

## «Ard-project, Μία Ευκαιρία Συνεργατικής Διδακτικής Παρέμβασης»

**Ματοσσιάν Ν.<sup>1</sup>, Σωτηρίου Σ.<sup>2</sup>, Μαστρογιάννης Ι.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Καθηγητής Μαθηματικών, Πειραματικό Λύκειο Μυτιλήνης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, [nalmat@env.aegean.gr](mailto:nalmat@env.aegean.gr)

<sup>2</sup>Καθηγήτρια Φυσικής, Πειραματικό Λύκειο Μυτιλήνης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, [sofisot@otenet.gr](mailto:sofisot@otenet.gr)

<sup>3</sup>Καθηγητής Φυσικής Αγωγής, Πειραματικό Λύκειο Μυτιλήνης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, [iakomas@sch.gr](mailto:iakomas@sch.gr)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εισήγηση περιγράφει την εξέλιξη μιας διδακτικής παρέμβασης που πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού έτους 2014-15 σε 19 μαθητές της Α' Λυκείου του Πειραματικού ΓΕ.Λ. Μυτιλήνης, στο πλαίσιο του μαθήματος Ερευνητικής Εργασίας με θεματική που περιλαμβάνεται στην εκπαιδευτική Ρομποτική. Οι μαθητές αξιοποίησαν τους μικροελεγκτές Arduino και δημιούργησαν μία μακέτα σπιτιού το οποίο εφοδίασαν με διάφορους αυτοματισμούς που οι ίδιοι πρότειναν, διερεύνησαν και συνέθεσαν. Εργάστηκαν σε συνεργατικό πλαίσιο, το οποίο και αποτέλεσε κεντρικό στοιχείο της παρέμβασης.

Η εργασία εξελίχθηκε με μεγάλη συμμετοχή εκ μέρους των μαθητών και ολοκληρώθηκε ικανοποιώντας τους διδακτικούς στόχους της παρέμβασης, στοιχεία που διατυπώνονται στο φύλλο αξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι μαθητές.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** ρομποτική, Arduino, συνεργατική μάθηση, ερευνητική εργασία.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ελληνική και διεθνή διδακτική πρακτική παρατηρείται μία αυξητική τάση υλοποίησης εφαρμογών ρομποτικής. Οι εφαρμογές ρομποτικής εξασφαλίζουν ένα ευνοϊκό περιβάλλον δραστηριοποίησης των μαθητών και, παρά τον σκεπτικισμό αναφορικά με την ένταξή τους στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα, συχνά αξιοποιούνται σε ερευνητικά προγράμματα (projects) ή σε διάφορες άτυπες εκπαιδευτικές δράσεις τα θέματα των οποίων επιλέγονται από τους εκπαιδευτικούς ή/και τους μαθητές. Επιπλέον οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών μέσω μιας εφαρμογής ρομποτικής, παρέχουν ένα αλληλεπιδραστικό και δυναμικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές εργαζόμενοι σε ομάδες επικοινωνούν, διαχειρίζονται πληροφορίες, συνθέτουν εργασίες και εμπλέκονται σε διάλογο διατυπώνοντας κριτική και αμφισβήτηση, υποθέσεις και συμπεράσματα (Crook, 1994). Οι Littleton και Light (1994) σημειώνουν ότι η χρήση υπολογιστών σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης ασκεί θετική επίδραση στην ανάπτυξη διαλόγου, την ανταλλαγή ιδεών και τη διαπραγμάτευση μεταξύ των μαθητών, ιδέα που ενισχύεται από τις εφαρμογές Ρομποτικής που ευνοούνται μέσα από την εργασία ομάδων.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μία διδακτική πρόταση αξιοποίησης των μικροελεγκτών Arduino που εξελίχθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος της ερευνητικής εργασίας στο Πειραματικό Γενικό Λύκειο Μυτιλήνης. Περιγράφεται

ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός έργου στηριζόμενου σε μία εποικοδομητική και κονστραξιονιστική προσέγγιση με στόχο την ενεργή συμμετοχή και την καλλιέργεια διερευνητικής στάσης των μαθητών στο πλαίσιο της συνεργατικής προσέγγισης.

