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»

Η Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδασκαλία των Μαθηματικών: Διερεύνηση της Επίδρασής τους σε Βραχύχρονες Διδακτικές Παρεμβάσεις στο Δημοτικό Σχολείο

Παναγής Τσιγγούνης, Ευγένιος Αυγερινός

doi: 10.12681/cetpe.9427

Βιβλιογραφική αναφορά:

Τσιγγούνης Π., & Αυγερινός Ε. (2026). Η Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδασκαλία των Μαθηματικών: Διερεύνηση της Επίδρασής τους σε Βραχύχρονες Διδακτικές Παρεμβάσεις στο Δημοτικό Σχολείο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 788–798. https://doi.org/10.12681/cetpe.9427

Η Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδασκαλία των Μαθηματικών: Διερεύνηση της Επίδρασής τους σε Βραχύχρονες Διδακτικές Παρεμβάσεις στο Δημοτικό Σχολείο

Παναγής Τσιγγούνης, Ευγένιος Αυγερινός
tsigoupan@gmail.com, eager@aegean.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τη συνεισφορά των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στη διδασκαλία των Μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο, με έμφαση σε βραχύχρονες διδασκαλίες. Στόχος είναι να εξεταστεί αν, και σε ποιο βαθμό η αξιοποίηση των ΤΠΕ, μέσω κατάλληλων εκπαιδευτικών λογισμικών, επιφέρει μαθησιακό όφελος σε διδασκαλίες περιορισμένης χρονικής διάρκειας. Η εργασία εστιάζει σε ερευνητικές μελέτες που χρησιμοποιούν ποσοτικούς δείκτες της απόδοσης των μαθητών, προκειμένου να διερευνηθεί η συμβολή των ΤΠΕ στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, μετά το πέρας διδασκαλιών περιορισμένης χρονικής διάρκειας. Τα αποτελέσματα συγκλίνουν στην άποψη ότι η παιδαγωγικά σχεδιασμένη χρήση των ΤΠΕ δύναται να παρέχει σημαντικό μαθησιακό όφελος σε βραχύχρονες διδασκαλίες. Μάλιστα, όπως υποδεικνύουν ορισμένες ερευνητικές μελέτες, το μαθησιακό όφελος της εφαρμογής των ΤΠΕ στο μάθημα των Μαθηματικών, σε σχέση με τις συμβατικές διδασκαλίες που δεν περιλαμβάνουν ΤΠΕ, είναι μεγαλύτερο στις διδασκαλίες περιορισμένης διάρκειας.

Λέξεις κλειδιά: βραχύχρονες διδασκαλίες, δημοτικό, Μαθηματικά, μαθησιακό όφελος, ΤΠΕ

Εισαγωγή

Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) εξελίσσονται με ταχύτατους ρυθμούς, επηρεάζοντας όλο το φάσμα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ., εκπαίδευση, επικοινωνία, εργασία, οικονομία). Όσον αφορά την εκπαίδευση, οι ΤΠΕ δεν περιορίζονται απλώς στη διαχείριση πληροφοριών (δεν χρησιμοποιούνται δηλαδή μόνο για την εύρεση πληροφοριών από το διαδίκτυο), αλλά αναδιαμορφώνουν τη φύση της διδασκαλίας και της μάθησης (π.χ., διερευνητική μάθηση, χρήση προσομοιώσεων, κ.ά.), μεταβάλλοντας ριζικά τον ρόλο του εκπαιδευτικού και του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός παύει να αποτελεί τη μοναδική πηγή γνώσης και μετατρέπεται σε σχεδιαστή μαθησιακών εμπειριών, μέσω των οποίων καθοδηγεί τους μαθητές του. Από την άλλη, ο μαθητής δεν είναι πλέον παθητικός δέκτης, αλλά αναλαμβάνει ενεργό ρόλο, λειτουργώντας ως εξερευνητής, μέσα από δραστηριότητες που προάγουν την αυτενέργεια και τη συνεργατικότητα (Bharti et al., 2024· Cepa-Rodríguez, 2024· Panakaje et al., 2024).

Ιδιαίτερα στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η ενσωμάτωσή τους στην καθημερινή διδακτική πράξη αποτελεί πρόκληση αλλά και ευκαιρία για ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας και κατ' επέκταση του μαθησιακού οφέλους. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί να ενισχύσει την αφοσίωση των μαθητών, να προωθήσει την αυτενέργεια και να συμβάλει στη βαθύτερη κατανόηση εννοιών, όταν χρησιμοποιείται μεθοδικά και με το κατάλληλο παιδαγωγικό υπόβαθρο (Bharti et al., 2024· Cepa-Rodríguez, 2024).

Η διδασκαλία των Μαθηματικών παρουσιάζει σημαντικές διαχρονικές προκλήσεις, τόσο ως προς την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών όσο και στη διαμόρφωση θετικής στάσης

των μαθητών απέναντι στο μάθημα (Barroso et al., 2021· Hannula, 2002· NCTM, 2000). Οι δυσκολίες αυτές γίνονται εντονότερες όταν η προς διδασκαλία ύλη είναι ιδιαίτερα εκτεταμένη, αφού η ανάγκη κάλυψης μεγάλου όγκου περιεχομένου οδηγεί συχνά σε επιφανειακή μάθηση και περιορίζει τον διαθέσιμο χρόνο για εμβάθυνση και σταθεροποίηση βασικών εννοιών (Dictado & Dagdag, 2025· OECD, 2020). Η αίσθηση ανεπάρκειας απέναντι στις απαιτήσεις του προγράμματος ενδέχεται να ενισχύσει το μαθηματικό άγχος, το οποίο με τη σειρά του επηρεάζει αρνητικά την απόδοση. Όπως δείχνουν σχετικές μελέτες (Luttenberger et al., 2018), η χαμηλή επίδοση γεννά επιπλέον άγχος, το οποίο αποδυναμώνει την αυτοπεποίθηση και δημιουργεί έναν φαύλο κύκλο: το άγχος μειώνει την απόδοση, η χαμηλή απόδοση τροφοδοτεί το άγχος, και ο κύκλος αυτός διαιωνίζεται, καθιστώντας τη μαθησιακή διαδικασία ακόμη πιο δυσχερή.

