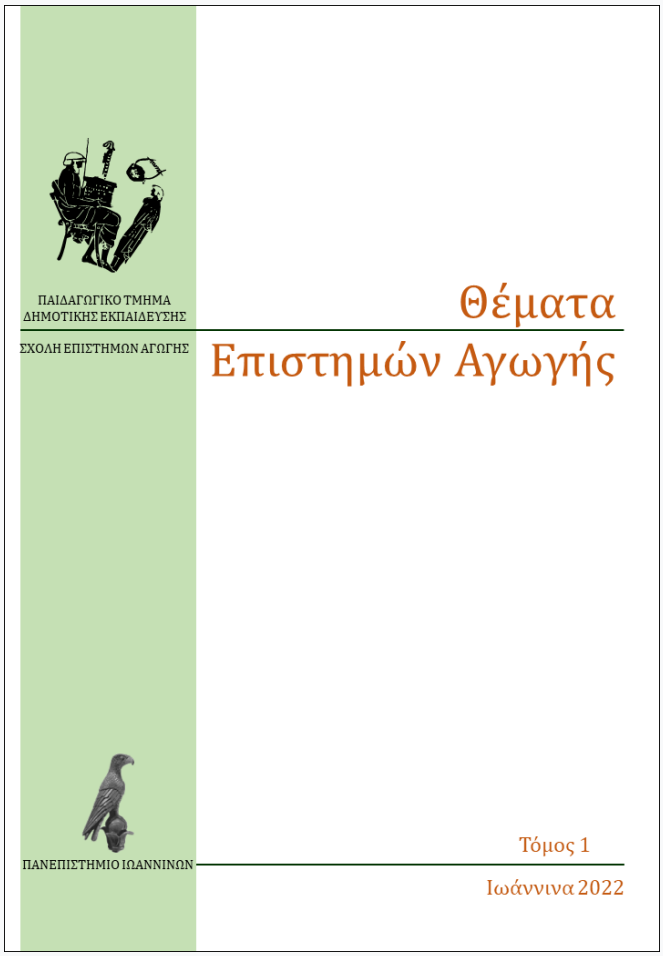
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Themes in Education Sciences

Vol 1, No 1 (2022)



Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες: μελέτη με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Γεωργία Ζαρκανέλα, Γεώργιος Κωνσταντίνος Ζαχαρής, Αναστάσιος Μικρόπουλος

doi: 10.12681/thea.27766

To cite this article:

Ζαρκανέλα Γ., Ζαχαρής Γ. Κ., & Μικρόπουλος Α. (2022). Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες: μελέτη με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. *Themes in Education Sciences*, *1*(1), 54–63. https://doi.org/10.12681/thea.27766

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 27/02/2026 13:27:44

Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες: μελέτη με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Γεωργία Δ. Ζαρκανέλα[1], Γεώργιος Κ. Ζαχαρής[1,2],
Τάσσος Α. Μικρόπουλος[2]
gew.zar@gmail.com, gzacharis@uoi.gr, amikrop@uoi.gr

[1]Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Έρευνας στις Τεχνολογίες Μάθησης,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[2]Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη. Στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα προσελκύουν το ενδιαφέρον ερευνητών και εκπαιδευτικών. Η παρούσα εργασία διερευνά την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του εργαλείου αξιολόγησης Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες Science Learning Objects Evaluation Tool – SciLOET. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης που χρησιμοποίησαν δύο Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα από την περιοχή των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα, της Φυσικής. Τα αποτελέσματα των περιγραφικών μέτρων από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών αναδεικνύουν ότι τα επιλεγμένα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης του εργαλείου. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης αναδεικνύουν την εσωτερική αξιοπιστία του εργαλείου, ενώ οι δείκτες της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης επιβεβαιώνουν την εγκυρότητά του. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας το εργαλείο SciLOET μπορεί να αξιοποιηθεί ως ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο προκειμένου να δοθεί στην ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα για την αξιολόγηση των Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες.

Λέξεις-κλειδιά: Ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, αξιολόγηση, αξιοπιστία, εγκυρότητα, φυσικές επιστήμες

Εισαγωγή

Τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα (ΨΜΑ) αποτελούν μικρές αυτόνομες οντότητες με σκοπό τους τη μεγιστοποίηση του μαθησιακού οφέλους κατά την ένταξή τους σε διδακτικές παρεμβάσεις. Είναι τα πλέον πολυσυζητημένα και αξιοποιήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία με μεγάλη διάδοση και ενδιαφέρον σε ερευνητικό και εκπαιδευτικό επίπεδο για όλα τα γνωστικά αντικείμενα και βαθμίδες εκπαίδευσης. Η ύπαρξη ενός έγκυρου και αξιόπιστου εργαλείου αξιολόγησης για χρήση από τον ερευνητή και τον εκπαιδευτικό της πράξης μπορεί να οδηγήσει στην επιλογή του κατάλληλου ΨΜΑ για αξιοποίηση σε διδακτικές παρεμβάσεις με την υποστήριξη της τεχνολογίας.

