ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2021)

12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες

Γεώργιος Κ. Ζαχαρής, Τάσσος Α. Μικρόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ζαχαρής Γ. Κ., & Μικρόπουλος Τ. Α. (2022). Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 125–132. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3740

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 20/02/2026 20:20:17

Αξιοπιστία και εγκυρότητα εργαλείου αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες

Γεώργιος Κ. Ζαχαρής[1], Τάσσος Α. Μικρόπουλος[1]
gzacharis@uoi.gr, amikrop@uoi.gr
[1] Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη
Τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα είναι ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία με μεγάλο ενδιαφέρον σε ερευνητικό και εκπαιδευτικό επίπεδο, ιδιαίτερα στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών. Η παρούσα εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του εργαλείου αξιολόγησης Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων για τις Φυσικές Επιστήμες, SciLOET. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης που χρησιμοποίησαν τρία Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα. Τα αποτελέσματα των περιγραφικών μέτρων από τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ανέδειξαν ότι στο σύνολό τους τα επιλεγμένα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης του παρόντος ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης έδειξαν την εσωτερική αξιοπιστία του εργαλείου. Οι δείκτες της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης ήταν ικανοποιητικοί επιβεβαιώνοντας την εγκυρότητά του. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν προκειμένου να δοθεί στην ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση των Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων για περιεχόμενο από τα Φυσικές Επιστήμες.

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

Εισαγωγή
Τα Ψηφιακά Μαθησιακά Αντικείμενα (ΨΜΑ) είναι ψηφιακά εκπαιδευτικά εργαλεία με μεγάλη διάδοση και ενδιαφέρον σε ερευνητικό και εκπαιδευτικό επίπεδο σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα. Η επιλογή του κατάλληλου ΨΜΑ αποτελεί σημαντικό θέμα και απαιτεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης για χρήση από τον ερευνητή και τον εκπαιδευτικό στην πράξη.

Τα ΨΜΑ αποτελούν μικρές αυτόνομες οντότητες με σκοπό τη μεγιστοποίηση του μαθησιακού οφέλους. Βιβλιογραφικά φαίνεται πως δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για τα ΨΜΑ. Πολλοί ερευνητές επικεντρώνονται στα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ, ενώ άλλοι στην παιδαγωγική αξία ή την προσβασιμότητα τους μέσω του διαδικτύου (Fahra, 2009; Hamel & Ryan-Jones, 2002; IEEE, 2001; Kay & Knaack, 2008; Willy, 2008). Ωστόσο, φαίνεται να υπάρχει η κοινή αντίληψη ότι ένα ΨΜΑ πρέπει να εντοπίζεται εύκολα, να είναι επαναχρησιμοποιήσιμο, να αναλύεται στα συστατικά του, να είναι προσβάσιμο, διαλειτουργικό, προσαρμόσιμο, ανθεκτικό, δημιουργικό και διαχειρίσιμο (Gürer, 2013). Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας το ΨΜΑ ορίζεται ως μικρή, αυτοδύναμη, επαναχρησιμοποιήσιμη και παιδαγωγικά ολοκληρωμένη δομή εκπαιδευτικού πόρου που παρέχει τα συστατικά για την ανάπτυξη διδακτικών και μαθησιακών δραστηριοτήτων (Topali & Mikropoulos, 2018).

Ειδικά για την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), τα ΨΜΑ έχουν χαρακτηριστεί ως πολύτιμα εργαλεία για την υποστήριξη της επίτευξης θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Προσομοιώσεις, δυναμικές οπτικές αναπαραστάσεις και οπτικοποιήσεις φυσικών φαινομένων, φαίνεται να φέρουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και κίνητρα για μάθηση (Barak & Dori, 2011; Lin & Dwyer, 2010; Nguyen, Nelson & Wilson, 2012; Sudatha, Degeng & Kamdi, 2018).

Η διαρκώς αυξανόμενη διαθεσιμότητα των ΨΜΑ εξαιτίας της αύξησης της ταχύτητας του διαδικτύου, αλλά και της συμμετοχής ερευνητών και εκπαιδευτικών στην ανάπτυξη και την αξιοποίησή τους, εμφανίζει θέματα αξιολόγησης τους (Kay & Knaack, 2008), η οποία οφείλει να περιλαμβάνει παράγοντες, όπως οι παιδαγωγικές και τεχνολογικές διαστάσεις τους (Sinclair, Joy, Yau & Hagan, 2013).

