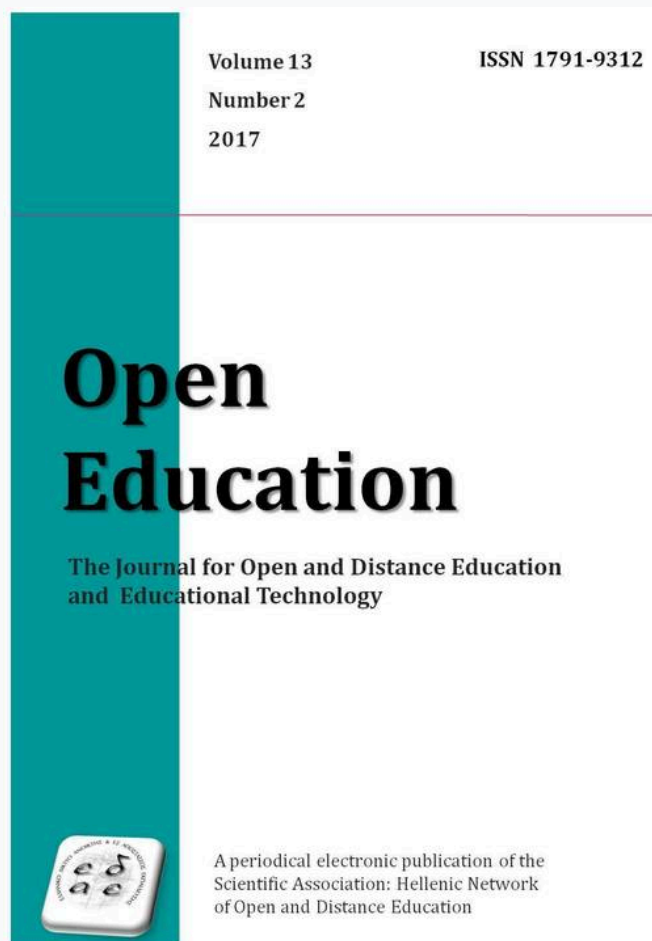


Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία

Τόμ. 13, Αρ. 2 (2017)



Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια, μαθηματικά και μαθητές του δημοτικού. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα

Εμμανουήλ Φωκίδης, Γεώργιος Παχίδης

doi: [10.12681/jode.14061](https://doi.org/10.12681/jode.14061)

Βιβλιογραφική αναφορά:

**Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια, μαθηματικά και μαθητές του δημοτικού.
Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα**

**Digital educational games, mathematics, and primary school students.
Results of a pilot project**

Εμμανουήλ Φωκίδης
Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Λέκτορας
fokides@aegean.gr

Γεώργιος Παχίδης
Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Εκπαιδευτικός
premmt15032@rhodes.aegean.gr

Abstract

The study presents the results of a pilot project in which digital games were used for teaching units from the mathematics' course to fourth-grade primary school students. In general, Mathematics is not an easy teaching subject; students do face quite a lot of problems. On the other hand, digital games are highly compatible to students' mentality and skills. Indeed, the relevant literature suggests multiple benefits for students when using digital games for teaching a wide range of learning subjects, Mathematics included. By exploring and experimenting in the game students can discover useful mathematical relations and strategies, and learn new concepts and rules. The development of mathematics-related skills, problem-solving skills, understanding of abstract mathematical concepts, increase in students' motivation as well as their interest in the subject matter of Mathematics, and the improvement of communication and collaboration between students and teachers were also reported. On the other hand, the educational potential of digital games with regard to Mathematics is still understudied. Having that in mind, a pilot project was designed and implemented having as a target group fourth-grade primary school students (ages 9-10). The units that were selected were related to decimal and compound numbers. The teaching method was based on constructivism and specifically on Driver- Oldham's teaching model. The games were developed by the class's teacher using Microsoft's Kodu Game Lab. The learning outcomes were compared to two other groups of students. In the first, students worked in groups, while in the second, the teaching was conventional. A total of 63 students participated in the study and the project lasted for four two-hour sessions (for each group of students). The main research question was whether the use of digital games for teaching the previously mentioned subjects yields better learning outcomes compared to other more conventional teaching methods. The attitude of students towards the digital games, as well as the time needed for their development, were also examined. Research data were collected using questionnaires and evaluation sheets. Results indicated that the students in the games group outperformed, in most cases, the students that were taught conventionally, but not

the students who worked in groups. The views of students for the games was highly positive and no problems were reported. Also, the time needed for the development of the games raised questions whether an amateur (as was the teacher who developed the games) can cope with such a task. Although the results are in agreement with previous studies that indicated that conventional teaching is not an effective method, they also emphasize the need to further investigate the use of digital games. It is also suggested that the integration of educational games for teaching mathematics in primary school can be considered. For that matter, software engineers have to develop easier-to-use tools for the development of games. More importantly, there is the need to change the educational system by providing support to teachers that want to use innovative methods during their teaching.

Keywords

digital educational games, Kodu, mathematics, primary school students

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα πιλοτικού προγράμματος για τη διδασκαλία εννοιών του μαθήματος των Μαθηματικών σε μαθητές της Δ' τάξης του δημοτικού με τη χρήση ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Τα παιχνίδια κατασκευάστηκαν από τον εκπαιδευτικό της τάξης χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα κατασκευής τρισδιάστατων παιχνιδιών Kodu Game Lab της Microsoft. Για να είναι δυνατή η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, συγκροτήθηκαν δύο επιπλέον ερευνητικές ομάδες. Στην πρώτη οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά, ενώ στη δεύτερη η διδασκαλία έγινε καθαρά συμβατικά. Ερευνητικά δεδομένα συλλέχθηκαν με ερωτηματολόγια και φύλλα αξιολόγησης. Από την ανάλυσή τους προκύπτει ότι η ομάδα των μαθητών που χρησιμοποίησε τα παιχνίδια ξεπέρασε, στις περισσότερες περιπτώσεις, την ομάδα που διδάχθηκε συμβατικά, αλλά όχι την ομάδα όπου οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά. Οι απόψεις των μαθητών για τα παιχνίδια ήταν ιδιαίτερα θετικές. Τα αποτελέσματα οδηγούν στην ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης του θέματος, εξετάζοντας παράλληλα, τη δυνατότητα ένταξης των εκπαιδευτικών παιχνιδιών για τη διδασκαλία των μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο.

Λέξεις-κλειδιά

ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια, μαθηματικά, μαθητές δημοτικού, Kodu

1. Εισαγωγή

Στις νεαρές και μικρές ηλικίες, φαίνεται να υπάρχει μία σχεδόν "έμφυτη" σχέση με την τεχνολογία σε τέτοιο βαθμό που ο Prensky (2001a) αναφέρεται σε ψηφιακούς αυτόχθονες (digital natives), καθώς οι νέοι χειρίζονται και αξιοποιούν τα ψηφιακά μέσα και εργαλεία με εξαιρετική άνεση. Αυτή η πραγματικότητα δεν άφησε ανέπαφο τον τρόπο ψυχαγωγίας της νέας γενιάς, καθώς η πλειοψηφία της φαίνεται να διοχετεύει ένα αξιόλογο μέρος του χρόνου της παίζοντας ηλεκτρονικά παιχνίδια. Ακόμα και τα πολύ μικρά παιδιά χρησιμοποιούν τα βιντεοπαιχνίδια ως βασικό μέσο ψυχαγωγίας τους (Barlett, Anderson, & Swing, 2009; Zhang, Liu, Wang, & Piao, 2010), καθώς η

κινητήριος δύναμη που τα ωθεί είναι η διασκέδαση που τους προσφέρουν και το ευχάριστο ψηφιακό περιβάλλον.

Ερχόμενοι στην εκπαίδευση και ειδικότερα στο δημοτικό σχολείο, διαπιστώνεται ότι τα μαθηματικά αποτελούν ένα διδακτικό αντικείμενο με κυρίαρχη θέση στο σχολικό πρόγραμμα. Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, σκοπός του είναι η ανάπτυξη της αναλυτικής και συνθετικής σκέψης του μαθητή, ώστε να αποκτήσει ευρύτητα και λειτουργικότητα σε πολλαπλά επίπεδα (ΥΠΔΒΜΘ, 2003). Ωστόσο, δεν αποτελεί ένα αντικείμενο εύκολο στην κατανόησή του. Λόγω των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση και χρήση μαθηματικών εννοιών και μεθόδων, υιοθετούν μία αρνητική στάση απέναντι στο συγκεκριμένο διδακτικό αντικείμενο. Ο όρος μαθηματικοφοβία (math phobia) καταδεικνύει τον φόβο και την ανασφάλεια που αισθάνονται, στοιχία τα οποία επηρεάζουν άμεσα και αρνητικά την επίδοσή τους στο συγκεκριμένο μάθημα (Brown, Collins, & Duguid, 1989). Οι δυσκολίες εντείνονται όταν εφαρμόζονται μοντέλα διδασκαλίας που βασίζονται στην παραδοσιακή παιδαγωγική προσέγγιση, όπου ο εκπαιδευτικός λειτουργεί ως αυθεντία και οι μαθητές, ως παθητικοί αποδέκτες, απλά αναπαράγουν τη γνώση (Κόκκοτας, 2002).