Ιδιαίτερα στο ελληνικό σχολείο, η μεγάλη πίεση της κάλυψης της ύλης των Μαθηματικών σε συνδυασμό με την περιορισμένη διδακτική διάρκεια των μαθημάτων καθιστά σχεδόν απαγορευτικές τις διερευνητικές προσεγγίσεις, οδηγώντας τους εκπαιδευτικούς σε δασκαλοκεντρικές μεθόδους (Παπαδοπούλου & Ζερβομανωλάκη, 2017).

Στο πλαίσιο αυτό, οι ΤΠΕ αναδεικνύονται ως πολύτιμο εργαλείο, καθώς προσφέρουν δυνατότητες οπτικοποίησης, αλληλεπίδρασης και δυναμικής αναπαράστασης μαθηματικών εννοιών, διευκολύνοντας την εννοιολογική κατανόηση του μαθησιακού αντικειμένου (Arcavi, 2003· Bharti et al., 2024· St Omer et al., 2025).

Αν και η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει σημαντικό αριθμό ερευνών για την ένταξη των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών (δεν είναι εφικτό, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, να παρουσιαστούν όλες διεξοδικά ούτε να επιχειρηθεί ποσοτική αποτίμηση των ευρημάτων τους), με βάση την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας φαίνεται ότι η πλειονότητα των μελετών εστιάζει σε μακροχρόνιες παρεμβάσεις ή σε γενικές προσεγγίσεις ενσωμάτωσης, ενώ η συστηματική διερεύνηση βραχύχρονων παραμένει περιορισμένη. Η συγκεκριμένη διάσταση του ερευνητικού πεδίου παραμένει συγκριτικά λιγότερο ανεπτυγμένη, παρά το γεγονός ότι η μετα-ανάλυση των Akçay et al. (2021) δείχνει πως ο υψηλότερος μέσος συντελεστής επίδρασης (ES = 0,740) παρατηρείται σε παρεμβάσεις διάρκειας 0-5 εβδομάδων. Επιπλέον, φαίνεται πιθανό ότι, όσο αυξάνεται η χρονική διάρκεια που αφιερώνεται στη διδασκαλία μιας μαθηματικής έννοιας, τα μαθησιακά αποτελέσματα των παρεμβάσεων με χρήση ΤΠΕ τείνουν να συγκλίνουν με εκείνα της συμβατικής διδασκαλίας. Με άλλα λόγια, αν και και οι δύο προσεγγίσεις μπορεί να καταλήγουν σε ανάλογο μαθησιακό αποτέλεσμα, η αξιοποίηση των ΤΠΕ φαίνεται να προσφέρει μια ταχύτερη και ενδεχομένως πιο αποδοτική διαδρομή προς την κατανόηση.

Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα εργασία εστιάζει στην επίδραση της χρήσης ΤΠΕ σε βραχύχρονες διδασκαλίες Μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο, διερευνώντας κατά πόσο η ενσωμάτωση κατάλληλων εκπαιδευτικών λογισμικών μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή επίδοση και την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σε περιορισμένο διδακτικό χρόνο.

Μέθοδος προσέγγισης

Η εργασία αυτή είναι βιβλιογραφική και βασίζεται στην ανασκόπηση ερευνών που μελετούν τη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών, με έμφαση σε σύντομες διδακτικές παρεμβάσεις στο Δημοτικό Σχολείο. Η ανάλυση περιλαμβάνει τόσο ελληνικά όσο και διεθνή δεδομένα, και εξετάζει ερευνητικές δημοσιεύσεις που βασίζονται σε ποσοτικά στοιχεία και μετα-αναλυτικές μελέτες.

Αρχικά, παρουσιάζεται μία μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιήθηκε σε σχολική μονάδα της Αττικής. Σε αυτή τη μικρής κλίμακας έρευνα, μαθητές ΣΤ΄ τάξης διδάχθηκαν με τη χρήση διαδραστικού λογισμικού για 45 λεπτά και συγκρίθηκαν με ομάδα που διδάχθηκε

το ίδιο αντικείμενο χωρίς τεχνολογία. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικά καλύτερη επίδοση της πρώτης ομάδας, κάτι που υποδηλώνει ότι ακόμα και σε περιορισμένο χρόνο, η χρήση ΤΠΕ μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά τη μαθησιακή διαδικασία (Τσιγγούνης, 2020).