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλές προσπάθειες για την ανάπτυξη μεθόδων, πλαισίων και εργαλείων για την αξιολόγηση των ΨΜΑ. Διάφοροι φορείς έχουν αναπτύξει εργαλεία αξιολόγησης ΨΜΑ και γενικότερα εκπαιδευτικών πόρων. Τα περισσότερο διαδεδομένα εργαλεία που έχουν αναπτύξει φορείς είναι το SREB-SCORE (Southern Regional Education Board) (SREB, 2007) και το MERLOT (Akhavan & Arefi, 2014). Εργαλεία έχουν αναπτύξει, επίσης, και ερευνητές με γνωστότερα τα LOES-S (Cafolla, 2002), LOES-T (Kay, Knaack & Petrarca, 2009), LORI (Learning Object Review Instrument) (Leacock & Nesbit, 2007), LOEM (Learning Object Evaluation Metric) (Sudatha, Degeng & Kamdi, 2018). Τα παραπάνω εργαλεία αξιολόγησης είναι ανεξάρτητα από το γνωστικό αντικείμενο των ΨΜΑ με αποτέλεσμα να υπάρχουν δυσκολίες σε στοχευμένες αξιολογήσεις. Εξαίρεση αποτελεί το MERLOT που εξειδικεύεται και προσφέρει ένα εργαλείο για τις ΦΕ, ωστόσο, αξιολογεί εκπαιδευτικούς πόρους κάθε είδους χωρίς να λαμβάνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά των ΨΜΑ. Πρόσφατα αναπτύχθηκε το εργαλείο αξιολόγησης ΨΜΑ για τις ΦΕ (Science Learning Objects Evaluation Tool – SciLOET) των Papachristos & Mikropoulos (2020). Το συγκεκριμένο εργαλείο δημιουργήθηκε με σκοπό να καταστεί ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια των ερευνητών και των εκπαιδευτικών που διδάσκουν ΦΕ προκειμένου να αξιολογήσουν οποιοδήποτε ΨΜΑ προτού το χρησιμοποιήσουν σε παρεμβάσεις ή διδασκαλίες.

Βασικό στόχο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας του εργαλείου αξιολόγησης ΨΜΑ για τις ΦΕ σε ελληνικό δείγμα και συγκεκριμένα σε εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΠΕ04).

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, 2020). 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.

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 14 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 από το οποίο αφαιρέθηκε η διάσταση της τεκμηρίωσης. Αυτό βασίστηκε σε ανάλογη μελέτη εγκυρότητας και αξιοπιστίας του εργαλείου με εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που δίδασκαν ΦΕ (Ζαρκανέλα,

2020; Zarkanela, Zacharis & Mikropoulos to be published). Έτσι, το εργαλείο αξιολόγησης της παρούσας έρευνας περιλάμβανε 11 ερωτήσεις κλειστού τύπου χωρισμένες σε τρεις διαστάσεις με απαντήσεις στην τετραβάθμια κλίμακα Likert (1=διαφωνώ απόλυτα, 2=διαφωνώ, 3=συμφωνώ, 4=συμφωνώ απόλυτα).

Τα ΨΜΑ που επιλέχθηκαν για τους σκοπούς της αξιολόγησης από τους εκπαιδευτικούς προήλθαν από το «Φωτόδεντρο Μαθησιακά Αντικείμενα» και αφορούσαν στους τομείς της Βιολογίας, της Χημείας και της Φυσικής. Η επιλογή των ΨΜΑ από το «Φωτόδεντρο» έγινε καθώς τα ΨΜΑ που περιλαμβάνει ανταποκρίνονται σε μεγάλο βαθμό στο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με αρκετά από αυτά να έχουν ενσωματωθεί στα διαδραστικά σχολικά βιβλία.

