

Κατασκευή και αξιολόγηση τρισδιάστατου παιχνιδιού για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Α' τάξη δημοτικού. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα

Development and evaluation of a 3D serious game for teaching Maths to first grade students. Results of a pilot program

Εμμανουήλ Φωκίδης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Λέκτορας (Ph. D), fokides@aegean.gr

Ευφροσύνη Ξανθοπούλου, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Ερευνήτρια (M.Ed.), premnt14032@aegean.gr

Emmanuel Fokides, University of the Aegean, Department of Primary School Education, Lecturer (Ph. D), fokides@aegean.gr

Efrosini Xanthopoulou, University of the Aegean, Department of Primary School Education, Researcher (M.Ed.), premnt14032@aegean.gr

Abstract: Serious games are increasingly being used in education. The study examines the learning outcomes of a pilot project which lasted for 4 weeks and used a 3D serious game for teaching Mathematics to first-grade students. The game was developed using Microsoft's Kodu Game Lab. Mathematics was selected as a teaching subject because of the difficulties students have in understanding basic math concepts. The learning outcomes were compared to two other groups of students. The first was taught using contemporary teaching methods while the second was taught conventionally. Research data was collected using observations, questionnaires and evaluation sheets. Results analysis revealed that this alternative way of teaching using a serious game was met with enthusiasm and caused positive reactions to students. They were engaged with the game effortlessly and the collaboration worked almost flawlessly. Compared to the other two forms of teaching, the learning outcomes were better in most cases. Further studies are recommended and implications are also discussed.

Keywords: Kodu, serious games, mathematics, young students.

Περίληψη: Ο τομέας των σοβαρών παιχνιδιών είναι ένας κλάδος των εκπαιδευτικών εφαρμογών της Πληροφορικής που εξελίσσεται ταχύτατα. Η παρούσα εργασία εξετάζει τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή πιλοτικού προγράμματος διδασκαλίας

ενοτήτων του μαθήματος των Μαθηματικών στην Α΄ τάξη. Η εφαρμογή έγινε με τη χρήση ενός τρισδιάστατου σοβαρού παιχνιδιού. Η επιλογή του συγκεκριμένου διδακτικού αντικείμενου έγινε επειδή παρατηρείται πως ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών συναντά δυσκολίες στην κατανόησή μαθηματικών εννοιών. Για τις ανάγκες του προγράμματος σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα παιχνίδι, χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα κατασκευής παιχνιδιών Kodu της Microsoft Research Labs. Για να είναι δυνατή η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, συγκροτήθηκαν δύο επιπλέον ερευνητικές ομάδες. Στην πρώτη χρησιμοποιήθηκαν σύγχρονες διδακτικές μέθοδοι, ενώ στη δεύτερη έγινε καθαρά συμβατική διδασκαλία. Όλες οι ομάδες διδάχθηκαν το ίδιο ακριβώς διδακτικό αντικείμενο και με την ίδια διάρκεια. Ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια και φύλλα αξιολόγησης. Από την ανάλυσή τους προκύπτει ότι η ομάδα των μαθητών που χρησιμοποίησε το σοβαρό παιχνίδι το αντιμετώπισε με ενθουσιασμό και είχε καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα σε σχέση με τις άλλες. Τα αποτελέσματα οδηγούν στην ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του θέματος, εξετάζοντας παράλληλα, τη δυνατότητα ένταξης των σοβαρών παιχνιδιών στη διδασκαλία των Μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο.

Λέξεις κλειδιά: Kodu, σοβαρά παιχνίδια, Α' τάξη, Μαθηματικά.

Εισαγωγή

Τα Μαθηματικά αποτελούν ένα διδακτικό αντικείμενο με κυρίαρχη θέση στο σχολικό πρόγραμμα της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, μέσω της διδασκαλίας τους επιδιώκεται, μεταξύ άλλων, η ανάπτυξη της αναλυτικής και συνθετικής σκέψης του μαθητή, ώστε να αποκτήσει ευρύτητα και λειτουργικότητα σε πολλαπλά επίπεδα (ΥΠΔΒΜΘ, 2003). Ωστόσο, ευρήματα ερευνών δείχνουν ότι ένα σημαντικό ποσοστό των μαθητών συναντά δυσκολίες στην κατανόησή τους.

Οι δυσκολίες εντοπίζονται κυρίως σε μοντέλα διδασκαλίας που βασίζονται στην παραδοσιακή παιδαγωγική προσέγγιση. Σύμφωνα με αυτή, ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως αυθεντία και οι μαθητές αναπαράγουν τη γνώση, όπως τη συναντούν στα σχολικά βιβλία ή όπως αυτή τους δίνεται από τον διδάσκοντα. Αυτά τα μοντέλα αντιμετωπίζουν τη μάθηση ως μία παθητική διαδικασία, όπου οι μαθητές συσσωρεύουν παθητικά στο μυαλό τους γνώσεις, τις οποίες αναπαράγουν όποτε χρειαστεί (Κόκκοτας, 2002). Από την άλλη πλευρά, η σύγχρονη παιδαγωγική προσέγγιση προκρίνει, υιοθετεί και εφαρμόζει τις αρχές του κονστρουκτιβισμού. Σύμφωνα με αυτές, η μάθηση είναι μια ενεργός διαδικασία και η γνώση οικοδομείται επάνω στην ήδη υπάρχουσα και πραγματώνεται μέσα στον κοινωνικό χώρο (Driver & Oldham, 1986).

Είναι εμφανής λοιπόν η ανάγκη για την εφαρμογή διδακτικών μεθόδων και τη χρήση μέσων που προσφέρουν στους μαθητές εποικοδομητικές ευκαιρίες για μάθηση στον τομέα των Μαθηματικών. Αυτά προϋποθέτουν αλλαγή του ρόλου του εκπαιδευτικού, που δεν είναι πλέον η αυθεντία που μεταδίδει τη γνώση, αλλά συντονίζει και βοηθά τα παιδιά στη

μαθησιακή διαδικασία, δίνει αρμοδιότητες και βγάζει τις ομάδες από τυχόν αδιέξοδο (Ματσαγγούρας, 2004). Ένα τέτοιο μέσο είναι και τα παιχνίδια, σε όλες τους τις μορφές, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την προώθηση διδακτικών σκοπών (Mayo, 2009).

Αρκετό ενδιαφέρον παρουσιάζει μία συγκεκριμένη κατηγορία ψηφιακών παιχνιδιών, τα σοβαρά παιχνίδια (Serious Games), που στοχεύουν στη μάθηση και στην κατάρτιση σε ένα ευρύ φάσμα διδακτικών αντικειμένων (Michael & Chen, 2005). Η ένταξή τους στο σχολικό πρόγραμμα είναι άξια διερεύνησης και παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη χρήση τους. Ωστόσο, από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώθηκε ότι, ενώ στον ελλαδικό χώρο υπάρχουν αρκετές έρευνες σχετικά με τη χρήση των υπολογιστών στη διδασκαλία των Μαθηματικών (ενδεικτικά, Λυκοσκούφη, 2005), δεν έχει πραγματοποιηθεί κάποια έρευνα σχετικά με την εφαρμογή αυτού του είδους των παιχνιδιών στη διδακτική των Μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο. Ως εκ τούτου, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να διερευνηθεί το εν λόγω ζήτημα, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα που πιθανώς να είναι χρήσιμα τόσο στην επιστημονική κοινότητα, όσο και στις σχολικές πρακτικές. Συνυπολογίστηκε επίσης το γεγονός ότι πολλά παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα Μαθηματικά από πολύ μικρή ηλικία. Έτσι, αποφασίστηκε ομάδα-στόχος να είναι οι μαθητές των πρώτων τάξεων του Δημοτικού και συγκεκριμένα της Α' τάξης.