## **ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

### **Η εκπαιδευτική Ρομποτική**

Η εκπαιδευτική Ρομποτική στο θεωρητικό πλαίσιο του «κατασκευαστικού» εποικοδομητισμού ενισχύει και επεκτείνει το εποικοδομητικό μοντέλο με δεδομένο ότι οι μαθητές οικοδομούν, ελέγχουν και αλλάζουν τις εννοιολογικές τους δομές όταν αλληλεπιδρούν με τον κόσμο. «Οι άνθρωποι οικοδομούν τη γνώση τους όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους άλλους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, μηχανές LEGO, προγράμματα υπολογιστών ή μία θεωρία για το σύμπαν» (Papert, 1991, σ.1). Οι δραστηριότητες Ρομποτικής είναι δυνατόν να εξασφαλίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών επειδή:

- Παρέχουν βαθμούς ελευθερίας και ευκαιρίες δημιουργίας στους μαθητές
- Σχετίζονται με σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα
- Δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να αξιοποιήσουν μια ενεργή διαδικτυακή κοινότητα
- Εντάσσουν τους μαθητές σε ένα δίκτυο μαθητών και σχολείων με τα ίδια ενδιαφέροντα

Η εκπαιδευτική Ρομποτική αναδεικνύεται ως ένα σημαντικό εργαλείο μάθησης (Mataric, 2004) μέσα από δραστηριότητες, σε ένα ελκυστικό και αυθεντικό περιβάλλον. Οι δραστηριότητες ρομποτικής εμπλέκουν στοιχεία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής (Arlegui, Menegatti, Moro, & Pina, 2008) αλλά και μαθησιακά αντικείμενα από τις Φυσικές Επιστήμες, την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, την Τεχνολογία, κ.ά., και ως εκ τούτου χαρακτηρίζονται ως διεπιστημονικές. Παρόλα αυτά η εκπαιδευτική Ρομποτική αξιοποιείται συνήθως σε άτυπες σχολικές δράσεις ή τελευταία σε ερευνητικές εργασίες. Σύμφωνα μάλιστα με τον Alimisis (2013, σ. 65):

«Τα εμπόδια στην εφαρμογή της Ρομποτικής ως μέρος του τυπικού προγράμματος σπουδών φαίνεται να είναι η χρονοβόρα φύση των δραστηριοτήτων ρομποτικής, το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού και η πρακτική εργασία που απαιτείται από τους εκπαιδευτικούς να αντιμετωπίσουν την ακαταστασία στην τάξη και να κρατήσουν τακτοποιημένα όλα τα κομμάτια στη σωστή θέση μέσα στα κιτ».

### **Συνεργατική μάθηση**

Με αφετηρία τις εποικοδομητικές θεωρίες μάθησης, η ανάπτυξη σχέσεων συνεργασίας μεταξύ των μαθητών τέθηκε ως αντικείμενο ενδιαφέροντος και έρευνας από την εκπαιδευτική κοινότητα. Στη βιβλιογραφία, συχνά συναντώνται οι όροι «ομαδοσυνεργατική μάθηση» και «συνεργατική μάθηση» ως ταυτόσημοι. Αν και οι δύο όροι στηρίζονται στις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού, στην ομαδοσυνεργατική μάθηση κάθε μέλος της ομάδας είναι υπεύθυνο για ένα μόνο μέρος της υπό εκτέλεση εργασίας με τον

διδάσκοντα να έχει πιο καθοδηγητικό ρόλο, ενώ κατά τη συνεργατική μάθηση όλα τα μέλη αλληλεπιδρούν και δουλεύουν μαζί προκειμένου να φέρουν εις πέρας την εργασία που τους έχει ανατεθεί (Dooly, 2008).

Οι Κουτσελίνη και Θεοφιλίδης (1998) αναφέρουν ότι κατά τη συνεργατική μάθηση αναπτύσσονται παράλληλα και αποτελεσματικά ο ακαδημαϊκός τομέας (καθώς διευρύνεται ο ορίζοντας σκέψης του κάθε μέλους μέσα από την αντιπαράθεση ιδεών στα πλαίσια της ομάδας), ο συναισθηματικός τομέας (καθώς οι μαθητές καλλιεργούν την αυτοπεποίθησή τους, βελτιώνουν την αυτοεικόνα τους, καλλιεργούν θετικές στάσεις έναντι της σχολικής εργασίας και του σχολικού περιβάλλοντος, γίνονται δραστήριοι, νιώθουν υπεύθυνοι για τη γνώση τους, μαθαίνουν να δέχονται αλλά και να ασκούν κριτική, να αναγνωρίζουν λάθη και παραλείψεις και να αναθεωρούν αστήρικτες και ατεκμηρίωτες θέσεις) και ο συμμετοχικός τομέας (καθώς αποδέχονται την ιδιαιτερότητα των ατόμων με τα οποία εργάζονται για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, αποκτούν δεξιότητες επικοινωνίας και εκτιμούν το θετικό αποτέλεσμα ως δημιούργημα κοινής και όχι ατομικής εργασίας, αναγνωρίζοντας την συμβολή των άλλων και την δική τους).

