

EDUCATIONNEXT



ARINELA
KOCIKO

2ο Τεύχος
Σεπτέμβριος 2019
<http://educationnext.gr/>

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ*Σε συνεχή επαύξηση*

Δάρρα Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου

Ζάχος Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής Παιδαγωγικής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ.

Μητροπούλου Βασιλική, Καθηγήτρια στο Τμήμα Θεολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Εργαστήριο Παιδαγωγικής)

Ροφούζου Αιμιλία, Επίκουρη Καθηγήτρια Γερμανικής Γλώσσας και Φιλολογίας στη Σχολή Ναυτικών Δοκίμων

Τσολακίδης Κώστας, Ομότιμος Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου, με αντικείμενο την Πληροφορική και τις Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση

Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Πίνακας Περιεχομένων

Σελ. 7	Συνέντευξη του καθηγητή Παιδικής Λογοτεχνίας, John Stephens, στην Ευαγγελία Μουλά
Σελ. 31	Interview with Evangelia Stephens
Σελ. 47	Αυτοματοποιημένη ανάκληση αριθμητικών γεγονότων, κατά την εκτέλεση των αλγόριθμων της Αριθμητικής. Μια «δυναστευτική» πραγματολογική γνώση.
Σελ. 63	Χρησιμοποιώντας Makey-Makey για τη διδασκαλία στοιχείων του ηλεκτρισμού σε μαθητές δημοτικού. Αποτελέσματα από την πρώτη φάση ερευνητικού προγράμματος
Σελ. 80	Από τα παιχνίδια εναλλακτικής πραγματικότητας στη φιλιαναγνωσία. Ερευνητικά αποτελέσματα της εφαρμογής τον μετασχηματισμού νεανικού μυθιστορήματος σε Παιχνίδι Εναλλακτικής Πραγματικότητας
Σελ. 112	Ερωτόκριτος, ένα παράδειγμα διαμεσικής και πολυτροπικής αφήγησης
Σελ. 123	Η «Γραμματική» τον σχολείου στις «οικονομίες της γνώσης»
Σελ. 131	Literature on the Internet Virtual Ethnography and Teaching Utilisation
Σελ. 147	Η διαφοροποίηση και η διαφοροποιημένη διδασκαλία στο μάθημα της Φυσικής Αγωγής
Σελ. 159	Η χρήση της πλατφόρμας App Inventor στις εκπαιδευτικές διεργασίες
Σελ. 173	Ευρωπαϊκά Προγράμματα. Σχεδιασμός δραστηριότητας στο πλαίσιο του προγράμματος Erasmus+ Comenius από ομάδα εκπαιδευτικών
Σελ. 186	Πρόταση για κύκλο επιμορφωτικών δράσεων εκπαιδευτικών που διδάσκουν μαθήματα στην ειδικότητα Μηχανικού Εμπορικού Ναυτικού (Μ.Ε.Ν) του Ναυτιλιακού Τομέα των ΕΠΑ.Λ. και τα οποία εμπεριέχουν χρήση λογισμικών προσομοίωσης.

Χρησιμοποιώντας Makey-Makey για τη διδασκαλία στοιχείων του ηλεκτρισμού σε μαθητές δημοτικού. Αποτελέσματα από την πρώτη φάση ερευνητικού προγράμματος

*Παπουτσή Αλεξάνδρα, Εκπαιδευτικός Π.Ε.70, nikolriz@sch.gr
Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής, Πανεπιστήμιο Αιγαίου,
fokides@aegean.gr*

Περίληψη

Ο ηλεκτρισμός και οι έννοιες που σχετίζονται με αυτόν, δυσκολεύουν ιδιαίτερα τους μαθητές του δημοτικού. Το Makey-Makey, μια συσκευή που εντάσσεται στην κατηγορία των απτών συσκευών/διεπαφών, πιθανώς να προσφέρει λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Για να ελεγχθεί αυτό, υλοποιείται ένα ερευνητικό πρόγραμμα, η πρώτη φάση του οποίου εξέτασε την αποτελεσματικότητά του κυρίως σε επίπεδο δηλωτικών γνώσεων. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα αυτής της φάσης. Ομάδα στόχος ήταν 40 μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού, χωρισμένων σε δύο ομάδες. Η πρώτη διδάχθηκε χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά για την κατασκευή κυκλωμάτων, ενώ η δεύτερη διδάχθηκε με το Makey-Makey. Φύλλα αξιολόγησης και ένα σύντομο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι η ομάδα μαθητών που χρησιμοποίησε το Makey-Makey ξεπέρασε τους μαθητές της άλλης ομάδας. Με βάση αυτό, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι μαθητές ανέπτυξαν μια στέρεη βάση δηλωτικών γνώσεων σχετικά με τον ηλεκτρισμό. Σημαντικές διαφορές εντοπίστηκαν επίσης στη διασκέδαση και στην παροχή κινήτρων για μάθηση.

Λέξεις-Κλειδιά: ηλεκτρισμός, μαθητές δημοτικού, πειράματα, Makey-Makey

Εισαγωγή

Η διδασκαλία σχεδόν όλων των μαθημάτων που αφορούν τις θετικές επιστήμες συναντά προβλήματα σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, με αποτέλεσμα οι επιδόσεις των μαθητών να είναι χαμηλές (Forsthuber, Motiejunaite, & de Almeida-Coutinho, 2011). Κάτι τέτοιο ισχύει και για τον ηλεκτρισμό. Όπως θα παρουσιαστεί στην επόμενη ενότητα, φαίνεται πως δεν υπάρχει ούτε μία έννοια που να σχετίζεται με αυτό το γνωστικό αντικείμενο που να μην προκαλεί προβλήματα σε μαθητές και ενήλικες (ενδεικτικά, Lee, 2007· Peşman & Eryilmaz, 2010). Δεδομένου ότι πρόσφατες έρευνες δεν δείχνουν κάποια εξομάλυνση του προβλήματος (Zacharia & de Jong, 2014· Ramnarain & Moosa, 2017), εύκολα συμπεραίνεται ότι επείγει η εξεύρεση λύσεων.

Η επίδραση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι αδιαμφισβήτητη και προσφέρει ενδιαφέρουσες λύσεις στην αντιμετώπιση μεγάλου αριθμού προβλημάτων. Μια σχετικά πρόσφατη τεχνολογία, με πολλά υποσχόμενο εκπαιδευτικό δυναμικό, περιγράφεται με τον όρο "απτές διεπαφές χρήστη" (tangible user interfaces, ΑΔΧ). Εν ολίγοις, οι ΑΔΧ είναι συσκευές/διεπαφές οι οποίες επιτρέπουν στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με ψηφιακές πληροφορίες μέσω της χειραγώγησης φυσικών αντικείμενων (Ishii, 2008). Στην

κατηγορία των ΑΔΧ ανήκει το Makey-Makey, που ήδη χρησιμοποιείται εκτεταμένα στην εκπαίδευση (ενδεικτικά, Abrahams, 2018·Barrios, Becerra, Páucar, &Mendoza, 2018). Όμως, παρά τις ποικίλες εκπαιδευτικές εφαρμογές του Makey-Makey, η βιβλιογραφία αναφορικά με τη χρήση του στη διδασκαλία θεμάτων που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό είναι εξαιρετικά περιορισμένη.

