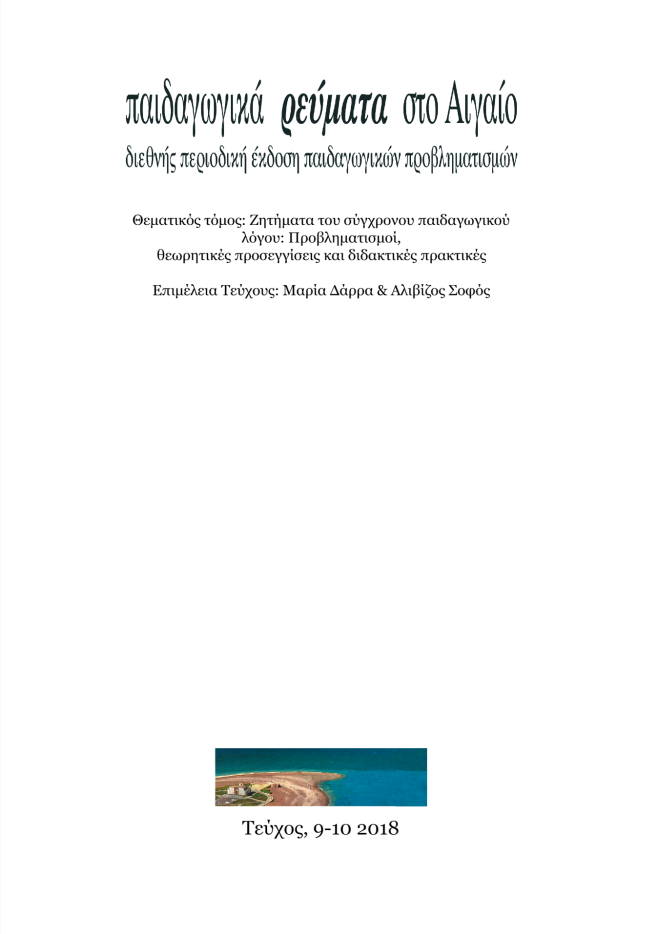
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Παιδαγωγικά ρεύματα στο Αιγαίο

Τόμ. 9, Αρ. 1 (2016)

Τεύχος 9-10



Τα πολυμέσα στην εκπαίδευση. Ανάπτυξη και αξιολόγηση εφαρμογής για τη διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας σε μαθητές της Στ΄ δημοτικού

Εμμανουήλ Φωκίδης , Πολυξένη Λιάνου

doi: 10.12681/revmata.31165

Copyright © 2022, Εμμανουήλ Φωκίδης , Πολυξένη Λιάνου

Άδεια χρήσης ##plugins.generic.pdfFrontPageGenerator.front.license.cc.by-nc-sa4##.

Βιβλιογραφική αναφορά:

Φωκίδης Ε., & Λιάνου Π. (2022). Τα πολυμέσα στην εκπαίδευση. Ανάπτυξη και αξιολόγηση εφαρμογής για τη διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας σε μαθητές της Στ΄ δημοτικού. *Παιδαγωγικά ρεύματα στο Αιγαίο*, *9*(1), 90–101. https://doi.org/10.12681/revmata.31165

Τα πολυμέσα στην εκπαίδευση. Ανάπτυξη και αξιολόγηση εφαρμογής για τη διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας σε μαθητές της Στ΄ δημοτικού

Φωκίδης Εμμανουήλ[1], Λιάνου Πολυξένη[2]
fokides@aegean.gr, premnt14023@aegean.gr

Περίληψη
Η εργασία εξετάζει τα μαθησιακά αποτελέσματα πολυμεσικής εφαρμογής που έχουν ως στόχο τη διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας σε μαθητές της Στ΄ τάξης. Κίνητρο για την ανάπτυξη της εφαρμογής ήταν οι δυσκολίες και τα προβλήματα που συναντούν οι μαθητές σε θέματα Αστρονομίας. Μία ομάδα μαθητών χρησιμοποίησε αποκλειστικά την πολυμεσική εφαρμογή, σε μία άλλη οι μαθητές δούλεψαν ομαδικά, ενώ μία τρίτη ομάδα αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου και διδάχθηκε συμβατικά. Το ερευνητικό πρόγραμμα υλοποιήθηκε σε δημοτικά σχολεία της Καστοριάς και συμμετείχαν 62 μαθητές. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των δύο πρώτων ομάδων, όμως και οι δύο είχαν καλύτερα αποτελέσματα από την ομάδα ελέγχου. Τα ευρήματα κρίνονται ως αξιόλογα, γιατί δείχνουν ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν την εφαρμογή, χωρίς άλλη διδακτική στήριξη, είχαν εξίσου καλά ή καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με πιο συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.

Λέξεις-κλειδιά: πολυμέσα, αστρονομία, Γνωσιακή Θεωρία Πολυμεσικής Μάθησης, ομαδοσυνεργατική διδασκαλία

Abstract
The study presents the results of a pilot program in which an educational multimedia application was used in order 6th-grade students to achieve a better understanding of Astronomy concepts. The motivation was students' misconceptions and difficulties in Astronomy. Sixty-two students from primary schools in Kastoria participated in the study, divided into three groups. The first used the application, in the second students worked in groups, while the third was the control group and was taught conventionally. Results indicate that there were no significant differences between the first two groups, while both achieved better cognitive results than the control group. This finding is considered important, because students who used the application did not have any other kind of instructive support. Implications are also discussed.

Keywords: interactive multimedia, astronomy, Cognitive Theory of Multimedia Learning, cooperative teaching

1.Εισαγωγή

Η Αστρονομία του μέλλοντος αρχίζει στον νου και στην καρδιά των παιδιών (Petersen & Brandt, 2003). Μάλιστα, πολλές φορές γνωρίζουν περισσότερα για το διάστημα από ό,τι οι μεγάλοι. Οι απορίες που διατυπώνουν είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσες. Μπορούν να κατανοήσουν θέματα που ενήλικες θα αδυνατούσαν κι αυτό κυρίως λόγω της απεριόριστης φαντασίας τους (Janssen & Werner, 2007). Όμως, αυτή η εικόνα ανατρέπεται από την εκτενή

[1] Λέκτορας ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

[2] Μεταπτυχιακή φοιτήτρια

βιβλιογραφία όπου φαίνεται πως τα παιδιά και οι ενήλικες συναντούν πολλά προβλήματα στην κατανόηση και έχουν πολλές παρανοήσεις σε θέματα που αφορούν την Αστρονομία.