Είναι εμφανής λοιπόν η ανάγκη για την εφαρμογή διδακτικών μεθόδων και τη χρήση μέσων που προσφέρουν στους μαθητές εποικοδομητικές ευκαιρίες για μάθηση στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Αναφορικά με τα μέσα, αρκετά προέρχονται από το χώρο της Πληροφορικής, για παράδειγμα, με τη χρήση εξειδικευμένου λογισμικού για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών. Η σχετική βιβλιογραφία είναι αρκετά εκτενής, ενώ και στον ελληνικό χώρο υπάρχουν τέτοια παραδείγματα (ενδεικτικά, Λυκοσκούφη, 2005; Zaranis, Kalogiannakis, & Papadakis, 2013). Όμως, λίγες σχετικές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών, παρότι υποστηρίζεται ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, σε όλες τους τις μορφές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία πολλών γνωστικών αντικειμένων (Mayo, 2009).

Με βάση την παραπάνω παρατήρηση, γεννήθηκε ο προβληματισμός για το αν οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τη δυνατή σχέση παιδιών-ηλεκτρονικών παιχνιδιών με σκοπό να προωθηθούν διδακτικοί στόχοι που να αφορούν τα μαθηματικά. Το βασικό ερώτημα που τέθηκε προς διερεύνηση ήταν το εάν και κατά πόσο η χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη διδασκαλία των μαθηματικών στο δημοτικό σχολείο επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Για το λόγο αυτό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα που είχε ως ομάδα-στόχο μαθητές της Δ' δημοτικού. Η μεθοδολογία οργάνωσης και τα αποτελέσματά του παρουσιάζονται και αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν.

2. Μαθηματικά, ΤΠΕ και ηλεκτρονικά παιχνίδια

Παρότι κάποιοι θεωρούν ότι τα μαθηματικά θα έπρεπε να είναι ευχαρίστηση (Tutte, 1995), η πραγματικότητα είναι διαφορετική, ιδιαίτερα σε ότι αφορά την ελληνική εκπαιδευτική πρακτική (Κολέζα, 2006). Υπάρχει μία σειρά από παράγοντες που σχετίζονται με τη διδασκαλία των μαθηματικών που 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). Οι μαθητές

αποκομίζουν τη -λανθασμένη- εντύπωση πως τα μαθηματικά είναι μόνο μηχανικοί τύποι και αριθμητικές πράξεις, με αποτέλεσμα να αισθάνονται αποστροφή, όχι μόνο για αυτά αλλά και για τις θετικές επιστήμες γενικότερα (Χαλκιά, 2012).

Κάποια λύση στο πρόβλημα προσφέρει η χρήση εργαλείων που προέρχονται από το χώρο της Πληροφορικής. Η βελτίωση της κριτικής και μαθηματικής σκέψης, αλλά και η απόκτηση δεξιοτήτων που αφορούν τα μαθηματικά (ενδεικτικά, κατηγοριοποίηση-ταξινόμηση, αναγνώριση αριθμών και ευκολία στις πράξεις), συμπεριλαμβάνονται στα σημαντικά οφέλη από τη χρήση εφαρμογών της Πληροφορικής για τη διδασκαλία των μαθηματικών (Lieberman, Bates, & So, 2009). Εφαρμογές όπως λογιστικά φύλλα και εφαρμογές κατασκευής γραφημάτων, επιτρέπουν την πρακτική/αυθεντική χρήση μαθηματικών εννοιών (Nunes, Bryant, & Watson, 2009). Επίσης, οι εφαρμογές της Πληροφορικής επιτρέπουν την αυξημένη αυτονομία των μαθητών. Ο έλεγχος της μαθησιακής πορείας από τους ίδιους, επιτρέπει τη δημιουργία ενός αυθεντικού περιβάλλοντος μάθησης, που και αυτό επιδρά στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που αφορούν τα μαθηματικά (Nunes et al., 2009). Όμως, και η καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, παράλληλα με τη χρήση εφαρμογών για τα μαθηματικά, έχει ενδιαφέροντα αποτελέσματα, αναφορικά με τις δεξιότητες που μπορούν να αποκτηθούν (McManis & Gunnewig, 2012).

Ερχόμενοι στα ηλεκτρονικά παιχνίδια, από την εμφάνισή τους θεωρήθηκε ότι μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαίδευση (ενδεικτικά, Egenfeldt-Nielsen, 2005; Prensky, 2001a). Η μάθηση βασισμένη στο παιχνίδι (MBΠ), η άποψη δηλαδή ότι τα παιχνίδια είναι χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία (Prensky, 2001b), άρχισε να βρίσκει εφαρμογή σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και σε πολλά γνωστικά αντικείμενα. Οι υποστηρικτές της MBΠ διερευνούν τρόπους ένταξης ακόμα και εμπορικών παιχνιδιών στην εκπαιδευτική πρακτική, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι γνωστικοί στόχοι των μαθημάτων, να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών και τα κίνητρα για μάθηση και για τη δημιουργία θετικών στάσεων είτε απέναντι σε συγκεκριμένα μαθήματα είτε στο σύνολο της εκπαίδευσης (ενδεικτικά, Bottino, Ferlino, & Tavella, 2007; Egenfeldt-Nielsen, 2005; Ke, 2008; Papastergiou 2009; Robertson & Miller, 2009; Shaffer, 2006; Tüzün, Yılmaz, Soylu, Karakuş, İnal, & Kızılkaya, 2009).

Ένα στοιχείο που πρέπει να τονιστεί είναι ότι τα παιχνίδια θεωρείται ότι είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στις μικρές ηλικίες (Prensky, 2001b). Καταλυτικό ρόλο σε αυτό φαίνεται να παίζει το γεγονός ότι οι μαθητές δίνουν μεγαλύτερη προσοχή σε μία μαθησιακή δραστηριότητα/αντικείμενο, όταν αυτό παρουσιάζεται μέσω ενός παιχνιδιού (Garris, Ahlers, & Driskell, 2002). Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι όταν οι μαθητές παίζουν εκπαιδευτικά παιχνίδια, τείνουν να αφιερώνουν περισσότερο χρόνο στο να μάθουν, κάτι που μπορεί να επηρεάζει τελικά τα μαθησιακά αποτελέσματα (Tobias, Fletcher, Dai, & Wind, 2011). Ένα άλλο χαρακτηριστικό τους είναι ότι προσφέρουν άμεση ανατροφοδότηση: οι μαθητές μπορούν να δουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους ή αν απάντησαν σωστά σε κάποια ερώτηση (Prensky, 2001a). Επίσης, οι μαθητές ενθαρρύνονται να εξερευνήσουν και να πειραματιστούν, οδηγούμενοι έτσι στην ανακάλυψη νέων εννοιών και στρατηγικών (Kirriemuir, 2002). Τέλος, τα ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια θεωρείται ότι, μακροπρόθεσμα, μπορεί να επηρεάσουν θετικά τη στάση των μαθητών απέναντι σε ένα γνωστικό αντικείμενο (Hidi & Renninger, 2006).

Ερχόμενοι στα μαθηματικά, τα ηλεκτρονικά παιχνίδια θεωρείται ότι μπορούν να προσφέρουν αρκετά. Ένας αριθμός από αυτά είναι, κατά βάση, εφαρμογές -

επαναλαμβανόμενης- εξάσκησης για την κατάκτηση πολύ βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων, όπως, για παράδειγμα, πίνακες πολλαπλασιασμού και πράξεις με κρατούμενο (Miller & Robertson, 2011). Υπάρχουν όμως και παιχνίδια που στηρίζονται στη βιωματική μάθηση, στην εξερεύνηση και τον πειραματισμό, που βοηθούν στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών, σχέσεων, στρατηγικών και κανόνων (Kebritchi, Hirumi & Bai, 2010; Van Galen, Jonker, & Wijers, 2009). Σε μαθητές δημοτικού, τα παιχνίδια πάζλ φαίνεται να έχουν θετικές επιπτώσεις στις υπολογιστικές τους δεξιότητες, στην ακρίβεια και την ταχύτητα διεξαγωγής αριθμητικών πράξεων (Robertson & Miller, 2009). Ένα είδος παιχνιδιών που χρησιμοποιούνται συχνά στα μαθηματικά είναι τα mini-games, σύντομα παιχνίδια, εύκολα στη χρήση τους και εστιασμένα σε ένα πολύ συγκεκριμένο θέμα (Frazer, Argles, & Wills, 2007; Jonker, Wijers, & Van Galen, 2009; Panagiotakopoulos, 2011). Εξαιτίας της ευχρηστίας τους, της σύντομης διάρκειάς τους και των μικρών απαιτήσεων από το υλικό, μπορούν να παιχτούν σε ευέλικτες χρονικές στιγμές και κατ' επανάληψη, χαρακτηριστικά χρήσιμα στην εκπαιδευτική χρήση των παιχνιδιών (Kebritchi, 2010).