Βιβλιογραφικά φαίνεται πως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για τα ΨΜΑ. Οι διάφοροι ορισμοί επικεντρώνονται είτε στα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ, είτε στην παιδαγωγική αξία ή την προσβασιμότητα τους μέσω του διαδικτύου (Farha, 2009· Hamel & Ryan-Jones, 2002· IEEE, 2001· Kay & Knaack, 2008a· Wiley, 2008). Οι ερευνητές ωστόσο, φαίνεται να συγκλίνουν στην αντίληψη ότι ένα ΨΜΑ πρέπει να διαθέτει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά όπως να εντοπίζεται εύκολα, να είναι επαναχρησιμοποιήσιμο, να αναλύεται στα συστατικά του, να είναι προσβάσιμο, διαλειτουργικό, προσαρμόσιμο, ανθεκτικό, δημιουργικό και διαχειρίσιμο (Gürer, 2013). Όσον αφορά στον ορισμό των ΨΜΑ, η παρούσα εργασία ακολουθεί τον ορισμό των Topali και Mikropoulos (2018), σύμφωνα με τον οποίο ένα

ΨΜΑ ορίζεται ως μικρή, αυτοδύναμη, επαναχρησιμοποιήσιμη και παιδαγωγικά ολοκληρωμένη δομή εκπαιδευτικού πόρου που παρέχει τα συστατικά για την ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Τα ΨΜΑ για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), χαρακτηρίζονται ως πολύτιμα εργαλεία καθώς, μέσω των προσομοιώσεων, των δυναμικών οπτικών αναπαραστάσεων και των οπτικοποιήσεων φυσικών φαινομένων, φαίνεται να φέρουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και κίνητρα για μάθηση (Barak & Dori, 2011· Lin & Dwyer, 2010· Nguyen, Nelson & Wilson, 2012· Sudatha et al., 2018).

Η αλματώδης αύξηση της ταχύτητας του διαδικτύου σε συνδυασμό με τη διαρκώς αυξανόμενη ερευνητική δραστηριότητα στην ανάπτυξη και την αξιοποίηση των ΨΜΑ, έχει οδηγήσει στην ανάγκη για την αξιολόγησης τους (Kay & Knaack, 2008a), η οποία οφείλει να περιλαμβάνει παράγοντες, όπως οι παιδαγωγικές και τεχνολογικές διαστάσεις τους (Sinclair et al., 2013). Στο πλαίσιο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες από διάφορους φορείς και ερευνητές για την ανάπτυξη μεθόδων, πλαισίων και εργαλείων για την αξιολόγηση των ΨΜΑ. Οι φορείς που έχουν αναπτύξει τα περισσότερο διαδεδομένα εργαλεία είναι ο SREB-SCORE (Southern Regional Education Board) (SREB, 2007) και ο MERLOT (Akhavan & Arefi, 2014). Ερευνητές έχουν αναπτύξει αντίστοιχα εργαλεία με γνωστότερα τα LOES-S (Cafolla, 2002), LOES-T (Kay et al., 2009), LORI (Learning Object Review Instrument) (Leacock & Nesbit, 2007), και LOEM (Learning Object Evaluation Metric) (Kay & Knaack, 2008a).

Τα παραπάνω εργαλεία αξιολόγησης ωστόσο, παρέχουν ένα πλαίσιο αξιολόγησης των ΨΜΑ ανεξάρτητα από το γνωστικό αντικείμενο στο οποίο αναφέρονται με αποτέλεσμα να μην παρέχουν στοχευμένες αξιολογήσεις ανά γνωστικό αντικείμενο. Εξαίρεση αποτελεί το εργαλείο αξιολόγησης MERLOT που εξειδικεύεται και προσφέρει ένα ερωτηματολόγιο για τις ΦΕ, αξιολογώντας εκπαιδευτικούς πόρους κάθε τύπου, όπως διαλέξεων, εισαγωγικών μαθημάτων, μαθησιακών δραστηριοτήτων, κλπ. (http://www.nhn.ou.edu/~mason/MERLOT/EvalStandards.html). Ωστόσο, το συγκεκριμένο εργαλείο αξιολόγησης δε λαμβάνει υπόψη τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ, όπως αναφέρονται παραπάνω (Gürer, 2013). Το εργαλείο αξιολόγησης ΨΜΑ για τις ΦΕ Science Learning Objects Evaluation Tool – SciLOET των Papachristos και Mikropoulos (2021) αναπτύχθηκε πρόσφατα, με σκοπό να καταστεί ένα εργαλείο στα χέρια των ερευνητών και των εκπαιδευτικών που διδάσκουν ΦΕ προκειμένου να αξιολογήσουν οποιοδήποτε ΨΜΑ για τις ΦΕ προτού το χρησιμοποιήσουν σε παρεμβάσεις ή διδασκαλίες.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του εργαλείου αξιολόγησης ΨΜΑ SciLOET για τις ΦΕ σε ελληνικό δείγμα και συγκεκριμένα σε εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (ΠΕ70) που έχουν διδάξει ή διδάσκουν το μάθημα Φυσικά στην Ε' και την Στ' τάξη δημοτικού.