Στη συνέχεια, εξετάζονται δύο μεγάλες μετα-αναλύσεις. Η πρώτη, των Li και Ma (2010), δείχνει ότι η τεχνολογία έχει θετική επίδραση στη μάθηση των μαθηματικών, έστω και μικρού μεγέθους, και μάλιστα με ισχυρότερα αποτελέσματα όταν πρόκειται για βραχύχρονες παρεμβάσεις. Η δεύτερη, των Akçay et al. (2021), καταλήγει σε μέτρια θετική επίδραση, με τις πιο σύντομες παρεμβάσεις να είναι μάλιστα και οι πιο αποτελεσματικές.

Οι μελέτες που επιλέχθηκαν πληρούσαν βασικά κριτήρια εγκυρότητας, όπως η δημοσίευσή τους σε έγκυρα επιστημονικά περιοδικά, η σαφής περιγραφή του τρόπου που έγιναν και η συνάφειά τους με την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ιδιαίτερη βαρύτητα δόθηκε στις πιο πρόσφατες δημοσιεύσεις, ώστε να ληφθούν υπόψη τα σύγχρονα δεδομένα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Ορισμός του όρου ΤΠΕ

Ο όρος ΤΠΕ αποτελεί το ακρωνύμιο των λέξεων Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών και προέρχεται από τον αγγλικό όρο ICT (Information and Communication Technologies). Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται διάφοροι ορισμοί που αναδεικνύουν τη διεπιστημονική φύση και το εύρος εφαρμογής των ΤΠΕ στο σύγχρονο κοινωνικό και εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σύμφωνα με τον Οδηγό της UNESCO για τη μέτρηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση, οι ΤΠΕ ορίζονται ως: "ένα ευρύ σύνολο τεχνολογικών εργαλείων και πόρων που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση, αποθήκευση, δημιουργία, κοινή χρήση ή ανταλλαγή πληροφοριών" (UNESCO Institute for Statistics, 2009).

Πλεονεκτήματα της χρήσης ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών

Όπως προκύπτει από τη διεθνή βιβλιογραφία (Ruamba et al., 2025· Becta, 2003· Bharti et al, 2024· Bright et al., 2024· Dahal et al., 2022· Das, 2019· Ittigson & Zewe, 2003· Khalil et al., 2024· Wiest, 2001), αλλά και από τον National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000), τα οφέλη από τη χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών είναι πολλά και ποικίλα. Οι ΤΠΕ βελτιώνουν τον τρόπο διδασκαλίας, καθώς επιτρέπουν στους μαθητές να κατανοούν βαθύτερα τις βασικές μαθηματικές έννοιες (Bharti et al., 2024· Das, 2019· Ittigson & Zewe, 2003· NCTM, 2000). Παράλληλα, πολυάριθμες μελέτες επισημαίνουν πως η κατάλληλη χρήση των ΤΠΕ έχει θετικό αντίκτυπο όχι μόνο στην επίδοση των μαθητών αλλά και στη στάση τους απέναντι στο μάθημα, προάγοντας θετικά κίνητρα και ενισχύοντας την αυτενέργεια (Bharti et al., 2024· Das, 2019· Wiest, 2001). Οι μαθητές γίνονται πιο αυτόνομοι και οι εκπαιδευτικοί λειτουργούν περισσότερο ως διευκολυντές, ενώ η δυνατότητα αυθεντικής μάθησης ενισχύεται (Bharti et al., 2024· Dahal et al., 2022· Das, 2019).

Όπως αναδεικνύεται στο ειδικό τεύχος του *British Journal of Educational Technology*, οι ψηφιακές τεχνολογίες, όταν ενσωματώνονται σε προσαρμοστικά μαθησιακά περιβάλλοντα και αξιοποιούν δεδομένα από την αλληλεπίδραση του μαθητή (π.χ., learning analytics, multimodal data, τεχνητή νοημοσύνη), μπορούν να παρέχουν ταχύτερη και πιο ακριβή ανατροφοδότηση σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους, καθώς εστιάζουν εξατομικευμένα στις στρατηγικές και ανάγκες του κάθε εκπαιδευομένου (Khalil et al., 2024). Επίσης επιτρέπουν στους μαθητές να επικεντρωθούν σε στρατηγικές και ερμηνεία απαντήσεων, αντί να σπαταλούν χρόνο σε κουραστικούς υπολογισμούς που δεν ενισχύουν την ανώτερη μαθηματική σκέψη (Becta, 2003· Das, 2019· Ruamba et al., 2025). Η δημιουργία γραφικών παραστάσεων σε ψηφιακά περιβάλλοντα είναι πολύ πιο σύντομη και ποιοτική, με

αποτέλεσμα οι μαθητές να μπορούν να αφιερώσουν περισσότερο χρόνο στην ερμηνεία και παρατήρηση των μεταβολών των παραμέτρων. Παράλληλα, μέσω δυναμικών διαδραστικών προγραμμάτων οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να χειρίζονται άμεσα δισδιάστατα και τρισδιάστατα σχήματα και να παρατηρούν σε πραγματικό χρόνο τις συνέπειες των μεταβολών (Das, 2019· Ruamba et al., 2025). Οι ΤΠΕ συμβάλλουν επίσης στη συνεργατική μάθηση, προάγοντας την επικοινωνία και την ανταλλαγή ιδεών μέσω πολυμεσικών περιβαλλόντων που ενισχύουν την εμπλοκή και τη δημιουργική έκφραση των μαθητών (Becta, 2003· Bharti et al., 2024· Dahal et al., 2022).

