

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

Τόμ. 1 (2022)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»



Σχεδιασμός τεχνολογικά ενισχυμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων με απτικές διεπαφές για τα Μαθηματικά στο Νηπιαγωγείο

Αλεξάνδρα Λιάπη, Αλεξάνδρα Λιάπη, Δέσποινα Κουτσομανόλη-Φιλιππάκη, Γεώργιος Φεσάκης

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Λιάπη Α., Λιάπη Α., Κουτσομανόλη-Φιλιππάκη Δ., & Φεσάκης Γ. (2023). Σχεδιασμός τεχνολογικά ενισχυμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων με απτικές διεπαφές για τα Μαθηματικά στο Νηπιαγωγείο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 1059–1070. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5812>

# Σχεδιασμός τεχνολογικά ενισχυμένων μαθησιακών δραστηριοτήτων με απτικές διεπαφές για τα Μαθηματικά στο Νηπιαγωγείο

Λιάπη Αλεξάνδρα<sup>1</sup>, Κουτσομανόλη-Φιλιππάκη Δέσποινα<sup>2</sup>, Φεσάκης Γεώργιος<sup>2</sup>

psemdt20017@aegean.gr, psemdt21004@aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr

<sup>1</sup> Μ.Εδ.<sup>2</sup> Διδάκτωρ ΤΕΠΑΕΣ, Παν/μιο Αιγαίου, <sup>3</sup> Καθηγητής ΤΕΠΑΕΣ, Παν/μιο Αιγαίου

## Περίληψη

Η εργασία αφορά μια εξερευνητική μελέτη περίπτωσης με σχεδιασμό για την ενσώματη μάθηση υποστηριζόμενη από τεχνολογικά μέσα με απτικές και εικονικές διεπαφές χρήστη, με την αξιοποίηση ψηφιακών εφαρμογών και την εμπλοκή της ενσώματης μάθησης, ως προς τη συμμετοχή του σώματος (bodily engagement) και των χειρονομιών (gestures), και ως προς το συσχετισμό των κινήσεων με το περιεχόμενο μάθησης (task integration). Σκοπός της έρευνας είναι η εξέταση της επίδρασης που ασκούν οι δυο αυτές διεπαφές χρήστη (εικονική και απτική) στην ανάπτυξη της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών προσχολικής ηλικίας, στην ανάπτυξη στρατηγικής επίλυσης προβλημάτων και των δεξιοτήτων που προάγονται. Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν ότι τα δυο διαφορετικά είδη διεπαφών με ενσώματη μάθηση, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Ωστόσο, το επιτραπέζιο παιχνίδι με την απτική διεπαφή με την πλακέτα Makey Makey σε σύγκριση με το ψηφιακό παιχνίδι με την εικονική διεπαφή συμβάλλει σε μεγαλύτερο βαθμό στην ανάπτυξη και εξέλιξη της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών.

**Λέξεις κλειδιά:** Ενσώματη Μάθηση, Makey Makey, Scratch, απτικές διεπαφές, εικονικές διεπαφές

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, οι ψηφιακές τεχνολογίες εισέρχονται δυναμικά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η χρήση των ΤΠΕ (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας) στο εκπαιδευτικό σύστημα μπορεί να ενισχύσει σημαντικές δεξιότητες του 21ου αιώνα (4C), όπως την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της δημιουργικότητας, της επικοινωνίας και της αλληλεπίδρασης. Παράλληλα με τις ψηφιακές τεχνολογίες (ΨΤ) η διδασκαλία ενισχύεται με πρωτοποριακές και σύγχρονες μεθόδους μάθησης, δίνοντας έτσι ευκαιρία για πρόοδο. Έρευνες τονίζουν τη σημαντικότητα της ανάπτυξης της Υπολογιστική Σκέψης (ΥΣ) ως θεμελιώδους δεξιότητας για όλες τις ηλικίες, και κυρίως για τα παιδιά, συμβάλλοντας έτσι στη γνωστική ανάπτυξή τους. Τα οφέλη της ενσωμάτωσης ΥΣ στην εκπαίδευση των παιδιών ηλικίας 4-6 ετών είναι πολύ σημαντικά, καθώς τους δίνεται η ευκαιρία να ασκήσουν δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων όπου μέσα από τη δοκιμή, το λάθος και τον έλεγχο, προβληματίζονται και σχεδιάζουν τον τρόπο που θα καταλήξουν στην επιθυμητή λύση (Dong, et al., 2019· Hsu, Chang, & Hung, 2018· Fessakis & Serafeim, 2009· Palts, & Pedaste, 2020).

Με τη χρήση απτικών διεπαφών χρήστη (Tangible User Interfaces- TUI), τα παιδιά αλληλοεπιδρούν με τον ψηφιακό κόσμο χρησιμοποιώντας αντικείμενα καθημερινής χρήσης. Μέσα από αυτό το περιβάλλον τα παιδιά εξερευνούν, προσομοιώνουν και οικοδομούν νέες γνώσεις διασκεδάζοντας και παίζοντας, ενώ δίνεται μεγάλη έμφαση στο ρόλο του σώματος και της ενσώματης αλληλεπίδρασης. Τα αποτελέσματα αναμένονται βελτιωμένα όταν πρόκειται για συνεργατικές δραστηριότητες μάθησης με TUI. Από την άλλη μεριά, η χρήση

εικονικών διεπαφών χρήστη (Graphical User Interfaces- GUI) δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να διαχειρίζονται πληροφορίες, που απεικονίζονται στη οθόνη, μέσα από το πληκτρολόγιο, το ποντίκι ή την οθόνη αφής (Resnick et al., 1998).

Βασικός σκοπός της έρευνας μας ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η χρήση απτικών και εικονικών διεπαφών χρήστη συμβάλλουν στη βελτίωση βασικών μαθηματικών επιτευγμάτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Η πρώτη πειραματική προσέγγιση αξιοποίησε την εικονική διεπαφή χρήστη με τη χρήση του ψηφιακού παιχνιδιού με το λογισμικό Scratch, ενώ η δεύτερη πειραματική προσέγγιση μέσω της απτικής διεπαφής με τη χρήση της πλακέτας Makey Makey. Παράλληλα, εξετάζεται η επίδραση που ασκούν οι δυο αυτές διεπαφές χρήστη (εικονική και απτική) στην ανάπτυξη της στρατηγική επίλυσης προβλημάτων και τέλος διερευνώνται οι περαιτέρω δεξιότητες που προάγονται στα παιδιά προσχολικής ηλικίας με τη χρήση GUI και TUI.

