



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

EduTopia

ΠΡΑΚΤΙΚΑ

**1^{ου} Συνεδρίου Προπτυχιακών φοιτητών/τριών
Παιδαγωγικών Τμημάτων της Σχολής
Ανθρωπιστικών Επιστημών**

&

**1^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Προπτυχιακών
φοιτητών/τριών Παιδαγωγικών Τμημάτων
(2017-2018)**

Επιμέλεια: Έλενα Θεοδωροπούλου, Ασημίνα
Τσιμπιδάκη

Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής & του Εκπαιδευτικού
Σχεδιασμού
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

2019

2. Τ.Π.Ε.-Μαθηματικά

Διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή

Εμμανουήλ Φωκίδης, Λέκτορας, Π.Τ.Δ.Ε.

fokides@aegean.gr

Αναστασία Σαββάτη, Π.Τ.Δ.Ε.

anastasiasavvati@outlook.com

Περίληψη

Εισαγωγή

Τα μαθηματικά συνιστούν ένα ιδιαίτερο γνωστικό αντικείμενο στοιχεία του οποίου χρησιμοποιούμε συνέχεια (Βάρβογλη, 2006). Ωστόσο, θεωρείται δυσνόητο και δύσκολα αφομοιώσιμο αντικείμενο. Η επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά είναι αποτέλεσμα ενός συνόλου παραγόντων τόσο ενδο- όσο και εξωσχολικών (Σιδηρόπουλος, 2007). Η κατανόηση των Μαθηματικών φαίνεται να προϋποθέτει την ενεργή συμμετοχή, το προσωπικό ενδιαφέρον και την ατομική προσπάθεια των μαθητών, με τα αποτελέσματα να ενδυναμώνονται μέσα από κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Σύμφωνα με διάφορες θεωρίες που αφορούν την εκμάθηση των μαθηματικών, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η απόκτηση γνώσεων σε αυτό το αντικείμενο ξεκινά από το ίδιο το παιδί και τη θέληση που αυτό επιδεικνύει (Αναπολιτάνος, 1985). Επιπρόσθετα, ο εκπαιδευτικός οφείλει να αντιλαμβάνεται τον ιδιαίτερο τρόπο που έχει ο κάθε μαθητής στο να μαθαίνει και να προσαρμόζει το μάθημά του ανάλογα (Μπαρκατσάς, 2003).

Η μαθηματικοφοβία είναι ένα συχνό φαινόμενο, το οποίο καλείται ο δάσκαλος να αντιμετωπίσει με ευθύνη και προσοχή. Απαιτείται άρτια παιδαγωγική, επιστημονική αλλά και ψυχολογική κατάρτιση από τον διδάσκοντα (Ματσαγγούρας, 2004). Έτσι, πολλοί επιστήμονες και ερευνητές χρησιμοποίησαν διάφορες θεωρίες και διδακτικές προσεγγίσεις, αποσκοπώντας στα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα (Κολέζα, 2006; Σαχαπατζίδου, 2014; Σαπλαμίδου & Σάλτα, 2015). Ένα ιδιαίτερο στοιχείο που πρέπει να τονιστεί, είναι ότι οι μαθητές δυσκολεύονται να αντιληφθούν ότι οι αριθμοί, οι πράξεις και τα σύμβολα μπορούν να είναι διασκεδαστικά και αυτό αποτελεί μια αντίληψη που τους ακολουθεί και στην ενήλικη ζωή τους (Hewitt, 2013).

Από την άλλη πλευρά, είναι γεγονός πως τα ηλεκτρονικά παιχνίδια αποτελούν ένα

αναπόσπαστο μέρος της κουλτούρας της νέας γενιάς, αφού οι νέοι αφιερώνουν σημαντικό μέρος του χρόνου τους μπροστά στον υπολογιστή παίζοντας. Ενδεικτικά, σε έρευνα που διεξήχθη από τον Yang (2012), αναφέρεται ότι το 78% των παιδιών και εφήβων από 12 έως 17 ετών παίζουν διαδικτυακά παιχνίδια, με το 34% των αγοριών και το 18% των κοριτσιών να παίζουν δύο ή και περισσότερες ώρες ημερησίως. Για το λόγο αυτό, θα ήταν ωφέλιμο κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού να εκπαιδεύονταν και να έπαιρναν χρήσιμες πληροφορίες (Zyda, 2007).

Εξαιτίας των παραπάνω, τα τελευταία χρόνια, υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για τη χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη διδασκαλία ποικίλων γνωστικών αντικειμένων. Αυτός άλλωστε, είναι ο σκοπός της παρούσας εργασίας. Διερευνά τα αποτελέσματα από τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών, που κατασκεύασε ο ίδιος ο εκπαιδευτικός, για τη διδασκαλία, σε παιδιά του δημοτικού σχολείου, ενοτήτων από το μάθημα των Μαθηματικών. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζεται το σκεπτικό της έρευνας, η μεθοδολογία της και τα αποτελέσματά της.

Ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια

Είναι γεγονός ότι οι μαθητές εξαρτώνται όλο και περισσότερο από την τεχνολογία για να επικοινωνούν, να συλλέγουν πληροφορίες, να επεκτείνουν κοινωνικές εμπειρίες και να ψυχαγωγούνται (Spires, 2008). Επομένως, είναι λογικό ένα ελκυστικό ψηφιακό περιβάλλον, όπως τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, να είναι συμβατά με τις δεξιότητες τους. Γενικότερα, υπάρχει η αντίληψη ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση και να αποτελέσουν σημαντικά εργαλεία μάθησης στα χέρια εκπαιδευτών και εκπαιδευομένων (Guillén-Nieto & Aleson-Carbonell, 2012). Άλλωστε, όπως αναφέρει ο Prensky (2001): "Οποιοσδήποτε διακρίνει τα παιχνίδια από την εκπαίδευση προφανώς δεν έχει την παραμικρή ιδέα για τίποτε από αυτά τα δύο."

Έχει διατυπωθεί πληθώρα ορισμών για αυτά, οι οποίοι διαφέρουν σε ορισμένα σημεία, αλλά έχουν ως κοινό άξονα την ιδέα ότι τα ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια είναι παιχνίδια που ναι μεν προσφέρουν ψυχαγωγία, αλλά, παράλληλα, έχουν διδακτική αξία (Susi, Johanesson, & Backlund, 2007).

Η χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στην τάξη παρέχει αρκετά θετικά στοιχεία και αναμφίβολα τα παιχνίδια αυτά μπορούν να μετατραπούν σε ισχυρά εργαλεία ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας. Τα πλεονεκτήματα αυτά μπορούν να συνοψιστούν στα εξής (Mansour & El-Said, 2008):

- Ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως η στρατηγική σκέψη, ο σχεδιασμός, η επικοινωνία, η συνεργασία, οι ομαδικές αποφάσεις και οι δεξιότητες διαπραγμάτευσης.
- Ενίσχυση της αποκτηθείσας γνώσης και της διάρκειάς της.
- Προσαρμογή της μαθησιακής εμπειρίας, σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του μαθητή.
- Διευκόλυνση της μάθησης να λάβει χώρα σε ένα πλαίσιο που να έχει νόημα για το παιδί.
- Ενίσχυση του ομαδοσυνεργατικού κλίματος.

Η μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι (Game-based Learning) επιτρέπει στους μαθητές να ασχοληθούν με το εκπαιδευτικό υλικό με έναν παιχνιδιάρικο και δυναμικό τρόπο. Επιπρόσθετα, η αντίληψη αυτή υπερβαίνει την δημιουργία παιχνιδιών απλά για να παίξουν οι μαθητές, αφού πρόκειται για σχεδιασμό δραστηριοτήτων μάθησης που εισάγουν σταδιακά έννοιες και καθοδηγούν τους χρήστες προς έναν τελικό στόχο (Pho & Dinscore, 2015). Επιπλέον, παρέχει δυνατότητες επανάληψης κάθε διαδικασίας και προσφέρει μια ενιαία διαδικασία αξιολόγησης (Binsubaihi, Maddock, & Romano, 2006). Ωστόσο, ένα σημαντικό εμπόδιο για τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών είναι η μεγάλη προσπάθεια που απαιτείται για την ανάπτυξή τους, καθώς έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύπλοκη, χρονοβόρα και δαπανηρή διαδικασία (Westera, Nadolski, Hummel, & Wopereis, 2008). Για όλους τους παραπάνω λόγους έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες μέχρι σήμερα στον τομέα των παιδαγωγικών εφαρμογών των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ποικίλα γνωστικά αντικείμενα, όπως Φυσικές Επιστήμες, Γλωσσολογία κλπ. (Bakker, Van den Heuvel-Panhuizen & Robitzsch, 2014; Hummel, Houcke, Nadolski, Hiele, Kurvers, & Löhr, 2010; Mansour & El-Said, 2008; Spires, Hervey & Watson, 2009; Tan & Biswas, 2007).

Τα Μαθηματικά, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Mayo, 2009), είναι ένα από τα αντικείμενα όπου η μάθηση μπορεί να προωθηθεί ιδιαίτερα μέσα από τα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Σε αυτό συνηγορούν τα ευρήματα ερευνών όπου διαφαίνεται ότι η χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών, για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών στο σχολείο, αποδεικνύεται τουλάχιστον το ίδιο αποδοτική με τη συμβατική διδακτική προσέγγιση (Muñoz, Navarro & Fabregat, 2014; Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016; Pope & Mangram, 2015).