Έχοντας κατά νου τα παραπάνω, σχεδιάστηκε και υλοποιείται ένα ερευνητικό πρόγραμμα, που ο βασικός του στόχος είναι να απαντήσει στο κατά πόσο το Makey-Makey είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού. Όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω, οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα αναφορικά με τον ηλεκτρισμό τόσο σε επίπεδο κατανόησης/ορισμού βασικών εννοιών όσο και σε επίπεδο αξιοποίησης των γνώσεών τους σε παρόμοιες ή διαφορετικές καταστάσεις. Παράλληλα, η εννοιολογική αλλαγή είναι απολύτως απαραίτητη, μιας και οι λανθασμένες αντιλήψεις-αναπαραστάσεις τους για το συγκεκριμένο θέμα είναι πάρα πολλές. Κατά συνέπεια, το πρόγραμμα υλοποιείται σε τρεις φάσεις, με την πρώτη να εξετάζει το κατά πόσο το Makey-Makey μπορεί να βοηθήσει σε επίπεδο δηλωτικών γνώσεων, η δεύτερη εστιάζει στις διαδικαστικές και λειτουργικές γνώσεις και η τρίτη στοχεύει στην αντιμετώπιση των αναπαραστάσεων των μαθητών για τον ηλεκτρισμό. Στην παρούσα χρονική στιγμή έχει ολοκληρωθεί η πρώτη φάση του προγράμματος, τα αποτελέσματα της οποίας παρουσιάζονται στις ενότητες που ακολουθούν.

Ο ηλεκτρισμός ως γνωστικό αντικείμενο

Η έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό μετρά ήδη πάνω από τέσσερις δεκαετίες. Το βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, είναι ότι οι μαθητές και οι ενήλικες αντιμετωπίζουν πληθώρα προβλημάτων. Μάλιστα, οι ερευνητές συστηματοποίησαν αυτά τα προβλήματα κατατάσσοντάς τα σε μοντέλα. Για παράδειγμα, τα πολύ μικρά παιδιά (μαθητές νηπιαγωγείου), αντιλαμβάνονται το ρεύμα ως κάτι στατικό μέσα στα καλώδια (Solomonidou&Kakana, 2000). Αργότερα, σε κάπως μεγαλύτερη ηλικία, εμφανίζεται η ταύτιση του ρεύματος με κάποια μορφή υγρού. Έτσι, το ρεύμα ξεκινά από την πηγή, ρέει σαν νερό μέσα από τα καλώδια και καταλήγει ξανά στην πηγή όπου και χάνεται (μοντέλο πηγής και νεροχύτη) (Peşman&Eryilmaz, 2010). Στην ουσία, αυτό το μοντέλο περιγράφει την αδυναμία των παιδιών να κατανοήσουν την ηλεκτρική πηγή ως πηγή διαφοράς δυναμικού, καταφεύγοντας στην αντίληψη ότι, για παράδειγμα, οι μπαταρίες είναι είτε δοχεία είτε πηγές ηλεκτρικού ρεύματος.

Στις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού κυριαρχούν άλλα μοντέλα. Ένα από αυτά, το μοντέλο της εξασθένισης, περιγράφει την αντίληψη πως το ηλεκτρικό ρεύμα χάνει την "δύναμή" του καθώς διατρέχει ένα κύκλωμα (McDermott&Shaffer, 1992). Έτσι, οι μαθητές πιστεύουν πως όσο πιο κοντά σε μια μπαταρία είναι τοποθετημένος ένας λαμπτήρας τόσο περισσότερο αυτός θα φωτίσει. Στο ίδιο μοντέλο εντάσσεται και η αντίληψη ότι η "ποσότητα" του ηλεκτρικού ρεύματος που θα επιστρέψει στην πηγή θα είναι

λιγότερη εφόσον αυτό θα "καταναλωθεί" από τις συσκευές. Ένα άλλο μοντέλο είναι το μονοπολικό, η αντίληψη δηλαδή ότι ένα καλώδιο είναι αρκετό για την παροχή ρεύματος σε μια συσκευή (Reşman&Eryilmaz, 2010). Σε αυτή την περίπτωση, οι μαθητές είτε δεν μπορούν να εξηγήσουν την αναγκαιότητα ύπαρξης του δεύτερου καλωδίου είτε απλά πιστεύουν ότι αυτό δεν διατρέχεται από ρεύμα.

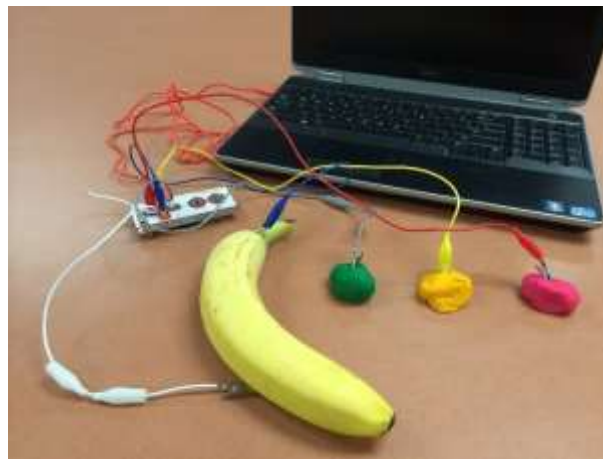
Τα κατά σειρά και παράλληλα κυκλώματα επίσης προκαλούν προβλήματα, γιατί οι μαθητές θεωρούν ότι το ρεύμα μοιράζεται στις συσκευές (Shipstone, 1984). Ενδεικτικά, σε ένα κατά σειρά κύκλωμα, είναι κοινή η αντίληψη ότι το ρεύμα, ξεκινώντας ταυτόχρονα από τους δύο πόλους μιας πηγής, θα συγκρουστεί διαδοχικά μέσα στις συσκευές και έτσι η ηλεκτρική "ύλη" θα μετατραπεί σε ενέργεια (μοντέλο του συγκρουόμενου ρεύματος) (Shipstone, 1984). Προβληματική είναι και η κατανόηση της αγωγιμότητας. Έτσι, κακοί αγωγοί ρεύματος θεωρούνται τα υλικά από τα οποία κάποιος δεν κινδυνεύει από ηλεκτροπληξία, ενώ οι καλοί αγωγοί γενικά περιγράφονται ως υλικά που επιτρέπουν τη ροή του ρεύματος (Azaiza, Bar, &Galili, 2006).

Τα προβλήματα δεν ξεπερνιούνται ακόμα και στο γυμνάσιο. Για παράδειγμα, ενώ οι μαθητές αντιλαμβάνονται πια ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι κίνηση σωματιδίων, δυσκολεύονται να κατανοήσουν πως αυτή η κίνηση γίνεται στο εξωτερικό και όχι στο εσωτερικό μέρος του αγωγού ή, ακόμα χειρότερα, μπερδεύουν τα ηλεκτρόνια με τα πρωτόνια και τα νετρόνια (ή αναφέρονται αόριστα σε σωματίδια) (Azaizaetal., 2006). Ορισμένα προβλήματα επιμένουν και στην ενηλικίωση, ακόμα και όσον αφορά απλές και βασικές έννοιες. Για παράδειγμα, φοιτητές δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν τον νόμο του Ohm, ακόμη και αν είχαν τις απαιτούμενες μαθηματικές δεξιότητες για την επίλυση σχετικών προβλημάτων (McDermott, 1991). Τέλος, και αυτό αποτελεί ένα δυσάρεστο στοιχείο, το μοντέλο του συγκρουόμενου ρεύματος παρατηρήθηκε ακόμη και σε εκπαιδευτικούς (Lee, 2007).