Από σχετικές μελέτες προκύπτει ότι με τη χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών στα μαθηματικά, σε επίπεδο δημοτικού σχολείου και σε επίπεδο επίτευξης των μαθησιακών στόχων, επιτυγχάνονται τουλάχιστο τα ίδια αποτελέσματα με διδακτικές μεθόδους στις οποίες δεν χρησιμοποιούνται παιχνίδια (Ke, 2008; Rosas et al., 2003; Shaffer, 2006). Στις περιπτώσεις όπου τα παιχνίδια χρησιμοποιήθηκαν για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα, βρέθηκε ότι ενισχύθηκαν οι δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Bottino et al., 2007). Σημαντική αύξηση στα κίνητρα για μάθηση και για το ενδιαφέρον για τα μαθηματικά έχουν επίσης αναφερθεί (Ke, 2008; Robertson & Miller, 2009; Rosas et al., 2003; Shaffer, 2006). Καλύτερη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, αλλά και μεταξύ μαθητών και δασκάλων, σημειώνεται από άλλες έρευνες (Rosas et al., 2003; Robertson & Miller, 2009). Ερευνητές σημειώνουν επίσης τη διευκόλυνση δημιουργίας υποθέσεων, ελέγχου τους και εξαγωγής συμπερασμάτων, καθώς την προώθηση και την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης (Bottino et al., 2007; Lowrie, 2005).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι σε συστηματικές ανασκοπήσεις τη βιβλιογραφίας, σε ένα σύνολο 259 εμπειρικών μελετών, από το 2000 έως το 2014, μόλις 16 βρέθηκε να αφορούν τα μαθηματικά και μάλιστα σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες (Boyle et al., 2016; Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey, & Boyle, 2012; Hainey, Connolly, Boyle, Wilson, & Razak, 2016). Αρκετές μάλιστα, είχαν είτε μικρό δείγμα (Bai, Pan, Hirumi, & Kebritchi, 2012) είτε απουσίαζε ομάδα ελέγχου (Vogel, Vogel, Cannon-Bowers, Bowers, Muse, & Wright, 2006). Από τα παραπάνω προκύπτει πως, παρότι θεωρείται ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να προσφέρουν αρκετά σε θέματα που αφορούν τα μαθηματικά, όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους, υπάρχει αρκετός χώρος για περαιτέρω έρευνες.

3. Ερευνητικός σχεδιασμός, κατασκευή των παιχνιδιών και υλοποίηση της έρευνας
Όπως ήδη αναφέρθηκε, βασικός σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που επιτυγχάνονται με τη χρήση ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών, εστιάζοντας στα μαθηματικά και σε μαθητές του δημοτικού σχολείου. Οι βασικές ερευνητικές υποθέσεις ήταν:

- Υ1. Η διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη χρήση ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών επιτυγχάνει καλύτερα άμεσα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με άλλες μορφές διδασκαλίας.
- Υ2. Η χρήση ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών ελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών και τους κινητοποιεί ώστε να μάθουν.
- Υ3. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να κατασκευάσουν μόνοι τους αποτελεσματικά εκπαιδευτικά παιχνίδια.

3.1 Ερευνητική μέθοδος, δείγμα και διάρκεια

Για να διερευνηθούν τα παραπάνω, υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα στο οποίο χρησιμοποιήθηκε η οιοονεί πειραματική μέθοδος (quasi experimental method), με εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε μαθητές της Δ' τάξης χωρισμένων σε τρεις ομάδες, μία πειραματική και δύο ελέγχου. Η συμμετοχή αυτούσιων τάξεων μαθητών στην έρευνα και η επακόλουθη ανάλυση δεδομένων από αυτές, τεκμηριώνει την επιλογή αυτού του ερευνητικού σχήματος (Creswell, 2012). Στην πρώτη ομάδα ελέγχου η διδασκαλία έγινε συμβατικά ενώ στη δεύτερη αξιοποιήθηκαν οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία των μαθηματικών. Στην πειραματική ομάδα χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια. Ο τρόπος οργάνωσης των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων παρουσιάζεται στις παραγράφους που ακολουθούν.

Πριν τη διεξαγωγή της μελέτης, προσεγγίστηκαν, διερευνητικά, δημοτικά σχολεία της Σαντορίνης και εντοπίστηκαν τάξεις που πληρούσαν τις παρακάτω προδιαγραφές: (α) δεν είχαν διδαχθεί στο παρελθόν κάποιο διδακτικό αντικείμενο με τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών και (β) σε επίπεδο σύνθεσης, κοινωνικοοικονομικής προέλευσης και σχολικών επιδόσεων αντικατόπτριζαν μία τυπική/συνηθισμένη Δ' τάξη ελληνικού δημόσιου δημοτικού σχολείου. Με βάση τις απόψεις του Creswell (2012), το δείγμα χαρακτηρίζεται "συνηθισμένο", "τυπικό" και "προσιτό". Το αρχικό δείγμα αποτελούταν από 67 μαθητές, από τρία τμήματα της Δ' τάξης (τριών δημοτικών σχολείων). Σε κάθε τμήμα ανατέθηκε, με τυχαίο τρόπο, μία από τις διδακτικές μεθόδους που παρουσιάζονται σε επόμενη ενότητα. Η υλοποίηση της έρευνας διήρκεσε δύο μήνες (μέσα Οκτωβρίου με μέσα Δεκεμβρίου, 2016). Πριν από την πραγματοποίηση των παρεμβάσεων ενημερώθηκαν οι γονείς των μαθητών για την έρευνα και παρείχαν την έγγραφη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή των παιδιών τους. Από τους εκπαιδευτικούς ζητήθηκε να μην διδάξουν με κανέναν άλλον τρόπο πέραν από αυτόν που προβλεπόταν για την κάθε ομάδα.

3.2 Υλικό

Αναζητήθηκαν ενότητες στα βιβλία των μαθηματικών που προσφέρονταν για μετατροπή σε παιχνίδια. Ως τέτοιες θεωρήθηκαν οι ενότητες "Θυμάμαι τους δεκαδικούς αριθμούς", "Νομίσματα και δεκαδικοί αριθμοί", "Μετρώ και εκφράζω το μήκος" και "Μετρώ το βάρος", του βιβλίου της Δ' τάξης. Οι ενότητες αυτές είναι εννοιολογικά συγγενικές (εξετάζονται οι δεκαδικοί και οι συμμιγείς αριθμοί), έχουν εφαρμογή στην καθημερινότητα των μαθητών (χρήση νομισμάτων, μονάδων μέτρησης μήκους και βάρους) ενώ, παράλληλα, παρουσιάζουν έναν αρκετά αυξημένο βαθμό δυσκολίας.

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.

Το ιδιαίτερο στοιχείο σε αυτό το κομμάτι της έρευνας είναι ότι τα παιχνίδια δεν κατασκευάστηκαν από κάποια ομάδα ειδικών, αλλά από το δάσκαλο της τάξης. 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. Έτσι, ο εκπαιδευτικός, που δεν είχε προηγούμενη εμπειρία στο Kodu, παρακολούθησε ένα εντατικό σεμινάριο διάρκειας 30 ωρών και είχε στη διάθεσή του έντυπο και οπτικοακουστικό υλικό στη φάση της κατασκευής των παιχνιδιών. Οι οδηγίες που έλαβε για την κατασκευή των παιχνιδιών στηρίχθηκαν στις κατευθυντήριες γραμμές του Gee που αφορούν τον καλό σχεδιασμό τους (Gee, 2009, 2005): τα παιχνίδια να είναι απλά ώστε να μην αποπροσανατολίζονται οι μαθητές, να παρέχουν απλό μηχανισμό ελέγχου/χρήσης, το γνωστικό υλικό να είναι σαφώς καθορισμένο, να παρέχονται ευχάριστες εμπειρίες και να επιτρέπουν στο χρήστη/μαθητή να καθορίσει τη δική του πορεία. Ενδεικτικά, στο Παράρτημα, παρουσιάζεται το σενάριο, στιγμιότυπα και ο τρόπος υλοποίησης της ενότητας που αφορούσε τα νομίσματα.

Παράλληλα με τα παιχνίδια, έγινε συγγραφή φύλλων εργασιών που περιείχαν δραστηριότητες ίδιες ή παρόμοιες με αυτές του σχολικού εγχειριδίου. Σε αυτά, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σύνδεση του εκάστοτε γνωστικού αντικειμένου με τα βιώματα των μαθητών. Αυτό γιατί, όπως ήδη αναφέρθηκε, και οι τρεις ενότητες αφορούσαν αντικείμενα τα οποία οι μαθητές χρησιμοποιούν σε καθημερινή βάση (μονάδες βάρους και μήκους και χρήματα).

3.3 Διαδικασία

Αρχικά, ορίστηκε το θεωρητικό πλαίσιο και η διδακτική μεθοδολογία. Ο κονστρουκτιβισμός παρείχε το ευρύτερο πλαίσιο. Σύμφωνα με αυτόν, οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση με βάση του τι γνωρίζουν ήδη και τις συνδέσεις που δημιουργούν μεταξύ νέων και παλαιών πληροφοριών, με σημαντικότερο ρόλο να παίζει η ενεργός συμμετοχή τους στην όλη διαδικασία (Ertmer & Newby 2013). Επίσης, βασικό στοιχείο αυτής της θεώρησης για τη μάθηση, αλλά και άλλων σύγχρονων απόψεων, είναι η ομαδική εργασία (Tolmie et al., 2010). Έτσι, η διδακτική μέθοδος βασίστηκε στο κονστρουκτιβιστικό διδακτικό μοντέλο (constructivist instructional model) και πιο συγκεκριμένα στο μοντέλο που προτείνουν οι Driver και Oldham (1986). Αναλυτικότερα:

- Στις φάσεις προσανατολισμού και ανάδειξης ιδεών, οι μαθητές εργάστηκαν χωρίς τη χρήση των παιχνιδιών, αλλά αξιοποιήθηκαν τα φύλλα εργασίας και ο εκπαιδευτικός είχε ενεργό συμμετοχή. Έτσι, ο εκπαιδευτικός έκανε μία μικρή εισαγωγή, αντλώντας παραδείγματα από την καθημερινότητα. Στη συνέχεια, οι μαθητές, χωρισμένοι σε ζευγάρια, εκτελούσαν τις δραστηριότητες/ασκήσεις στα φύλλα εργασιών, καταγράφοντας τις απόψεις και τις ιδέες τους για τις πιθανές λύσεις. Ο εκπαιδευτικός, σε αυτή τη φάση ενθάρρυνε τη συμμετοχή και τη συζήτηση μεταξύ των μαθητών.

