ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2023)

13ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και διδασκαλία των μοτίβων. Αποτελέσματα από συγκριτική μελέτη

Χριστίνα Ξαγά, Εμμανουήλ Φωκίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ξαγά Χ., & Φωκίδης Ε. (2024). Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και διδασκαλία των μοτίβων. Αποτελέσματα από συγκριτική μελέτη. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 154–162. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/7262

Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια και διδασκαλία των μοτίβων. Αποτελέσματα από συγκριτική μελέτη

Χριστίνα Ξαγά, Εμμανουήλ Φωκίδης
premnt21024@rhodes.aegean.gr, fokides@aegean.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια (ΨΕΠ) έχουν ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών. Τα μοτίβα αν και θεωρούνται βασικές μαθηματικές έννοιες, η διδασκαλία τους δεν είναι χωρίς προβλήματα. Έχοντας αυτά ως δεδομένα, η μελέτη εξέτασε τα μαθησιακά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται από τη χρήση ΨΕΠ στη διδασκαλία των μοτίβων, συγκρίνοντάς τα με τα αντίστοιχα αποτελέσματα από τη χρήση έντυπου υλικού. Το δείγμα ήταν 76 μαθητές της Στ' τάξης χωρισμένοι σε 2 ομάδες (ΨΕΠ και έντυπο υλικό). Πραγματοποιήθηκαν 3 συνεδρίες με κάθε μέσο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πράγματι τα ΨΕΠ παράγουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Παράλληλα, προσέφεραν μια πιο διασκεδαστική μαθησιακή εμπειρία και παρείχαν περισσότερα κίνητρα για μάθηση. Ενώ τα παραπάνω αποτελέσματα παρέχουν στοιχεία για την εκπαιδευτική αξία των ΨΕΠ, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την εξεύρεση μεθόδων αξιοποίησής τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λέξεις κλειδιά: μαθητές δημοτικού, μοτίβα, ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια

Εισαγωγή

Οι πνευματικές διεργασίες βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στην αναγνώριση και χρήση μοτίβων. Μοτίβα εντοπίζονται σχεδόν παντού· στη μουσική, στην ανθρώπινη συμπεριφορά, στα καιρικά φαινόμενα. Στα Μαθηματικά, οι Mulligan και Mitchelmore (2009) ορίζουν τα μοτίβα ως κανονικότητες που είναι δυνατή η πρόβλεψη της εξέλιξής τους και συνήθως περιλαμβάνουν αριθμητικές, χωρικές ή λογικές σχέσεις. Τα μοτίβα θεωρούνται βασικές μαθηματικές έννοιες, ειδικά στις μικρές ηλικίες. Πρόσφατες μελέτες έχουν εδραιώσει τη σημασία τους ως στοιχείου των προγραμμάτων σπουδών (Burgoyne et al., 2019 · Zippert et al., 2020). Αναλύοντάς τα, οι μαθητές να αναπτύσσουν πολύτιμες δεξιότητες συλλογιστικής, που έχουν ευρύτερο θετικό αντίκτυπο στις επιδόσεις τους στα Μαθηματικά (Wang, 2016).

Η ιδέα να χρησιμοποιηθούν ψηφιακά παιχνίδια στην εκπαίδευση δεν είναι νέα. Μάλιστα, τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια (ΨΕΠ) μπορούν να θεωρηθούν το νέο πρότυπο για την εκπαίδευση. Τα ΨΕΠ βρίσκουν εφαρμογή σχεδόν σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα (Fokides, 2018). Η διδασκαλία βασισμένη στα ΨΕΠ θεωρείται αποτελεσματική μέθοδος, καθώς βασίζεται στην ιδέα ότι τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα με την επίλυση προβλημάτων που ενσωματώνονται σε παιγνιώδεις δραστηριότητες, παρά με παραδοσιακά εγχειρίδια και μεθόδους (De Freitas & Liarokapis, 2011). Παράλληλα, ενισχύουν τα κίνητρα των μαθητών και διεγείρουν την περιέργεια και το ενδιαφέρον τους μέσα από δραστηριότητες που έχουν νόημα για αυτούς (Kaimara et al., 2022).

Συνεπώς, θα είχε ενδιαφέρον να εξεταστούν τα μαθησιακά αποτελέσματα που επιτυγχάνονται από τη χρήση ΨΕΠ στη διδασκαλία των μοτίβων. Αυτός ήταν ο στόχος της παρούσας μελέτης. Παράλληλα, εξετάστηκαν οι στάσεις και οι απόψεις των μαθητών για τα ΨΕΠ. Τα παραπάνω, συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα από τη χρήση έντυπου υλικού, ώστε να γίνουν πιο κατανοητά τα πιθανά συγκριτικά πλεονεκτήματα των ΨΕΠ.