Η επιπρόσθετη αξία της παρούσης διδακτικής παρέμβασης έγκειται στο γεγονός ότι αντλεί τη θεματολογία της από το χώρο της Ρομποτικής και προτείνεται σε ένα συνεργατικό πλαίσιο εργασίας, το οποίο λειτουργεί παρακινητικά και προωθεί τη συνεργασία (Mitnik, Recabarren, Nussbaum, & Soto, 2009). Οι μαθητές σχηματοποιούν το προς επίλυση πρόβλημα, διερευνούν, δίνουν λύσεις, κατασκευάζουν εργαζόμενοι σε ομάδες, εναλλάσσοντας ρόλους δράσης, αλληλεπιδρώντας και παράγοντας ένα κοινό τελικό προϊόν επεξεργασίας.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### Γενική περιγραφή

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα και σχεδιασμού, που βασίζεται σε ευέλικτο και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό. Προορίζεται για καλλιτέχνες, σχεδιαστές, υλοποίηση χόμπι και δραστηριοτήτων, και γενικότερα για οποιονδήποτε ενδιαφέρεται να δημιουργήσει αλληλεπιδραστικά αντικείμενα ή περιβάλλοντα (Πουλάκης, 2015). Η συγκεκριμένη πλατφόρμα επιλέχθηκε επειδή εξασφαλίζονται επιπλέον:

- Συμβατότητα με το λειτουργικό σύστημα που υπάρχει στα σχολικά εργαστήρια
- Μικρό κόστος που δίνει τη δυνατότητα αγοράς πολλαπλών πακέτων
- Ευκολία στη χρήση ακόμα και για αρχάριους χρήστες
- Υποστήριξη στο διαδίκτυο από πολλές εφαρμογές
- Ευρύ φάσμα εφαρμογών ρομποτικής

Οι μικροελεγκτές Arduino που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη παρέμβαση περιλάμβαναν επιπλέον και μια μεγάλη ποικιλία παρελκόμενων (καλώδια, αισθητήρες θερμοκρασίας, απόστασης, ήχου, κινητήρες διαφόρων τύπων, leds, ποτενσιόμετρα, buttons, ρόδες, κ.ά.) τα οποία αξιοποιήθηκαν από τους μαθητές για τη συλλογή δεδομένων από το περιβάλλον και για τη σύνθεση και ολοκλήρωση των τελικών τους προϊόντων.

## Σκοπός και στόχοι

Βασικός σκοπός της ερευνητικής εργασίας ήταν η οικοδόμηση γνώσεων και η ανάπτυξη δεξιοτήτων διαχείρισης μικροελεγκτών καθώς και η αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους μέσα από την ενεργή εμπλοκή των μαθητών σε ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον. Μέσα από τις δραστηριότητες της διαθεματικής ερευνητικής εργασίας, οι εμπλεκόμενοι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να:

### A. Παιδαγωγικοί στόχοι:

- αξιοποιήσουν τις υπάρχουσες εμπειρικές γνώσεις τους και να διαμορφώσουν στρατηγικές για τη διερεύνηση και επίλυση προβλημάτων
- διατυπώσουν υποθέσεις, να πειραματιστούν και να ελέγξουν την αποτελεσματικότητά τους
- συσχετίσουν, να αναλύσουν και να συνθέσουν τις πληροφορίες-δεδομένα, να εξάγουν συμπεράσματα και να προβούν στην ερμηνεία τους
- δημιουργήσουν πρωτότυπες κατασκευές σε αυθεντικό μαθησιακό περιβάλλον αναπτύσσοντας δεξιότητες δημιουργίας και καλλιτεχνικής έκφρασης
- συνεργαστούν μεταξύ τους για την επίτευξη κοινού στόχου αναπτύσσοντας προσωπική και συλλογική ευθύνη ως μέλη μιας ομάδας.

