

## Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2021)

12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Το Έξυπνο Σχολείο: Η δημιουργική επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος, μέσα από την αξιοποίηση του κιτ εφευρέσεων Makey Makey

Μαρία Τσαπάρα, Ανθή Αρκουλή, Κωνσταντίνα Παπαδόγκωνα, Κατερίνα Ρεντζέπη, Βαΐα Αρχοντή

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Τσαπάρα Μ., Αρκουλή Α., Παπαδόγκωνα Κ., Ρεντζέπη Κ., & Αρχοντή Β. (2022). Το Έξυπνο Σχολείο: Η δημιουργική επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος, μέσα από την αξιοποίηση του κιτ εφευρέσεων Makey Makey. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 513–522. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3787>

# Το Έξυπνο Σχολείο: Η δημιουργική επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος, μέσα από την αξιοποίηση του kit εφευρέσεων Makey Makey

Μαρία Τσαπάρα<sup>1</sup>, Ανθή Αρκουλή<sup>2</sup>, Κωνσταντίνα Παπαδόγκωνα<sup>3</sup>,  
Κατερίνα Ρεντζέπη<sup>4</sup>, Βαΐα Αρχοντή<sup>5</sup>

m.tsapara@hotmail.com, anthiark@hotmail.com, kon.papadogona@gmail.com,  
katerinarentzeperi@gmail.com, banaarx@hotmail.com

<sup>1</sup> Νηπιαγωγός, Msc, 2ο ΝΓ Περάματος, Επιμορφώτρια Β Επιπέδου ΤΠΕ, Scientix Ambassador, Leading teacher Eu Code Week

<sup>2</sup> Νηπιαγωγός, Msc Προϊσταμένη 2ου ΝΓ Περιστερίου, Επιμορφώτρια Β Επιπέδου ΤΠΕ

<sup>3</sup> Νηπιαγωγός, Προϊσταμένη 22ου ΝΓ Κερατσινίου,

<sup>4</sup> Νηπιαγωγός, Προϊσταμένη 2ου ΝΓ Περάματος,

<sup>5</sup> Νηπιαγωγός, 2ο ΝΓ Περάματος,

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά μία εκπαιδευτική δράση που υλοποιήθηκε σε τρία Νηπιαγωγεία. Δόθηκε έμφαση στην ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης παιδιών μέσα από την περιβαλλοντική επίλυση προβλήματος που αφορά τη σπατάλη νερού και ενέργειας στην καθημερινότητα τους στο χώρο του σχολείου και στην αναζήτηση λύσεων για το πως μπορούν τα ίδια να συμβάλλουν στην ορθολογική χρήση αυτών των πόρων. Συνδυάζοντας την περιβαλλοντική εκπαίδευση με την εκπαίδευση STEAM καλλιεργήθηκαν δεξιότητες που αφορούν τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη, την επικοινωνία και τη συνεργασία, μέσα σε ένα διερευνητικό πλαίσιο μάθησης. Θέλοντας να συνδέσουμε τον πραγματικό με τον ψηφιακό κόσμο, τα παιδιά κάθε σχολείου δημιούργησαν μια μακέτα του σχολείου τους, αξιοποίησαν το kit εφευρέσεων Makey Makey, δημιούργησαν απτές διεπαφές ενσωματώνοντας έξυπνες λειτουργίες που θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, ηχογράφησαν ήχους και ηχητικά μηνύματα, ενώ μέσω του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος προγραμματισμού Scratch, έδωσαν απλές εντολές. Μέσα από την εκπαιδευτική δράση ευαισθητοποιήθηκαν για το περιβάλλον που ζουν και διαμόρφωσαν στάσεις, αναλαμβάνοντας ενεργό δράση και συμμετοχή για τη βελτίωση και την προστασία του.

**Λέξεις κλειδιά:** περιβαλλοντική επίλυση προβλήματος, δημιουργική σκέψη, περιβαλλοντική εκπαίδευση, Makey Makey, συνεργασία, Νηπιαγωγείο

## Εισαγωγή

Η ανάπτυξη πολιτών με ενεργό συμμετοχή στα περιβαλλοντικά δρώμενα αποτελεί βασικό σκοπό της εκπαίδευσης για το περιβάλλον και την αειφορία και ξεκινά από το νηπιαγωγείο (Παπαδοπούλου & Ιωαννίδου, 2015). Όπως αναφέρει η Φλογαίτη (2006), μέσω της εκπαίδευσης για την αειφορία προάγεται η αυτονομία, η αυτενέργεια ενώ κάθε πολίτης σε αυτό το πλαίσιο μπορεί να αναπτύξει τις ικανότητές του, να βρει λύσεις και να λάβει αποφάσεις μέσα σε ένα συνεργατικό πλαίσιο, νοσηματοδοτώντας την αειφορία. Καθημερινά τα παιδιά του Νηπιαγωγείου, εμπλέκονται σε ποικίλες προβληματικές καταστάσεις που αφορούν το περιβάλλον, είτε στο σπίτι είτε στο σχολείο. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να συμβάλουν εμπλέκοντας τα παιδιά σε διαδικασίες αναζήτησης δημιουργικών λύσεων για την επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων καλλιεργώντας τη δημιουργική τους σκέψη.

Οι Daskolia et al, (2012), αναφέρουν πως η δημιουργική σκέψη αποτελεί ικανότητα κλειδί. Αναδεικνύεται η μεγάλη σημασία της για τη μάθηση σχετικά με θέματα που άπτονται του περιβάλλοντος και της αειφορίας, καθώς παρέχει στα παιδιά ένα πλαίσιο στήριξης, για να ανταπεξέρχονται σε τέτοιου είδους ζητήματα, να φαντάζονται και να σχεδιάζουν εναλλακτικά οράματα για ένα αειφόρο μέλλον. (Καλαφάτη, 2020).