Ι. Καζανίδης, Α. Τσινάκος (Επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 13ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας, Καβάλα, 29 Σεπτεμβρίου – 1 Οκτωβρίου 2023. ISSN: 2529-0916, ISBN: 978-618-83186-8-7

Θεωρητικό πλαίσιο

Έρευνες έδειξαν πως η ικανότητα ανάλυσης των μοτίβων σχετίζεται με ικανότητες στους υπολογισμούς, την επίλυση εξισώσεων και την αλγεβρική συλλογιστική (π.χ., Zippert et al., 2020). Οι δεξιότητες στα μοτίβα βασίζονται στην αναζήτηση ομοιοτήτων και διαφορών και στην εξεύρεση σχέσεων μεταξύ των μερών του συνόλου (McGarvey, 2013). Όμως, το πιο σημαντικό είναι η ικανότητα εξεύρεσης του κανόνα που διέπει ένα μοτίβο (Collins & Laski, 2015). Υπάρχουν 2 βασικές κατηγορίες μοτίβων: τα επαναλαμβανόμενα και τα αναπτυσσόμενα. Στα επαναλαμβανόμενα, υπάρχει ένας πυρήνας που επαναλαμβάνεται. Η αναγνώριση του πυρήνα και η δημιουργία ενός νέου μοτίβου είναι ενδείξεις ουσιώδους κατανόησης της επαναλαμβανόμενης δομής (Miller et al., 2016). Οι εκπαιδευτικοί για να βοηθήσουν τους μαθητές, μπορούν να θέσουν ερωτήσεις όπως: "Μπορείτε να περιγράψετε αυτό το μοτίβο;", "Πώς επαναλαμβάνεται ή επεκτείνεται;", "Μοιάζουν αυτά τα μοτίβα;" (National Council for Teachers of Mathematics, 2000). Στα αναπτυσσόμενα μοτίβα, υπάρχει μια σειρά από όρους που υπακούουν σε έναν κανόνα και, με βάση αυτόν, καθορίζεται ο επόμενος όρος. Ο κανόνας προκύπτει μέσα από την αναζήτηση γενικεύσεων ή αλγεβρικών σχέσεων (Zazkis & Liljedahl, 2002). Αρχικά, το ζητούμενο μπορεί να είναι η επέκταση ενός αριθμητικού μοτίβου· στη συνέχεια, μπορεί να ζητηθεί να προσδιοριστεί ο όρος που βρίσκεται σε συγκεκριμένη θέση. Αυτή η δραστηριότητα συχνά αποδεικνύεται απαιτητική, καθώς οι μαθητές δυσκολεύονται να παρατηρήσουν ένα κοινό στοιχείο στα παραδείγματα που δίνονται. Για να ξεπεραστεί αυτή η δυσκολία μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές να επεκτείνουν αρκετά το μοτίβο ώστε να τονιστεί ο κοινός κανόνας που συνδέει τους όρους (Radford & Peirce, 2006). Άλλες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές σχετικά με τα μοτίβα αφορούν την τάση των μαθητών να εμμένουν στον εντοπισμό των διαφορών ανάμεσα στα διαδοχικά στοιχεία σε μια ακολουθία και η εστίαση στα συμμεταβαλλόμενα μοτίβα (Ellis, 2011), οι ελλιπείς αριθμητικές ικανότητες, η προσήλωση στην εύρεση αναδρομικών προσεγγίσεων και η λάθος χρήση αλγεβρικών συμβολισμών (Zazkis & Liljedahl, 2002) και η αδυναμία διατύπωσης μαθηματικών εκφράσεων (Lannin, 2005). Αξίζει να σημειωθεί ότι στο Ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα για τα Μαθηματικά, στοιχεία για τα μοτίβα περιλαμβάνονται σε όλες τις τάξεις, με τις πιο σύνθετες έννοιες να διδάσκονται στην Στ' τάξη.

Αναφορικά με τα ΨΕΠ, οι μαθητές δίνουν μεγαλύτερη προσοχή σε μια μαθησιακή δραστηριότητα όταν συμβαίνει μέσω ενός παιχνιδιού και τείνουν να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στην προσπάθεια μάθησης, η οποία, τελικά, επηρεάζει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Sandberg et al., 2011). Επίσης, ενθαρρύνονται να εξερευνήσουν, να πειραματιστούν και να ανακαλύψουν νέες έννοιες και στρατηγικές (Kirriemuir 2002). Σε σχέση με τα Μαθηματικά, η βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση ΨΕΠ φαίνεται να είναι περιορισμένη (Hainey et al., 2016). Μάλιστα, είναι ακόμα πιο περιορισμένη για τη διδασκαλία των μοτίβων, καθώς φαίνεται η έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση των ικανοτήτων των μαθητών στα μοτίβα και όχι στην επίδραση των ΨΕΠ σε αυτές (π.χ., Larkin et al., 2022). Σε γενικές γραμμές, τα περισσότερα ΨΕΠ είναι εφαρμογές δοκιμής και εξάσκησης για την απόκτηση πολύ βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων (π.χ., Forlizzi et al., 2014). Ερευνητικά στοιχεία έδειξαν ότι με τη χρήση ΨΕΠ για τη διδασκαλία των Μαθηματικών, σε επίπεδο δημοτικού σχολείου και όσον αφορά την επίτευξη των μαθησιακών στόχων, τα αποτελέσματα είναι τουλάχιστον τα ίδια σε σύγκριση με τις μεθόδους διδασκαλίας στις οποίες δεν χρησιμοποιήθηκαν παιχνίδια (Ke, 2008). Οι ερευνητές σημείωσαν ότι τα παιχνίδια πρόσφεραν μια διασκεδαστική εμπειρία (Fokides, 2018), διευκόλυναν τη δημιουργία και τον έλεγχο υποθέσεων, καθώς και την προώθηση και ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Bottino et al., 2007). Παρατηρήθηκε επίσης αύξηση των κινήτρων για μάθηση και του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα Μαθηματικά (Robertson & Miller, 2009).