Μεθοδολογία έρευνας

Βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τη συμβολή των εκπαιδευτικών παιχνιδιών στην κατάκτηση των μαθησιακών στόχων και στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα των Μαθηματικών της Δ τάξης του δημοτικού

σχολείου. Ειδικότερα, η εργασία αποσκοπεί να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής τους: (α) στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, (β) στη διατηρησιμότητα των γνώσεών τους και (γ) στη διαμόρφωση θετικών στάσεων και αντιλήψεων των μαθητών αναφορικά με την αξιοποίησή τους στο πλαίσιο της διδασκαλίας τους. Έτσι, οι ερευνητικές υποθέσεις που διατυπώνονται είναι:

- Υ1: Οι μαθητές που χρησιμοποιούν εκπαιδευτικά παιχνίδια έχουν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο.
- Υ2: Η διατηρησιμότητα των γνώσεών τους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται με το συμβατικό τρόπο.
- Υ3: Οι μαθητές διαμορφώνουν θετικές στάσεις και αντιλήψεις αναφορικά με την αξιοποίηση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στο πλαίσιο της διδασκαλίας τους.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος πειράματος πεδίου με εκπαιδευτική παρέμβαση που διενεργήθηκε σε τρεις ομάδες, πειραματική και δύο ελέγχου. Το πιλοτικό πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε δημοτικό σχολείο της πόλεως Ρόδου, τον Νοέμβριο του 2016 και συμμετείχαν συνολικά 60 μαθητές της Δ' τάξης.

Για την κατασκευή των παιχνιδιών χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον Kodu, που αναπτύχθηκε από τη Microsoft Research Labs (<http://www.kodugamelab.com/>). Το Kodu επιτρέπει στο χρήστη την περιήγηση σε τρισδιάστατους κόσμους και τη δημιουργία προγραμματιζόμενων χαρακτήρων και γραφικών. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί έχει σχεδιαστεί αποκλειστικά για την κατασκευή παιχνιδιών. Πρόκειται για ένα λογισμικό πολύ φιλικό, γιατί η γλώσσα προγραμματισμού είναι απλή και προσιτή ακόμα και σε μικρούς σε ηλικία και χωρίς γνώσεις προγραμματισμού χρήστες. Από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 60 σχολεία της Μεγάλης Βρετανίας, των Η.Π.Α και της Νέας Ζηλανδίας, διαφάνηκε ότι το Kodu συμβάλλει στον εμπλουτισμό της μαθησιακής εμπειρίας και στην αύξηση των κινήτρων των μαθητών (Fowler, 2012). Το ιδιαίτερο στοιχείο είναι ότι τα παιχνίδια δεν κατασκευάστηκαν από κάποια ομάδα ειδικών, αλλά από την ερευνήτρια. Αυτό γιατί θεωρήθηκε σκόπιμο να μελετηθεί το πόσο δύσκολο είναι, σε πραγματικές συνθήκες, ο εκπαιδευτικός να κατασκευάσει ο ίδιος το υλικό που θα αξιοποιήσει στην τάξη του (Εικόνες 1-4).



Εικόνες 1-4. Στιγμιότυπα από τα παιχνίδια

Αναζητήθηκαν ενότητες στο βιβλίο των Μαθηματικών της Δ' τάξης που προσφέρονταν για μετατροπή σε παιχνίδια. Ως τέτοιες θεωρήθηκαν οι ενότητες "Θυμάμαι τους δεκαδικούς αριθμούς", "Προσθέτω και αφαιρώ τους δεκαδικούς αριθμούς, Ο Πέτρος στην υπεραγορά" και " Προσθέτω και αφαιρώ τους δεκαδικούς αριθμούς, Στο βιβλιοπωλείο", που είναι εννοιολογικά συγγενικές ενώ, παράλληλα, παρουσιάζουν έναν αρκετά αυξημένο βαθμό δυσκολίας. Η φιλοσοφία που ακολουθήθηκε, τόσο όσον αφορά τη διδακτική μεθοδολογία όσο και την εργασία των μαθητών, σε όλες τις ενότητες βρίσκεται σε συμφωνία με το μοντέλο των πέντε φάσεων των Driver και Oldham (1986). Συγκεκριμένα:

- Στις φάσεις προσανατολισμού και ανάδειξης ιδεών, οι μαθητές εργάστηκαν χωρίς τη χρήση των παιχνιδιών, αλλά αξιοποιήθηκαν φύλλα εργασίας και ο εκπαιδευτικός είχε ενεργό συμμετοχή.
- Στη φάση της αναδόμησης, άρχισε η χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Η προσφορά του γνωστικού αντικείμενου γινόταν με τη μορφή επιπέδων κλιμακούμενης δυσκολίας.
- Στη φάσεις της εφαρμογής, οι μαθητές εξασκήθηκαν στην επίλυση προβλημάτων σχετικών με το διδακτικό αντικείμενο, παίζοντας σε επιπλέον πίστες. Κάθε πίστα ήταν προσβάσιμη όταν ολοκληρωνόταν επιτυχώς η προηγούμενη.

- Στη φάση της ανασκόπησης των αλλαγών στις ιδέες δόθηκαν τα αρχικά φύλλα εργασίας για αναστοχασμό και σύγκριση των νέων γνώσεων με των πρότερων αντιλήψεων.

Για να υπάρξει η δυνατότητα ερμηνείας της σημασίας των μαθησιακών αποτελεσμάτων από τη χρήση των παιχνιδιών, αυτά συγκρίθηκαν με τα αντίστοιχα αποτελέσματα διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων. Έτσι, δημιουργήθηκαν δύο επιπλέον ομάδες μαθητών. Η μία διδάχθηκε τις ίδιες ενότητες, χρησιμοποιώντας το σχολικό εγχειρίδιο και τα τετράδια εργασιών, χωρίς οι μαθητές να εργαστούν ομαδικά· η διδασκαλία ήταν καθαρά δασκαλοκεντρική. Η άλλη ομάδα έπαιξε τα παιχνίδια, χωρίς να διδαχθεί κάτι από τον εκπαιδευτικό της τάξης και χωρίς αυτός να παρέμβει στην όλη διαδικασία. Η διάρκεια διδασκαλίας της κάθε ενότητας σε αυτές τις ομάδες ήταν δύο διδακτικές ώρες, όπως και στην πειραματική ομάδα.

