

Το Arduino ως παιδαγωγικό εργαλείο για την εκπαίδευση STEM σε μαθητές με προβλήματα ακοής

Τσιαστούδης Δημήτριος¹, Πολάτογλου Μ. Χαρίτων²
tsiastoudis@gmail.com, hariton@auth.gr

¹ Ειδικό Γυμνάσιο και Λύκειο Κωφών και Βαρήκων Πανοράματος, ΥΠΕΘ, Θεσσαλονίκη

² Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Οι σύγχρονες κοινωνίες υπόκεινται σε συνεχείς μετασχηματισμούς ετερογένειας πληθυσμού εντός ενός ραγδαία τεχνολογικά εξελισσόμενου περιβάλλοντος. Η εκπαίδευση για να ανταποκριθεί στον ρόλο της οδηγείται εξελικτικά στην ανάπτυξη νέων θεωριών μεθόδων και εργαλείων. Αυτό το νέο πρόσωπο της εκπαίδευσης μπορεί να βρει ευρεία εφαρμογή στην συνεκπαίδευση ατόμων με αναπηρία. Σε αυτήν την εργασία παρουσιάζεται ένας από τους επάλληλους κύκλους μίας έρευνας δράσης που διενεργήθηκε σε μια εκπαιδευτική διαδικασία αντικειμένων STEM που έδρασε στο Τμήμα Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης με γνώμονα την συμπεριληψη των Α.Μ.Ε.Α στην σχολική τάξη και κατ' επέκταση στο κοινωνικό σύνολο. Ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε εργαστηριακά το Arduino στα πλαίσια της «Robo-Τετάρτης» σε μια σειρά δηλαδή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων στα αντικείμενα των STEM, βασιζόμενη στις αρχές του εποικοδομητισμού, των κοινοτήτων μάθησης και της διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Απευθύνθηκε σε μια ετερογενή ομάδα μαθητών Γυμνασίου - Λυκείου εντός της οποίας βρίσκονταν και τρεις μαθητές με κώφωση. Εδώ παρουσιάζεται η 2η από τις 6 συνολικά παρεμβάσεις, οι περιορισμοί που τέθηκαν, οι αναγκαίες προσαρμογές που έγιναν αλλά και τα ευεργετικά αποτελέσματά στην κατάκτηση διαθεματικών δεξιοτήτων, στον τεχνολογικό εγγραμματισμό αλλά και την ενσωμάτωση των κωφών μαθητών στην μαθητική κοινότητα. Τέλος οι επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις υπέδειξαν έναν τρόπο εμπλουτισμού της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας με σύγχρονους ευρέως πλέον χρησιμοποιούμενους τεχνολογικούς όρους.

Λέξεις κλειδιά: Κωφοί, Arduino, STEM, Συμπεριληψη

Εισαγωγή

Ο όρος STEM είναι ένα αρκτικόλεξο που εντάσσει σε μία ομπρέλα τους ακαδημαϊκούς κλάδους των Φυσικών Επιστημών (Science), της Τεχνολογίας (Technology), της Μηχανικής (Engineering) και των Μαθηματικών (Mathematics). Αποτελεί μία εκπαιδευτική πολιτική που ξεκινά από το προσχολικό και καταλήγει στο μεταδιδακτορικό επίπεδο, εισάγοντας τα αντικείμενα της Τεχνολογίας και της Μηχανικής στα διακριτά πεδία των Φυσικών επιστημών και των Μαθηματικών όπως αυτήν την στιγμή διδάσκονται. Βασικός της στόχος είναι η βελτίωση της ανταγωνιστικότητας στον τομέα της επιστήμης και της τεχνολογικής ανάπτυξης ενώ φαίνεται ότι επηρεάζει άμεσα ή έμμεσα, την ανάπτυξη του εργατικού δυναμικού, θέματα εθνικής ασφάλειας, μεταναστευτικής πολιτικής κ.α. (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Η εκπαιδευτική πολιτική στον τομέα του STEM αποτελεί ένα παγκόσμιο ερώτημα. Οι Ηνωμένες Πολιτείες διακρίνοντας τις αλλαγές σε μια πλέον τεχνολογικά ωθούμενη παγκόσμια οικονομία μετέφεραν σημαντικά κονδύλια από χρηματοπιστωτικούς τομείς εκπαίδευσης σε αυτούς των STEM οδηγώντας πανεπιστήμια όπως το MIT και το CSU να επαναπροσδιορίσουν τα προγράμματα σπουδών τους προς ανάλογη κατεύθυνση.