Μεθοδολογικό Πλαίσιο

Το εργαλείο SciLOET δομείται σε τέσσερεις (4) διαστάσεις: Ποιότητα Περιεχομένου, Διδακτική Πράξη και Μαθησιακή Διαδικασία, Σχεδιασμός, και Τεκμηρίωση. Συνολικά απαρτίζεται από 12 ερωτήσεις (Papachristos & Mikropoulos, 2021). Το εργαλείο αξιολόγησης προσανατολίζεται για χρήση στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και τη διδακτική πράξη και δεν περιλαμβάνει στοιχεία που αναφέρονται σε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ, ώστε να είναι εύχρηστο και άμεσα αξιοποιήσιμο.

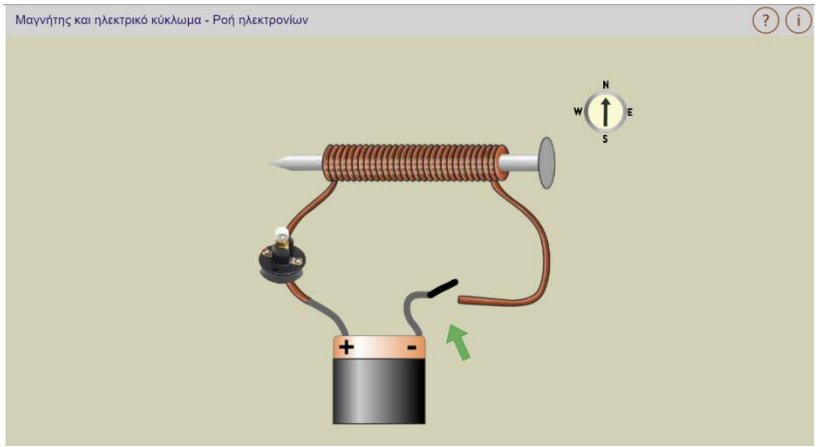
Το δείγμα ήταν 102 εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

Ερευνητικό εργαλείο και ανάλυση δεδομένων

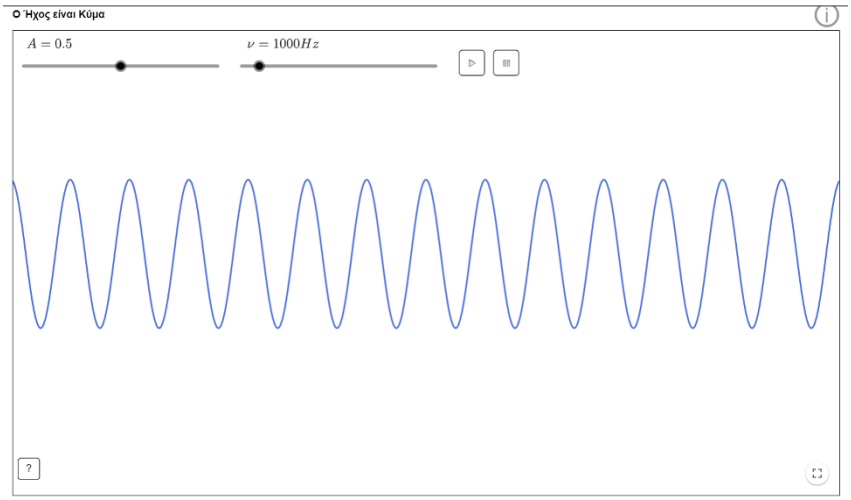
Για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων της μελέτης σχετικά με την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του ερευνητικού εργαλείου αναπτύχθηκε ένα ερωτηματολόγιο και διανεμήθηκε μέσω της εφαρμογής Google Forms. Η διεύθυνση του ερωτηματολογίου στάλθηκε στους εκπαιδευτικούς με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο. Το ερωτηματολόγιο δομήθηκε σε δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλάμβανε οκτώ ερωτήσεις δημογραφικού ενδιαφέροντος (φύλο, ηλικία, έτη προϋπηρεσίας, επιμόρφωση στις ΤΠΕ, γνώση και χρήση του Φωτόδεντρου). Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου έγινε χρήση του εργαλείου SciLOET. Περιλάμβανε 12 ερωτήσεις κλειστού τύπου χωρισμένες σε τέσσερις άξονες (Papachristos & Mikropoulos, 2021) με απαντήσεις στην τετραβάθμια κλίμακα Likert (1=Διαφωνώ απόλυτα, 4=Συμφωνώ απόλυτα).

Τα δύο ΨΜΑ που επιλέχθηκαν για τους σκοπούς της αξιολόγησης από τους εκπαιδευτικούς ήταν από τη συλλογή Φυσικής από το «Φωτόδεντρο Μαθησιακά Αντικείμενα». Το «Φωτόδεντρο Μαθησιακά Αντικείμενα» (Photodentro LOR), αποτελεί «το Πανελλήνιο Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων για την πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση» (http://photodentro.edu.gr/lor/) (Megalou & Kaklamanis, 2014). Η επιλογή των δύο ΨΜΑ από το «Φωτόδεντρο» έγινε καθώς τα ΨΜΑ Φυσικής που περιλαμβάνει το αποθετήριο αντιστοιχίζονται σε μεγάλο βαθμό στο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Τα δύο ΨΜΑ που επιλέχθηκαν ήταν «Μαγνήτης και ηλεκτρικό κύκλωμα - Ροή ηλεκτρονίων» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8575) και «Ο ήχος είναι κύμα» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8461?locale=el).