- Στη φάση της αναδόμησης, άρχισε η χρήση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών. Η προσφορά του γνωστικού αντικείμενου γινόταν με τη μορφή μίας μεγάλης κεντρικής πίστας.
- Στις φάσεις της εφαρμογής σε νέες καταστάσεις και της ανασκόπησης, οι μαθητές εξασκήθηκαν στην επίλυση προβλημάτων σχετικών με το διδακτικό αντικείμενο, παίζοντας σε επιπλέον πίστες. Κάθε πίστα ήταν προσβάσιμη όταν ολοκληρωνόταν επιτυχώς η προηγούμενη.
- Οι μαθητές δούλεψαν συνεργατικά, χωρισμένοι σε ζευγάρια, χρησιμοποιώντας τους υπολογιστές του σχολικού εργαστηρίου. Με τον τρόπο αυτό, πέρα από τα οφέλη που έχει η συνεργατική μάθηση, ξεπεράστηκε το πρόβλημα του περιορισμένου αριθμού των υπολογιστών που έχουν τα σχολικά εργαστήρια.
- Ο εκπαιδευτικός, κατά τις φάσεις της διδασκαλίας όπου οι μαθητές "έπαιζαν" τα παιχνίδια, είχε βοηθητικό/συμβουλευτικό ρόλο και επενέβαινε μόνο στις περιπτώσεις που υπήρχε κάποιο τεχνικό πρόβλημα ή εάν και εφόσον παρουσιαζόταν κάποιο πρόβλημα σε κάποια ομάδα.

Η κάθε ενότητα διδάχθηκε σε ένα διδακτικό δίωρο. 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.

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 διδάχθηκε αξιοποιώντας το σχολικό εγχειρίδιο αλλά και τα φύλλα εργασιών/αναθεώρησης. Η εργασία των μαθητών ήταν σε ζεύγη και η διδασκαλία ακολούθησε, και πάλι, το μοντέλο των Driver-Oldham. Συγκεκριμένα, στις φάσεις προσανατολισμού και ανάδειξης ιδεών η εργασία των μαθητών ήταν ίδια όπως και με την ομάδα που χρησιμοποίησε τα παιχνίδια. Στις φάσεις της αναδόμησης και της εφαρμογής αξιοποιήθηκε το σχολικό εγχειρίδιο και οι δραστηριότητες που περιέχει. Τέλος, στη φάση της ανασκόπησης, οι μαθητές επανήλθαν στα φύλλα εργασιών και έλεγξαν τις αλλαγές στις ιδέες και τις απόψεις τους, που προέκυψαν με βάση τα όσα διδάχθηκαν. Η διάρκεια διδασκαλίας της κάθε ενότητας σε αυτές τις ομάδες ήταν δύο διδακτικές ώρες, όπως και στην ομάδα που χρησιμοποίησε τα παιχνίδια.

3.4 Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Για τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν: (α) pre-test, για να ελεγχθούν οι πρότερες γνώσεις των μαθητών και για να επιβεβαιωθεί η κοινή γνωστική αφετηρία, (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 κάθε διδασκαλίας, 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. Οι ερωτήσεις/ασκήσεις ήταν ίδιες, παρόμοιες ή εμπνευσμένες από τις αντίστοιχες του σχολικού εγχειριδίου. Σχεδιάστηκε επίσης, ένα σύντομο φύλλο καταγραφής εντυπώσεων (15 ερωτήσεις τύπου Likert) που δόθηκε μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών παρεμβάσεων στην ομάδα των μαθητών που χρησιμοποίησε τα παιχνίδια, για να αποτυπωθούν οι απόψεις και οι στάσεις τους για αυτά. Από τον εκπαιδευτικό ζητήθηκε να καταγράψει το χρόνο που απαιτήθηκε για την κατασκευή των παιχνιδιών, καθώς και τα προβλήματα που αντιμετώπισε κατά τη διαδικασία αυτή.

4. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Από την ανάλυση αποκλείστηκαν όσοι μαθητές απουσίαζαν σε μία ή περισσότερες διδασκαλίες. Ο τελικός αριθμός των μαθητών που συμμετείχαν στη μελέτη ήταν 63, χωρισμένοι σε 3 ομάδες των 21 παιδιών. Στην Ομάδα0 ανήκαν οι μαθητές που συμμετείχαν στη συμβατική διδασκαλία, στην Ομάδα1 οι μαθητές που εργάστηκαν ομαδικά και στην Ομάδα2 οι μαθητές που χρησιμοποίησαν τα παιχνίδια στο Kodu. Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα φύλλα αξιολόγησης (περιλαμβανομένου του pre- και του delayed 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

	Ομάδες μαθητών					
	Ομάδα0 (N = 21)		Ομάδα1 (N = 21)		Ομάδα2 (N = 21)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Pre-test (max = 30)	10,38	3,98	11,10	4,27	11,05	4,17
Φύλλο αξιολόγησης 1 (max = 23)	12,86	3,69	13,43	4,51	16,00	4,18
Φύλλο αξιολόγησης 2 (max = 21)	12,48	5,15	12,14	4,09	13,71	4,78
Φύλλο αξιολόγησης 3 (max = 27)	10,19	4,63	12,81	6,24	15,90	5,69
Φύλλο αξιολόγησης 4 (max = 22)	14,48	5,02	14,86	4,37	16,43	3,63
Delayed post-test (max = 27)	14,71	4,06	15,81	5,72	18,48	5,07

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

- Όλες οι ομάδες και σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης υπήρχε ο ίδιος αριθμός συμμετεχόντων (N = 21).
- Στις βαθμολογίες όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers).
- Τα δεδομένα σε όλα τα φύλλα αξιολόγησης είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p > 0,05$).

- Η ομοιογένεια της διακύμανσης 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, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 0,196, p = 0,823$].
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 1, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 3,43, p = 0,039$].
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 2, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 0,653, p = 0,521$].
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 3, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 5,55, p = 0,006$].
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 4, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε δεν είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 1,18, p = 0,324$].
- Στο Post-test, η μέθοδος διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε είχε επίδραση στις συνολικές βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών [$F(2, 60) = 3,15, p = 0,046$].

Post hoc συγκρίσεις χρησιμοποιώντας το Tukey HSD test 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:

- Pre-test. Δεν διεξήχθησαν post hoc συγκρίσεις εφόσον δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.
- Φύλλο αξιολόγησης 1. Η Ομάδα2 ($M = 16,00, SD = 4,18$) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με την Ομάδα1 ($M = 13,43, SD = 4,51, p = 0,118$) αλλά είχε με την Ομάδα0 ($M = 12,86, SD = 3,69, p = 0,044$). Επίσης, οι ομάδες 0 και 1 δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,896$).
- Φύλλο αξιολόγησης 2. Δεν διεξήχθησαν post hoc συγκρίσεις εφόσον δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.
- Φύλλο αξιολόγησης 3. Η Ομάδα2 ($M = 15,90, SD = 5,69$) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την Ομάδα1 ($M = 12,81, SD = 6,24, p = 0,177$). Είχε όμως στατιστικά σημαντική διαφορά από την Ομάδα0 ($M = 10,19, SD = 4,63, p = 0,003$). Οι ομάδες 0 και 1 δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,283$).
- Φύλλο αξιολόγησης 4. Δεν διεξήχθησαν post hoc συγκρίσεις εφόσον δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.
- Post-test. Η Ομάδα2 ($M = 18,48, SD = 5,07$) δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με την Ομάδα1 ($M = 15,81, SD = 5,72, p = 0,202$) αλλά είχε με την Ομάδα0 ($M = 14,71, SD = 4,06, p = 0,046$). Επίσης, οι ομάδες 0 και 1 δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,758$).

Στο σύνολό τους, αυτά τα αποτελέσματα προτείνουν ότι:

- Στο Pre-test δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Συνεπώς, ότι διαφοροποιήσεις παρουσιάστηκαν στη συνέχεια, μπορούν να αποδοθούν στις διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις.

- Στο Φύλλο αξιολόγησης 1 (Θυμάμαι τους δεκαδικούς αριθμούς), στο Φύλλο αξιολόγησης 3 (Μετρώ και εκφράζω το μήκος) και στο delayed post test (διατηρησιμότητα γνώσεων), η Ομάδα2 ξεπέρασε την Ομάδα0, ενώ είχε ισοδύναμα αποτελέσματα με την Ομάδα1. Οι ομάδες 0 και 1 είχαν μεταξύ τους ισοδύναμα αποτελέσματα.
- Στο Φύλλο αξιολόγησης 2 (Νομίσματα και δεκαδικοί αριθμοί) και στο Φύλλο αξιολόγησης 4 (Μετρώ το βάρος), όλες οι ομάδες δεν είχαν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Η στατιστική ανάλυση όπως παρουσιάστηκε παραπάνω, επαληθεύει μερικώς την πρώτη ερευνητική υπόθεση της εργασίας. Φαίνεται, δηλαδή, ότι η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών επιτυγχάνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με τη συμβατική διδασκαλία και τα ίδια σε σχέση με μία σύγχρονη διδακτική μέθοδο. Το στοιχείο αυτό θα αναλυθεί περαιτέρω στην επόμενη ενότητα.