(Gonzalez&Kuenzi, 2012). Σε αυτά τα πλαίσια δόθηκε σημαντική βαρύτητα σε προγράμματα όπως το EGFI (Engineering Go For It) όπου η έννοια Engineering συνδέεται με τον μηχανισμό χρήσης των γνώσεων των Επιστημών και των Μαθηματικών στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινότητας όπως και το InvenTeens όπου ζητείται από παιδιά Γυμνασίου να επινοήσουν λύσεις τεχνολογίας για καθημερινά προβλήματα. Με στόχο την ανάπτυξη των μακροοικονομικών μεγεθών αντίστοιχα προγράμματα αναπτύχθηκαν σε όλες τις ηπείρους. Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε το iSTEM στην Αυστραλία(English, Lyn, 2008), και αντίστοιχα προγράμματα στην Τουρκία, στο Κατάρ, στο Χονγκ Κονγκ(EDB, 2015)κ.α. Στην Ευρώπη υπάρχει πληθώρα αντίστοιχων προγραμμάτων που ωθούν τους νέους προς τις STEM με χαρακτηριστικότερο The Roberta-Goes-EU project το οποίο στόχευσε την αύξηση των μαθητριών που κατευθύνονται σε σχολές του STEM. (Leimbach, 2009)

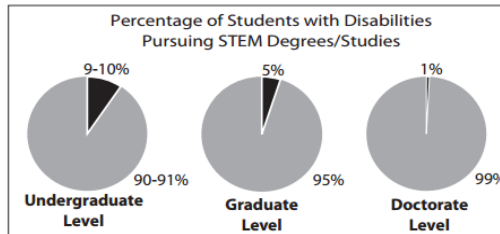
Η σχεδιαζόμενη διδασκαλία αποσκοπεί στην βελτίωση της θέσης των μαθητών με αναπηρία και ειδικότερα κώφωση στο περιβάλλον εκπαίδευσης STEM, ενώ η έρευνα δράσης που πραγματοποιείται παράλληλα την αξιολογεί και την εξελίσσει μέσα από επάλληλους κύκλους μιας σπειροειδούς διαδικασίας (McNiff, 1995).

Πηγή των ερωτημάτων αποτελεί η σύμβαση του ΟΗΕ για τα δικαιώματα των ατόμων με αναπηρία(UNESCO, 2007) που κυρώθηκε με τον Ν.4074/2012 από την Ελληνική κυβέρνηση και σύμφωνα με την οποία το εκπαιδευτικό μας σύστημα είναι υποχρεωμένο να «δημιουργήσει ίσες ευκαιρίες συμμετοχής και εκπαίδευσης σε περιβάλλοντα μάθησης που προάγουν την αποδοχή και τον σεβασμό ανάπηρων και μη μαθητών». Ομοίως ο στρατηγικός σχεδιασμός 2020 της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κατάρτιση και την εκπαίδευση υποδεικνύει την ανάδειξη εκπαιδευτικών πολιτικών που προάγουν συμπεριληπτικές πρακτικές και την δημιουργία ίσων ευκαιριών μάθησης και εκπαίδευσης σε ανάπηρους και μη μαθητές.

Οι προσπάθειες κάλυψης των άνοιγων ευκαιριών από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) περιλαμβάνουν κυρίως την ανάπτυξη προσβάσιμου εποπτικού υλικού για άτομα με αναπηρία. Σε ότι αφορά τις STEM στα πλαίσια ευρωπαϊκών προγραμμάτων έχουν καταστεί προσβάσιμα τα σχολικά εγχειρίδια Α΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού στα Μαθηματικά και την Μελέτη περιβάλλοντος Α΄-Δ΄ Δημοτικού (Χατζοπούλου κ.α., 2016). Σε παλιότερο έργο είχε αναπτυχθεί λογισμικό που παρουσιάζει στην Νοηματική Γλώσσα όρους της Χημείας στα πλαίσια της Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου.(ΙΕΠ, 2017).

Αν και η έρευνα της αποτελεσματικότητας των προσπαθειών σε εθνικό επίπεδο μένει να γίνει, τα αποτελέσματα διεθνών ερευνών δεν είναι θετικά. Ακόμα και σε εκπαιδευτικά συστήματα όπως αυτό των Ηνωμένων Πολιτειών με πολύ μεγαλύτερη παράδοση στην εκπαίδευση ατόμων με αναπηρία, στις εκπαιδευτικές δομές, στους πόρους, στην υλικοτεχνική υποδομή και σε ένα διευρυμένο σύνολο υποστηρικτικών ενεργειών, υπάρχουν σημαντικές αναντιστοιχίες μεταξύ του STEM εγγραμματισμού του γενικού μαθητικού πληθυσμού και των ατόμων με αναπηρία. Αυτή η αναντιστοιχία εν τέλει κατευθύνει και τον επαγγελματικό προσανατολισμό τους. Αυτές οι έρευνες έχουν υποδείξει ότι η παρουσία των ατόμων με αναπηρία μειώνεται συνεχώς κατά την εξέλιξη των τάξεων από το προσχολικό έως την μεταδιδακτορικό επίπεδο των μαθημάτων στις STEM. Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση πολλοί μαθητές δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν στις συνθήκες διδασκαλίας των STEM στην γενική τάξη με αποτέλεσμα να παρακολουθούν ειδικές τάξεις οι οποίες όμως δεν τους προετοιμάζουν επαρκώς για το πανεπιστημιακό επίπεδο. Το ποσοστό μειώνεται σε 11% σε προπτυχιακό επίπεδο ενώ 9-10% είναι το ποσοστό σε αντικείμενα που σχετίζονται με τις STEM. Μόνο 5% είναι το ποσοστό των πτυχιούχων σχολών που σχετίζονται με τις STEM

ενώ σε διδακτορικό επίπεδο το ποσοστό γίνεται πλέον 1% όπως φαίνεται στο Σχήμα 1 (Moon, 2012).