Αρκετοί λόγοι μπορεί να ευθύνονται για τα παραπάνω προβλήματα. Πολλοί υποστηρίζουν πως οι πρότερες γνώσεις και οι αναπαραστάσεις των μαθητών (με δεδομένη τη δυσκολία τροποποίησής τους) είναι η βασική αιτία των προβλημάτων (Azaiza etal., 2006· Reşman & Eryilmaz, 2010· Shipstone, 1984). Όμως, άλλοι υποστήριξαν ότι στην πραγματικότητα οι μαθητές έρχονται στο σχολείο με ελάχιστες γνώσεις για τον ηλεκτρισμό, καταλήγοντας στο ότι το πρόβλημα έγκειται στα σχολικά εγχειρίδια και στον τρόπο που διδάσκονται οι μαθητές (Maharaj-Sharma, 2011). Κατά άλλους, τα περισσότερα προβλήματα οφείλονται στο ότι ο ηλεκτρισμός και τα ηλεκτρικά φαινόμενα είναι αόρατα. Δύσκολα ένας μαθητής μπορεί να φανταστεί, να αντιληφθεί και να κατανοήσει τη ροή του ηλεκτρικού φορτίου απλά και μόνο βλέποντας έναν λαμπτήρα να ανάβει (Charman, 2014). Σε κάθε περίπτωση, η αδυναμία των μαθητών να κατανοήσουν και να ορίσουν με ακρίβεια βασικές έννοιες, ασφαλώς και αποτελεί μείζον θέμα. Πέρα από τις αρνητικές συνέπειες σε επίπεδο επιδόσεων, η αδυναμία να κατανοήσουν κάποιες αρχικές έννοιες οδηγεί σε αδυναμία κατανόησης πιο σύνθετων εννοιών, ξεκινώντας έτσι ένα ντόμινο προβλημάτων.

Makey-Makey

Το Makey-Makey είναι μια συσκευή που συνδέεται εύκολα με οποιονδήποτε υπολογιστή μέσω μιας θύρας USB και δεν απαιτεί πρόσθετο λογισμικό ή προγράμματα οδήγησης (Εικόνα 1). Με τα παρεχόμενα καλώδια, μπορεί να συνδεθεί με αγωγίμα υλικά/αντικείμενα και να φτιαχτούν έτσι, πολλαπλά κλειστά κυκλώματα. Λόγω των ειδικών αντιστάσεων που χρησιμοποιεί (22MΩ pull-upresistors), μπορεί να κλείσει ένα κύκλωμα ακόμη και αν η αγωγιμότητα των υλικών είναι πολύ χαμηλή (όπως, για παράδειγμα, δέρμα, φύλλα και τρόφιμα). Όταν κλείσει ένα κύκλωμα, αυτό μεταφράζεται αυτόματα σε πάτημα ενός πλήκτρου είτε στο ποντίκι είτε στο πληκτρολόγιο, που, με τη σειρά του, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εντολή εισόδου από οποιοδήποτε λογισμικό. Ως αποτέλεσμα, κάθε υλικό που μπορεί να άγει ακόμη και το ελάχιστο ηλεκτρικό ρεύμα, μετατρέπεται σε συσκευή εισόδου, σε μία AΔΧ (Collective&Shaw, 2012).



Εικόνα 1. Το Makey-Makey

Το θεωρητικό πλαίσιο που στηρίζει τις εκπαιδευτικές χρήσεις του Makey-Makey, κατά ένα μέρος, προέρχεται από τις απόψεις του Papert (1980), ο οποίος υποστήριξε πως η ενεργός εμπλοκή των μαθητών στην κατασκευή αντικειμένων προωθεί τη μάθηση. Επεκτείνοντας αυτή την ιδέα, η θεωρία της ενσώματης γνώσης (Embodied Cognition theory) πρότεινε ότι όταν τα άτομα ασχολούνται με απτά αντικείμενα, υπάρχει επίπτωση στον τρόπο που σκέφτονται για αυτά· δραστηριότητες και διεργασίες που πραγματοποιούνται με το σώμα παρέχουν το εννοιολογικό θεμέλιο πάνω στο οποίο δημιουργείται νέα γνώση (Lindgren, Tscholl, Wang, & Johnson, 2016). Αυτό γιατί η σωματική αλληλεπίδραση με αντικείμενα, εμπλέκει τους μαθητές σε αυθεντικές δραστηριότητες, αυξάνει την εμπλοκή τους με το γνωστικό αντικείμενο και τους βοηθά να δημιουργήσουν νοητικές αναπαραστάσεις εννοιών ακόμα και όταν αυτές είναι αφηρημένες (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Θετικές επιπτώσεις έχουν καταγραφεί στις συνεργατικές δεξιότητες (Johnson, Shum, Rogers, & Marquardt, 2016), στη διατήρηση και μεταφορά γνώσεων, καθώς και στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Carbonneau, Marley, & Selig, 2013).

Κάνοντας πράξη τα παραπάνω, το Makey-Makey έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλές περιπτώσεις, κυρίως στα πλαίσια σχολικών έργων, αλλά και στα πλαίσια ερευνητικών προσπαθειών, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα ομάδων-στόχων και γνωστικών αντικειμένων. Για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκε από άτομα της τρίτης ηλικίας για τη δημιουργία μουσικής με καθημερινά αντικείμενα (Rogers, Raay, Brereton, Vaisutis, Marsden, & Vetere, 2014), αλλά και από νήπια για καλλιτεχνική έκφραση (Chen, Yip, Rosner, & Hiniker, 2019). Η χρήση του παράλληλα με κάποια απλή γλώσσα προγραμματισμού (όπως το Scratch) για την εκμάθηση προγραμματισμού είναι αρκετά συνηθισμένη (ενδεικτικά, Lee, Kafai, Vasudevan, & Davis, 2014· Vasudevan, Kafai, Lee, & Davis, 2013). Το ίδιο ισχύει και για τις τέχνες/μουσική (Abrahams, 2018) και τα μαθηματικά (Barriosetal., 2018). Οι εκπαιδευτικοί επωφελήθηκαν επίσης καθώς και ανέπτυξαν δεξιότητες στη χρήση της τεχνολογίας (Scaradozzi, Screpanti, Cesaretti, Storti, & Mazzieri, 2019). Κοινός παρονομαστής στις παραπάνω έρευνες ήταν το ότι επιτεύχθηκαν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Θετικές επιπτώσεις υπήρξαν επίσης και στην απόκτηση δεξιοτήτων, στα κίνητρα, στη διασκέδαση και στην εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία. Παρόλα αυτά, η βιβλιογραφική επισκόπηση αποκάλυψε ελάχιστες μελέτες που αφορούσαν τη χρήση του Makey-Makey για τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού (ενδεικτικά, Davis, Kafai, Vasudevan, & Lee, 2013· Smith&Smith, 2016). Φαίνεται ότι οι ερευνητές έχουν παραμελήσει το πιο βασικό πεδίο εφαρμογής του Makey-Makey, αν και από τη φύση του είναι το ιδανικό εργαλείο για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Ως εκ τούτου, στη πρώτη φάση του προγράμματος εξετάστηκαν οι εξής ερευνητικές υποθέσεις:

- *Y1. Η χρήση του Makey-Makey για τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού, επιφέρει καλύτερα μαθησιακά, σε επίπεδο δηλωτικών γνώσεων, συγκριτικά με άλλα εργαλεία.*
- *Y2. Οι μαθητές θεωρούν το Makey-Makey ως πιο αποτελεσματικό εργαλείο, αποκτούν πιο πολλά κίνητρα για να μάθουν και απολαμβάνουν τη διδασκαλία τους περισσότερο συγκριτικά με άλλα εργαλεία.*