Το ΨΜΑ «Μαγνήτης και ηλεκτρικό κύκλωμα - Ροή ηλεκτρονίων» εντάσσεται στη θεματική περιοχή της Φυσικής και το εύρος της ηλικίας στην οποία απευθύνεται είναι 9-15 ετών (Σχήμα 1). Πρόκειται για μια δυναμική οπτική αναπαράσταση που υποστηρίζει τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ μιας πυξίδας και του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. Στόχος του μαθησιακού αντικειμένου είναι οι μαθητές να διερευνήσουν την παρουσία μαγνητικού πεδίου στον χώρο γύρω από τον αγωγό και να προβληματιστούν για το πώς προσανατολίζεται η πυξίδα γύρω από έναν αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα και να συνδέσουν την προσανατολισμένη κίνηση ηλεκτρονίων με τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου. Στους μαθητές δίνεται η δυνατότητα να δουν την πορεία της ροής των ηλεκτρονίων, όταν το κύκλωμα είναι κλειστό, προκειμένου να συσχετίσουν τη ροή ηλεκτρικού ρεύματος στο κύκλωμα με τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου γύρω από αυτό, ενώ απεικονίζεται η ροή ελεύθερων ηλεκτρονίων και όχι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, δίνοντας αφορμή για συζήτηση σχετικά με τη φορά κίνησης των ηλεκτρονίων σε ένα κλειστό κύκλωμα.



Σχήμα 1. Το ΨΜΑ: "Μαγνήτης και ηλεκτρικό κύκλωμα - Ροή ηλεκτρονίων"



Σχήμα 2. Το ΨΜΑ: "Μαγνήτης και ηλεκτρικό κύκλωμα - Ροή ηλεκτρονίων"

Το ΨΜΑ «Ο ήχος είναι κύμα» εντάσσεται στη θεματική περιοχή της Φυσικής και το εύρος της ηλικίας στην οποία απευθύνεται είναι 9-15 ετών (Σχήμα 2). Πρόκειται για μια οπτικοποίηση της κυματομορφής ενός απλού ήχου. Στόχος του μαθησιακού αντικειμένου είναι να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι ο ήχος είναι κύμα. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να μεταβάλουν τα βασικά χαρακτηριστικά του κύματος, δηλαδή το πλάτος και τη συχνότητα, να παρατηρήσουν τις αλλαγές στον ήχο καθώς και να συσχετίσουν τις μεταβολές στην ένταση των παραγόμενων ήχων με την μεταβολή του πλάτους των ηχητικών κυμάτων καθώς και να συνδέσουν την ταλάντωση της πηγής με τα χαρακτηριστικά του ήχου. Επιπλέον, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να συγκρίνουν ήχους παρόμοιας έντασης και διαφορετικής συχνότητας (οξύς ή βαρύς ήχος).

Στο τέλος των ερωτήσεων κλειστού τύπου κάθε διάστασης του εργαλείου SciLOET υπήρχε και μια ερώτηση ανοικτού τύπου για σχόλια και παρατηρήσεις. Η έρευνα διεξήχθη κατά το δίμηνο Απριλίου-Μαΐου του 2020.

Η ανάλυση των δεδομένων της μελέτης έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος IBM SPSS v21.0, που αξιοποιήθηκε για την εξαγωγή των περιγραφικών στατιστικών μέτρων, του ελέγχου αξιοπιστίας, της παραγοντικής ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες. Υπολογίστηκαν τα περιγραφικά στατιστικά μέτρα των ερωτήσεων του εργαλείου και για τα δύο ΨΜΑ. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος, η διάμεσος και η τυπική απόκλιση. Επιπλέον, το ερευνητικό εργαλείο αξιολογήθηκε για την εσωτερική του αξιοπιστία μέσω του συντελεστή Cronbach Alpha (α) και του δείκτη συσχέτισης Kendall tau (τ). Πραγματοποιήθηκε επίσης διερευνητική παραγοντική ανάλυση μέσω της ανάλυσης σε κύριες συνιστώσες (Principal Component Analysis) για τη διερεύνηση της αλληλοσυσχέτισης των μεταβλητών.