Σημαντικό είναι να αναφέρουμε, πως το Makey Makey έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετά ερευνητικά προγράμματα με παιδιά ηλικίας άνω των 6 ετών προκειμένου να διδάξει τη Μηχανική, τη Σχεδιαστική και τη Δημιουργία, αλλά έχουμε λιγοστές μελέτες σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Μαθητές δημοτικού χρησιμοποίησαν το Makey Makey για να μάθουν το χρόνο (Xeffteris, 2018) καθώς και τα αντικείμενα που πρέπει να υπάρχουν σε μια βαλίτσα έκτακτης ανάγκης (Παναγιωτοπούλου, Καζανίδης, Τσινάκος, 2017). Οι Fokides & Papoutsis (2020) στην έρευνα τους χρησιμοποίησαν το kit για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε παιδιά δημοτικού. Τέλος, η Ντέτσικα (2020) μελέτησε την εκμάθηση των αριθμών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με τη χρήση της εν λόγω πλακέτας Makey Makey.

## Θεωρητικό Πλαίσιο

Στην εποχή που διανύουμε διαφαίνεται μια ραγδαία ανάπτυξη των εκπαιδευτικών τεχνολογιών, οι οποίες επιτρέπουν ενσώματες πρακτικές μάθησης στην εκπαίδευση. Η ιδέα ότι η συμμετοχή του σώματος μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο για τη μαθησιακή διαδικασία έχει αυξήσει το ενδιαφέρον της ερευνητικής κοινότητας (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Με το πέρασμα των χρόνων, την εξέλιξη της παιδαγωγικής επιστήμης και την αναθεώρηση των παιδαγωγικών μεθόδων, η Ενσώματη Μάθηση άρχισε να θεωρείται ένας συνδυασμός των κινήσεων του σώματος, των συναισθημάτων και του μυαλού, και ένας σύγχρονος τρόπος να συνδεθούν πολλά γνωστικά αντικείμενα στην εκπαιδευτική διαδικασία για να ενισχυθεί η δεξιότητα του μαθητή και να οικοδομηθεί η νέα γνώση (Georgiou, Ioannou, & Kosmas, 2021). Επιπλέον, η Ενσώματη Μάθηση σχετίζεται με το παραδοσιακό μοντέλο που ο μαθητής αντιμετωπίζεται απλά ως μια φυσική παρουσία στη τάξη, μέχρι και με το κοντροκτιβιστικό μοντέλο που ο μαθητής αντιμετωπίζεται ως ολότητα και με τις ακόμη πιο πρόσφατες θεωρίες μάθησης, των ψηφιακών συστημάτων μάθησης. Οι σύγχρονες αυτές θεωρίες, δίνουν μια ακόμη πιο ενισχυμένη μορφή μάθησης, αυτή της ψηφιακής (digital), όπου οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν τόσο με τον πραγματικό όσο και με τον εικονικό κόσμο (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013).

Οι τεχνολογίες που βασίζονται σε κίνηση και φυσική διεπαφή χρήστη (π.χ. Xbox Kinect) σε συνδυασμό με τις διεπαφές που βασίζονται σε μικτή και εικονική πραγματικότητα οδήγησαν στο σχεδιασμό βελτιωμένων τεχνολογικά περιβαλλόντων ενσώματης μάθησης. Ουσιαστικά, τα περιβάλλοντα αυτά αποτελούν μια κατηγορία ψηφιακού μαθησιακού περιβάλλοντος, τα οποία ενσωματώνουν είτε χειρονομίες είτε κινήσεις ολόκληρου του σώματος κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης (Enyedy, Danish, & DeLiema, 2015· Καλλίνου, 2021).

Επομένως, με τον όρο τεχνολογικά ενισχυμένη ενσώματη μάθηση αναφερόμαστε στις τεχνολογικά ενισχυμένες μαθησιακές εμπειρίες που συνδυάζουν τον πραγματικό με τον

εικονικό κόσμο με τη χρήση οποιασδήποτε μορφής κίνησης. Οι έρευνες που πραγματοποιούνται την τελευταία δεκαετία τονίζουν τη σημαντικότητα της αλληλεπίδρασης των μαθητών με τις ψηφιακές τεχνολογίες οι οποίες συνδυάζουν κινήσεις του σώματος, καθώς συμβάλλουν στην επίτευξη υψηλών ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων (Skulmowski & Rey, 2018). Η συμμετοχή του σώματος στα εκπαιδευτικά πλαίσια σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες και τις διεπαφές που ενισχύουν τη φυσική σωματική κίνηση (θέση σώματος, χειρονομίες, επαφές) δημιουργούν την είσοδο στα ψηφιακά διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης μεικτής πραγματικότητας (Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013). Αυτή η νέα κατηγορία στην ψηφιακή τεχνολογία δίνει έμφαση στην εμπλοκή των μαθητών σε συνδυασμό με τον φυσικό-πραγματικό κόσμο και τον εικονικό, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους χρήστες με ένα πιο οικείο τρόπο να κατανοήσουν πολλές θεμελιώδεις και αφηρημένες έννοιες. Τα περιβάλλοντα μεικτής πραγματικότητας περιλαμβάνουν αντικείμενα που βρίσκουμε στην καθημερινότητά μας, όπως για παράδειγμα το σώμα μας ή αντικείμενα που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε με το χέρι μας, και οι σωματικές αυτές κινήσεις ενισχύονται με ψηφιακές απεικονίσεις. (Gallagher & Lindgren, 2015 · Lindgren et al., 2016).

Στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκε ένα εικονικό παιχνίδι με το λογισμικό Scratch και ένα επιτραπέζιο παιχνίδι το οποίο συνδέεται με τη πλακέτα Makey Makey που επιτρέπει την εμφάνιση των αναπαραστάσεων στην οθόνη, με στόχο τη διερεύνηση των μαθηματικών εννοιών της πρόσθεσης και της αφαίρεσης, της αναγνώρισης και αντιστοίχισης αριθμών και της αρίθμησης. Η αλληλεπίδραση των μαθητών με αντικείμενα του φυσικού περιβάλλοντος χρησιμοποιώντας ολόκληρο το σώμα τους ή ακόμη και κινήσεις, έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την είσοδο τους σε πρωτότυπες δραστηριότητες, αλλά και την κατανόηση αφηρημένων εννοιών σε δύσκολα μαθησιακά πεδία όπως τα μαθηματικά (Atmatzidou, & Demetriadis, 2016 · Manches et al., 2010). Τέλος, υπάρχουν ενδείξεις ότι η σωματοποιημένη μάθηση έχει θετικό αντίκτυπο στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, στη συνεργασία, στη δημιουργία και τη μεταφορά της γνώσης (Johnson et al., 2016).

## Έρευνα

### **Συμμετέχοντες και διαδικασία συλλογής δεδομένων**

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 28 παιδιά δημόσιου νηπιαγωγείου. Από αυτά τα 16 ήταν κορίτσια και τα 12 αγόρια. Η συμμετοχή τους στην έρευνα ήταν εθελοντική και έγινε έπειτα από την έγγραφη συγκατάθεση των γονέων τους. Για τις ανάγκες της μελέτης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, στην Πειραματική Ομάδα, η οποία κατά τη διαδικασία του πειράματος χρησιμοποίησε το ψηφιακό παιχνίδι που δημιουργήθηκε με το λογισμικό Scratch και το ασύρματο ποντίκι ως μέσω αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή και την εφαρμογή, και την Ομάδα Ελέγχου, η οποία χρησιμοποίησε το επιτραπέζιο παιχνίδι με το kit Makey Makey και το λογισμικό Scratch.

Στόχος του πειράματος ήταν να ελεγχθεί ένα φαινόμενο, όταν τροποποιούνται σκόπιμα ορισμένα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος εντός του οποίου το φαινόμενο συμβαίνει. Ουσιαστικά, οι παρατηρήσεις διεξήχθησαν υπό δύο διαφορετικές συνθήκες, την πειραματική (experimental condition) και την ελέγχου (control condition). Κατά την πειραματική συνθήκη, χρησιμοποιείται η προς διερεύνηση μεταβλητή με μεθοδικό τρόπο, ενώ στη συνθήκη ελέγχου, η οποία είναι ακριβώς ίδια με την πειραματική, δεν υπάρχει κανένας χειρισμός στην ανεξάρτητη μεταβλητή (Μετοχιανάκης, 2008). Ως Πειραματική Ομάδα ορίζεται η ομάδα που υφίστανται τον πειραματικό σχεδιασμό της ανεξάρτητης μεταβλητής, ενώ ως Ομάδα Ελέγχου η ομάδα η οποία δεν υποβάλλεται σε παρόμοιο χειρισμό.

Για την υλοποίηση της έρευνας, τη συλλογή των δεδομένων και τον έλεγχο της αποτελεσματικότητας κάθε παιχνιδιού σε σχέση με την εκμάθηση των αριθμών και των μαθηματικών εννοιών δημιουργήθηκαν (α) pre & post test που αφορούσαν τις ίδιες μαθηματικές έννοιες, (β) ένα πρωτόκολλο δομημένης παρατήρησης, όπου στόχευε στη διερεύνηση των δεξιοτήτων που αναπτύσσουν οι μαθητές κατά τη διαδικασία του παιχνιδιού και (γ) τέλος συνέντευξη που υλοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση και των δύο φάσεων της εφαρμογής, ώστε να διερευνηθεί ποιο είδος παιχνιδιού που είναι πιο ελκυστικό για τα παιδιά.

### **Σχεδιασμός Ψηφιακού και Επιτραπέζιου παιχνιδιού**

Ο σχεδιασμός του ψηφιακού και επιτραπέζιου παιχνιδιού οργανώθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε τα παιδιά να εξασκηθούν στην άμεση αναγνώριση ποσοτήτων με τη χρήση αναπαραστατικού υλικού σε ποικίλους σχηματισμούς με δομημένη (ζάρι) και τυχαία διάταξη, καθώς επίσης να συνδυάζουν και τις μαθηματικές έννοιες της πρόσθεσης και της αφαίρεσης (Conderman, Jung & Hartman, 2014; McGuire, Kinzie & Berh, 2011; Τζεκάκη, 2014). Ως εκ τούτου, ο σχεδιασμός και η δημιουργία των ψηφιακών παιχνιδιών περιλάμβανε τη δημιουργία μιας αυτοσχέδιας ιστορίας, την εύρεση και την επεξεργασία εικόνων, τη δημιουργία και μουσική επένδυση των σκηνών, την ηχογράφηση των διαλόγων και την τελική επεξεργασία και σύνθεση τους με το πρόγραμμα Scratch και την πλακέτα Makey Makey. Επιλέχθηκε το περιβάλλον προγραμματισμού Scratch για τη δημιουργία του ψηφιακού παιχνιδιού, διότι παρέχει την ικανότητα στο σχεδιαστή να ενσωματώνει ελκυστικά γραφικά που εντυπωσιάζουν τα παιδιά, διεγείροντας το ενδιαφέρον και την προσοχή τους. Επιπλέον, με το επιτραπέζιο παιχνίδι τα παιδιά μπαίνουν στη διαδικασία να μετρήσουν, να αντιστοιχήσουν και να ακολουθήσουν κανόνες με ευχάριστο και διασκεδαστικό τρόπο, και τέλος αποτελεί ένα είδος ομαδικού παιχνιδιού (Σκουμπουρδή, 2010).