Σχήμα 1. Ποσοστά συμμετοχής ατόμων με μαθησιακές δυσκολίες (Moon, 2012).

Το 16% των μαθητών με κάποια μαθησιακή δυσκολία στο προπτυχιακό επίπεδο, αποτελείται από Κωφούς και Βαρήκοους μαθητές (Horn&Berkold, 1999).

Ο μετασχηματισμός μελλοντικά όλων των σχολικών εγχειριδίων ως πηγές πληροφοριών ώστε να είναι προσβάσιμες σε μαθητές με κώφωση είναι ικανός για να επιτύχει τις ίσες ευκαιρίες. Οι μαθητές χωρίς αισθητηριακές αδυναμίες έχουν πρόσβαση στις πηγές αλλά δεν έχουν ίσες ευκαιρίες. Σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες αναπτύσσουν την έννοια των «κοινοτήτων μάθησης» (Βυγκότσι, Λ. ,1998; Lave&Wenger, 1991; Wenger, 1999; Wenger&Snyder, 2000), όπου η μάθηση αποκτά κοινοτικές διαστάσεις. Εισάγεται η έννοια της συλλογικής γνώσης η οποία δεν κατέχεται από ένα άτομο εξ ολοκλήρου.

Κεντρικό ερευνητικό ερώτημα της παρούσας εργασίας είναι το αν μπορεί μια εκπαιδευτική διαδικασία που περιλαμβάνει την εμπλοκή κωφών μαθητών με ανοικτές τεχνολογίες (Arduino) να λειτουργήσει ευεργετικά για την αύξηση του ενδιαφέροντός τους για τα αντικείμενα των STEM. Περιφερειακό ερώτημα που επίσης ερευνάται είναι το αν η θεωρία των κοινοτήτων μάθησης μπορεί να στηρίξει μια τέτοια συμπεριληπτική εκπαιδευτική διαδικασία για τους κωφούς μαθητές καθιστώντας τους μέτοχους της συλλογικής γνώσης που αναπτύσσεται εντός της, ενισχύοντας την κοινωνικοποίησή τους .

Το Arduino είναι μια απλή μητρική ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους. Προγραμματίζεται με τη γλώσσα C++ ενώ χρησιμοποιεί και βιβλιοθήκες κατασκευασμένες στην ίδια γλώσσα. Πρωτοκατασκευάστηκε το 2005 ως συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές με βασικό στόχο το χαμηλό κόστος. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες ενώ τα διαγράμματα και οι πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμες για ιδιοκατασκευές.

Σκοπός της μεθοδολογίας που προτείνεται είναι μέσα από διαδραστικά δημιουργικά πειράματα που διεξάγονται σε ετερογενείς ομάδες, οι κωφοί μαθητές να γνωρίσουν από κοντά τις νέες τεχνολογίες, να ξεκινήσουν μια εμπλοκή με την διαδικασία σχεδιασμού και πραγματοποίησης επιστημονικών πειραμάτων, να επεξεργαστούν πειραματικά δεδομένα και να εξάγουν συμπεράσματα.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία έρευνας που ακολουθείτε είναι αυτή της έρευνας δράσης. Αφετηρία της αποτελεί η διεθνώς καταγεγραμμένη ελλιπής εμπλοκή των κωφών μαθητών με τα αντικείμενα των STEM. Τα στάδια που ακολουθούνται για την ανάπτυξη της είναι τα εξής:

- Το πρώτο βήμα της διαδικασίας είναι ο σχεδιασμός της δράσης σύμφωνα με τις προτεινόμενες θεωρίες μάθησης.
- Το δεύτερο βήμα αποτελείται από την ίδια την δράση δηλαδή την διενέργεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.
- Το τρίτο βήμα αποτελείται από την συλλογή δεδομένων μέσω παρατηρήσεων του εκπαιδευτικού και του επιβλέπων καθηγητή.
- Το τέταρτο και τελευταίο βήμα περιλαμβάνει τον αναστοχασμό πάνω στις παρατηρήσεις και τον σχεδιασμό της επόμενης παρέμβασης.

Τα παραπάνω βήματα επαναλαμβάνονται βελτιώνοντας συνεχώς την εκπαιδευτική διαδικασία (McNiff 1988).