Μέθοδος

Στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε ο οιονεί πειραματικός σχεδιασμός με μία πειραματική και μία ομάδα ελέγχου, επειδή δεδομένα συλλέχθηκαν από ολόκληρες τάξεις. Σύμφωνα με το πρόγραμμα σπουδών για το δημοτικό, οι μαθητές διδάσκονται θέματα που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό στην Πέμπτη τάξη. Λογικά, ομάδα-στόχος ήταν μαθητές αυτής της ηλικίας. Μετά από επικοινωνία με έναν αριθμό δημόσιων σχολείων στην Πρέβεζα, επιλέχθηκαν δύο τάξεις με είκοσι μαθητές η καθεμία. Πραγματοποιήθηκε μία συνάντηση, κατά την οποία ενημερώθηκαν οι γονείς των μαθητών και τους ζητήθηκε η γραπτή συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Επίσης, σε άλλη συνάντηση ενημερώθηκαν οι δάσκαλοι των τάξεων για τους στόχους της μελέτης και, επιπλέον, τους ζητήθηκε να ακολουθήσουν αυστηρά τη διαδικασία διδασκαλίας που τους παρουσιάστηκε. Η έρευνα διήρκεσε δώδεκα διδακτικά δίωρα (έξι για κάθε τάξη).

Υλικό

Το σχολικό εγχειρίδιο της Φυσικής της Πέμπτης τάξης αποτέλεσε τη βάση για το διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Έγινε η συγγραφή ενός μικρού βιβλίου στο οποίο, στην ουσία, αναδιατάχθηκε η ύλη του βιβλίου και προστέθηκε επιπλέον υλικό για την καλύτερη κάλυψη των θεμάτων/εννοιών που παρουσιάζονται. Ως εκ τούτου, σχηματίστηκαν συνολικά τρεις διακριτές ενότητες, καθεμία από τις οποίες είχε δύο υπο-ενότητες: (α) "ένα απλό κύκλωμα και διακόπτες", συμπεριλαμβανομένων εννοιών που σχετίζονται με μπαταρίες και γεννήτριες, (β) "αγωγοί και μονωτές" που περιλάμβανε επίσης θέματα σχετικά με διόδους, τρανζίστορ και ηλεκτρονικά και (γ) "παράλληλα και σειριακά κυκλώματα" συμπεριλαμβανομένων θεμάτων για τις ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι και των προφυλάξεων ασφαλείας (π.χ. οδηγίες για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας).

Η κατασκευή απλών κυκλωμάτων και η διεξαγωγή πειραμάτων με τη χρήση καθημερινών υλικών είναι η επικρατούσα μέθοδος οπτικοποίησης κατά τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Πράγματι, το σχολικό εγχειρίδιο προτείνει έναν αρκετά μεγάλο αριθμό τέτοιων δραστηριοτήτων σε κάθε ενότητα. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να κάνουν απλά κυκλώματα χρησιμοποιώντας κομμάτια καλωδίων, μπαταρίες, λαμπτήρες και συνδετήρες (για διακόπτες). Έτσι, αποφασίστηκε μια τάξη/ομάδα μαθητών να χρησιμοποιήσει καθημερινά υλικά. Η άλλη ομάδα των μαθητών χρησιμοποίησε το Makey-Makey εκτελώντας τα ίδια πειράματα με την πρώτη ομάδα. Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκε το Scratch, για τη συγγραφή σύντομων προγραμμάτων ώστε τα πειράματα με το Makey-Makey να γίνουν πιο διαδραστικά και διασκεδαστικά. Για παράδειγμα, ζητήθηκε από τους μαθητές να βρουν τρόπους για να κάνουν ένα κλειστό κύκλωμα χρησιμοποιώντας διαφορετικά υλικά, έτσι ώστε τύμπανα να αρχίσουν να παίζουν ή η γάτα του Scratch να αρχίσει να χορεύει (αντί να ανάβουν λαμπτήρες). Τα περισσότερα πειράματα διεξήχθησαν με τη χρήση του σώματος των μαθητών ή ασυνήθιστων αντικειμένων (όπως φρούτα, παπούτσια και τρόφιμα).

Τέλος, για λόγους που αναπτύσσονται στην προσεχή ενότητα, έγινε συγγραφή μιας σειράς φύλλων εργασίας στα οποία οι μαθητές μπορούσαν να καταγράφουν τις σκέψεις και τις απόψεις τους. Επιπλέον, τα φύλλα εργασίας περιείχαν συμπληρωματικά πειράματα και δραστηριότητες στην τάξη. Για παράδειγμα, οι μαθητές είχαν τους ρόλους καλωδίων, διακοπών, λαμπτήρων, και διάφορων αντικειμένων (είτε μονωτών είτε καλών αγωγών) και ζητούνταν να προσομοιώσουν κλειστά/ανοικτά ή σειριακά/παράλληλα κυκλώματα.

Διαδικασία

Δεδομένου ότι τα πειράματα, καθώς και οι δραστηριότητες απαιτούσαν σημαντικό χρόνο, αποφασίστηκε να διατεθεί ένα διδακτικό δίωρο για κάθε υπο-ενότητα. Επίσης, σε μαθήματα που σχετίζονται με θετικές επιστήμες, συνίσταται οι μαθητές να εργάζονται χωρισμένοι σε μικρές ομάδες (Harlen & Qualter, 2014). Κατά συνέπεια,

αποφασίστηκε οι μαθητές να εργαστούν σε ομάδες των τριών. Από τα διάφορα μοντέλα διδασκαλίας φυσικών επιστημών, το μοντέλο 5E του Bybee και των συνεργατών του (Bybee, Taylor, Gardner, VanScotter, Powell, Westbrook, & Landes, 2006) θεωρήθηκε το καταλληλότερο για της ανάγκες της παρούσας εργασίας. Έτσι:

- Στο στάδιο της εμπλοκής οι εκπαιδευτικοί έκαναν μια σύντομη εισαγωγή, παρείχαν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή, και εκκινούσαν έναν πρώτο γύρο συζητήσεων μεταξύ των μαθητών.
- Κατά το στάδιο της Εξερεύνησης, οι μαθητές, μέσω δραστηριοτήτων, εξερεύνησαν τις ιδέες τους σχετικά με το θέμα. Χρησιμοποίησαν τα φύλλα εργασίας, μελέτησαν το σχετικό υλικό, πραγματοποίησαν τα αντίστοιχα πειράματα, και κατέγραψαν τις απόψεις τους ή τις εξηγήσεις για τα αποτελέσματα των πειραμάτων.
- Στο στάδιο της Επεξήγησης κάθε ομάδα παρουσίασε τα αποτελέσματα του προηγούμενου σταδίου και τα συζήτησε με την υπόλοιπη τάξη. Εάν ήταν απαραίτητο, επαναξιολόγησαν τις απόψεις τους και κατέγραψαν την τελική-συλλογική άποψη για την έννοια/πρόβλημα που αντιμετώπισαν.
- Κατά το στάδιο Επέκτασης/Επεξεργασίας οι μαθητές πραγματοποίησαν δραστηριότητες και διεξήγαγαν συμπληρωματικά πειράματα (που περιέχονταν στα φύλλα εργασίας). Όπως και στο προηγούμενο στάδιο, οι μαθητές κατέγραψαν τις απόψεις τους στα φύλλα εργασίας και συζητήθηκαν στην τάξη.
- Τέλος, στο στάδιο της Εκτίμησης οι εκπαιδευτικοί παρουσίασαν προβλήματα ή εφαρμογές που σχετίζονται με το αντικείμενο της υπο-ενότητας και, μετά από ομαδικές συζητήσεις, οι μαθητές παρουσίασαν τις ιδέες τους.