Μέθοδος

Επιδιώκοντας να εξεταστεί το εάν τα ΨΕΠ μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση των μοτίβων, οργανώθηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό ερευνητικό πρόγραμμα. Μάλιστα, κρίθηκε σκόπιμο να συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά που επιτυγχάνει η διδασκαλία με τη χρήση έντυπου υλικού, έτσι ώστε να κατανοηθούν καλύτερα τα πιθανά πλεονεκτήματα των ΨΕΠ. Έτσι, η κύρια ερευνητική υπόθεση ήταν: *ΕΥ1*. Οι συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας ΨΕΠ, θα επιτύχουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με έννοιες που σχετίζονται με τα μοτίβα, συγκριτικά με το έντυπο υλικό. Επίσης, σε μια προσπάθεια να εντοπιστούν παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα, εξετάστηκαν οι παρακάτω υποθέσεις. *ΕΥ2α-δ*. Οι μαθητές θα θεωρήσουν ότι τα ΨΕΠ, συγκριτικά με το έντυπο υλικό: (α) προσφέρουν μια πιο διασκεδαστική μαθησιακή εμπειρία, (β) τους βοηθούν περισσότερο να μάθουν, (γ) είναι πιο εύχρηστα και (δ) προσφέρουν περισσότερα κίνητρα για μάθηση.

Ο ερευνητικός σχεδιασμός που ακολουθήθηκε ήταν μεταξύ υποκειμένων (between subjects) με την ομάδα ελέγχου να χρησιμοποιεί έντυπο υλικό και την πειραματική ΨΕΠ. Στην παρούσα φάση, η ομάδα στόχος ήταν μαθητές της Στ' τάξης. Μετά από σχετικές επαφές με εκπαιδευτικούς, το αρχικό δείγμα ήταν 83 μαθητές προερχόμενοι από 4 σχολεία των Αθηνών, που τη χρονική περίοδο υλοποίησης του προγράμματος δεν είχαν διδαχθεί τις ενότητες που αφορούν τα μοτίβα στη συγκεκριμένη τάξη. Οι γονείς και κηδεμόνες παρείχαν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Επίσης, το πρόγραμμα είχε την έγκριση της Επιτροπή Ηθικής και Έρευνας του Τμήματος.

Υλικό

Το γνωστικό υλικό αναπτύχθηκε σε τρεις συνεδρίες: (α) επαναλαμβανόμενα γεωμετρικά και αριθμητικά μοτίβα· εύρεση πυρήνα, επέκτασης, διατύπωση κανόνα, δημιουργία νέου μοτίβου, (β) αριθμητικά αναπτυσσόμενα μοτίβα· εύρεση και διατύπωση κανόνα ανάπτυξης, εύρεση νιοστής θέσης, δημιουργία νέου μοτίβου και (γ) μοτίβα στον πολλαπλασιασμό· εύρεση και διατύπωση κανόνα, δημιουργία νέου μοτίβου. Αναπτύχθηκαν ισάριθμα ΨΕΠ χρησιμοποιώντας το Scratch. Τα ΨΕΠ ακολουθούσαν την ίδια φιλοσοφία και τρόπο παρουσίασης. Μια μπαλίτσα που ήταν ο "ήρωας" του παιχνιδιού, παρουσίαζε κάποιο μοτίβο, καλούσε τους μαθητές να σκεφτούν πάνω σε αυτό, να καταγράψουν τις απόψεις τους και συνέχιζε με παρόμοιο τρόπο παρουσιάζοντας το επόμενο παράδειγμα ή/και κάποιες ασκήσεις (Παράρτημα Α, Σχήμα Α1). Για να γίνουν πιο ενδιαφέροντα τα ΨΕΠ, αποφασίστηκε ο χειρισμός τους να γίνεται μέσω της συσκευής Makey-Makey. Η συσκευή, που ανήκει στην κατηγορία των διεπαφών χρήστη-υπολογιστή, επιτρέπει την αντικατάσταση του πληκτρολογίου από αγώγιμα υλικά, όπως φρούτα. Καθώς ο χειρισμός των ΨΕΠ απαιτούσε μόνο τη χρήση των βελών, οι μαθητές έφτιαξαν τα δικά τους "χειριστήρια", χρησιμοποιώντας υλικά όπως μπανάνες, κέρματα και αγώγιμη πλαστελίνη (Παράρτημα Α, Σχήμα Α1). Το έντυπο υλικό ακολουθούσε ακριβώς τον ίδιο τρόπο παρουσίασης του γνωστικού υλικού, με τη μορφή φύλλων δραστηριοτήτων. Επίσης, αναπτύχθηκαν φύλλα εργασίας, στα οποία οι μαθητές και των 2 ομάδων, μπορούσαν να καταγράψουν τις απόψεις και τις ιδέες τους. Ο λόγος ήταν η μέθοδος διδασκαλίας που ακολουθήθηκε, όπως παρουσιάζεται στην επόμενη ενότητα.