Ο σχεδιασμός της δράσης προωθεί την διαθεματική προσέγγιση των STEM και βασιζεται στις αρχές του εποικοδομητισμού όπου η ενεργή συνδρομή των μαθητευόμενων οδηγεί στην οικοδόμηση της επικείμενης γνώσης με τον διδάσκοντα σε ρόλο διευκολυντή (Sanders, 2009). Σε συνδυασμό με την θεωρία των «κοινοτήτων μάθησης», προωθείται μια πολυδιάστατη μάθηση, όπου κάτοχος της είναι η κοινότητα ενώ συνδιαμορφώνεται από το άτομο. Εντός αυτής τα άτομα θέτουν ερωτήματα, αποδίδουν ερμηνείες, προτείνουν μηχανισμούς και αναστοχάζονται. Άλλωστε με την ανάπτυξη των μέσων επικοινωνίας στο σύγχρονο κόσμο η έννοια της συλλογικής γνώσης εμφανίζεται σε όλη της την διάσταση σε πραγματικό επίπεδο, με παρουσία των ατόμων στον ίδιο χώρο, αλλά και σε εικονικό επίπεδο στα μέσα «κοινωνικής δικτύωσης».

Ο προσδοκώμενος εγγραμματοςμός περιλαμβάνει τα παρακάτω πεδία:

- την ικανότητα χρήσης επιστημονικής γνώσης και διαδικασιών για την κατανόηση του φυσικού κόσμου, καθιστώντας έτσι δυνατή τη συμμετοχή σε συζητήσεις και αποφάσεις που τον επηρεάζουν.
- τη γνώση χρήσης των νέων τεχνολογιών, του μηχανισμού που έχουν αναπτυχθεί και το πώς επηρεάζουν εμάς, και τον κόσμο.
- την αναγνώριση ότι η τεχνολογία αναπτύχθηκε μέσω διαδικασιών μηχανικού σχεδιασμού που υλοποιήθηκαν σε διαθεματικά μαθήματα τύπου project.
- την ικανότητα των μαθητών να αναλύουν, να αιτιολογούν και να επικοινωνούν ιδέες αποτελεσματικά, καθώς θέτουν, διατυπώνουν και λύνουν αλλά και ερμηνεύουν λύσεις σε μαθηματικά προβλήματα ή πραγματικές καταστάσεις (HanoverResearch, 2012)

Στα πλαίσια ενός ολοκληρωμένου καθολικού σχεδιασμού για την μάθηση «Universal Design for Learning» (Izzo&Bauer, 2015), απαιτήθηκε και ο σχεδιασμός ενός κατάλληλου συμμετοχικού ανοικτού περιβάλλοντος διδασκαλίας. Έτσι σε αυτό το νοητικό σχήμα οι προσβάσιμες πηγές πληροφοριών αποτελούν μόνο τα σημεία ενώ το κατάλληλο συμμετοχικό, διαδραστικό, ανοικτό περιβάλλον μάθησης είναι αυτό που εμπνέει τις ατομικές ή συλλογικές διαδρομές πάνω σε αυτά. Αυτό το ανοικτό διαθεματικό περιβάλλον, είναι ο φορέας της δυνατότητας διαφοροποιημένης διδασκαλίας, που θα επιτρέψει σε μαθητές με ξεχωριστά προφίλ να αναπτύξουν επιπλέον δεξιότητες και έτσι να προσεγγίσουν την γνώση μέσα από προσωπικές διαδρομές της σκέψης (Hart, 1996). Άλλωστε μια διαφοροποιημένη διδασκαλία στην σύγχρονη ετερογενή σύνθεση της ευρωπαϊκής σχολικής αίθουσας, δεν μπορεί παρά να αποτελεί το ζητούμενο για την επιτυχή έκβαση της μαθησιακής πορείας μιας κοινότητας μάθησης. (Fox&Hoffman, 2011; Izzo&Bauer, 2015).

Μέσα από τις παραπάνω μεθοδολογικές επιλογές λήφθηκαν υπόψη, η δεδομένη απόκλιση στα προηγούμενα γνωστικά και συναισθηματικά σχήματα της ομάδας στόχου (εποικοδομισμός - διαφοροποιημένη διδασκαλία) αλλά και η ανάγκη για την δημιουργία ενός συμπεριληπτικού περιβάλλοντος (κοινότητες μάθησης-καθολικός σχεδιασμός).

Έτσι χρησιμοποιώντας την μέθοδο project ακολουθήθηκαν τα παρακάτω στάδια:

- Αναγνωριστικό στάδιο: κατά το οποίο δημιουργήθηκε η πρώτη οπτική παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Εξερευνητικό στάδιο : κατά το οποίο οι μαθητές έρχονται σε επαφή με το υλικό ερευνώντας τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών τμημάτων.
- Στάδιο Επεξεργασίας : Οι μαθητές επεξεργάζονται τις παραπάνω πληροφορίες και δρουν για την επίλυση πραγματικού προβλήματος που επέλεξαν.
- Στάδιο της Αξιολόγησης: Οι μαθητές ελέγχουν την αποτελεσματικότητα του έργου.
- Στάδιο της Γενίκευσης: Αναπτύσσουν μεταγνωστικές δεξιότητες.

