ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

11ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της Φυσικής: μία εμπειρική μελέτη

Βησσαρίων Γκαρτζονίκας, Αναστάσιος Μικρόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Γκαρτζονίκας Β., & Μικρόπουλος Α. (2022). Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της Φυσικής: μία εμπειρική μελέτη. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 593–600. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4352

Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της Φυσικής: μία εμπειρική μελέτη

Γκαρτζονίκας Βησσαρίων[1], Μικρόπουλος Αναστάσιος[2]
gartzos@hotmail.com,amikrop@uoi.gr
[1] Αρσάκειο Δημοτικό Σχολείο Ιωαννίνων
[2] Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη

Τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα βρίσκουν μεγάλο ερευνητικό αλλά και πρακτικό ενδιαφέρον στον τομέα της παιδαγωγικής αξιοποίησης της ψηφιακής τεχνολογίας, με λίγα όμως αποτελέσματα από αντίστοιχες εμπειρικές μελέτες. Αντικείμενο αυτής της εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων Φυσικής από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων αναδεικνύεται ότι οι μαθητές επιτυγχάνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, όταν χρησιμοποιούν ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, για τις έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται τις ίδιες έννοιες με τη συμβατική μέθοδο διδασκαλίας. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων που χρησιμοποιήθηκαν στη διδακτική πράξη έδειξε ότι οι μαθητές που τα χρησιμοποίησαν τα αξιολόγησαν θετικά σε μεγάλο ποσοστό στις κατηγορίες της μάθησης, της ποιότητας και της εμπλοκής.

Λέξεις κλειδιά: ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, φυσική, εμπειρική μελέτη

Εισαγωγή

Τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα (ΨΜΑ) αποτελούν μια ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα προσέγγιση τηw ψηφιακής τεχνολογίας με αναφορά στις δυνατότητες που προσφέρουν για αποθήκευση εκπαιδευτικού υλικού, διάθεση, και επαναχρησιμοποίηση σε διαφορετικά περιβάλλοντα και από πολλούς διαφορετικούς χρήστες.

Το 2000 ήταν το έτος κατά το οποίο τα ΨΜΑ ήρθαν στο προσκήνιο ως μία προσδιορισμένη και καθορισμένη περιοχή ενδιαφέροντος και έρευνας στην εκπαιδευτική τεχνολογία (Sinclair et al., 2013). Από εκείνη τη στιγμή, τα ΨΜΑ έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον στο πεδίο της έρευνας και της ανάπτυξης σχετικά με την επαναχρησιμοποίηση και τον αναπροσανατολισμό της διδασκαλίας και του εκπαιδευτικού υλικού (Taylor Northrup, 2007; Wiley, 2000a; Wiley, 2000b).

Ο ορισμός της IEEE «ένα μαθησιακό αντικείμενο ορίζεται ως οποιαδήποτε οντότητα, ψηφιακή ή μη ψηφιακή, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, να επαναχρησιμοποιηθεί ή να αναφέρεται κατά τη διάρκεια της μάθησης που υποστηρίζεται από τεχνολογία» αναφέρεται ευρέως στις δημοσιεύσεις ως ένας πολύ γενικός ορισμός (Sinclair et al., 2013). Άλλοι προτεινόμενοι ορισμοί θέτουν περιορισμούς σε διάφορες πτυχές, όπως του μεγέθους, της μορφής, του περιεχομένου και του αναγκαίου χρόνου μάθησης, ενώ άλλοι περιγράφουν χαρακτηριστικά που ίσως χρειάζονται περαιτέρω διευκρίνιση, όπως η ανεξαρτησία, η ευελιξία, η επαναχρησιμοποίηση και η δυνατότητα προσαρμογής (Wiley, 2000a; Lajoie, 2008; Polsani, 2003; Beck, 2008; McGreal, 2004).

Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, ISBN: 978-618-83186-2-5

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιείται ο ορισμός των Kay & Knaack (2009b) που ορίζουν τα ΨΜΑ ως εκείνα τα διαδραστικά εργαλεία διαθέσιμα στον παγκόσμιο ιστό που υποστηρίζουν την εκμάθηση συγκεκριμένων εννοιών, μέσω της βελτίωσης, της ενίσχυσης ή και της καθοδήγησης των γνωστικών διεργασιών των μαθητών.