Εργαλεία συλλογής δεδομένων και διαδικασία

Για την εξέταση των γνώσεων που αποκτήθηκαν, συντάχθηκαν 3 φύλλα αξιολόγησης (1 για κάθε διδακτικό αντικείμενο/συνεδρία) που χορηγούνταν αμέσως μετά το πέρας μίας

συνεδρίας. Οι ερωτήσεις ήταν κλιμακούμενης δυσκολίας, απαιτούσαν κριτική σκέψη, προσοχή στη λεπτομέρεια και συνδυασμό στοιχείων. Για παράδειγμα, ζητούνταν η διατύπωση κανόνων για τον πυρήνα ή την ανάπτυξη ενός μοτίβου, η εύρεση της νιοστής θέσης σε ένα μοτίβο και η κατασκευή νέων μοτίβων (Παράρτημα Α, Σχήμα Α2). Για την εξέταση
των ΕΥ2α-δ, επιλέχθηκαν 4 παράγοντες από επικυρωμένη κλίμακα κατασκευασμένη για την αποτύπωση των απόψεων και στάσεων των χρηστών ΨΕΠ (Fokides et al., 2019). Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν η παροχή κινήτρων (3 στοιχεία), ευκολία χρήσης (6 στοιχεία), διασκέδαση (6 στοιχεία) και υποκειμενική αποτελεσματικότητα (6 στοιχεία).

Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων και να δοθεί έμφαση στην ισότιμη ανταλλαγή απόψεων και ιδεών. Η εκπαιδευτικός ενθάρρυνε την επικοινωνία και την ενεργό συμμετοχή. Η διάρκεια κάθε συνεδρίας ήταν ένα διδακτικό δίωρο (90 λεπτά). Η διδασκαλία ήταν μια παραλλαγή του μοντέλου 5Ε (Bybee et al., 2006): (α) στη φάση της Εμπλοκής οι εκπαιδευτικοί εκκινούσαν έναν πρώτο γύρο συζητήσεων, ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών, (β) στη φάση της Εξερεύνησης οι μαθητές μελετούσαν το υλικό της ενότητας (είτε από τα φύλλα δραστηριοτήτων είτε από τα ΨΕΠ) και κατέγραφαν τις απόψεις/εξηγήσεις τους στα φύλλα εργασίας, (γ) στη φάση της Εξήγησης κάθε ομάδα παρουσίαζε όσα είχε καταγράψει και ακολουθούσε συζήτηση στην τάξη, και (δ) στη φάση της Εκτίμησης, οι εκπαιδευτικοί προέτρεπαν τους μαθητές να σκεφτούν και να συζητήσουν θέματα σχετικά με το αντικείμενο της ενότητας, ώστε να αξιολογήσουν τον βαθμό απόκτησης της νέας γνώσης.

Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των δεδομένων εξαιρέθηκαν οι μαθητές εκείνοι που δεν συμμετείχαν σε όλες τις συνεδρίας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το τελικό δείγμα να είναι 76 μαθητές (34 στην ομάδα ελέγχου και 42 στην πειραματική). Τα αξιολογικά τεστ βαθμολογήθηκαν σε 100-βάθμια κλίμακα με βάση τις σωστές απαντήσεις και το βαθμό δυσκολίας τους. Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν 2 μεταβλητές, που αντιπροσώπευαν τον μέσο όρο της βαθμολογίας των μαθητών στα τεστ ανά μέσο. Αναφορικά με τα ερωτηματολόγια, η εσωτερική τους συνοχή ελέγχθηκε χρησιμοποιώντας το *α* του Cronbach. Σε όλες τις περιπτώσεις η εσωτερική συνοχή αξιολογήθηκε ως παραπάνω από ικανοποιητική, καθώς το *α* βρέθηκε να είναι πάνω από το όριο του 0,70 (κυμάνθηκε από 0,84 έως 0,91). Υπολογίστηκαν 8 νέες μεταβλητές (4 για κάθε μέσο), που αντιπροσώπευαν τον μέσο όρο των απαντήσεων των συμμετεχόντων στις ερωτήσεις του κάθε παράγοντα. Τα δεδομένα εισήχθησαν στο SPSS 29 για περαιτέρω ανάλυση. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για τις μεταβλητές.