Για τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν: (α) pre-test, για να ελεγχθεί η κοινή γνωστική αφετηρία των μαθητών, (β) delayed post-test, που δόθηκε περίπου δεκαπέντε μέρες μετά το πέρας των παρεμβάσεων για να ελεγχθεί η διατηρησιμότητα των γνώσεων και (γ) φύλλα αξιολόγησης, τα οποία χορηγούνταν αμέσως μετά το τέλος της διδασκαλίας της κάθε ενότητας, με σκοπό να αποτυπώσουν τα άμεσα μαθησιακά αποτελέσματα των διδασκαλιών. Τα παραπάνω διαγνωστικά τεστ, κοινά σε όλες τις ομάδες, περιλάμβαναν κυρίως ερωτήσεις κλειστού τύπου (σωστού-λάθους, πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενών και συμπλήρωσης πινάκων). Επιπρόσθετα, περίπου το 1/3 των ερωτήσεων αφορούσε επίλυση προβλημάτων. Τέλος, δόθηκε ερωτηματολόγιο εντυπώσεων (12 ερωτήσεις τύπου Likert) στις δύο ομάδες που χρησιμοποιήθηκε το Kodu, μέσα από το οποίο οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αποτυπώσουν τις εμπειρίες και τις απόψεις τους για την επαφή τους και τη χρήση ενός τρισδιάστατου εκπαιδευτικού παιχνιδιού στη μαθησιακή διαδικασία.

Ανάλυση δεδομένων

Από την ανάλυση αποκλείστηκαν όσοι μαθητές απουσίαζαν σε μία ή περισσότερες διδασκαλίες. Ο τελικός αριθμός των μαθητών που συμμετείχαν στη μελέτη ήταν 60, χωρισμένοι σε 3 ομάδες των 20 παιδιών. Στην ομάδα0 ανήκαν οι μαθητές που συμμετείχαν στη συμβατική διδασκαλία, στην ομάδα1 οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τα παιχνίδια στο Kodu και η ομάδα2 οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τα παιχνίδια με την παράλληλη στήριξη του εκπαιδευτικού. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης (περιλαμβανομένου του pre- και του delayed post-test), αυτά βαθμολογήθηκαν με βάση τις

σωστές απαντήσεις. Η βαθμολογία του pre-test ήταν από 0 έως 36, του 1ου φύλλου αξιολόγησης από 0 έως 27, του 2ου από 0 έως 30, του 3ου από 0 έως 21 και του delayed post-test από 0 έως 34. Στοιχεία για τη μέση βαθμολογία και για την τυπική απόκλιση, ανά ομάδα συμμετεχόντων και ανά φύλλο αξιολόγησης, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ανάλυση αποτελεσμάτων φύλλων αξιολόγησης

	Ομάδα μαθητών					
	Ομάδα 0		Ομάδα 1		Ομάδα 2	
	(N = 20)		(N = 20)		(N = 20)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Pre-test	13,20	4,299	16,45	4,617	15,55	4,489
Φύλλο αξιολόγησης 1	16,05	6,794	14,05	4,957	19,50	5,735
Φύλλο αξιολόγησης 2	16,65	7,809	17,90	5,370	21,75	4,983
Φύλλο αξιολόγησης 3	12,50	5,366	13,35	4,095	13,95	5,365
Delayed post-test	18,20	8,691	23,65	6,706	26,05	6,855

Αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν για να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών στα φύλλα αξιολόγησης και με βάση τις 3 ομάδες που συμμετείχαν. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι:

- Όλες οι ομάδες σε όλες τις δραστηριότητες είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων ($N = 20$).
- Στη βαθμολογία όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers).
- Τα δεδομένα σε όλες τις δραστηριότητες είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p > 0,05$).
- Η ομοιογένεια της διακύμανσης επίσης δεν παραβιάστηκε, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ($p > 0,05$).

Δεδομένου ότι πληρούνταν όλες οι προϋποθέσεις, ήταν δυνατή η διεξαγωγή των αναλύσεων. Οι αναλύσεις είχαν τα εξής αποτελέσματα:

- Στο Pre-test δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 2,818, p = 0,068$],
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 1, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 4,401, p = 0,017$].

- Στο Φύλλο αξιολόγησης 2, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 3,698, p = 0,031$].
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 3, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε επίδραση στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = ,428, p = 0,654$].
- Στο Delayed post-test, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 5,796, p = 0,005$].