Παρά την ποικιλία των ορισμών, οι ερευνητές συμφωνούν ότι τα ΨΜΑ έχουν τα εξής χαρακτηριστικά: την επαναχρησιμοποίηση, την αναλυτικότητα, τη διαλειτουργικότητα, την ανθεκτικότητα, την προσβασιμότητα, την ανακαλυψιμότητα, την προσαρμοστικότητα και την διαχειρισιμότητα (Sinclair et al., 2013).

Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μαθητών που χρησιμοποιούν ΨΜΑ στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής, στο πλαίσιο μιας συγκριτικής μελέτης.

Μεθοδολογία

Ερευνητικοί άξονες

Οι ερευνητικοί άξονες της εργασίας ήταν:

1. Η διερεύνηση της συμβολής των ΨΜΑ στα μαθησιακά αποτελέσματα στο μάθημα Φυσική στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση
2. Η διερεύνηση της εμπλοκής των μαθητών κατά τη χρήση των ΨΜΑ, καθώς και της ποιότητας των ίδιων των ΨΜΑ.

Δείγμα

Το δείγμα αποτελούνταν από 39 μαθητές 11-12 ετών δύο τμημάτων της Στ΄ τάξης ιδιωτικού δημοτικού σχολείου. Η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από τους 20 μαθητές του ενός τμήματος στο οποίο έγινε η χρήση των ΨΜΑ, ενώ η ομάδα ελέγχου από τους 19 μαθητές του άλλου τμήματος. Τα δύο τμήματα ήταν στο ίδιο σημείο της διδακτέας ύλης και οι προϋπάρχουσες γνώσεις τους ήταν ίδιες.

Επιλογή θεματικών ενοτήτων και ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων

Οι θεματικές ενότητες που επιλέχθηκαν, δηλαδή «Ο Ηλεκτρομαγνήτης», «Η Ηλεκτρογεννήτρια» και «Ο Ηλεκτροκινητήρας» περιλαμβάνονται στο μάθημα της Φυσικής Στ΄ Δημοτικού και προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων.

Τα ΨΜΑ που χρησιμοποιήθηκαν στη διδακτική πράξη επιλέχθηκαν από το εθνικό αποθετήριο «φωτόδεντρο». Στη θεματική ενότητα «Ο Ηλεκτρομαγνήτης» αξιοποιήθηκαν τα ΨΜΑ «Οπτικοποίηση της αρχής λειτουργίας του ηλεκτρομαγνήτη» (http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-6018) και «Το ηλεκτρικό κουδούνι» (http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8572). Στη θεματική ενότητα «Η Ηλεκτρογεννήτρια» χρησιμοποιήθηκε το ΨΜΑ «Γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6179) και στη θεματική ενότητα «Ο Ηλεκτροκινητήρας» το ΨΜΑ «Ηλεκτρικός κινητήρας» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6180).

Διαδικασία

Συνολικά σχεδιάσθηκαν και πραγματοποιήθηκαν έξι σενάρια διδασκαλίας, τρία για κάθε τμήμα, ένα για κάθε μία από τις θεματικές ενότητες που επιλέχθηκαν να διδαχθούν. Η διάρκεια διδασκαλίας κάθε μιας ενότητας ήταν δύο συνεχόμενες διδακτικές ώρες (90 λεπτά).

Οι μαθητές και των δύο τμημάτων συμπλήρωναν τις απαντήσεις τους σε φύλλα εργασίας, ενώ οι μαθητές της πειραματικής ομάδας συμπλήρωναν και ένα ερωτηματολόγιο που αξιολογούσε το εκάστοτε ΨΜΑ σε πέντε επίπεδα διαφωνίας-συμφωνίας (Γκαρτζονίκας & Μικρόπουλος, 2017). Το ερωτηματολόγιο ήταν η μεταφρασμένη έκδοση της κλίμακας αξιολόγησης μαθησιακών αντικειμένων για μαθητές (LOES - S) (Kay & Knaack, 2009b). Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο επιλέχθηκε, διότι, με βάση τη βιβλιογραφία, είναι το μοναδικό ερωτηματολόγιο αξιολόγησης ΨΜΑ που έχει σχεδιαστεί για μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Διδακτικές παρεμβάσεις