Το βασικό ερώτημα που τέθηκε προς διερεύνηση ήταν το εάν και κατά πόσο η χρήση ενός τρισδιάστατου σοβαρού παιχνιδιού στη διδασκαλία των Μαθηματικών της Α' τάξης επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα από τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα διδασκαλίας, η μεθοδολογία οργάνωσης και τα αποτελέσματα του οποίου παρουσιάζονται και αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν.

1. Τα Μαθηματικά στο δημοτικό σχολείο

Ως επιστήμη, τα Μαθηματικά χρησιμοποιούν δική τους γλώσσα και σύμβολα με στόχο τη μοντελοποίηση, την ανάλυση και την ερμηνεία του κόσμου (Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου, 2010). Όμως, οι Tutte και Σπύρου (1995) θεωρούν ότι, πάνω απ' όλα, τα Μαθηματικά είναι ευχαρίστηση. Κάτι τέτοιο δεν φαίνεται όμως να ισχύει στην πραγματικότητα και ιδιαίτερα στην εκπαίδευση (Κόκκοτας, 2002; Κολέζα, 2006). Υπάρχει μία σειρά από παράγοντες που σχετίζονται με τη διδασκαλία των Μαθηματικών και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αυτά μεταδίδονται. Τέτοιοι παράγοντες είναι το εκπαιδευτικό σύστημα, η φύση του ίδιου του μαθήματος, ατομικοί παράγοντες, τα αναλυτικά προγράμματα, ο διατιθέμενος χρόνος για τη διδασκαλία και ο δάσκαλος (Καραγεώργος, 2003).

Τα Μαθηματικά αποτελούν ένα ιδιαίτερο και πολλές φορές δυσνόητο διδακτικό αντικείμενο που απαιτεί μία σειρά πολύπλοκων διαδικασιών, ώστε να γίνει κτήμα των μαθητών (Κολέζα, 2006). Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η εκμάθησή τους ξεκινά από το ίδιο το παιδί και τη θέληση που αυτό επιδεικνύει για το αντικείμενο (Αναπολιτάνος, 1985). Για τον παραπάνω

λόγο, ο εκπαιδευτικός οφείλει να προσαρμόσει το μάθημα στις ανάγκες και τις απαιτήσεις του μαθητευόμενου ώστε να του εγείρει το ενδιαφέρον και την ίδια στιγμή να του δώσει κίνητρα για μάθηση. Απαραίτητο συστατικό στοιχείο της ουσιαστικής μάθησης είναι επίσης η ενεργός συμμετοχή του μαθητή (Μπαρκατσάς, 2003). Ιδιαίτερα σημαντικό για τον εκπαιδευτικό είναι αυτός να αντιλαμβάνεται τον ιδιαίτερο και ξεχωριστό τρόπο που έχει ο κάθε μαθητής στο να μαθαίνει, έτσι ώστε να προσαρμόσει κατάλληλα το μάθημά του, τον τρόπο διδασκαλίας, την ταχύτητα μετάδοσης των πληροφοριών, αλλά και το ρυθμό εξέλιξης της μάθησης (Μπαρκατσάς, 2003).

Τα βιβλία που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη διδασκαλία των Μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο βασίζονται σε κάποιες αρχές του κονστρουκτιβισμού, ενώ ταυτόχρονα δίνουν έμφαση στη βιωματική διδασκαλία, την ομαδοσυνεργατική εργασία και τη σπειροειδή διάταξη της ύλης (Αλαχιώτης, 2008). Όμως, τα βιβλία χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα αυξημένο όγκο διδακτέας ύλης, θέτοντας τους μαθητές αντιμέτωπους με έννοιες και μεγέθη που λόγω της νεαρής ηλικίας τους πολλές φορές δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν (Βιδάκη, 2002). Η όλη διαδικασία εγείρει σημαντικούς προβληματισμούς και οι αρμόδιοι φορείς δέχονται συνεχώς παράπονα από την εκπαιδευτική κοινότητα (Καπώλη, 2007). Συνεπώς, στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, πέραν του σχολικού εγχειριδίου, θα πρέπει να προστεθούν και άλλα εργαλεία που θα προάγουν τη μάθηση του αντικειμένου και να καταπολεμούν τα όποια προβλήματα προκύπτουν κατά τη διδασκαλία του. Τέτοια εργαλεία μπορεί να προέρχονται από το χώρο των ΤΠΕ.

2. ΤΠΕ, εκπαίδευση και Μαθηματικά

Οι ΤΠΕ αποτελούν ένα πεδίο που επηρεάζει καθοριστικά το πολιτισμικό, οικονομικό και κοινωνικό γίγνεσθαι. Φυσικά, ο χώρος του σχολείου δεν θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστος. Η χρήση των υπολογιστών μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην εφαρμογή ενεργητικών και συμμετοχικών τρόπων μάθησης, καλλιεργώντας έτσι μια σύγχρονη παιδαγωγική αντίληψη. Υπάρχει ένας πραγματικά πολύ μεγάλος αριθμός ερευνών, με τα πορίσματά τους να συνηγορούν στη σπουδαιότητα ενσωμάτωσης των υπολογιστών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ενδεικτικά, η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση φαίνεται να βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα και τα κίνητρα για μάθηση, καθιστώντας τη πιο διαδραστική και διασκεδαστική (Meleisea, 2007). Ακόμα, η Δημητρακοπούλου (2002), σημειώνει πως η εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία θεωρείται επιβεβλημένη, καθώς μέσω αυτής της πρακτικής μπορούν να επιτευχθούν υψηλού επιπέδου στόχοι μάθησης, οικοδόμηση κριτικής γνώσης, αλλά και ερμηνεία και επίλυση προβλημάτων. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά αποτελούν μέσο διευκόλυνσης της μάθησης και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως συμπληρωματικό μέσο διδασκαλίας από τον εκπαιδευτικό, είτε ως υποστηρικτικό μέσο αυτοδιδασκαλίας (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003).

Σε ό,τι αφορά τα Μαθηματικά, υπάρχουν κάποια λογισμικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σήμερα για την υποστήριξη του μαθήματος στην πρωτοβάθμια και

δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ενδεικτικά, υπάρχουν τα συνοδευτικά λογισμικά του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τη διδακτέα ύλη ανά τάξη. Πολύ διαδεδομένο είναι το Geogebra για τη δημιουργία γραφημάτων, για συναρτήσεις, Γεωμετρία, Άλγεβρα, Λογισμό και Στατιστική. Επίσης, το The Geometer's Sketchpad, ένα ισχυρό εργαλείο για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας, της Άλγεβρας, της Τριγωνομετρίας και της Ανάλυσης, αξιοποιείται σε αρκετές περιπτώσεις. Το Cabri-Geometry II είναι ένα εργαλείο δυναμικής διαχείρισης γεωμετρικών σχημάτων και αλγεβρικών παραστάσεων κατάλληλο για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας της Άλγεβρας, της Ανάλυσης και των Φυσικών επιστημών. Υπάρχουν βέβαια και κάποια εμπορικά πακέτα όπως "Η πόλη των αριθμών", "Αριθμοί και πράξεις στην Παιχνιδοχώρα", "Οι αριθμοί χάθηκαν" και "Τα ταξίδια του Νο".