Το ταμπλό του παιχνιδιού, τόσο στο ψηφιακό όσο και στο επιτραπέζιο παιχνίδι, αποτελείται από μια διαδρομή με αριθμούς από το ένα έως το δεκαπέντε. Τα νήπια, στο ψηφιακό παιχνίδι (<https://scratch.mit.edu/projects/667660427>), προκειμένου να εκτελέσουν τη σωστή κίνηση με το πόνι πάνω στη διαδρομή του παιχνιδιού έπρεπε να επιλέξουν το σωστό τετράγωνο με το ποντίκι, ενώ στο επιτραπέζιο παιχνίδι (<https://scratch.mit.edu/projects/667160127>), έπρεπε να τοποθετήσουν το πόνι-πυραύλο στο σωστό τετράγωνο. Δημιουργήθηκε επίσης, ένα ψηφιακό ζάρι με κουκίδες και χρησιμοποιήθηκαν 2 πόνια σε σχήμα πυραύλου. Στόχος του παιχνιδιού υπήρξε η όσο πιο γρήγορη ολοκλήρωση του.

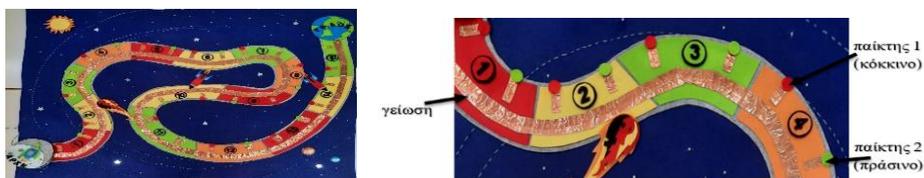


**Εικόνα 1: Ψηφιακό και επιτραπέζιο παιχνίδι**

Πιο συγκεκριμένα, στη ψηφιακή μορφή εμφανίζεται το ταμπλό του παιχνιδιού με την ελικοειδή διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουν οι παίχτες για να φτάσουν στο στόχο τους. Στην πάνω μεριά της οθόνης εμφανίζονται τα ζάρια (ένα για κάθε παίχτη) και τα πόνια του παιχνιδιού. Κάθε παίκτης κάνει κλικ με το ποντίκι στο αντίστοιχο χρώμα ζαριού που έχει επιλέξει και δίνεται η εντολή στο ζάρι να «τρέξει». Αν η κίνηση από το πόνι είναι σωστή

λαμβάνει ηχητική επιβράβευση, ενώ σε λανθασμένη απάντηση λαμβάνει ένα μήνυμα ανατροφοδότησης και μια αντίστοιχη ηχητική υπόκρουση, προτρέποντας το παιδί να προβληματιστεί και να προσπαθήσει ξανά, ώστε να επιτύχει το σωστό υπολογισμό που αντιστοιχεί στην εκάστοτε συνθήκη.

Αντίστοιχα, η κατασκευή του επιτραπέζιου παιχνιδιού με την πλακέτα Makey Makey, σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι όσο πιο κοντά γίνεται στην ψηφιακή του μορφή. Οι διαστάσεις του επιτραπέζιου παιχνιδιού είναι 90x78 και, είναι κατασκευασμένο από τσόχα. Κατά μήκος του διαδρόμου επιλέχθηκε ένα ηλεκτρικά αγωγίμο υλικό, (ταινία χαλκού), προκειμένου να δημιουργείται ένα κύκλωμα όταν έρχεται σε επαφή με το πόνι. Σε κάθε τετράγωνο υπάρχει μια συνεχόμενη λωρίδα από ταινία χαλκού που αποτελεί τη γείωση και δυο μικρότερες λωρίδες που αποτελούν την πλευρά που αντιστοιχεί σε κάθε παίχτη, ενώ στο κέντρο του κάθε τετραγώνου υπάρχει ο αριθμός που αντιστοιχεί σε κάθε σημείο της διαδρομής, (Εικόνα 2). Η κάθε λωρίδα ταινίας χαλκού συνδέεται εσωτερικά με ένα καλώδιο που το οδηγεί στην πλακέτα Makey Makey.



**Εικόνα 2: Επιτραπέζιο παιχνίδι απτικής διεπαφής με την πλακέτα Makey Makey. Γείωση και σύνδεση τετραγώνων με ταινία χαλκού.**

Τα πόνια είναι σε σχήμα πυραύλου διαφορετικού χρώματος για κάθε παίχτη και ο πάτος τους έχει επενδυθεί με ταινία χαλκού. Αντιμετωπίσαμε ένα προβληματισμό όσον αφορά τον τρόπο που κάθε παίχτης θα αντιστοιχεί το πόνι του στο σωστό σημείο του τετραγώνου για να λαμβάνει τη σωστή ανατροφοδότηση. Επιλέξαμε να χωρίσουμε νοητά το κάθε τετράγωνο σε δυο επιμέρους υπο-τετράγωνα, διαχωρίζοντας τα με τον εκάστοτε αριθμό, και στο πάνω μέρος της ταινίας χαλκού τοποθετήσαμε ένα μικρό κομμάτι τσόχας από το αντίστοιχο χρώμα κάθε πονιού- πυραύλου, (Εικόνα 3). Καταλήξαμε σε αυτή τη λύση και βασιστήκαμε στη συνέπεια των παιδιών και στη λογισμική αντιμετώπιση. Κάθε παίχτης είχε το δικό του χρώμα ζαριού, ενώ για να λαμβάνουμε ανατροφοδότηση μέσω του προγράμματος Scratch για τη σωστή ή όχι κίνηση που έκανε ο κάθε παίχτης στο πόνι του, χρησιμοποιήσαμε το buzzer.



**Εικόνα 3: Θέση παίχτη-πόνι στο ταμπλό, πράσινο - κόκκινο ζαρί επιτραπέζιου παιχνιδιού και buzzer ανατροφοδότησης.**

Τέλος, τόσο στο ψηφιακό όσο και στο επιτραπέζιο παιχνίδι προστέθηκε το στοιχείο του πυραύλου (τετράγωνο 6 και 8), που προωθούσε τον παίκτη μπροστά, ενώ ο κομήτης (τετράγωνο 11) τον επέστρεφε πίσω και τον καθυστερούσε να φτάσει στον προορισμό του, (Εικόνα 4).