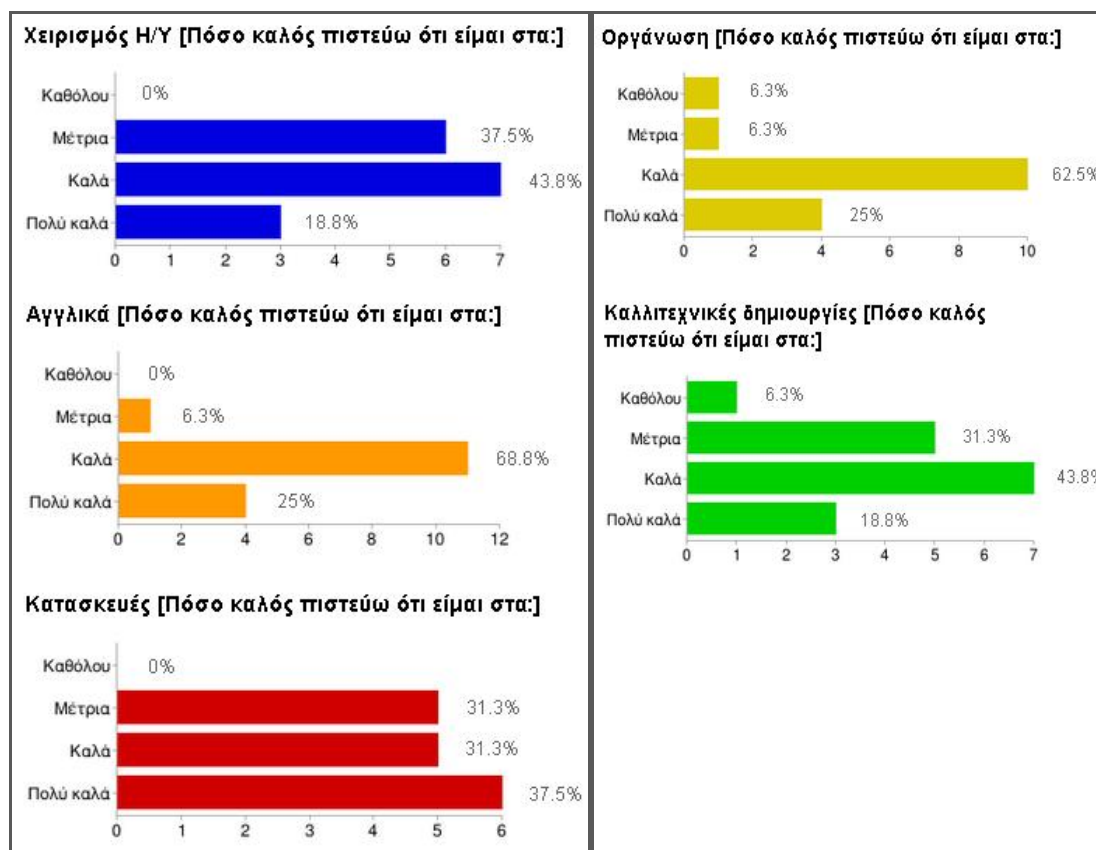
### B. Γενικοί διδακτικοί – μαθησιακοί στόχοι:

- οικοδομήσουν γνώσεις πάνω σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών μέσα από αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες
- προσεγγίσουν την έννοια της μεταβλητής και της παραμετροποίησης
- ασκηθούν σε έννοιες προγραμματισμού (λογικός τελεστής, δομή επανάληψης, δομή ελέγχου, δομή ακολουθίας, διαδικασία, κ.ά.)
- συσχετίσουν ηλεκτρονικές διατάξεις με καθημερινές τεχνολογικές εφαρμογές

## Διαδικασία

Η διδακτική προσέγγιση υλοποιήθηκε σε 19 μαθητές (10 αγόρια, 9 κορίτσια) της Α' Τάξης του Πειραματικού Λυκείου Μυτιλήνης του Πανεπιστημίου Αιγαίου. Την παρακολούθηση ανέλαβε ομάδα τριών διδασκόντων, η οποία ανέλαβε επίσης και την οικονομική υποστήριξη της δράσης. Ως μεθοδολογικά εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν η παρατήρηση της εργασίας των ομάδων, το προσωπικό ημερολόγιο που τηρούσαν οι μαθητές, ένας διαδικτυακός ιστότοπος που δημιούργησαν και συντηρούσαν οι μαθητές (<http://ardproject1.weebly.com/#/>) και μία κλειστή ομάδα επικοινωνίας στο facebook.

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων. Για την αποφυγή αποκλεισμών και για να εξασφαλισθεί η ισοδυναμία κατά τη σύσταση των ομάδων ως προς τις ποικίλες δεξιότητες/δυνατότητες των μαθητών, οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης -με τη βοήθεια των εγγράφων Google- που αφορούσε τις γνώσεις/δεξιότητες σχετικά με τον χειρισμό των Η/Υ, τη γνώση της Αγγλικής γλώσσας, τις κατασκευές, την οργάνωση και τις καλλιτεχνικές δημιουργίες (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1:** Σύνοψη των απαντήσεων αυτοαξιολόγησης γνώσεων/δεξιοτήτων

Την επεξεργασία των ερωτηματολογίων και τον καταμερισμό σε ομάδες ολοκλήρωσαν οι διδάσκοντες. Το κριτήριο σύνθεσης αποτέλεσε η δημιουργία ομάδων με μέλη διαφόρων δυνατοτήτων έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες των ομάδων και του έργου. Με τη σύνθεση των ομάδων συμφώνησαν οι μαθητές εκτός ενός, πρόβλημα όμως που επιλύθηκε από τους ίδιους τους μαθητές με εσωτερική μετακίνηση μεταξύ δύο ομάδων.