3. Εκπαιδευτικά παιχνίδια, σοβαρά παιχνίδια

Τα ψηφιακά παιχνίδια έχουν κατορθώσει να αποτελούν μία από τις βασικότερες επιλογές αξιοποίησης του ελεύθερου χρόνου πολλών ανθρώπων. Στα χαρακτηριστικά που συντελούν στην εξάπλωσή τους συγκαταλέγονται η πληθώρα τους και τα διαφορετικά τους είδη. Είναι δε τόσο διαδεδομένα που ο κύκλος εργασιών της βιομηχανίας των βιντεοπαιχνιδιών συγκρίνεται πλέον με αυτόν των κινηματογραφικών ταινιών (Μαρκούζης & Φεσάκης, 2014).

Η ευρεία διάδοση των παιχνιδιών δεν θα μπορούσε να αφήσει ανεπηρέαστο και τον τομέα της εκπαίδευσης, όπου πλέον καθιερώνεται η χρήση τους, ως αρωγών της μάθησης και της διδασκαλίας (Squire, 2003). Κατά συνέπεια, η χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ως εκπαιδευτικά μέσα, αποτελεί το αντικείμενο μελέτης ολοένα και περισσότερων ερευνητών. Η βιβλιογραφική έρευνα καταδεικνύει πως τα παιχνίδια μπορούν να υποστηρίξουν αποτελεσματικά τη διδασκαλία και τη μάθηση (ενδεικτικά, Groff, Howells & Cranmer, 2010). Για παράδειγμα, οι Ulicsak & Wright (2010) αναφέρουν πως τα παιχνίδια μπορούν να εφαρμοστούν με επιτυχία για την ανάπτυξη συνεργατικών ικανοτήτων, όπως η επίλυση προβλημάτων και η ομαδική εργασία, αλλά και για την ενίσχυση της ανάπτυξης ειδικών γνώσεων και ειδικών δεξιοτήτων. Οι McFarlane, Sparrowhawk & Heald (2002), σημειώνουν πως τα ηλεκτρονικά παιχνίδια περιπέτειας αποδεικνύονται ικανά να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν ικανότητες επίλυσης προβλημάτων. Η διδασκαλία επιστημονικών εννοιών, οι οποίες δύσκολα αναπαρίστανται οπτικά, κατά τους Mitchell και Savill-Smith (2004), είναι ένας τομέας που τα παιχνίδια βρίσκουν επιτυχημένη εφαρμογή.

Μία ιδιαίτερη κατηγορία εκπαιδευτικών παιχνιδιών είναι τα λεγόμενα "σοβαρά παιχνίδια". Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε πριν την εμφάνιση των βιντεοπαιχνιδιών από τον Clark Abt (1970) με έναν γενικό ορισμό που είναι έγκυρος ακόμη και σήμερα: "... Τα σοβαρά παιχνίδια μας ενδιαφέρουν με την έννοια πως αυτά τα παιχνίδια έχουν έναν ρητό και προσεκτικά διαμορφωμένο παιδαγωγικό σκοπό και δεν προορίζονται κυρίως για διασκέδαση".

Κάθε σοβαρό παιχνίδι έχει σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να επιτυγχάνει κάποιο συγκεκριμένο στόχο που κατά βάση επικεντρώνεται στην προαγωγή της μάθησης πάνω σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο. Στο σύνολό τους, τα σοβαρά παιχνίδια παρουσιάζουν κάποια

χαρακτηριστικά ιδιαίτερα χρήσιμα όπως (Γούλας και συν., 2012): (α) μεταφορά της μάθησης χωρίς ο παίκτης να το αντιλαμβάνεται, (β) δυνατότητα χρήσης σε κάθε σχολική τάξη ως εργαλείο εκπαίδευσης, (γ) βελτίωση της απόδοσης των μαθητών με την προσομοίωση ενοτήτων από διαφορετικές επιστήμες, (δ) βελτιωμένη αυτοσυγκράτηση, καλύτερη αναγνώριση και αντιμετώπιση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων, καλύτερη βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη μνήμη, καθώς και αυξημένες κοινωνικές δεξιότητες όπως η συνεργατικότητα, η διαλλακτικότητα και η λήψη αποφάσεων από κοινού, (ε) δημιουργία γνώσης από κοινού διαμέσου της συμμετοχής σε διαδικτυακές κοινότητες και (στ) ανάπτυξη του πληροφοριακού αλφαριθμητισμού.

Για να γίνει σωστή επιλογή του είδους του παιχνιδιού που θα χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό, θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη οι στόχοι που αυτό καλείται να εκπληρώσει, αλλά και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Οι Rollings και Adams (2003) αναφέρουν μία σειρά προκλήσεων τις οποίες θα πρέπει να θέτει το εκπαιδευτικό παιχνίδι που θα χρησιμοποιηθεί, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο έχει επιλεγεί. Ειδικότερα, για τον τομέα των Μαθηματικών, χρήσιμες είναι οι προκλήσεις: (α) λογικής και εξαγωγής λογικών συμπερασμάτων (Logic and Inference Challenges), που ελέγχουν τη δυνατότητα των παικτών να αφομοιώνουν πληροφορίες και να τις χρησιμοποιούν για να λαμβάνουν όσο το δυνατό καλύτερες αποφάσεις, (β) παράλληλων σκέψεων (Lateral-Thinking Challenges), που πρόκειται για επέκταση των προκλήσεων εξαγωγής συμπερασμάτων, αλλά ο χρήστης/παίκτης χρειάζεται να ανατρέξει στις πρότερες εμπειρίες και γνώσεις του και να τις συνδυάσει με νέους, μη αναμενόμενους τρόπους, ώστε να επιλέξει τις κατάλληλες ενέργειες, (γ) βασιζόμενες στην ευφυΐα (Intelligence-Based Challenges) και (δ) βασιζόμενες στις γνώσεις (Knowledge-Based Challenges).

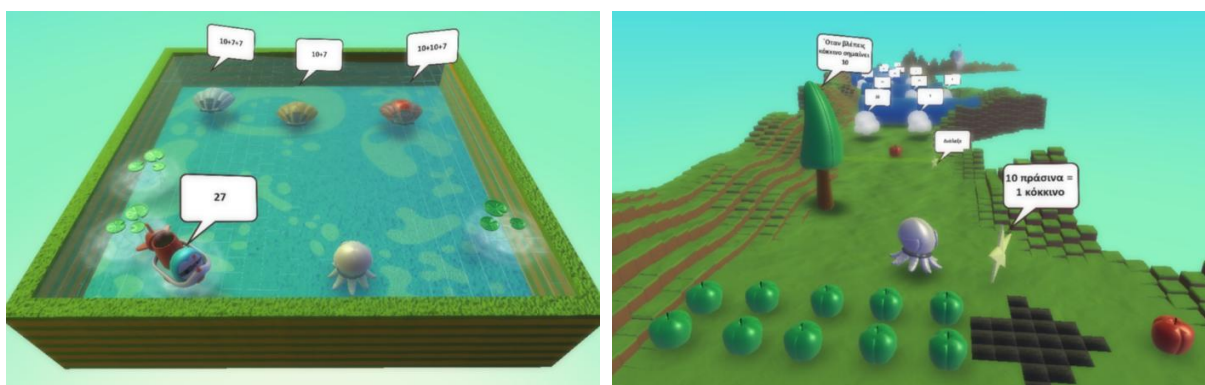
4. Μεθοδολογία υλοποίησης του πιλοτικού προγράμματος