**Εικόνα 4: Πύραυλος και κομήτης**

### **Διαδικασία**

Για να επαληθευθούν οι ερευνητικές υποθέσεις σχεδιάστηκε μια πειραματική διαδικασία, στην οποία το δείγμα χωρίστηκε σε δυο ομάδες, την Πειραματική, που αξιοποίησε το παιχνίδι μέσω εικονικών διεπαφών χρήστη με το λογισμικό Scratch (ή Ομάδα GUI), και την Ομάδα Ελέγχου (ή Ομάδα Makey), που χρησιμοποίησε το παιχνίδι με απτικές διεπαφές μέσω της πλακέτας Makey Makey. Οι ομάδες διέφεραν σε ένα μόνο πράγμα, στο τρόπο χρήσης του κάθε παιχνιδιού. Η πειραματική διαδικασία που εφαρμόστηκε, περιλάμβανε τρεις φάσεις και υλοποιήθηκε σε διάστημα δυο εβδομάδων. Στην πρώτη φάση, προ-πειραματική διαδικασία, έγινε η μέτρηση της εξαρτημένης μεταβλητής, στη δεύτερη φάση, πειραματική διαδικασία, έλαβε χώρα ο χειρισμός της ανεξάρτητης μεταβλητής, και τέλος στην τρίτη φάση, τη μετα-πειραματική διαδικασία, έγινε ο μετα-έλεγχος της εξαρτημένης μεταβλητής (Σχήμα 1). Στόχος ήταν να ερευνηθεί ποια από τις δυο μεθόδους βοηθάει τα παιδιά νηπιακής ηλικίας να κατανοήσουν με πιο αποτελεσματικό τρόπο τις μαθηματικές έννοιες και κατά συνέπεια να επιτύχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

### **Αποτελέσματα**

Από την ανάλυση των ευρημάτων των pre και post test, καθώς και από τη δομημένη παρατήρηση των παιχνιδιών, παρατηρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες και των δυο ομάδων βελτίωσαν σημαντικά τις επιδόσεις τους όσον αφορά τη μαθηματική ικανότητα, παίζοντας. Τα αποτελέσματα αυτά συγκλίνουν με προγενέστερες μελέτες, οι οποίες σχετίζονται με την ανάπτυξη μαθηματικής γνώσης στα παιδιά προσχολικής ηλικίας με ένα πιο παιγνιώδη τρόπο (Καφούση & Σκουμπουρδή, 2008).

Από την ανάλυση των δεδομένων των test της Πειραματικής Ομάδας, όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, προκύπτει ότι οι μαθητές σταδιακά αναγνώριζαν τη διάταξη ενός ζαριού χωρίς να μετράνε τα στοιχεία και να τα συνδέουν με τα αντίστοιχα αριθμητικά σύμβολα ή με αντικείμενα σε τυχαία διάταξη. Παρατηρείται, επίσης ότι μειώθηκαν οι συμμετέχοντες που χρησιμοποιούσαν το δάχτυλο τους για να μετρήσουν σωστά τα στοιχεία και να δώσουν ορθή απάντηση.

**Πίνακας 1: Συγκριτική επίδοση μαθητών Π.Ο. pre & post test στην αναγνώριση ζαριού και τη σύνδεση με αριθμητικά σύμβολα ή αντικείμενα σε τυχαία διάταξη.**

	1 <sup>η</sup> δραστ.		2 <sup>η</sup> δραστ.		3 <sup>η</sup> δραστ.		4 <sup>η</sup> δραστ.	
	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ
<b>Σωστή</b>	93%	93%	82%	89%	88%	93%	75%	89%
<b>Λάθος</b>	7%	7%	18%	11%	12%	7%	25%	11%

Στις δραστηριότητες που αφορούν τη συμπλήρωση- πρόσθεση και αφαίρεση στοιχείων, παρατηρείται μια σταθερότητα στις σωστές και τις λάθος απαντήσεις, τόσο στο pre όσο και στο post test. Πιο αναλυτικά, ο αριθμός των μαθητών που είχε κατανοήσει το μηχανισμό και

είχε αντιληφθεί τη μαθηματική πράξη που απαιτούνταν, παρέμεινε σταθερός. Αντιθέτως, όσοι μαθητές αντιμετώπιζαν δυσκολία στον προ- έλεγχο, έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις και στον μετά-έλεγχο. Γίνεται αντιληπτό, ότι οι συμμετέχοντες της Πειραματικής Ομάδας δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν την έννοια του προσθέτω και αφαιρώ στοιχεία από ένα σύνολο, ώστε να καταλήξουν στο ζητούμενο (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2: Συγκριτική επίδοση μαθητών Π.Ο. pre & post test στις μαθηματικές πράξεις πρόσθεση και αφαίρεση**

	4		5		6		7	
	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ
Σ	69%	79%	67%	76%	29%	36%	29%	29%
Λ	31%	21%	33%	24%	71%	64%	71%	71%

Στη δραστηριότητα που αφορά τα αριθμητικά προβλήματα, τα παιδιά δεν έδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς τον τρόπο προσέγγισης των δυο πράξεων στο pre και post test, επομένως η συνολική εικόνα της ομάδας δεν άλλαξε. Γενικότερα, τα παιδιά που στον προέλεγχο αντιμετώπισαν δυσκολίες στην κατανόηση των αριθμητικών σχέσεων, στο μετα-έλεγχο δεν παρουσίασαν βελτίωση, και επομένως δεν κατάφεραν να ανταποκριθούν με επιτυχία. Οι παρατηρήσεις, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 3, αναδεικνύουν αδυναμίες των μαθητών της Πειραματικής Ομάδας στην κατανόηση των αριθμητικών σχέσεων της πρόσθεσης και της αφαίρεσης.

**Πίνακας 3: Συγκριτική επίδοση μαθητών Π.Ο. pre & post test στην πρόσθεση & αφαίρεση.**

	Πρόσθεση		Αφαίρεση	
	Π	Μ	Π	Μ
Σωστή με χρήση υλικού	8	8	6	6
Αναλύει- συνθέτει νοερά	3	4	0	3
Δεν κατανοεί πράξη	2	2	4	3
Λάθος (δεν χρησιμοποιεί υλικό)	1	0	4	1

Αντίθετα, με την ολοκλήρωση της συλλογής των δεδομένων από τα test της Ομάδας Ελέγχου σημειώθηκαν σημαντικές παρατηρήσεις στην ανάπτυξη βασικών εννοιών και δεξιοτήτων που αφορούν την άμεση αναγνώριση. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, σε όλες τις περιπτώσεις των σχηματισμών έχουν αυξηθεί οι απαντήσεις μετά το πείραμα, χωρίς να μετράνε τα στοιχεία. Παρατηρείται ότι οι μαθητές εξοικειώθηκαν με την άμεση αναγνώριση στη δομή του ζαριού και την αντιστοίχιση με αριθμητικά σύμβολα ή αντικείμενα σε μη δομημένη διάταξη.