## Συνδέοντας την Αειφορία με την εκπαίδευση STEAM

Το Αειφόρο σχολείο, σύμφωνα με τη σύγχρονη παιδαγωγική σκέψη του 21<sup>ου</sup> αιώνα, βασίζεται στην επικοινωνία και την συνεργασία της σχολικής κοινότητας, δίνοντας ευκαιρίες να εμπλακούν όλοι οι συμμετέχοντες με την αειφορική διαχείριση μέσα σε πνεύμα ομαδικό και συμμετοχικό. Ένα αειφόρο σχολείο υπηρετεί τη δημοκρατία και τα ανθρώπινα δικαιώματα, προάγει τον πολιτισμό και το περιβάλλον και διαμορφώνει ενεργούς και δημιουργικούς πολίτες. Σύμφωνα με τον 4<sup>ο</sup> πυλώνα της Αειφορίας (Τρικαλίτη, 2014.) στο σχολείο ένα κτίριο θεωρείται αειφόρο όταν έχει ενσωματώσει πράσινες και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες ως προς τον εξοπλισμό, επίπλωση κτλ. ελαχιστοποιώντας τις ενεργειακές του ανάγκες. Είναι σημαντικό να κατανοήσουν τα παιδιά πως μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και νερού στην καθημερινή ζωή τους στο σχολείο, μειώνουν το οικολογικό αποτύπωμα τους στον πλανήτη.

Η ανάδειξη περιβαλλοντικών προβλημάτων, αρχικά σε σχολικό επίπεδο, και η προσπάθεια διαχείρισής τους θα μπορούσε να αποτελέσει αφετηρία για τη διαμόρφωση του ενεργού πολίτη του μέλλοντος, ικανού να προτείνει λύσεις έχοντας αναπτύξει δεξιότητες επίλυσης προβλήματος, λήψης αποφάσεων και κριτικής σκέψης. Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, ως παιδαγωγικό εργαλείο, μέσα από την επίλυση προβλήματος, δεν καλλιεργεί μόνο την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και ανώτερες γνωστικές δεξιότητες αλλά έχει και “αξιακό υπόβαθρο”. Επιλύοντας ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα δίνεται έμφαση όχι μόνο στον γνωστικό τομέα, αλλά και στο ιδεολογικό περιεχόμενο της διδασκαλίας, την διερεύνηση των κοινωνικοπολιτισμικών διαστάσεων του προβλήματος (Στεφανόπουλος κ.α., 2005).

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση παρέχει ένα ευρύ φάσμα πραγματικών προκλήσεων και ένα γόνιμο έδαφος για καινοτόμες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Δίνει τη δυνατότητα, προσφέροντας τον απαραίτητο εκπαιδευτικό χώρο, να αναπτυχθούν σύγχρονες προσεγγίσεις στην εκπαίδευση. Μια από αυτές είναι η επιστημονική προσέγγιση STEAM. Η εκπαίδευση STEAM περιγράφεται ως η διεπιστημονική ένωση μεταξύ διακριτών κλάδων (Ιωάννου & Μπράττισης, 2017). Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και η εκπαίδευση STEAM έχουν κοινές παιδαγωγικές αρχές και στόχους, καθώς βάζουν τα παιδιά στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και βασίζονται στην ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση με σκοπό την καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (4C's) και την κατανόηση και επίλυση αυθεντικών προβλημάτων. Εάν η Περιβαλλοντική εκπαίδευση και η εκπαίδευση STEAM μπορούν να διδαχθούν μαζί, τότε μπορούν να συμβάλλουν στην επίλυση παγκόσμιων προβλημάτων και στην εφαρμογή λύσεων για την Αειφόρο ανάπτυξη (Malecha, 2020).

## Η απτική διεπαφή Makey Makey

Η συσκευή Makey Makey δημιουργήθηκε από τους ερευνητές του MIT Media Lab (JoyLabz 2015), που μετατρέπει οποιοδήποτε αντικείμενο σε απτική διεπαφή. Αποτελούνται από μια μικρή πλακέτα η οποία μπορεί να μετατρέπει τα πάντα σε μια συσκευή εισόδου (Collective & Shaw, 2012). Για την λειτουργία της χρειάζεται μόνο συνδεθεί μέσω USB στον υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας τους ακροδέκτες (τα alligator clips), μπορεί κανείς να προσαρτήσει οποιοδήποτε αγώγιμο υλικό, δημιουργώντας ένα κύκλωμα. Επίσης, γίνεται η σύνδεση του καλωδίου της γείωσης. Από την μία μεριά το καλώδιο συνδέεται στην πλακέτα και από την άλλη μεριά, το κρατάει ο χρήστης, ώστε μέσω του ανθρώπινου σώματος να κλείνει το κύκλωμα. Μπορεί κανείς να δημιουργήσει έστω και ελάχιστη ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιώντας υλικά όπως φρούτα, λαχανικά, νερό, αλουμινοχαρτό. Οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να αξιοποιήσουν τη συσκευή Makey Makey, χωρίς να

προγραμματίσουν. Ωστόσο μπορούν να δημιουργήσουν απλά προγράμματα αξιοποιώντας το λογισμικό Scratch που είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού, προσιτό στα παιδιά, ηλικίας 8 - 16 ετών. Αν και για την ηλικιακή ομάδα (4-6 ετών) που αφορά η παρούσα έρευνα κρίνεται καταλληλότερη η αξιοποίηση του Scratchjr, επιλέχθηκε το Scratch καθώς είναι το μόνο που έχει συμβατότητα με τη συσκευή Makey Makey. Παράλληλα αξίζει να σημειωθεί ότι αν και ο στόχος του λογισμικού είναι η διδασκαλία του προγραμματισμού Η/Υ για την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εντούτοις η ιδιαίτερη μορφή του το κάνει προσιτό σε κάθε ηλικία (Τροχοπούλου, 2019). Κατά την δημιουργία των απτών διεπαφών του Έξυπνου σχολείου αξιοποιήθηκαν από τις κατηγορίες ελέγχου και ήχου οι εντολές “Όταν το πλήκτρο \_\_\_\_\_ πατηθεί” και “παίξε ήχο” αντίστοιχα. Προπαρασκευαστικά υλοποιήθηκαν δια ζώσης απλές δραστηριότητες στο Scratch σε συνδυασμό με τη συσκευή Makey Makey προκειμένου τα παιδιά να εξοικειωθούν με αυτές τις δύο εντολές.