Έχοντας ως βάση όσα αναφέρθηκαν στις προηγούμενες ενότητες, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία ενοτήτων των Μαθηματικών με τη χρήση ενός ψηφιακού παιχνιδιού σε μαθητές της Α΄ τάξης, γιατί όπως ήδη αναφέρθηκε πολλά παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα Μαθηματικά από πολύ μικρή ηλικία. Σε πρώτη φάση έπρεπε να καθοριστεί το περιεχόμενο αυτής της παρέμβασης. Έτσι, επιλέχθηκαν οι ενότητες "Οι αριθμοί μέχρι το 50", "Σύστημα αρίθμησης, μονάδες και δεκάδες" και "Οι αριθμοί μέχρι το 100". Παρότι δεν αποτελούν συνεχόμενες ενότητες στο βιβλίο του μαθητή, εντούτοις εννοιολογικά είναι συγγενικές. Κύριο περιεχόμενο και στόχος αυτών των ενοτήτων είναι οι μαθητές να αντιληφθούν τις έννοιες της μονάδας και της δεκάδας μεταχειριζόμενοι αρχικά αριθμούς μέχρι το 50 και μετά μέχρι το 100.

Για την κατασκευή του παιχνιδιού 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 τόσο απλή που είναι προσιτή ακόμα και σε μικρούς σε ηλικία και χωρίς γνώσεις προγραμματισμού χρήστες.

Το περιεχόμενο των τριών διδακτικών ενότητων, ακριβώς όπως ήταν στο σχολικό βιβλίο (περιλαμβανομένων και των ασκήσεων), μετασχηματίστηκε σε παιχνίδι που περιλάμβανε πολλές πίστες. Η μόνη διαφοροποίηση ήταν ότι χρησιμοποιήθηκαν τα διαθέσιμα αντικείμενα του Kodu και όχι τα αντικείμενα του βιβλίου, γιατί το Kodu έχει έναν περιορισμένο αριθμό διαθέσιμων αντικειμένων. Η φιλοσοφία που ακολουθήθηκε ήταν: (α) η κάθε πίστα να είναι απλή στο σχεδιασμό της, ώστε να μην αποπροσανατολιστούν τα παιδιά, (β) να έχει λίγα λόγια στις επεξηγήσεις, γιατί δεν έχουν αποκτήσει όλα τα παιδιά ευχέρεια στην ανάγνωση και (γ) στις περισσότερες περιπτώσεις να μην "τιμωρείται" το λάθος. Με αυτόν τον τρόπο, κατασκευάστηκαν συνολικά 36 πίστες (12 για κάθε ενότητα), που περιλάμβαναν αφόρμηση, ανάκληση προηγούμενης γνώσης, όπου ήταν απαραίτητο, προσφορά νέου γνωστικού αντικείμενου και εμπέδωση με ασκήσεις (Εικόνες 1-2). Το προς διδασκαλία αντικείμενο προσφερόταν ως μία μεγάλη πίστα, στην οποία ο χρήστης κινούταν γραμμικά. Δεν υπήρχε δηλαδή η δυνατότητα το παιδί να παρακάμψει εσκεμμένα ή άθελά του κάποιο σημείο. Αυτό έγινε για να εξασφαλιστεί ότι οι μαθητές θα "μελετούσαν" όλο το διδακτικό υλικό. Οι ασκήσεις εμπέδωσης είχαν τη μορφή mini-game και έπρεπε να ολοκληρωθεί με επιτυχία η άσκηση πριν ο μαθητής περάσει στην επόμενη.



Εικόνες 1-2: Στιγμιότυπα από το παιχνίδι

Η κάθε μία από τις τρεις ενότητες αποφασίστηκε να διδάσκεται σε δύο δίωρες διδακτικές παρεμβάσεις την εβδομάδα. Προβλέφθηκε επίσης ένα διδακτικό δίωρο πριν την έναρξη του προγράμματος για την εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον εργασίας (κατασκευάζοντας ένα μικρότερο παιχνίδι για αυτό το λόγο). Αυτό το δίωρο αποδείχθηκε αρκετό, γιατί οι μαθητές εξοικειώθηκαν πολύ γρήγορα και δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες.

Τα παιδιά αποφασίστηκε να δουλεύουν συνεργατικά, χωρισμένα σε ζευγάρια, χρησιμοποιώντας τους υπολογιστές του σχολικού εργαστηρίου. Με τον τρόπο αυτό, πέρα από τα οφέλη που έχει η συνεργατική μάθηση, θα μπορούσε να ξεπεραστεί το πρόβλημα του

περιορισμένου αριθμού των υπολογιστών που έχουν τα σχολικά εργαστήρια. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι οι μαθητές θα χρησιμοποιούσαν αποκλειστικά το παιχνίδι για να διδαχθούν τις ενότητες που ορίστηκαν. Ο εκπαιδευτικός αποφασίστηκε να έχει απλά βοηθητικό ρόλο και να επεμβαίνει μόνο στις περιπτώσεις που υπήρχε κάποιο τεχνικό πρόβλημα ή εάν και εφόσον παρουσιαζόταν κάποιο πρόβλημα σε κάποια ομάδα. Όσον αφορά την αξιολόγηση των παιδιών, αυτή θα προέκυπτε από τη βαθμολόγηση ατομικών φύλλων αξιολόγησης με ασκήσεις και προβλήματα που θα δίνονταν μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας της κάθε ενότητας. Επίσης, ένα φύλλο αξιολόγησης δόθηκε περίπου ένα μήνα μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος και περιλάμβανε ασκήσεις και προβλήματα από το σύνολο των ενοτήτων που διδάχθηκαν τα παιδιά (Post-test).

Για να υπάρξει η δυνατότητα ερμηνείας της σημασίας των μαθησιακών αποτελεσμάτων από τη χρήση του παιχνιδιού, αποφασίστηκε η σύγκρισή τους με τα αντίστοιχα αποτελέσματα διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων. Για το λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία τριών ομάδων μαθητών. Η μία ομάδα διδάχθηκε με τη μέθοδο που περιγράφηκε πιο πάνω. Μία άλλη ομάδα διδάχθηκε και πάλι τις ίδιες ενότητες, αλλά το διδακτικό υλικό προήλθε από την εκτύπωση των πιστών του παιχνιδιού. Στην ουσία, τα παιδιά έπαιζαν το ίδιο παιχνίδι όπως και η πρώτη ομάδα, αλλά στο χαρτί. Η εργασία των μαθητών έγινε σε ζευγάρια και ο εκπαιδευτικός δίδαξε αξιοποιώντας το εκτυπωμένο υλικό του παιχνιδιού. Η διάρκεια αυτής της παρέμβασης ήταν επίσης τρεις εβδομάδες (6 δίωρες συνεδρίες), αλλά δεν υπήρχε η ανάγκη τα παιδιά να εξοικειωθούν με κάποιο πρόγραμμα. Τέλος, μία τρίτη ομάδα αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα αυτή διδάχθηκε τις ίδιες ενότητες, από τον εκπαιδευτικό της τάξης, καθαρά συμβατικά και κάνοντας χρήση του σχολικού βιβλίου. Η διάρκεια αυτής της παρέμβασης ήταν και πάλι τρεις εβδομάδες.