Άλλες μελέτες έρχονται να επιβεβαιώσουν αυτά τα ευρήματα. Για παράδειγμα, η εργασία των Bright et al. (2024) δείχνει ότι η κατάλληλη χρήση της τεχνολογίας βελτιώνει την επίδοση των μαθητών στο μάθημα των Μαθηματικών. Στη μελέτη αυτή, επίσης, αναδεικνύεται η θετική επίδραση στη στάση των μαθητών απέναντι στο μάθημα, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε έμμεση αύξηση της επίδοσής τους.

Αναγκαιότητα βραχύχρονων διδασκαλιών στο μάθημα των Μαθηματικών

Στις μέρες μας, ένα συνεχές παράπονο των μαθηματικών εκπαιδευτικών είναι η διαχείριση του μεγάλου όγκου της ύλης που είναι υποχρεωμένοι να διδάξουν στους μαθητές, βάσει των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί, προκειμένου να είναι σύννομοι, πολλές φορές καταφεύγουν σε βραχείες, παραδοσιακού τύπου, διδασκαλίες, ώστε να προλάβουν να "καλύψουν" το σύνολο της ύλης που είναι υποχρεωμένοι (Παπαδοπούλου & Ζερβομανωλάκη, 2017). Από τη στιγμή, λοιπόν, που οι βραχείες διδασκαλίες είναι αναπόφευκτες, τουλάχιστον μέχρι να μειωθεί η ύλη των αναλυτικών προγραμμάτων, αξίζει να διερευνήσουμε τρόπους, ώστε στον ίδιο (βραχύ) χρόνο να πετύχουμε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Στη συνέχεια θα εξεταστεί, μέσω βιβλιογραφικής έρευνας, κατά πόσο η εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών είναι μια απάντηση σε αυτό το πρόβλημα.

Μελέτη περίπτωσης: Ενδεικτική έρευνα σε πλαίσιο βραχείας διδακτικής παρέμβασης στο μάθημα των Μαθηματικών

Στο πλαίσιο διερεύνησης της συνεισφοράς των ΤΠΕ σε βραχύχρονες διδακτικές παρεμβάσεις, παρατίθεται ενδεικτικά μια ποσοτική μελέτη που υλοποιήθηκε σε σχολική μονάδα της Αττικής (Τσιγγούνης, 2020). Πρόκειται για περίπτωση έρευνας με ψευδοπειραματικό σχεδιασμό, στην οποία χρησιμοποιήθηκαν δύο φυσικά τμήματα της ΣΤ΄ τάξης, χωρίς τυχαία δειγματοληψία, με σκοπό να εξεταστεί κατά πόσο η αξιοποίηση κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της μαθησιακής επίδοσης των μαθητών σε περιορισμένο διδακτικό χρόνο.

Στην πειραματική ομάδα εφαρμόστηκε διδακτική παρέμβαση διάρκειας 45 λεπτών με χρήση του διαδραστικού λογισμικού "Αριθμογραμμή: Ακέραιοι αριθμοί" (PhET, Πανεπιστήμιο του Colorado), μέσω μιας εποικοδομιστικής, διερευνητικής προσέγγισης. Η ομάδα ελέγχου διδάχθηκε το ίδιο γνωστικό αντικείμενο με μεθοδολογία δασκαλοκεντρικού χαρακτήρα, χωρίς καμία τεχνολογική υποστήριξη. Και στις δύο περιπτώσεις η διδακτική διάρκεια ήταν απολύτως ίση.

Μετά το πέρας της διδασκαλίας, και στις δύο ομάδες δόθηκε κοινό φύλλο αξιολόγησης, το οποίο περιλάμβανε ερωτήσεις που αντιστοιχούσαν στους ίδιους διδακτικούς στόχους. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν σαφή υπεροχή της πειραματικής ομάδας, η οποία σημείωσε μέσο όρο 84,17, έναντι 70,34 της ομάδας ελέγχου (σε κλίμακα 0-100). Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με t-test ανεξαρτήτων δειγμάτων έδειξε ότι η διαφορά των μέσων όρων είναι

στατιστικά σημαντική (p = 0,027 < 0,05) (παραλείπεται γιατί αντιστοιχεί σε όνομα συγγραφέα που συμμετέχει στη συγγραφή του άρθρου, 2020).

Η μελέτη αυτή, αν και δεν μπορεί να οδηγήσει σε γενικεύσεις (σαφώς η εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων θα απαιτούσε επαναληπτικές μελέτες σε ευρύτερα και διαφοροποιημένα δείγματα) λόγω του μη τυχαίου τρόπου επιλογής του δείγματος και του περιορισμένου αριθμού συμμετεχόντων, αποτελεί μία ένδειξη ότι η χρήση κατάλληλων εκπαιδευτικών λογισμικών μπορεί να επιφέρει ουσιαστικό μαθησιακό όφελος ακόμη και σε διδασκαλίες περιορισμένης χρονικής διάρκειας.

Η συμβολή των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών

Η μετα-ανάλυση των Li και Ma (2010), που βασίστηκε σε 46 έρευνες και στοιχεία από 36.793 μαθητές Δημοτικού και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, δείχνει ότι η χρήση τεχνολογίας στη διδασκαλία των μαθηματικών έχει θετικό αποτέλεσμα. Ο μέσος όρος του μεγέθους επίδρασης (Cohen's d) ήταν 0,28 SDpooled, δηλαδή μια μικρή αλλά στατιστικά σημαντική θετική επίδραση. Σύμφωνα με την κατάταξη των Rosenthal & Rosnow (1984, όπως παρατίθενται στο άρθρο των Li και Ma, 2010), τιμές κάτω από 0,30 θεωρούνται μικρές, 0,30-0,50 μέτριες και πάνω από 0,50 μεγάλες.

