανελλήνιο Συνέ-δριο Διδακτικής της Πληροφορικής, Πάτρα.

[21] Κόμης, Β. Ι. (2005). Παιδαγωγικές Δραστηριότητες με (και για) Υπολογιστές στην Προσχολική και την Πρώτη Σχολική Ηλικία. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 2η Έκδοση, Πάτρα.

[22] Vollstedt A., M. Robinson, E. Wang, (2007).Using Robotics to Enhance Science, Technol-ogy, Engineering, and Mathematics Curricula, In Proceedings of American Society for Engineering Education Pacific Southwest Annual Conference,

[23] Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceeding of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Ro-botics & 5th International Conference Robotics in Education Padova (Italy).*

[24] Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, *6*(1), 63-71.

[25] Eguchi A., (2014a). Learning Experience Through RoboCupJunior : Promoting Engineer-ing and Computational Thinking Skills through Robotics Competition, in: K-12 Comput. Sci. Comput. Think. Initiat., Indianapolis, Indiana, 1-18. https://peer.asee.org/20743.

[26] Alimisis, D. (2014). Educational Robotics in Teacher Education: an Innovative Tool for Promoting Quality Educatio., In L. Daniela, I. Lūka, L. Rutka and I. Žogla (Ed.) *"Teacher of the 21st Century: Quality Education for Quality Teaching"*, (pp.14-27), Cambridge Scholars Publishing.