**Πίνακας 4: Συγκριτική επίδοση μαθητών Ο.Ε. pre & post test στην αναγνώριση ζαριού και τη σύνδεση με αριθμητικά σύμβολα ή αντικείμενα σε τυχαία διάταξη.**

	1 <sup>η</sup> δραστ.		2 <sup>η</sup> δραστ.		3 <sup>η</sup> δραστ.		8 <sup>η</sup> δραστ.	
	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ
Σωστή	96%	96%	96%	96%	93%	98%	36%	79%
Λάθος	4%	4%	4%	4%	7%	2%	64%	21%

Από τον τρόπο που έδρασαν οι μαθητές στις δραστηριότητες που αφορούσαν τις μαθηματικές πράξεις της πρόσθεσης και αφαίρεσης, παρατηρείται ότι υπάρχει μια σταδιακή

βελτίωση των συμμετεχόντων της Ομάδας Ελέγχου, όπως φαίνεται στον Πίνακα 5. Γίνεται αντιληπτό ότι σταδιακά εξοικειώνονται οι μαθητές στις μαθηματικές πράξεις. Σε γενικές γραμμές φαίνεται ότι οι συμμετέχοντες της Ομάδας Ελέγχου αρχίζουν να εξοικειώνονται και να αντιλαμβάνονται τον τρόπο που μπορούν να φτάσουν στη λύση μιας δραστηριότητας με πρόσθεση ή αφαίρεση.

**Πίνακας 5: Συγκριτική επίδοση μαθητών Ο.Ε. pre & post test στις μαθηματικές πράξεις πρόσθεση και αφαίρεση**

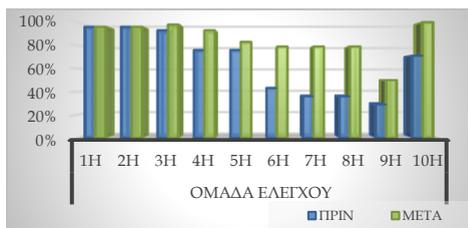
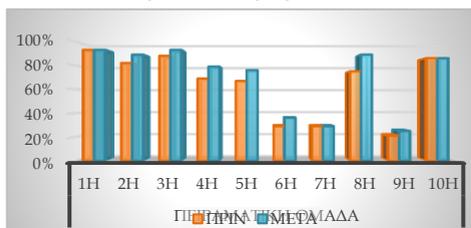
	4		5		6		7	
	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ	Π	Μ
Σ	93%	98%	76%	83%	43%	79%	36%	79%
Λ	7%	2%	24%	17%	57%	21%	64%	21%

Τέλος, στον Πίνακα 6, καταγράφονται οι τρόποι που προσέγγισαν τα παιδιά τα λεκτικά προβλήματα. Είναι φανερό ότι στην Ομάδα Ελέγχου ενισχύθηκε θετικά η ικανότητα των μαθητών να αντιμετωπίζουν τα προβλήματα. Επομένως, από τα δεδομένα προκύπτει ότι στην Ομάδα Ελέγχου, μετά την πειραματική διαδικασία βελτιώθηκε η ικανότητα των παιδιών να κάνουν νοερούς υπολογισμούς.

**Πίνακας 6: Συγκριτική επίδοση μαθητών Ο.Ε. pre & post test στην πρόσθεση & αφαίρεση.**

	Πρόσθεση		Αφαίρεση	
	Π	Μ	Π	Μ
Σωστή με χρήση υλικού	8	8	6	6
Αναλύει- συνθέτει νοερά	3	4	0	3
Δεν κατανοεί πράξη	2	2	4	3
Λάθος (δεν χρησιμοποιεί υλικό)	1	0	4	1

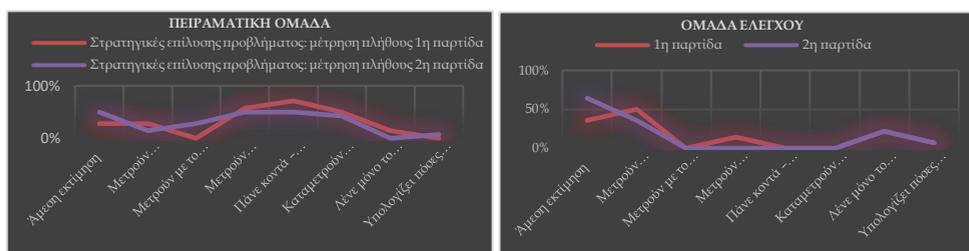
Όσον αφορά τη συνθήκη που βοηθάει τα παιδιά προσχολικής ηλικίας να προσεγγίσουν ευκολότερα και καλύτερα τις μαθηματικές πράξεις της πρόσθεσης και της αφαίρεσης (Σχήμα 3), έπειτα από την ανάλυση των ευρημάτων των pre και post test, καθώς και της δομημένης παρατήρησης, παρατηρείται ότι η Ομάδα Ελέγχου είχε μεγαλύτερη βελτίωση από την Πειραματική Ομάδα. Γίνεται αντιληπτό δηλαδή, ότι το παιχνίδι με την απτική διεπαφή που χρησιμοποίησε η Ομάδα ελέγχου επέδρασε θετικά στη βελτίωση της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών προσχολικής ηλικίας.



