ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Εκπαιδευτικές Εφαρμογές για τη Μαθηματική Εκπαίδευση στην Προσχολική Ηλικία: Συστηματική Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Μαρίνα Δελλαπόρτα, Αναστασία Μισιρλή, Κωνσταντίνος Λαβίδας, Βασίλειος Κόμης

doi: 10.12681/cetpe.9424

Βιβλιογραφική αναφορά:

Δελλαπόρτα Μ., Μισιρλή Α., Λαβίδας Κ., & Κόμης Β. (2026). Εκπαιδευτικές Εφαρμογές για τη Μαθηματική Εκπαίδευση στην Προσχολική Ηλικία: Συστηματική Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 758–767. https://doi.org/10.12681/cetpe.9424

Εκπαιδευτικές Εφαρμογές για τη Μαθηματική Εκπαίδευση στην Προσχολική Ηλικία: Συστηματική Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Μαρίνα Δελλαπόρτα, Αναστασία Μισιρλή, Κωνσταντίνος Λαβίδας, Βασίλειος Κόμης
up1061721@upatras.ac.gr, amisirli@upatras.gr, lavidas@upatras.gr, komis@upatras.gr
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών

Περίληψη

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές για τη μαθηματική εκπαίδευση στην προσχολική ηλικία αξιοποιούνται ολοένα και περισσότερο με σκοπό την ενίσχυση των μαθησιακών επιδόσεων των παιδιών στα μαθηματικά. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εξέταση των χαρακτηριστικών σχεδιασμού, των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών και του μαθησιακού περιεχομένου των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά στην προσχολική ηλικία. Η αναζήτηση και η επιλογή των εφαρμογών πραγματοποιήθηκε με συστηματική ανασκόπηση, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες PRISMA 2020. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν τη σημασία της εξέτασης των παραπάνω χαρακτηριστικών των εκπαιδευτικών εφαρμογών στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να επηρεάσουν τη μαθησιακή διαδικασία και την κατάλληλη επιλογή για την ενσωμάτωση τους σε παιδαγωγικό σχεδιασμό. Η παρούσα έρευνα μπορεί να συνεισφέρει στην επιλογή, αξιοποίηση και μελλοντική ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση στην προσχολική ηλικία, που θα υποστηρίζουν την εκπαίδευση και τη μάθηση των παιδιών στα μαθηματικά.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτικές εφαρμογές, κινητές συσκευές, μαθηματική εκπαίδευση, προσχολική ηλικία, σχεδιαστικά και παιδαγωγικά χαρακτηριστικά

Εισαγωγή

Η προσχολική ηλικία αποτελεί κατάλληλη περίοδος για την καλλιέργεια του ενδιαφέροντος των παιδιών σε βασικές μαθηματικές έννοιες, όπως η απαρίθμηση και η ομαδοποίηση, μέσα από το παιχνίδι και την επεξεργασία του κόσμου που τα περιβάλλει (Sarama & Clements, 2008). Η υπάρχουσα έρευνα υπογραμμίζει την σημασία της μαθηματικής γνώσης στα πρώτα σχολικά χρόνια για την μετέπειτα επίδοση των παιδιών στα μαθηματικά (Watts et al., 2014). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας PISA 2022, οι επιδόσεις των Ελλήνων μαθητριών και μαθητών στα μαθηματικά ήταν χαμηλότερες από τον μέσο όρο των χωρών του ΟΟΣΑ (PISA-OECD, 2023). Η αξιοποίηση της τεχνολογίας μπορεί να συμβάλλει δυναμικά στην μάθηση των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα μαθηματικά, προσφέροντας ανατροφοδότηση και ενισχύοντας την σύνδεση μεταξύ διαφορετικών μορφών αναπαράστασης της γνώσης (National Council of Teachers of Mathematics, 2000).

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές (educational apps) ή με άλλα λόγια εκπαιδευτικά λογισμικά, είναι διαθέσιμες μέσω διαδικτύου και χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε φορητές συσκευές όπως ταμπλέτες ή έξυπνα τηλέφωνα. Στόχος των εκπαιδευτικών εφαρμογών είναι να υποστηρίζουν και να ενισχύουν τα μαθησιακά αποτελέσματα των χρηστών ανάλογα με το περιεχόμενό τους και την πιθανή σύνδεση με κάποια ή κάποιες μαθησιακές περιοχές (Papadakis et al., 2017). Ειδικότερα, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές των μαθηματικών (educational math apps), έχουν σχεδιαστεί για να προάγουν την βελτίωση των επιδόσεων των χρηστών στα μαθηματικά (Outhwaite et al., 2022). Το 2017 υπήρχαν περίπου 750.000 διαθέσιμες εκπαιδευτικές εφαρμογές (δωρεάν ή επί πληρωμή) στις ηλεκτρονικές πλατφόρμες

παγκοσμίως (Kay & Kwak, 2018). Ωστόσο, ελάχιστες εκπαιδευτικές εφαρμογές που απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας 3 έως 6 ετών έχουν σχεδιαστεί σύμφωνα με τα αναπτυξιακά χαρακτηριστικά και τις μαθησιακές ανάγκες της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας (Papadakis et al., 2020).