Η πορεία εξέλιξης της δράσης ακολούθησε τις παρακάτω φάσεις:

### Φάση οργάνωσης και προετοιμασίας

Οι μαθητές συνεδρίασαν ανά ομάδα και αποτύπωσαν γραπτά «τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να δουλέψουν στο μάθημα της ερευνητικής εργασίας». Τα συμπεράσματα ανακοινώθηκαν από εκπρόσωπο της ομάδας στην ολομέλεια. Κάθε ομάδα πρότεινε τίτλο για την ερευνητική εργασία, ο τελικός τίτλος της οποίας επιλέχθηκε μετά από ψηφοφορία. Μαζί με τους διδάσκοντες διαμορφώθηκε το εκπαιδευτικό συμβόλαιο. Αποφασίστηκε η καταγραφή κειμένου σε προσωπικό ημερολόγιο, στο τελευταίο 5λεπτο κάθε συνάντησης, με τίτλο «Τι έμαθα», διαδικασία που ακολουθήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια εξέλιξης της δράσης.

### Φάση εξοικείωσης και πειραματισμού

Οι μαθητές δεν είχαν καμία προηγούμενη γνώση για τους μικροελεγκτές Arduino. Στη φάση αυτή εξοικειώθηκαν με βασικές ηλεκτρονικές διατάξεις (διαίρετης τάσης, ροοστάτης, φωτοαντίσταση, ποτενσιόμετρο, led, κ.ά.) που περιλαμβάνονταν στο πακέτο του Arduino, μέσα στο πλαίσιο αυθεντικών καταστάσεων με την πραγματοποίηση απλών κατασκευών μικρής έκτασης (έλεγχος led, μεταβαλλόμενη ένταση φωτοβολίας, αισθητήρας μέτρησης

θερμοκρασίας και αποστολή της ένδειξης σε αναλογική οθόνη, έλεγχο κινήτρων, κ.ά.). Στη διαδικασία πειραματισμού δόθηκε προσοχή τόσο στον προγραμματισμό και στον κώδικα που απαιτούσε κάθε εφαρμογή, όσο και στο σχεδιασμό των κυκλωμάτων. Η γλώσσα που χρησιμοποιεί το Arduino βασίζεται στη C/C++, που παρουσιάζει ένα σημαντικό παράγοντα δυσκολίας για τους συμμετέχοντες. Αρχικά επιλέχτηκε η αξιοποίηση έτοιμου κώδικα τον οποίο οι μαθητές προσπαθούσαν να κατανοήσουν αλλάζοντας παραμέτρους ή κάνοντας μικρές τροποποιήσεις. Η σειρά δραστηριοτήτων όπου χρησιμοποιούνται οι μικροελεγκτές Arduino, χαρακτηριζόμενη από μια βαθμιαία αύξηση στην πολυπλοκότητα και το βαθμό δυσκολίας, λειτούργησε θετικά ως σκαλωσιά κατά την ανάπτυξη συνθετότερων εφαρμογών και παράλληλα τη σταδιακή εμπλοκή με το περιβάλλον προγραμματισμού (Γλέζου, Μαστρογιάννης, & Σωτηρίου, 2013). Η δημιουργία των κυκλωμάτων αποδείχθηκε εύκολη διαδικασία για τους συμμετέχοντες μαθητές.

### **Φάση διερεύνησης**

Οι μαθητές σχηματοποίησαν το προς επίλυση πρόβλημα. Οι ιδέες που εξέφρασαν στην πρώτη φάση έγιναν πιο σαφείς και συγκεκριμένες μετά από την εμπειρία που απέκτησαν στη Φάση εξοικείωσης και πειραματισμού. Σημαντικός ο ρόλος του διαδικτύου στην όλη διαδικασία. Οι μαθητές μπορούσαν να αναζητήσουν λύσεις από πληθώρα ηλεκτρονικών πηγών στις οποίες περιλαμβάνονταν έργα συνομηλίκων τους, τεχνική υποστήριξη, κώδικας, κ.ά. Στην παρούσα φάση κατέληξαν στην πρόταση για την κατασκευή μακέτας σπιτιού που θα περιλαμβάνει αυτοματισμούς: το «ArdHouse».