Τα σενάρια διδασκαλίας των παραπάνω θεματικών ενοτήτων καθώς και η ανάπτυξή τους σχεδιάστηκαν και πραγματοποιήθηκαν στα δύο τμήματα στο πλαίσιο της σχολικής διδασκαλίας. Η δομή του κάθε σεναρίου ήταν χωρισμένη σε πέντε φάσεις (προσανατολισμού, ανάδειξης των ιδεών, αναδόμησης των ιδεών, εφαρμογής, ανασκόπησης), (Γκαρτζονίκας & Μικρόπουλος, 2017) βασισμένες στο εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας, όπως προτείνεται από τους Driver & Oldham (1986).

Αξιολόγηση ερευνητικών δεδομένων

Οι απαντήσεις των μαθητών και των δύο τμημάτων στα φύλλα εργασίας που κλήθηκαν να συμπληρώσουν αξιολογήθηκαν με βάση την ταξινομία SOLO των Biggs & Collis (1982) και κατηγοριοποιήθηκαν στα πέντε παρακάτω επίπεδα κατανόησης, όπως στο παρακάτω παράδειγμα που αναφέρεται στα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης:

- 1ο Προδομικό
  «Δεν ξέρω» ή δεν δόθηκε κάποια απάντηση ή οι παράγοντες που εξετάζει ο μαθητής δεν έχουν σχέση με το θέμα.
- 2ο Μονοδομικό
  «Τα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης είναι μια μπαταρία και καλώδια.»
- 3ο Πολυδομικό
  «Τα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης είναι μια μπαταρία, καλώδια, ένα πηνίο, μία ράβδος σιδήρου, μία λάμπα και ένας διακόπτης.»
- 4ο Συσχετιστικό
  «Τα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης είναι μια μπαταρία, καλώδια, ένα πηνίο και μία ράβδος σιδήρου.»
- 5ο Εκτεταμένης θεώρησης
  «Τα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης είναι μία ηλεκτρική πηγή, πηνίο και ένα σιδηρομαγνητικό υλικό, τα οποία, αν συνδεθούν κατάλληλα, δημιουργούν ροή ηλεκτρικού ρεύματος και μαγνητικό πεδίο.»

Στη συνέχεια έγινε σύγκριση της επίδοσης των μαθητών κάθε τμήματος για κάθε ερώτηση ξεχωριστά, ώστε να διερευνηθούν πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ο έλεγχος έγινε με τη χρήση του προγράμματος SPSS. Τα δεδομένα ελέγχθηκαν αν ακολουθούν την κανονική κατανομή και διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν αποκλίσεις από την κανονικότητα. Έτσι για τον έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το Mann-Whitney U τεστ, ένα μη παραμετρικό τεστ για δύο ανεξάρτητα δείγματα.

Τέλος, κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου που μοιράστηκε στο τμήμα που χρησιμοποίησε τα ΨΜΑ αξιολογήθηκε με βάση την πλειοψηφία των μαθητών σχετικά με τη συμφωνία ή τη διαφωνία τους ως προς το ζήτημα που διαπραγματευόταν η εκάστοτε ερώτηση.

Αποτελέσματα

Ξεκινώντας με την παρέμβαση για τον ηλεκτρομαγνήτη, η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε πως από τις 13 ερωτήσεις που κλήθηκαν συνολικά να απαντήσουν οι μαθητές και των δύο τμημάτων αιτιολογημένα, στις 11 τα αποτελέσματα είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά και το τμήμα που χρησιμοποίησε τα ΨΜΑ κατέγραψε υψηλότερο μέσο όρο βαθμολογίας.