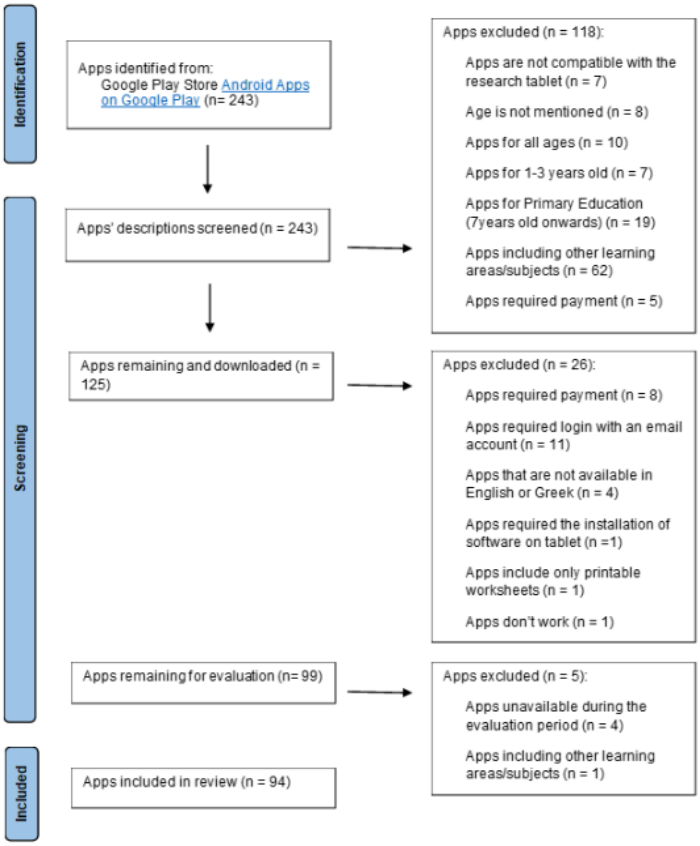
Τα ερευνητικά δεδομένα συνηγορούν υπέρ των θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση εκπαιδευτικών εφαρμογών στα μαθηματικά από παιδιά προσχολικής ηλικίας (Herodotou, 2018). Η ανάπτυξη εργαλείων που να εξετάζουν τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού, τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά και το μαθηματικό περιεχόμενο των εκπαιδευτικών εφαρμογών συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο μπορούν να επιδράσουν στην μαθησιακή διαδικασία (Outhwaite et al., 2019). Ακόμη, είναι δυνατό να βοηθήσει στην επιλογή των κατάλληλων εφαρμογών (Lee & Sloan, 2015) καθώς από εκπαιδευτική σκοπιά, κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό, οι εκπαιδευτικοί, οι γονείς και οι φροντιστές, να επιλέγουν ποιοτικές εκπαιδευτικές εφαρμογές για τα παιδιά τους (Dashti & Yateem, 2018). Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η καταγραφή των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση στην προσχολική ηλικία, η αποτύπωση των χαρακτηριστικών σχεδιασμού και των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών τους και η σύνδεσή τους με τις ενότητες των μαθηματικών συμφώνα με το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης. Τα ερευνητικά ερωτήματα που προέκυψαν είναι:

- RQ1: Ποια είναι τα επικρατέστερα χαρακτηριστικά σχεδιασμού των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση;
- RQ2: Ποια είναι τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση;
- RQ3: Σύμφωνα με το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης, σε ποιες ενότητες των μαθηματικών θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό της διδασκαλίας και στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων οι συγκεκριμένες εφαρμογές;

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό βήμα παρέχοντας χρήσιμα συμπεράσματα για τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού, τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά καθώς και το μαθηματικό περιεχόμενο των εκπαιδευτικών εφαρμογών για την προσχολική ηλικία. Παράλληλα, επιδιώκει να συμβάλει στην κάλυψη του υφιστάμενου ερευνητικού κενού αναφορικά με τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών μαθηματικών για την προσχολική ηλικία που είναι συμβατές με το λειτουργικό σύστημα Android και διατίθενται στο Google Play Store.

Μέθοδος

Η συστηματική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες PRISMA 2020 (Page et al., 2021). Το διάγραμμα ροής PRISMA, το οποίο παρέχει μια συνοπτική περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν κατά την αναζήτηση και επιλογή των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά στην προσχολική ηλικία, παρουσιάζεται στο Σχήμα 1. Αρχικά εντοπίστηκαν και επιλέχθηκαν προς εκτίμηση 243 εγγραφές. Στη συνέχεια παρέμειναν 125 εφαρμογές που πληρούσαν τα κριτήρια επιλεξιμότητας όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η δεύτερη φάση επιλογής απέκλεισε 26 ακόμα εφαρμογές για λόγους προσβασιμότητας και περιεχομένου. Τελικά 94 εφαρμογές συμπεριλήφθηκαν στη συστηματική ανασκόπηση.