Αξιοσημείωτο είναι πως τα παιδιά του Δημοτικού ωφελήθηκαν ελαφρώς περισσότερο από την τεχνολογία σε σχέση με μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, με διαφορά Cohen's d = 0,22 SDpooled. Αυτό μπορεί να εξηγείται από το γεγονός ότι στο Δημοτικό συχνά εφαρμόζονται πιο μαθητοκεντρικές και διαθεματικές δραστηριότητες, όπου η τεχνολογία εντάσσεται πιο φυσικά στη διδασκαλία.

Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα έχει να κάνει με τη διάρκεια των παρεμβάσεων. Όσο πιο σύντομη ήταν μια παρέμβαση με τεχνολογία (π.χ., μέχρι ένα τρίμηνο), τόσο πιο αποτελεσματική ήταν. Οι παρεμβάσεις με διάρκεια μεταξύ τριμήνου και ενός έτους είχαν σημαντικά χαμηλότερη επίδραση (B = -0,35), ενώ οι μακρύτερες (πάνω από έναν χρόνο) είχαν επίσης χαμηλότερα αποτελέσματα (B = -0,25), αλλά χωρίς στατιστική σημαντικότητα. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι σύντομες παρεμβάσεις είναι πιο στοχευμένες, πιο εύκολες να οργανωθούν και διατηρούν περισσότερο το ενδιαφέρον των μαθητών. Αυτό σχετίζεται με το λεγόμενο "novelty effect", δηλαδή τη θετική επίδραση που έχει κάτι καινούργιο για ένα μικρό χρονικό διάστημα, πριν συνηθιστεί και χάσει την παρακινητική του δύναμη.

Ακόμη, βρέθηκε ότι όταν η τεχνολογία χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα που στηρίζονται σε ενεργή και διερευνητική μάθηση, δηλαδή σε εποικοδομιστικά μοντέλα διδασκαλίας, η επίδρασή της είναι σημαντικά υψηλότερη (B = 0,79, p < 0,05), σε σύγκριση με τα παραδοσιακά μοντέλα όπου η διδασκαλία είναι δασκαλοκεντρική. Αυτό δείχνει πως η τεχνολογία αποδίδει καλύτερα όταν δεν χρησιμοποιείται απλώς για παρουσίαση ή εξάσκηση, αλλά ως μέσο ανακάλυψης και κατανόησης.

Τέλος, η μετα-ανάλυση έδειξε ότι οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες επωφελούνται ιδιαίτερα από τη χρήση τεχνολογίας, με διαφορά στο μέγεθος επίδρασης υπέρ τους κατά B = 1.02, σε σύγκριση με τους μαθητές γενικής εκπαίδευσης - μια πολύ ισχυρή και στατιστικά σημαντική θετική διαφορά (p < 0,05). Οι μαθητές αυτοί φαίνεται να ωφελούνται από τη δυνατότητα εξατομίκευσης, επαναληπτικής προσέγγισης και οπτικής υποστήριξης, καθώς και από τη μαθητοκεντρική φύση των τεχνολογικών εργαλείων (Li & Ma, 2010).

Η επίδραση των ΤΠΕ στην επίδοση μαθητών Δημοτικού στα Μαθηματικά

Μια πολύ σημαντική και πρόσφατη μελέτη διεξήχθη από τους Akçay et al. (2021). Πρόκειται για μία μετα-ανάλυση που προσπαθεί να αξιολογήσει την επίδραση της εφαρμογής των ΤΠΕ

στη διδασκαλία και μάθηση των Μαθηματικών, όσον αφορά την επίδοση των μαθητών του Δημοτικού σχολείου. Μέσα από τη συγκέντρωση και συναξιολόγηση 22 πειραματικών μελετών που πληρούσαν αυστηρά μεθοδολογικά κριτήρια, η έρευνα προσπάθησε να αποτιμήσει με ακρίβεια τον βαθμό στον οποίο τα ψηφιακά εργαλεία, όταν εφαρμόζονται με τον κατάλληλο τρόπο, επηρεάζουν τη μαθητική επίδοση.

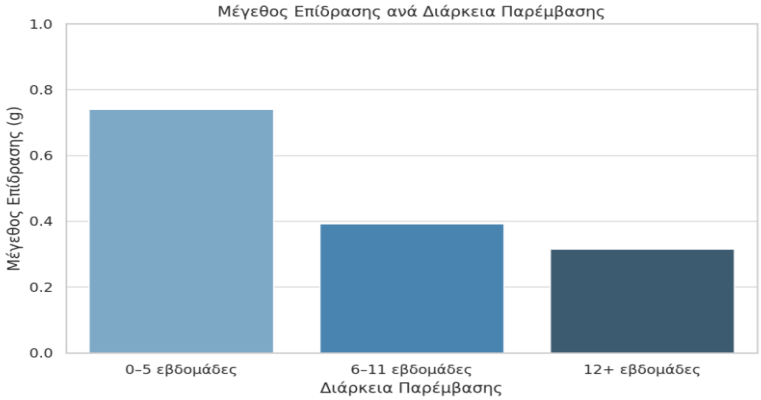
Η διαδικασία συλλογής δεδομένων βασίστηκε σε συγκεκριμένες λέξεις-κλειδιά σχετικές τόσο με την τεχνολογία όσο και με την εκπαίδευση στα μαθηματικά (π.χ., "technology-enhanced", "computer-assisted", "digital game", "primary education", "mathematics achievement"). Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε σε έξι διεθνείς βάσεις δεδομένων υψηλής εγκυρότητας. Τα κριτήρια ένταξης ήταν σαφώς καθορισμένα: η κάθε μελέτη έπρεπε να έχει διεξαχθεί σε μαθητικό πληθυσμό του δημοτικού (με έμφαση σε τάξεις έως και την Ε΄), να περιλαμβάνει ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα με προ-τεστ και μετα-τεστ, και να διαθέτει επαρκή στατιστικά στοιχεία (μέσους όρους, τυπικές αποκλίσεις, μεγέθη δείγματος). Επιπλέον, το χρονικό διάστημα δημοσίευσης των μελετών ορίστηκε από 01.01.2013 έως 31.12.2019.