Τα τρία ΨΜΑ που επιλέχθηκαν ήταν «το ανθρώπινο μάτι – η μυωπία και η πρεσβυωπία» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/6176?locale=el), «μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/10473?locale=el), και η «ευθύγραμμη ομαλή κίνηση» (http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1580?locale=el). Στο τέλος των ερωτήσεων κλειστού τύπου κάθε διάστασης του εργαλείου υπήρχε και μια ερώτηση ανοικτού τύπου για σχόλια και παρατηρήσεις. Η έρευνα διεξήχθη κατά το τρίμηνο Φεβρουαρίου – Απριλίου του 2020.

Η ανάλυση των δεδομένων της μελέτης έγινε με τη χρήση του στατιστικού προγράμματος IBM SPSS v21.0, το οποίο 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 τρία ΨΜΑ. Υπολογίστηκε ο μέσος όρος, η διάμεσος και η τυπική απόκλιση. Επιπλέον, το ερευνητικό εργαλείο αξιολογήθηκε για την εσωτερική του αξιοπιστία μέσω του 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 27 από τους 75 εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου των Φυσικών Επιστημών ήταν γυναίκες και οι 48 άντρες με την πλειοψηφία τους να κατατάσσεται μεταξύ 45 και 54 ετών (45,3%). Ως προς τα έτη εργασιακής εμπειρίας, μόλις 3 συμμετέχοντες εργάζονταν 2 έτη, 5 εργάζονταν από 3 έως 8 έτη, 20 εργάζονταν από 9 έως 14 έτη, 21 από 15 έως 20 έτη, ενώ 28 (34.7%) εργάζονταν περισσότερα από 20 έτη. Οι 73 από τους συμμετέχοντες δίδασκαν σε δημόσιο σχολείο και οι 2 σε ιδιωτικό. Επιπρόσθετα, 53 εκπαιδευτικοί (70.7%) ανήκουν στην ειδικότητα των Φυσικών (ΠΕ04.01), 13 των Χημικών (ΠΕ04.02), 7 στην ειδικότητα των Βιολόγων (ΠΕ04.04), ενώ 2 των Γεωλόγων (ΠΕ04.05). Επίσης, 27 (36%) δίδασκαν σε Γυμνάσιο, 22 σε Λύκειο, ενώ 26 δίδασκαν ταυτόχρονα σε Γυμνάσιο και Λύκειο. Στην πλειοψηφία τους οι εκπαιδευτικοί είχαν επιμορφωθεί στην αξιοποίηση των ΤΠΕ (92%), οι 47 αναζητούν υλικό στο διαδίκτυο για τα μαθήματά τους, ενώ οι 73 (97.3%) γνώριζαν το αποθετήριο «Φωτόδεντρο». Από αυτούς οι 57 (78.1%) το αξιοποιούν στη διδασκαλία τους.

Περιγραφικά Στατιστικά Μέτρα

Προκειμένου να δοθεί μια εκτίμηση του επιπέδου της αξιολόγησης των ΨΜΑ πραγματοποιήθηκε ανάλυση χρησιμοποιώντας τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση, όπως παρουσιάζονται για καθένα από τα τρία ΨΜΑ (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση στις απαντήσεις των ερωτήσεων του εργαλείου SciLOET για τα τρία ΨΜΑ (μάτι: το ανθρώπινο μάτι – η μυωπία και η πρεσβυωπία, pH: μέτρηση, pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων, ΕΟΚ: ευθύγραμμη ομαλή κίνηση)