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής PRISMA

Πίνακας 1. Κριτήρια Επιλεξιμότητας και Αποκλεισμού

Κριτήρια Επιλεξιμότητας	Κριτήρια Αποκλεισμού
ΚΕ1: Περιλαμβάνονται εφαρμογές συμβατές με το λειτουργικό σύστημα Android και διαθέσιμες στο Google Play Store	ΚΑ1: Αποκλείονται εφαρμογές στις οποίες δεν αναφέρεται η ηλικιακή ομάδα στην οποία απευθύνονται, ή που απευθύνονται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, ή που απευθύνονται μόνο σε παιδιά ηλικίας 1-3 ετών, ή που απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας 7 ετών και άνω
ΚΕ2: Περιλαμβάνονται εφαρμογές με δραστηριότητες αποκλειστικά για τα μαθηματικά	ΚΑ2: Αποκλείονται εφαρμογές που δεν έχουν συμβατότητα με το λειτουργικό σύστημα της ταμπλέτας που αξιοποιείται στην έρευνα
ΚΕ3: Περιλαμβάνονται εφαρμογές που απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας 3-4 ετών (preschool) ή 4 ετών και άνω (primary)	ΚΑ3: Αποκλείονται εφαρμογές που απαιτούν την δημιουργία λογαριασμού ή και προσωπικά δεδομένα (λογαριασμός ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) για να αξιοποιηθούν
ΚΕ4: Περιλαμβάνονται εφαρμογές διαθέσιμες στην αγγλική ή ελληνική γλώσσα	ΚΑ4: Αποκλείονται εφαρμογές που απαιτούν την ρύθμιση ή την εγκατάσταση πρόσθετου συστήματος εγγραφής φωνής στην ταμπλέτα για να λειτουργήσουν

ΚΕ5: Περιλαμβάνονται εφαρμογές με δωρεάν πρόσβαση στο σύνολο του περιεχομένου ή σε βασικό επίπεδο περιεχομένου	ΚΑ5: Αποκλείονται εφαρμογές που περιλαμβάνουν αποκλειστικά φύλλα εργασίας προς εκτύπωση για τα μαθηματικά
ΚΕ6: Περιλαμβάνονται εφαρμογές με ή χωρίς διαφημίσεις	ΚΑ6: Αποκλείονται εφαρμογές που εγκαθίστανται επιτυχώς στην ταμπλέτα αλλά δεν λειτουργούν κατά την εκτέλεσή τους

Η αναζήτηση των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά στην προσχολική ηλικία περιορίστηκε αποκλειστικά σε εφαρμογές συμβατές με το λειτουργικό σύστημα Android, οι οποίες εντοπίστηκαν μέσω του Google Play Store στο χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 2024 έως και Δεκεμβρίου 2024. Αφού ολοκληρώθηκε η συλλογή και η καταγραφή των εφαρμογών, πραγματοποιήθηκε έλεγχος για την επιλεξιμότητα ή τον αποκλεισμό τους σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση οι εφαρμογές επιλέχθηκαν ή αποκλείστηκαν σύμφωνα με τις πληροφορίες που ήταν διαθέσιμες στην σελίδα περιγραφής τους στο Google Play Store. Στην δεύτερη φάση, η επιλεξιμότητα ή ο αποκλεισμός των εφαρμογών πραγματοποιήθηκε κατόπιν εγκατάστασης και εκτέλεσής τους σε ταμπλέτα. Κατά την διάρκεια αυτής της διαδικασίας χρειάστηκε αρκετές φορές να συζητηθούν μεταξύ των ερευνητών τα κριτήρια επιλογής και αποκλεισμού τους.

Στον σύνδεσμο https://osf.io/n962s/ στο Open Science Framework στο αρχείο: "Maths Apps", παρουσιάζεται η σύνοψη των 94 εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά για την προσχολική ηλικία που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση. Για τις συγκεκριμένες εφαρμογές πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου και κωδικοποίηση σύμφωνα με τις ακόλουθες κατηγορίες: i) χαρακτηριστικά σχεδιασμού, ii) παιδαγωγικά χαρακτηριστικά, και, iii) μαθηματικό περιεχόμενο. Κατά τη διαδικασία κωδικοποίησης η πρώτη ερευνήτρια χρησιμοποίησε και αλληλεπίδρασε με τις δραστηριότητες κάθε εφαρμογής για περίπου 20 έως 30 λεπτά. Κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης εφάρμοσε σκοπίμως διαφορετικές συμπεριφορές όπως τη σωστή ή λάθος επιλογή απαντήσεων ή την καθυστέρηση απάντησης ώστε να καταγραφεί η ανταπόκριση της εφαρμογής σε σχέση με τη συμπεριφορά του χρήστη. Η δεύτερη ερευνήτρια επανέλαβε την διαδικασία για το 10% των εφαρμογών, με τυχαία επιλογή εφαρμογών. Για να εκτιμηθεί το επίπεδο συνοχής μεταξύ των δύο βαθμολογητών, υπολογίστηκε η στατιστική Cohen's Kappa (κ). Η αξιοπιστία που προέκυψε ήταν περίπου 0,85, υποδηλώνοντας επαρκή συμφωνία σύμφωνα με την ερμηνευτική κλίμακα που προτάθηκε από τους Landis & Koch (1977), όπου τιμές μεταξύ 0,81-1,00 υποδηλώνουν σχεδόν τέλεια συμφωνία.