Από τις αρχικά εντοπισμένες 95 μελέτες, απορρίφθηκαν 43 επειδή αφορούσαν ανώτερες βαθμίδες εκπαίδευσης, ενώ 30 ακόμη αποκλείστηκαν λόγω ελλιπών στατιστικών δεδομένων. Η τελική βάση ανάλυσης περιελάβανε 22 μελέτες, οι οποίες κωδικοποιήθηκαν με βάση το επωνύμου του συγγραφέα και το έτος δημοσίευσης τους.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού Comprehensive Meta-Analysis (CMA), με ταυτόχρονο έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής μέσω SPSS. Κατά την εισαγωγή των δεδομένων στο CMA, καταχωρήθηκαν με ακρίβεια οι μέσες τιμές, οι τυπικές αποκλίσεις και τα μεγέθη δειγμάτων τόσο για την πειραματική ομάδα όσο και για την ομάδα ελέγχου. Για τον υπολογισμό του μεγέθους επίδρασης (effect size) επιλέχθηκε ως καταλληλότερος ο δείκτης Hedges' *g* επιλέχθηκε, λόγω της αξιοπιστίας του σε δείγματα μικρού έως μεσαίου μεγέθους. Η ταξινόμηση των τιμών g ακολούθησε την πρόταση των Cohen et al. (2007), σύμφωνα με την οποία τιμές έως 0,20 υποδηλώνουν αδύναμη επίδραση, 0,21-0,50 μικρή, 0,51-1,00 μέτρια και ≥ 1,01 ισχυρή.

Το συνολικό μέγεθος επίδρασης που προέκυψε ήταν $g = 0{,}483$ το οποίο δείχνει ότι υπάρχει μέτρια θετική σχέση μεταξύ της εφαρμογής των ΤΠΕ και της βελτίωσης της απόδοσης των μαθητών στα Μαθηματικά. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει ότι η αξιοποίηση των ΤΠΕ, όταν υπάρχει κατάλληλος παιδαγωγικός σχεδιασμός και μεθοδική εφαρμογή, μπορεί να ενισχύσει την επίδοση των μαθητών της Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στο μάθημα των Μαθηματικών.

Η ανάλυση υποομάδων αποκάλυψε κρίσιμες διαφοροποιήσεις που προσδίδουν βάθος στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Οι παρεμβάσεις μικρής διάρκειας (0-5 εβδομάδων) σημείωσαν το υψηλότερο μέγεθος επίδρασης ($g = 0{,}740$), γεγονός που ενισχύει τη θέση των βραχύχρονων και εστιασμένων μαθησιακών παρεμβάσεων, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Μέγεθος επίδρασης ανά διάρκεια παρέμβασης, σύμφωνα με τη μετα-ανάλυση των Akçay et al. (2021)

Ως προς τα τεχνολογικά εργαλεία, τα multimedia λογισμικά κατέγραψαν g = 0,922, και το GeoGebra g = 0,833, επιβεβαιώνοντας ότι η οπτικοποίηση, η διαδραστικότητα και η δυναμική αναπαράσταση εννοιών ενισχύουν σημαντικά τη μαθησιακή κατανόηση.

Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα φάνηκε να αυξάνεται αναλογικά με την τάξη φοίτησης, με την Ε' τάξη να εμφανίζει g = 0,481 και τη Δ' τάξη g = 0,408. Η απουσία δεδομένων για τη ΣΤ' τάξη αποδίδεται στην περιορισμένη αντιπροσώπευση αυτής της βαθμίδας στις δημοσιευμένες μελέτες του δείγματος. Τέλος, ως προς τα μαθησιακά αντικείμενα, κυριάρχησαν οι παρεμβάσεις που αφορούσαν κλάσματα και γεωμετρικά σχήματα (τρίγωνα, γωνίες, ορθογώνια), όπου η χρήση τεχνολογίας συνέβαλε καθοριστικά στην εννοιολογική προσέγγιση. Αντίθετα, περιορισμένες ήταν οι εφαρμογές σε δεκαδικούς αριθμούς, πράξεις πολλαπλασιασμού και διαίρεσης, ή μονάδες μέτρησης - κάτι που συνιστά ενδεχόμενο πεδίο περαιτέρω ερευνητικής εστίασης.

Συνολικά, η μετα-ανάλυση των Akçay et al. (2021) προσφέρει εμπεριστατωμένη και τεκμηριωμένη επιβεβαίωση ότι η τεχνολογική ενσωμάτωση στη διδασκαλία των μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο όχι μόνο είναι εφικτή, αλλά και αποδεδειγμένα ωφέλιμη, όταν στηρίζεται σε στοχευμένο σχεδιασμό, σύγχρονα εργαλεία και κατάλληλο παιδαγωγικό πλαίσιο.