### **Φάση δημιουργίας**

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές ανέλαβαν την υλοποίηση του τελικού προϊόντος. Ενώ αρχικά τον καταμερισμό σε ομάδες ανέλαβαν οι διδάσκοντες με βάση το ερωτηματολόγιο αυτοαξιολόγησης και κριτήριο την ισοδυναμία των ομάδων, στην παρούσα φάση οι μαθητές αφέθηκαν ελεύθεροι να επιλέξουν -σε ατομική βάση- την ομάδα στην οποία θα συμμετείχαν μια και κάθε ομάδα ανέλαβε ξεχωριστό έργο. Ανακατέταξαν τη σύνθεση των ομάδων δημιουργώντας νέες ανάλογα με τις δεξιότητες και τα ενδιαφέροντα τους. Άλλοι σχεδίασαν, άλλοι μέτρησαν και έκοψαν, άλλοι ζωγράφισαν, άλλοι έγραψαν κώδικα, ενώ άλλοι δημιούργησαν κυκλώματα μέσα από στοχευμένη διαδικασία αναζήτησης λύσεων, λήψης αποφάσεων και επίλυσης προβλημάτων. Η κάθε υποομάδα εργάστηκε για την ολοκλήρωση του τελικού έργου που αποτελείτο από μακέτα δώροφου σπιτιού με αυτοματισμούς:

- αυτόματο άνοιγμα πόρτας με την εισαγωγή κωδικού ασφαλείας
- ανεβοκατέβασμα ανελκυστήρα
- αυτόματη λειτουργία ανεμιστήρα ανάλογα με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- φωτορυθμικό σύστημα με επτά leds στο ρυθμό μουσικής
- led που άναβε ή έσβηνε με ανίχνευση ήχου (clapper)

Παρατηρήθηκαν μετακινήσεις μεταξύ των ομάδων και αλλαγές ρόλων ανάλογα με τις ανάγκες της εργασίας.

### **Φάση έκθεσης**

Το τελικό προϊόν της ερευνητικής εργασίας αποφασίσθηκε να παρουσιαστεί σε μία έκθεση κατασκευών που πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο περιφέρειας δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τέθηκε ως στόχος ο οποίος

λειτουργήσε θετικά ως προς την κινητοποίηση, την εστίαση και την ανάπτυξη αισθήματος ευθύνης στους συμμετέχοντες μαθητές (Σχήμα 2).



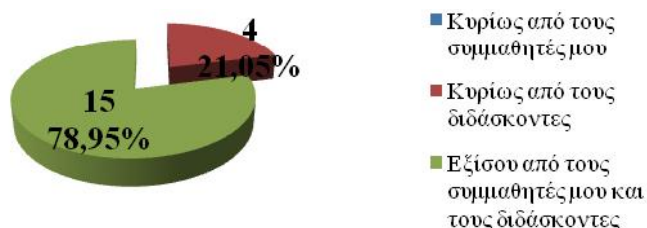
**Σχήμα 2:** Από την εξέλιξη της εργασίας

### Φάση αξιολόγησης

Οι μαθητές συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο στο οποίο καταγράφηκαν οι απόψεις τους σχετικά με την εξέλιξη του μαθήματος, την πραγματοποίηση των στόχων και των προσδοκιών τους και τη συνεργασία των μελών των ομάδων.

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ερευνητική εργασία είχε μεγάλη απήχηση και υποστήριξη από τους συμμετέχοντες μαθητές. Κατά τη εξέλιξη των μαθημάτων που ήταν δίωρης διάρκειας εβδομαδιαία καθ' όλο το σχολικό έτος, οι συμμετέχοντες έδειχναν αμείωτο ενδιαφέρον και δήλωναν ενθουσιασμένοι. Οι ομάδες παρέιχαν σύστημα υποστήριξης των μελών τους και έτσι οι εκπαιδευτικοί ανέλαβαν ρόλο οργανωτικό ως προς τις διαδικασίες, ενθαρρυντικό ως προς τη συμμετοχή και υποστηρικτικό ως προς τις αναζητήσεις των μαθητών (Σχήμα 3).