Ερώτηση	Μάτι (Μ ± ΤΑ)	pH (Μ ± ΤΑ)	ΕΟΚ (Μ ± ΤΑ)
Ποιότητα Περιεχομένου			
1. Το ΨΜΑ πραγματεύεται ένα θέμα για το οποίο οι μαθητές/ριες έχουν δυσκολίες ή/και εναλλακτικές ιδέες.	3.31 ± 0.66	3.12 ± 0.70	3.49± 0.68
2. Το ΨΜΑ πραγματεύεται ένα θέμα που είναι δύσκολο να πραγματευθεί χωρίς ψηφιακή τεχνολογία.	3.08 ± 0.83	2.13 ± 0.81	3.00 ± 0.94
3. Το ΨΜΑ προσθέτει παιδαγωγική αξία στο θέμα που πραγματεύεται.	3.51 ± 0.67	3.01 ± 0.73	3.41 ± 0.62
Διδακτική Πράξη και Μαθησιακή Διαδικασία			
4. Το ΨΜΑ παρέχει ανατροφοδότηση που προωθεί την οικοδόμηση της γνώσης.	3.12 ± 0.70	3.09 ± 0.66	3.33 ± 0.64
5. Υπάρχει δυνατότητα σχεδίασης μαθησιακών δραστηριοτήτων με τη χρήση του ΨΜΑ.	3.08 ± 0.63	3.15 ± 0.73	3.43 ± 0.64
6. Το ΨΜΑ αξιοποιεί περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για την παρουσίαση εννοιών, μεγεθών ή φαινομένων (αν το απαιτεί το θέμα του ΨΜΑ).	3.15 ± 0.75	2.96 ± 0.73	3.33 ± 0.73
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).	3.13 ± 0.66	3.04 ± 0.81	3.33 ± 0.70
8. Το ΨΜΑ ευνοεί τον αναστοχασμό (πχ. σύνδεση υπάρχουσας γνώσης και νέας πληροφορίας για λύση προβλήματος, συμπέρασμα, νέα γνώση).	3.08 ± 0.67	3.03 ± 0.75	3.24 ± 0.80

9. Το ΨΜΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες από μια περιπτώσεις (πχ. ικανοποίηση διαφορετικών στόχων, διαφορετική θεματική, άλλο παρεμφερές γνωστικό αντικείμενο).	2.81 ± 0.78	2.81 ± 0.78	3.11 ± 0.83
Σχεδιασμός			
10. Τα γραφικά στοιχεία του ΨΜΑ είναι κατάλληλα για την ηλικία – στόχο των μαθητών.	3.38 ± 0.71	3.31 ± 0.75	3.43 ± 0.72
11. Τα πολυμεσικά στοιχεία (κείμενο, εικόνα, ήχος, κ.λπ.) του ΨΜΑ αποδίδουν αποτελεσματικά τα φυσικά μεγέθη ή φαινόμενα.	3.15 ± 0.78	3.13 ± 0.72	3.36 ± 0.69

Από τα δεδομένα του Πίνακα 1 φαίνεται πως και τα τρία ΨΜΑ εμφανίζουν υψηλές μέσες τιμές ανά ερώτηση, με μερικές διαφοροποιήσεις που οφείλονται στο κατά πόσο το καθένα από τα ΨΜΑ πραγματεύεται ένα θέμα που είναι δύσκολο να πραγματευθεί χωρίς ψηφιακή τεχνολογία, να χρησιμοποιηθεί σε περισσότερες από μια περιπτώσεις καθώς και το αν αξιοποιούν περισσότερες από μια αναπαραστάσεις για την παρουσίαση εννοιών, μεγεθών ή φαινομένων.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα

Για τη μέτρηση της εσωτερικής αξιοπιστίας του εργαλείου υπολογίστηκε ο συντελεστής α του Cronbach για κάθε ένα από τα τρία ΨΜΑ. Η αξιοπιστία και η συνέπεια του ερωτηματολογίου επαληθεύτηκαν, καθώς οι τιμές του δείκτη Cronbach α για το σύνολο των ερωτήσεων και για τα τρία ΨΜΑ ήταν αποδεκτός, πάνω από το όριο .70 (DeVellis's, 2016). Πιο συγκεκριμένα, η τιμή του δείκτη Cronbach α ήταν για το ΨΜΑ: «Το ανθρώπινο μάτι – Η μυωπία και η πρεσβυωπία» 0.824, για το ΨΜΑ: «Μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων» 0.908 και για το ΨΜΑ: «Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση» .933.

Επιπλέον, οι τιμές του δείκτη Cronbach α για κάθε έναν από τους παράγοντες του ερωτηματολογίου καθενός από τα ΨΜΑ ήταν αποδεκτές και κυμάνθηκαν μεταξύ 0.607 – 0.746 για τον άξονα «Ποιότητα Περιεχομένου», μεταξύ 0.842 – 0.925 για τον άξονα «Διδακτική Πράξη και Μαθησιακή Διαδικασία» και μεταξύ 0.621 – 0.855 για τον άξονα «Σχεδιασμός». Επιπρόσθετα, έγινε συσχέτιση της κάθε ερώτησης και της τελικής βαθμολογίας από το εργαλείο, μέσω του ελέγχου της τιμής Corrected Item-Total Correlation, του πίνακα Item-Total Statistics, η οποία βρέθηκε για όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου να είναι >.3.