Όπως αναφέρουν οι Παπουτσή & Φωκίδης (2019), 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. Η συσκευή Makey Makey συμβάλλει στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας καθώς παρέχει μεγάλη ελευθερία (thinking out of the box). ενώ παράλληλα έχει διαπιστωθεί οι χρήστες του Makey Makey έχουν μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα, ευελιξία διευρύνοντας ταυτόχρονα τον τρόπο σκέψης τους (Ντέτσικα, 2020). Η συσκευή Makey Makey έχει χρησιμοποιηθεί τόσο σε ερευνητικά προγράμματα, ενώ παράλληλα έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες ενσωμάτωσής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι Al & Vasudevan (2015) στην μελέτη που υλοποίησαν έκαναν μια προσπάθεια σύνδεσης του ψηφιακού με τον πραγματικό κόσμο μέσω της συσκευής Makey Makey εξετάστηκε αν η επέκταση σχεδίασης του παιχνιδιού στον φυσικό κόσμο με απτά αντικείμενα μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να εκφραστούν καλύτερα και να έχουν μεγαλύτερη αντίληψη πρακτικών που συνδέονται με την υπολογιστική σκέψη (Αλτάνης, 2019). Η συσκευή Makey Makey, μέσω της δημιουργίας απτών διεπαφών, διαπιστώθηκε ότι μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση μουσικών εννοιών και την ανάπτυξη μουσικών δεξιοτήτων σε αρχάριους μαθητές πιάνου, ηλικίας 8-11 ετών (Χρυσανθοπούλου, 2019). Ενώ παράλληλα μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση εννοιών της φυσικής, όπως για παράδειγμα στη διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στην Ε΄ τάξη του δημοτικού με τη δημιουργία φωτεινού παντογνώστη με το “Makey Makey” και το λογισμικό “Scratch”, κυκλωμάτων σε παράλληλη σύνδεση με τα χέρια και τη συσκευή και στη κατασκευή απλών κυκλωμάτων για να γίνει αντιληπτό το πότε ανάβει το λαμπάκι (Παπουτσή, 2019).

Επιλέχθηκε η αξιοποίηση της συσκευής Makey Makey από τις εκπαιδευτικούς των εμπλεκόμενων σχολείων καθώς από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι συγκεντρώνει ποικίλα χαρακτηριστικά και ταυτόχρονα αναδεικνύονται τα πολλαπλά οφέλη από την αξιοποίηση της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση του Makey Makey σε συνδυασμό με το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch, αξιοποιώντας απλές εντολές, συμβάλλει στην δημιουργική επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος που αφορά την καθημερινότητα των παιδιών στο σχολείο. Στην παρούσα εκπαιδευτική δράση τα παιδιά χρησιμοποιώντας τη συσκευή Makey Makey θέλοντας να επιλύσουν το πρόβλημα που τέθηκε σχετικά με την σπατάλη σε νερό και ενέργεια που διαπιστώθηκε στο χώρο του σχολείου τους, “ενεργοποιούν” τα σημεία που έχουν εντοπίσει, δημιουργούν συστήματα απτών διεπαφών με την χρήση των ακροδεκτών αλλά και αγωγίμων υλικών που έχουν προσθέσει στη μακέτα που έχουν κατασκευάσει, μετατρέποντας τις έξυπνες λύσεις, σε εντολές τις οποίες προγραμματίζουν μέσω του λογισμικού Scratch.

## Μεθοδολογία

Η παρούσα δράση σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε τέσσερα τμήματα, τριών νηπιαγωγείων στην Αττική, τη σχολική χρονιά 2020-2021. Το δείγμα αφορούσε 88 παιδιά ( 38 νήπια/ 50 προνήπια, 53 αγόρια/ 35 κορίτσια). Εξετάστηκε ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά είχαν αλληλεπίδραση μεταξύ τους αλλά και συνεργάστηκαν στα πλαίσια των ομάδων εργασίας για να πετύχουν ένα κοινό στόχο, την επίλυση της εκάστοτε προβληματικής κατάστασης. Η συλλογή δεδομένων έγινε βασισμένη στη μέθοδο της άμεσης παρατήρησης ενώ ο σχεδιασμός της δράσης στηρίχθηκε στην μέθοδο της επίλυσης προβλήματος. Μια διδακτική μέθοδος που ενσωματώνει ικανότητες υψηλού επιπέδου, αλλά και μεταγνώστικες ικανότητες εμπλέκοντας στοιχεία κινήτρου και συμπεριφοράς όπως προσπάθεια, επιμονή, εμπλοκή (Γιαννίτση, 2019). Σύμφωνα με την Καλοπούλου τα στάδια της διαδικασίας μετά τον εντοπισμό του προβλήματος είναι:

1. Να καθοριστούν οι στόχοι για τη διερεύνηση του προβλήματος
2. Να γίνει συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πρόβλημα
3. Να διερευνηθούν εναλλακτικές λύσεις, δηλαδή τι θα μπορούσε να γίνει στο σπίτι, στη γειτονιά, στην τάξη, στο πόλη που ζούμε
4. Να βρεθεί η πιο κατάλληλη λύση
5. Να συγκροτηθεί σχέδιο δράσης για την υλοποίηση της λύσης (τι θα κάνω και πως).
6. Να υλοποιηθεί το σχέδιο δράσης.
7. Να αξιολογηθεί.