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια των συνεδριών ήταν αυτός του διαμεσολαβητή/διευκολυντή της μαθησιακής διαδικασίας. Ξεκινούσαν ή συμμετείχαν στις συζητήσεις των μαθητών, τους παρακινούσαν, κατεύθυναν την προσοχή τους σε σημαντικά σημεία και έκαναν υποδείξεις (χωρίς όμως να δίνουν έτοιμες απαντήσεις και χωρίς να επιβάλουν την άποψή τους).

Συνοψίζοντας, δύο ομάδες μαθητών διδάχθηκαν τα ίδια αντικείμενα σχετικά με τον ηλεκτρισμό, με τον ίδιο τρόπο/μέθοδο και για το ίδιο χρονικό διάστημα/αριθμό συνεδριών. Το μόνο στοιχείο στο οποίο διέφεραν ήταν το μέσο/εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε.

Εργαλεία

Για τη συλλογή δεδομένων για τα μαθησιακά αποτελέσματα κάθε ομάδας, έγινε συγγραφή συνολικά πέντε φύλλων αξιολόγησης (ένα pre-test, ένα για κάθε ενότητα-τρία συνολικά, και ένα delayed post-test). Το pre-test εξέτασε τις προηγούμενες γνώσεις των μαθητών σε θέματα που σχετίζονται με ηλεκτρισμό. Το delayed post-test χορηγήθηκε δύο εβδομάδες μετά το τέλος όλων των συνεδριών σε μια ομάδα, έχοντας ως στόχο την εξέταση της διατήρησης της γνώσης (σε όλες τις έννοιες που διδάχθηκαν οι μαθητές). Τα υπόλοιπα φύλλα αξιολόγησης χορηγήθηκαν αμέσως μετά το τέλος μιας διδακτικής

ενότητας. Όλα τα φύλλα αξιολόγησης ακολούθησαν την ίδια λογική και δομή: (α) είχαν ερωτήσεις συμπλήρωσης κενών, πολλαπλής επιλογής, Ναι-Όχι και ανοιχτές ερωτήσεις, (β) στις περισσότερες περιπτώσεις ζητούνταν από τους μαθητές να δώσουν εξήγηση για την απάντησή τους σε μια ερώτηση, (γ) η αναλογία δύσκολων και εύκολων ερωτήσεων ήταν δύο προς μία. Ενδεικτικές ερωτήσεις παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι.

Για την εξέταση της Υ2, επιλέχθηκαν τρεις από τους δώδεκα παράγοντες που περιλαμβάνονται σε μια επικυρωμένη, αρθρωτή κλίμακα, σχεδιασμένη για την εξέταση ψηφιακών εκπαιδευτικών εφαρμογών (Fokides, Atsikrasi, Kaimara, & Deliyannis, 2019). Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν η διασκέδαση/απόλαυση (έξι ερωτήσεις), υποκειμενική μαθησιακή αποτελεσματικότητα (έξι ερωτήσεις) και τα κίνητρα (τρεις ερωτήσεις). Όλες οι ερωτήσεις παρουσιάστηκαν σε κλίμακα τύπου Likert πέντε σημείων (διατυπωμένων από "διαφωνώ πολύ" έως "συμφωνώ πολύ"). Οι ερωτήσεις περιλαμβάνονται στο Παράρτημα ΙΙ.

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Όπως ήδη αναφέρθηκε, το μέγεθος του δείγματος ήταν 40 μαθητές (18 αγόρια και 22 κορίτσια), χωρισμένο σε δύο ομάδες των είκοσι μαθητών. Σε κάθε ομάδα χρησιμοποιήθηκε ένα διαφορετικό εργαλείο, στην Ομάδα1 χρησιμοποιήθηκαν υλικά καθημερινής χρήσης και στην Ομάδα2 το Makey-Makey. Τα φύλλα αξιολόγησης των μαθητών βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις τους και τα δεδομένα εισήχθησαν στο SPSS 25 για περαιτέρω ανάλυση. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τα φύλλα αξιολόγησης.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στοιχεία για τα φύλλα αξιολόγησης

Φύλλο αξιολόγησης	Ομάδα1		Ομάδα2	
	(N = 20)		(N = 20)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Pre-test	17,32	3,02	17,85	3,54
Φύλλο αξιολόγησης 1	37,89	4,50	39,71	5,22
Φύλλο αξιολόγησης 2	39,35	3,87	43,49	5,12
Φύλλο αξιολόγησης 3	41,40	4,04	46,38	5,81
Delayed post-test	35,57	5,51	43,40	6,84

Σημείωση. Το μέγιστο σκορ στα φύλλα αξιολόγησης ήταν 60

Καθώς επρόκειτο να διεξαχθούν one-wayANOVA tests για να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο στα φύλλα αξιολόγησης υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων, έγινε έλεγχος στο κατά πόσο τα δεδομένα ήταν κατάλληλα για αυτόν τον τύπο ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι: (α) οι δύο ομάδες είχαν ίσο αριθμό συμμετεχόντων (N = 20 εκάστη), (β) δεν υπήρχαν ακραίες τιμές, (γ) τα Q-Q γραφήματα και το τεστ των Shapiro-Wilk έδειξαν ότι τα δεδομένα είχαν κανονική κατανομή και (γ) η

ομοιογένεια της διακύμανσης, όπως αξιολογήθηκε με τη δοκιμή του Levene, δεν παραβιάστηκε σε καμία περίπτωση. Εφόσον πληρούνταν όλες οι προϋποθέσεις, διενεργήθηκαν τα one-way ANOVA tests, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης

Φύλλο αξιολόγησης	Αποτέλεσμα	Μέγεθος επί- δρασης Cohen's <i>d</i>	Ερμηνεία
Pre-test	$F(1, 38) = 0,02,$ $p = 0,965$	-	Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 1	$F(1, 38) = 7,35,$ $p = 0,01$	0,37 μικρό	Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 2	$F(1, 38) = 8,32,$ $p = 0,006$	0,91 μεγάλο	Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά
Φύλλο αξιολόγησης 3	$F(1, 38) = 9,90,$ $p = 0,003$	1,00 μεγάλο	Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά
Delayed post-test	$F(1, 38) =$ 15,89, $p < .001$	1,26 πολύ μεγάλο	Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά

Συνοψίζοντας τον Πίνακα 2, μπορούν να επισημανθούν τα παρακάτω:

- Και οι δύο ομάδες είχαν το ίδιο σημείο εκκίνησης (από άποψη αρχικών γνώσεων), δεδομένου ότι δεν υπήρχαν διαφορές στο pre-test. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι όλες οι διαφορές που διαπιστώθηκαν στα φύλλα αξιολόγησης μπορούν να αποδοθούν στο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε.
- Η Ομάδα 2 ξεπέρασε την Ομάδα 1 σε όλες τις περιπτώσεις. Συνεπώς, το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την ομάδα ήταν πιο αποτελεσματικό από αυτό της Ομάδας 1.
- Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα αποτελέσματα, η Υ1 μπορεί να γίνει δεκτή. Η χρήση του Makey-Makey για τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού, επιφέρει καλύτερα μαθησιακά, σε επίπεδο δηλωτικών γνώσεων, συγκριτικά με τη χρήση καθημερινών υλικών.