Post hoc συγκρίσεις χρησιμοποιώντας το Tukey HSD test διεξήχθησαν σε όλα τα πιθανά ζεύγη των Φύλλων αξιολόγησης 1 και 2 και στο Delayed post-test, έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων των μαθητών. Για το Pre-test και για το Φύλλο αξιολόγησης 3, δεν πραγματοποιήθηκαν post hoc συγκρίσεις, εφόσον δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

- Για το Φύλλο αξιολόγησης 1 (Θυμάμαι τους δεκαδικούς αριθμούς), διαπιστώθηκε ότι η ομάδα0 ($M = 16,05, SD = 6,794$) και η ομάδα2 ($M = 19,50, SD = 5,735$) δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,161$). Επίσης, η ομάδα0 δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα1 ($M = 14,05, SD = 4,957$). Αντίθετα, οι ομάδες 1 και 2, είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους ($p = 0,013$), με την ομάδα 2 να υπερτερεί.
- Για το Φύλλο αξιολόγησης 2 (Προσθέτω και αφαιρώ δεκαδικούς αριθμούς), διαπιστώθηκε ότι η ομάδα0 ($M = 16,65, SD = 29,88$) και η ομάδα1 ($M = 17,90, SD = 5,370$) δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,799$). Επίσης, η ομάδα1 δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα 2 ($M = 21,75, SD = 4,983, p = 0,129$). Αντίθετα, η ομάδα2, είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα0 ($p = 0,031$), με την ομάδα 2 να υπερτερεί.
- Για το Delayed post-test, διαπιστώθηκε ότι η ομάδα0 ($M = 18,20, SD = 8,691$) και η ομάδα1 ($M = 23,65, SD = 6,706$) και πάλι δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,063$). Επίσης, η ομάδα 1 δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα 2 ($M = 26,05, SD = 6,855, p = 0,570$). Αντίθετα, η ομάδα2, είχε και πάλι στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα0 ($p = 0,004$), με την ομάδα 2 να υπερτερεί.

Συνοψίζοντας, και οι τρεις ομάδες είχαν το ίδιο αρχικό επίπεδο γνώσεων, εφόσον στο Pre-test δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Η ομάδα2 ξεπέρασε την ομάδα0 στο Φύλλο αξιολόγησης 2 και στο delayed post-test, δηλαδή στη διατηρησιμότητα των γνώσεων, επαληθεύοντας έτσι τη δεύτερη ερευνητική υπόθεση. Επίσης, η ομάδα 2 ξεπέρασε την ομάδα 1 στο Φύλλο αξιολόγησης 1. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, τα

αποτελέσματα των τριών ομάδων ήταν ίδια μεταξύ τους. Συνεπώς, η πρώτη ερευνητική υπόθεση δεν επαληθεύεται.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές των ομάδων 1 και 2, μετά το πέρας των διδασκαλιών, είχε σκοπό να αναδείξει τις προσωπικές τους απόψεις για τα τρισδιάστατα εκπαιδευτικά παιχνίδια που έπαιξαν. Από τις απαντήσεις τους επαληθεύεται η τρίτη ερευνητική υπόθεση, αφού φαίνεται ξεκάθαρα η ισχυρά θετική άποψή τους για τα παιχνίδια, ενώ ταυτόχρονα αποτυπώνεται η ευκολία χρήσης τους και η απουσία δυσκολιών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου εντυπώσεων

Ερώτηση	<i>M</i>	<i>SD</i>
Μου άρεσαν τα 3D αντικείμενα	4,24	0,830
Μου άρεσε η συνεργασία με τον διπλανό	3,85	1,389
Μου άρεσε η μουσική	4,05	0,973
Μου άρεσαν οι πληροφορίες	3,93	0,985
Μου άρεσε το animation (κίνηση)	4,22	0,822
Μου άρεσαν οι πίστες	4,83	0,442
Μου άρεσε που έπαιζα και έκανα μάθημα	4,88	0,331
Έμαθα από την εφαρμογή	4,41	0,774
Η εφαρμογή ήταν δύσκολη στη χρήση	1,27	0,449
Θέλω να κάνω μαθήματα με την εφαρμογή	4,80	0,459
Η εφαρμογή γενικά μου άρεσε	4,78	0,419
Θα την πρότεινα σε φίλους μου	4,93	0,264

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι δαπανήθηκαν αρκετές ώρες για την κατασκευή των παιχνιδιών. Ο χρόνος που αναφέρεται στον Πίνακα 3 αφορά τις ώρες που δαπανήθηκαν από την αρχική σύλληψη έως το τελικό προϊόν, με αρκετό χρόνο να απαιτείται για τη σύλληψη του σεναρίου του κάθε παιχνιδιού.