Το εκπαιδευτικό σύστημα αγνοεί την Αστρονομία ως διδακτικό αντικείμενο. Στοιχεία της διδάσκονται σποραδικά και επιφανειακά στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και το επιλεγόμενο μάθημα της αστρονομίας στη Β' Λυκείου καταργήθηκε. Πρόκειται για μία ανησυχητική πραγματικότητα που θα πρέπει να προβληματίσει την κοινωνία, να αφυπνίσει τη επιθυμία για ενασχόληση με το αντικείμενο και να οδηγήσει στην αναζήτηση των επιστημονικών και ουσιαστικών γνώσεων επί του θέματος.

Από την άλλη πλευρά, οι ΤΠΕ προσφέρουν μία ευρεία γκάμα εργαλείων που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, μεταξύ των οποίων είναι τα πολυμέσα. Οι εφαρμογές πολυμέσων μπορούν να αξιοποιηθούν στην εκπαίδευση ως μέσο διδασκαλίας ή ως πηγή πληροφοριών παρέχοντας τα δεδομένα σε ένα περιβάλλον που κεντρίζει το ενδιαφέρον και την προσοχή του εκπαιδευόμενου. Ο χρήστης, χάρη στον μη γραμμικό τρόπο παρουσίασης των πληροφοριών, έχει τη δυνατότητα επιλογών ανάλογα με τις γνώσεις, τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά του, δίχως να είναι αναγκασμένος να ακολουθήσει μία αυστηρά προκαθορισμένη σειρά.

Είναι λογικό λοιπόν να αναρωτηθεί κάποιος για τα αποτελέσματα που επιφέρει η διδακτική προσέγγιση θεμάτων Αστρονομίας σε μαθητές του δημοτικού σχολείου με τη χρήση μίας πολυμεσικής εφαρμογής. Το βασικό ερευνητικό ερώτημα είναι εάν κάτι τέτοιο επιτυγχάνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με αντίστοιχες πιο συμβατικές διδακτικές μεθόδους. Έχοντας αυτό ως βάση, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τα αποτελέσματα πιλοτικού προγράμματος που αφορούσε τη δημιουργία, εφαρμογή στο σχολικό περιβάλλον και αξιολόγηση διαδραστικού πολυμεσικού λογισμικού που απέβλεπε στην κατανόηση εννοιών της Αστρονομίας, όπως αναλύεται στις ενότητες που ακολουθούν.

2.Η διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας και οι αντιλήψεις των μαθητών

Υπάρχει εκτενής βιβλιογραφία σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών σε θέματα Αστρονομίας, με κοινό στοιχείο ότι οι μαθητές έχουν ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων, δυσκολιών και παρανοήσεων. Ενδεικτικά, πιστεύουν ότι η Γη είναι επίπεδη, στατική και μεγαλύτερη από τον Ήλιο, που είναι μεγαλύτερος από τα αστέρια και κινείται ανεβαίνοντας και κατεβαίνοντας (Vosniadou, 1991). Ο Sharp (1996) διαπίστωσε πως παιδιά 10-11 ετών ήταν σε θέση να αναφέρουν τα σώματα που αποτελούν μέρος του ηλιακού συστήματος ωστόσο δεν μπορούσαν να εξηγήσουν πλήρως την κίνηση των ουράνιων σωμάτων και δεν παρουσίαζαν ξεκάθαρες ιδέες σχετικά με τα αίτια αυτών των κινήσεων. Επίσης, είχαν ασαφείς ιδέες για τα αστέρια. Σε μελέτες που έγιναν σε μαθητές του δημοτικού και των πρώτων τάξεων του γυμνασίου (9-13 ετών) σχετικά με τις κινήσεις των πλανητών, οι κυρίαρχες αντιλήψεις κυμαίνονταν από ένα "μαγικό" γεωκεντρικό μοντέλο, μέχρι το σωστό ηλιοκεντρικό (Sharp & Kuerbis, 2006, Liu, 2005, McKinnon, Geissinger, Danaia, 2002). Τέλος, πρόβλημα υπάρχει στην αντίληψη των σχετικών μεγεθών των πλανητών και των αστρονομικών αποστάσεων (Vosniadou, 1991).

Οι λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών εξομαλύνονται με την πάροδο του χρόνου, αλλά με αργό ρυθμό και δεν εξαλείφονται πλήρως. Οι Calderon-Canales, Flores-Camacho και Gallegos-Cazares (2013) διαπιστώνουν ότι όσο μεγαλύτερα είναι τα παιδιά, τόσο πιο σύνθετα μοντέλα του ηλιακού συστήματος μπορούν να κατασκευάσουν, προσθέτοντας περισσότερα στοιχεία και τοποθετώντας στο κέντρο τον Ήλιο. Σε έρευνα του Hicks (2009), μελετήθηκαν οι εναλλακτικές αντιλήψεις αστρονομίας σε μαθητές δημοτικού και σε φοιτητές. Φάνηκε πως

με την πάροδο της ηλικίας, οι αντιλήψεις πλησιάζουν στην επιστημονική παραδοχή, αλλά και πάλι φοιτητές, σε μεγάλο ποσοστό, είχαν λανθασμένες αντιλήψεις.

Οι παρανοήσεις ενδέχεται να οφείλονται στα διδακτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στα σχολεία ή στις εικόνες των βιβλίων, που δεν λαμβάνουν υπόψη την πραγματική κλίμακα για το μέγεθος και την απόσταση (Sadler, 1987). Επίσης, φαίνεται ότι οι αντιλήψεις των μαθητών εξαρτώνται περισσότερο από τις επιμέρους διαδικασίες σκέψης των παιδιών παρά από τη δυναμική ή τις απαιτήσεις του δασκάλου (Candela, 2001). Μάλιστα, σύμφωνα με τους McKinnon και Geissinger (2002), οι εκπαιδευτικοί δεν μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν αστρονομικά φαινόμενα λόγω των δικών τους παρανοήσεων, εκτός κι αν αυτές αντικατασταθούν από επιστημονικές εξηγήσεις. Σε αυτό συμφωνούν και οι Trumper (2003) και Dunlop (2000), οι οποίοι τονίζουν με τη σειρά τους, πως μία βασική αιτία των παρανοήσεων των παιδιών είναι οι παρανοήσεις των εκπαιδευτικών.

Το πρόβλημα με τη διδασκαλία της Αστρονομίας είναι ότι οι συμβατικές μέθοδοι δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις δυσκολίες των μαθητών που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η αποτελεσματικότητα των σχολικών εγχειριδίων, των διαγραμμάτων και των παρουσιάσεων είναι αμφίβολη (Baxter, 1989). Πειράματα, οπτικοποιήσεις, προσομοιώσεις και εμπράγματες εμπειρίες μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να αντιληφθούν τα φυσικά φαινόμενα (Hewitt, 2002). Μέσα από την αλληλεπιδραστική μάθηση, οι μαθητές μπορούν να κάνουν τις συνδέσεις μεταξύ του γνωστικού υλικού και του πραγματικού κόσμου (Linn & Eylon, 2006). Όμως, η αλληλεπίδραση, οι εμπράγματες εμπειρίες, η οπτικοποίηση και η προσομοίωση, είναι βασικά χαρακτηριστικά των εφαρμογών πολυμέσων, όπως αναλύεται στην επόμενη ενότητα.