Βήματα της δράσης

- Στο πρώτο βήμα δίνεται χρόνος για εξοικείωση των ομάδων με τον μικροεπεξεργαστή Arduino, των αισθητήρων και των υλικών συνδεσμολογίας. Το χαμηλό πλέον κόστος των υλικών, επιτρέπει την παροχή ολόκληρου σετ σε κάθε ομάδα, χωρίς τον φόβο της οικονομικής απώλειας από τυχόν λάθη στα πρώτα ανακαλυπτικά βήματα των λειτουργιών.
- Το κάθε σετ εξοικείωσης - επίδειξης μπορεί να περιέχει :
 - Arduinoboard R3 (Σχήμα 2)



Σχήμα 2. Arduinoboard

- Σετ υλικών συνδεσμολογίας αποτελούμενα από Breadboard, αντιστάτες διαφορετικής αντίστασης, led διαφορετικού χρώματος, διακόπτες κ.α.
- Παρουσιάστηκαν πολλά είδη αισθητήρων Εικ.3 εκ των οποίων έγινε ιδιαίτερη μνεία στα συχνά χρησιμοποιούμενα : μετρητής απόστασης υπερήχων, θερμοαντιστάτη, φωτοαντιστάτη, αλλά και μικρόφωνο, buzzer.



Σχήμα3. Αισθητήρες

- Τέλος παρουσιάζεται το ανοικτό περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών **Arduino Software (IDE)** που χρησιμοποιεί ο μικροεπεξεργαστής με επίδειξης της διαδικασίας σύνδεσης του με το board, χωρίς να γίνει ιδιαίτερη μνεία στην χρησιμοποιούμενη γλώσσα. Αντιθέτως, γίνεται μία συζήτηση στην ολομέλεια αλλά και εντός των ομάδων, για την ανοικτότητα ως τάση στην πληροφορική αλλά και φιλοσοφική στάση, ενώ οι μαθητές ενθαρρύνονται να ψάξουν μόνοι τους στο δίκτυο και να υποδείξουν έτοιμες ελεύθερες εφαρμογές της επιλογής τους.
- Στην συνέχεια, ζητείται από τις ομάδες να προτείνουν δυνατές χρήσεις στην καθημερινότητα για επιλεγμένο αισθητήρα.
- Οι απόψεις καταγράφονται εντός ομάδας και η κάθε ομάδα στο τέλος προτείνει τις εφαρμογές, επιχειρηματολογώντας γιατί οι δικές τους εφαρμογές είναι σημαντικές για την κοινωνία.
- Μετά από αιτιολογημένη ψηφοφορία των ομάδων, επικρατεί η εφαρμογή που θα πραγματοποιηθεί.
- Σχεδιάζεται το κύκλωμα στο χαρτί και στην συνέχεια το πραγματικό ηλεκτρονικό κύκλωμα.
- Δίνεται στους μαθητές ο αλγόριθμος και ζητείται η εγγραφή και η φόρτωση του στον μικροεπεξεργαστή.
- Ζητείται η εκτέλεση της εφαρμογής και ο έλεγχος της κάλυψης του σκοπού για τον οποίο πραγματοποιήθηκε.
- Ζητείται από τις ομάδες να τροποποιήσουν την εφαρμογή που τους δόθηκε.
- Γίνεται ανοικτή συζήτηση για πιθανές επεκτάσεις ή τροποποιήσεις της εφαρμογής που εκτελέστηκε στην παραπάνω διαδικασία.
- Γίνεται ανοικτή αξιολόγηση - ανασκόπηση των βημάτων της διαδικασίας από τους μαθητές με έμφαση, στη μέθοδο που ακολουθήθηκε, στη νέα γνώση που απέκτησαν, στη λειτουργία των ομάδων και της ολομέλειας.

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας συμπληρώνεται από τον εκπαιδευτικό υποστήριξης - ερευνητή αλλά και από τον επιβλέπων διευκολυντή ο πίνακας παρατηρήσεων που συντάχθηκε για την αντίστοιχη δράση.

Στο τελευταίο στάδιο του κάθε κύκλου της έρευνας γίνεται αναστοχασμός των αποτελεσμάτων των δύο πινάκων παρατήρησης αλλά και της ανοικτής αξιολόγησης της ολομέλειας. Έτσι εξάγονται συμπεράσματα μέσω τριγωνοποίησης και επανασχεδιασμός του κύκλου.