Πίνακας 1. Περιγραφικά στοιχεία για τις μεταβλητές της μελέτης

	Ομάδα ελέγχου (N = 34)				**Πειραματική ομάδα (N = 42)**			
	min	max	*M*	*SD*	min	max	*M*	*SD*
Φύλλα αξιολόγησης	34,67	96,67	64,39	17,54	40,33	100,00	72,75	17,26
Διασκέδαση	1,83	5,00	3,33	0,80	2,50	5,00	4,19	0,71
Υποκειμ. αποτελεσματικότητα	1,80	5,00	3,31	0,72	1,60	5,00	3,84	0,93
Ευκολία χρήσης	2,00	4,80	3,41	0,68	2,00	5,00	3,99	0,73
Κίνητρα	1,33	5,00	3,21	0,82	1,67	5,00	3,96	0,79

Για τον έλεγχο της ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των 2 μέσων, διεξήχθησαν αναλύσεις διασποράς μιας κατεύθυνσης (One-way ANOVA), καθώς διαπιστώθηκε ότι αν και οι δύο ομάδες δεν είχαν τον ίδιο αριθμό ατόμων, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά. Παράλληλα, στο σύνολό τους, τα δεδομένα δεν είχαν σοβαρή απόκλιση

από την κανονική κατανομή και η ομοιογένεια της διακύμανσης δεν είχε παραβιαστεί. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ANOVA tests

	df	Mean square	*F*	*p*	Μέγεθος επίδρασης ($\eta^2_{partial}$)
Φύλλα αξιολόγησης	1/74	1311,26	4,34	0,041	0,05 μικρό προς μεσαίο
Διασκέδαση	1/74	13,97	24,83	< 0,001	0,25 πολύ μεγάλο
Υποκ. αποτελεσματικότητα	1/74	5,21	7,38	0,008	0,09 μεσαίο
Ευκολία χρήσης	1/74	6,19	12,33	< 0,001	0,14 μεγάλο
Κίνητρα	1/74	10,69	16,69	< 0,001	0,18 μεγάλο

Από τον παραπάνω πίνακα και σε σχέση με τις ερευνητικές υποθέσεις, συμπεραίνεται ότι:

- Η ΕΥ1 επαληθεύεται. Η χρήση ψηφιακών παιχνιδιών (M = 6,53, SD = 1,50) παρήγαγε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με το συμβατικό υλικό (M = 64,39, SD = 17,54, p = 0,041). Το μέγεθος της επίδρασης ήταν μικρό προς μεσαίο ($\eta^2_{partial}$ = 0,05).
- Η ΕΥ2α επαληθεύεται. Τα ψηφιακά παιχνίδια (M = 4,19, SD = 0,71) προσέφεραν μια πιο διασκεδαστική μαθησιακή εμπειρία σε σύγκριση με το συμβατικό υλικό (M = 3,33, SD = 0,80, p < 0,001). Το μέγεθος της επίδρασης ήταν πολύ μεγάλο ($\eta^2_{partial}$ = 0,25).
- Η ΕΥ2β επαληθεύεται. Οι μαθητές θεώρησαν ότι τα ψηφιακά παιχνίδια (M = 3,84, SD = 0,93) τους βοήθησαν να μάθουν περισσότερα σε σύγκριση με το συμβατικό υλικό (M = 3,33, SD = 0,72, p = 0,008). Το μέγεθος της επίδρασης ήταν μεσαίο ($\eta^2_{partial}$ = 0,09).
- Η ΕΥ2γ επαληθεύεται. Οι μαθητές θεώρησαν ότι τα ψηφιακά παιχνίδια (M = 3,99, SD = 0,73) ήταν πιο εύχρηστα σε σύγκριση με το συμβατικό υλικό (M = 3,41, SD = 0,68, p < 0,001). Το μέγεθος της επίδρασης ήταν μεγάλο ($\eta^2_{partial}$ = 0,14).
- Η ΕΥ2δ επαληθεύεται. Τα ψηφιακά παιχνίδια (M = 3,96, SD = 0,79) έδωσαν στους μαθητές περισσότερα κίνητρα μάθησης σε σύγκριση με το συμβατικό υλικό (M = 3,21, SD = 0,82, p < 0,001). Το μέγεθος της επίδρασης ήταν μεγάλο ($\eta^2_{partial}$ = 0,18).