Σκοπός της έρευνας ήταν η δημιουργική επίλυση ενός περιβαλλοντικού προβλήματος από παιδιά προσχολικής ηλικίας και αφορά άμεσα την καθημερινότητα τους στο σχολείο. Οι επιμέρους στόχοι της έρευνας ήταν : α) Η δημιουργία απτών διεπαφών που θα προσέφεραν στα παιδιά των εμπλεκόμενων Νηπιαγωγείων, μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον, να ευαισθητοποιηθούν σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας και νερού στο χώρο του σχολείου τους, σε ένα βιωματικό, παιγνιώδες και ελκυστικό πλαίσιο μάθησης. β) Η αξιολόγηση της δημιουργίας των απτών διεπαφών μέσω της αξιοποίησης της συσκευής Makey Makey ως προς την προστιθέμενη της αξία σχετικά με την επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος που προέκυψε.

Βάσει των στόχων αυτών προκύπτουν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα: α) Ποια είναι η προστιθέμενη αξία ως προς τη μαθησιακή διαδικασία με την αξιοποίηση του kit εφευρέσεων Makey Makey. β) Ποιές είναι οι απόψεις των παιδιών για τη συσκευή που αξιοποιήθηκε;

### 1ο στάδιο - Καθορισμός στόχων για τη διερεύνηση του προβλήματος

Τα παιδιά κάθε Νηπιαγωγείου, έχοντας ήδη ευαισθητοποιηθεί, μέσα από προπαρασκευαστικές δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν τόσο δια ζώσης στο Νηπιαγωγείο όσο και εξ' αποστάσεως, σε θέματα που αφορούν τη σπατάλη και την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας, κλήθηκαν να διερευνήσουν ένα πρόβλημα που εντοπίστηκε στο χώρο του σχολείου να αναζητήσουν πιθανές λύσεις. Το βασικό ερώτημα που τέθηκε ήταν "Έχετε παρατηρήσει σπατάλη νερού και ενέργειας στο σχολείο;".

Παράλληλα ακολούθησε μία σειρά βοηθητικών ερωτημάτων προκειμένου να βοηθήσουν τα παιδιά να εκφράσουν ιδέες και σκέψεις:

- Σε ποιά σημεία του σχολείου έχετε παρατηρήσει σπατάλη νερού/ενέργειας;
- Πιστεύετε ότι στο σημείο που αναφέρετε γίνεται σπατάλη νερού/ενέργειας;
- Τι σε κάνει να το λες αυτό;
- Πως θα μπορούσαμε να διαπιστώσουμε ότι γίνεται σπατάλη σε αυτά τα σημεία;

Μέσω καταγιγισμού ιδεών διατύπωσαν τις ιδέες τους, οι οποίες καταγράφηκαν από τις Νηπιαγωγούς, ενώ στη συνέχεια ακολούθησε σχετική συζήτηση, με σκοπό να καθοριστούν οι στόχοι, για να διερευνηθεί το πρόβλημα. Τα περισσότερα παιδιά αναφέρθηκαν ότι εντοπίζουν συνήθως σπατάλη νερού στο χώρο της τουαλέτας. Ενώ αναφέρθηκε η βρύση της τάξης, της κουζίνας και το αυτόματο πότισμα της αυλής από μικρότερο αριθμό παιδιών. Αναφορικά με τη σπατάλη ενέργειας αναφέρθηκαν στα φώτα που υπάρχουν στις τάξεις αλλά και γενικότερα στο χώρο των σχολείων, στα καλοριφέρ και στις ηλεκτρονικές συσκευές που υπάρχουν σε κάθε τάξη ενώ σε μικρότερο βαθμό ανέφεραν τις συσκευές της κουζίνας.

## **2ο στάδιο - Συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πρόβλημα**

Προκειμένου να διαπιστώσουν εάν όντως στα σημεία που καταγράφηκαν και προέκυψαν μέσα από τη συζήτηση και τη χρήση βοηθητικών ερωτήσεων, γίνεται σπατάλη, τα παιδιά κάθε Νηπιαγωγείου χωρίστηκαν σε πέντε ομάδες και συνεργάστηκαν προκειμένου να συλλέξουν στοιχεία σχετικά με το πρόβλημα. Εντόπισαν τα σημεία στο χώρο του σχολείου έκαναν υποθέσεις και πειραματίστηκαν προκειμένου να επαληθεύσουν την αρχική τους υπόθεση σχετικά με τη σπατάλη νερού και ενέργειας. Συνειδητοποίησαν πως υπήρχαν σημεία που γινόταν συχνή χρήση σε νερό και ενέργεια, από τα ίδια τα παιδιά αλλά και τις Νηπιαγωγούς, όπως για παράδειγμα τα φώτα των τάξεων αλλά και οι βρύσες και οι τουαλέτες κάθε σχολείου. Ενώ εντόπισαν και σημεία που δεν γινόταν τόσο συχνή χρήση αλλά διαπιστώθηκε σπατάλη ενέργειας (συσκευές σε αναμονή) και σπατάλη νερού (αυτόματο πότισμα σε περιόδους συχνών βροχοπτώσεων). Αξιοποιώντας φορητές συσκευές φωτογράφησαν τα σημεία στο χώρο του σχολείου και της αυλής (εικόνα 1). Το φωτογραφικό υλικό εκτιπώθηκε και κάθε ομάδα παρουσίασε τα ευρήματά της στις άλλες ομάδες και έθεσε τον προβληματισμό της.