Η κωδικοποίηση πραγματοποιήθηκε αξιοποιώντας μία φόρμα συλλογής δεδομένων, η οποία σχεδιάστηκε και χρησιμοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι έρευνες στις οποίες βασίστηκε η ανάπτυξη του πλαισίου εκτίμησης και αποτύπωσης των χαρακτηριστικών σχεδιασμού των εφαρμογών.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά σχεδιασμού

Έρευνα	Χαρακτηριστικά σχεδιασμού και κατηγορικές τιμές	
Kolak et al., 2019	Σχεδιασμός φόντου	Static, Static Movement, Mixed, Animation
	Οπτική παρουσίαση	Proportion of complex background to simple background
	Πολυπλοκότητα του μαθησιακού περιβάλλοντος	Proportion of complex background to simple background

	Μουσική/Ήχος	No sound, Simple sound, Music, Complex sound
	Κινήσεις αφής	Tapping, Swiping, Dragging, Tracing
	Ανατροφοδότηση (τρόπος παροχής)	Audio, On screen, Audio & On screen
Outhwaite et al., 2022	Διαβάθμιση των επιπέδων δυσκολίας	Programmatic static, Programmatic dynamic, Participatory free form, No levelling

Με βάση το θεωρητικό πλαίσιο και τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών της παρούσας έρευνας, οι τιμές των μεταβλητών των σχεδιαστικών χαρακτηριστικών αναδιαμορφώθηκαν ώστε να καλύπτουν όλες τις επιμέρους κατηγορίες τους. Συγκεκριμένα, οι τιμές της μεταβλητής: *Σχεδιασμός φόντου*, που αφορά τον τρόπο παρουσίασης των οπτικών στοιχείων που εμφανίζονται στην οθόνη κατά την χρήση της εφαρμογής, τροποποιήθηκαν σε: *Στατικά, Πλήρως κινούμενα, Στατικά & κινούμενα με σταθερό τρόπο*. Οι τιμές της μεταβλητής: *Οπτική παρουσίαση*, η οποία αφορά την ποιότητα του ύφους των γραμμάτων και των εικόνων της εφαρμογής, τροποποιήθηκαν σε: *Το ύφος των γραμμάτων είναι καθαρό, Το ύφος των εικόνων (δεν) είναι καθαρό*. Η τιμή της μεταβλητής: *Πολυπλοκότητα του μαθησιακού περιβάλλοντος*, δηλαδή η ύπαρξη επιπλέον στοιχείων αλληλεπίδρασης στην οθόνη, εκτός της κύριας τρέχουσας δραστηριότητας της εφαρμογής, τροποποιήθηκε σε: *Καμία πρόσθετη αλληλεπίδραση παράλληλα με την κύρια δραστηριότητα*. Οι τιμές της μεταβλητής: *Μουσική/Ηχος*, που αφορά την μουσική που παίζει καθ' όλη την διάρκεια και τα ηχητικά εφέ της εφαρμογής, προσαρμόστηκαν σε: *(Απουσία) Επιλογή προσαρμογής μουσικής/ήχου από τις ρυθμίσεις, Η εφαρμογή δεν περιλαμβάνει μουσική/ήχο*. Οι τιμές της μεταβλητής: *Κινήσεις Αφής*, που αφορά τον τρόπο αλληλεπίδρασης του χρήστη με την οθόνη αφής, τροποποιήθηκαν σε: *Ένα πάτημα, Σύρσιμο και απόθεση, Ιχνηλάτηση (αριθμών, γεωμετρικών σχημάτων), Παρατεταμένο πάτημα, Ταυτόχρονο πάτημα με περισσότερα από ένα δάκτυλα του ενός χεριού*. Οι τιμές της μεταβλητής: *Ανατροφοδότηση (τρόπος παροχής)*, η οποία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή ανταποκρίνεται στις ενέργειες του χρήση κατά την μαθησιακή διαδικασία, τροποποιήθηκαν σε: *Ακουστική (μέσω ήχων) & Οπτική (μέσω οπτικών μηνυμάτων στην οθόνη), Οπτική, Απουσία Ανατροφοδότησης*. Τέλος, από τις τιμές της μεταβλητής: *Διαβάθμιση των επιπέδων δυσκολίας*, που αφορά στον τρόπο προσαρμογής του μαθησιακού περιεχομένου στο μαθησιακό επίπεδο του παιδιού, διατηρήθηκαν οι κατηγορίες: *Προγραμματισμένη, στατική (Programmatic static), Καμία διαβάθμιση (No levelling)*.

Η ανάπτυξη του πλαισίου για την κωδικοποίηση των εφαρμογών σύμφωνα με την παιδαγωγικά τους χαρακτηριστικά βασίστηκε στις έρευνες του Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Παιδαγωγικά χαρακτηριστικά

Έρευνα	**Παιδαγωγικά χαρακτηριστικά και κατηγορικές τιμές**	
Misirli, et al., 2024; Outhwaite et al., 2022	Είδος Εφαρμογής	Practice-based, Game-based, Constructive, Productive, Parent-based
Misirli, et al., 2024	Μορφή παιχνιδιού	Single player, Multi player
Outhwaite et al., 2022	Κοινωνικές Αλληλεπιδράσεις	In-app character, Adult-child interactions, No social interaction
	Ουσιαστική μάθηση και επίλυση προβλημάτων	Practicing basic mathematical skills in isolation, Practicing multiple basic mathematical skills in relation

		with each other, Embedding mathematical skill practice within a real-life context, Applying mathematical skill practice to solve novel problems, Mixture of above categories, Not applicable
Palmer, 2015	Αποδεκτές σωστές λύσεις	Only one solution, Many different solutions
	Χρονικοί περιορισμοί	(Δεν) Υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί
Outhwaite et al., 2022	Ανατροφοδότηση (περιεχόμενο)	Explanatory, Motivational, Explanatory and motivational feedback, No feedback

Σύμφωνα με τις έρευνες και τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών, οι τιμές των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών προσαρμόστηκαν ώστε να περιλαμβάνουν όλες τις κατηγορίες τους. Όσον αφορά την μεταβλητή: *Είδος της Εφαρμογής*, δηλαδή την παιδαγωγική προσέγγιση την οποία ακολουθεί η εφαρμογή, διατηρήθηκαν οι τιμές: *Practice-based, Game-based.* Όσον αφορά την μεταβλητή: *Μορφή παιχνιδιού*, δηλαδή τον τρόπο διεξαγωγής του παιχνιδιού, οι τιμές της τροποποιήθηκαν σε: *Ατομικό παιχνίδι, Ατομικό παιχνίδι & παιχνίδι με αντίπαλο, Απουσία κοινωνικών αλληλεπιδράσεων*. Για την μεταβλητή: *Κοινωνικές Αλληλεπιδράσεις*, που αφορά τις αλληλεπιδράσεις του χρήστη στο πλαίσιο της εφαρμογής, διατηρήθηκε η τιμή: *Απουσία κοινωνικών αλληλεπιδράσεων*. Όσον αφορά την μεταβλητή: *Ουσιαστική μάθηση και επίλυση προβλημάτων,* που αφορά τις δραστηριότητες τις εφαρμογής, διατηρήθηκαν οι τιμές: *Εξάσκηση βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων μεμονωμένα, Δεν εφαρμόζεται.* Στις τιμές της μεταβλητής: *Αποδεκτές σωστές λύσεις*, που περιγράφει τον αριθμό των λύσεων που αποδέχεται η εφαρμογή ως σωστές απαντήσεις, προστέθηκε η τιμή: *Χωρίς απαντήσεις (μόνο παρουσίαση πληροφορίας)*. Στις τιμές της μεταβλητής: *Χρονικοί περιορισμοί*, που αναφέρεται στο κατά πόσο η εφαρμογή παρουσιάζει μια νέα δραστηριότητα αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης, περιορίζοντας έτσι τον χρόνο που έχει το παιδί για αναστοχασμό, προστέθηκε η τιμή: *Μερικές από τις δραστηριότητες της εφαρμογής έχουν χρονικούς περιορισμούς.* Τέλος, οι τιμές της μεταβλητής: *Ανατροφοδότηση (περιεχόμενο)*, που αφορά το είδος της ανατροφοδότησης σχετικά με την επίδοση των χρηστών, προσαρμόστηκαν σε: *Ενημερωτική, Παρακινητική, Ενημερωτική & Παρακινητική, Ενημερωτική & παρακινητική ή επεξηγηματική, Απουσία ανατροφοδότησης.*

Η κωδικοποίηση του μαθηματικού περιεχομένου των εφαρμογών που συμπεριλήφθηκαν στην συστηματική ανασκόπηση βασίστηκε στις πέντε ενότητες μαθηματικής ανάπτυξης όπως καθορίζονται από το NCTM (National Council of Teachers of Mathematics, 2000) και το νέο ελληνικό Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου (Πεντέρη κ.ά., 2022). Οι πέντε βασικές ενότητες της μαθηματικής εκπαίδευσης περιλάμβαναν επιμέρους περιγραφικά κριτήρια, τα οποία αξιολογούσαν συγκεκριμένες γνώσεις και δεξιότητες στις επιμέρους ενότητες, όπως προβλέπονται στα δύο προγράμματα.

Αποτελέσματα

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης ανά ερευνητικό ερώτημα για τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού, τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά και το μαθηματικό περιεχόμενο των ενενήντα τεσσάρων (94) μαθηματικών εκπαιδευτικών εφαρμογών που μελετήθηκαν στην παρούσα έρευνα. Για τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε εκτενής αναζήτηση και επιλογή εφαρμογών βάσει σαφώς διατυπωμένων κριτηρίων και αναπτύχθηκε εργαλείο για την καταγραφή των χαρακτηριστικών τους, το οποίο εφάρμοσε και τροποποίησε τα πλαίσια που σχεδιάστηκαν από τους Kolak et al. (2019), Misirli et al. (2024), Outhwaite et al. (2022) και Palmer (2015).

RQ1: Ποια είναι τα επικρατέστερα χαρακτηριστικά σχεδιασμού των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση;

Η ανάλυση των δεδομένων ανέδειξε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σχεδιασμού των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά στην προσχολική ηλικία. Στον Πίνακα 4 αποτυπώνονται τα επιμέρους χαρακτηριστικά σχεδιασμού και το πλήθος των εφαρμογών που εμφανίζουν κάθε χαρακτηριστικό. Συγκεκριμένα, για το σχεδιασμό του φόντου επικρατούν στατικά στοιχεία παρά συνδυασμός στατικών στοιχείων και στοιχείων που κινούνται με σταθερό τρόπο. Η συντριπτική πλειονότητα των εφαρμογών της συστηματικής ανασκόπησης περιλαμβάνει εικόνες και γράμματα με καθαρό ύφος. Καμία από τις εφαρμογές της συστηματικής ανασκόπησης δεν παρουσιάζει κάποια πρόσθετη αλληλεπίδραση παράλληλα με την κύρια δραστηριότητα κατά την συμμετοχή του παιδιού σε αυτή. Οι περισσότερες από τις εφαρμογές παρέχουν την δυνατότητα προσαρμογής ή απενεργοποίησης της μουσικής ή του ήχου μέσω των ρυθμίσεων της εφαρμογής. Οι πιο συχνές μορφές κινήσεων αφής κατά την αλληλεπίδραση των παιδιών με το περιβάλλον της εφαρμογής είναι το πάτημα, το σύρσιμο και η απόθεση, και, η ιχνηλάτηση αριθμών ή γεωμετρικών σχημάτων. Στις πιο πολλές εφαρμογές η ανατροφοδότηση δίνεται συνδυάζοντας ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα. Τέλος, η πλειοψηφία των εφαρμογών της συστηματικής ανασκόπησης δεν προσφέρει διαβάθμιση των επιπέδων δυσκολίας του μαθησιακού περιεχομένου.

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά σχεδιασμού

Χαρακτηριστικά σχεδιασμού		**Αριθμός εφαρμογών**
Σχεδιασμός φόντου	Στατικά στοιχεία	62,77% (n = 59)
	Στατικά στοιχεία & στοιχεία που κινούνται με σταθερό τρόπο	36,17% (n = 34)
	Στοιχεία πλήρως κινούμενα	1,06% (n = 1)
Οπτική παρουσίαση	Το ύφος των εικόνων είναι καθαρό	98,94% (n = 93)
	Το ύφος των εικόνων δεν είναι καθαρό	1,06% (n = 1)
	Το ύφος των γραμμάτων είναι καθαρό	100,00% (n = 94)
Πολυπλοκότητα του μαθησιακού περιβάλλοντος	Καμία πρόσθετη αλληλεπίδραση παράλληλα με την κύρια δραστηριότητα	100,00% (n = 94)
Μουσική/Ήχος	Επιλογή προσαρμογής μουσικής/ήχου από τις ρυθμίσεις	73,40% (n = 69)
	Απουσία επιλογή προσαρμογής μουσικής/ήχου από τις ρυθμίσεις	25,53% (n = 24)
	Η εφαρμογή δεν περιλαμβάνει μουσική/ήχο	1,06% (n = 1)
Κινήσεις αφής	Ένα πάτημα	94,68% (n = 89)
	Σύρσιμο και απόθεση	75,53% (n = 71)
	Ιχνηλάτηση (αριθμών, γεωμετρικών σχημάτων)	36,17% (n = 34)
	Παρατεταμένο πάτημα	4,26% (n = 4)
	Ταυτόχρονο πάτημα με περισσότερα από ένα δάκτυλα (του ενός χεριού)	3,19% (n = 3)
Ανατροφοδότηση (τρόπος παροχής)	Ακουστική & Οπτική	93,62% (n = 88)
	Οπτική	3,19% (n = 3)
	Απουσία ανατροφοδότησης	3,19% (n = 3)
Διαβάθμιση των επιπέδων δυσκολίας	Καμία διαβάθμιση	75,53% (n = 71)
	Προγραμματισμένη, στατική	24,47% (n = 23)

RQ2: Ποια είναι τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση;

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5, όλες οι εφαρμογές της συστηματικής ανασκόπησης είναι Practice-based ή Game-based. Η επικράτηση των Practice-based ή Game-based εφαρμογών συνδέεται άμεσα με τα ευρήματα που προέκυψαν στην ανάλυση των δεδομένων και παρουσιάζονται στην συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα, η πλειονότητα των εφαρμογών της συστηματικής ανασκόπησης υποστηρίζει αποκλειστικά την ατομική χρήση από τα παιδιά και καμία εφαρμογή δεν ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση με τους ενήλικες εκτός της εφαρμογής, ή με κάποιον εικονικό χαρακτήρα εντός της εφαρμογής. Η πλειοψηφία των δραστηριοτήτων που περιλαμβάνονται στις εφαρμογές βασίζονται στην εξάσκηση βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων μεμονωμένα (για παράδειγμα, γραφή αριθμών). Αξίζει να σημειωθεί ότι σχεδόν όλες οι εφαρμογές είναι κλειστού τύπου και περιλαμβάνουν δραστηριότητες με προκαθορισμένες ερωτήσεις και απαντήσεις, με μία και μόνο αποδεκτή λύση. Μεγάλο ποσοστό των εφαρμογών παρουσιάζει μία νέα δραστηριότητα αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν ευκαιρίες για αναστοχασμό. Τέλος, μόνο μία από τις εφαρμογές της συστηματικής ανασκόπησης παρέχει επεξηγηματική ανατροφοδότηση.

Πίνακας 5. Παιδαγωγικά χαρακτηριστικά

Παιδαγωγικά χαρακτηριστικά		**Αριθμός εφαρμογών**
Είδος εφαρμογής	Practice-based	78,72% (n = 74)
	Game-based	21,28% (n = 20)
Μορφή παιχνιδιού	Ατομικό παιχνίδι	95,74% (n = 90)
	Ατομικό παιχνίδι & παιχνίδι με αντίπαλο	4,26% (n = 4)
Κοινωνικές αλληλεπιδράσεις	Απουσία κοινωνικών αλληλεπιδράσεων	100,00% (n = 94)
Ουσιαστική μάθηση και επίλυση προβλημάτων	Εξάσκηση βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων μεμονωμένα	91,49% (n = 86)
	Δεν εφαρμόζεται	8,51% (n = 8)
Αποδεκτά σωστές λύσεις	Μόνο μία λύση	96,81% (n = 91)
	Χωρίς απαντήσεις (μόνο παρουσίαση πληροφορίας)	2,13% (n = 2)
	Πολλές διαφορετικές λύσεις	1,06% (n = 1)
Χρονικοί περιορισμοί	Υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί	88,30% (n = 83)
	Δεν υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί	8,51% (n = 8)
	Μερικές από τις δραστηριότητες της εφαρμογής έχουν χρονικούς περιορισμούς	3,19% (n = 3)
Ανατροφοδότηση (περιεχόμενο)	Ενημερωτική & Παρακινητική	74,47% (n = 70)
	Ενημερωτική	12,77% (n = 12)
	Παρακινητική	8,51% (n = 8)
	Απουσία ανατροφοδότησης	3,19% (n = 3)
	Ενημερωτική & παρακινητική ή επεξηγηματική	1,06% (n = 1)

RQ3: Σύμφωνα με το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης, σε ποιες ενότητες των μαθηματικών θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν και να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό της διδασκαλίας και στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων οι συγκεκριμένες εφαρμογές;

Η ανάλυση των δραστηριοτήτων των ενενήντα τεσσάρων (94) εκπαιδευτικών εφαρμογών μαθηματικών, σύμφωνα με το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών της προσχολικής εκπαίδευσης, ανέδειξε ως πιο δημοφιλή την ενότητα: *Αριθμοί και Πράξεις* (n = 92). Ακολουθούν η *Άλγεβρα* με πενήντα (n = 50) εφαρμογές, η *Γεωμετρία* με δεκαεννέα (n = 19), οι *Μετρήσεις* με δεκατέσσερις (n = 14), ενώ μόλις μία (n = 1) εφαρμογή περιλαμβάνει δραστηριότητες που σχετίζονται με την ενότητα *Ανάλυση Δεδομένων και Πιθανότητες*.

Συζήτηση-συμπεράσματα

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση στόχευε στην καταγραφή των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τη μαθηματική εκπαίδευση στην προσχολική ηλικία και στην αποτύπωση των χαρακτηριστικών σχεδιασμού, των παιδαγωγικών χαρακτηριστικών και του μαθηματικού περιεχομένου των εφαρμογών αυτών. Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού των εκπαιδευτικών εφαρμογών, αυτά αποτυπώνουν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον των εφαρμογών και επηρεάζονται από τις αισθητικές, λειτουργικές και παιδαγωγικές επιλογές που αυτά ενσωματώνουν (Kolak et al., 2019). Αναφορικά με τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά οι εκπαιδευτικές εφαρμογές για τα μαθηματικά στην προσχολική ηλικία είναι διαμορφωμένες σύμφωνα με τις συμπεριφοριστικές αρχές μάθησης και σε σχέση με το μαθηματικό περιεχόμενο επικεντρώνονται στην ενότητα Προγράμματος Σπουδών "Αριθμοί και Πράξεις", ευρήματα που συνάδουν με τα αποτελέσματα των Outhwaite et al. (2022).

Σημαντικός περιορισμός της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι δεν εντοπίστηκαν κατά την διερεύνηση της βιβλιογραφικής επισκόπησης ερευνητικές εργασίες που να αξιολογούν την επίδραση των εκπαιδευτικών εφαρμογών. Πρόταση για μελλοντική έρευνα είναι η αξιοποίηση των εφαρμογών της παρούσας συστηματικής ανασκόπησης με ένταξη σε κατάλληλο παιδαγωγικό σχεδιασμό και εφαρμογή στην τάξη ώστε να διερευνηθούν πιθανές σχέσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά σχεδιασμού, τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά και το μαθηματικό περιεχόμενο με τα μαθησιακά αποτελέσματα στους χρήστες.

Η παρούσα έρευνα μπορεί να υποστηρίξει τους εκπαιδευτικούς, γονείς/κηδεμόνες, συμβούλους εκπαίδευσης, υπεύθυνους χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής στην κατάλληλη επιλογή και αξιοποίηση των εκπαιδευτικών εφαρμογών για τα μαθηματικά. Επιπλέον, οι ερευνητές και σχεδιαστές ψηφιακών μαθηματικών εφαρμογών μπορούν να χρησιμοποιήσουν και να επεκτείνουν τα πλαίσια σχεδιασμού και παιδαγωγικών χαρακτηριστικών της παρούσας έρευνας για την υποστήριξη και βελτίωση της μαθηματικής εκπαίδευσης την προσχολική εκπαίδευση.

Αναφορές

Dashti, F. A., & Yateem, A. K. (2018). Use of mobile devices: A case study with children from Kuwait and the United States. *International Journal of Early Childhood*, *50*, 121-134. https://doi.org/10.1007/s13158-018-0208-x

Herodotou, C. (2018). Young children and tablets: A systematic review of effects on learning and development. *Journal of Computer Assisted Learning*, *34*(1), 1-9. https://doi.org/10.1111/jcal.12220

Kay, R., & Kwak, J. Y. (2018). Comparing types of mathematics apps used in primary school classrooms: an exploratory analysis. *Journal of Computers in Education*, *5*, 349-371. http://dx.doi.org/10.1007/s40692-018-0109-x

Kolak, J., Norgate, S. H., Monaghan, P., & Taylor, G. (2021). Developing evaluation tools for assessing the educational potential of apps for preschool children in the UK. *Journal of Children and Media*, *15*(3), 410-430. https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/17482798.2020.1844776

Lee, C. Y., & Sloan, T. (2015). A comprehensive evaluation rubric for assessing instructional apps. *Journal of Information Technology Education: Research, 14*(1), 21-53.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics, 33*(1), 159-174.

Misirli, **A**., Komis V., Lavidas, K., Sarri, M. & Gotsi, Ch. (2024). An evaluation of math touchscreen apps and their educational potential for young children. *Proceedings of the EECERA Annual Conference themed: 'Developing Sustainable Early Childhood Education Systems: Comparisons, Contexts and the Cognoscenti* (pp. 109-110). EECERA.

National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and standards for school mathematics*. Reston.

OECD (2023). *PISA 2022 results (vol. 1): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i_53f23881-en.html

Outhwaite, L.A., Early, E., Herodotou, C., & Van Herwegen, J. (2023). *Can maths apps add value to learning? A systematic review (CEPEO working paper No. 23-02)*. Centre for Education Policy and Equalising Opportunities, UCL. https://EconPapers.repec.org/RePEc:ucl:cepeow:23-02

Outhwaite, L. A., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2020). A new methodological approach for evaluating the impact of educational intervention implementation on learning outcomes. *International Journal of Research & Method in Education*, *43*(3), 225-242. https://doi.org/10.1080/1743727X.2019.1657081

Palmér, H. (2015). Using tablet computers in preschool: How does the design of applications influence participation, interaction and dialogues? *International Journal of Early Years Education*, *23*(4), 365-381. http://dx.doi.org/10.1080/09669760.2015.1074553

Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2017). Designing and creating an educational app rubric for preschool teachers. *Education and Information Technologies*, *22*, 3147-3165. https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-017-9579-0

Papadakis, S., Vaiopoulou, J., Kalogiannakis, M., & Stamovlasis, D. (2020). Developing and exploring an evaluation tool for educational apps (ETEA) targeting kindergarten children. *Sustainability*, *12*(10), 4201. https://doi.org/10.3390/su12104201

Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., et al. (2020). *PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews*. *BMJ 2021, 372*, 160.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2008). Mathematics in early childhood. *Contemporary perspectives on Mathematics in Early Childhood Education*, 67-94.

Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's past is prologue: Relations between early mathematics knowledge and high school achievement. *Educational Researcher*, *43*(7), 352-360. https://psycnet.apa.org/doi/10.3102/0013189X14553660

Πεντέρη, Ε., Χλαπάνα, Ε., Μέλλιου, Κ., Φιλιππίδη, Α., & Μαρινάτου, Θ. (2022). *Πρόγραμμα Σπουδών Για την Προσχολική Εκπαίδευση - Διευρυμένη Εκδοχή (2η Έκδοση, 2022 ΙΕΠ)*. ΙΕΠ.