Συζήτηση

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι τα ΨΕΠ επέτρεψαν στους μαθητές να αποκτήσουν περισσότερες γνώσεις συγκριτικά με το έντυπο υλικό. Παρόλα αυτά, αν και η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική, δεν ήταν ιδιαίτερα εντυπωσιακή (M = 6,53, SD = 1,50 για τα ΨΕΠ, M = 64,39, SD = 17,54 για το συμβατικό υλικό και p = 0,041). Αυτό αποτυπώθηκε και στο μέγεθος της επίδρασης που ήταν μικρό προς μεσαίο ($\eta^2_{partial}$ = 0,05). Αυτό το στοιχείο εγείρει έναν προβληματισμό, τουλάχιστον στα πλαίσια της παρούσας έρευνας, αναφορικά με τα ουσιαστικά οφέλη των ΨΕΠ. Κάποιοι μπορεί να υποστηρίξουν ότι είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθεί το συμβατικό και καλά δοκιμασμένο υλικό, μιας και είναι περίπου εξίσου αποτελεσματικό με τα ΨΕΠ και είναι κατά πολύ πιο εύκολο να δημιουργηθεί. Από την άλλη, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να χρησιμοποιούν εργαλεία που παρέχουν στους μαθητές τους τη δυνατότητα να επιτύχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Γενικά, υπάρχει ένας συνεχιζόμενος διάλογος σχετικά με την εκπαιδευτική αξία όχι μόνο των ΨΕΠ αλλά και όλων των εργαλείων που προσφέρουν οι ΤΠΕ, που είναι εκτός του πλαισίου και του αντικειμένου της παρούσας μελέτης.

Σε κάθε περίπτωση, αυτό που προέχει, είναι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Κάποιος θα μπορούσε να υποστηρίξει ότι αυτό οφείλεται στη διδακτική μέθοδο που ακολουθήθηκε. Ωστόσο, η ίδια διδακτική μέθοδος εφαρμόστηκε και στις δύο ομάδες. Συνεπώς, αν και είναι

πιθανό η διδακτική μέθοδος να ενσωμάτωσε ικανοποιητικά τα ΨΕΠ, δεν δίνει ικανοποιητική εξήγηση για τη διαφορά μεταξύ των ομάδων. Επίσης, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι διαφορές οφείλονται στο εργαλείο αυτό καθαυτό. Πράγματι, η βιβλιογραφία αναφέρει ότι τα ΨΕΠ συνιστούν ένα αποτελεσματικό εκπαιδευτικό εργαλείο επειδή οι παιγνιώδεις δραστηριότητες ενθαρρύνουν την εξερεύνηση και τον πειραματισμό (Kirriemuir 2002), διευκολύνουν τη δημιουργία και τον έλεγχο υποθέσεων, καθώς και την κριτική σκέψη (Bottino et al., 2007), τα παιδιά αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στο να μελετούν το αντικείμενο που τους παρουσιάζεται (Sandberg et al., 2011) και τελικά μαθαίνουν (De Freitas & Liarokapis, 2011). Άλλη πιθανή ερμηνεία για τα αποτελέσματα, μπορεί να προέλθει από τα ερωτηματολόγια. Πράγματι, από αυτά φάνηκε ότι τα ΨΕΠ έδωσαν στους μαθητές περισσότερα κίνητρα για να μάθουν, κάτι που έχει αναφερθεί σε προηγούμενες έρευνες (π.χ., Fokides, 2018· Robertson & Miller, 2009). Επίσης, οι μαθητές θεώρησαν ότι τα ΨΕΠ τους προσέφεραν μια πιο διασκεδαστική μαθησιακή εμπειρία, κάτι που είναι εγγενές στοιχείο των ΨΕΠ (πχ., Kaimara et al., 2022). Τέλος, τα παραπάνω, φαίνεται ότι οδήγησαν τους μαθητές να θεωρήσουν ότι με τα ΨΕΠ απέκτησαν περισσότερες γνώσεις, κάτι που και άλλοι ερευνητές σημείωσαν (π.χ., Fokides, 2018). Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν ορισμένες επιφυλάξεις αναφορικά με τον παράγοντα της ευκολίας χρήσης. Παρότι οι μαθητές θεώρησαν τα ΨΕΠ ως πιο εύχρηστα συγκριτικά με το έντυπο υλικό, αυτό μάλλον πρέπει να ερμηνευτεί ως ότι δεν συνάντησαν δυσκολίες στη χρήση τους, Κάτι τέτοιο είναι λογικό, αν αναλογιστεί κανείς ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένα με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων. Επίσης, μπορεί να οφείλεται στο "wow effect", δηλαδή τον υπέρμετρο ενθουσιασμό από τη χρήση ενός νέου τεχνολογικού εργαλείου (Kirriemuir, 2016) · στην προκειμένη περίπτωση, η χρήση του Makey-Makey μπορεί να επηρέασε αρκετά. Πρέπει να επισημανθεί ότι το "wow effect", άλλοτε έχει θετικές επιδράσεις στα μαθησιακά αποτελέσματα, ωθώντας τους μαθητές να μελετήσουν περισσότερο και άλλοτε αρνητικές, καθώς ο υπερβολικός ενθουσιασμός μπορεί να εκτροχιάσει τη μαθησιακή διαδικασία (Kirriemuir, 2016).