Πίνακας 1. Στατιστικά μεγέθη παρέμβασης για τον ηλεκτρομαγνήτη

Ερώτηση	p
1. Ποια είναι τα απαραίτητα (υλικά) μέρη από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρομαγνήτης;	0.011
2. Θέσε τον ηλεκτρομαγνήτη σε λειτουργία. Τι παρατηρείς;	0.490
3. Αιτιολόγησε την απάντησή σου.	0.004
4. Άνοιξε τον διακόπτη. Τι παρατηρείς;	0.895
5. Αιτιολόγησε την απάντησή σου.	0.033
6. Άλλαξε την πολικότητα της πηγής. Κλείσε ξανά τον διακόπτη. Τι παρατηρείς;	0.000
7. Άρα πώς επιδρά η αλλαγή της πολικότητας;	0.007
8. Συμπέρασμα.	0.001
9. Κλείσε τον διακόπτη του ηλεκτρικού κουδουνιού. Πώς δουλεύει το ηλεκτρικό κουδούνι;	0.000
10. Ποιο φαινόμενο εκμεταλλευόμαστε στην λειτουργία του ηλεκτρικού κουδουνιού;	0.000
11. Γιατί χρησιμοποιούμε ηλεκτρομαγνήτη και όχι έναν απλό μαγνήτη;	0.001
12. Τι πρέπει να κάνει ο χειριστής του τεράστιου ηλεκτρομαγνήτη, για να πέσουν τα παλιοσίδερα;	0.002
13. Μπορείς να συγκρίνεις έναν ηλεκτρομαγνήτη με έναν μόνιμο μαγνήτη;	0.001

Στην παρέμβαση για την ηλεκτρογεννήτρια από τις συνολικά 10 ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν, στις εφτά τα αποτελέσματα είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά και το τμήμα που χρησιμοποίησε τα ΨΜΑ κατέγραψε υψηλότερο μέσο όρο βαθμολογίας.

Πίνακας 2. Στατιστικά μεγέθη παρέμβασης για την ηλεκτρογεννήτρια

Ερώτηση	p
1. Ποια είναι τα απαραίτητα υλικά (μέρη) από τα οποία αποτελείται μία ηλεκτρική γεννήτρια;	0.528
2. Από πού προέρχεται το ηλεκτρικό ρεύμα που ανάβει τη λάμπα;	0.027
3. Ποια φυσικά μεγέθη είναι βασικά για την λειτουργία της γεννήτριας;	0.008
4. Πώς επηρεάζουν τη λειτουργία της;	0.000
5. Τι μετασχηματισμοί/μεταμορφώσεις ενέργειας γίνονται στη γεννήτρια;	0.025
6. Η περιστροφή του μαγνήτη στα εργοστάσια της ΔΕΗ μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες και συζήτησε με τη δασκάλα ή τον δάσκαλό σου πώς δημιουργείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο.	0.109
7. Η περιστροφή του μαγνήτη στα εργοστάσια της ΔΕΗ μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες και συζήτησε με τη δασκάλα ή τον δάσκαλό σου πώς δημιουργείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο ατμοηλεκτρικό εργοστάσιο.	0.013
8. Συμπέρασμα.	0.000
9. Γιατί η λάμπα του ποδηλάτου δε φωτίζει, όταν αυτό είναι ακίνητο;	0.115
10. Με ποιον τρόπο περιστρέφεται ο μαγνήτης στις γεννήτριες που βλέπεις στις εικόνες;	0.000

Το ίδιο συνέβη και στην εκπαιδευτική παρέμβαση για τον ηλεκτροκινητήρα, αφού και στις 8 συνολικά ερωτήσεις που κλήθηκαν να απαντήσουν τα αποτελέσματα είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά και το τμήμα που χρησιμοποίησε τα ΨΜΑ κατέγραψε υψηλότερο μέσο όρο βαθμολογίας.

Πίνακας 3. Στατιστικά μεγέθη παρέμβασης για τον ηλεκτροκινητήρα

Ερώτηση	p
1. Ποια είναι τα απαραίτητα υλικά (μέρη) από τα οποία αποτελείται ένας ηλεκτρικός κινητήρας;	0.019
2. Ποια είναι η «κινητήρια δύναμη» του πηνίου;	0.005
3. Ποια φυσικά μεγέθη είναι βασικά για την λειτουργία του κινητήρα;	0.008
4. Πώς επηρεάζουν τη λειτουργία του;	0.000
5. Σύγκρινε τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο κινητήρας και η γεννήτρια. Τι διαφορετικό έχουν;	0.014
6. Τι μετασχηματισμοί/μεταμορφώσεις ενέργειας γίνονται στον κινητήρα;	0.000
7. Να αναφέρετε 5 συσκευές που βασίζουν τη λειτουργία τους στον ηλεκτρικό κινητήρα.	0.042
8. Επιλέξτε μία από τις παραπάνω συσκευές και περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας της.	0.001