**Εικόνα 1: Αξιοποίηση φορητών συσκευών**

## **3ο στάδιο - Διερεύνηση εναλλακτικών λύσεων**

Τα παιδιά κάθε Νηπιαγωγείου πρότειναν εναλλακτικές λύσεις, για το τι θα μπορούσαν να κάνουν ώστε το σχολείο να λειτουργεί με οικολογική συνείδηση και να μην σπαταλά άσκοπα ενέργεια και νερό. Οι προτάσεις τους βασίστηκαν σε όσα έμαθαν σε προηγούμενες δραστηριότητες και όσες πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας και νερού ξεκίνησαν να εφαρμόζουν στο σπίτι τους, μετά από αυτές. Ενδεικτικά πρότειναν:

- Να κλείνουμε τα φώτα στο διάλειμμα
- Να κλείνουμε τη βρύση όταν πλένουμε τα χέρια
- Να απενεργοποιούμε τον Η/Υ όταν δεν τον χρησιμοποιούμε
- Να ανοίγουμε τα παράθυρα και όχι τον κλιματισμό τις ζεστές μέρες

## **4ο στάδιο - Εύρεση της πιο κατάλληλης λύσης**

Η πιο κατάλληλη λύση προκειμένου να προσεγγίσουν περισσότερο το πρόβλημα που κλήθηκαν να επιλύσουν, αναδείχθηκε η κατασκευή μιας μακέτας του σχολείου. Κάθε ομάδα ανέλαβε ένα σημείο του σχολείου, το οποίο ζωγράφισε (εικόνα 2), απεικονίζοντας το σημεία σπατάλης νερού/ενέργειας και προτείνοντας λύσεις, που συζητήθηκαν στην ολομέλεια όταν παρουσίασαν την εργασία τους.



Εικόνα 2: Απεικόνιση των σημείων του σχολείου μέσω ζωγραφικής

### 5ο στάδιο - Συγκρότηση σχεδίου δράσης

Προκειμένου να υλοποιηθεί το σχέδιο δράσης που πρότεινε κάθε ομάδα των εμπλεκόμενων Νηπιαγωγείων, αρχικά κατασκεύασε με τουβλάκια και ανακυκλώσιμα υλικά, το σημείο που ανέλαβε, έχοντας ως οδηγό την κάτοψη που είχε σχεδιάσει. Στη συνέχεια στο επίπεδο της ολομέλειας κάθε ομάδα παρουσίασε την κατασκευή της (εικόνα 3). Ακολούθησε συζήτηση όπου τέθηκε ο προβληματισμός κατά πόσο η κατασκευή αυτή συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και νερού.



Εικόνα 3: Οι μακέτες των σχολείων

Στις προτάσεις των παιδιών αναφέρθηκε η πιθανή αξιοποίηση ενός ρομπότ ή κάποιου είδους ηχογραφημένης ενημέρωσης που θα λειτουργούσε ως υπενθύμιση όταν γίνεται σπατάλη νερού και ενέργειας. Κάθε ομάδα ηχογράφησε με τη βοήθεια της Νηπιαγωγού της τάξης τα πιθανά ενημερωτικά μηνύματα του ρομπότ, τα οποία στη συνέχεια ενσωματώθηκαν στο εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού Scratch, ως απλές εντολές. Αξιοποιήθηκαν από το Scratch οι κατηγορίες ελέγχου και ήχου και πιο συγκεκριμένα οι εντολές “Όταν το πλήκτρο \_\_\_ πατηθεί” και “παιξε ήχο” αντίστοιχα. Προπαρασκευαστικά είχαν υλοποιηθεί δια ζώσης απλές δραστηριότητες στο Scratch προκειμένου τα παιδιά να εξοικειωθούν με αυτές τις δύο εντολές.

Θέλοντας να συνδέσουμε τον πραγματικό κόσμο (μακέτα σχολείου) με τον ψηφιακό κόσμο αξιοποιήθηκε η συσκευή Makey Makey, για τη δημιουργία απτών επιφανειών. Καθώς ήταν η πρώτη φορά που τα παιδιά των εμπλεκόμενων Νηπιαγωγείων θα αξιοποιούσαν τη συγκεκριμένη συσκευή, οι Νηπιαγωγοί θεώρησαν σημαντικό να τους δώσουν χρόνο προκειμένου να τη γνωρίσουν μέσα από την υλοποίηση απλών δραστηριοτήτων (επεξεργασία καλωδίων, πλακέτας, συνδεσμολογία, αγωγήμα υλικά).

Κατά τη συγκρότηση του σχεδίου δράσης, αξιοποιώντας τη συσκευή, κάθε ομάδα είχε τη δυνατότητα να συνεργαστεί, να πειραματιστεί, να κάνει υποθέσεις, να επανασχεδιάσει τις έξυπνες λειτουργίες που είχε αναλάβει. Οι ομάδες ανέλαβαν να δημιουργήσουν συστήματα απτών διεπαφών με την χρήση των ακροδεκτών αλλά και αγωγίμων υλικών που είχαν προστεθεί στη μακέτα που κατασκεύασαν (εικόνα 4). Ενώ στη συνέχεια έγινε η σύνδεση με τις εντολές που είχαν δημιουργήσει μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. Κάθε ομάδα πειραματίστηκε αξιοποιώντας τις δικές της γνώσεις και χρησιμοποίησε τη συσκευή Makey Makey για να δημιουργήσει πιθανές λύσεις που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε ένα πραγματικό πρόβλημα (Deck & Moyer, 2018).



Εικόνα 4: Η δημιουργία απτών διεπαφών

### **6ο στάδιο - Υλοποίηση σχεδίου δράσης**

Μετά την ολοκλήρωση της μακέτας και την ενσωμάτωση των καλωδίων και της συσκευής Makey Makey, κάθε ομάδα έκανε δοκιμές και πειραματίστηκε, θέλοντας να ελέγξει την ομαλή λειτουργία των απτών επιφανειών που είχε δημιουργήσει. Στη συνέχεια κάθε ομάδα δοκίμασε τις απτές διεπαφές και των άλλων ομάδων.