Με το παραπάνω μεθοδολογικό σχήμα, οι τρεις ομάδες, που αποτελούνταν από συνολικά 60 μαθητές τριών τμημάτων της Α' τάξης του ίδιου σχολείου, εκτέλεσαν τις ίδιες δραστηριότητες και αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο. Η μόνη διαφορά που είχαν ήταν ο τρόπος προσφοράς του διδακτικού αντικειμένου. Το πιλοτικό πρόγραμμα διήρκησε από τις 23/11 έως τις 18/12/2015 και υλοποιήθηκε σε δημοτικό σχολείο της Κω.

Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων με τη χρήση του παιχνιδιού και μέσω της συμμετοχικής παρατήρησης, ένας ερευνητής κατέγραφε διάφορα στοιχεία που αφορούσαν τεχνικά προβλήματα, την αλληλεπίδραση των παιδιών με την εφαρμογή, τις αντιδράσεις τους, τη συνεργασία στις ομάδες, τι τους δυσκόλευε, τι τους ενθουσίαζε, πότε και για ποιον λόγο ζητούσαν βοήθεια. Επίσης, και στις τρεις ομάδες δόθηκε ένα πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο για την καταγραφή της σχέσης των παιδιών με την τεχνολογία (χρήση υπολογιστή, τρόπος χρήσης, κτλ.). Τέλος, στην ομάδα που χρησιμοποίησε το παιχνίδι, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο μετά το πέρας των μαθημάτων, για την καταγραφή των εντυπώσεών τους από αυτό.

5. Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, συνολικά 60 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε 3 ομάδες των 20 (ομάδα 0 = συμβατική διδασκαλία, ομάδα 1 = διδασκαλία με έντυπο παιχνίδι, ομάδα 2 = διδασκαλία με το ψηφιακό παιχνίδι). Η κατανομή αγοριών-κοριτσιών και στις 3 ομάδες ήταν περίπου ίση. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης που δόθηκαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων (περιλαμβανομένου και του Post-test), αυτά βαθμολογήθηκαν με βάση τις σωστές απαντήσεις. 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 (N = 20)		Ομάδα 1 (N = 20)		Ομάδα 2 (N = 20)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Φύλλο αξιολόγησης 1	11.59	2.14	13.98	3.75	14.94	2.15
Φύλλο αξιολόγησης 2	10.12	2.85	16.51	4.11	20.52	4.02
Φύλλο αξιολόγησης 3	11.87	2.92	11.58	3.87	15.52	4.16
Post-test	10.95	3.15	12.84	3.89	16.12	3.02

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: (α) όλες οι ομάδες σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων ($N = 20$), (β) στις βαθμολογίες όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers), (γ) τα δεδομένα σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης εκτός του 1ου, είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p > .05$) και (ε) η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε στο 1ο φύλλο αξιολόγησης, όπως εκτιμήθηκε από το test Levene ($p > .05$) (Πίνακας 2).

Εφόσον στο 1ο φύλλο αξιολόγησης υπήρξε τόσο παραβίαση της κανονικότητας των δεδομένων όσο και παραβίαση της ομοσκεδαστικής κατανομής, αποφασίστηκε να διεξαχθεί το Kruskal-Wallis H test, που είναι μη-παραμετρικό τεστ. Παρόλο που το τεστ αυτό δεν προϋποθέτει κανονική κατανομή δεδομένων, εντούτοις προϋποθέτει ότι τα δεδομένα στις ομάδες ακολουθούν παρόμοιου σχήματος κατανομές (Corder & Foreman, 2009), όπως και στην προκειμένη περίπτωση. Στα υπόλοιπα φύλλα αξιολόγησης διεξήχθη κανονικά η ανάλυση διασποράς μίας κατεύθυνσης.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου ομοιογένειας διακύμανσης (τεστ Levene)

	Τεστ Levene	βε1	βε2	Σημαντικότητα
Φύλλο αξιολόγησης 1	4.651	2	57	.009*
Φύλλο αξιολόγησης 2	.887	2	57	.457
Φύλλο αξιολόγησης 3	1.017	2	57	.368
Post-test	2.325	2	57	.251

Σημείωση: * = Μη ομοσκεδαστική κατανομή, βε = βαθμοί ελευθερίας

Από τις αναλύσεις φάνηκε ότι: (α) στο Φύλλο αξιολόγησης 1, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$H(2) = 11.845, p = .004$], (β) στο Φύλλο αξιολόγησης 2, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 38.26, p < .001$], (γ) στο Φύλλο αξιολόγησης 3, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 9.17, p = .008$] και (δ) στο Post-test, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 57) = 21.51, p < .001$].

Post hoc συγκρίσεις, χρησιμοποιώντας το Tukey HSD test (όπου δεν παραβιάστηκε η ομοσκεδαστικότητα) και το Kruskal-Wallis H test στην περίπτωση του 1ου Φύλλου αξιολόγησης, διεξήχθησαν σε όλα τα πιθανά ζεύγη του κάθε φύλλου αξιολόγησης, έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων των μαθητών. Διαπιστώθηκε ότι: (α) στο Φύλλο αξιολόγησης 1 υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο μεταξύ της ομάδας 0 και 2 ($p = .004$), (β) στο Φύλλο αξιολόγησης 2 η ομάδα 0 ($M = 10.12, SD = 2.85$) είχε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο από την ομάδα 1 ($M = 16.51, SD = 4.11, p < .001$), όσο και από την ομάδα 2 ($M = 20.52, SD = 4.02, p < .001$). Επίσης, οι ομάδες 1 και 2 είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = .019$), (γ) στο Φύλλο αξιολόγησης 3 η ομάδα 0 ($M = 11.87, SD = 2.92$) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα 1 ($M = 11.58, SD = 3.87, p = .859$), αλλά είχε από την ομάδα 2 ($M = 15.52, SD = 4.16, p = .009$). Επίσης, ομάδες 1 και 2 είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = .018$) και (δ) στο Post-test η ομάδα 0 ($M = 10.95, SD = 3.15$) είχε στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο με την ομάδα 1 ($M = 12.84, SD = 3.89, p = .009$), όσο και με την ομάδα 2 ($M = 16.12, SD = 3.02, p < .001$). Επίσης, οι ομάδες 1 και 2 είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = .027$).

Στο σύνολό τους, αυτά τα αποτελέσματα προτείνουν ότι: (α) στο Φύλλο αξιολόγησης 1, τα καλύτερα αποτελέσματα τα πέτυχε η ομάδα 2. Παρόλα αυτά, η διαφορά της σε σχέση με την ομάδα 1 δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Στατιστικά σημαντική ήταν μόνο η διαφορά της με την ομάδα 0. Επίσης, η ομάδα 1 δεν διέφερε στατιστικά από την ομάδα 0, (β) στο Φύλλο αξιολόγησης 2, τα καλύτερα αποτελέσματα (στατιστικά σημαντικά) τα πέτυχε η ομάδα 2, ακολουθούμενη από την ομάδα 1. Τα χειρότερα αποτελέσματα τα είχε η ομάδα 0, (γ) στο Φύλλο αξιολόγησης 3, τα καλύτερα αποτελέσματα (στατιστικά σημαντικά) τα πέτυχε η ομάδα 2, ενώ οι ομάδες 0 και 1 είχαν μεταξύ τους τα ίδια αποτελέσματα και (δ) στο Post test,

οι ομάδες 0 και 1 είχαν μεταξύ τους τα ίδια αποτελέσματα και ξεπεράστηκαν (και οι δύο) από την ομάδα 2.