3.Τα πολυμέσα στην εκπαίδευση

Το θεωρητικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών εφαρμογών πολυμέσων μπορεί να αναζητηθεί στις γνωστικές θεωρίες μάθησης με πολυμέσα, όπως η Θεωρία του Γνωστικού Φορτίου (Cognitive Load Theory) του Sweller (1988) και η Γνωσιακή Θεωρία Πολυμεσικής Μάθησης (Cognitive Theory of Multimedia Learning) των Mayer και Moreno (2003), οι οποίες είναι θεμελιωμένες σε εμπειρικά ευρήματα και θεωρητικές αρχές που αφορούν στη γνωστική αρχιτεκτονική και στις γνωστικές διαδικασίες (Schweppe & Rummer, 2013). Σύμφωνα με αυτές τις θεωρίες, το ανθρώπινο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών αποτελείται από δύο ξεχωριστά κανάλια, ένα ακουστικό/λεκτικό για την επεξεργασία των ακουστικών και λεκτικών ερεθισμάτων και ένα οπτικό/εικονογραφικό για την επεξεργασία οπτικών πληροφοριών και εικονικών αναπαραστάσεων.

Κάθε κανάλι στο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών του ανθρώπου έχει περιορισμένη χωρητικότητα. Ένα περιορισμένο ποσό της γνωστικής επεξεργασίας μπορεί να λάβει χώρα στο λεκτικό κανάλι σε κάποια δεδομένη στιγμή και παρομοίως μόνο ένα περιορισμένο ποσό της γνωστικής επεξεργασίας μπορεί να λάβει χώρα στο οπτικό κανάλι. Η μάθηση είναι θελκτική όταν αυτοί οι συμπληρωματικοί κώδικες πληροφορίας λαμβάνονται ταυτόχρονα (Alessi & Trollip, 2001). Σύμφωνα με τους ίδιους, οι Mayer και Moreno κάνουν λόγο για "επίδραση των πολυμέσων" ώστε να αναδείξουν τα οφέλη του συνδυασμού διαφορετικών οπτικών και ηχητικών πληροφοριών.

Τα πολυμέσα, εφόσον μεταφέρουν πληροφορίες χρησιμοποιώντας εικόνα, βίντεο, ήχο, κείμενο, αξιοποιούν ταυτόχρονα και τα δύο κανάλια επεξεργασίας πληροφοριών, πράγμα που τα καθιστά χρήσιμα στην εκπαίδευση. Επιπλέον, υπάρχει η επιλογή για μη γραμμική παρουσίαση των πληροφοριών έτσι, ώστε οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να

εξερευνήσουν με τον δικό τους ρυθμό, διαμορφώνοντας τη δική τους πορεία. Ένα ακόμη θετικό στοιχείο είναι η υψηλή δυνατότητα διαδραστικής εκμάθησης (Torrisi-Steele, 2005).

Τα πολυμέσα είναι φιλικά και σχετικά εύκολα στη χρήση, ευχάριστα, ευέλικτα, προσαρμόζονται στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών και ο ρόλος τους είναι ιδιαίτερα βοηθητικός κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Η αλληλεπίδραση χρήστη-εφαρμογής αντικατοπτρίζει το μοντέλο *δάσκαλος-μαθητής* κι επίσης ο χρήστης έχει την ελευθερία επιλογής θεμάτων (Παπάζογλου, 2002). Ο χρήστης δεν είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια αυστηρή σειρά για να λάβει τις πληροφορίες, αλλά έχει τη δυνατότητα να παραλείψει ενότητες. Το χαρακτηριστικό αυτό καθιστά τις συγκεκριμένες εφαρμογές χρήσιμες, γιατί προσαρμόζονται στους διαφορετικούς ρυθμούς και στα διαφορετικά επίπεδα γνώσης των μαθητών.

Πολλοί διαπιστώνουν ότι η χρήση των πολυμέσων αποτελεί κίνητρο μάθησης για τον εκπαιδευόμενο, λόγω της άμεσης, διασκεδαστικής αλληλεπίδρασης και συνεπώς του ενεργητικού ρόλου του ατόμου στη διαδικασία της μάθησης (Glatz, 2000). Έχει παρατηρηθεί πως η ανάπτυξη δεξιοτήτων με τη χρήση ηλεκτρονικών μέσων υπερτερεί της κλασικής διδασκαλίας. Κυρίως όμως, τη συμπληρώνει, παρέχοντας νέους τρόπους εκμάθησης με την παρουσίαση οπτικών και ηχητικών λεπτομερειών (Λαζαρίνης, 2007). Τέλος, οι Hong, McGee και Howard (2000), υποστηρίζουν πως τα πολυμεσικά μαθησιακά περιβάλλοντα παρέχουν ένα χρήσιμο μέσο για την εμπλοκή μαθητών στην επιστημονική έρευνα. Δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να εξοικειωθούν με εμπειρίες επίλυσης προβλημάτων, που είναι δύσκολο να δημιουργηθούν σε συνθήκες μίας συνηθισμένης τάξης.

4.Μεθοδολογία και υλοποίηση της έρευνας

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι από τη μία πλευρά υπάρχει αναγκαιότητα διδακτικής παρέμβασης για την αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μαθητών σε θέματα Αστρονομίας και από την άλλη ότι τα πολυμέσα αποτελούν ένα ικανοποιητικό μέσο μετάδοσης πληροφοριών και γνώσεων. Συνεπώς, θα είχε ενδιαφέρον να μελετηθεί κατά πόσο μία εφαρμογή πολυμέσων μπορεί να έχει ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα για τη διδασκαλία στοιχείων Αστρονομίας σε μαθητές του δημοτικού σχολείου. Με αυτό το σκεπτικό, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε η πολυμεσική εφαρμογή που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Διαπιστώθηκε ότι το στο πρόγραμμα σπουδών του δημοτικού σχολείου, στοιχεία Αστρονομίας περιλαμβάνονται στο μάθημα της Γεωγραφίας της Στ΄ τάξης, αλλά το περιεχόμενο είναι σχετικά φτωχό. Συνεπώς, ομάδα-στόχος της έρευνας, αποφασίστηκε να είναι οι μαθητές αυτής της τάξης. Προέκυψε όμως η ανάγκη να διαμορφωθεί κατάλληλο γνωστικό υλικό. Για τον λόγο αυτό, και έχοντας ως βάση όσα αναφέρθηκαν στην ενότητα για τη διδασκαλία της Αστρονομίας, επιλέχθηκαν τρεις θεματικές ενότητες: (α) ηλιακό σύστημα, (β) συγκρίσεις και (γ) η εξερεύνηση του διαστήματος. Οι διδακτικοί στόχοι που ορίστηκαν για κάθε ενότητα ήταν:

Ηλιακό Σύστημα
Οι μαθητές να:

- Κατανοήσουν τη δομή του ηλιακού συστήματος.
- Μάθουν πως ο Ήλιος είναι ένα αστέρι στο κέντρο του ηλιακού μας συστήματος, δεν είναι ακίνητος, είναι αυτόφωτος και πως γύρω του περιφέρονται οι πλανήτες.
- Γνωρίσουν την ύπαρξη της Ζώνης των Αστεροειδών και της Ζώνης του Κάιπερ.
- Διακρίνουν εσωτερικούς και εξωτερικούς πλανήτες.

- Συγκρίνουν χαρακτηριστικά των πλανητών (π.χ.: κατάσταση, δομή, δακτυλίους, δορυφόρους, χρωματισμούς, ατμόσφαιρα, περιστροφή).
- Γνωρίσουν τρεις νάνους πλανήτες (και τη θέση τους στο ηλιακό σύστημα).

Συγκρίσεις
Οι μαθητές να:
- Αντιληφθούν τα σχετικά μεγέθη των πλανητών του ηλιακού συστήματος.
- Συγκρίνουν το μέγεθος της Γης με αυτό των υπόλοιπων πλανητών του ηλιακού συστήματος.
- Συγκρίνουν τις αποστάσεις των πλανητών από τον Ήλιο.
- Γνωρίσουν τον τρόπο περιστροφής της Γης και των άλλων πλανητών.
- Συγκρίνουν τη μέση θερμοκρασία των πλανητών.
- Υπολογίζουν και να συγκρίνουν το διαφορετικό βάρος των αντικειμένων σε όλους τους πλανήτες του ηλιακού συστήματος, καθώς και στον Ήλιο.

Εξερεύνηση του Διαστήματος
Οι μαθητές να:
- Αντιληφθούν τον αντίκτυπο στην εξερεύνηση του διαστήματος και την εξέλιξη της διαστημικής τεχνολογίας που είχε ο ανταγωνισμός μεταξύ Η.Π.Α. και Ε.Σ.Σ.Δ. κατά τη διάρκεια του Ψυχρού Πολέμου.
- Γνωρίσουν τα σημαντικότερα γεγονότα κατά τη διάρκεια της "Κούρσας του Διαστήματος" και την εξέλιξη της διαστημικής τεχνολογίας.
- Γνωρίσουν τα μέρη ενός πυραύλου (δεξαμενή καυσίμων, ενισχυτές εκτόξευσης και όχημα κλειστής τροχιάς).
- Γνωρίσουν τα στάδια μίας εκτόξευσης διαστημικού λεωφορείου μέχρι την είσοδό του σε τροχιά.

Η εφαρμογή ξεκίνησε να κατασκευάζεται χρησιμοποιώντας το Adobe Director (http://www.adobe.com/products/director.html). Κατά τη διάρκεια της υλοποίησής της, παρουσιάστηκαν δυσκολίες ως προς την εύρεση λειτουργικού κώδικα για τη δημιουργία συγκεκριμένων στοιχείων (κυρίως ασκήσεων με μορφή παιχνιδιού), οπότε χρησιμοποιήθηκε και το Flash Professional CC. Η παραγωγή της εφαρμογής, από την αρχική σύλληψη ως τον τελικό έλεγχο διήρκησε περίπου τρεις μήνες. Η πλέον χρονοβόρα διαδικασία, εκτός της κατασκευής, ήταν η συλλογή και επεξεργασία του γνωστικού υλικού.

Κάθε ενότητα αποφασίστηκε να διαρκεί τέσσερα διδακτικά δίωρα, ώστε οι μαθητές να έχουν την ευκαιρία να επεξεργαστούν όλο το υλικό χωρίς χρονική πίεση. Επίσης, λάβαμε υπόψη το γεγονός ότι, λόγω της χρήσης του σχολικού εργαστηρίου, θα υπήρχε απώλεια χρόνου (για παράδειγμα, κατά τη μετακίνηση των μαθητών και την εκκίνηση των υπολογιστών). Ως εκ τούτου, η συνολική διάρκεια της παρέμβασης υπολογίστηκε σε έξι εβδομάδες (δύο δίωρα την εβδομάδα). Η υλοποίηση του προγράμματος έγινε σε δημοτικό σχολείο της Καστοριάς, το διάστημα από 2/11 έως 11/12/2015.

Αναφορικά με τον τρόπο εργασίας των μαθητών, πρέπει να σημειωθεί ότι στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών προκρίνονται οι ομαδοσυνεργατικές μέθοδοι διδασκαλίας (Souvignier & Kronenberger, 2007). Έτσι, οι μαθητές χωρίστηκαν σε ζευγάρια και εργάστηκαν από κοινού σε έναν Η/Υ. Αυτό το σχήμα έλυσε επίσης το πρόβλημα του περιορισμένου αριθμού Η/Υ του σχολικού εργαστηρίου. Όμως, για να μελετηθούν τα γνωστικά αποτελέσματα αποκλειστικά και μόνο της εφαρμογής, ο εκπαιδευτικός της τάξης παρότι παρών, δεν προσέφερε καμία βοήθεια στους μαθητές παρά μόνο σε τεχνικά θέματα, όποτε αυτό ήταν απαραίτητο. Δεν είχε δηλαδή κανένα διδακτικό, καθοδηγητικό ή συμβουλευτικό ρόλο.

Για τη συλλογή ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν φύλλα αξιολόγησης που δίνονταν μετά το τέλος κάθε διδακτικής ενότητας. Επίσης, ένα μήνα μετά την ολοκλήρωση των μαθημάτων, δόθηκε ένα post-test για να αξιολογηθεί η διατήρηση των γνώσεων που αποκόμισαν οι μαθητές. Στο τέλος της ερευνητικής παρέμβασης, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο στους μαθητές, με σκοπό τη διερεύνηση των εντυπώσεων που αποκόμισαν, αλλά και για την καταγραφή των θετικών και αρνητικών στοιχείων που εντόπισαν κατά τη διάρκεια των μαθημάτων.