### **7ο στάδιο - Αξιολόγηση σχεδίου δράσης**

Η χρήση της τεχνολογίας ενθαρρύνει τα παιδιά ώστε να εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία της μάθησης και να κατανοούν δύσκολες ή αφηρημένες έννοιες πιο εύκολα. Αξίζει να αναφερθεί πως η παρούσα δράση συνδυάζει το παιχνίδι με την πραγματική ζωή και τη μάθηση, επιτρέποντας στα παιδιά να συνεργαστούν και να αλληλεπιδράσουν με αντικείμενα χρησιμοποιώντας την τεχνολογία, χωρίς να είναι καθηλωμένα σε μια οθόνη, με αποτέλεσμα να διεγείρεται το ενδιαφέρον τους και να ενισχύεται το κίνητρο για μάθηση. Οι εκπαιδευτικοί, παρείχαν ένα πλαίσιο στήριξης (scaffolding), κινητοποιώντας τα παιδιά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, επίλυσης προβλήματος και δημιουργικής σκέψης. Τα παιδιά βρίσκονταν σε όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής δράσης στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

Μέσα από τη δημιουργία μικρών ομάδων, αντιμετώπισαν ρεαλιστικά προβλήματα, που απαιτούσαν αφενός την ενεργό εμπλοκή τους αφετέρου καινοτομία και δημιουργική οπτική. Αξίζουν να αναφερθούν κάποια από τα λόγια των παιδιών κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της εκπαιδευτικής δράσης. “Μου άρεσε που χρησιμοποιήσαμε υλικά που ανακυκλώνονται και άλλα που δεν τα χρειαζόμαστε πια για να φτιάξουμε το σχολείο μας”, “Ήταν πολύ ωραία που κάναμε κάτι όλοι μαζί και το δείξαμε στους φίλους μας”, “Πόσο φανταστικά είναι αυτά τα καλώδια που ακουγόταν η φωνή μας” “Το σχολείο μας έγινε πολύ έξυπνο και σώζει περιβάλλον”. Καλλιεργήθηκε η δημιουργικότητα ενθαρρύνοντας την αυτενέργεια των παιδιών, τη δοκιμή, τη σύνδεση πνευματικής και χειρωνακτικής εργασίας

απελευθερώνοντας τη φαντασία. Ένα ενδιαφέρον στοιχείο που παρατηρήθηκε ήταν ο έκδηλος ενθουσιασμός ανάμεσα στα παιδιά σε όλες τις φάσεις της δράσης χαρακτηρίζοντας διασκεδαστική αυτήν τη μέθοδο διδασκαλίας.

### Συμπεράσματα - Συζήτηση

Η παρούσα εκπαιδευτική δράση επικεντρώνεται στην υλοποίηση διεπιστημονικής προσέγγισης βασιζόμενη στην εκπαίδευση STEAM καθώς αυτή αλληλεπιδρά με στόχους της βιώσιμης ανάπτυξης και την ευρύτερη φιλοσοφία της αειφόρου εκπαίδευσης. Δόθηκε η δυνατότητα στα παιδιά να καλλιεργήσουν δεξιότητες που αφορούν τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη, τη συνεργασία, την επίλυση προβλήματος και την επικοινωνία. Συνδύασαν τον πραγματικό κόσμο (μακέτα σχολείου) με τον ψηφιακό κόσμο αξιοποιώντας τη συσκευή Makey Makey, για τη δημιουργία απτών επιφανειών και σε ένα συνεργατικό πλαίσιο βοήθησαν το σχολείο τους να αποκτήσει περιβαλλοντικό αποτόπωμα. Είχαν το χρόνο για πειραματισμό και διερεύνηση, έκαναν υποθέσεις, έμαθαν από τα λάθη τους και πειραματίστηκαν εκ νέου.

Για τη συλλογή δεδομένων αξιοποιήθηκε η μέθοδος της άμεσης παρατήρησης των δραστηριοτήτων που εμπεριέχονται στο σενάριο “Το Έξυπνο Σχολείο”. Δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος που είχαν να κάνουν με τον εντοπισμό του προβλήματος, προτεινόμενες λύσεις από τα παιδιά, hands on κατασκευές (δημιουργία μακέτας), δημιουργία απτών διεπαφών, και προγραμματισμό. Στην πορεία της δράσης παρατηρήθηκε εμπλουτισμός και χρήση σχετικού λεξιλογίου, όπως διακόπτης, σπατάλη, εξοικονόμηση, καλώδιο, προγραμματίζω, πρόβλημα, λύση, ρεύμα, καλός/κακός αγωγός, σύνδεση, θερμοκρασία.

Αναφορικά με τα προβλήματα που αντιμετώπισαν τα παιδιά, παρατηρήθηκε ότι δυσκολεύτηκαν στη δημιουργία κυκλώματος με τη χρήση του kit εφευρέσεων Makey Makey, παρόλα αυτά τα παιδιά επέμειναν στην επίτευξη του στόχου τους, υιοθετώντας εναλλακτικές στρατηγικές κάθε φορά που το κύκλωμα δεν ανταποκρινόταν, αλλάζοντας τη θέση των καλωδίων. Υπήρξαν παιδιά που φάνηκε να έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους, αλλά ακόμη και αν εμφανίζονταν δυσκολίες έσπευδαν να ζητήσουν τη βοήθεια των συμμαθητών/τριών τους. Μαθητές και μαθήτριες οι οποίοι δεν συμμετείχαν αρχικά, άρχισαν να συμμετέχουν πιο ενεργά.