Το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στους μαθητές της Ομάδας2 μετά το πέρας των διδασκαλιών, είχε σκοπό να αναδείξει τις προσωπικές τους απόψεις για τα εκπαιδευτικά παιχνίδια που έπαιξαν. Από τις απαντήσεις των μαθητών φάνηκε η ισχυρά θετική άποψή τους για τα παιχνίδια, ενώ ταυτόχρονα αποτυπώνεται η ευκολία χρήσης τους και η απουσία δυσκολιών, επιβεβαιώνοντας έτσι τη δεύτερη ερευνητική υπόθεση. Στοιχεία για τις ερωτήσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο

Ερώτηση		<i>M</i>	<i>SD</i>
Πόσο άρεσε	Τα αντικείμενα και το περιβάλλον των παιχνιδιών	4,50	0,86
	Η μουσική	3,95	1,21
	Ο χειρισμός του παίχτη	4,30	0,99
	Η συνεργασία με τον συμμαθητή	4,40	1,14
	Οι πληροφορίες στις πίστες	4,00	0,87
	Τα παιχνίδια που έπαιξες	4,73	0,63
	Οι πίστες μπόνους	3,91	1,19
	Η υπόθεση που είχε το κάθε παιχνίδι	4,73	0,63
Πόσο σου άρεσε που σε αυτά τα μαθήματα έπαιξες και έκανες μάθημα ταυτόχρονα;		4,81	0,39
Πόσα νομίζεις ότι έμαθες από τα παιχνίδια;		4,27	0,77
Τα παιχνίδια σου φάνηκαν δύσκολα στη χρήση τους;		2,09	1,38
Πόσο δύσκολο ήταν να μάθεις τα κουμπιά που χρειάστηκες για τον χειρισμό του παίχτη;		1,36	0,73
Θα ήθελες να κάνεις και άλλα μαθήματα με τέτοια παιχνίδια;		4,95	0,21
Πιστεύεις ότι αν έκανες τα μαθήματα από το βιβλίο αντί των παιχνιδιών, θα μάθαινες περισσότερα;		1,86	1,17
Θα πρότεινες σε άλλους φίλους σου να παίξουν και να μάθουν με αυτά τα παιχνίδια;		4,77	0,53

Τέλος, αναφορικά με το χρόνο που χρειάστηκε να κατασκευαστούν τα παιχνίδια, παρατηρείται ότι αυτός έβαινε μειούμενος όσο ο εκπαιδευτικός της τάξης αποκτούσε εμπειρία (Πίνακας 3). Οι ώρες που αναφέρονται στον πίνακα αφορούν το συνολικό χρόνο από την αρχική σύλληψη έως το τελικό προϊόν. Αξίζει να αναφερθεί ότι, όπως

επισήμανε ο ίδιος, αρκετός χρόνος απαιτήθηκε για τη σύλληψη του σεναρίου του κάθε παιχνιδιού. Επίσης ανέφερε σημαντικές δυσκολίες στην υλοποίηση των παιχνιδιών που δεν προέρχονταν από δυσκολίες στον προγραμματισμό, αλλά από τη δυσκολία να υλοποιήσει αυτά που σκέφτηκε λόγω του περιορισμένου αριθμού των αντικειμένων που περιλαμβάνει το Kodu. Για παράδειγμα, δεν περιλαμβάνεται ζυγαριά, παρότι ήταν απολύτως απαραίτητη για την υλοποίηση της τελευταίας ενότητας. Έτσι, έπρεπε να επινοήσει άλλους τρόπους να "ζυγίζονται" τα αντικείμενα, κάτι που απαιτούσε και σκέψη και παρουσίασε δυσκολίες στην υλοποίηση. Το εάν επαληθεύεται η τρίτη ερευνητική υπόθεση δεν είναι εύκολο να απαντηθεί και το θέμα θα αναλυθεί περαιτέρω στην επόμενη ενότητα.

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

Ενότητα	Αριθμός πιστών	Χρόνος
Παιχνίδι εξάσκησης	1	5
Ενότητα 1 ^η	1 κεντρική, 3 εξάσκησης, 3 ανασκόπησης	80
Ενότητα 2 ^η	1 κεντρική, 1 εξάσκησης, 2 ανασκόπησης	70
Ενότητα 3 ^η	1 κεντρική, 2 εξάσκησης, 2 ανασκόπησης	60
Ενότητα 4 ^η	1 κεντρική, 3 εξάσκησης, 3 ανασκόπησης	60

5. Συζήτηση

Η βασική ερευνητική υπόθεση ήταν ότι η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών στη διδασκαλία των μαθηματικών της Δ' τάξης επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Το συγκεκριμένο αντικείμενο επιλέχθηκε λόγω των δυσκολιών που έχουν οι μαθητές (Κολέζα, 2006). Χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια γιατί θεωρείται ότι μέσω αυτών προάγεται η κατανόηση μαθηματικών εννοιών (Mayo, 2009). Για να ελεγχθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα, χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις.

Από την πρώτη ανάγνωση των δεδομένων, φαίνεται ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ του pre- και του delayed post-test και στις τρεις ομάδες (Πίνακας 1). Συνεπώς, το ερώτημα που πρέπει να απαντηθεί είναι αν κάποια ομάδα είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τις άλλες. Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι στα περισσότερα φύλλα αξιολόγησης (περιλαμβανομένου και του delayed post-test), η ομάδα που χρησιμοποίησε τα ηλεκτρονικά παιχνίδια τα πήγε καλύτερα σε σχέση με την ομάδα που διδάχθηκε συμβατικά (σε τρεις από τις πέντε περιπτώσεις). Από την άλλη όμως πλευρά, σε καμία περίπτωση δεν ξεπέρασε την ομάδα που διδάχθηκε με μία σύγχρονη διδακτική προσέγγιση. Αξιοπρόσεκτο είναι επίσης το γεγονός ότι, σε καμία περίπτωση, οι δύο ομάδες ελέγχου (συμβατική και ομαδική διδασκαλία) δεν είχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Γενικότερα, τα αποτελέσματα, με μια πρώτη θεώρηση, είναι αρκετά δυσερμήνευτα. Για το λόγο αυτό η βασική ερευνητική υπόθεση γίνεται δεκτή μόνο κατά το σκέλος εκείνο που αφορά τη συμβατική διδασκαλία, κάτι στο οποίο συνηγορούν προηγούμενες έρευνες (ενδεικτικά, Brom, Preuss & Klement, 2011; Ke, 2008; Rosas et al., 2003; Shaffer, 2006; Ulicsak & Wright, 2010).

Ωστόσο, το παραπάνω αποτέλεσμα θα μπορούσε να θεωρηθεί και από μία διαφορετική οπτική γωνία. Θα μπορούσε δηλαδή να υποστηριχθεί πως είναι θετικό στοιχείο το ότι η διδασκαλία με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια είχε την ίδια επιτυχία με μία διδασκαλία που

στηρίχθηκε σε ομαδική εργασία και γενικότερα σε μία σύγχρονη διδακτική προσέγγιση. Η εισαγωγή των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη διδασκαλία, παρότι κάτι πρωτόγνωρο για τους μαθητές, δεν τους αποσυντόνισε και δεν διατάραξε το κλίμα της τάξης. Αντίθετα, δημιούργησε ένα ευχάριστο μαθησιακό περιβάλλον, μέσα από το οποίο οι μαθητές κατέκτησαν ακριβώς το ίδιο επίπεδο γνώσεων σε σχέση με αυτούς που εργάστηκαν ομαδικά.

Πρέπει να τονιστεί ένα ακόμα σημείο. Οι μαθητές κατά τις φάσεις της διδασκαλίας όπου αξιοποιήθηκαν τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, εργάστηκαν μόνοι τους, χωρίς την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού. Το γεγονός ότι πέτυχαν ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα, φαίνεται να επιβεβαιώνει τις απόψεις άλλων ερευνητών, οι οποίοι θεωρούν ότι οι μαθητές με υψηλό βαθμό αυτονομίας μπορούν να πετύχουν καλές επιδόσεις (Hong, McGee, & Howard, 2000; Mayer & Moreno, 2003; Nunes et al., 2009). Εφόσον, όμως, οι μαθητές δούλεψαν ομαδικά, επιβεβαιώνονται ταυτόχρονα οι απόψεις αυτών που υποστηρίζουν ότι καλά αποτελέσματα επιτυγχάνονται μέσω της ομαδικής εργασίας (Cummins, 2005; Tolmie et al., 2010). Η επιβεβαίωση του ικανοποιητικού επιπέδου συνεργασίας έρχεται από τις απαντήσεις των μαθητών στη σχετική ερώτηση του ερωτηματολογίου. Η συνεργασία είναι κατά τον Gee (2008) στοιχείο το οποίο καλλιεργείται μέσα από συναφείς μαθησιακές διαδικασίες. Η διδασκαλία με ηλεκτρονικά εκπαιδευτικά παιχνίδια, φαίνεται πως εμπλέκει ενεργά τους μαθητές μέσω του πειραματισμού, της συνεργασίας και του ανταγωνισμού (Westera, Nadolski, Hummel & Wopereis, 2008).