Πριν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων στο ερωτηματολόγιο, εξετάστηκε η εσωτερική του συνέπεια χρησιμοποιώντας το Cronbach's alpha και διαπιστώθηκε ότι ήταν καλή ($\alpha = 0,814$) και το ίδιο ίσχυε και για τους τρεις παράγοντές του ($\alpha = 0,788$ έως $\alpha = 0,822$). Στον πίνακα 3 παρουσιάζονται βασικά περιγραφικά στοιχεία για τους τρεις παράγοντες.

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Παράγοντας	Ομάδα1		Ομάδα2	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Υποκειμενική μαθησιακή αποτελεσματικότητα	4,34	0,40	4,77	0,38
Διασκέδαση	4,41	0,51	4,85	0,42
Κίνητρα	4,44	0,71	4,96	0,20

Όπως και με τα φύλλα αξιολόγησης, διεξήχθησαν μια σειρά από one-way ANOVA tests, προκειμένου να εξεταστούν οι διαφορές στις απαντήσεις των μαθητών στις δύο ομάδες. Διαπιστώθηκε ότι:

- Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στην υποκειμενική αποτελεσματική μαθησιακή αποτελεσματικότητα [$F(1,38) = 12,15, p = 0,001$].
- Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διασκέδαση [$F(1,38) = 12,72, p = 0,001$].
- Υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στα κίνητρα [$F(1,38) = 9,94, p = 0,003$].
- Με βάση τα παραπάνω, συμπεραίνεται ότι οι μαθητές, σε σχέση με τη χρήση καθημερινών υλικών, θεώρησαν το Makey-Makey πιο αποτελεσματικό εργαλείο στο να μάθουν. Επίσης, διασκέδασαν περισσότερο χρησιμοποιώντας το και τους έδωσε περισσότερα κίνητρα για μάθηση. Ως εκ τούτου, η Υ2 γίνεται αποδεκτή.

Συζήτηση

Για να εξεταστεί εάν το Makey-Makey είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, υλοποιείται ένα ερευνητικό έργο που σε αυτή τη φάση εξέτασε την αποτελεσματικότητά του σε επίπεδο δηλωτικών γνώσεων. Τα αποτελέσματα επιβεβαίωσαν ότι το Makey-Makey σίγουρα έχει δυνατότητες, αλλά προέκυψαν και άλλα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, όπως αναπτύσσονται στις επόμενες παραγράφους.

Η πρώτη παρατήρηση που αξίζει να αναφερθεί σχετίζεται με τα αποτελέσματα στο pre-test. Όπως είναι εμφανές στον Πίνακα 1, οι βαθμολογίες των μαθητών και των δύο ομάδων ήταν μάλλον απογοητευτικές. Πράγματι, περίπου τα τρία τέταρτα των απαντήσεων τους ήταν λανθασμένες. Ανατρέχοντας στα pre-tests, διαπιστώθηκε πως και οι πρότερες γνώσεις των μαθητών ήταν περιορισμένες, αλλά και ότι οι εξηγήσεις που έδωσαν αντανάκλυσαν σχεδόν όλες τις λανθασμένες αντιλήψεις που παρουσιάστηκαν στην ενότητα "Ο ηλεκτρισμός ως γνωστικό αντικείμενο". Αν και στην παρούσα φάση δεν εξετάστηκαν οι λόγοι που οδήγησαν σε αυτό το αποτέλεσμα, μια λογική εξήγηση είναι ότι οι μαθητές δεν διδάχθηκαν συστηματικά θέματα που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε προγενέστερο στάδιο, επιτρέποντας στις λανθασμένες αντιλήψεις τους να ριζώσουν. Πράγματι, το πρόγραμμα σπουδών του δημοτικού σχολείου για τις φυσικές επιστήμες, δεν περιλαμβάνει ούτε μία ενότητα που να σχετίζεται με τον ηλεκτρισμό μέχρι την Πέμπτη τάξη. Έτσι, η προηγούμενη διδασκαλία, ή, πιο σωστά, η πλήρης

έλλειψή της, φέρει μεγάλη ευθύνη για αυτή την κατάσταση, όπως προτάθηκε από προηγούμενη έρευνα (Maharaj-Sharma, 2011).

Σαφής και σημαντική βελτίωση παρατηρήθηκε στα φύλλα αξιολόγησης, με αποτέλεσμα το 60-73% των ερωτήσεων να απαντιέται σωστά, ανάλογα με το φύλλο αξιολόγησης και το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε. Από την άλλη, αυτό σημαίνει ότι και πάλι ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό των ερωτήσεων απαντήθηκε λανθασμένα. Το αν αυτά τα αποτελέσματα είναι ικανοποιητικά ή όχι, είναι συζητήσιμο. Αν ληφθεί υπόψη ότι οι ερευνητές συμφωνούν ότι ο ηλεκτρισμός δεν είναι ένα εύκολο γνωστικό αντικείμενο (Lee, 2007· Reşman&Eryilmaz, 2010), τα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικά, αλλά όχι εντυπωσιακά. Από την άποψη αυτή, και τα δύο εργαλεία απέδειξαν τη χρησιμότητά τους, καθώς είχαν σημαντικό θετικό αντίκτυπο στην απόκτηση γνώσεων από τους μαθητές.

Έτσι, το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι ποιο από τα δύο εργαλεία παρήγαγε τα καλύτερα αποτελέσματα. Η απάντηση στην ερώτηση αυτή προέρχεται από τον Πίνακα 2. Σε αυτόν φαίνεται ότι η Ομάδα2 ξεπέρασε σε όλες τις περιπτώσεις την Ομάδα1. Συνεπώς, είναι σαφές ότι το Makey-Makey ήταν πιο αποτελεσματικό εργαλείο. Επιπλέον, τα μεγέθη των επιδράσεων ήταν κυρίως μεγάλα (σε μία περίπτωση η επίδραση ήταν μικρή, σε μία πολύ μεγάλη και σε δύο μεγάλη), πράγμα που σημαίνει ότι η απόσταση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων ήταν σημαντική. Από την άλλη πλευρά, διαπιστώνεται ότι υπήρξε μια κάμψη στα αποτελέσματα στο delayed post-test (περισσότερο εμφανής στην Ομάδα1). Αυτό, ως ένα βαθμό, ήταν αναμενόμενο. Θα ήταν ανεδαφικό κάποιος να περιμένει μακροχρόνιες θετικές επιπτώσεις με έναν μικρό αριθμό διδακτικών παρεμβάσεων. Παρόλα αυτά, η διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όχι μόνο παρέμεινε στατιστικά σημαντική, αλλά έγινε και πιο ισχυρή.

Έχοντας αυτά τα δεδομένα, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα, με κάποια σχετική βεβαιότητα, ότι οι μαθητές, με τη βοήθεια του Makey-Makey, μπόρεσαν να αναπτύξουν μια μάλλον σταθερή βάση δηλωτικών γνώσεων σε θέματα/έννοιες που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό. Το συμπέρασμα αυτό παρέχει περαιτέρω στήριξη στα πορίσματα προηγούμενων μελετών (ενδεικτικά, Davis et al., 2013· Smith&Smith, 2016), εμπλουτίζοντας την μάλλον περιορισμένη βιβλιογραφία σχετικά με τις δυνατότητες του Makey-Makey στη διδασκαλία στοιχείων για τον ηλεκτρισμό. Αυτό που τονίζει, ακόμη περισσότερο, τη σημασία των ευρημάτων είναι ότι, σε αντίθεση με προηγούμενες μελέτες που βασίζονταν κυρίως σε pre-post ερευνητικούς σχεδιασμούς, στην παρούσα μελέτη έγινε σύγκριση του Makey-Makey με το πιο συνηθισμένο μέσο που χρησιμοποιείται στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού, δηλαδή, την κατασκευή κυκλωμάτων με απλά καθημερινά υλικά.