Τα παιδιά διατύπωσαν τις απόψεις και τους προβληματισμούς τους σχετικά με τα σημεία που έπρεπε να τοποθετηθούν οι απτές διεπαφές/έξυπνες λειτουργίες στην μακέτα. Χαρακτηριστικά ανέφεραν ότι “ Πρέπει να το βάλουμε στο διακόπτη για το φως για να μας θυμίζει να το κλείνουμε”, “Να μπει στη βρύση στο νυτήρα, εκεί εμείς την ξεχνάμε ανοιχτή”, “Το καζανάκι τρέχει, μήπως πρέπει να βάλουμε κάτι και εδώ;”, “Το καλοριφέρ πρέπει να το κλείνουμε όταν έχει ζέση”. Οι πρότερες γνώσεις αναφορικά με την εξοικονόμηση/σπατάλη νερού και ενέργειας συνέβαλαν στη δημιουργική επίλυση του περιβαλλοντικού προβλήματος. Κατά τη δημιουργία της μακέτας αλλά και των απτών διεπαφών στο Νηπιαγωγείο, εξέφρασαν τις ιδέες τους συσχετίζοντας τις με τις εμπειρίες τους σχετικά με τη σπατάλη νερού και ενέργειας. Οι διαπιστώσεις αυτές έγιναν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης των προπαρασκευαστικών δραστηριοτήτων (σχετικά με το νερό και την ενέργεια) που έλαβαν χώρα μέσω της εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης πριν την κατασκευή της μακέτας και την αξιοποίηση της συσκευής Makey Makey. Με αυτό τον τρόπο είχαν τη δυνατότητα να κάνουν παρατηρήσεις σχετικά με το υπό διερεύνηση θέμα, στο άμεσο περιβάλλον που ζουν.

Όπως αναφέρουν οι Chen, Chi Wai & Lo, Kit. (2019), μέσω της εκπαίδευσης STEAM και με τη βοήθεια του kit εφευρέσεων Makey Makey, τα παιδιά μπόρεσαν να ανταλλάξουν

ιδέες, να κάνουν υποθέσεις, να πειραματιστούν, μέσα σε ένα συνεργατικό πλαίσιο, αξιοποιώντας την τεχνολογία (Rogers et al. 2014), η οποία λειτούργησε ως μέσο καινοτόμων πρακτικών και αυτοέκφρασης (Siemon et al. 2016), αναδεικνύοντας την προστιθέμενη του αξία. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο σχολιασμός των δραστηριοτήτων από τα παιδιά οδήγησε σε νέες προτάσεις και τρόπους ενσωμάτωσης της συσκευής Makey Makey για τη δημιουργική επίλυση άλλων προβλημάτων (συσκευή αναγνώρισης αντικειμένων για παιδιά με αισθητηριακές διαταραχές, αναγνώριση ανακυκλώσιμων και μη υλικών). Παράλληλα παρατηρήθηκε ότι αρκετά παιδιά, μετέφεραν την εμπειρία τους στις ελεύθερες δραστηριότητες στο Νηπιαγωγείο, κατασκευάζοντας κτίρια που επιθυμούσαν να λειτουργούν με “έξυπνο τρόπο”. Όσον αφορά την επίλυση του προβλήματος δεν υπήρξε κάποιο πρόβλημα στις ομάδες, αντιθέτως τα παιδιά σκέφτηκαν δημιουργικά, σχεδίασαν πιθανές λύσεις για το πρόβλημα, εξέφρασαν τις απόψεις τους με επιχειρήματα και έλεγχαν τις υποθέσεις τους. Τέλος έχοντας μάθει να δουλεύουν συνεργατικά είχαν αναπτύξει και τις κατάλληλες δεξιότητες.

Σαφέστατα η παρούσα εκπαιδευτική δράση δεν μπορεί να οδηγήσει σε γενίκευση των αποτελεσμάτων της λόγω του μικρού δείγματος αλλά και του γεωγραφικού περιορισμού της. Τα παιδιά των εμπλεκόμενων σχολείων κατέκτησαν δεξιότητες συνεργασίας και επίλυσης προβλήματος, λαμβάνοντας τα οφέλη της προστιθέμενης αξίας της συσκευής Makey Makey, αλλά αυτό συνέβη στους συγκεκριμένους μαθητές και μαθήτριες προσχολικής ηλικίας, τριών νηπιαγωγείων αστικών περιοχών του λεκανοπεδίου Αττικής μέσα σε ένα συγκεκριμένο σχολικό πλαίσιο.

Τα παιδιά μεγαλώνουν σε έναν κόσμο με πολλαπλά περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να παρέχουν ευκαιρίες, στα παιδιά να αναπτύξουν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις στάσεις που θα χρειαστούν για την εύρεση λύσεων απέναντι στα προβλήματα αυτά. Είναι επομένως απαραίτητο να αναπτύξουν τις δεξιότητες που απαιτούνται για την επίλυση προβλημάτων, τη δημιουργική και κριτική σκέψη και την καινοτομία, έχοντας ως εφόδια την εμπιστοσύνη, την περιέργεια και την προθυμία να αναλάβουν πρωτοβουλίες, να δουν τα λάθη τους ως ευκαιρίες για μάθηση και να συνεργαστούν οραματιζόμενα ένα καλύτερο κόσμο (Trilling & Fadel, 2009).