Σχετικά με την αξιολόγηση των πέντε ΨΜΑ, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές του τμήματος που τα χρησιμοποίησαν τα αξιολόγησαν θετικά και στις τρεις κατηγορίες της μάθησης (ερ.1-5), της ποιότητας (ποιότητα του μαθησιακού αντικειμένου) (ερ.6-9) και της εμπλοκής (εμπλοκή με το μαθησιακό αντικείμενο) (ερ.10-12), αφού σε όλες τις περιπτώσεις και σε όλες τις ερωτήσεις τα ποσοστά συμφωνίας των μαθητών στις απαντήσεις τους ήταν πολύ υψηλότερα από τα ποσοστά διαφωνίας. Τα χαμηλότερα ποσοστά συμφωνίας και αντίστοιχα τα μεγαλύτερα ποσοστά διαφωνίας καταγράφηκαν και στα πέντε ερωτηματολόγια στην έκτη ερώτηση «Η επιλογή «Βοήθεια» του ψηφιακού μαθησιακού αντικειμένου ήταν χρήσιμη», ενώ στο ίδιο μήκος κύματος ήταν και οι απαντήσεις τους στην 14η ερώτηση «Τι ήταν αυτό που δεν σου άρεσε στο ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο» με την κυρίαρχη αρνητική απάντηση να είναι «Η χρησιμότητα της επιλογής «Βοήθεια»». Οι απαντήσεις στις δύο αυτές ερωτήσεις δείχνουν πως κάποιοι μαθητές δεν έμειναν ικανοποιημένοι από την επιλογή «βοήθεια» ή δεν τους φάνηκε χρήσιμη κατά την αξιοποίηση του ΨΜΑ.

Στη συνέχεια, στους πίνακες 4,5 και 6 ακολουθούν ενδεικτικές απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις των φύλλων εργασίας (βλ. Πίνακες 1,2 και 3) κάθε διδακτικής παρέμβασης, καθώς και η κατηγοριοποίησή τους στα επίπεδα SOLO.

Πίνακας 4. Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών και επίπεδα SOLO στην παρέμβαση για τον Ηλεκτρομαγνήτη

Απαντήσεις	Επίπεδο
«Παρατηρώ ότι ρέει ρεύμα στα καλώδια και ανάβει η λάμπα.» (ερ.2)	2ο
«Αυτό συμβαίνει, διότι ρέει το ρεύμα στο πηνίο και γίνεται μαγνήτης.» (ερ.3)	4ο
«Παρατηρώ ότι η λάμπα έσβησε και το μεταλλικό μπαλάκι επέστρεψε στην αρχική του θέση.» (ερ.4)	3ο
«Αυτό συμβαίνει, διότι ένας ηλεκτρομαγνήτης, όταν δεν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, παύει να λειτουργεί σαν μαγνήτης και δεν δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.» (ερ.5)	5ο

Πίνακας 5. Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών και επίπεδα SOLO στην παρέμβαση για την Ηλεκτρογεννήτρια

Απαντήσεις	Επίπεδο

«Στην περίπτωση που το πηνίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι ένα δυναμό ποδηλάτου που το περιστρέφει ο ποδηλάτης, το ηλεκτρικό ρεύμα που ανάβει τη λάμπα προέρχεται από το πηνίο και τον μαγνήτη.» (ερ.2)	2ο
«Ο ποδηλάτης έχει χημική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε κινητική στο ποδήλατο και στο πηνίο. Έπειτα μετατρέπεται σε ηλεκτρική στα καλώδια και σε φωτεινή στο λαμπάκι. Ταυτόχρονα σε όλα τα παραπάνω στάδια υπάρχει υποβάθμιση της ενέργειας με τη μορφή της θερμότητας.» (ερ.5)	5ο
«Το νερό που πέφτει με ορμή από το φράγμα περιστρέφει τον υδροστρόβιλο που δημιουργεί ηλεκτρικό ρεύμα.» (ερ.6)	3ο
«Ο γαιάνθρακας καίγεται, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται το νερό στο λέβητα. Ο ατμός που παράγεται περιστρέφει τον ατμοστρόβιλο, ο οποίος περιστρέφει το μαγνήτη της γεννήτριας.» (ερ.7)	4ο