Αποτελέσματα

Μαθητές διαφόρων ηλικιών μεταξύ 14-18, σύστησαν μία ετερόκλητη ομάδα 24 ατόμων, εντός της οποίας περιλαμβάνονταν και μαθητές με αναπηρίες, μειωμένης όρασης και κώφωσης. Οι μαθητές χωριστήκαν σε ομάδες των τριών, δικής τους επιλογής. Η υπό παρακολούθηση ομάδα των τριών αγοριών κωφών μαθητών Γ Λυκείου, ηλικίας 17, 19 και 19 ετών, συγκρότησαν μία ομάδα με βοηθό τον ερευνητή-εκπαιδευτικό Φυσικών επιστημών της σχολικής τάξης τους, ο οποίος παρείχε διερμηνεία Νοηματικής γλώσσας όποτε θεωρήθηκε απαραίτητο, με βασικό άξονα την παροχή κυρίως υποστηρικτικού ρόλου.

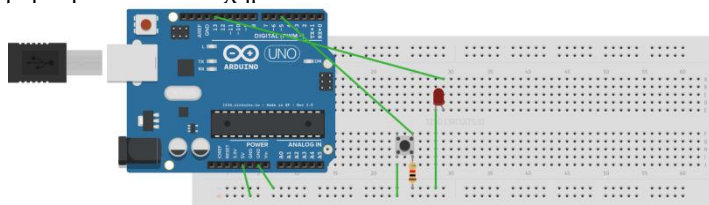
Μετά τον πρώτο κύκλο της έρευνας δράσης κρίθηκε απαραίτητη η προσθήκη μιας λεξιλογικής προετοιμασίας των μαθητών. Έτσι πριν από την εργαστηριακή διαδικασία, η ομάδα των κωφών μαθητών συνεδρίασε μαζί με τον εκπαιδευτικό υποστήριξης, με σκοπό την ανάπτυξη κοινά συμφωνημένου λεξιλογίου σε μη υπάρχοντες νοηματικούς όρους, ώστε

να ξεπεραστούν χρονικά εμπόδια κατά τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων στην ολομέλεια. Στην διάρκεια αυτής της συνάντησης, διερευνήθηκαν οι προγενέστερες γνώσεις στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Έννοιες όπως το ηλεκτρικό ρεύμα, κύκλωμα, η τάση, η αντίσταση, ο πυκνωτής, ο μικροεπεξεργαστής κ.α., ταυτολογήθηκαν είτε μέσω της Ελληνικής Νοηματικής Γλώσσας ENΓ (Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής www.prosvasimo.gr), είτε μέσω της British Sign Language BSL από την ιστοσελίδα <http://www.signbsl.com/>. Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι γενικότερα τόσο εξειδικευμένα λήμματα, απουσιάζουν από τις επίσημες πηγές αρκετών γλωσσών. Όταν κάποιο λήμμα δεν βρισκόταν, οι μαθητές πρότειναν κάποιο που θεωρούσαν αντιπροσωπευτικό της έννοιας.

Μετά την παρουσίαση των υλικών, κατά την προτεινόμενη διαδικασία, προτιμήθηκε ο αισθητήρας επαφής και χρησιμοποιήθηκε ένας διακόπτης τεσσάρων επαφών. Αντιστοίχα, ως μετρούμενη μεταβλητή ορίστηκε ο χρόνος, που μπορεί να μετρηθεί από τον ίδιο τον μικροεπεξεργαστή χωρίς πρόσθετα υλικά σύνδεσης.

Συζητήθηκαν οι πιθανές χρήσεις και προτάθηκαν διάφορες εφαρμογές όπως του συναγερμού, μέτρηση του χρόνου αντίδρασης σε αντιληπτικό ερέθισμα.

Επιλέχθηκε η μέτρηση του χρόνου αντίδρασης σε αντιληπτικό ερέθισμα, ως δυνατή εφαρμογή με λίγα υλικά συνδεομολογίας. Η ομάδα των κωφών μαθητών, επέλεξε την μέτρηση του χρόνου αντίδρασης σε οπτικό ερέθισμα. Το σχήμα του κυκλώματος που πραγματοποιήθηκε φαίνεται στο Σχήμα 4.



Σχήμα 4. Πραγματοποιούμενο κύκλωμα.

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο η διαδικασία περιλαμβάνει τρία κυρίως βήματα. Κατά την εκκίνηση του προγράμματος το led ανάβει για μισό δευτερόλεπτο, ορίζοντας την εκκίνηση της διαδικασίας. Στη συνέχεια και σε τυχαία χρονική στιγμή μεταξύ του επόμενου 1^{ου} και 4^{ου} δευτερολέπτου, ανάβει ξανά. Ο χρόνος που μεσολαβεί έως το πάτημα του διακόπτη, καταγράφεται από τον επεξεργαστή και δίνεται στην έξοδο.

Ο κάθε μαθητής δοκίμασε τον μηχανισμό και τα αντανακλαστικά του συνολικά τριάντα φορές εντός της ομάδας του, ενώ οι μετρήσεις εξήχθησαν με την χρήση του λογισμικού.