Η έρευνα έχει περιορισμούς, ξεκινώντας από το μέγεθος του δείγματος, το οποίο αν και στατιστικά επαρκές, θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο. Το ίδιο ισχύει και για τον αριθμό των συνεδριών που διεξήχθησαν. Οι εφαρμογές ήταν αρκετά "ερασιτεχνικές" , κάνοντας άγνωστη την απόδοση και τις απόψεις των μαθητών σε αρτιότερες εφαρμογές. Επιπρόσθετα, η έρευνα εστίασε σε μαθητές μόνο μίας τάξης, προκαλώντας επιφυλάξεις για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Αυτά τα στοιχεία μπορούν να λειτουργήσουν ως οδηγίες για μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες. Η εξέταση διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, θεμάτων, μεγαλύτερα δείγματα και περισσότερες συνεδρίες, θα παρέχουν περισσότερο αξιόπιστες πληροφορίες για την εκπαιδευτική αξία των ΨΕΠ. Επίσης, θα ήταν ενδιαφέρον να διεξαχθούν συγκριτικές μελέτες που να αντιπαραβάλλουν τα αποτελέσματα των ΨΕΠ με άλλα τεχνολογικά εργαλεία.

Συμπεράσματα

Στη μελέτη, εξετάστηκε το κατά πόσο τα ΨΕΠ μπορούν να επιδράσουν θετικά στην απόκτηση γνώσεων σχετικά με τα μοτίβα. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης ΨΕΠ και έντυπου υλικού, έδειξαν ότι όντως οι μαθητές είχαν καλύτερα αποτελέσματα με τα πρώτα. Επιπλέον, είχαν περισσότερα κίνητρα για να μάθουν, θεώρησαν ότι τα ΨΕΠ τους προσέφεραν μια ευχάριστη μαθησιακή εμπειρία, ότι ήταν εύχρηστα και ότι τους βοήθησαν να μάθουν περισσότερα συγκριτικά με το έντυπο υλικό. Συμπερασματικά, παρά τους όποιους περιορισμούς της, η μελέτη επαληθεύει την εκπαιδευτική αξία των ΨΕΠ, επεκτείνοντας το πεδίο εφαρμογών τους και στη διδασκαλία των μοτίβων. Αναμφισβήτητα, απαιτείται περαιτέρω έρευνα προκειμένου να διερευνηθούν οι δυνατότητες ένταξης των ΨΕΠ καθημερινή διδασκαλία.

Αναφορές

Bottino, R. M., Ferlino, L., Ott, M., & Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. *Computers & Education, 49*(4), 1272-1286.

Burgoyne, K., Witteveen, K., Tolan, A., Malone, S., & Hulme, C. (2017). Pattern understanding: Relationships with arithmetic and reading development. *Child Development Perspectives, 11*(4), 239-244.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness* (Vol. 5, pp. 88-98). BSCS.

Collins, M. & Laski, E. (2015). Preschoolers' strategies for solving visual pattern tasks. *Early Childhood Research Quarterly 32*, 204-214. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.04.004

De Freitas, S., & Liarokapis, F. (2011). Serious games: A new paradigm for education? In *Serious games and edutainment applications* (pp. 9–23). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_2

Ellis, A. B. (2011). Generalizing-promoting actions: How classroom collaborations can support students' mathematical generalizations. *Journal for Research in Mathematics Education, 42*(4), 308-345.

Fokides, E. (2018). Digital educational games and mathematics. Results of a case study in primary school settings. *Education and Information Technologies, 23*(2), 851-867.

Fokides, E., Atsikpasi, P., Kaimara, P., & Deliyannis, I. (2019). Let players evaluate serious games. Design and validation of the Serious Games Evaluation Scale. *International Computer Games Association Journal, 41*(3), 116-137. https://doi.org/10.3233/ICG190111

Forlizzi, J., McLaren, B. M., Ganoe, C., McLaren, P. B., Kihumba, G., & Lister, K. (2014). Decimal point: Designing and developing an educational game to teach decimals to middle school students. *Proceedings of the 8th European Conference on Games-Based Learning: ECGBL2014*, 128-135. ECGBL.

Hainey, T., Connolly, T. M., Boyle, E. A., Wilson, A., & Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education, 102,* 202-223. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.09.001

Kaimara, P., Fokides, E., Oikonomou, A., & Deliyannis, I. (2022). Pre-service teachers' views about the use of digital educational games for collaborative learning. *Education and Information Technologies, 27*(4), 5397-5416. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10820-9

Kamstrupp, A. K. (2016). The wow-effect in science teacher education. *Cultural Studies of Science Education, 11*, 879-897. https://doi.org/10.1007/s11422-015-9684-6

Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education, 51*(4), 1609-1620. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.03.003

Kirriemuir, J. (2002). *The relevance of video games and gaming consoles to the higher and further education learning experience*. Techwatch Report.

Knuth, E., & Cai, J. (Eds.). (2011). *Early algebraization: A global dialogue from multiple perspectives*. Springer.

Lannin, J. K. (2005). Generalization and Justification: The challenge of introducing algebraic reasoning through patterning activities. *Mathematical Thinking and Learning, 7*(3), 231-258.