Πίνακας 6. Ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών και επίπεδα SOLO στην παρέμβαση για τον Ηλεκτροκινητήρα

Απαντήσεις	Επίπεδο
«Η «κινητήρια δύναμη» του πηνίου είναι η δύναμη της μπαταρίας.» (ερ.2)	2ο
«Τα φυσικά μεγέθη που είναι βασικά για την λειτουργία του κινητήρα είναι το πόσο δυνατός είναι ο μαγνήτης και το πόση ενέργεια έχει η μπαταρία.» (ερ.3)	3ο
«Και οι δύο κατασκευές είναι παρόμοιες. Και οι δύο χρειάζονται μαγνήτες και καλώδια που να σχηματίζουν πηνίο. Η γεννήτρια όμως χρειάζεται μία τροχαλία για να κινηθεί και ένα λαμπάκι για να έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ ο κινητήρας χρειάζεται μία μπαταρία συνδεδεμένη στα καλώδια για να κινηθεί το πηνίο.» (ερ.5)	4ο
«Η χημική ενέργεια της ηλεκτρικής πηγής μετατρέπεται σε ηλεκτρική στα καλώδια και στη συνέχεια σε κινητική ενέργεια στο πηνίο. Ταυτόχρονα σε όλα τα παραπάνω στάδια υπάρχει υποβάθμιση της ενέργειας με τη μορφή της θερμότητας.» (ερ.6)	5ο

Συζήτηση και συμπεράσματα

Η εργασία μελετά τη συμβολή της χρήσης των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων στη διδακτική πράξη στο μάθημα της Φυσικής στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Από τα αποτελέσματα συμπεραίνεται ότι οι μαθητές επιτυγχάνουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα όταν χρησιμοποιούν ΨΜΑ στις έννοιες του ηλεκτρομαγνητισμού, σε σχέση με τους μαθητές που διδάσκονται τις ίδιες έννοιες με τη συμβατική μέθοδο διδασκαλίας.

Αρκετές έρευνες έχουν καταλήξει επίσης στο ίδιο συμπέρασμα, όσον αφορά στην κατανόηση εννοιών του ηλεκτρομαγνητισμού. Πιο συγκεκριμένα οι έρευνες των Dori & Belcher (2005), Marco & Gomes (2016) και Duka & Abrudean (2008) έδειξαν ότι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα στην κατανόηση εννοιών της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής με τη χρήση ΨΜΑ. Αντίστοιχα ήταν και τα αποτελέσματα των Noor-Ul-Amin (2013), Kirschner & Davis (2011) και Podolefsky & Finkelstein (2007) σε πρωτοετείς φοιτητές Πανεπιστημιακών Τμημάτων Φυσικής στο σύνολο της διδασκαλίας των εννοιών του ηλεκτρομαγνητισμού με τη χρήση ΨΜΑ.

Όπως τονίζεται όμως από τη βιβλιογραφία, μέθοδοι διδασκαλίας που περιλαμβάνουν τη χρήση νέων τεχνολογιών, όπως είναι τα ΨΜΑ, συμβάλλουν στην εννοιολογική ανάπτυξη και κατανόηση φυσικών φαινομένων από την μεριά τον μαθητών, μέσα από τις δυνατότητες οπτικοποίησης και πειραματισμού που παρέχουν (Dori & Belcher, 200; Webb & Cox, 2004; Jimoyiannis & Komis, 2001). Οι Huba & Fredd (2000) σημειώνουν ότι κάποιοι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση εννοιών με την αξιοποίηση ψηφιακής τεχνολογίας, διότι δυσκολεύονται να προσαρμοστούν σε ένα διαφορετικό μοντέλο διδασκαλίας, πέρα από το συμβατικό.