Φαίνεται λοιπόν ότι οι μαθητές που διδάχθηκαν με τη χρήση της εφαρμογής, είχαν στατιστικώς σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα σε 2 από τα 3 φύλλα αξιολόγησης, ενώ στο τρίτο τα αποτελέσματά τους ήταν στατιστικώς το ίδιο καλά, όπως και των άλλων ομάδων. Σε καμία περίπτωση δεν είχαν χειρότερα αποτελέσματα. Επίσης, πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι στο Post test οι επιδόσεις των μαθητών που διδάχθηκαν με τη χρήση της εφαρμογής, ξεπέρασαν αυτές των άλλων ομάδων. Συνεπώς, επαληθεύεται η ερευνητική υπόθεση της παρούσας εργασίας, ότι η χρήση ενός τρισδιάστατου παιχνιδιού στη διδασκαλία των Μαθηματικών της Α΄ τάξης επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα από τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.

Τα αποτελέσματα από το πρώτο πολύ σύντομο ερωτηματολόγιο σχετικά με την επαφή των μαθητών με την τεχνολογία, το οποίο χορηγήθηκε και στις τρεις ομάδες, ήταν τα εξής: (α) το σύνολο των μαθητών, εκτός από 6, χρησιμοποιούν τον υπολογιστή που υπάρχει στο σπίτι τους. Επίσης, το σύνολο των μαθητών, εκτός από 8, χρησιμοποιούν και tablet, (β) η χρήση του υπολογιστή δυσκολεύει πολύ μόνο 4 μαθητές. Καθόλου δήλωσαν 43, (γ) παιχνίδια στον υπολογιστή παίζουν οι 35 (πολύ και πάρα πολύ). Καθόλου δήλωσαν οι 12 και (δ) το Διαδίκτυο δεν το χρησιμοποιούν 9 μαθητές. Αντίθετα, 44 το χρησιμοποιούν πολύ ή πάρα πολύ.

Από τα αποτελέσματα του δεύτερου ερωτηματολογίου που χορηγήθηκε μόνο στην ομάδα 2, προκύπτουν τα εξής: (α) το παιχνίδι άρεσε στο σύνολο των παιδιών από πολύ έως πάρα πολύ. Στοιχεία που άρεσαν από πολύ έως πάρα πολύ ήταν η μουσική ($N = 18$), τα επίπεδα του παιχνιδιού ($N = 17$) και οι ήρωες ($N = 17$), (β) η εργασία σε ζευγάρια άρεσε πολύ ($N = 16$), (γ) το ότι έκαναν Μαθηματικά παίζοντας άρεσε πολύ στο σύνολο των μαθητών, οι οποίοι θα ήθελαν να ξανακάνουν το μάθημα με αυτό τον τρόπο ($N = 19$), προτιμώντας το σε σχέση με το βιβλίο ($N = 18$), αναφέροντας μάλιστα ότι το βιβλίο δεν τους αρέσει καθόλου ($N = 14$) και (δ) στη χρήση δυσκολεύτηκε μόνο ένας μαθητής, ενώ η μεγάλη πλειοψηφία καθόλου ($N = 17$).

Οι κυριότερες παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια υλοποίησης του προγράμματος, συνοψίζονται ως εξής: (α) από το πρώτο μάθημα, τα παιδιά έδειξαν εξοικείωση με το παιχνίδι. Ο χειρισμός χρειάστηκε να επιδειχθεί μία φορά. Το μόνο που τους φάνηκε καινούργιο ήταν ο χειρισμός με τη ροδέλα του ποντικιού που σε κάποιες πίστες τους επέτρεπε να ζουμάρουν και το αντίθετο, έτσι ώστε να διαλέγουν το σημείο θέασης που τους βολεύει, (β) υπήρχε χαρά και ενθουσιασμός, όταν ολοκλήρωναν μία πίστα και μετά περίμεναν να ολοκληρώσουν και οι υπόλοιποι. Από το δεύτερο μάθημα, τα παιδιά απέκτησαν την ευχέρεια να φορτώνουν προηγούμενες πίστες και όταν τελείωναν πιο γρήγορα κάποιοι ζητούσαν να τις επαναλάβουν, (γ) κάποια μικρά προβλήματα συνεργασίας σε δύο ζευγάρια λύθηκαν είτε με συζήτηση, είτε με αλλαγή ομάδας στη μία περίπτωση όπου η μία μαθήτρια έχει διάσπαση προσοχής, οπότε πήγε με ένα πιο καθοδηγητικό και υπομονετικό μαθητή στα επόμενα μαθήματα. Οι υπόλοιπες ομάδες συνεργάστηκαν πολύ καλά, (δ) τα παιδιά έδειχναν τον ενθουσιασμό τους κάθε φορά

που έβλεπαν κάποια καινούργια συμπεριφορά στο παιχνίδι, ακόμα και με απλά πράγματα, με κάποιο οπτικό ή ηχητικό εφέ, όταν απαντούσαν σωστά. Ρωτούσαν, από την πρώτη ώρα, πότε θα πάνε στο εργαστήριο για να κάνουν μάθημα, (ε) η διάρκεια του κάθε μαθήματος ήταν αυτή που είχε προβλεφθεί και (στ) η ομάδα που δούλεψε με το έντυπο παιχνίδι, το διδακτικό υλικό προκάλεσε ενδιαφέρον στα παιδιά. Στην ομάδα αυτή υπήρξε επίσης καλή συνεργασία μεταξύ των μαθητών.

6. Συζήτηση

Στην εισαγωγή διατυπώθηκε η ερευνητική υπόθεση ότι η χρήση ενός τρισδιάστατου σοβαρού παιχνιδιού στη διδασκαλία των Μαθηματικών της Α΄ τάξης επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Το συγκεκριμένο διδακτικό αντικείμενο επιλέχθηκε λόγω των δυσκολιών που έχουν οι μαθητές (Κολέζα, 2006). Η κατασκευή του παιχνιδιού στηρίχθηκε στο γεγονός ότι τα Μαθηματικά, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Mayo, 2009), είναι ένα από τα αντικείμενα όπου η μάθηση μπορεί να προωθηθεί ιδιαίτερα μέσα από τα ψηφιακά παιχνίδια. Για να ελεγχθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα, χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικοί τρόποι διδασκαλίας.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης τα πήγε καλύτερα η ομάδα που χρησιμοποίησε το ψηφιακό παιχνίδι, παρότι σε μία περίπτωση δεν ήταν στατιστικά σημαντική η διαφορά από την ομάδα που διδάχθηκε με τη χρήση του έντυπου παιχνιδιού. Σε όλες τις περιπτώσεις όμως, ξεπέρασε την ομάδα που διδάχθηκε συμβατικά. Επίσης, σημαντικό στοιχείο είναι το γεγονός ότι στο Post-test, το οποίο μοιράστηκε μεταγενέστερα, τα αποτελέσματα της ομάδας που χρησιμοποίησε το ψηφιακό παιχνίδι ήταν στατιστικά καλύτερα και από τις δύο άλλες ομάδες. Από τα αποτελέσματα μπορεί να εξαχθεί, με αρκετή ασφάλεια, το συμπέρασμα ότι η διδασκαλία με τη χρήση του ψηφιακού παιχνιδιού είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με πιο συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Η διαπίστωση πως τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να επιφέρουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, συναντάται και σε άλλες έρευνες (ενδεικτικά, Brom, Preuss & Klement, 2011). Σε αυτό συμφωνούν οι Ulicsak και Wright (2010), αναφέροντας ότι η ανάπτυξη των σοβαρών παιχνιδιών μπορεί να βοηθήσει στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων του δημοτικού σχολείου.