Πίνακας 3. Χρόνος ανάπτυξης των παιχνιδιών (οι τιμές είναι σε ώρες και προσεγγιστικά)

Ενότητα	Αριθμός πιστών	Χρόνος
Ενότητα 1 ^η	3 επίπεδα	60

Ενότητα 2 ^η	3 επίπεδα	40
Ενότητα 3 ^η	2 επίπεδα	40

Συζήτηση

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας, και οι τρεις ομάδες μαθητών είχαν το ίδιο αρχικό επίπεδο γνώσεων, εφόσον στο Pre-test, όπου εξετάστηκαν οι γνώσεις τους για τους δεκαδικούς αριθμούς πριν από τις διδακτικές παρεμβάσεις, δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Η διδασκαλία μέσα από το παιχνίδι με την στήριξη εκπαιδευτικού ξεπέρασε την συμβατική διδασκαλία στη δεύτερη διδακτική παρέμβαση και στο delayed post-test, δηλαδή στη διατηρησιμότητα των γνώσεων. Επίσης, η διδασκαλία μέσα από το παιχνίδι με την παράλληλη στήριξη εκπαιδευτικού ξεπέρασε την διδασκαλία μόνο μέσα από το παιχνίδι στη πρώτη διδακτική παρέμβαση. Σε όλες τις άλλες περιπτώσεις, τα αποτελέσματα των τριών ομάδων ήταν ίδια μεταξύ τους.

Από τα αποτελέσματα, λοιπόν, είναι ξεκάθαρο ότι οι διδασκαλίες για τις μαθηματικές έννοιες μέσα από ένα ηλεκτρονικό παιχνίδι δεν υστερούσαν συγκριτικά με τη συμβατική διδασκαλία σε καμία περίπτωση. Συνεπώς, αν και με επιφυλάξεις, καθότι η πρώτη ερευνητική υπόθεση δεν επαληθεύτηκε, είναι δυνατόν να υποστηριχθεί ότι η χρήση ψηφιακών παιχνιδιών μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του δημοτικού σχολείου, όπως υποστηρίζουν οι Ulicsak και Wright (2010). Επιπρόσθετα, η διαπίστωση πως τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να επιφέρουν τα ίδια ή και καλύτερα μαθησιακά και εκπαιδευτικά αποτελέσματα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, συναντάται και σε άλλες έρευνες (Brom, Preuss & Klement, 2011).

Βέβαια, θα μπορούσε δηλαδή να υποστηριχθεί πως είναι θετικό στοιχείο το ότι η διδασκαλία με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια είχε την ίδια επιτυχία με μία απλούστερη/συμβατική διδασκαλία. Αυτό γιατί η χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη διδασκαλία, παρότι κάτι πρωτόγνωρο για τους μαθητές, δεν τους αποσυντόνισε και δεν διατάραξε το κλίμα της τάξης. Αντίθετα, με βάση τις αποκρίσεις των μαθητών στις σχετικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου εντυπώσεων, φάνηκε ότι δημιούργησε ένα ευχάριστο μαθησιακό περιβάλλον, μέσα από το οποίο οι μαθητές κατέκτησαν ένα ικανοποιητικό επίπεδο γνώσεων.

Ο χρόνος που απαιτήθηκε για την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ήταν αρκετά μεγάλος. Βέβαια, έβαινε μειούμενος όσο αποκτιόταν η σχετική εμπειρία. Παράλληλα, παρουσιάστηκαν σημαντικές δυσκολίες στην υλοποίηση των παιχνιδιών που δεν

προέρχονταν μόνο από δυσκολίες στον προγραμματισμό, αλλά από τη δυσκολία να υλοποίησης των παιχνιδιών λόγω του περιορισμένου αριθμού των αντικειμένων που περιλαμβάνει το Kodu. Αυτό, οδήγησε στην ανάγκη να επινοηθούν άλλοι τρόποι παρουσίασης του γνωστικού υλικού, κάτι που χρειάστηκε σκέψη και παρουσίασε δυσκολίες στην υλοποίηση. Υπό ορισμένες συνθήκες, για παράδειγμα, για μαθήματα που έχουν πολύ συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους, μία τέτοια προσπάθεια ίσως και να ήταν ασύμφορη σε σχέση πάντα με το τελικό μαθησιακό αποτέλεσμα (Kluge & Riley, 2008). Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικοί δεν είναι ειδικοί στους υπολογιστές και στον προγραμματισμό, οι κατασκευαστές λογισμικού πρέπει να σχεδιάσουν φιλικά προς το χρήστη εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών.

Από την άλλη όμως πλευρά, αν και "ερασιτεχνική", η προσπάθεια είχε σχετικά καλά αποτελέσματα, και σε κάθε περίπτωση όχι χειρότερα από μία συμβατική διδασκαλία. Συνεπώς, σίγουρα θα είχαν καλύτερα αποτελέσματα διδασκαλίες με παιχνίδια σχεδιασμένα από ακαδημαϊκές ομάδες, με ανθρώπους εξειδικευμένους σε όλους τους απαραίτητους κλάδους.

Εκτός αυτού, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη πως τα παιδιά που έκαναν χρήση των παιχνιδιών στην ομάδα1 δούλεψαν μόνα τους χωρίς παρέμβαση και καθοδήγηση εκπαιδευτικού. Το γεγονός αυτό ενισχύει τα θετικά αποτελέσματα της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης και φαίνεται να επιβεβαιώνει τις απόψεις άλλων ερευνητών, οι οποίοι θεωρούν ότι οι μαθητές και χωρίς υποστήριξη είναι ικανοί να πετύχουν καλές επιδόσεις (Hong, McGee, & Howard, 2000; Mayer & Moreno, 2003).