Αποτελέσματα

Δημογραφικά δεδομένα

Οι 75 από τους 102 εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ήταν γυναίκες και οι 27 άντρες, με μέση ηλικία τα 35.7 έτη (±11.4 έτη). Οι 86 από τους συμμετέχοντες δίδασκαν σε δημόσιο σχολείο (84,3%), ενώ οι 16 σε ιδιωτικό. Ως προς τα έτη εργασιακής εμπειρίας, 52 συμμετέχοντες (51%) είχαν από 1 έως 5 έτη, 46 πάνω από 10 έτη, ενώ μόλις τέσσερεις είχαν εμπειρία από έξι έως 10 έτη. Οι συμμετέχοντες στην πλειοψηφία τους είχαν εργαστεί σε μεγάλες τάξεις του Δημοτικού (76.5%), είχαν επιμορφωθεί στη χρήση των ΤΠΕ (76.5%),

γνώριζαν το αποθετήριο «Φωτόδεντρο» (90.2%), ωστόσο φαίνεται ότι δεν το χρησιμοποιούσαν όλοι στην εκπαιδευτική τους πρακτική καθώς μόνο οι 58 από τους 102 (56.9%) είχαν κάνει χρήση του Φωτόδεντρου.

Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα

Προκειμένου να δοθεί μια εκτίμηση του επιπέδου της αξιολόγησης των ΨΜΑ πραγματοποιήθηκε ανάλυση χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση για τα δύο ΨΜΑ (Πίνακας 1). Από τα δεδομένα του Πίνακα 1 φαίνεται ότι και τα δυο ΨΜΑ εμφανίζουν υψηλές μέσες τιμές ανά ερώτηση, με μερικές διαφοροποιήσεις που πιθανώς οφείλονται στο κατά πόσο το καθένα από τα ΨΜΑ αφορά σε ένα θέμα που είναι δύσκολο να πραγματευθεί χωρίς την υποστήριξη της ψηφιακής τεχνολογίας και να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες από μια διδακτικές καταστάσεις.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα

Για τη μέτρηση της εσωτερικής αξιοπιστίας του εργαλείου υπολογίστηκε ο συντελεστής α του Cronbach για κάθε ένα από τα δύο ΨΜΑ. Η αξιοπιστία και η συνέπεια του ερωτηματολογίου επαληθεύτηκαν, καθώς οι τιμές του δείκτη Cronbach's α για το σύνολο των ερωτήσεων και για τα δύο ΨΜΑ ήταν αποδεκτός, με τιμή πάνω από το όριο 0.70 (DeVellis, 2016). Συγκεκριμένα, η τιμή του δείκτη Cronbach's α ήταν 0.824 για το ΨΜΑ «Μαγνήτης και Ηλεκτρικό Κύκλωμα – Ροή Ηλεκτρονίων» και 0.866 για το «Ο ήχος είναι κύμα».

Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι τιμές του δείκτη Cronbach's α για κάθε έναν από τους παράγοντες του ερωτηματολογίου καθενός από τα ΨΜΑ. Παρότι και στα δύο ΨΜΑ στους άξονες «Ποιότητα περιεχομένου» και «Σχεδιασμός» οι τιμές του Cronbach's α ήταν μικρότερες από το όριο του 0.7, ωστόσο η μελέτη της συσχέτισης κάθε ερώτησης με την τελική βαθμολογία από το ερωτηματολόγιο μέσω του ελέγχου της τιμής «Corrected Item-Total Correlation» του πίνακα «Item-Total Statistics», βρέθηκε για όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου να είναι μεγαλύτερη από το όριο του 0.3. Ο υπολογισμός του δείκτη α του Cronbach για τον άξονα της Τεκμηρίωσης δεν κατέστη δυνατός καθώς αποτελείτο από μία και μόνο ερώτηση.

Επίσης, μελετήθηκε και ο δείκτης συσχέτισης Kendall τ, λόγω του μικρού αριθμού δεδομένων και του μεγάλου αριθμού ισοβαθμουσών παρατηρήσεων (υψηλές μέσες τιμές), όπως αποτυπώθηκαν στον Πίνακα 1. Ο δείκτης δείχνει πως μεταξύ των ερωτήσεων που συνθέτουν τον κάθε παράγοντα υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p<.05$ ή $p<.01$), γεγονός που υποδηλώνει την εσωτερική αξιοπιστία του ερωτηματολογίου.

Διερευνητική παραγοντική ανάλυση

Για κάθε ΨΜΑ, εφαρμόστηκε παραγοντοποίηση κύριων αξόνων στα 12 στοιχεία του εργαλείου με ορθογώνια περιστροφή (Varimax Rotation). Το μέτρο Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) επιβεβαίωσε τη δειγματική επάρκεια σε κάθε περίπτωση. Όλες οι τιμές KMO για τα μεμονωμένα στοιχεία ήταν πάνω από το αποδεκτό όριο του 0.5 (Field, 2018), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης παραγόντων για καθένα από τα δύο ΨΜΑ.