Συμπεράσματα

Η εργασία καταλήγει στο ότι η χρήση των ΤΠΕ μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία των Μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο, καθώς οι μαθητές επιτυγχάνουν καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις και συμμετέχουν πιο ενεργά όταν η τεχνολογία αξιοποιείται μέσα σε ένα εποικοδομιστικό και διερευνητικό πλαίσιο. Το συμπέρασμα αυτό συνδέεται άμεσα με τις διαπιστώσεις της μετα-ανάλυσης των Li και Ma (2010), όπου φάνηκε ότι η τεχνολογία έχει μεγαλύτερη επίδραση όταν εφαρμόζεται σε μαθητοκεντρικά και διερευνητικά περιβάλλοντα, ενώ και οι Bharti et al. (2024), Dahal et al. (2022) και Das (2019) τεκμηριώνουν ότι οι ΤΠΕ ενισχύουν την αυτενέργεια, την αλληλεπίδραση και την εμπλοκή των μαθητών.

Η διαπίστωση ότι η εφαρμογή των ΤΠΕ στα Μαθηματικά φαίνεται να έχει ελαφρώς μεγαλύτερο μαθησιακό όφελος στο Δημοτικό, σε σύγκριση με το Γυμνάσιο, ευθυγραμμίζεται με τα ευρήματα των Li και Ma (2010), οι οποίοι ανέδειξαν ότι οι μαθητές του Δημοτικού

ωφελούνται περισσότερο, πιθανόν επειδή στο συγκεκριμένο επίπεδο εφαρμόζονται πιο μαθητοκεντρικές δραστηριότητες όπου η τεχνολογία εντάσσεται φυσικά.

Το πιο σημαντικό εύρημα είναι ότι οι σύντομες παρεμβάσεις με ΤΠΕ (ακόμα και πολύ μικρής διάρκειας) μπορούν να έχουν μεγαλύτερο μαθησιακό όφελος από πιο μακρές παρεμβάσεις που χρησιμοποιούν επίσης τεχνολογία. Αυτό δεν σημαίνει ότι όσο μικρότερη είναι η διάρκεια μιας παρέμβασης τόσο περισσότερα θα μάθει ο μαθητής, αλλά ότι η διαφορά επίδοσης ανάμεσα στην πειραματική ομάδα (με ΤΠΕ) και στην ομάδα ελέγχου (χωρίς ΤΠΕ) είναι μεγαλύτερη στις περιπτώσεις των βραχύχρονων παρεμβάσεων. Το εύρημα αυτό συνδέεται άμεσα με τις μετα-αναλύσεις των Li και Ma (2010) και Akçay et al. (2021): οι πρώτοι έδειξαν ότι οι βραχύχρονες παρεμβάσεις είναι πιο αποτελεσματικές λόγω της ευκολότερης οργάνωσης και της διατήρησης του ενδιαφέροντος των μαθητών (novelty effect), ενώ οι δεύτεροι ανέδειξαν το υψηλότερο μέγεθος επίδρασης (g = 0,740) σε παρεμβάσεις διάρκειας 0-5 εβδομάδων.

Το παραπάνω εύρημα είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τους εκπαιδευτικούς, ειδικά όταν καλούνται να διδάξουν δύσκολα μαθησιακά αντικείμενα μέσα σε περιορισμένο χρόνο. Δείχνει ότι, με σωστό σχεδιασμό και τη χρήση κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων, η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία υπερέχει αρκετά της παραδοσιακής διδασκαλίας επιφέροντας καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στους μαθητές.

Πρόταση για περαιτέρω μελέτη

Η χρήση των ΤΠΕ κατά τη διδασκαλία των Μαθηματικών βελτιώνει, έστω και ελαφρώς, τις μαθητικές επιδόσεις στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Όταν ο χρόνος διδασκαλίας είναι περιορισμένος, η "ψαλίδα" του μαθησιακού οφέλους που προσφέρουν οι ΤΠΕ σε σύγκριση με τις παραδοσιακές διδασκαλίες φαίνεται να μεγαλώνει.

Θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί πώς η διδασκαλία με τη χρήση τεχνολογίας και επικοινωνιών ενισχύει τη βαθιά εννοιολογική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και κατά πόσο μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη γνωστικών λειτουργιών που σχετίζονται με τα Μαθηματικά.

Οι παραδοσιακές διδασκαλίες είναι αποτελεσματικές όταν ο στόχος είναι η απόκτηση βασικών δεξιοτήτων, όπως η απομνημόνευση αλγορίθμων για την εκτέλεση διαδικαστικών πράξεων, για παράδειγμα στην κάθετη διαίρεση. Σε πιο σύνθετα μαθηματικά προβλήματα ή ασκήσεις, όπου ο μαθητής καλείται να συνδυάσει δεδομένα, να σκεφτεί λογικά ή ακόμα και να πρωτοτυπήσει για να φτάσει στη λύση, παρατηρείται ότι πολλοί μαθητές δυσκολεύονται ή αποτυγχάνουν.

Αξίζει, επομένως, να διερευνηθεί αν, με την κατάλληλη αξιοποίηση των ΤΠΕ, μπορούμε να ενισχύσουμε τη μαθηματική σκέψη των μαθητών, οδηγώντας τους σε βαθύτερη κατανόηση και στην απόκτηση υψηλού επιπέδου μαθηματικών δεξιοτήτων.