Στην επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων, φαίνεται να συντέλεσε ο παιγνιώδης/διασκεδαστικός χαρακτήρας της διδασκαλίας, ο οποίος έδωσε περισσότερα κίνητρα για μάθηση σε σχέση με τις άλλες μεθόδους. Κάτι τέτοιο διακρίνεται και από το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων και από τις παρατηρήσεις κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Επικρατούσε ένα κλίμα ενθουσιασμού, με τους μαθητές να διασκεδάζουν ιδιαίτερα και να είναι πολύ ευχαριστημένοι με τη συγκεκριμένη μορφή μαθήματος. Το ευχάριστο κλίμα κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης με ψηφιακά παιχνίδια υπογραμμίζεται και από τους Kebritchi, Hirumi & Bai (2010). Αξιοσημείωτη είναι και η ανυπομονησία των μαθητών να ξανακάνουν ένα παρόμοιο μάθημα, καθώς ρωτούσαν διαρκώς πότε θα επαναληφθεί. Παρατηρήθηκε,

δηλαδή και αύξηση των κινήτρων μάθησης. Κάτι τέτοιο συμφωνεί και με τους Prensky και Prensky (2007), οι οποίοι αναφέρουν ότι η αλληλεπιδραστική μορφή μάθησης που πραγματοποιείται με τον συνδυασμό ψηφιακών παιχνιδιών και διδασκαλίας, κινητοποιεί έντονα τους μαθητές. Οι Annetta, Minogue, Holmes & Cheng (2009) σημειώνουν μάλιστα πως τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να αυξήσουν τα μαθησιακά κίνητρα ακόμα και σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Οι ομάδες που δεν είχαν στη διδασκαλία τους το ψηφιακό παιχνίδι, έδειξαν λιγότερο ενδιαφέρον, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν οδηγήθηκαν σε κάποια επιθυμητά αποτελέσματα.

Η σχέση που έχουν τα παιδιά με την τεχνολογία και στις τρεις ομάδες φαίνεται πολύ μεγάλη. Η συντριπτική πλειοψηφία χρησιμοποιεί τον υπολογιστή στο σπίτι ή και τα tablets. Παραπάνω από τα μισά παιδιά παίζουν -σε μεγάλο βαθμό- ηλεκτρονικά παιχνίδια και ελάχιστα δηλώνουν πως τα δυσκολεύει ο υπολογιστής. Αρκετά είναι τα παιδιά που ασχολούνται με το Διαδίκτυο. Έτσι, μπορεί να υποστηριχθεί ότι η χρήση υπολογιστών είναι συμβατή με τις εμπειρίες και τις δεξιότητές τους. Είναι λοιπόν λογικό το ότι δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα με την εξοικείωση των παιδιών με το παιχνίδι, ο χρόνος εξοικείωσης ήταν ελάχιστος και τα ίδια δήλωσαν ότι δεν τους δυσκόλεψε καθόλου η χρήση του.

Η συνεργασία στο παιχνίδι λειτούργησε σχεδόν άψογα. Οι πιο ικανοί καθοδηγούσαν και περίμεναν υπομονετικά τους πιο αδύναμους. Τα ζευγάρια μαθητών ανά υπολογιστή ασχολήθηκαν με τις δραστηριότητες και τις ολοκλήρωσαν χωρίς να επιδιώξουν άσχετες με το μάθημα συνομιλίες. Η άμιλλα και η συνεργασία είναι κατά τον Gee (2008) στοιχεία τα οποία καλλιεργούνται μέσα από συναφείς μαθησιακές διαδικασίες. Παρομοίως, η διδασκαλία με σοβαρά παιχνίδια, φαίνεται πως εμπλέκει ενεργά τους μαθητές μέσω του πειραματισμού, της συνεργασίας και του ανταγωνισμού (Westera, Nadolski, Hummel & Wopereis, 2008). Σε ζευγάρια μαθητών εργάστηκαν και οι μαθητές της ομάδας 1. Και εδώ η συνεργασία κρίθηκε ομαλή χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Επιπλέον, στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, η πλειοψηφία των μαθητών απάντησε πως τους άρεσαν τα διάφορα στοιχεία του παιχνιδιού (μουσική, πίστες, αντικείμενα) και ότι το προτιμούν από το βιβλίο. Επίσης, θα ήθελαν να ξανακάνουν παρόμοιο μάθημα στα Μαθηματικά, αλλά και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα. Η αντίληψη των μαθητών πως τα ψηφιακά εργαλεία μάθησης είναι πιο ελκυστικά από τα παραδοσιακά, απαντάται και σε άλλες έρευνες (ενδεικτικά, Papastergiou, 2009) και είναι μία ισχυρή ένδειξη για το πόσο ευπρόσδεκτος είναι ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας από τα παιδιά. Το παιχνίδι που κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα, συνέβαλε στη δημιουργία των παραπάνω θετικών εντυπώσεων. Τα γραφικά του και ο καρτουνίστικος χαρακτήρας του φαίνεται ότι ήταν ελκυστικός στα παιδιά. Οι Parsons και Haden (2007), θεωρούν το Kodu ένα εργαλείο με εύχρηστο και με εντυπωσιακά -για τους μαθητές- γραφικά, γεγονός που το καθιστά ελκυστικό από παιδιά μικρότερης ηλικίας.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα της χρήσης ενός ψηφιακού παιχνιδιού στη διδασκαλία των Μαθηματικών στην Α΄ τάξη. Βρέθηκε ότι κάτι τέτοιο έχει αρκετά πλεονεκτήματα: αφύπνιση του ενδιαφέροντος των μαθητών, αύξηση των κινήτρων μάθησης, κατανόηση των εννοιών σε ικανοποιητικότερο βαθμό σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία και προαγωγή του συνεργατικού κλίματος. Εξαιτίας των θετικών αποτελεσμάτων του πιλοτικού προγράμματος, συμπεραίνεται πως είναι ένα θέμα που αξίζει περαιτέρω διερεύνησης. Εάν ληφθεί υπόψη ότι υπάρχει έλλειψη ερευνών γύρω από το θέμα, η αναγκαιότητα για κάτι τέτοιο είναι δεδομένη.