Στην επίτευξη των μαθησιακών αποτελεσμάτων, φαίνεται να συντέλεσε ο παιγνιώδης/διασκεδαστικός χαρακτήρας της διδασκαλίας, ο οποίος πιθανώς να έδωσε περισσότερα κίνητρα για μάθηση. Κάτι τέτοιο διακρίνεται στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, όπου, στις σχετικές ερωτήσεις, οι μαθητές εξέφρασαν ιδιαίτερα θετικές απόψεις. Το ευχάριστο κλίμα που δημιουργείται κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης με ηλεκτρονικά παιχνίδια επισημαίνεται από τους Kebritchi et al. (2010), που, με τη σειρά του, οδηγεί σε αύξηση των κινήτρων για μάθηση (Binsubaih, Maddock, & Rommano, 2006; Ke, 2008; Robertson & Miller, 2009; Prensky & Prensky, 2007; Rosas et al., 2003; Shaffer, 2006).

Επιπλέον, στο ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, η πλειοψηφία των μαθητών απάντησε πως τους άρεσαν τα διάφορα στοιχεία του παιχνιδιού (μουσική, πίστες, αντικείμενα και σενάρια) και ότι το προτιμούν από το βιβλίο. Η ελκυστικότητα των ψηφιακών εργαλείων μάθησης επισημαίνεται και σε άλλες έρευνες (ενδεικτικά, Papastergiou, 2009) και είναι μία ισχυρή ένδειξη για το πόσο ευπρόσδεκτος είναι ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας από τα παιδιά. Ειδικότερα για το Kodu, τα γραφικά του και ο καρτουνίστικος χαρακτήρας του φαίνεται ότι ήταν στοιχεία πολύ ελκυστικά για τα παιδιά μικρότερης ηλικίας, όπως επισημαίνουν οι Parsons και Haden (2007).

Οι μαθητές δεν αντιμετώπισαν προβλήματα χρήσης των παιχνιδιών και μάλιστα εξοικειώθηκαν με τον έλεγχο τους πολύ γρήγορα, όπως άλλωστε δήλωσαν και οι ίδιοι. Η σχέση που έχουν τα παιδιά με την τεχνολογία φαίνεται να είναι μεγάλη και προσαρμόζονται εύκολα σε αυτή (Prensky, 2001b; Whitton, 2007). Μπορεί να υποστηριχθεί ότι η χρήση υπολογιστών είναι συμβατή με τις εμπειρίες και τις δεξιότητές τους (Goodwin, 2012; Heinrich, 2012). Είναι λοιπόν λογικό το ότι δεν παρατηρήθηκαν προβλήματα.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι ο χρόνος που απαιτήθηκε για την ανάπτυξη των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ήταν αρκετά μεγάλος. Παρότι το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε δεν θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολο στην εκμάθησή του, εφόσον απευθύνεται και σε παιδιά, εντούτοις η παραγωγή ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών παιχνιδιών, από κάποιον μη-ειδικό, ήταν μία χρονοβόρος διαδικασία. Υπό ορισμένες μάλιστα συνθήκες, για παράδειγμα, για μαθήματα που έχουν πολύ συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους, μία τέτοια προσπάθεια μπορεί να είναι ασύμφορη σε σχέση με το τελικό μαθησιακό αποτέλεσμα (Kluge & Riley, 2008). Αυτό το στοιχείο έχει συνέπειες για μηχανικούς και σχεδιαστές λογισμικού. Δεδομένου ότι οι εκπαιδευτικοί δεν είναι (και δεν πρέπει να είναι) ειδικοί στους υπολογιστές και στον προγραμματισμό, οι κατασκευαστές λογισμικού πρέπει να σχεδιάσουν φιλικά προς το χρήστη εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών. Ένα ακόμη πιο σημαντικό καθήκον είναι να επανασχεδιάσουν ολόκληρη τη διαδικασία δημιουργίας εφαρμογών και να την καταστήσουν πιο ευέλικτη και ευφυή, προκειμένου να μειώσουν το χρόνο παραγωγής (Scacchi, 2012).

Ο μεγάλος χρόνος κατασκευής των παιχνιδιών, σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν, αναδεικνύει ένα ακόμα στοιχείο. Τα παιχνίδια που ανέπτυξε ο εκπαιδευτικός θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν "ερασιτεχνικά". Κάποιος, ασκώντας έντονη κριτική σε αυτά, θα μπορούσε να τα χαρακτηρίσει ελλιπή ή ότι δεν υλοποιούσαν σωστά τους μαθησιακούς στόχους. Ως ένα βαθμό, κάτι τέτοιο ισχύει. Μάλιστα, οι ελλείψεις αυτές μπορεί να επηρέασαν αρνητικά τα μαθησιακά αποτελέσματα. Όμως, δεν υπάρχει ανάλογο εκπαιδευτικό υλικό που να έχει πιστοποιηθεί για την εκπαιδευτική του αξία και για την αρτιότητα της κατασκευής του. Αναδεικνύεται έτσι η ένδεια που υπάρχει, σε επίπεδο κεντρικού εκπαιδευτικού σχεδιασμού, αναφορικά με την υποστήριξη των εκπαιδευτικών που επιθυμούν να εισαγάγουν καινοτόμες δράσεις που σχετίζονται με τις ΤΠΕ στην καθημερινή τους εκπαιδευτική πρακτική. Παρά τις αμέτρητες έρευνες που παρουσιάζουν τα θετικά αποτελέσματα από τη χρήση διάφορων εφαρμογών της Πληροφορικής σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, οι εκπαιδευτικοί είναι χωρίς ουσιαστική υποστήριξη από τους υπεύθυνους σε κεντρικό επίπεδο. Σποραδικές ερευνητικές προσπάθειες ή η καλή διάθεση μεμονωμένων εκπαιδευτικών, δεν πρόκειται να έχουν κανένα ουσιαστικό αποτέλεσμα στο σύνολο της εκπαίδευσης· απαιτούνται σημαντικές και συστηματικές αλλαγές στην εκπαιδευτική πολιτική και σχεδιασμό. Ένα ενθαρρυντικό στοιχείο που πρέπει να μείνει από την ερευνητική προσπάθεια που παρουσιάστηκε είναι ότι εφόσον μία "ερασιτεχνική" προσπάθεια είχε αρκετά καλά αποτελέσματα, μπορεί να θεωρηθεί σχεδόν δεδομένο ότι μία πιο συστηματική προσπάθεια θα είχε κατά πολύ καλύτερα.

6. Συμπεράσματα

Το βασικό εύρημα της εργασίας ήταν ότι οι μαθητές κατανόησαν τις μαθηματικές έννοιες που διδάχθηκαν σε ικανοποιητικότερο βαθμό σε σύγκριση με τη συμβατική διδασκαλία. Καταγράφηκε επίσης το αυξημένο ενδιαφέρον και ο ενθουσιασμός τους. Από την άλλη όμως πλευρά, μία καλά οργανωμένη και στηριγμένη σε σύγχρονες διδακτικές μεθόδους διδασκαλία, επέφερε τα ίδια μαθησιακά αποτελέσματα.

Παρότι τα αποτελέσματα κρίνονται ενδιαφέροντα, υπάρχουν ερευνητικοί περιορισμοί που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Το δείγμα, αν και επαρκές για στατιστική ανάλυση, ήταν αρκετά περιορισμένο τόσο αριθμητικά όσο και γεωγραφικά. Είναι, λοιπόν, αρκετά δύσκολη η γενίκευση των αποτελεσμάτων. Η διδασκαλία περιορίστηκε σε λίγες σχετικά

έννοιες. Η διδασκαλία περισσότερων εννοιών θα επέτρεπε την κατανόηση του εξεταζόμενου προβλήματος σε μεγαλύτερο βάθος. Η χρήση περισσότερων και διαφορετικών ερευνητικών εργαλείων, όπως για παράδειγμα, συνεντεύξεις και παρατηρήσεις, θα επέτρεπαν πολύπλευρη και λεπτομερή καταγραφή ερευνητικών δεδομένων. Τέλος, όπως σε κάθε έρευνα, οι μαθητές, μπορεί να μην ήταν απόλυτα ειλικρινείς στις απαντήσεις τους σχετικά με τις εντυπώσεις τους από τη χρήση των παιχνιδιών, συγχέοντας τη διεξαγωγή της έρευνας με κάποια μορφή αξιολόγησης.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να κατασκευάσουν και να χρησιμοποιήσουν ηλεκτρονικά παιχνίδια που να καλύπτουν μεγαλύτερο τμήμα της ύλης των μαθηματικών της Δ' ή και άλλων τάξεων. Κάτι τέτοιο είναι υλοποιήσιμο, αν όχι σε όλες, σίγουρα σε αρκετές διδακτικές ενότητες. Έτσι, θα υπάρχει μεγαλύτερο εύρος αποτελεσμάτων. Επίσης, θα μπορούσαν να περιληφθούν μεγαλύτερα δείγματα μαθητών και από διαφορετικές περιοχές. Τέλος, μελλοντικές εργασίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν και να συγκρίνουν κι άλλες διδακτικές μεθόδους.