Πίνακας 1. Περιγραφικά αποτελέσματα από το εργαλείο SciLOET για τα δύο ΨΜΑ (Μαγνήτης και ηλεκτρικό κύκλωμα - Ροή ηλεκτρονίων, Ο ήχος είναι κύμα)

Ερώτηση	Μαγνήτης ($M \pm TA$)	Ήχος ($M \pm TA$)
Ποιότητα Περιεχομένου		
1. Το ΨΜΑ πραγματεύεται ένα θέμα για το οποίο οι μαθητές/ριες έχουν δυσκολίες ή/και εναλλακτικές ιδέες.	3.21 ± 0.67	3.25 ± 0.64
2. Το ΨΜΑ πραγματεύεται ένα θέμα που είναι δύσκολο να πραγματευθεί χωρίς ψηφιακή τεχνολογία.	2.66 ± 0.86	3.22 ± 0.68
3. Το ΨΜΑ προσθέτει παιδαγωγική αξία στο θέμα που πραγματεύεται.	3.17 ± 0.61	3.26 ± 0.54
Διδακτική Πράξη και Μαθησιακή Διαδικασία		
4. Το ΨΜΑ παρέχει ανατροφοδότηση που προωθεί την οικοδόμηση της γνώσης.	3.18 ± 0.60	3.12 ± 0.60
5. Υπάρχει δυνατότητα σχεδίασης μαθησιακών δραστηριοτήτων με τη χρήση του ΨΜΑ.	3.23 ± 0.60	3.09 ± 0.63
6. Το ΨΜΑ αξιοποιεί περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για την παρουσίαση εννοιών, μεγεθών ή φαινομένων (αν το απαιτεί το θέμα του ΨΜΑ).	3.06 ± 0.61	3.09 ± 0.60
7. Το ΨΜΑ έχει τη δυνατότητα να εμπλέξει το μαθητή σε ανακαλυπτικές ή και διερευνητικές δραστηριότητες (πχ. επαγωγικό συλλογισμό, κατανόηση δομής θέματος, διατύπωση και έλεγχος υποθέσεων, επίλυση προβλήματος, απόκτηση μεταγνωστικών δεξιοτήτων).	3.25 ± 0.58	3.17 ± 0.81
8. Το ΨΜΑ ευνοεί τον αναστοχασμό (πχ. σύνδεση υπάρχουσας γνώσης και νέας πληροφορίας για λύση προβλήματος, συμπέρασμα, νέα γνώση).	3.26 ± 0.56	3.18 ± 0.59
9. Το ΨΜΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες από μια περιπτώσεις (πχ. ικανοποίηση διαφορετικών στόχων, διαφορετική θεματική, άλλο παρεμφερές γνωστικό αντικείμενο).	3.27 ± 0.56	3.08 ± 0.68
Σχεδιασμός		
10. Τα γραφικά στοιχεία του ΨΜΑ είναι κατάλληλα για την ηλικία – στόχο των μαθητών.	3.19 ± 0.59	3.10 ± 0.68
11. Τα πολυμεσικά στοιχεία (κείμενο, εικόνα, ήχος, κ.λπ.) του ΨΜΑ αποδίδουν αποτελεσματικά τα φυσικά μεγέθη ή φαινόμενα.	3.14 ± 0.68	3.09 ± 0.62
Τεκμηρίωση		
12. Να υπάρχουν προτάσεις εντός του ΨΜΑ για τη διδακτική αξιοποίησή του.	3.29 ± 0.64	3.38 ± 0.60

Πίνακας 2. Το μέτρο KMO και τα Barlett's Test για τα δύο ΨΜΑ

Ψηφιακό Μαθησιακό Αντικείμενο	KMO	Barlett's Test of Sphericity	
Μαγνήτης και Ηλεκτρικό Κύκλωμα – Ροή Ηλεκτρονίων	0.755	Approx. Chi-Square df Sig.	403.781 66 .000
Ο ήχος είναι κύμα	0.836	Approx. Chi-Square df Sig.	487.660 66 .000

Μαγνήτης και Ηλεκτρικό Κύκλωμα - Ροή Ηλεκτρονίων

Όσον αφορά στο ΨΜΑ «Μαγνήτης και Ηλεκτρικό Κύκλωμα – Ροή Ηλεκτρονίων» εκτελέστηκε μια αρχική ανάλυση για να αποκτηθούν οι ιδιοτιμές για κάθε παράγοντα. Τέσσερεις παράγοντες είχαν ιδιοτιμή μεγαλύτερη του 1 στο κριτήριο του Kaiser και συνδυαστικά ερμηνεύουν την τιμή 66.58% της διακύμανσης. Οι φορτίσεις των παραγόντων μετά την περιστροφή αποκαλύπτουν στοιχεία που ομαδοποιούνται στον ίδιο παράγοντα υποδηλώνοντας ότι ο παράγοντας 1 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 9, 6, 3, 7, 4 και 8, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα ΦΕ και σε περισσότερες από μία περιπτώσεις, δίχως κάποια αναφορά στον σχεδιασμό του ΨΜΑ. Ο παράγοντας 2 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 3, 9, 11, 5 και 10, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα ΦΕ και σε περισσότερες από μία περιπτώσεις, με αναφορά στα πολυμεσικά στοιχεία του ΨΜΑ. Ο παράγοντας 3 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 11, 1 και 2, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την ποιότητα περιεχομένου του ΨΜΑ σε συνδυασμό με τα πολυμεσικά στοιχεία του ΨΜΑ. Τέλος, ο παράγοντας 4 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 6 και 12, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την διδακτική αξιοποίησή του ΨΜΑ.