Τέλος, από το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων για την εφαρμογή που δόθηκε στα παιδιά, είναι ξεκάθαρη η ανάγκη τους για καινοτόμους τρόπους διεξαγωγής του μαθήματος. Από τις αντίστοιχες ερωτήσεις, φάνηκε ότι η διδασκαλία με ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια, ενέπλεξε ενεργά τους μαθητές μέσω της συνεργασίας και του ανταγωνισμού, κάτι που επισημαίνεται και από άλλους (Westera et al., 2008). Επίσης, οι μαθητές δήλωσαν πως θα ήθελαν να κάνουν κι άλλα μαθήματα με παρόμοια παιχνίδια, ενώ θα πρότειναν τα παιχνίδια που έπαιζαν και σε άλλους φίλους τους. Η απήχηση των ψηφιακών εργαλείων μάθησης έχει παρατηρηθεί και σε άλλες έρευνες (Papastergiou, 2009) και αποτελεί μία ισχυρή ένδειξη για το πόσο ευπρόσδεκτος είναι ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας από τους μαθητές.

Είναι λοιπόν σχετικά ασφαλές να ειπωθεί ότι οι μικροί μαθητές αποζητούν κίνητρα εμπλοκής τους στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς είναι διατεθειμένοι να έχουν ενεργητικό

ρόλο όταν βρίσκονται σε ένα περιβάλλον που ανταποκρίνεται στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους και κατά συνέπεια τα καθιστά ικανά να αφομοιώνουν τις νέες γνώσεις, δίχως να καταπιέζουν την προσωπικότητα και τις επιθυμίες τους. Άλλωστε, γνωστικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά των μαθητών, όπως είναι τα κίνητρα, ο βαθμός εμπλοκής στο σχολείο, η συναισθηματική κατάσταση, αλλά και οργανωτικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του σχολείου, όπως το καθεστώς λειτουργίας, το σχολικό κλίμα της τάξης, ο τρόπος διδασκαλίας, οι διδακτικές πρακτικές και η ψυχολογική διάθεση του εκπαιδευτικού επηρεάζουν την μαθηματική εγγραμματοσύνη των παιδιών (Σιδηρόπουλος, 2007). Σε αυτό, όπως και στην αύξηση των κινήτρων για μάθηση και τον εμπλουτισμό της μαθησιακής διαδικασίας, φαίνεται να συνέβαλε η χρήση ψηφιακών παιχνιδιών (Mayo, 2009) και, ειδικότερα, αυτών που είναι φτιαγμένα με το Kodu (Fowler, 2012).

Συμπεράσματα

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, η έρευνα έχει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να αναφερθούν. Το μικρό εύρος του δείγματος τόσο αριθμητικά όσο και γεωγραφικά, αν και επαρκές για στατιστική ανάλυση, δεν επιτρέπει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Η διδασκαλία περιορίστηκε σε λίγες σχετικά έννοιες. Η διδασκαλία περισσότερων εννοιών, σαφώς, θα επέτρεπε την κατανόηση του θέματος σε μεγαλύτερο βάθος. Τέλος, τα παιχνίδια σχεδιάστηκαν από αρχάριο εκπαιδευτικό και όχι από πεπειραμένους ειδικούς στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, στον προγραμματισμό, στην παιδαγωγική, στα μαθηματικά και στην παιδική ψυχολογία. Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να καλύψουν μεγαλύτερο τμήμα της ύλης των Μαθηματικών της Δ' ή και κάποιας άλλης τάξης, καθώς το Kodu κρίνεται εφαρμόσιμο για τις περισσότερες έννοιες των Μαθηματικών. Θα μπορούσαν επίσης, να έχουν μεγαλύτερο δείγμα και διάρκεια.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα μιας διδασκαλίας που ξεφεύγει από τα πλαίσια των συμβατικών μεθόδων, στο μάθημα των Μαθηματικών της Δ' Δημοτικού, κατέδειξαν μερικά αξιολογικά πλεονεκτήματα, όπως: έναυσμα του ενδιαφέροντος των μαθητών, αύξηση των κινήτρων μάθησης, κατανόηση κάποιων εννοιών σε ικανοποιητικότερο βαθμό συγκριτικά με την συμβατική διδασκαλία και, βέβαια, προαγωγή συνεργατικού κλίματος. Έτσι, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η εναρμόνιση της μαθησιακής διαδικασίας με τις νέες τάσεις, όπως η μάθηση μέσω των ΤΠΕ, πρέπει να αντιμετωπιστεί ως φυσική εξέλιξη και η παρούσα εργασία συνεισφέρει προς αυτή την κατεύθυνση.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Αναπολιτάνος, Δ. (1985). *Εισαγωγή στη φιλοσοφία των Μαθηματικών*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Βάρβογλη, Λ. (2006). *Ερευνώντας τους λαβύρινθους του εγκεφάλου*. Αθήνα: Καστανιώτη.
- Κολέζα, Ε. (2006). *Μαθηματικά και σχολικά μαθηματικά, επιστημολογική και κοινωνιολογική προσέγγιση της μαθηματικής εκπαίδευσης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ματσαγγούρας, Η. (2004). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Μπαρκατσάς, Α. (2003). *Σύγχρονες διδακτικές και μεθοδολογικές προσεγγίσεις στα Μαθηματικά του 21ου αιώνα*. Χαλκίδα : Κωστόγιαννος.
- Σαπταμίδου, Σ., & Σάλτα, Μ. (2015). *Διδασκαλία των Μαθηματικών υπό το πρίσμα του κονστρουκτιβισμού*. Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρίου Επιστημών Εκπαίδευσης, 1207-1215.
- Σαχπατζίδου, Π. (2014). *Οι λειτουργίες του εγκεφάλου και οι γνωστικές λειτουργίες στις ειδικές αναπτυξιακές μαθησιακές δυσκολίες*. Πτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.
- Σιδηρόπουλος, Δ. Α. (2007). *Η Μαθηματική εγγραματοσύνη των απόφοιτων του δημοτικού σχολείου και οι ενδοσχολικοί και εξωσχολικοί παράγοντες που την επηρεάζουν*. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Θεσσαλονίκη.
- Hewitt, P. (2013). *Οι έννοιες της Φυσικής*. Ηράκλειο: Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.