Για να υπάρξει η δυνατότητα ερμηνείας της σημασίας των αποτελεσμάτων της παρέμβασης, αποφασίστηκε η σύγκρισή τους με τα αντίστοιχα αποτελέσματα διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων. Για τον λόγο αυτό, κρίθηκε απαραίτητη η δημιουργία ακόμα δύο ομάδων μαθητών. Μία ομάδα αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου. Αυτή, διδάχθηκε συμβατικά το ίδιο ακριβώς διδακτικό υλικό και συμπλήρωσε τα ίδια φύλλα αξιολόγησης. Η διάρκεια αυτής της παρέμβασης ήταν, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, έξι εβδομάδες. Τέλος, μία τρίτη ομάδα διδάχθηκε και πάλι το ίδιο διδακτικό υλικό, αλλά σε αυτή την περίπτωση δημιουργήθηκαν τετραμελείς ομάδες μαθητών που δούλεψαν με βάση το ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο. Η διάρκεια ήταν και πάλι έξι εβδομάδες. Εφόσον αυτές οι δύο ομάδες δεν χρησιμοποίησαν την εφαρμογή, το γνωστικό υλικό της μεταγράφηκε σε έντυπη μορφή. Μαθητές δύο γειτονικών σχολείων με το πρώτο αποτέλεσαν το δείγμα των ομάδων αυτών. Η διδασκαλία έγινε από τους εκπαιδευτικούς των τάξεων, το ίδιο διάστημα με την πρώτη ομάδα.

Με το παραπάνω μεθοδολογικό σχήμα, οι τρεις ομάδες μαθητών της Στ' τάξης, εκτέλεσαν τις ίδιες δραστηριότητες και αξιολογήθηκαν με τον ίδιο τρόπο. Η μόνη διαφορά που είχαν ήταν ο τρόπος προσφοράς του διδακτικού αντικειμένου.

5.Ανάλυση αποτελεσμάτων

Συνολικά 62 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε τρεις ομάδες. Οι ομάδες 0 (συμβατική διδασκαλία) και 1 (ομαδική εργασία) είχαν 20 μέλη, ενώ η ομάδα 2 (διδασκαλία με την πολυμεσική εφαρμογή) είχε 22 μέλη. Η κατανομή αγοριών-κοριτσιών και στις τρεις ομάδες ήταν περίπου ίση. Τα φύλλα αξιολόγησης 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* = 22)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
Φύλλο αξιολόγησης 1	9.71	2.48	26.85	4.89	23.84	4.02
Φύλλο αξιολόγησης 2	7.75	1.75	22.65	5.01	28.17	3.24
Φύλλο αξιολόγησης 3	8.15	3.20	21.05	7.62	20.48	7.12
Post-test	26.80	4.42	47.10	10.12	46.05	8.85

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 που συμμετείχαν. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή αυτού του είδους της ανάλυσης. Διαπιστώθηκε ότι οι ομάδες

δεν είχαν τον ίδιο αριθμό συμμετεχόντων. Εξαιρετικά άνισα δείγματα μπορεί να προκαλέσουν πρόβλημα στην προϋπόθεση της ανάλυσης διασποράς μίας κατεύθυνσης για ομοσκεδαστικότητα της διακύμανσης στα δείγματα. Παρόλα αυτά, δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός κανόνας για το ποια είναι η μέγιστη αποδεκτή διαφορά στα δείγματα των ομάδων, πάνω από την οποία δημιουργούνται προβλήματα στην ομοσκεδαστικότητα της διακύμανσης (Keppel, 1993). Επιπρόσθετα, η διαφορά μεταξύ της ομάδας 2 και των άλλων ομάδων ήταν πολύ μικρή (2 άτομα). Έτσι, αποφασίστηκε ότι αυτή η απόκλιση είναι αποδεκτή. Επίσης, στη βαθμολογία όλων των φύλλων αξιολόγησης δεν υπήρχαν ακραίες τιμές (outliers). Τέλος, τα δεδομένα σε όλες τις δραστηριότητες είχαν κανονική κατανομή, όπως αυτό εκτιμήθηκε από Q-Q γραφήματα και το Shapiro-Wilk test ($p > .05$), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2.

Η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε όλες τις περιπτώσεις όπως εκτιμήθηκε από το test Levene (Πίνακας 3). Εφόσον υπήρξε παραβίαση της ομοσκεδαστικότητας ,αλλά η υπόθεση της κανονικότητας ικανοποιείται, όπως φάνηκε παραπάνω, αντί για ANOVA, χρησιμοποιήθηκε το τεστ των Brown-Forsythe (1974). Το τεστ αυτό είναι ανθεκτικό σε περιπτώσεις ετεροσκεδαστικότητας και αποφεύγονται τα λάθη Τύπου I (Πίνακας 4).

Οι αναλύσεις έδειξαν ότι στα 3 φύλλα αξιολόγησης και στο post-test υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στις βαθμολογίες των 3 ομάδων των μαθητών:

- Φύλλο αξιολόγησης 1, [Brown-Forsythe $F(2, 43.75) = 95.86$, $p < .001$].
- Φύλλο αξιολόγησης 2, [Brown-Forsythe $F(2, 35.85) = 118.05$, $p < .001$].
- Φύλλο αξιολόγησης 3, [Brown-Forsythe $F(2, 41.55) = 29.10$, $p < .001$].
- Post-test, [Brown-Forsythe $F(2, 42.52) = 47.18$, $p < .001$].

Πίνακας 2 Αποτελέσματα ελέγχου κανονικότητας της κατανομής

		Shapiro-Wilk		
	Ομάδα	Statistic	df	Sig.
Φύλλο αξιολόγησης 1	0	.92	20	.182
	1	.93	20	.245
	2	.95	22	.392
Φύλλο αξιολόγησης 2	0	.94	20	.151
	1	.96	20	.760
	2	.97	22	.483
Φύλλο αξιολόγησης 3	0	.93	20	.795
	1	.95	20	.475
	2	.94	22	.098
Post-test	0	.95	20	.604
	1	.97	20	.857
	2	.94	22	.586

Πίνακας 3 Αποτελέσματα ελέγχου ομοιογένειας διακύμανσης (test Levene)

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Φύλλο αξιολόγησης 1	7.56	2	59	.001*
Φύλλο αξιολόγησης 2	11.15	2	59	.000*
Φύλλο αξιολόγησης 3	9.82	2	59	.000*
Post-test	6.74	2	59	.002*

Σημείωση: * = παραβίαση της ομοιογένειας διακύμανσης

Πίνακας 4 Αποτελέσματα Brown-Forsythe test

	Brown-Forsythe	df1	df2	Sig.
Φύλλο αξιολόγησης 1	95.86	2	43.75	.000

Φύλλο αξιολόγησης 2	118.05	2	35.85	.000
Φύλλο αξιολόγησης 3	29.10	2	41.55	.000
Post-test	47.18	2	42.52	.000