Η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ότι οι μαθητές συμφωνούν πως τα ΨΜΑ που έχουν σχεδιαστεί για το μάθημα της Φυσικής τους βοηθούν να μάθουν (Kay & Knaack, 2007a; Kay & Knaack, 2007b; Kay & Knaack, 2008a; Kay & Knaack, 2008b; Kay & Knaack, 2009a; Lowe et al., 2010; Kay, 2011). Ωστόσο, μελέτες δείχνουν επίσης ότι αρκετοί μαθητές δυσκολεύονται να χρησιμοποιήσουν τα ΨΜΑ, επειδή θεωρούν ότι κάνουν τον ρυθμό του μαθήματος πολύ γρήγορο ή επειδή το περιεχόμενό τους είναι δυσνόητο (Kay, 2011).

Πολλές έρευνες (Clarke & Bowe, 2006; Kay & Knaack, 2007a; Kay & Knaack, 2007b; Kay & Knaack, 2008a; Kay & Knaack, 2008b; Kay & Knaack, 2009a; Lowe et al., 2010; Nurmi & Jaakkola, 2006; Kay, 2011) σημειώνουν ότι η ποιότητα και ο σχεδιασμός είναι τα υψηλότερα βαθμολογημένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ΨΜΑ. Οι μαθητές βαθμολογούν την ευκολία χρήσης και τα οπτικά χαρακτηριστικά (γραφικά και κινούμενες εικόνες) με την υψηλότερη βαθμολογία. Μερικοί μαθητές βαθμολογούν αρνητικά την ποιότητα και την ποσότητα του κειμένου που υπάρχει στα ΨΜΑ, καθώς και την αποτελεσματικότητα της επιλογής της βοήθειας.

Ο βασικός περιορισμός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν πως το δείγμα ήταν σχετικά μικρό και αποτελούνταν από μαθητές μίας συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας και συγκεκριμένα από μαθητές της Στ' τάξης ιδιωτικού σχολείου.

Με βάση τα παραπάνω, μία σειρά από προτάσεις μπορούν να αναφερθούν σχετικά με τη χρήση των ΨΜΑ στη διδακτική πράξη. Αρχικά, προτείνονται εύχρηστα ΨΜΑ χωρίς τεχνικά προβλήματα. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί να είναι επιμορφωμένοι ώστε να προσφέρουν υποστήριξη σε μαθητές που δυσκολεύονται στη χρήση των ΨΜΑ. Επιπλέον, ΨΜΑ με σαφείς, σύντομες οδηγίες και ελάχιστο κείμενο πιθανότατα θα είναι πιο εύκολο να χρησιμοποιηθούν από τους μαθητές. Ακόμη, η χρήση προσεκτικά επιλεγμένων ΨΜΑ και σωστά σχεδιασμένων διδακτικών παρεμβάσεων δημιουργεί μια θετική στάση μαθητών και εκπαιδευτικών απέναντι σε αυτά, βελτιώνοντας ταυτόχρονα και την επίδοση των μαθητών. Τέλος, στο πεδίο της έρευνας προτείνεται να πραγματοποιηθούν περισσότερες μελέτες που θα αξιολογούν τόσο τα μαθησιακά αποτελέσματα της χρήσης ΨΜΑ στη διδακτική πράξη, δίνοντας έμφαση και σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όσο και μελέτες αξιολόγησης των ΨΜΑ που βρίσκονται στα διάφορα αποθετήρια, όπως το «Φωτόδεντρο».

Αναφορές

Beck, R. J. (2008). What are learning objects? Learning objects, Milwaukee, *WI: Center for International Education*, University of Wisconsin-Milwaukee.

Biggs, J., & Collis, K.F. (1982). *Evaluating the quality of learning-the SOLO taxonomy (1st ed).* New York: Academic Press.

Γκαρτζονίκας, Β., Μικρόπουλος Α. (2017). *Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα στη διδασκαλία της φυσικής: μία εμπειρική μελέτη* (Μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων). Ανακτήθηκε από http://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/28069.

Clarke, O., & Bowe, L. (2006). The learning federation and the Victorian department of education and training trial of online curriculum content with Indigenous students. 1-14. Retrieved from http://www.thelearningfederation.edu.au/verve/_resources/tl f_detvic_indig_trial_mar06.pdf.