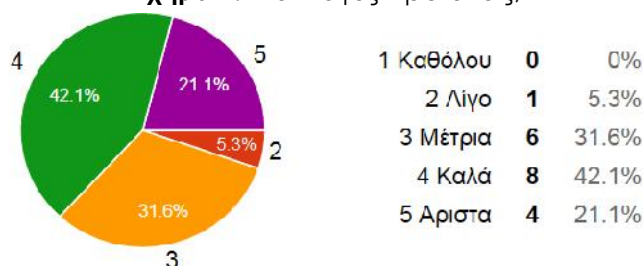
**Σχήμα 3:** Από ποιους είχα βοήθεια για να αποκτήσω γνώσεις κατά την εξέλιξη της εργασίας;

Παρά την επιθυμία αρκετών μαθητών ως προς τη δυνατότητα σύστασης των ομάδων σε εθελοντική βάση από τους ίδιους (Σχήμα 4), εκτιμάται ότι το συνεργατικό πλαίσιο εργασίας που επιχειρήθηκε και το οποίο αποτέλεσε κεντρικό στοιχείο της παρέμβασης έτυχε μεγάλης αποδοχής από τους μαθητές και αποδείχθηκε πολύ αποτελεσματικό (Σχήμα 5, Σχήμα 6).

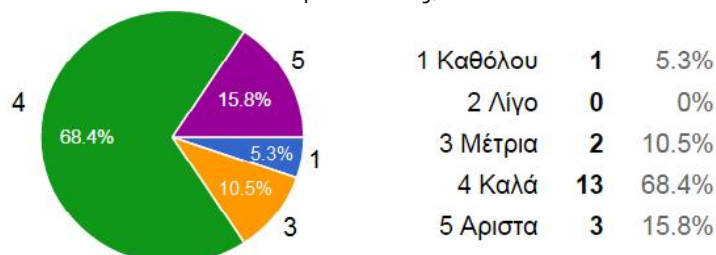




**Σχήμα 4:** Τι αλλαγές προτείνεις;



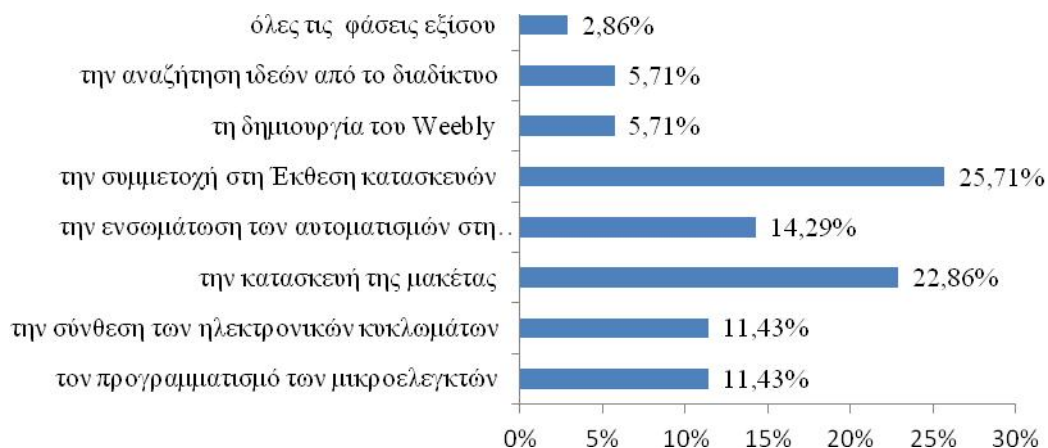
**Σχήμα 5:** Πόσο εύκολος ήταν ο συντονισμός και ο συλλογικός τρόπος εργασίας στην ομάδα σας;



**Σχήμα 6:** Πόσο αποτελεσματικοί ήσασταν στη διαχείριση αντίθετων απόψεων και διαφωνιών;

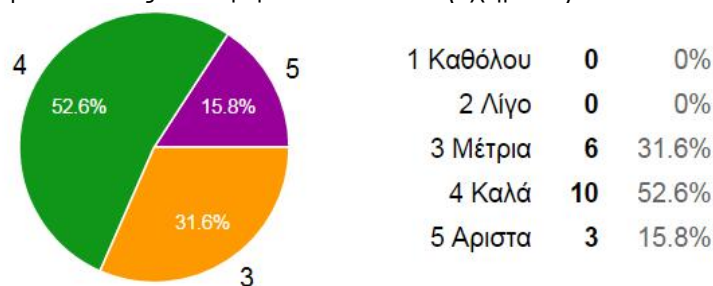
Στην όλη πορεία του σχεδίου, αλλά και μέσα από την ολοκλήρωση του τελικού προϊόντος, διαπιστώθηκε σταδιακή ανάπτυξη της διερευνητικής στάσης, κριτικής σκέψης και ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Αναδύθηκαν ποικίλες μορφές ανάπτυξης δεξιοτήτων (καλλιτεχνικής δημιουργίας, φαντασίας, ικανότητες οργάνωσης, ανάλυσης, σύνθεσης κ.ά.), σε διαφορετικό βαθμό από κάθε συμμετέχοντα. Στην ερώτηση «Ποια θεωρείτε ως πιο ενδιαφέρουσα φάση κατά της διάρκειας της ερευνητικής εργασίας;» απαντούν κατά ένα μεγάλο ποσοστό την κατασκευή της μακέτας, στοιχείο που υποδεικνύει ότι παρόλο που δεν ήταν κεντρικός στόχος στην αρχική σχεδίαση της παρέμβασης κάποιοι μαθητές βρήκαν σημαντική την αντίστοιχη δυνατότητα (Σχήμα 7). Η δευτερεύουσα δράση κατασκευής μακέτας σπιτιού παρείχε διέξοδο σε εκείνους τους μαθητές είχαν δυσκολίες ενασχόλησης με το ψηφιακό μέρος της εργασίας, οι οποίοι ασχολήθηκαν και ανέπτυξαν δραστηριότητες πιο πρακτικού και καλλιτεχνικού προσανατολισμού. Υψηλό ποσοστό μαθητών δήλωσε πολύ ικανοποιημένο από τη συμμετοχή τους στην Έκθεση Κατασκευών (Σχήμα 7), επιβεβαιώνοντας την ανάγκη καθορισμού ποικιλόμορφων στόχων για την ενίσχυση της εσωτερικής παρακίνησης.