**Σχήμα 3: Γραφική αναπαράσταση των μέσων όρων των δραστηριοτήτων των pre & post-tests της Πειραματικής Ομάδας & της Ομάδας Ελέγχου.**

Οι στρατηγικές που ακολούθησαν τα παιδιά και αφορούσαν τη συμμετοχή του σώματος στη διαδικασία της καταμέτρησης διέφεραν μεταξύ των δυο ομάδων. Μια από τις κοινές πρακτικές που ακολούθησαν, είναι ότι τα παιδιά χρησιμοποίησαν τη φωνή τους για να

μετρήσουν τα τετράγωνα, είτε ονοματίζοντας τους αριθμούς, είτε λέγοντας δυνατά μόνο τον τελευταίο αριθμό που όριζε και τη θέση πάνω στο ταμπλό. Στους μικρούς αριθμούς παρατηρήθηκε άμεση εκτίμηση και πολλές φορές και τοποθέτηση του πυραύλου- πονιού στη σωστή θέση, από τους περισσότερους συμμετέχοντες. Στους μεγαλύτερους αριθμούς, ακολουθήθηκε η στρατηγική της καταμέτρησης κυρίως για την τοποθέτηση του πυραύλου. Η πλειοψηφία των παιδιών, έστω και μια φορά, χρησιμοποίησε τη βλεμματική επαφή είτε με την οθόνη του παιχνιδιού είτε με το ταμπλό για να μετρήσει τα κουτάκια που έπρεπε να μετακινήσει το πόνι, ενώ ταυτόχρονα κουνούσε και το κεφάλι. Τα παιδιά της Πειραματικής Ομάδας συνηθίζανε, εκτός από τις τακτικές που προαναφέρθηκαν, να μετρούν τα τετράγωνα πλησιάζοντας το χέρι τους στην οθόνη, ενώ στην Ομάδα Ελέγχου μετρούσαν τα τετράγωνα στο ταμπλό είτε χρησιμοποιώντας τα δάχτυλά τους είτε κουνώντας το πόνι πάνω σε κάθε διεπαφή.



**Σχήμα 4: Στρατηγικές επίλυσης προβλήματος: μέτρηση πλήθους της Πειραματικής Ομάδας και Ομάδας Ελέγχου**

Όσον αφορά τη συνθήκη για την εικονική και απτική διεπαφή χρήστη που ήταν πιο ελκυστική και ενδιαφέρουσα για τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, έπειτα από την ανάλυση των δεδομένων από τη συνέντευξη διαπιστώθηκε ότι και οι δυο ομάδες έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το επιτραπέζιο παιχνίδι με την απτική διεπαφή χρήστη (Σχήμα 5). Όπως προέκυψε και από τις δηλώσεις των συμμετεχόντων εξέφρασαν μεγαλύτερη προτίμηση στο επιτραπέζιο παιχνίδι με την απτική διεπαφή χρήστη, καθώς τους φάνηκε πιο εύκολο, διασκεδαστικό και είχε περισσότερα πράγματα να κάνεις, από το παιχνίδι με την εικονική διεπαφή χρήστη. Επομένως, τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα συμφωνούν με τη βιβλιογραφία που υποστηρίζει ότι οι απτικές διεπαφές είναι περισσότερο ελκυστικές και εύκολες για τα παιδιά (Rante et. al, 2018 · Sylla et. al, 2012).



**Σχήμα 5: Είδος διεπαφής που προτιμούν οι μαθητές**

## Συμπεράσματα

Η χρήση παιχνιδιών με απτικές και εικονικές διεπαφές χρήστη αποτελούν δυο διαφορετικά είδη τα οποία επιδρούν θετικά αλλά σε διαφορετικό βαθμό στην ανάπτυξη της μαθηματικής

ικανότητας των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Η εφαρμογή των παιχνιδιών αυτών, ενισχύει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας και την επίδραση των διεπαφών αυτών στην ανάπτυξη της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Τα παιδιά μαθαίνουν πιο γρήγορα και εύκολα σε ένα περιβάλλον με παιγνιώδη χαρακτήρα, καθιστώντας το ως σημαντικό πλεονέκτημα στη μαθησιακή διαδικασία.

Ο ρόλος των παιχνιδιών με εικονική και απτική διεπαφή χρήστη στο μαθησιακό πεδίο της πρόσθεσης και αφαίρεσης στην προσχολική ηλικία είναι σημαντικός, ουσιαστικός και αποτελεσματικός καθώς εμπλουτίζει, ενισχύει, υποστηρίζει και συμπληρώνει τη μαθησιακή διαδικασία. Τα νήπια μαθαίνουν γρηγορότερα, ευκολότερα και πιο ευχάριστα σε ένα παιγνιώδη περιβάλλον με εικονικές και απτικές διεπαφές και κατάλληλο λογισμικό. Η υπεροχή των αποτελεσμάτων του παιχνιδιού με απτική διεπαφή οφείλεται στην ενσώματη προσέγγιση της γνώσης και στα χαρακτηριστικά που το καθιστούν πιο ελκυστικό και ευχάριστο στα παιδιά προσχολικής ηλικίας, όπως αναφέρουν και τα πορίσματα διαφόρων ερευνών. Όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία, η αλληλεπίδραση και συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία της μάθησης δημιουργεί ένα πλαίσιο που εγείρει το ενδιαφέρον και την περιέργεια των παιδιών (Price & Rogers, 2004).

Η ενεργή συμμετοχή των παιδιών σε παιχνίδια με GUI και TUI συμβάλλει στην επιτυχή συνεργασία, αλληλεπίδραση, επικοινωνία και κατάκτηση βασικών μαθηματικών εννοιών. Το επιτραπέζιο παιχνίδι με την απτική διεπαφή χρήστη και την πλακέτα Makey Makey ενίσχυσε το ενδιαφέρον των παιδιών, καθώς το buzzer-ζάρι, η μετακίνηση και τοποθέτηση του πυραύλου-πιονιού στο ταμπλό και το buzzer επιβεβαίωσης πρόσφεραν μια κιναισθητική προσέγγιση σε ένα ιδιαίτερο, δημιουργικό και ευχάριστο πλαίσιο για τα παιδιά, σε αντίθεση με το ψηφιακό παιχνίδι που δυσκόλεψε τα νήπια λόγω του χειρισμού του ποντικιού. Ανάλογα ευρήματα επισημαίνουν σχετικές έρευνες (Price & Rogers, 2004).

Τα ερευνητικά δεδομένα αναδεικνύουν τη σημαντικότητα της εισαγωγής διαφορετικών εργαλείων στο εκπαιδευτικό σύστημα σε συνεργασία με τους εκπαιδευτικούς. Σημαντικό σημείο αναφοράς για τους εκπαιδευτικούς της προσχολικής εκπαίδευσης οφείλεται να θεωρηθεί ο ενθουσιασμός των παιδιών, η χαρά και η προθυμία τους να παίξουν με το παιχνίδι με την εικονική και την απτική διεπαφή χρήστη όσες περισσότερες φορές είχαν την ευκαιρία.