Ο ήχος είναι κύμα

Σχετικά με το ΨΜΑ «Ο ήχος είναι κύμα» προέκυψαν τέσσερεις παράγοντες που είχαν ιδιοτιμές μεγελύτερες από την τιμή 1 του κριτηρίου του Kaiser και συνδυαστικά ερμηνεύουν την τιμή 70.24% της διακύμανσης. Οι φορτίσεις των παραγόντων μετά την περιστροφή αποκαλύπτουν στοιχεία που ομαδοποιούνται στον ίδιο παράγοντα υποδηλώνοντας ότι ο παράγοντας 1 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 3, 4, 5, 6, 7, 8 και 9, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με γνωστικές διαδικασίες (αναστοχασμός, οικοδόμηση της γνώσης) σε συνδυασμό με διδακτικό σχεδιασμό βασισμένο στο ΨΜΑ και την επαναχρησιμοποίησή του σε δύσκολα θέματα ΦΕ και σε περισσότερες από μία περιπτώσεις. Ο παράγοντας 2 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 6, 3, 4, 10 και 11, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα ΦΕ και σε περισσότερες από μία περιπτώσεις, με σαφή αναφορά στον σχεδιασμό του ΨΜΑ. Ο παράγοντας 3 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 7, 3, 2 και 1, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την ποιότητα περιεχομένου του ΨΜΑ σε συνδυασμό με την παιδαγωγική του αξιοποίηση. Τέλος, ο παράγοντας 4 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 3 και 12, σχηματίζει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την παιδαγωγική και διδακτική αξιοποίησή του ΨΜΑ.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του εργαλείου αξιολόγησης ΨΜΑ για τις Φυσικές Επιστήμες SciLOET μέσω εμπειρικής μελέτης με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

Τα αποτελέσματα με βάση τα δύο ΨΜΑ που χρησιμοποιήθηκαν στην εμπειρική μελέτη, έδειξαν ότι το εργαλείο είναι αξιόπιστο και έγκυρο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση ΨΜΑ με θεματολογία από τη Φυσική. Οι υψηλές τιμές των ερωτήσεων που αφορούν στην ποιότητα περιεχομένου και το σχεδιασμό των ΨΜΑ συμφωνούν με ευρήματα αντίστοιχων μελετών (Kay, 2011, 2014· Lowe et al., 2010).

Οι υψηλές τιμές των περιγραφικών μέτρων (Συμφωνώ, Συμφωνώ απόλυτα) αναδεικνύει ότι στο σύνολό τους τα επιλεγμένα ΨΜΑ ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης του παρόντος ερωτηματολογίου και συγκεκριμένα, ως προς την ποιότητα του περιεχομένου, τη διδακτική πράξη και μαθησιακή διαδικασία, το σχεδιασμό και την τεκμηρίωση. Τα αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία με έρευνες (Kay, 2011, 2014 · Kay & Knaack, 2007a, 2007b, 2008a · 2008b, 2009 · Lowe et al., 2010 · Schibeci et al., 2008) οι οποίες σημειώνουν ότι η ποιότητα και ο σχεδιασμός είναι τα υψηλότερα βαθμολογημένα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ.

Αξιοσημείωτο είναι ότι κατά την εφαρμογή της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης εσωτερικής δομικής εγκυρότητας αναδείχθηκαν τέσσερεις παράγοντες για κάθε ΨΜΑ. Φάνηκε ότι όντως το ερωτηματολόγιο διακρίνεται σε υποκατηγορίες που αναφέρονται κατά περίπτωση, στην ποιότητα του περιεχομένου, τη διδακτική αξιοποίηση, αλλά και το σχεδιασμό του ΨΜΑ. Συγκεκριμένα, στο ΨΜΑ «Μαγνήτης και Ηλεκτρικό Κύκλωμα – Ροή Ηλεκτρονίων» αναδείχθηκαν τέσσερεις παράγοντες που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα ΦΕ και σε περισσότερες από μία διδακτικές καταστάσεις (παράγοντες 1 και 2), την ποιότητα περιεχομένου του ΨΜΑ σε συνδυασμό με τα πολυμεσικά στοιχεία του (παράγοντας 3) καθώς και με τη διδακτική αξιοποίησή του ΨΜΑ (παράγοντας 4). Και στο ΨΜΑ «Ο ήχος είναι κύμα» αναδείχθηκαν τέσσερεις παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα περιεχομένου, την παιδαγωγική αξιοποίηση του και την επαναχρησιμοποίησή του σε δύσκολα θέματα ΦΕ (παράγοντες 1, 3 και 4), και το σχεδιασμό (παράγοντας 2).

Από τα ευρήματα της παρούσας έρευνας προκύπτει ότι ο άξονας «Τεκμηρίωση» δεν αναδεικνύεται ως διακριτή κατηγορία. Έτσι, προτείνεται κατάργηση του εν λόγω άξονα και η δόμηση του ερωτηματολογίου SciLOET στους τρεις βασικούς άξονες της Ποιότητας Περιεχομένου, της Διδακτικής Πράξης και Μαθησιακής Διαδικασίας, καθώς και του Σχεδιασμού.