Αναφορές

Akçay, A. O., Karahan, E., & Bozan, M. A. (2021). The effect of using technology in primary school math teaching on students' academic achievement: A meta-analysis study. FIRE: *Forum for International Research in Education, 7(2), 1-21.* https://doi.org/10.32865/fire202172231

Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 52*(3), 215-241. https://doi.org/10.1023/A:1024312321077

Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., & Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin, 147*(2), 134-168. https://doi.org/10.1037/bul0000307

Becta ICT Research. (2003). *What the research says about using ICT in maths.* British Educational Communications and Technology Agency.

Bharti, R., Pomal, K., Ahmed, M., & Singh, C. B. (2024). Transformative impact of ICT on education: Leveraging technology and communication to enhance teaching and learning. *Feedback International Journal of Communication, 1*(3), 131-141. https://doi.org/10.62569/fijc.v1i3.39

Bright, A., Welcome, N. B., & Arthur, Y. D. (2024). The effect of using technology in teaching and learning mathematics on student's mathematics performance: The mediation effect of students' mathematics interest. *Journal of Mathematics and Science Teacher, 4*(2), em059. https://doi.org/10.29333/mathsciteacher/14309

Cepa-Rodríguez, E., & Murgiondo, J. E. (2024). Digital competence among 1st and 4th year primary education undergraduate students: A comparative study of face-to-face and online teaching. *Education and Information Technologies, 29*(18), 24881-24898. https://doi.org/10.1007/s10639-024-12828-3

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.

Dahal, N., Manandhar, N. K., Luitel, L., Luitel, B. C., Pant, B. P., & Shrestha, I. M. (2022). ICT tools for remote teaching and learning mathematics: A proposal for autonomy and engagements. *Advances in Mobile Learning Educational Research, 2*(1), 289-296. https://doi.org/10.25082/AMLER.2022.01.013

Das, K. (2019). Role of ICT for better mathematics teaching. *Shanlax International Journal of Education, 7*(4), 19-28. https://doi.org/10.34293/education.v7i4.641

Dictado, M., & Dagdag, J. (2025). Barriers to achieving mathematics proficiency: Synthesis of research. *Journal of Interdisciplinary Perspectives, 3*(9), 242-250. https://doi.org/10.69569/jip.2025.254

Hannula, M. S. (2002). Attitude towards mathematics: Emotions, expectations and values. *Educational Studies in Mathematics, 49*(1), 25-46. https://www.jstor.org/stable/3483259

Ittigson, R. J., & Zewe, J. G. (2003). Technology in the mathematics classroom. In C. Crawford, D. Willis, R. Carlsen, I. Gibson, K. McFerrin, J. Price, & R. Weber (Eds.), *Challenges of teaching with technology across the curriculum: Issues and solutions* (pp. 114-133). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-59140-109-4.ch004

Khalil, M., Wong, J., Wasson, B., & Paas, F. (2024). Adaptive support for self-regulated learning in digital learning environments. *British Journal of Educational Technology, 55*(4), 1281-1289. https://doi.org/10.1111/bjet.13479

Li, Q., & Ma, X. (2010). A meta-analysis of the effects of computer technology on school students' mathematics learning. *Educational Psychology Review, 22*(3), 215-243. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9125-8

Luttenberger, S., Wimmer, S., & Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management, 11,* 311-322. https://doi.org/10.2147/PRBM.S141421

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

OECD. (2020). *Curriculum overload: A way forward*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/3081ceca-en

Panakaje, N., Rahiman, H. U., Parvin, S. M. R., Shareena, P., Madhura, K., Yatheen, & Irfana, S. (2024). Revolutionizing pedagogy: Navigating the integration of technology in higher education for teacher learning and performance enhancement. *Cogent Education, 11*(1), 2308430. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2308430

Ruamba, M. Y., Sukestiyarno, Y. L., Rochmad, R., & Asih, T. S. N. (2025). The impact of visual and multimodal representations in mathematics on cognitive load and problem-solving skills. *International Journal of Advanced and Applied Sciences, 12*(4), 164-172. https://doi.org/10.21833/ijaas.2025.04.018

St Omer, S. M., Evers, K., Wang, C. -Y., & Chen, S. (2025). Technology-enhanced mathematics learning: Review of the interactions between technological attributes and aspects of mathematics education from 2013 to 2022. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*(1), Article 697. https://doi.org/10.1057/s41599-025-05475-7

UNESCO Institute for Statistics. (2009). *Guide to measuring information and communication technologies (ICT) in education*. UNESCO. https://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/guide-to-measuring-information-and-communication-technologies-ict-in-education-en_0.pdf

Wiest, L. R. (2001). The role of computers in mathematics teaching and learning. *Computers in the Schools, 17*(1/2), 41-55. https://doi.org/10.1300/J025v17n01_05

Παπαδοπούλου, Χ., & Ζερβομανωλάκη, Γ. (2017). Διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών μαθηματικών στο Δημοτικό Σχολείο: Ανάμεσα στο Αναλυτικό Πρόγραμμα και την τάξη. *Ανοικτή Εκπαίδευση, 13*(1), 63-82. https://doi.org/10.12681/enedim.15030

Τσιγγούνης, Π. (2020). *Οι ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών: Πειραματική έρευνα "Η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των Μαθηματικών"* [Μεταπτυχιακή εργασία]. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/object/2929471