Συμπερασματικά, η ανάγκη για προσαρμογή της διδασκαλίας των μαθηματικών στα νέα δεδομένα και η απαγκίστρωσή της από συμβατικές διδακτικές προσεγγίσεις, είναι σχεδόν αυταπόδεικτη. Η χρήση ηλεκτρονικών εκπαιδευτικών παιχνιδιών προσφέρει μία αρκετά ενδιαφέρουσα εναλλακτική οδό, που αξίζει τον κόπο να διερευνηθεί περισσότερο. Προς αυτή την κατεύθυνση, η ερευνητική ομάδα σχεδιάζει εκτενέστερα προγράμματα παρεμβάσεων, τα οποία θα επιτρέψουν την απόκτηση μίας πιο ολοκληρωμένης εικόνας για την αποτελεσματικότητα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη διδασκαλία των μαθηματικών.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

- Καραγεώργος, Δ. (2003). Το πρόβλημα και η επίλυση του. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.
- 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.
- Κολέζα, Ε. (2006). *Μαθηματικά και σχολικά μαθηματικά, επιστημολογική και κοινωνιολογική προσέγγιση της μαθηματικής εκπαίδευσης*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Λυκοσκούφη, Ε. (2005). *Διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη βοήθεια υπολογιστή μέσα από μία διαθεματική-δομητιστική προσέγγιση*. Διδακτορική διατριβή. Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο.
- Υπουργείο Παιδείας, Διά Βίου Μάθησης και Θρησκευμάτων-ΥΠΔΒΜΘ (2003). *Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών*. Ανακτήθηκε από <http://www.pi-schools.gr/programs/depps/>
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη

Ξενόγλωσση

- Bai, H., Pan, W., Hirumi, A., & Kebritchi, M. (2012). Assessing the effectiveness of a 3-D instructional game on improving mathematics achievement and motivation of middle school students. *British Journal of Educational Technology*, 43, 993-1003.
- Barlett, C. P., Anderson, C. A. & Swing, E. L. (2009). Video game effects-confirmed, suspected, and speculative. A review of the evidence. *Simulation & Gaming*, 40(3), 377-403.
- 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.
- 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.

- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., ... & Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94, 178-192.
- 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.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.
- Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- Cummins, J. (2005). *Negotiating identities: Education for empowerment in a diverse society*. Los Angeles: California Association for Bilingual Education and Stoke on Trent.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2005). *Beyond edutainment. Exploring the educational potential of computer games* (Doctoral dissertation). IT-University of Copenhagen, Denmark.
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 26(2), 43-71.
- Frazer, A., Argles, D., & Wills, G. (2007, September). Assessing the usefulness of mini-games as educational resources. *Proceedings of the of the Association for Learning Technology Conference*. Nottingham, UK.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33, 441-467.
- Gee, J. P. (2009). Deep learning properties of good digital games. In *Serious games: Mechanisms and effects*. Routledge Taylor & Francis Group.
- Gee, J. P. (2008). Learning and games. *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games, and Learning*, 3, 21-40.
- Gee, J. P. (2005, June). Good video games and good learning. In *Phi Kappa Phi Forum* (Vol. 85, No. 2, pp. 33-37). The Honor Society of Phi Kappa Phi.
- Goodwin, K. (2012). *Use of tablet technology in the classroom*. NSW Department of Education and Communities.
- 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.
- Heinrich, P. (2012). *The iPad as a tool for education: A study of the introduction of iPads at Longfield Academy, Kent*. Nottingham: NAACE: The ICT Association.
- Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational Psychologist*, 41, 111-127.
- 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).
- Jonker, V., Wijers, M., & Van Galen, F. (2009, October). The motivational power of mini-games for the learning of mathematics. *Proceedings of the European Conference on Game Based Learning*. Graz, Austria.
- Ke, F. (2008). A case study of computer gaming for math: Engaged learning from gameplay? *Computers & Education*, 51(4), 1609-1620.
- Kebritchi, M. (2010). Factors affecting teachers' adoption of educational computer games: A case study. *British Journal of Educational Technology*, 41, 256-270.
- 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.

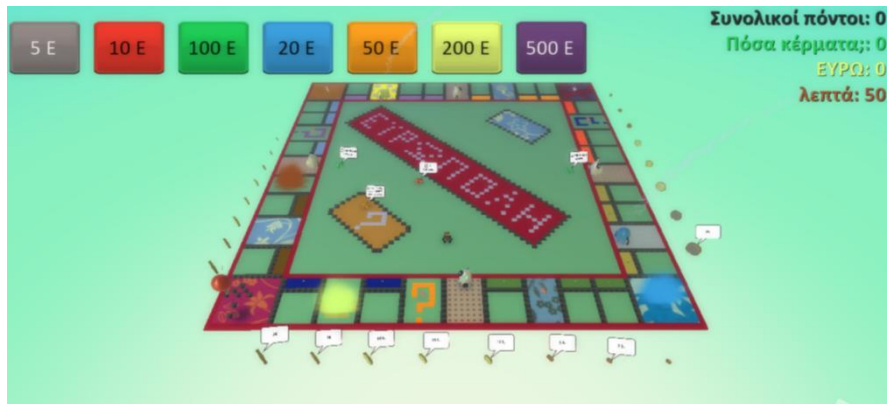
- Kirriemuir, J. (2002). *The relevance of video games and gaming consoles to the higher and further education learning experience*. Techwatch Report. Retrieved from <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/html/pdf/301.pdf>
- Kluge, S., & Riley, L. (2008). Teaching in virtual worlds: Opportunities and challenges. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 5, 2008.
- Lieberman, D. A., Bates, C. H., & So, J. (2009). Young children's learning with digital media. *Computers in the Schools*, 26, 271-283.
- Lowrie, T. (2005). Problem solving in technology rich contexts: Mathematics sense making in out-of-school environments. *Journal of Mathematical Behavior*, 24(3-4), 275-286.
- 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.
- McManis, L. D., & Gunnewig, S. B. (2012). Finding the education in educational technology with early learners. *YC Young Children*, 67, 14-24.
- Miller, D. J., & Robertson, D. P. (2011). Educational benefits of using game consoles in a primary classroom: A randomised controlled trial. *British Journal of Educational Technology*, 42, 850-864.
- Nunes, T., Bryant, P., & Watson, A. (2009). *Key understandings in mathematics learning*. London: Nuffield Foundation.
- Panagiotakopoulos, C. T. (2011). Applying a conceptual mini game for supporting simple mathematical calculation skills: Students' perceptions and considerations. *World Journal of Education*, 1(1), 3-14.
- 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. (2001a). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
- Prensky, M. (2001b). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Prensky, M., & Prensky, M. (2007). *Digital game-based learning* (Vol. 1). St. Paul, MN: Paragon house.
- 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.
- Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., ... Rodriguez, P. (2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71-94.
- Scacchi, W. (2012). *The future of research in computer games and virtual world environments*. Irvine, CA: University of California.
- Shaffer, D. (2006). Epistemic frames for epistemic games. *Computers and Education*, 46(3), 223-234.
- Tobias, S., Fletcher, J.D., Dai, D.Y., & Wind, A.P. (2011). Review of research on computer games. In S. Tobias & J.D. Fletcher (Eds.), *Computer games and instruction* (pp. 127-222). Charlotte, NC: Information Age.
- Tolmie, A. K., Topping, K. J., Christie, D., Donaldson, C., Howe, C., Jessiman, E., ... & Thurston, A. (2010). Social effects of collaborative learning in primary schools. *Learning and Instruction*, 20(3), 177-191.
- Tutte, W. T. (1995). Τι είναι τα μαθηματικά. *Μαθηματική Επιθεώρηση*, 43, 67-78.
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., & Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68-77.
- Ulicsak, M., & Wright, M. (2010). *Games in education: Serious games*. FutureLab.
- Van Galen, F., Jonker, V., & Wijers, M. (2009). Designing educational mini-games. *Proceedings of the 5th Annual Conference of the International Society for Design and Development in Education*. Cairns, Australia.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34, 229-243.

- 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.
- Whitton, N. (2007). *An Investigation into the potential of collaborative computer game-based learning in higher education* (Doctoral dissertation, Napier University).
- Zaranis, N., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2013). Using mobile devices for teaching realistic mathematics in kindergarten education. *Creative Education*, 4, 1-10.
- Zhang, X., Liu, C., Wang, L. & Piao Q. (2010). Effects of Violent and non-violent computer video games on explicit and implicit aggression. *Journal of Software*, 5(9), 1014-1021.

Παράρτημα

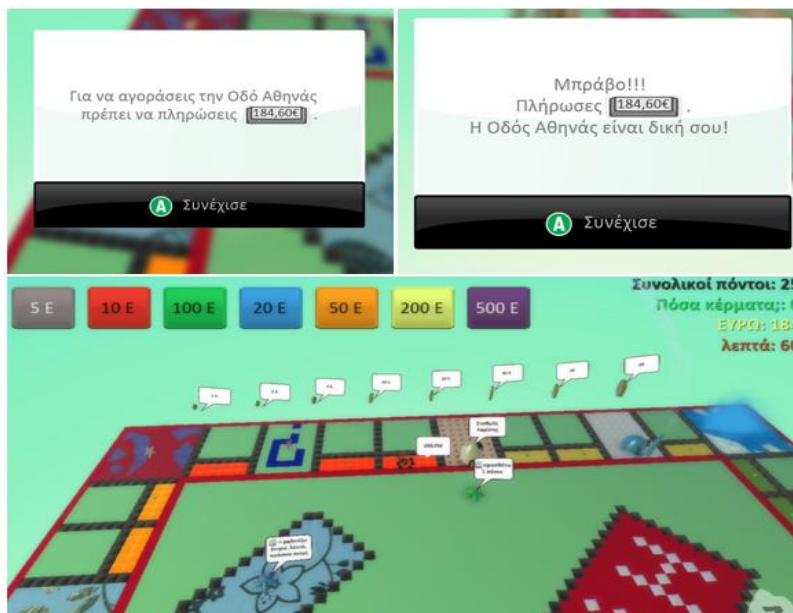
Το παιχνίδι της ενότητας "Νομίσματα και δεκαδικοί αριθμοί".