Κατά την επεξεργασία των δεδομένων, βρέθηκε ο καλύτερος χρόνος εντός της ομάδας αλλά και μεταξύ των ομάδων που υπέδειξε και την καλύτερη αντίδραση. Υπολογίστηκε επίσης ο μέσος χρόνος αντίδρασης κάθε χρήστη αλλά και κάθε ομάδας.

Έγινε γραφική παράσταση σε ομαδοποιημένα δεδομένα χρόνων αντίδρασης και παρατηρήθηκε η προσέγγιση στην κανονική κατανομή γύρω από μία μέση τιμή Εικ.5. Συζητήθηκε η ταυτότητα της εικόνας των περισσότερων μελών και έγινε προέκταση σε άλλες

Ειδικότερα, η λεξιλογική προετοιμασία ήταν απαραίτητη εξαιτίας των χρονικών περιορισμών, που εκ των πραγμάτων υπάρχουν. Η εμπλοκή τους ωστόσο ήταν πλήρης, ολοκληρωμένη και οδήγησε στην επίτευξη πληθώρας στόχων. Η πραγματοποίησή τους πιστοποιήθηκε από τα αποτελέσματα των διαδικασιών που ακολούθησε η ξεχωριστή ομάδα τους, από προσωπικές συνεντεύξεις αλλά και από τους πίνακες παρατήρησης του εκπαιδευτικού υποστήριξης και του επιβλέπων καθηγητή. Ειδικότερα οι μαθητές:

- Συμμετείχαν ενεργά στη διαδικασία προτάσεων για πιθανές χρήσεις των αισθητήρων.
- Σχεδίασαν σωστά στο χαρτί και με χρήση πραγματικών ηλεκτρικών εξαρτημάτων, το κύκλωμα που ζητήθηκε.
- Αναγνώρισαν και επιδιόρθωσαν τις αστοχίες όταν υπήρχαν.
- Ερμήνευσαν τη δημιουργία των αστοχιών αλλά και την επιτυχία της διαδικασίας επίτευξης του στόχου.
- Γενίκευσαν, αναγνωρίζοντας στην καθημερινότητά τους ανάλογες συσκευές και ανέπτυξαν ευφάνταστες ιδέες για τις πιθανές μελλοντικές χρήσεις της συγκεκριμένης συνδεσμολογίας.
- Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χρόνοι αντίδρασης των κωφών μαθητών όχι μόνο δεν υπολείπονταν αλλά ήταν και καλύτεροι από τον μέσο όρο των υπολοίπων μαθητών, γεγονός που ενδυνάμωσε την αυτοπεποίθησή τους
- Ολοκλήρωσαν την διαδικασία στα ίδια χρονικά πλαίσια με τους υπόλοιπους μαθητές, με μοναδική υποστήριξη την διερμηνεία των οδηγιών που δόθηκαν στην Ε.Ν.Γ.
- Οι συνομιλίες μεταξύ των ακουόντων μαθητών διεξάγονται με μερική δυσκολία αλλά πλέον χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού υποστήριξης.
- Ανέπτυξαν εξειδικευμένο (STEM) λεξιλόγιο στην φυσική τους γλώσσα, δηλ την Ε.Ν.Γ.

Ο τελευταίος στόχος δείχνει και μία από τις αδυναμίες που υπάρχουν στην εκπαίδευση κωφών νοηματιστών στα αντικείμενα των STEM. Η απουσία εξειδικευμένων όρων, δείχνει την επιφανειακή γνώση που περιέχει γενικότητες και δε διαχωρίζει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά εννοιών αλλά και τεχνολογικών αντικειμένων που πλέον κατακλύζουν τη ζωή μας. Μάρτυρας των παραπάνω, είναι το γεγονός ότι στο περιβάλλον που περιγράφηκε νωρίτερα, όχι μόνο αισθάνθηκαν ικανά μέλη αλλά οι ίδιοι μαθητές παρήγαγαν γνώση. Με την έννοια ότι το Arduino και οι εφαρμογές που μπορούν να δημιουργηθούν, κέρδισαν το ενδιαφέρον τους σε τέτοιο βαθμό, ώστε να ορίζουν αυθόρμητα και να εμπλουτίζουν οι ίδιοι συνεχώς το λεξιλόγιο που κατείχαν, για να ανταποκριθούν στις ανάγκες επικοινωνίας εντός της δραστηριότητας. Αν και οι στόχοι είχαν συμπεριληπτικό χαρακτήρα, μέσα από την εργασία φάνηκε ότι η ίδια η κοινότητα των Κωφών μπορεί να αποτελέσει μία «κοινότητα μάθησης». Με αυτή την έννοια, η παραπάνω μεθοδολογία μπορεί να βρει εφαρμογή σε ομίλους σχολείων εξυπηρετώντας έτσι και συμπεριληπτικούς στόχους, αλλά και σε τμήμα ειδικού σχολείου που αποτελείται μόνο από κωφούς μαθητές, καθώς η επίτευξη των γνωστικών στόχων θα συμβάλει στην συμπεριληψη τους σε μια ραγδαία αναπτυσσόμενη τεχνολογικά κοινωνία.