Post hoc συγκρίσεις χρησιμοποιώντας το Games–Howell test (1976) (εφόσον παραβιάστηκε η ομοσκεδαστικότητα) διεξήχθησαν σε όλα τα πιθανά ζεύγη όλων των φύλλων αξιολόγησης έτσι, ώστε να διαπιστωθούν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων των μαθητών. Διαπιστώθηκε ότι:

- Φύλλο αξιολόγησης 1. Οι ομάδες 1 (M = 26.85, SD = 4.89) και 2 (M = 23.84, SD = 4.02) δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (p = .183). Όμως και οι δύο είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα 0 (M = 9.71, SD = 2.48) (p < .001 και στις δύο περιπτώσεις).
- Φύλλο αξιολόγησης 2. Η ομάδα 2 (M = 28.17, SD = 3.24) είχε στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα1 (M = 22.65, SD = 5.01) (p = .033). Επίσης, και οι δύο ομάδες είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα 0 (M = 7.75, SD = 1.75) (p < .001 και στις δύο περιπτώσεις).
- Φύλλο αξιολόγησης 3. Οι ομάδες 1 (M = 21.05, SD = 7.62) και 2 (M = 20.48, SD = 7.12) δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (p = .766). Όμως, και οι δύο είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα 0 (M = 8.15, SD = 3.20) (p < .001 και στις δύο περιπτώσεις).
- Post-test. Οι ομάδες 1 (M = 47.10, SD = 10.12) και 2 (M = 46.05, SD = 8.85) δεν είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους (p = .676). Όμως και οι δύο είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα 0 (M = 26.80, SD = 4.42) (p < .001 και στις δύο περιπτώσεις).

Από την παραπάνω ανάλυση, συμπεραίνεται ότι η διδασκαλία με την εφαρμογή, με εξαίρεση τη 2η ενότητα (Συγκρίσεις), δεν είχε στατιστικώς σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα από διδασκαλία στην οποία υπήρξε ομαδική εργασία των μαθητών. Αντίθετα, σε όλες τις περιπτώσεις, είχε στατιστικώς σημαντικά καλύτερα αποτελέσματα από μία συμβατική διδασκαλία. Συνεπώς, επαληθεύεται μερικώς η ερευνητική υπόθεση της παρούσας εργασίας, δηλαδή ότι επιτυγχάνονται καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, εάν οι μαθητές χρησιμοποιήσουν αποκλειστικά μία πολυμεσική εφαρμογή για να διδαχθούν θέματα Αστρονομίας.

Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο εντυπώσεων, τα αποτελέσματά του συνοψίζονται στους Πίνακες 5 και 6. Σε γενικές γραμμές, οι εντυπώσεις των μαθητών από την εφαρμογή ήταν θετικές, δεν τους κούρασε, θα ήθελαν να χρησιμοποιήσουν ξανά παρόμοια εφαρμογή και θεώρησαν ότι υπερτερεί σε σχέση με το βιβλίο. Όπως ανέφεραν οι ίδιοι, η ενότητα που κατανοήθηκε περισσότερο ήταν η πρώτη (Ηλιακό σύστημα) (14 μαθητές), ενώ αυτή που κατανοήθηκε λιγότερο ήταν η τρίτη (Εξερεύνηση του διαστήματος) (8 μαθητές), εξαιτίας των πολλών ονομάτων που περιείχε. Οι ίδιες ενότητες φάνηκε να τους άρεσαν περισσότερο και λιγότερο αντίστοιχα. Το περιεχόμενο κρίθηκε ικανοποιητικό, φάνηκε να λύνει τις απορίες τους και τους κίνησε το ενδιαφέρον να μάθουν περισσότερα. Σχετικά με την ευκολία χρήσης τη εφαρμογής, δεν φάνηκε να συναντούν προβλήματα και, τέλος, ο χρόνος που είχαν στη διάθεσή τους κρίθηκε επαρκής. Στο σημείο αυτό αξίζει να επισημανθεί ότι, κατά τη διάρκεια των μαθημάτων, οι ομάδες δεν τελείωναν τη μελέτη του υλικού ή τις δραστηριότητες στον ίδιο χρόνο. Όταν κάποια ομάδα τελείωνε αρκετά νωρίτερα, οι μαθητές επαναλάμβαναν κάποια σημεία της εφαρμογής με δική τους πρωτοβουλία.

Πίνακας 5 Αποτελέσματα ερωτήσεων με κλίμακα Likert

	1	2	3	4	5	Καμία επιλογή
Τα γραπτά κείμενα βοηθούσαν στην κατανόηση	1	6	5	4	6	0

Τα γραπτά κείμενα ήταν κουραστικά	12	5	1	2	1	1
Τα ηχητικά κείμενα βοηθούσαν στην κατανόηση	2	3	4	4	9	0
Τα ηχητικά κείμενα ήταν κουραστικά	16	3	1	1	1	0
Οι εικόνες βοηθούσαν στην κατανόηση	0	3	5	5	9	0
Οι εικόνες ήταν κουραστικές	19	3	0	0	0	0
Κατανόησα όλες τις ενότητες	0	2	6	6	5	3
Η εφαρμογή ήταν ευχάριστη	0	1	5	4	11	1
Η εφαρμογή ήταν κουραστική	14	6	1	0	0	1
Η εφαρμογή μου άρεσε	0	1	5	6	10	0
Θα προτιμούσα να χρησιμοποιήσω βιβλία	18	3	1	0	0	0
Στην εφαρμογή χανόμουν	16	3	0	1	0	2
Ο χρόνος μου έφτανε	2	3	4	3	10	0

Πίνακας 6 Αποτελέσματα διπολικών ερωτήσεων

	Ναι	Όχι
Χρειάζονταν κι άλλα στοιχεία για να καταλάβω κάποιες ενότητες	8	14
Η εφαρμογή μου έλυσε απορίες που είχα πριν τη χρησιμοποιήσω	21	1
Η εφαρμογή μου δημιούργησε νέες απορίες	7	15
Θα ήθελα να ξαναχρησιμοποιήσω την εφαρμογή	19	3
Με ενδιαφέρει να μάθω περισσότερα για το ηλιακό σύστημα	18	4

6. Συζήτηση

Η πολυμεσική εφαρμογή, ως διδακτικό εργαλείο, φάνηκε πως ήταν κατάλληλη για τη διδασκαλία των στοιχείων Αστρονομίας που περιλάμβανε. Είχε καλύτερα γνωστικά αποτελέσματα από τη συμβατική διδασκαλία, ενώ τα αποτελέσματά της ήταν περίπου τα ίδια με αυτά της συμβατικής ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας. Η σημαντικότητα αυτού του ευρήματος γίνεται αντιληπτή, αν κάποιος αναλογιστεί ότι η ομάδα μαθητών που χρησιμοποίησε την εφαρμογή δεν είχε τη στήριξη κάποιου εκπαιδευτικού. Ήταν στην ευχέρεια των ίδιων των μαθητών αν θα μελετούσαν την ύλη, με ποια σειρά και για πόσο χρόνο. Όπως τονίζουν οι Sankey και Nooriafshar (2005), τα πολυμέσα δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα επιλογής ή ελέγχου στη μάθηση, με αποτέλεσμα την ενδυνάμωση της εμπειρίας μάθησης.