Ο κύριος περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι το σχετικά μικρό δείγμα των εκπαιδευτικών (102) και η μελέτη δύο μόνο ΨΜΑ, γεγονός που πιθανά οφείλεται στην πανδημία COVID-19.

Μελλοντικές έρευνες με μεγαλύτερα δείγματα εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης καθώς και σε εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του κλάδου των Φυσικών Επιστημών (ΠΕ04), αλλά και με μεγαλύτερο αριθμό ΨΜΑ θα συνεισφέρουν στην εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων σε ό,τι αφορά την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του εργαλείου SciLOET.

Αναφορές

Akhavan, P., Arefi, M. (2014). Developing a conceptual framework for evaluation of e-content of virtual courses: e-learning center of an Iranian University case study. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, *10*(1), 53-73.

Barak, M., Dori, Y. J. (2011). Science education in primary schools: is an animation worth a thousand pictures? *Journal of Science Education and Technology*, *20*, 608–620.

Cafolla, R. (2002). Project Merlot: Bringing peer review to Web-based educational resources. In D. Willis, J. Price & N. Davis (Eds.), *Proceedings of SITE 2002--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 614-618). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications*. Sage publications.

Farha, N. W. (2009). An exploratory study into the efficacy of learning objects. *The Journal of Educators Online*, *6*(2), 1-32.

Field, A. (2018). Η διερεύνηση της στατιστικής με τη χρήση του SPSS της IBM. Εκδόσεις Προπομπός, Αθήνα.

Gürer, M. D. (2013). *Utilization of learning objects in social studies lesson: Achievement, attitude and engagement*. (Doctoral dissertation). Middle East Technical University. Reusable Learning, Granularity.

Hamel, C. J., & Ryan-Jones, D. (2002). Designing instruction with learning objects. *International Journal of Educational Technology*, *3*(1), 111-124.

IEEE. (2001). WG12: Learning object metadata. http://ltsc.ieee.org/wg12/

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. (2014). Exploring the use of web-based learning tools in secondary school classrooms. *Interactive Learning Environments*, *22*(1), 67–83.

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.

Kay, R. H., & Knaack, L. (2008a). 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. (2008b). 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. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: The Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Education Tech Research*, *57*(2), 147–168.

Kay, R., Knaack, L., Petrarca, D. (2009). Exploring teachers' perceptions of Web-based learning tools. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, *5*(1), 27-50.

Leacock, T. L., Nesbit, J. C. (2007). Framework for evaluating the quality of multimedia learning resources. *Educational Technology & Society*, *10*(2), 44-59.

Lin, H., Dwyer, F. M. (2010). The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Journal Education Technology Research and Development*, *58*, 155-174.

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

Megalou, E., Kaklamanis, C. (2014). Photodentro LOR, the Greek national learning object repository. In L. Gómez Chova, A. López Martínez, I. Candel Torres (Eds.), *INTED 2014 Proceedings, 8th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 309-319). IATED Academy.

Nguyen, N., Nelson, A., J., Wilson, T., D. (2012). Computer visualizations: Factors that influence spatial anatomy comprehension. *Anatomical Sciences Education*, *5*, 98-108.

Papachristos, N., Mikropoulos, T.A. (2021). SciLOET: a framework for assessing digital learning objects for Science Education. In A. Reis, J. Barroso, J. B. Lopes, T. Mikropoulos, C.-W. Fan (Eds.), *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education, Second International Conference, TECH-EDU 2020* (pp. 340-348). Heidelberg, Germany: Springer.

Schibeci, R., Lake, D., Phillips, R., Lowe, K., Cummings, R., & Miller, E. (2008). Evaluating the use of learning objects in Australian and New Zealand schools. *Computers & Education*, *50*(1), 271-283.

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.

SREB-SCORE (2007). *Checklist for evaluating SREB-SCORE Learning Objects*. Retrieved 22 December 2021, from https://docplayer.net/38485688-Checklist-for-evaluating-sreb-score-learning-objects.html.

Sudatha, G. W. I., Degeng, N. S. I., Kamdi, W. (2018). The effect of visualization type and student spatial abilities on learning achievement. *Journal of Baltic Science Education*, *17*(4), 551.

Topali, P., & Mikropoulos, T. A. (2018). Digital Learning Objects for Teaching Computer Programming in Primary Students. In M. Tsitouridou, A. J. Diniz, T. Mikropoulos (Eds.), *Technology and innovation in learning, teaching and education. TECH-EDU 2018. Communications in computer and information science, 993,* (pp. 256-266). Springer.

Wiley, D. A. (2008). The learning objects literature. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer, and M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research for educational communications and technology: A project of the association for educational communications and technology* (pp. 345–353). Routledge.

Ζαρκανέλα, Γ. (2020). *Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες.* (Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία). Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (GRI-2020-28541).

Αναφορά στο άρθρο ως: Ζαρκανέλα, Γ., Ζαχαρής, Γ., Μικρόπουλος, Τ. Α. (2022). Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες: μελέτη με εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. *Θέματα Επιστημών Αγωγής*, 1(1), 54-63.

https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thea