Μελλοντικά θα μπορούσαν να διεξαχθούν παρόμοιες έρευνες με ένα μεγαλύτερο αριθμό δείγματος για ασφαλέστερα και εγκυρότερα αποτελέσματα, από αστικές και ημι-αστικές περιοχές. Επίσης, θα μπορούσε να γίνει σύγκριση δειγμάτων διαφορετικού κοινωνικο-πολιτισμικού υποβάθρου ή μαθητών διαφορετικής ηλικιακής ομάδας από το δείγμα που εξετάστηκε στην παρούσα εργασία και να διερευνηθεί κατά πόσο το κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο των γονιών επιδρά στην επίδοση των παιδιών στις μαθηματικές σχέσεις.

## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- 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.
- Conderman, G., Jung, M., & Hartman, P. (2014). Subitizing and early mathematics standards: A winning combination. *Kappa Delta Pi Record, 50*(1), 18-23.
- Dong, Y., Catete, V., Jocius, R., Lytle, N., Barnes, T., Albert, J., ... & Andrews, A. (2019, February). PRADA: A practical model for integrating computational thinking in K-12 education. *In Proceedings of the 50th ACM technical symposium on computer science education* (pp. 906-912).
- Enyedy, N., Danish, J. A., & DeLiema, D. (2015). Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 10*(1), 7-34.

- Fesakis, G., & Serafeim, K. (2009). Influence of the familiarization with "scratch" on future teachers' opinions and attitudes about programming and ICT in education. *Acm SIGCSE Bulletin*, 41(3), 258-262.
- Fokides, E., & Papoutsis, A. (2020). Using Makey-Makey for teaching electricity to primary school students. A pilot study. *Education and Information Technologies*, 25(2), 1193-1215.
- Georgiou, Y., Ioannou, A., & Kosmas, P. (2021). Comparing a digital and a non-digital embodied learning intervention in geometry: can technology facilitate? *Technology, Pedagogy and Education*, 1-19.
- Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers & Education*, 126, 296-310.
- Johnson, R., Shum, V., Rogers, Y., & Marquardt, N. (2016, June). Make or shake: An empirical study of the value of making in learning about computing technology. In *Proceedings of the The 15th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 440-451).
- 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.
- Manches, A., O'Malley, C., & Benford, S. (2010). The role of physical representations in solving number problems: A comparison of young children's use of physical and virtual materials. *Computers & Education*, 54(3), 622-640.
- McGuire, P., Kinzie, M. B., & Berch, D. B. (2012). Developing number sense in pre-k with five-frames. *Early Childhood Education Journal*, 40(4), 213-222.
- Palts, T., & Pedaste, M. (2020). A model for developing computational thinking skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128.
- Price, S., & Rogers, Y. (2004). Let's get physical: The learning benefits of interacting in digitally augmented physical spaces. *Computers & Education*, 43(1-2), 137-151.
- Rante, H., Lund, M., & Caliz, D. (2018). The role of tangible interfaces in enhancing children's engagement in learning. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 164, p. 01013). EDP Sciences.
- Resnick, M., Martin, F., Berg, R., Borovoy, R., Colella, V., Kramer, K., & Silverman, B. (1998, January). Digital manipulatives: new toys to think with. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 281-287).
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive research: principles and implications*, 3(1), 1-10.
- Sylla, C., Branco, P., Coutinho, C., & Coquet, E. (2012). TUIs vs. GUIs: comparing the learning potential with preschoolers. *Personal and Ubiquitous Computing*, 16(4), 421-432.
- Xefferis, S., & Palaiogeorgiou, G. (2019). Mixing educational robotics, tangibles and mixed reality environments for the interdisciplinary learning of geography and history. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 9(2), 82-98
- Καλλίνου, Β. (2021). Διερευνώντας την επίδραση της ενσώματης μάθησης μέσα από την χρήση νέων τεχνολογιών στη γεωμετρία μαθηματικών δημοτικής εκπαίδευσης. Μεταπτυχιακή διατριβή. Λεμεσός.
- Καφοούση, Σ. & Σκουμπορδή, Χ. (2008). Τα μαθηματικά των παιδιών 4-6 ετών. Αριθμοί και χώρος. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Ντέτσικα, Ε. (2020). Ανάπτυξη μικτού ψηφιακού και συμβατικού εκπαιδευτικού υλικού για το νηπιαγωγείο με την αξιοποίηση διάχρτου υπολογισμού φυσικών διεπαφών. Μεταπτυχιακή εργασία. Ρόδος
- Παναγιωτοπούλου, Κ., Καζανίδης, Ι., Τσινάκος Αύγ. (2017). Δημιουργία φυσικής διεπαφής για την εκπαίδευση των παιδιών στην αντιμετώπιση καταστροφών, με τη χρήση του Scratch και του Makey-Makey: Η βαλίτσα έκτακτης ανάγκης. Στο Κ. Παπανικολάου, Α. Γόγουλου, Δ. Ζυμπίδης, Α. Λαδιάς, Ι. Τζωρτζάκης, Θ. Μπράντισης, Χ. Παναγιωτακόπουλος (Επ.), *Πρακτικά Εργασιών 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, (σελ. 582- 593), Αθήνα: Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής & Τεχνολογικής Εκπαίδευσης.
- Σκουμπορδή, Χ. (2010). Το παιχνίδι ως πλαίσιο για την προσέγγιση των μαθηματικών της πρώτης σχολικής ηλικίας: Σχεδιασμός επιτραπέζιων παιχνιδιών. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 162, 82-99.
- Τζεκάκη, Μ. (2014). Μαθηματική Δραστηριότητα μέσα στο Παιχνίδι και στο Εκπαιδευτικό Υλικό. Στο Χ. Σκουμπορδή & Μ. Σκουμιός (Επ.), *Πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες* (σελ. 60-71). Ρόδο.
- Μετοχιανάκης, Γ. Η. (2008). *Εισαγωγή στην Παιδαγωγική*. Ηράκλειο.