Οι παρατηρήσεις έδειξαν ότι η εμπλοκή με τα αντικείμενα των STEM με την παραπάνω μέθοδο ήταν ένα έναυσμα για τη δημιουργία του εξειδικευμένου λεξιλογίου που βοήθησε στον εμπλουτισμό των νοητικών σχημάτων των μαθητών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι σύγχρονες παιδαγωγικές θεωρίες του εποικοδομισμού και των κοινοτήτων μάθησης, σε συνδυασμό με τις απεριόριστες δυνατότητες μετατροπών αλλά και το χαμηλό κόστος του

επεξεργαστή Arduino, μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά εργαλεία για την απαραίτητη αφόρμηση σε μια διαφοροποιημένη μεν αλλά συμπεριληπτική εκπαιδευτική διαδικασία των STEM.

Αναφορές

- E.D.B. Promotion of STEM Education. Retrieved January 10, 2017 [http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/Brief%20on%20STEM%20\(Overview\)_eng_20151105.pdf](http://www.edb.gov.hk/attachment/en/curriculum-development/renewal/Brief%20on%20STEM%20(Overview)_eng_20151105.pdf)
- English, Lyn D. (2008). Interdisciplinary problem solving : a focus on engineering experiences. In Goos, Merrilyn, Brown, Ray, & Makar, Katie (Eds.) *Mathematics Education Research Group of Australia Conference*, 28 June - 1 July, Brisbane, Qld, Australia.
- Fox, J., & Hoffman, W. (2011). *The differentiated instruction book of lists*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Hanover Research. (2012). *Best Practices in Elementary STEM Programs.*, Retrieved January 10, 2017 from :https://s3.amazonaws.com/com.appolearning.files/production/uploads/uploaded_file/36316450-42ea-48e1-b948-9c5e5231f6d9/STEM.pdf
- Hart, S. (ed) (1996). *Differentiation and the secondary curriculum: debates and dilemmas*. London: Routledge
- H. B. Gonzalez & J. J. Kuenzi , (2012), Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer. *Congressional Research Service. CRS Report for Congress*. Retrieved January 10, 2017 from : <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>
- Horn, L., & Berkold, J. (1999). *Students with disabilities in postsecondary education: A profile of preparation, participation, and outcomes*. Washington, DC: National Center for Education Statistics. Retrieved 11 January, 2017 from <http://nces.ed.gov/pubs99/1999187.pdf>
- Izzo, M. V., & Bauer, W. M. (2015). Universal design for learning: Enhancing achievement and employment of STEM students with disabilities. *Universal Access in the Information Society*, 14(1)
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University of Cambridge Press.
- Leimbach T. (2009) *Roberta goes EU. Final activity report (Project No. 020778)*. Fraunhofer IAIS Retrieved 10 January, 2017 from http://cordis.europa.eu/docs/publications/1217/121790351-6_en.pdf
- Moon, N. W., Todd, R. L., Morton, D. L., & Ivey, E. (2012). *Accommodating students with disabilities in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): Findings from research and practice for middle grades through university education*. Atlanta: Center for Assistive Technology and Environmental Access, College of Architecture, Georgia Institute of Technology. Retrieved from: <http://www.catea.gatech.edu/scitrain/accommodating.pdf>.
- McNiff, J. (1988). *Action Research: Principles and Practice*. London: McMillan Education Ltd
- McNiff, J. (1995). *Teaching as Learning: an Action Research Approach*. London: Routledge
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. Retrieved January 10, 2017, from : http://esdstem.pbworks.com/f/TTT+STEM+Article_1.pdf
- The Council of the European Union (CEU) (2009). Strategic framework for European cooperation in education and training ('ET 2020'). Retrieved January 10, 2017 from : [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52009XG0528\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52009XG0528(01))
- UNESCO (2007). Convention on the Rights of Persons with Disabilities. Retrieved January 10, 2017, from: <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf>
- Wenger, E. (1999). *Communities of Practice. Learning, meaning and identity*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wenger, E., & Snyder, W. (2000). Learning in Communities. *LINEZine*, Retrieved January 10, 2017 from : <http://www.linezine.com/1/features/ewwslc.htm>
- Βογκότσι, Α. (1998). *Ο νους στην κοινωνία*. (μτφρ. Α. Μπίμπου), Αθήνα: Gutenberg.
- Ι.Ε.Π. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Retrieved January 10, 2017 from : www.prosvasimo.gr
- Χατζοπούλου Μ., Καλογρίδη Β., Καρίμη Σ., Ίσαρη Σ. (χ.χ.) *Σχεδιασμός και ανάπτυξη προσβάσιμου εκπαιδευτικού και εποπτικού υλικού για κωφούς και βαρήκοους μαθητές*, 2016 Retrieved January 10, 2017 from: <http://www.ekedisy.gr/wp-content/uploads/2016/11/Τόμος-γ.pdf>