Dori, Y. J., & Belcher, J. (2005). How does technology-enabled active learning affect undergraduate students' understanding of electromagnetism concepts?. *Journal of the Learning Sciences*, 14(2), 201–241. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1402.

Driver, R., & Oldham, V. (1986). *A constructivist approach to curriculum development in science.* Studies in Science Education, 13, 105-122.

Duka, A., & Abrudean, M. (2008). *Positioning system based on electromagnetic*, 10(3), 60–69.

Huba, M. E., & Fredd, J. E. (2000). *Learner-centered assessment on college campuses.* Boston, MA: Allyn & Bacon.

Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2001). Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computers & Education*, 36, 183-204.

Kay, R. (2011). Examining the effectiveness of web-based learning tools in middle and secondary school science classrooms. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 7, 359–374.

Kay, R.H., & Knaack, L. (2007a). A systematic evaluation of learning objects for secondary school students. *Journal of Educational Technology Systems*, 35, 411–448. doi: 10.2190/ M770-J104-V701-8N45.

Kay, R. H., & Knaack, L. (2007b). Evaluating the use of learning objects for secondary school science. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(4), 261-289. Retrieved from.

Kay, R.H., & Knaack, L. (2008a). An examination of the impact of learning objects in secondary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 447–461. doi: 10.1111/j.1365 2729.2008.00278.x.

Kay, R. H., & Knaack, L. (2008b). A multi-component model for assessing learning objects: The learning object evaluation metric (LOEM). *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(5), 574–591.

Kay, R. H. & Knaack, L. (2009a). Analyzing the effectiveness of learning objects for secondary school science classrooms. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 18(1), 113-135.

Kay, R. H., & Knaack, L. (2009b). *Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the learning object evaluation scale for students (LOES-S)*, 147–168. https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5.

Kirschner, P., & Davis, N. (2011). *Pedagogic benchmarks for information and communications technology in teacher education. Technology, Pedagogy and Education*, 12(1), 125–148. https://doi.org/10.1080/14759390300200149.

Lajoie, S. P. (2008, December). *Metacognition, self regulation, and self-regulated learning: A rose by any other name?*. Educational Psychology Review.

Lowe, K., Lee, L., Schibeci, R., Cummings, R., Phillips, R., & Lake, D. (2010). Learning objects and engagement of students in Australian and New Zealand schools. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), 227-241. doi: 10.1111/j.1467-8535.2009.00964.x.

Marco, P., & Gomes, A. (2016). *Teaching electromagnetism by images simulations in the telecommunications technical course*, (November), 7463.

McGreal, R. (2004). Learning objects: A practical definition. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1(9), 21–32. http://doi.org/10.1002/tl.37219925103.

Noor-Ul-Amin, S. (2013). *An effective use of ICT for education and learning by drawing on worldwide knowledge, research, and experience: ICT as a change agent for education*. Department of Education University of Kashmir, 1(1), 1–13. https://doi.org/6th August 2016.

Nurmi, S., & Jaakkola, T. (2006). *Effectiveness of learning objects in various instructional settings. Learning*, Media, and Technology, 31(3), 233-247.doi:10.1080/17439880600893283.

Podolefsky, N. S., & Finkelstein, N. D. (2007). *Analogical scaffolding and the learning of abstract ideas in physics: Empirical studies*. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 3(2), 1–12. https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.3.020104.

Polsani, P. R. (2003, February 19). Use and abuse of reusable learning objects. *Journal of Digital Information*.

Sinclair, J., Joy, M., Yau, J. Y.-K., & Hagan, S. (2013). *A practice-oriented review of learning objects. IEEE transactions on learning technologies*, 6(2), 177–192.

Taylor Northrup, P. (2007). Learning objects for instruction. (P. Taylor Northrup, Ed.). *IGI Global*. http://doi.org/10.4018/978-1-59904-334-0.

Webb, M., & Cox, M. (2004). *A review of pedagogy related to information and communications technology*. Technology, Pedagogy and Education, 13(3), 235-286.

Wiley, D. (2000a). *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*. Learning Technology, 2830(435), 1–35. http://doi.org/10.1002/stab.200710001.

Wiley, D. (2000b). *The Instructional use of learning objects*. Agency for Instructional Technology, http://reusability.org/ read/.