**Σχήμα 7:** Ποια θεωρείτε ως πιο ενδιαφέρουσα φάση κατά της διάρκεια της ερευνητικής εργασίας;

Συνολικά, η όλη διαδικασία και εξέλιξη της ερευνητικής εργασίας αποτιμήθηκε θετικά και από τους ίδιους τους μαθητές αφού ικανοποίησε τις αρχικές τους προσδοκίες σε υψηλό ποσοστό (Σχήμα 8).



**Σχήμα 8:** Θεωρείτε ότι η εξέλιξη του μαθήματος ικανοποίησε τις αρχικές προσδοκίες σας;

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ολοκλήρωση αυτής της εργασίας Ρομποτικής προσέφερε στους μαθητές μια ευχάριστη δημιουργική περίοδο και στους διδάσκοντες μία πολύτιμη εμπειρία.

Ως σημαντικότερο πρόβλημα σημειώνουμε την δυσκολία πολλών μαθητών να χειριστούν μία σύνθετη γλώσσα προγραμματισμού όπως η C++, και θα ήταν πιθανόν προτιμότερο η εμπλοκή τους μέσω πιο φιλικών προς τους μαθητές προγραμματιστικών περιβαλλόντων τα οποία έχουν δημιουργηθεί για εκπαιδευτική χρήση και με τα οποία συνδέονται οι μικροελεγκτές Arduino, όπως για παράδειγμα το προγραμματιστικό περιβάλλον S4A (Scratch for Arduino).

Ως σημαντικότερη θετική εντύπωση ήταν η ένθερμη συμμετοχή των περισσότερων μαθητών που αναζήτησαν και ανέδειξαν κάθε δημιουργική τους ικανότητα για την υποστήριξη ενός αξιολογού έργου δικής τους επιλογής, κοντά στον εμπειρικό τους κόσμο και μέσα από συλλογική εργασία.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Γλέζου, Κ., Μαστρογιάννης, Ι., & Σωτηρίου, Σ. (2013). Αξιοποίηση και κατασκευή προσομοιώσεων στο περιβάλλον Scratch από μαθητές Λυκείου. 7ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των

Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη». Σύρος: e-Δίκτυο-ΤΠΕ-Ε.

Κουτσελίνη, Μ. & Θεοφιλίδης, Χ. (1998). Διερεύνηση και διδασκαλία για μια αποτελεσματική διδασκαλία. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Πουλάκης, Ε. (2015). Προγραμματίζοντας με τον μικροελεγκτή Arduino. Ηράκλειο: Ε. Πουλάκη.

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

Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., & Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. *Proceedings of SIMPAR 2008 International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots* (pp. 10-21). Venice, Italy.

Crook, C. (1994). *Computers and the Collaborative Experience of Learning*. London: Routledge.

Dooly, M. (2008). Constructing knowledge together. In M. Dooly (ed.), *Telecollaborative Language Learning. A guidebook to moderating intercultural collaboration online*, (pp. 21-45). Bern, Switzerland: Peter Lang.

Littleton, K., & Light, P. (Eds.) (1999). *Learning with computers: Analyzing productive interactions*. London: Routledge.

Mataric, M. (2004). Robotics Education for All Ages. *Proceedings of AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education (March 22-24)*. Palo Alto, CA.

Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: A graph teaching experience. *Computers & Education*, 53(2), 330-342.

Papert, S. (1991). Situating Constructionism (Preface). In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism, Research reports and essays (1985-1990)* (pp. 1). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.