Αυτό που μένει να εξηγηθεί είναι το γιατί τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα με τη χρήση του Makey-Makey. Ανεξάρτητα από το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε, εφαρμόστηκε η ίδια μέθοδος διδασκαλίας, η οποία θεωρείται αποτελεσματική σε γνωστικά αντικείμενα που άπτονται των θετικών επιστημών (Bybee et al., 2006). Επιπλέον, οι μαθητές

συνεργάστηκαν, όπως επίσης συνίσταται όταν γίνεται διδασκαλία θετικών επιστημών (Harlen&Qualter, 2014). Τέλος, ακολουθήθηκαν οι αρχές της θεωρίας της ενσώματης γνώσης, εφόσον υπήρχε η απτή εμπλοκή των μαθητών με αντικείμενα (είτε με τα καθημερινά υλικά είτε με το Makey-Makey), η οποία επέτρεψε τη δημιουργία διανοητικών παραστάσεων εννοιών που σχετίζονται με αυτά τα αντικείμενα, που, με τη σειρά τους, θεωρείται ότι βοηθούν τα άτομα να κατανοήσουν αυτές τις έννοιες και να αποκτήσουν νέες γνώσεις (Atmatzidou&Demetriadis, 2016· Lindgrenetal., 2016).

Ενώ τα παραπάνω προσφέρουν καλές εξηγήσεις για τα αποτελέσματα ως σύνολο, δεν είναι αρκετά για να εξηγήσουν το γεγονός ότι υπήρχε διαφορά στα γνωστικά αποτελέσματα που επέφεραν τα δύο εργαλεία. Έτσι, πιθανές εξηγήσεις θα πρέπει να αναζητηθούν στα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου. Πράγματι, φαίνεται ότι και στους τρεις παράγοντες που εξετάστηκαν, οι μαθητές θεώρησαν το Makey-Makey καλύτερο εργαλείο. Το γεγονός ότι το Makey-Makey θεωρήθηκε πιο αποτελεσματικό γνωστικό εργαλείο, ίσως να οφείλεται στο ότι οι δραστηριότητες με αυτό θεωρήθηκαν από τους μαθητές πιο αυθεντικές και κατάφεραν να τους εμπλέξουν γνωστικά περισσότερο από ότι η κατασκευή κυκλωμάτων με καθημερινά υλικά. Κάτι τέτοιο άλλωστε έχει επισημανθεί και στο παρελθόν (Atmatzidou & Demetriadis, 2016). Επίσης, η βιβλιογραφία επισήμανε ότι οι μαθητές είχαν περισσότερα κίνητρα να μάθουν όταν χρησιμοποίησαν το Makey-Makey (Ρότζερς et al., 2014). Αυτό το στοιχείο επαληθεύεται από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου, όπου οι μαθητές έδωσαν εξαιρετικά υψηλό σκορ σε αυτόν τον παράγοντα ($M = 4,96$, $SD = 0,20$). Η διασκέδαση και η απόλαυση έχουν επίσης θεωρηθεί ως ισχυρά σημεία του Makey-Makey (ενδεικτικά, Abrahams, 2018· Leeetal., 2014). Και πάλι, τα αποτελέσματά στο ερωτηματολόγιο υποδεικνύουν ότι οι μαθητές απόλαυσαν τη χρήση του Makey-Makey περισσότερο σε σύγκριση με τα καθημερινά υλικά. Συνεπώς, τα καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα με τη χρήση του Makey-Makey, οφείλονται σε έναν συνδυασμό κινήτρων για μάθηση, διασκέδασης και εμπλοκής σε αυθεντικές δραστηριότητες.

Περιορισμοί και μελλοντικές έρευνες

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, η μελέτη δεν είναι χωρίς ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρώτον, το μέγεθος του δείγματος, αν και επαρκές για στατιστική ανάλυση, θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο, επιτρέποντας μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Ο αριθμός των διδακτικών παρεμβάσεων θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερος, δεδομένης της πολυπλοκότητας του γνωστικού αντικειμένου. Πιθανώς ο πιο σημαντικός περιορισμός της μελέτης είναι ότι δεν εξετάστηκαν τυχόν επιδράσεις στις διαδικαστικές γνώσεις και στις αναπαραστάσεις των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρισμό, εφόσον αυτά προβλέπονται να εξεταστούν στις επόμενες φάσεις του προγράμματος. Από την άλλη, δεδομένης της περιορισμένης βιβλιογραφίας για το θέμα, πρωταρχική ανησυχία ήταν η απόκτηση στοιχείων για τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του Makey-Makey και, ανάλογα με τα αποτελέσματα, να γίνει ο σχεδιασμός των επόμενων κινήσεων. Πράγματι, δεδομένου ότι το Makey-Makey είναι μια εύκολη στη χρήση συσκευή, θα είχε ενδιαφέρον να

δοκιμαστεί αν είναι κατάλληλο για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε ακόμη νεότερους μαθητές. Μεγαλύτερης ηλικίας μαθητές είναι επίσης μια ενδιαφέρουσα ομάδα-στόχος, δεδομένου ότι και σύνθετα κυκλώματα μπορούν να υλοποιηθούν χρησιμοποιώντας Makey-Makey. Τέλος, ένας μικτός ερευνητικός σχεδιασμός, με τη χρήση ποιοτικών εργαλείων (όπως, συνεντεύξεις και παρατηρήσεις), θα διευκόλυνε τη δημιουργία μιας πιο σφαιρικής άποψης για το θέμα.

Συμπεράσματα


Εν κατακλείδι, η μελέτη παρείχε μια αρκετά καλή ιδέα για το αν και πώς το Makey-Makey μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό σε μαθητές του δημοτικού. Αυτό γιατί απέδειξε πως, μέσω της χρήσης του, οι μαθητές μπορούν να αποκτήσουν δηλωτικές γνώσεις, αλλά και να αποκτήσουν περισσότερα κίνητρα για μάθηση μέσω μιας διασκεδαστικής και ευχάριστης διδακτικής διαδικασίας. Επιπλέον, προτάθηκε και εξετάστηκε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο για την ενσωμάτωση αυτής της συσκευής στη διδασκαλία. Με βάση τα προαναφερθέντα βασικά συμπεράσματα, σχεδιάζονται τα επόμενα βήματα του προγράμματος, με απώτερο στόχο την κατανόηση των πλεονεκτημάτων αλλά και των περιορισμών αυτής της συσκευής, έτσι ώστε να ενταχθεί με ομαλό και αποτελεσματικό τρόπο στην εκπαιδευτική πρακτική.

Παράρτημα I

Ενδεικτικές ερωτήσεις από τα φύλλα αξιολόγησης

Στο παρακάτω κύκλωμα η λάμπα B2 είναι κλειστή. Παρατηρώ τη διαφάνεια των παιδιών! Με τιος παιδιού την άποψη συμφωνώ; Απολογώ την απάντησή μου!

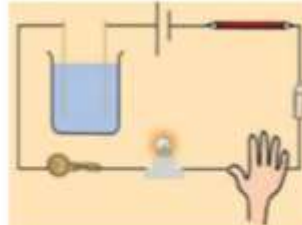
Στην παρακάτω εικόνα υπάρχει ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Ονομάζω τους αγωγούς του κυκλώματος και γράφω τι θα γινόταν αν στη θέση του κλειδιού έβαζα ένα πλαστικό μπουκάλι!




Αν θα ανάβει και η λάμπα B1!