Ταυτόχρονα, 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 άξονα 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 11 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 .5 (Field, 2018), όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. ΤΟ μέτρο KMO και τα Barlett's Test για καθένα από τα τρία ΨΜΑ

Ψηφιακό Μαθησιακό Αντικείμενο	KMO	Barlett's Test of Sphericity	
Το ανθρώπινο μάτι – Η μυωπία και η πρεσβυωπία	0.855	Approx. Chi-Square df Sig.	318.205 55 .000
Μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων	0.875	Approx. Chi-Square df Sig.	487.649 55 .000
Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση	0.907	Approx. Chi-Square df Sig.	580.280 55 .000

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

Το ανθρώπινο μάτι - Η μυωπία και η πρεσβυωπία

Σχετικά με το ΨΜΑ «Το ανθρώπινο μάτι – Η μυωπία και η πρεσβυωπία» εκτελέστηκε μια αρχική ανάλυση για να αποκτηθούν οι ιδιοτιμές για κάθε παράγοντα στα δεδομένα. Τρεις παράγοντες είχαν ιδιοτιμές πάνω από την τιμή 1 του κριτηρίου του Kaiser και συνδυαστικά εξηγούσαν το 65.26% 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 7, 6, 5, 8, 11, 4 και 1. Αυτό δηλώνει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με τη διδακτική πράξη και τη μαθησιακή διαδικασία σε συνδυασμό με πολυμεσικά στοιχεία που στοχεύουν σε θεματολογία εννοιών των ΦΕ, στην οποία οι μαθητές εμφανίζουν εναλλακτικές ιδέες. Ο παράγοντας 2 που αποτελείται ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 9, 2, 3, 11, 10 και 4 σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέμα ΦΕ και σε περισσότερες από μία περιπτώσεις,. Τέλος, ο παράγοντας 3 αποτελείται, ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων από τους παράγοντες των ερωτήσεων 5, 8, 3, 11, 10, 4 και 1. Σχετίζεται με τη χρήση γραφικών και πολυμεσικών στοιχείων, ώστε το ΨΜΑ να παρέχει τη δυνατότητα ανάπτυξης κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων που να ευνοούν τον αναστοχασμό, να παρέχουν κατάλληλη ανατροφοδότηση σε θέματα ΦΕ στα οποία οι μαθητές εμφανίζουν εναλλακτικές ιδέες.

Μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων

Σχετικά με το ΨΜΑ «Μέτρηση pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων» προέκυψαν δύο παράγοντες που είχαν ιδιοτιμές πάνω από την τιμή 1 του κριτηρίου του Kaiser και συνδυαστικά εξηγούσαν το 65.25% 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 8, 4, 6, 1, 5, 9, 7, 3, και 2, υποδηλώνει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με την ποιότητα περιεχομένου στη διδακτική πράξη και τη μαθησιακή διαδικασία με αισθητή την έλλειψη αναφοράς στον σχεδιασμό του ΨΜΑ. Ο

παράγοντας 2 που αποτελείται, ανά σειρά μεγέθους των φορτίσεων, από τους παράγοντες των ερωτήσεων 4, 6, 5, 7, 3, 10 και 11 σχετίζεται με τον σχεδιασμό του ΨΜΑ σε συνδυασμό με την παιδαγωγική αξιοποίησή του ΨΜΑ χωρίς καμία αναφορά στην ποιότητα περιεχομένου.

Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση

Σχετικά με το ΨΜΑ «Ευθύγραμμη ομαλή κίνηση», προέκυψαν δύο παράγοντες που είχαν ιδιοτιμές πάνω από την τιμή 1 του κριτηρίου του Kaiser και συνδυαστικά εξηγούσαν το 70.72% της διακύμανσης. Οι φορτίσεις των παραγόντων μετά την περιστροφή αποκαλύπτουν στοιχεία που ομαδοποιούνται στον ίδιο παράγοντα υποδηλώνοντας ότι ο παράγοντας 1 που αποτελείται από τις ερωτήσεις 9, 2, 3, 1, 8, 5, 7, 6 και 4, δηλώνει πιθανά έναν παράγοντα που σχετίζεται με γνωστικές διαδικασίες (αναστοχασμός, οικοδόμηση της γνώσης) σε συνδυασμό με το διδακτικό και πολυμεσικό σχεδιασμό του ΨΜΑ. Ο παράγοντας 2 που αποτελείται από τις ερωτήσεις 9, 3, 8, 6, 11, 10, 7, 6 και 4 σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα ΦΕ σε περισσότερες από μία περιπτώσεις, παρέχοντας, συγχρόνως, κατάλληλη ανατροφοδότηση και βάση στο σχεδιασμό του ΨΜΑ.

Συμπεράσματα-Συζήτηση

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

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

Αξιοσημείωτο είναι ότι κατά την εφαρμογή της διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης εσωτερικής δομικής εγκυρότητας αναδείχθηκαν διαφορετικοί παράγοντες για κάθε ΨΜΑ. Φάνηκε ότι όντως το ερωτηματολόγιο διακρίνεται σε υπο-κατηγορίες που αναφέρονται κατά περίπτωση, στην ποιότητα του περιεχομένου, τη διδακτική πράξη, τη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και τον σχεδιασμό. Στο ΨΜΑ της Βιολογίας (Μάτι) αναδείχθηκαν τρεις παράγοντες που σχετίζονται με τη σχεδίαση για τη βέλτιστη υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας (παράγοντες 1 και 2) και την αλληλεπίδραση που προσφέρει το ΨΜΑ για τη σχεδίαση μαθησιακών δραστηριοτήτων (παράγοντας 3). Στην περίπτωση του ΨΜΑ της Χημείας (pH) αναδείχθηκαν δύο παράγοντες. Ο ένας αναφέρεται στην ποιότητα περιεχομένου και ο δεύτερος στην κατάλληλη σχεδίαση του ΨΜΑ με στόχο την παιδαγωγική αξιοποίηση του. Τέλος, στην περίπτωση του ΨΜΑ της Φυσικής (ΕΟΚ) αναδείχθηκαν και άλλοι δύο παράγοντες. Ο πρώτος αναφέρεται σε γνωστικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη χρήση του ΨΜΑ και ο δεύτερος στην επαναχρησιμοποίηση του ΨΜΑ σε δύσκολα θέματα. Οι διαφοροποιήσεις στους παράγοντες ανά κλάδο, οφείλονται πιθανά στη διαφορετική φύση των μαθημάτων καθώς και του υπό διαπραγμάτευση θέματος. Η μελέτη επομένως, δείχνει ότι το εργαλείο SciLOET είναι κατάλληλο για την αξιολόγηση ΨΜΑ από τις ΦΕ, αναδεικνύοντας μάλιστα τους σημαντικούς παράγοντες για κάθε κλάδο των ΦΕ.

Μελλοντικές έρευνες με μεγαλύτερα δείγματα θα αναδείξουν καλύτερα την αξία του εργαλείου SciLOET. Η εφαρμογή του σε περισσότερα ΨΜΑ ανά κλάδο ΦΕ (Φυσική, Χημεία, Βιολογία) θα αναδείξει την εγκυρότητα των παραγόντων που προέκυψαν ανά κλάδο.

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). Nashville, Tennessee, USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

DeVellis, R. F. (2016). *Scale development: Theory and applications*, 26. Thousand Oaks, CA: Sage publications.

Farha, N. W. (2009). An Exploratory Study into the Efficacy of Learning Objects. *The Journal of Educators Online*, 6(2), 1-32.

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. (2008). 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., 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.: Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Educational Technology & Society*, 10 (2), 44-59 (2007).

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

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. (2020). SciLOET: a framework for assessing digital learning objects for Science Education. Proceedings of the TECH-EDU 2020, the 2nd International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education, http://tech-edu.ws/2020/.

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, educational Technology Cooperative.

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 International Conference on Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education* (pp. 256-266). Springer, Cham.

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

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

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).