Επίσης, παρατηρήθηκε διαφορετικός χρόνος λήξης της ενασχόλησης με την εφαρμογή για κάθε ομάδα, κάτι που δεν συμβαίνει στην περίπτωση της συμβατικής διδασκαλίας. Σύμφωνα με τους Vernadakis, Avgerinos, Tsitskari και Zachopoulou (2005), η χρήση των Η/Υ ως διδακτικού εργαλείου επιτρέπει στα παιδιά να μαθαίνουν με τον δικό τους ξεχωριστό ρυθμό. Προχωρούν στο επόμενο επίπεδο, αφού έχουν κατακτήσει το προηγούμενο, κάτι που στην παραδοσιακή διδασκαλία δεν συμβαίνει.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των πολυμέσων είναι το γεγονός πως υποστηρίζουν την κοινωνική διάδραση και τη συνεργατική μάθηση, στοχεύοντας παράλληλα στην οικοδόμηση γνώσεων (Resta & Laferrière, 2007). Στην παρούσα έρευνα κάτι τέτοιο αποδείχθηκε, καθώς οι μαθητές της ομάδας που χρησιμοποίησε την πολυμεσική εφαρμογή και οι μαθητές που διδάχθηκαν ομαδοσυνεργατικά είχαν καλύτερες επιδόσεις από την ομάδα που διδάχθηκε με συμβατικό τρόπο.

Σημαντικό επίσης στοιχείο είναι ότι στη δεύτερη ενότητα, που αφορούσε συγκρίσεις, η ομάδα που χρησιμοποίησε την εφαρμογή πέτυχε καλύτερα αποτελέσματα. Πιθανώς, αυτό να είναι αποτέλεσμα της δυνατότητας που είχαν οι μαθητές να κάνουν αρκετούς υπολογισμούς, για παράδειγμα, υπολογισμό των κιλών τους σε άλλα ουράνια σώματα. Οι συμμετέχοντες πειραματίστηκαν, έκαναν προβλέψεις οι οποίες επιβεβαιώθηκαν ή διαψεύστηκαν από τον υπολογιστή. Παρομοίως, σύγκριναν το μέγεθος της Γης με αυτό των άλλων πλανητών, σχολιάζοντας μεταξύ τους τις διαφορές που αντιλαμβάνονταν κάθε φορά που τη σύγκριναν με νέο πλανήτη. Είχαν τη δυνατότητα να επαναλάβουν όποιες συγκρίσεις επιθυμούσαν και με όποια σειρά ήθελαν, την οποία και εκμεταλλεύτηκαν. Φαίνεται ότι αυτή η δυνατότητα οδήγησε σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως υποστηρίζεται και από άλλους ερευνητές (Hong, McGee & Howard, 2000, Mayer & Moreno, 2003).

Από την άλλη όμως πλευρά, δεν πρέπει να αγνοηθεί η αναγκαιότητα παρουσίας εκπαιδευτικού. Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία με την καθοδήγηση εκπαιδευτικού επιφέρει πολύ καλά μαθησιακά αποτελέσματα. Κάτι τέτοιο συμπεραίνεται από τις εξίσου καλές επιδόσεις της δεύτερης ομάδας. Από την άλλη όμως πλευρά, είναι γνωστό πως η χρήση των πολυμέσων ενισχύει και συμπληρώνει την παραδοσιακή διδασκαλία, βελτιώνοντας επίσης την απόδοση των μαθητών σε μεγαλύτερο βαθμό από αυτόν που θα μπορούσε να επιτευχθεί σε περίπτωση που η καθεμιά από αυτές τις στρατηγικές εφαρμοζόταν κατ' αποκλειστικότητα, χωρίς να συνδυάζεται με την άλλη (Rouse, 1999). Συνεπώς, η πολυμεσική εφαρμογή θα μπορούσε να αποδειχθεί ακόμα πιο αποτελεσματική σε περίπτωση που η χρήση της θα ήταν επικουρική σε διδακτική παρέμβαση κατά την οποία θα παρίστατο ένας εκπαιδευτικός ο οποίος παράλληλα θα επενέβαινε όπου ο ίδιος θα έκρινε απαραίτητο ή όπου θα του ζητούσαν επεξηγήσεις οι μαθητές. Έτσι, θα επωφελούνταν και από την αμεσότητα της επικοινωνίας με τη φυσική παρουσία του εκπαιδευτικού και από την καλλιέργεια των κοινωνικών δεξιοτήτων μέσα από την ομαδοσυνεργατική προσέγγιση με τη χρήση της πολυμεσικής εφαρμογής.

7. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, η διδακτική παρέμβαση που στηρίχθηκε αποκλειστικά στη χρήση της πολυμεσικής εφαρμογής από τους μαθητές είχε ικανοποιητικά αποτελέσματα. Από την άλλη όμως πλευρά, υπάρχουν περιορισμοί που πρέπει να αναφερθούν. Η έρευνα είχε ως δείγμα 62 μαθητές της Στ΄ τάξης δημοτικών σχολείων του δήμου Καστοριάς. Συνεπώς, υπάρχουν περιορισμοί αναφορικά με το μέγεθος του δείγματος, τον τόπο που διεξήχθη αλλά και την ηλικία των μαθητών, που δεν επιτρέπουν τη γενίκευση των αποτελεσμάτων της. Όπως σε κάθε έρευνα, οι συμμετέχοντες, και στην συγκεκριμένη περίπτωση οι μαθητές, μπορεί να μην ήταν απόλυτα ειλικρινείς στις απαντήσεις τους σχετικά με τις εντυπώσεις τους από την χρήση της εφαρμογής, συνδέοντας την διεξαγωγή της έρευνας με τη διαδικασία των εξετάσεων.

