ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2016)

10ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Web – labs: αξιολόγηση αποδοχής

Αναστάσιος Μολοχίδης, Ιωάννης Λεύκος, Αθανάσιος Ταραμόπουλος, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης, Δημήτριος Ψύλλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μολοχίδης Α., Λεύκος Ι., Ταραμόπουλος Α., Χατζηκρανιώτης Ε., & Ψύλλος Δ. (2022). Web – labs: αξιολόγηση αποδοχής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 463–470. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3854

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 20:49:39

Web – labs: Ωξιολόγηση Ωποδοχής

Αναστάσιος Μολοχίδης[1], Ιωάννης Λεύκος[2], Αθανάσιος Ταραμόπουλος[3], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[1], Δημήτριος Ψύλλος[4]
tasosmol@physics.auth.gr, lefkos@sch.gr, ttar@sch.gr, evris@physics.auth.gr, psillos@eled.auth.gr
[1]Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[2]Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση
[3]Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
[4]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει μια πρώτη αξιολόγηση εικονικών εργαστηρίων που μπορούν να προσπελαστούν στο δίκτυο από εκπαιδευτικούς και μαθητές που συμμετέχουν τόσο στις διαδικασίες της εκπαίδευσης σε σχολείο όσο και σε συνθήκες από απόσταση εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση έγινε με ερωτηματολόγια εμπλοκής από «έμπειρους εκπαιδευτικούς» και αφορά την αποδοχή του περιβάλλοντος σε επίπεδο ευχρηστίας και ωφέλειας. Παρουσιάζονται και συζητούνται τα πρώτα αποτελέσματα αυτής της αξιολόγησης. Φαίνεται ότι τα διαδικτυακά εικονικά εργαστήρια Φυσικής που αξιολογήθηκαν, ενέπλεξαν ευχάριστα τους εκπαιδευτικούς και θεωρήθηκαν κατάλληλα για τους εκπαιδευτικούς τους στόχους αλλά το σημαντικότερο είναι ότι οι συμμετέχοντας διέβλεψαν την χρησιμότητά τους σε συνθήκες εκτός της σχολικής τάξης.

Λέξεις κλειδιά: εικονικά εργαστήρια Φυσικής, αξιολόγηση αποδοχής εικονικών εργαστηρίων

Εισαγωγή

Τα εικονικά εργαστήρια (virtual laboratories) προσφέρουν ένα καινούργιο μαθησιακό περιβάλλον, προσομοιώνοντας με εικονικό και λειτουργικό τρόπο πραγματικά εργαστήρια, αξιοποιώντας τη δυναμική που παρέχει η ψηφιακή τεχνολογία με βασικό χαρακτηριστικό την αλληλεπίδραση χρήστη και εικονικού περιβάλλοντος και τον άμεσο και αληθοφανή χειρισμό των αντικειμένων και των παραμέτρων (Wen, 2012; Λεύκος κ.α., 2005). Ο εργαστηριακός πάγκος στα εικονικά εργαστήρια είναι παρόμοιος λειτουργικά με τον πραγματικό εργαστηριακό πάγκο. Οι μαθητές μπορούν να συνθέσουν μόνοι τους πειραματικές διατάξεις, να θέσουν σε λειτουργία τα εικονικά εργαστηριακά όργανα και συσκευές, να διορθώσουν, αν κάτι δεν πέτυχε, να δοκιμάσουν τις καινούργιες ιδέες τους και όλα αυτά χωρίς τον κίνδυνο που προέρχεται από τη μη τήρηση κανόνων ασφαλείας. Οι εκπαιδευτικοί από την άλλη μεριά, μπορούν να στήσουν στο εικονικό εργαστήριο οποιαδήποτε λογική πειραματική διάταξη και να ζητήσουν από τους μαθητές τους να την εκτελέσουν, να αναστοχαστούν πάνω στα πειραματικά αποτελέσματα, πιθανώς να τα συγκρίνουν με τις προβλέψεις τους και να απαντήσουν ερωτήματα.
Είναι επομένως φανερό ότι τα εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία με τρόπο ανάλογο με αυτόν των πραγματικών εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών. Αυτό οδήγησε πολλούς ερευνητές να μελετήσουν την αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με τα παραδοσιακά εργαστήρια και ένας σημαντικός αριθμός ερευνών έδειξε ότι τα εικονικά εργαστήρια, ως περιβάλλοντα μάθησης, δεν υστερούν σε σχέση με τα πραγματικά εργαστήρια (Jaakola & Nurmi, 2008; Klahr et al., 2007;

Rutten et al., 2012). Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι διδασκαλίες με εικονικά εργαστήρια υπερτερούν έναντι όμοιων διδασκαλιών με πραγματικά εργαστήρια (Gandole et al., 2006; Petridou et al., 2005; Zacharia, 2007), ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου μπορούν να αντιπαρατεθούν με χαρακτηριστικά των πραγματικών εργαστηρίων που μπορούν να θεωρηθούν ως μειονεκτήματα όπως π.χ. η ασφάλεια στο εργαστήριο, οι χρονικά αργές διαδικασίες σε πειράματα θερμότητας (Hatzikraniotis et al., 2010; Martinez et al., 2011) κλπ.

Τα περισσότερα λογισμικά εικονικού εργαστηριακού περιβάλλοντος (VR Labs) είναι υπολογιστικές εφαρμογές που εκτελούνται στον τοπικό υπολογιστή του χρήστη, όπως το ΣΕΠ και το ