

Έρευνες με φορητές συσκευές στη διδασκαλία των μαθηματικών

Η έρευνα των Crompton, & Burke, (2017) είναι μια ανασκόπηση στην χρήση της φορητής μάθησης στη διδασκαλία των μαθηματικών. Σε αυτήν πραγματοποιήθηκε μια συστηματική ανασκόπηση 36 μελετών στην φορητή μάθηση στα μαθηματικά από το έτος 2000 και μετά. Από την έρευνα αυτή προέκυψαν τα παρακάτω οκτώ νέα ευρήματα:

(1) Ο πρωταρχικός σκοπός των περισσότερων μελετών ήταν να επικεντρωθούν στην αξιολόγηση της φορητής μάθησης.

Κάθε μία από τις έρευνες ταξινομήθηκε σε μία από τις τρεις κατηγορίες σύμφωνα με τον ερευνητικό σκοπό: (1) αξιολόγηση των επιπτώσεων της φορητής μάθησης, (2) σχεδιασμός ενός φορητού συστήματος για μάθηση ή (3) διερεύνηση του συναισθηματικού τομέα κατά τη διάρκεια της φορητής μάθησης. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων της φορητής μάθησης ήταν ο πιο κοινός ερευνητικός σκοπός (69%), ακολουθούσε ο σχεδιασμός ενός φορητού συστήματος για μάθηση (19%) και η διερεύνηση του συναισθηματικού τομέα κατά τη διάρκεια της φορητής μάθησης (11%).

(2) Οι μελέτες περιπτώσεων και ο πειραματικός σχεδιασμός ήταν οι κύριες ερευνητικές μέθοδοι.

(3) Οι περισσότερες μελέτες αναφέρουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Το 71% των ερευνών που εξετάστηκε ανέφερε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. 10% ανέφεραν ουδέτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Καμία μελέτη δεν ανέφερε αρνητικό μαθησιακό αποτέλεσμα και το 18% ανέφερε αποτελέσματα που δεν σχετίζονταν με τις επιπτώσεις στη μάθηση των μαθητών.

(4) Τα κινητά τηλέφωνα ήταν οι φορητές συσκευές που χρησιμοποιούνται πιο συχνά.

Τα κινητά τηλέφωνα αναφέρθηκαν ως η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη φορητή συσκευή (38%). Τα tablet (31%) ήταν τα συχνότερα στη συνέχεια και ακολουθούσαν τα iPads (10%) και τα iPod (10%). Δεν προσδιόριζαν όλες οι μελέτες έναν τύπο φορητής συσκευής (10%) και απλώς χρησιμοποιούσαν τον όρο φορητή συσκευή.

(5) Οι έρευνες πραγματοποιήθηκαν περισσότερο σε δημοτικά σχολεία.

Τα δημοτικά σχολεία αποτελούσαν συνήθως το αντικείμενο των ερευνητικών μελετών (34%), ακολουθούσαν τα γυμνάσια (29%), τα λύκεια (21%), η τριτοβάθμια εκπαίδευση (13%) και η ειδική εκπαίδευση (2%). Δεν αναφέρθηκαν μελέτες σε προ νήπια και νήπια.

(6) Η πλειονότητα των ερευνητών δεν μελέτησε μια συγκεκριμένη μαθηματική έννοια.

(7) Η πλειονότητα των μελετών πραγματοποιήθηκε σε επίσημα εκπαιδευτικά πλαίσια.

και (8) η έρευνα σχετικά με την φορητή μάθηση στα μαθηματικά είναι γεωγραφικά διαφορετική.

Οι Ηνωμένες Πολιτείες ήταν η χώρα με τον υψηλότερο αριθμό ερευνών (34%) ακολουθούμενες από το Ισραήλ (20%), την Ταϊβάν (10%) και την Καραϊβική (8%). Το Ηνωμένο Βασίλειο και η Χιλή, το καθένα αποτελούσαν το 4%. Η Ισπανία, τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα, η Σουηδία, η Αυστραλία, η Νιγηρία και η Ινδία αποτελούσαν το καθένα το 3%.

Οι φορητές συσκευές

Η φορητή μάθηση παρέχει δύο βασικά πλεονεκτήματα στη διδασκαλία των μαθηματικών **α)** με την αξιοποίηση διάφορων εικόνων και γραφικών κατά την εξάσκησή τους κάνει τα Μαθηματικά πιο διασκεδαστικά και **β)** κάνει τις μαθηματικές έννοιες και ιδέες περισσότερο προσεγγίσιμες, βατές, πιο εύκολα κατανοητές και σαφείς (Al-Mashaqbeh, 2016). Οι ταμπλέτες αποτελούν ένα δυναμικό υποστηρικτικό μέσο διδασκαλίας και μάθησης, που επιτρέπει το σχεδιασμό και το συγχρονισμό αυτορρυθμιζόμενων μαθησιακών δραστηριοτήτων με τις μαθησιακές ανάγκες των εκάστοτε μαθητών. Συγκεκριμένα, οι Franklin and Peng (2008) υποστηρίζουν ότι η χρήση των πολυμέσων των φορητών συσκευών στη παρουσίαση μαθηματικού περιεχομένου απαιτεί προσεγμένο σχεδιασμό από τον εκπαιδευτικό προκειμένου να δώσει την κατάλληλη καθοδήγηση στους μαθητές του.

Τα διαδικτυακά και φορητά εκπαιδευτικά εργαλεία (tablets, ipads, smartphones, PDAs) για τα μαθηματικά αποτελούν αρωγό για τους μαθητές όχι μόνο στην επίλυση προβλημάτων αλλά και στην ενίσχυση της κατανόησης των μαθηματικών εννοιών, παρέχοντας δυναμικά αναπαραστατικά μοντέλα των ιδεών και στην ενθάρρυνση, όξυνση των γενικών μεταγνωστικών ικανοτήτων τους (Audi & Gouia-Zarrad, 2013· Drigas & Pappas, 2015). Τα μοναδικά χαρακτηριστικά των ταμπλετών, τα γραφικά τους, η ενσώματη και διαδραστική τους διαχείριση (με την ειδική γραφίδα ή τα δάχτυλα του χεριού) επιτρέπουν στον χρήστη να γράφει εύκολα συμβολικές και γραφικές μαθηματικές πληροφορίες ηλεκτρονικά. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται στον εκπαιδευτικό και τον μαθητή το κατάλληλο εργαλείο (πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές, προγράμματα) για τη διερεύνηση της μαθηματικής επίλυσης από πολλές οπτικές και την προσαρμογή της διδασκαλίας/μάθησης βάσει των αναγκών, προτιμήσεων των μαθητών (Galligan, Loch, McDonald, & Taylor, 2010).

Οι Chen, Chiu, Lin, & Chou, (2017) υποστηρίζουν ότι οι δεικτικές χειρονομίες είναι σημαντικός παράγοντας για την ομαλή, ουσιαστική μαθηματική επιχειρηματολογία, την ταυτόχρονη εστίαση της προσοχής σε ένα συγκεκριμένο σημείο, όταν οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες/ζεύγη. Διαπίστωσαν ότι οι μαθητές χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα *Magic Board*, μια πλατφόρμα χειραπτικών εικονικών

αναπαραστατικών εργαλείων για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων με κλασματικά μέρη, έχουν ικανοποιητικότερες επιδόσεις, υψηλότερα ποσοστά προσήλωσης στο εκάστοτε πρόβλημα αλλά και βαθύτερη κατανόηση του νοήματος της διαχείρισης των εικονικών χειραπτικών υλικών (όχι απλή μετακίνησή τους, αλλά σχολιασμό και επιχειρηματολογία της κάθε πράξης), κατά τη χρήση ταμπλετών πολλαπλής απτικής επιλογής (multi-touch tablets) (pen-tablet)¹. Προτείνουν τη χρήση των pen-tablets κατά τη διαδικασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων που απαιτούν πολλούς μαθηματικούς υπολογισμούς ή γράψιμο. Όσες περισσότερες φυσικές κινήσεις πραγματοποιούν οι μαθητές κατά την επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων (κυρίως με τη χρήση ταμπλέτας), τόσο αυξάνεται ο βαθμός της προσωπικής τους εμπλοκής στο μάθημα, της ουσιαστικής, παραγωγικότερης επικοινωνίας μεταξύ της ομάδας/του ζεύγους (σχετικά με το πρόβλημα ή τα σχετικά με αυτό πλαίσια και έννοιες), της εστίασης της προσοχής (Chen et al., 2017).

Έρευνες στην εκπαίδευση

Στην έρευνα της Al-Mashaqbeh (2016) γίνεται αντιληπτή η θετική συμβολή των ταμπλετών στη διδασκαλία των μαθηματικών, της πρώτης αρίθμησης, στην Α΄ σχολική τάξη του δημοτικού, με τους μαθητές που χρησιμοποίησαν τις ταμπλέτες να επιτυγχάνουν υψηλότερες επιδόσεις στα τεστ από αυτούς που ακολούθησαν την παραδοσιακή συμβατική διδακτική διαδικασία. Φάνηκε πως οι μαθητές ευχαριστιόνταν, ενδιαφέρονταν περισσότερο για το μάθημα (κατανόηση εννοιών και επίλυση προβλημάτων), όταν το μαθησιακό υλικό (δραστηριότητες, βιβλίο, παιχνίδια, βίντεο, ήχοι, εικόνες) ήταν ψηφιοποιημένο σε αλληλεπιδραστικά ηλεκτρονικά περιβάλλοντα εργασίας, όπου είχαν τη δυνατότητα να αναπτύξουν τις γνώσεις και τη δημιουργικότητά τους (Fister & McCarthy, 2008). Ομοίως, οι μαθητές της Στ΄ δημοτικού προτίμησαν τη χρήση των ταμπλετών κατά την ανάπτυξη της εκτίμησης του μεγέθους αριθμών επάνω στην αριθμογραμμή μέσω των εφαρμογών *Estimation Line* και *MathGlow*², λόγω της δυνατότητας πολλαπλής αναπαράστασης (αριθμογραμμή μαζί με μοντέλα εμβαδού), της ευκολίας σχεδίασης και περαιτέρω επίδρασης της ίδιας της αριθμογραμμής (αυξομείωση-ζουμ-προσθήκη κομματιών της) (Piat, Coret, Choi, Volden, & Bisanz, 2016).

Στην έρευνα των Kiger, Herro, & Prunty (2012) (όπως αναφέρεται στους Drigas & Pappas, 2015), οι μαθητές της Γ΄ δημοτικού που χρησιμοποίησαν φορητές συσκευές για τη μάθηση και εξάσκηση σε πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις είχαν υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας στα post-test, από ότι οι μαθητές που ακολούθησαν τη συμβατική μέθοδο διδασκαλίας. Παρομοίως, οι Nguyen & Kulm (2005) (όπως αναφέρεται στους Drigas & Pappas, 2015) διαπίστωσαν ότι οι μαθητές της Στ΄ δημοτικού παρουσίασαν όχι μόνο μεγαλύτερα ποσοστά εμπλοκής στο μάθημα των μαθηματικών που περιελάμβαναν διαδικτυακή ψηφιακή υποστήριξη, με τη χρήση ταμπλετών αλλά

¹ Magic Board platform : http://magicboard.cycu.edu.tw/asp/edit/en_use.asp

² Estimation Line : <http://hume.ca/ix/>
MathGlow App : www.igeneration.com

ανέπτυξαν και περισσότερο ενδιαφέρον (προσωπικά κίνητρα) για την εκτέλεση και αποστολή των εργασιών για το σπίτι.

Επιπλέον, στην έρευνα των Drigas και Pappas (2015) υποδεικνύεται πως και τα παιδιά του νηπιαγωγείου μέσω της κατάλληλης αξιοποίησης των διαδικτυακών μαθηματικών εφαρμογών (ψηφιακά, ατομικά ή και ομαδικά, παιχνίδια, διαδραστικές δραστηριότητες ελαχιστοποίησης και ισότητας) με τη χρήση φορητών συσκευών, έχουν τη ευκαιρία να έρθουν σε μια ικανοποιητική πρώτη επαφή με μαθηματικές έννοιες, όπως αυτές του αριθμού, της ποσότητας, του λόγου (*Next Generation Preschool Math project-NGPM*, Zanchi, Presser, & Vahey, 2013), της πληθικότητας και της δακτυλικής αριθμητικής αναγνώρισης και υπόδειξης ποσοτήτων (*Fingu Game*, Barendregt, Lindström, Rietz-Leppänen, Holgersson, & Ottosson, 2012).

Σε δυσκολότερα μαθηματικά πεδία, όπως αυτό της Άλγεβρας I, οι μαθητές του Γυμνασίου, με την αξιοποίηση της εφαρμογής *hMh Fuse*³, παρουσίασαν μεγαλύτερα ποσοστά επιτυχίας, προσοχής και επιμέλειας στην τάξη, ενδιαφέροντος και περιέργειας για το ίδιο το γνωστικό περιεχόμενο της άλγεβρας (Carr, 2012).

Φυσικά και δεν πρέπει να παραληφθεί η συμβολή των διαδικτυακών λογισμικών με τη χρήση ταμπλετών στη διερεύνηση, κατανόηση και ανάπτυξη γεωμετρικών εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων, στην κατασκευή γεωμετρικών αντικειμένων με την αξιοποίηση λογισμικών δυναμικής γεωμετρίας (πχ. *GeoGebra*, *Cabri 3D*, *Sketchpad Explorer* κα.), που επιτρέπουν την παρουσίαση και την οπτικοποίηση ποικίλων γεωμετρικών και αλγεβρικών εννοιών στους μαθητές όλων των ηλικιών ως δυναμικό εργαλείο ανακάλυψης των μαθηματικών ιδεών (Drigas & Pappas, 2015).

Ομοίως, τα αποτελέσματα της έρευνας των Franklin και Peng (2008) δείχνουν ότι η χρήση των φορητών συσκευών υποστηρίζει τη μαθηματική μάθηση δίνοντας την ευκαιρία στους μαθητές να κατανοήσουν τις μαθηματικές έννοιες μέσα από ψυχαγωγικά περιβάλλοντα (αυτό-κατασκευή ταινιών/βίντεο). Καθώς ο κάθε μαθητής καλείται να σκεφτεί και να επεξηγήσει τις μαθηματικές ιδέες (αλγεβρικές εξισώσεις, έννοια της κλίσης, της απόλυτης τιμής και της εξάλειψης, επίλυση προβλημάτων), να οργανώσει το μαθηματικό περιεχόμενο με τη χρήση πολυμέσων, μεταβάλλονται οι αντιλήψεις του για τον τρόπο διδασκαλίας και μάθησης των μαθηματικών (Franklin & Peng, 2008).

Έρευνες στις εφαρμογές apps

Τις τελευταίες δεκαετίες ερευνητές, επιστήμονες και εκπαιδευτικοί, κρατικοί εκπαιδευτικοί οργανισμοί και εταιρείες ενδιαφερόμενοι για την ποιότητα της παρεχόμενης μαθηματικής εκπαίδευσης καθώς και την επιτυχία και ενασχόληση των μαθητών με αυτήν, έχουν σχεδιάσει και αναπτύξει δεκάδες διαδικτυακά μαθησιακές εφαρμογές (apps) και εργαλεία μαθηματικού περιεχομένου για τη βελτίωση της μαθησιακής πρακτικής (πχ. *MoreMaths*, *Web-based Mathematics Education system*, *AGILMAT*) αλλά και για την υποστήριξη και ενίσχυση της διδακτικής διαδικασίας (π.χ.

³ hMh Fuse App : <https://itunes.apple.com/us/app/hmh-fuse-algebra-1>

Tablet Math System, 4MALITY) και του μαθηματικού προγραμματισμού (WebNetPro) (Drigas & Pappas, 2015· Franklin & Peng, 2008).

Οι Cayton-Hodges Feng, & Pan, (2015) αξιολογούν στην έρευνα τους τη χρηστικότητα πολλών διαθέσιμων διαδικτυακών μαθηματικών εφαρμογών, προσιτών στις φορητές συσκευές. Αναφέρουν τουλάχιστον τρεις αξιόλογες μαθηματικές εφαρμογές, που συμβάλλουν στη διδακτική εξέλιξη, αλλά, κυρίως, στη βελτίωση των μαθηματικών δεξιοτήτων και γνώσεων των μαθητών, *Pop Math*, *Bubbling Maths* και *Connect the dots* (Domingo & Gargante, 2016). Ακόμα, παραθέτουν όχι μόνο αξιοπρόσεκτες εφαρμογές που παρέχουν μαθηματικά διδακτικά εργαλεία και μέσα (βιντεομαθήματα, παρουσιάσεις, ψηφιακά χειραπτικά αναπαραστατικά μέσα κα.) (πχ. *hmh Fuse series*, *Woot Math*⁴), εφαρμογές βάσεων δεδομένων εκπαιδευτικού υλικού (πχ. *Khan Academy*: <https://www.khanacademy.org/>), αλλά και μαθηματικά εκπαιδευτικά παιχνίδια που εμπλουτίζουν τις διδακτικές και μαθησιακές πρακτικές, με την ορθή ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (πχ. *Dragon Box Algebra*⁵, *Motion Math series*, *Teachley: Addimal Adventure*⁶ κα.) (Cayton-Hodges et al., 2015). Φυσικά, επισημαίνουν την αναγκαιότητα ελέγχου των εφαρμογών που προσφέρονται στους μαθητές από τους εκπαιδευτικούς, τους γονείς, τους ερευνητές, τους σχεδιαστές με βάση τα κριτήρια επιλογής τους.

Αντίστοιχα στην έρευνα των Galligan et al. (2010) χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς η εφαρμογή *Matlab*⁷, ένα πακέτο λογισμικού για την ανάπτυξη αλγορίθμων, την οπτικοποίηση δεδομένων και την ανάλυση δεδομένων για τη διεξαγωγή διαδικτυακών συνεδριάσεων μαθητών και εκπαιδευτικού με την ανταλλαγή μηνυμάτων, σημειώσεων, γραφημάτων. Κατά τη χρήση λογισμικών για την κοινή προβολή προσωπικών σημειώσεων, κρίνεται απαραίτητη η σύνταξη ευανάγνωστων γραμμάτων, ενώ οι πολύπλοκες λύσεις μπορούν πολλές φορές να καταστούν δυσκολονόητες, ακατάστατες.

Στην έρευνα των Fister and McCarthy (2008) επισημαίνεται η χρησιμότητα των φορητών συσκευών στην άμεση, γρήγορη και αποτελεσματική προσθήκη/ συγγραφή σημειώσεων κατά την διάρκεια της διδασκαλίας των μαθηματικών επάνω στα προβαλλόμενα από τον εκπαιδευτικό δεδομένα (μέσω της εφαρμογής *Windows Journal*). Οι μαθητές μέσω των μαθηματικών λογισμικών (*Virtual TI*, *Math Journal*, *Maple*)⁸ έχουν τη δυνατότητα να επιλύσουν προβλήματα, ασκήσεις, δραστηριότητες, να αναπτύξουν διάφορες προσωπικές στρατηγικές, να αναπαραστήσουν πολλαπλώς και να οργανώσουν τα δεδομένα, γραφήματα, τρισδιάστατες παραστάσεις στην προσπάθειά τους να εξερευνήσουν, να κατανοήσουν το παραδοτέο μαθηματικό

⁴ Woot Math App : <https://www.wootmath.com/> : με στόχο την διερεύνηση των μαθηματικών εννοιών των κλασμάτων, των δεκαδικών και των ποσοστών,

⁵ DragonBox Algebra App : <http://dragonbox.com/> : με σκοπό την ανάπτυξη, καλλιέργεια, βελτίωση όλων των αλγεβρικών δεξιοτήτων, της αλγεβρικής γνώσης & σκέψης

⁶ Teachley: Addimal Adventure : <https://itunes.apple.com/app/teachley-addimal-adventure> : παιχνίδι με σκοπό την εξάσκηση στις προσθετικές αριθμητικές δεξιότητες

⁷ Matlab App : <https://matlab.en.softonic.com/>

⁸ Virtual TI App : <http://www.ticalc.org>

Math Journal : <http://appcrawlr.com/ios/everyday-mathematics-digital-student-math-journal>

Maple App : <https://www.maplesoft.com>

περιεχόμενο. Η συμβολή των λογισμικών αυτών στην καθημερινή διδασκαλία των μαθηματικών έγκειται στην ανάληψη των ευθυνών, της κυριότητας, της επίβλεψης της ατομικής μάθησης (αυτορρύθμιση μάθησης), την ενεργό εμπλοκή στη διδασκαλία, την όξυνση της δημιουργικής, κριτικής σκέψης αλλά και της αυτοπεποίθησης και της αυτοαξιολόγησης (Fister & McCarthy, 2008).

Συγκεκριμένα, η Riconscente (2013), εμμένοντας στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι μαθητές του δημοτικού στην έννοια των κλασμάτων, υποστηρίζει ότι η δόμηση νοερών αριθμογραμμών μέσω της φυσικής, ενσώματης διάδρασης με την ηλεκτρονική εφαρμογή *Motion Math*⁹ σε προσωπικά iPads, διευκολύνει την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων, παρέχοντας μια δυναμική ανακλητική δομή που βελτιώνει την κωδικοποίηση, την αποθήκευση και την ανάκτηση των αριθμητικών πληροφοριών, οργανώνοντας έτσι τις πληροφορίες γύρω από τα μεγέθη, το μέτρο των αριθμών. Θεωρεί, λοιπόν, ότι η ενσώματη διάδραση με αριθμογραμμές και πόνια που μετακινούνται επάνω σε γραμμικά, αναλογικά βαθμολογημένους πίνακες βοηθά τους μαθητές στην ανάπτυξη της νοερής αριθμογραμμής, προσφέροντας χειραπτικά στοιχεία σχετικά με τη διάταξη και την πυκνότητα των αριθμών. Η ψυχαγωγική διάθεση του παιχνιδιού, η φυσική ενεργοποίηση του μαθητή (μετακινεί την ταμπλέτα προκειμένου ο αριθμός στόχος να πέσει στο σωστό σημείο της αριθμογραμμής), οι άμεσες ανατροφοδοτήσεις, τα γραφικά, οι ήχοι συντελούν στην ανάπτυξη όχι μόνο μιας θετικής στάσης απέναντι στα κλάσματα, αλλά στην ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης, των προσωπικών κινήτρων μάθησης και επιτυχίας, της αυτό-αποτελεσματικότητας.

Η υιοθέτηση εκπαιδευτικών παιχνιδιών κατά τη διδασκαλία των μαθηματικών φαίνεται να προσφέρει αρκετά θετικά αποτελέσματα στην απόκτηση γνωστικών και διαδικαστικών μαθηματικών δεξιοτήτων (Carr, 2012· Riconscente, 2013). Τα μαθηματικά ψηφιακά παιχνίδια όχι μόνο αυξάνουν το βαθμό εμπλοκής και τα κίνητρα μάθησης των μαθητών αλλά και δίνουν πολλαπλές ευκαιρίες για σύνδεση των καθαρών μαθηματικών με καταστάσεις της πραγματικότητας (μέσω της επίλυσης πλαισιωμένων προβλημάτων-εμπειρική μάθηση), προάγουν την εννοιολογική κατανόηση έναντι της βαθμοθηρίας, την συνεργατική μάθηση, τις στρατηγικές επίλυσης, την κριτική και δημιουργική σκέψη, την στοχοθεσία, την ψυχαγωγική νοοτροπία της μάθησης (Carr, 2012).

⁹ Motion Math : <https://motionmathgames.com/>

Αναφορές

- Al-Mashaqbeh, I. F. (2016). iPad in elementary school math learning setting. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(2), 48–52. Retrieved October 15, 2017, from <http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v11i02.5053>.
- Audi, D. & Gouia-Zarrad, R. (2013). A new dimension to teaching mathematics using iPads. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 51-54. Retrieved October 15, 2017, from <http://www.sciencedirect.com/article/S1877042>
- Barendregt, W., Lindström, B., Rietz-Leppänen, E., Holgersson, I., & Ottosson, T. (2012). Development and evaluation of Fingu: a mathematics iPad game using multi-touch interaction. In *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*, pp 204-207. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2307096.2307126>
- Carr, J. (2012). Does math achievement h'APP'en when iPads and game-based learning are incorporated into fifth-grade mathematics instruction?. *Journal of Information Technology Education: Research*, 11(1), 269-286. Retrieved October 15, 2017, from <http://www.jite.org/documents/v11p269-286Carr.pdf>
- Cayton-Hodges, G. A., Feng, G. & Pan, X. (2015). Tablet-Based Math Assessment: What Can We Learn from Math Apps? *Educational Technology & Society*, 18(2), 3–20. Retrieved October 15, 2017, from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1070069>
- Chen, C. H., Chiu, C. H., Lin, C. P. & Chou, Y. C. (2017). Students' Attention when Using Touchscreens and Pen Tablets in a Mathematics Classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 16, 91-106. Retrieved October 15, 2017, from <http://www.jite.org/documents/Vol16/Chen3046.pdf>
- Crompton, H., & Burke, D. (2017). Research trends in the use of mobile learning in mathematics. In *Blended Learning: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 2090-2104). IGI Global.
- Drigas, A. S. & Pappas, M. A. (2015). A review of mobile learning applications for mathematics. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 9(3), 18-23. Retrieved October 15, 2017, from <http://dx.doi.org/10.3991/ijim.v9i3.4420>
- Domingo, M. G. & Gargante, A. B. (2016). Exploring the use of educational technology in primary education: Teachers' perception of mobile technology learning impacts and applications' use in the classroom. *Computers in Human Behavior*, 56, 21-28. Retrieved October 15, 2017, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/S0747563215>
- Fister, K. R. & McCarthy, M. L. (2008). Mathematics instruction and the tablet PC. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39(3), 285-292. Retrieved October 15, 2017, from <http://dx.doi.org/10.1080/0020739070>

- Franklin, T. & Peng, L. W. (2008). Mobile math: Math educators and students engage in mobile learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 20(2), 69-80. Retrieved October 15, 2017, from <https://www.researchgate.net/publication/220316496>
- Galligan, L., Loch, B., McDonald, C. & Taylor, J. A. (2010). The use of tablet and related technologies in mathematics teaching. *Australian Senior Mathematics Journal*, 24(1), 38-51. Retrieved October 15, 2017, from <https://pdfs.semanticscholar.org/7749/c5e40>
- Kiger, D., Herro, D., & Prunty, D. (2012). Examining the influence of a mobile learning intervention on third grade math achievement. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), pp.61-82. <http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2012.10782597>
- Nguyen, D. M., & Kulm, G. (2005). Using web-based practice to enhance mathematics learning and achievement. *Journal of Interactive Online Learning*, 3(3), pp.1-16.
- Piatt, C., Coret, M., Choi, M., Volden, J. & Bisanz, J. (2016). Comparing Children's Performance on and Preference for a Number-Line Estimation Task: Tablet Versus Paper and Pencil. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 34(3), 244-255. Retrieved October 15, 2017, from <http://journals.sagepub.com/82915594746>
- Riconscente, M. M. (2013). Results from a controlled study of the iPad fractions game Motion Math. *Games and Culture*, 8(4), 186-214. Retrieved 15 October, 2017, from <http://journals.sagepub.com/doi/15554120134>
- Zanchi, C., Presser, A. L., & Vahey, P. (2013). Next generation preschool math demo: tablet games for preschool classrooms. In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children*, pp. 527-530. ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2485760.2485857>