Το παιχνίδι αξιοποιεί την εξοικείωση των παιδιών με το γνωστό παιχνίδι "Μονόπολη". Κατασκευάστηκε η "Ευρώπολη" κάνοντας τις απαραίτητες τροποποιήσεις (Εικόνα 2). Πριν την έναρξη του παιχνιδιού εμφανίζονται σε ένα πλαίσιο οι κανόνες του και γίνεται η επιλογή του παίχτη (χαρακτήρα του παιχνιδιού).



Εικόνα 2. Πανοραμική άποψη της ψηφιακής καρτέλας του παιχνιδιού

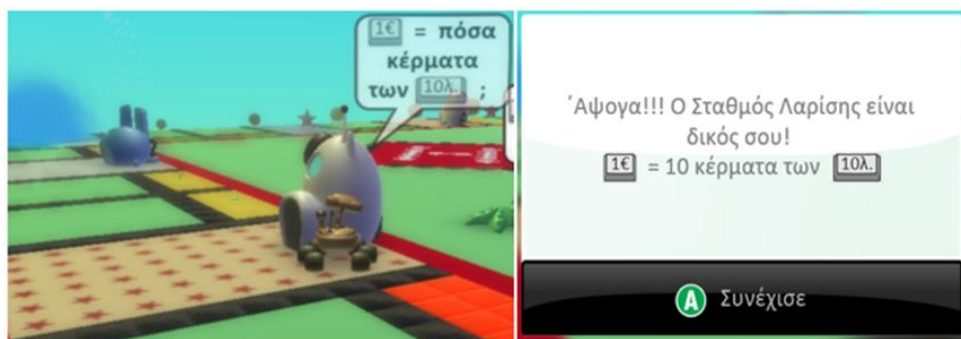
Οι μαθητές προσπαθούν να αγοράσουν όσο το δυνατόν περισσότερα οικοπέδα, καταβάλλοντας κάθε φορά το ποσό που απαιτείται. Η πληρωμή γίνεται επιλέγοντας με τον δείκτη του ποντικιού τα κατάλληλα χαρτονομίσματα ή κέρματα που εμφανίζονταν στην οθόνη. Όταν ολοκληρώνεται η πληρωμή εμφανίζεται μήνυμα αγοράς της κάρτας και ο μετρητής των χρημάτων μηδενίζεται αυτόματα ώστε να είναι έτοιμος για την επόμενη συναλλαγή (Εικόνα 3).



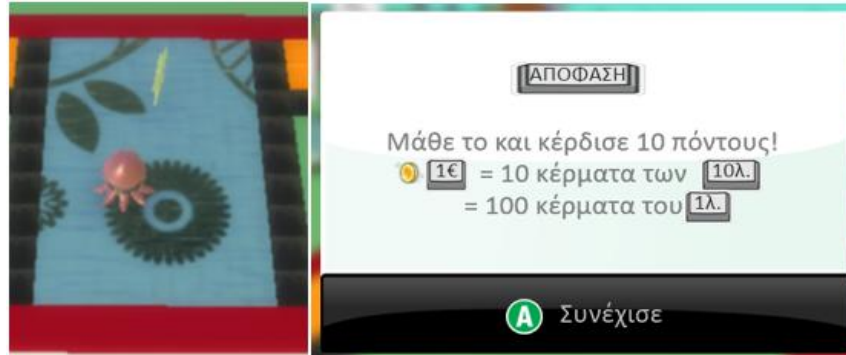
Εικόνα 3. Πληροφόρηση για το αντίτιμο της κάρτας, επιτυχής ολοκλήρωση συναλλαγής, ψηφιακό ταμπλό του παιχνιδιού, όπου φαίνονται τα χαρτονομίσματα, τα κέρματα, το καταβληθέν ποσό και οι κερδισμένοι πόντοι

Για να κατορθώσει ο παίχτης να αγοράσει πολλούς τίτλους ιδιοκτησίας, θα πρέπει να μπορεί να μετατρέψει ακέραιους αλλά και δεκαδικούς αριθμούς (τιμές οικοπέδων) στα αντίστοιχα χρηματικά ποσά (νομίσματα του ταμπλό). Έτσι, μέσα από την επανειλημμένη αγορά οικοπέδων οι μαθητές εξοικειώνονται με καταστάσεις ανταλλαγών και επιπλέον εμπεδώνουν τη χρήση δεκαδικών αριθμών για το συμβολισμό διαφόρων χρηματικών ποσών.

Ωστόσο υπάρχουν και άλλοι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν, όπως οι σχέσεις μεταξύ των νομισμάτων. Προς αυτό το σκοπό χρησιμοποιούνται οι "αποφάσεις", οι οποίες δίνουν την αντίστοιχη γνώση, αλλά και τέσσερις σταθμοί, οι οποίοι για να "κατακτηθούν" πρέπει ο παίχτης να έχει κατανοήσει το περιεχόμενο των αποφάσεων και να είναι ικανός να το ανακαλέσει στη μνήμη του και να το χρησιμοποιήσει για να απαντήσει σωστά (Εικόνες 4 και 5).

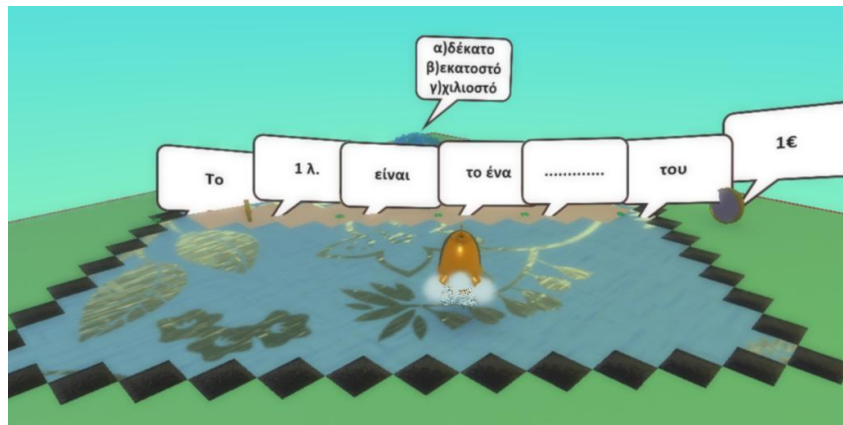


Εικόνα 4. Αριστερά η απεικόνιση των σταθμών στο ταμπλό και ενδεικτική ερώτηση. Δεξιά μήνυμα ανατροφοδότησης προς τον χρήστη



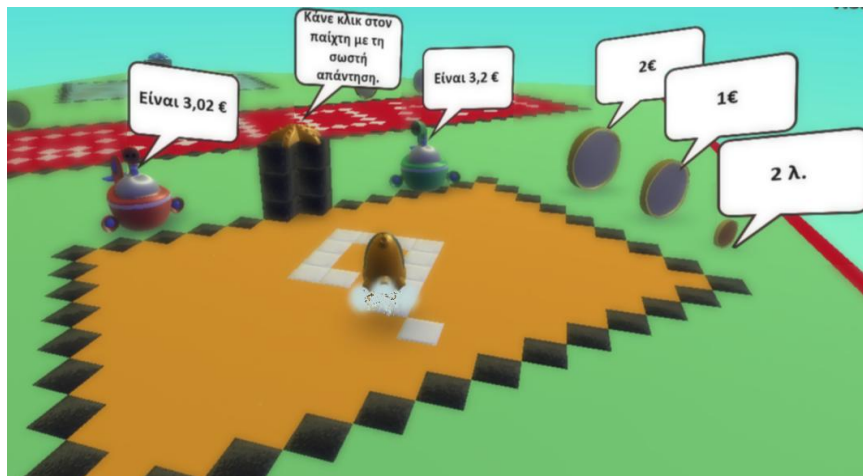
Εικόνα 5. Η απεικόνιση των αποφάσεων πάνω στο ταμπλό και ενδεικτικό μήνυμα απόφασης.

Στις επιπλέον πίστες υπάρχουν ερωτήσεις σχετικές με τη σχέση μεταξύ νομισμάτων, για παράδειγμα, σύγκριση κερμάτων 1λ. και 1€ (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Περίπτωση ερώτησης σύγκρισης δυο κερμάτων.

Τέλος, σε μία άλλη κατηγορία δραστηριοτήτων ο χρήστης πρέπει να μετατρέπει το χρηματικό ποσό που του δίνεται, για παράδειγμα, ένα χαρτονόμισμα των 5€ και ένα κέρμα των 5 λεπτών, στον σωστό δεκαδικό αριθμό (Εικόνα 7).



Εικόνα 7. Περίπτωση άσκησης σωστής επιλογής