Ξενόγλωσση

- Bakker, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Robitzsch, A. (2014). First-graders' knowledge of multiplicative reasoning before formal instruction in this domain. *Contemporary Educational Psychology*, 39(1), 59-73.
- Binsubaih, A., Maddock, S., & Romano, D. (2006). A serious game for traffic accident investigators. *International Journal of Interactive Technology and Smart Education*, 3(4), 39-346.
- Brom, C., Preuss, M., & Klement, D. (2011). Are educational computer micro-games engaging and effective for knowledge acquisition at high-schools? A quasi-experimental study. *Computers & Education*, 57(3), 1971-1988.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

- Fowler, A. (2012). *Enriching student learning programming through using Kodu. Proceedings of the 3rd Annual Conference of Computing and Information Technology, Education and Research in New Zealand* (incorporating 24th Annual NACCQ).
- Guillén-Nieto, V., & Aleson-Carbonell, M. (2012). *Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! Computers & Education, 58*(1), 435-448.
- Hong, N. S., McGee, S., & Howard, B. C. (2000). The effect of multimedia learning environments on well-structured and ill-structured problem-solving skills. *Proceedings of the American Educational Research Association Annual Meeting* (Vol. 2000, No. 1).
- Hummel, H., Houcke, J., Nadolski, R., Hiele, T., Kurvers, H., & Löhr, A. (2010). Scripted collaboration in serious gaming for complex learning: Effects of multiple perspectives when acquiring water management skills. *British Journal of Educational Technology, 42*(6), 1029-1041.
- Kluge, S., & Riley, L. (2008). Teaching in virtual worlds: Opportunities and challenges. *Issues in Informing Science and Information Technology, 5*, 2008.
- Mansour, S., & El-Said, M. (2008). The impact of multi-players serious games on the social interaction among online students versus face-to-face students. *Proceedings of the 7th WSEAS International Conference on Applied Computer & Applied Computational Science*. Hangzhou, China.
- Mayer, R., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52.
- Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education? *Science, 323*(5910), 79-82.
- Muñoz, H. T., Navarro, S. B., & Fabregat, R. (2014, July). Gremlings in my mirror: An inclusive ar-enriched videogame for logical math skills learning. *Proceedings of the 2014 IEEE 14th International Conference on Advanced Learning Technologies, 576-578*. IEEE Computer Society.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: An attempt to improve mathematics competence in early childhood education. *Preschool and Primary Education, 4*(2), 241-253.
- Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high-school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education, 52*(1), 1-12.
- Pho, A., & Dinscore, A. (2015). *Game-based learning. Tips and Trends*. Available at

<http://acrl.ala.org/IS/wp-content/uploads/2014/05/spring2015.pdf>

- Pope, H., & Mangram, C. (2015). Wuzzit trouble: the influence of a digital math game on student number sense. *International Journal of Serious Games*, 2(4).
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York; London, McGraw-Hill.
- Spires, H. A. (2008). 21st century skills and serious games: Preparing the N generation. In L.A. Annetta (Ed.), *Serious educational games* (pp. 13-23). Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishing.
- Spires, H. A., Hervey, L., & Watson, T. (2009). *Game-based learning: Effects on sixth grade students' creativity, engagement, and writing achievement*. Paper presented at the American Educational Research Association, San Diego, CA.
- Susi, T., Johanesson, M., & Backlund, P. (2007). *Serious games - an overview* (Technical Report). Skövde, Sweden: University of Skövde.
- Tan, J., & Biswas, G. (2007). Simulation-based game learning environments: building and sustaining a fish tank. *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL 2007)*. Jhongli, Taiwan.
- Ulicsak, M., & Wright, M. (2010). *Games in education: Serious games*. Bristol: Futurelab.
- Westera, W., Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., & Wopereis, I. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(50), 420-432.
- Yang, T. (2012). Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for developing students' problem solving and learning motivation. *Computers & Education*, 365-377.
- Zyda, M. (2007). Creating a science of games. *COMMUNICATIONS-ACM*, 50(7), 26. Available at:
http://www.math.vu.nl/~eliens/onderwijs/multimedia/research/onderwijs/study/@arc_hive/science/p26-zyda.pdf