Larkin, K., Resnick, I., & Lowrie, T. (2022). Preschool children's repeating patterning skills: evidence of their capability from a large scale, naturalistic, Australia wide study. *Mathematical Thinking and Learning*, 1-16. https://doi.org/10.1080/10986065.2022.2056320

McGarvey, L. M. (2013). Is it a pattern? Teaching and learning patterns in early childhood mathematics. *Teaching Children Mathematics, 19*(9), 564-571. https://doi.org/10.5951/teacchilmath.19.9.0564

Miller, M. R., Rittle-Johnson, B., Loehr, A. M., & Fyfe, E. R. (2016). The influence of relational knowledge and executive function on preschoolers' repeating pattern knowledge. *Journal of Cognition and Development, 17*(1), 85-104. https://doi.org/10.1080/15248372.2015.1023307

Mulligan, J., & Mitchelmore, M. (2009). Awareness of pattern and structure in early mathematical development. *Mathematics Education Research Journal, 21*(2), 33-49.

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

Radford, L., & Peirce, C. S. (2006). Algebraic thinking and the generalization of patterns: A semiotic perspective. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 2-21). North American Chapter.

Robertson, D., & Miller, D. (2009). Learning gains from using games consoles in primary classrooms: A randomized controlled study. *Procedia-Social & Behavioral Sciences, 1*(1), 1641-1644.

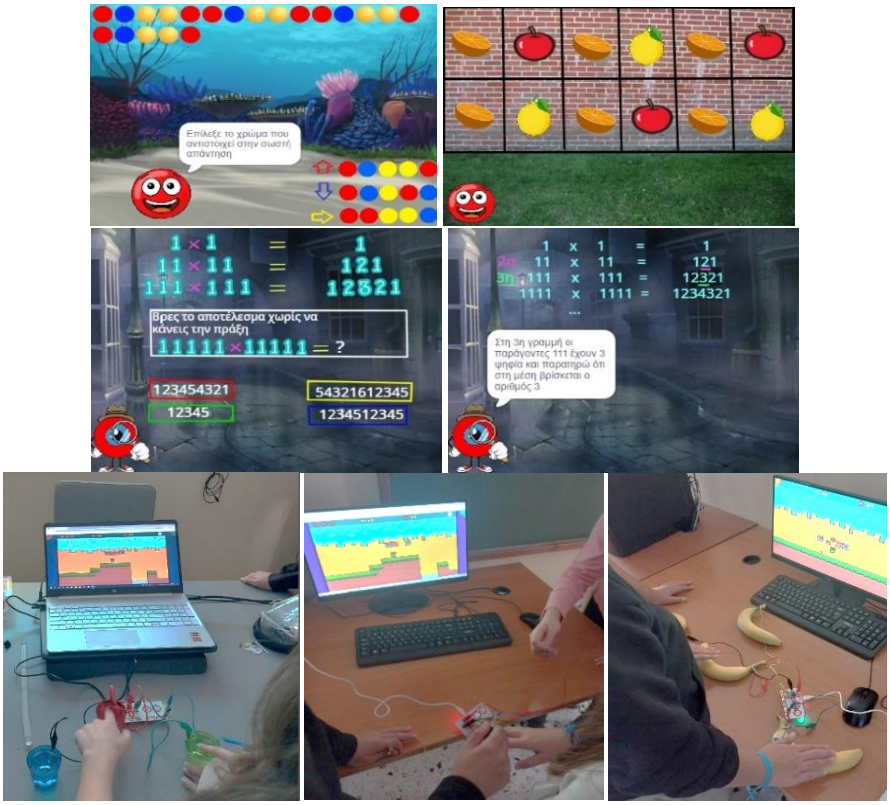
Sandberg, J., Maris, M., & De Geus, K. (2011). Mobile English learning: An evidence-based study with fifth graders. *Computers & Education, 47*, 1334-1347. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.01.015

Wang, Q. (2016). Mathematical patterning activities in the early grades. *Ohio Journal of School Mathematics, 73*, 37-42.

Zazkis, R., & Liljedahl, P. (2002). Generalization of patterns: The tension between algebraic thinking and algebraic notation. *Educational Studies in Mathematics, 49*(3), 379-402.

Zippert, E. L., Douglas, A.-A., & Rittle-Johnson, B. (2020). Finding patterns in objects and numbers: repeating patterning in pre-k predicts kindergarten mathematics knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology, 200*, 104965. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104965

Παράρτημα Α



Σχήμα Α1. Ενδεικτικά στιγμιότυπα από τις εφαρμογές και τη χρήση τους

Βρες το μοτίβο και συμπλήρωσε άλλους τρεις αριθμούς.

2	4	8	16	32			
128	64	32	16	8			

Γράψε τους κανόνες για τα παραπάνω μοτίβα

.....

.....

Στα επόμενα γεωμετρικά μοτίβα βρες ποιος θα είναι ο 20ος όρος;

▲+O▲+O▲+O▲+O ···

Γράψτε πως σκεφτήκατε

.....

Παρατήρησε τα παρακάτω γινόμενα

143*2*7=2002 143*3*7=3003 143*4*7=4004

Φτιάξε με δικά σου λόγια έναν κανόνα που να εξηγεί τα παραπάνω γινόμενα

.....

.....

Σχήμα Α2. Ενδεικτικά στιγμιότυπα από τα φύλλα αξιολόγησης