Παρότι τα αποτελέσματα κρίνονται θετικά, υπάρχουν ορισμένοι ερευνητικοί περιορισμοί που πρέπει να αναφερθούν. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 60 μαθητές από τρία τμήματα της Α΄ τάξης στην Κω. Το περιορισμένο δείγμα, τόσο αριθμητικά όσο και γεωγραφικά, αν και επαρκές για στατιστική ανάλυση, δυσχεραίνει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων. Η διδασκαλία περιορίστηκε σε λίγες σχετικά έννοιες. Η διδασκαλία περισσότερων εννοιών θα επέτρεπε την κατανόηση του εξεταζόμενου προβλήματος σε μεγαλύτερο βάθος. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε έθεσε έναν ακόμη περιορισμό. Δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο μέσο για την αποτύπωση των παρατηρήσεων, κάτι που θα επέτρεπε την ακριβέστερη και λεπτομερέστερη καταγραφή και, κατ' επέκταση, καλύτερη ανάλυσή τους. Τέλος, όπως σε κάθε έρευνα, οι συμμετέχοντες, και στη συγκεκριμένη περίπτωση οι μαθητές, μπορεί να μην ήταν απόλυτα ειλικρινείς στις απαντήσεις τους σχετικά με τις εντυπώσεις τους από τη χρήση του παιχνιδιού, συγχέοντας τη διεξαγωγή της έρευνας με κάποια μορφή αξιολόγησης.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να κατασκευάσουν και να χρησιμοποιήσουν ψηφιακά παιχνίδια που να καλύπτουν μεγαλύτερο τμήμα της ύλης των Μαθηματικών της Α΄ ή και άλλων τάξεων. Κάτι τέτοιο είναι υλοποιήσιμο, αν όχι σε όλες, σίγουρα σε περισσότερες διδακτικές ενότητες. Έτσι, θα υπάρχει μεγαλύτερο εύρος αποτελεσμάτων, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά. Επίσης, θα μπορούσαν να περιληφθούν μεγαλύτερα δείγματα μαθητών και από διαφορετικές περιοχές. Τέλος, μελλοντικές εργασίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν πιο συστηματικά ποιοτικά ερευνητικά εργαλεία, όπως συνεντεύξεις.

Εν κατακλείδι, η ανάγκη για προσαρμογή της διδασκαλίας στα νέα δεδομένα και απαγκίστρωσής της από συμβατικές προσεγγίσεις, είναι πλέον αδιαμφισβήτητη. Η εναρμόνισή της με τις νέες τάσεις, όπως η μάθηση μέσω των ΤΠΕ πρέπει να αντιμετωπιστεί ως φυσική εξέλιξη. Λαμβάνοντας υπόψη όλους τους περιορισμούς και συμπερασματικά, η ερευνητική ομάδα είναι πεπεισμένη ότι τα ψηφιακά παιχνίδια δίνουν ικανοποιητικά και ενδιαφέροντα μαθησιακά αποτελέσματα. Προς την κατεύθυνση της περαιτέρω διερεύνησης του θέματος, ήδη σχεδιάζεται ένα εκτενέστερο πρόγραμμα παρεμβάσεων, από το οποίο προσδοκούμε να αποκτήσουμε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών παιχνιδιών στη διδασκαλία των Μαθηματικών.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Abt, C. C. (1970). *Serious games*. Viking Press.
- Annetta, L.A., Minogue, J., Holmes, S.Y. & Cheng, M.T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers & Education* 53, 74–85.
- 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.
- Corder, G.W. & Foreman, D.I. (2009). *Nonparametric statistics for non-statisticians: A step-by-step approach*. John Wiley & Sons.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Gee, J. P. (2008). Learning and games. *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games, and Learning*, 3, 21-40.
- Groff, J., Howells, C., & Cranmer, S. (2010). *The impact of console games in the classroom: Evidence from schools in Scotland*. Futurelab.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & Education*, 55(2), 427-443.
- Mayo, M. J. (2009). Video games: A route to large-scale STEM education? *Science*, 323(5910), 79-82.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the Educational Use of Games*. TEEM (Teachers evaluating educational multimedia), Cambridge.
- Meleisea, E. L. L. I. E. (2007). *The UNESCO ICT in education programme*. Bangkok: UNESCO.
- Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2004). *The Use of Computer and Video Games for Learning: A Review of the Literature*. Learning and Skills Development Agency.
- 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.
- Parsons, D. & Haden, P. (2007). Programming osmosis: knowledge transfer from imperative to visual programming environments. In S., Mann & N., Bridgeman (Eds.) *Proceedings of the 20th Annual Conference of the National Advisory Committee on Computing Qualifications* (pp. 209–215). Hamilton, New Zealand.
- Prensky, M., & Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning* (Vol. 1). St. Paul, MN: Paragon house.
- Rollings, A., & Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*. New Riders.

- Ulicsak, M. (2010). *Games in education: serious games: A Futurelab literature review*. FutureLab.
- Ulicsak, M., & Wright, M. (2010). *Games in education: Serious games*. FutureLab.
- Westera, W., Nadolski, R. J., Hummel, H. G., & Wopereis, I. G. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 420-432.
- Αλαχιώτης, Σ. (2008). *Για ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα*. Ανακτήθηκε από <http://www.fa3.gr/arthra/21-%20Diathematiko-alaxiotis.htm>
- Αναπολιτάνος, Δ. (1985). *Εισαγωγή στη φιλοσοφία των μαθηματικών*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Βιδάκη, Ε. (2002). Διαθεματική-ολική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση με τη βοήθεια των Νέων Τεχνολογιών: Μια κριτική εκπαιδευτική έρευνα δράσης. Στο Α. Δημητρακοπούλου (Επ.), *Πρακτικά του 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Γούλας, Σ., Γκολτμάνη, Α., Γεροκόστα, Α., Γιαννακέ, Α., Δελόγκου, Μ., Καραγιάννη, Μ., Τσόκανος, Γ. (2012). *Εργαλεία Web 2.0 για την εκπαίδευση*. Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Δημητρακοπούλου, Α. (2002). Διαστάσεις διδακτικής διαχείρισης των εκπαιδευτικών εφαρμογών των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας: Προς μια ολοκληρωμένη αξιοποίησή τους στην Εκπαίδευση. Στο Χ. Κυνηγός & Ε. Δημαράκη (Επιμ.) *Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα: Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Σύγχρονης για τη Μετεξέλιξη της Εκπαιδευτικής πρακτικής* (σσ. 57-81). Αθήνα: Εκδόσεις Καστανιώτη.
- Κολέζα, Ε. (2006). *Μαθηματικά και σχολικά μαθηματικά, επιστημολογική και κοινωνιολογική προσέγγιση της μαθηματικής εκπαίδευσης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- καπόλη, χ. (2007). *συμβουλευτικοί ορίζοντες για το Σχολικό Προσανατολισμό*. Αθήνα: Πάντειο Πανεπιστήμιο.
- Καραγεώργος, Δ. (2003). *Το πρόβλημα και η επίλυσή του*. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλας.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, μέρος II, σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Λυκοσκούφη, Ε. (2005). *Διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη βοήθεια υπολογιστή μέσα από μία διαθεματική-δομητιστική προσέγγιση*. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.
- Μαρκούζης, Γ. & Φεσάκης, Γ. (2014). Ανασκόπηση εκπαιδευτικών ερευνών για σοβαρά παιχνίδια στην τυπική εκπαίδευση. *Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή - Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*. Ρέθυμνο: Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Ματσαγγούρας, Η. (2004), *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

- Μπαρκατσάς, Α. (2003). *Σύγχρονες διδακτικές και μεθοδολογικές προσεγγίσεις στα μαθηματικά του 21ου αιώνα*. Χαλκίδα: Κωστόγιαννος.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου (2010). *Αναλυτικό πρόγραμμα μαθηματικών*. Ανακτήθηκε από http://www.pi.ac.cy/nar/files/mathimatika/dim/math_dim_odigoi_nar/ektenes_programma_mathimatika.pdf
- Παναγιωτακόπουλος, Χ., Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας, Π. (2003). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγησή του*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Υπουργείο Παιδείας, Διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων-ΥΠΔΒΜΘ (2003). *Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών*. Ανακτήθηκε από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>