Η λάμπα που κίχκε δεν θα ανάβει. Η άλλη όμως θα ανάβει!

Η λάμπα που κίχκε θα ανάβει, γιατί θα πάρει ρεύμα από την μπαταρία!



Σημειώνω Παράλληλη κάτω από τα κυκλώματα που ήταν συνδεδεμένα παράλληλα και Σειρά κάτω από τα κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα σε σειρά!



Παράρτημα II

Το ερωτηματολόγιο

Παράγο- ντας	Ερώτηση
Διασκέ- δαση	Νομίζω ότι το μέσο ήταν διασκεδαστικό Βαρέθηκα χρησιμοποιώντας το μέσο* Απόλαυσα τη χρήση του μέσου Πραγματικά απόλαυσα μελετώντας με αυτό το μέσο Ένωσα καλά που ολοκλήρωσα επιτυχώς τις εργασίες μου με αυτό το μέσο Ένωσα απογοητευμένος *
Υποκειμε- νική μαθη- σιακή απο- τελεσματι- κότητα	Ένωσα ότι αυτό το μέσο μπορεί να διευκολύνει τον τρόπο που μα- θαίνω Αυτό το μέσο ήταν ένας πολύ ευκολότερος τρόπος για να μάθω σε σύγκριση με τη συνήθη διδασκαλία Αυτό το μέσο έκανε τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα Αισθάνθηκα ότι το μέσο αύξησε τις γνώσεις μου Ένωσα ότι κατανόησα τα βασικά στοιχεία του μαθήματος με αυτό το μέσο Θα προσπαθήσω σίγουρα να εφαρμόσω τις γνώσεις που απέκτησα με αυτό το μέσο
Κίνητρα	Αυτό το μέσο δεν τράβηξε την προσοχή μου* Όταν χρησιμοποιούσα αυτό το μέσο, δεν είχα την παρόρμηση να μάθω περισσότερα για το μάθημα* Το μέσο δεν με παρακίνησε να μάθω*

Σημειώσεις. * = ερώτηση της οποίας οι απαντήσεις αντιστράφηκαν, η λέξη "μέσο" αντικαθίσταται ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιείται

Βιβλιογραφία

Abrahams, D. (2018). The Efficacy of Service-Learning in Students' Engagements with Music Technology. *Min-Ad: Israel Studies in Musicology Online*, 15(2).

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. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>

Azaiza, I., Bar, V., & Galili, I. (2006). Learning electricity in elementary school. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(1), 45-71. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-6826-9>

Barrios, J. E. M., Becerra, D. A. I., Páucar, F. H. R., & Mendoza, F. M. T. (2018). Matellogic: interactive mathematical learning based on challenges. Proceedings of the

6th International Conference on Information and Education Technology, 61-65.
ACM.<https://doi.org/10.1145/3178158.3178208>

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness*. Colorado Springs, Co: BSCS, 5, 88-98.

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380.

Chapman, S. (2014). Teaching the "Big Ideas" of Electricity at Primary Level. *Primary Science*, 135, 5-8.<https://doi.org/10.1037/a0031084>

Chen, Y. Y., Yip, J., Rosner, D., & Hiniker, A. (2019). Lights, Music, Stamps! Evaluating Mealtime Tangibles for Preschoolers. *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, 127-134. ACM.<https://doi.org/10.1145/3294109.3295645>

Choi, K., & Chang, H. (2004). The effects of using the electric circuit model in science education to facilitate learning electricity-related concepts. *Journal of the Korean Physical Society*, 44(6), 1341.

Collective, B. S. M., & Shaw, D. (2012). Makey-Makey: improvising tangible and nature-based user interfaces. *Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, 367-370. ACM.<https://doi.org/10.1145/2148131.2148219>

Davis, R., Kafai, Y., Vasudevan, V., & Lee, E. (2013). The education arcade: crafting, remixing, and playing with controllers for Scratch games. *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, 439-442. ACM.<https://doi.org/10.1145/2485760.2485846>

Fokides, E., Atsikpasi, P., Kaimara, P., & Deliyannis, I. (2019). Let players evaluate serious games. Design and validation of the Serious Games Evaluation Scale. *International Computer Games Association Journal*, 2019, 1-22. <https://doi.org/10.3233/ICG-190111>

Forsthuber, B., Motiejunaite, A., & de Almeida-Coutinho, A. S. (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, European Commission.

Games, P.A., Howell, J.F. (1976). Pairwise multiple comparison procedures with unequal N's and/or variances: A Monte Carlo Study. *Journal of Educational Statistics* 1(2), 113-125.<https://doi.org/10.3102/10769986001002113>

Harlen, W., & Qualter, A. (2014). *The teaching of science in primary schools* (6th ed.). Routledge.

Johnson, R., Shum, V., Rogers, Y., & Marquardt, N. (2016). Make or shake: An empirical study of the value of making in learning about computing technology. *Proceedings of the 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 440-451). ACM.<https://doi.org/10.1145/2930674.2930691>

Ishii, H. (2008). Tangible bits: beyond pixels. *Proceedings of the 2nd International Conference on Tangible and Embedded Interaction*, xv-xxv. ACM.<https://doi.org/10.1145/1347390.1347392>

Lee, S. J. (2007). Exploring pupils' understanding concerning batteries-Theories and practices. *International Journal of Science Education*, 29, 497-516. <https://doi.org/10.1080/09500690601073350>

Lee, E., Kafai, Y. B., Vasudevan, V., & Davis, R. L. (2014). Playing in the arcade: Designing tangible interfaces with Makey-Makey for Scratch games. In A. Nijholt (Ed.), *Playful user interfaces* (pp. 277-292). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-4560-96-2_13

Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education*, 95, 174-187.<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>

Maharaj-Sharma, R. (2011). What are students' ideas about the concept of an electric current: A primary school perspective. *Caribbean Curriculum*, 18, 69-85.

McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned-Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315.<https://doi.org/10.1119/1.16539>

McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994-1003.<https://doi.org/10.1119/1.17003>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.

Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222. <https://doi.org/10.1080/00220670903383002>

Ramnarain, U., & Moosa, S. (2017). The Use of Simulations in Correcting Electricity Misconceptions of Grade 10 South African Physical Sciences Learners. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (formerly CAL-laborate International)*, 25(5).

Rogers, Y., Paay, J., Brereton, M., Vaisutis, K. L., Marsden, G., & Vetere, F. (2014, April). Never too old: engaging retired people inventing the future with Makey-Makey. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3913-3922. ACM. <https://doi.org/10.1145/2556288.2557184>

Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., & Mazzieri, E. (2019). Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 247-268. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9356-1>

Shipstone, D. M. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198. <https://doi.org/10.1080/0140528840060208>

Smith, W., & Smith, B. C. (2016). Bringing the Maker Movement to school. *Science and Children*, 54(1), 30.

Solomonidou, C., & Kakana, D. M. (2000). Preschool children's conceptions about the electric current and the functioning of electric appliances. *European Early Childhood Education Research Journal*, 8(1), 95-111. <https://doi.org/10.1080/13502930085208511>

Vasudevan, V., Kafai, Y. B., Lee, E., & Davis, R. L. (2013). Joystick designs: Middle school youth crafting controllers with Makey-Makey for Scratch games. *Proceedings of the Games, Learning, and Society Conference*, 345-351. ETC Press.

Zacharia, Z. C., & De Jong, T. (2014). The effects on students' conceptual understanding of electric circuits of introducing virtual manipulatives within a physical manipulatives-oriented curriculum. *Cognition and Instruction*, 32(2), 101-158. <https://doi.org/10.1080/07370008.2014.887083>