Περαιτέρω έρευνες θα μπορούσαν να εστιάσουν σε μαθητές μικρότερης ή μεγαλύτερης ηλικίας ή με διαφορετικό περιεχόμενο, αλλά και πάλι από το πεδίο της Αστρονομίας. Παράλληλα με τη χρήση της πολυμεσικής εφαρμογής, θα μπορούσε να υπάρχει βοήθεια και καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, γιατί όπως φαίνεται, παιδιά που έχουν αλληλεπίδραση με ενήλικες σε περιβάλλον Η/Υ έχουν υψηλότερες επιδόσεις (Klein, Nir-Gal και Darom, 2000). Οι μαθητές που χρησιμοποιούν Η/Υ στη μαθησιακή διαδικασία αποκτούν παράλληλα γνώσεις και δεξιότητες πληροφορικής τεχνολογίας (Lewis, Davies, Jenkins & Tait, 2005) και κάτι τέτοιο ίσως να άξιζε να διερευνηθεί.

Η επόμενη φάση είναι η συγκρότηση ενός εκτενέστερου προγράμματος παρεμβάσεων, το οποίο, πέρα από μεγαλύτερη διάρκεια, θα περιλαμβάνει και διδασκαλία επιπρόσθετων στοιχείων αστρονομίας. Η εφαρμογή ενός τέτοιου προγράμματος σε μεγαλύτερη ομάδα μαθητών και η συγκριτική μελέτη των δεδομένων από διαφορετικούς τρόπους διδασκαλίας,

θα συμβάλει στη διαμόρφωση μίας πιο ολοκληρωμένης εικόνας για την αποτελεσματικότητα των εφαρμογών πολυμέσων σε αυτό το γνωστικό αντικείμενο.

Βιβλιογραφία

Λαζαρίνης, Φ. (2007). *Τεχνολογίες Πολυμέσων-Θεωρία, Υλικό, Λογισμικό*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Παπάζογλου, Π. (2002). *Εφαρμογές και Τεχνολογίες Πολυμέσων*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.

Alessi, S., & Trollip, S. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development*. Boston: Allyn and Bacon

Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. International *Journal of Science Education, 11*, 502-513.

Brown, M. B. & Forsythe, A. B. (1974). Robust test for the equality of variance. *Journal of American Statistical Association, 69*, 364-367.

Candela, A. (2001). Earthly talk. *Human Development*, *44*(2-3), 119-125.

Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F., & Gallegos-Cázares, L. (2013). Elementary Students' Mental Models of the Solar System. *Astronomy Education Review*, *12*(1), 010108.

Dunlop, J. (2000). How children observe the Universe. *Publications of the Astronomical Society of Australia*, *17*, 194-206.

Games, P. A., Howell, J. F. (1976). Pairwise multiple comparison procedures with unequal N's and/or variances: A Monte Carlo Study. *Journal of Educational Statistics 1*(2), 113-125.

Glatz, L. (2000). Computer Technology in Foreign Language Teacher Training. *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference* (pp. 641-646).

Janßen, U., & Werner, K. (2007). Hat der Weltraum eine Tür. *München: DVA*.

Hewitt, P.G. (2002). *Conceptual Physics with Practicing Physics Workbook*. NY: Benjamin Cummings.

Hicks, A. S. (2009). *ACCESS-Alternative Conceptions: A Comprehensive Examination of Space Science*. Doctoral dissertation. Miami University.

Hong, N. S., McGee, S., & Howard, B. C. (2000). The effect of multimedia learning environments on well-structured and ill-structured problem-solving skills. In *American Educational Research Association Annual Meeting* (Vol. 2000, No. 1).

Keppel, G. (1993). *Design and Analysis: A Researcher's Handbook*. Prentice Hall, Inc.

Klein, P. S., Nir-Gal, O., & Darom, E. (2000). The use of computers in kindergarten, with or without adult mediation; effects on children's cognitive performance and behavior. *Computers in Human Behavior*, *16*(6), 591-608.

Lewis, M. J., Davies, R., Jenkins, D., & Tait, M. I. (2005). A review of evaluative studies of computer-based learning in nursing education. *Nurse Education Today*, *25*(8), 586-597.

Linn, M. C., & Eylon, B. S. (2006). Science education: Integrating views of learning and instruction. In P.A. Alexander & P.H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology 2nd ed.* (pp. 511–544). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Liu, S. C. (2005). Models of "the heavens and the Earth": An investigation of German and Taiwanese students' alternative conceptions of the universe. International Journal of Science and Mathematics Education, 3(2), 295-325.

Mayer, R. & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, *38*(1), 43-52.

McKinnon, D. H., & Geissinger, H. (2002). Interactive astronomy in elementary schools. *Educational Technology & Society*, *5*(1), 124-128.

McKinnon, D. H., Geissinger, H., & Danaia, L. (2002). Helping them understand: Astronomy for Grades 5 and 6. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 263-276.

Petersen, C. C., & Brandt, J. C. (2003). *Visions of the Cosmos*. Cambridge University Press.

Resta, P., Laferrière, T. (2007). Technology in support of collaborative learning. *Educational Psychology Review, 19*(1), 65-83.

Rouse, D. (1999). The effectiveness of computer-assisted instruction in teaching nursing students about congenital heart disease. *Computers in Nursing, 18*(6), 282-287.

Sadler, P. M. (1987, July). Misconceptions in astronomy. In *Proceedings of the second international seminar on misconceptions and educational strategies in science and mathematics* (Vol. 3, pp. 422-425). Ithaca, NY: Cornell University.

Sankey, M., & Nooriafshar, M. (2005). Multiple representations in multimedia and elearning materials: An issue of literacy. In J. B. Son & S. O'Neill (Eds.), *Enhancing learning and teaching: Pedagogy, technology and language* (pp. 149-172). Flaxton, Qld: Post Pressed.

Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education,18*(6), 685-712.

Sharp, J. G., & Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. Science Education, 90(1), 124-147.

Schweppe, J., & Rummer, R. (2014). Attention, working memory, and long-term memory in multimedia learning: an integrated perspective based on process models of working memory. *Educational Psychology Review, 26*(2), 285-306.

Souvignier, E., & Kronenberger, J. (2007). Cooperative learning in third graders' jigsaw groups for mathematics and science with and without questioning training. *British Journal of Educational Psychology, 77*(4), 755-771.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science, 12*(2), 257-285.

Torrisi-Steele, G., (2005), Toward effective use of multimedia technologies in education. In S. Mishra, & R. C., Sharma (Eds.), *Interactive Multimedia in Education and Training*. Hershey: Idea Group.

Trumper, R. (2003). The need for change in elementary school teacher training-a cross-college age study of future teachers' conceptions of basic astronomy concepts. *Teaching and Teacher Education, 19(*3), 309-323.

Vernadakis, N., Avgerinos, A., Tsitskari, E., & Zachopoulou, E. (2005). The use of computer assisted instruction in preschool education: Making teaching meaningful. *Early Childhood Education Journal, 33*(2), 99-104.

Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal of Curriculum Studies, 23*, 219-237.