## Αναφορές

- Chen, C.W., Lo, K. (2019). From Teacher-Designer to Student-Researcher: a Study of Attitude Change Regarding Creativity in STEAM Education by Using Makey Makey as a Platform for Human-Centred Design Instrument. *Journal for STEM Education Research*. 2. 1-17. 10.1007/s41979-018-0010-6.
- 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* (pp. 367-370).
- Daskolia, M., Dimos, A., Kampylis, P. (2012). Secondary teachers' conceptions of creative thinking within the context of Environmental Education. *International Journal of Environmental and Science Education*. 7.
- Deck, A., Moyer, A. ( 2018). Makey Makey Educator's Guide. e International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). Ανακτήθηκε στις 20 Οκτωβρίου 2020 από [https://cdn.shopify.com/s/files/1/0162/8612/files/Makey\\_Makey\\_Educators\\_Guide.pdf?16481577170705338427](https://cdn.shopify.com/s/files/1/0162/8612/files/Makey_Makey_Educators_Guide.pdf?16481577170705338427)
- Kafai, Y., Vasudevan, V. (2015) Constructionist Gaming Beyond the Screen: Middle School Students' Crafting and Computing of Touchpads, Board Games, and Controllers, pp. 49-54, doi: 10.1145/2818314.2818334., 2015
- Malecha, E. (2020). "The Role of Environmental Education in Steam Education". *School of Education Student Capstone Projects*. 463. [https://digitalcommons.hamline.edu/hse\\_cp/463](https://digitalcommons.hamline.edu/hse_cp/463)

- MIT Media Lab (2015). Lifelong Kindergarten - Research Projects. <http://media.mit.edu/research/groups/lifelong-kindergarten>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc.
- Rogers, Y., Paay, J., Brereton, M., Vaisutis, K. L., Marsden, G., & Vetere, F. (2014). Never too old: Engaging retired people inventing the future with MaKey MaKey, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Toronto, Ontario, Canada, pp. 3913-3922.
- Siemon, D., Plaumann, R., Regenber, A., Yuan, Y., Liu, Z., & Robra-Bissantz, S. (2016). Tinkering for creativity: An experiment to utilize MaKey MaKey invention kit as group priming to enhance collaborative creativity.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Αλτάνης, Ι. (2019). *Πλαίσιο σχεδίασης και ανάπτυξης ψηφιακών παιχνιδιών ενσώματης αλληλεπίδρασης από μαθητές για την προαγωγή δεξιοτήτων και θετικών μαθησιακών εμπειριών (Διδακτορική Διατριβή)*. Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς.
- Γιαννίτσι, Μ-Β. (2019). *Συνεργατική επίλυση προβλήματος με χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής: Μια μελέτη περίπτωσης με μαθητές προσχολικής ηλικίας (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Ιωάννου, Μ., & Μπράττισης, Θ. (2017). Πλαίσιο εκπαίδευσης STE(A)M στο νηπιαγωγείο: μια πρώτη διερεύνηση. Στο Αρχικά Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπιδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράττισης & Χ. Παναγιωτακόπουλος(επιμ.) *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»* (σ.σ. 747-757). Αθήνα: ΑΣΠΙΑΓΠΕ.
- Καλαφάτη, Μ. (2020). *Προσεγγίζοντας τη δημιουργικότητα των παιδιών μέσα από τη διερεύνηση ενός περιβαλλοντικού ζητήματος στο Νηπιαγωγείο (Διδακτορική Διατριβή)*. ΕΚΠΑ, Αθήνα.
- Καλοπούλου, Γ. (2012). Μεθοδολογικές προσεγγίσεις και διδακτικές στρατηγικές. *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, 46(1), Ανακτήθηκε στις 10 Οκτωβρίου 2020 από: <https://www.peekpemagazine.gr/>
- Ντέτσικα, Ε. (2020). *Ανάπτυξη μικτού ψηφιακού και συμβατικού εκπαιδευτικού υλικού για το νηπιαγωγείο με την αξιοποίηση υπολογισμού φυσικών διεπαφών (Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Παπουτσι, Α. (2019). *Η οσοκενή απτή διεπαφή "Makey Makey" στην διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στο Δημοτικό Τ(Διπλωματική Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.
- Παπουτσι, Α, Φωκίδης, Ε. (2019). Χρησιμοποιώντας Makey-Makey για τη διδασκαλία στοιχείων του ηλεκτρισμού σε μαθητές δημοτικού. Αποτελέσματα από την πρώτη φάση ερευνητικού προγράμματος. *Educationnext* 1(2), 63-79. Ανακτήθηκε στις 20 Σεπτεμβρίου 2020 από [http://opensimserver.aegean.gr/publications/2019\\_paper\\_Papoutsis\\_Fokides\\_GR.pdf](http://opensimserver.aegean.gr/publications/2019_paper_Papoutsis_Fokides_GR.pdf)
- Στεφανόπουλος, Ν., & Μπαζιγιού, Κ. (2005). "Επίλυση Προβλήματος" Μια διδακτική πρόταση στην υπηρεσία της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης για την Αειφορία. Στο Αρχικά Θ. Λέκκας (επιμ.) *1ο Συνέδριο Σχολικών Προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης* (σ.σ 681-689). Ισθμός Κορίνθου: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Τρικαλίτη, Α. (2014). Αειφόρο Ελληνικό Σχολείο: Όλοι νοιαζόμαστε, όλοι συμμετέχουμε. *Για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*, 50(5), Ανακτήθηκε στις 15 Σεπτεμβρίου 2021 από: <https://www.peekpemagazine.gr>
- Τροχοπούλου, Μ (2019). Πειραματική αξιοποίηση και αξιολόγηση καινοτόμων υλικών και εργαλείων στην εκπαιδευτική πράξη: η περίπτωση της ηλεκτροαγωγίμης βαφής. (Διπλωματική Εργασία). ΕΚΠΑ, Αθήνα.
- Φλογαίτη, Ε. (2006). *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την Αειφορία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Χρυσανθοπούλου, Κ. (2019). «Μουσικά κλώδια»: Ένα σύστημα αξιοποίησης απτών διεπαφών στην Ωδειακή εκπαίδευση για την ανάπτυξη μουσικών δεξιοτήτων σε παιδιά ηλικίας 8-11 ετών (Διπλωματική Εργασία). ΕΚΠΑ, Αθήνα.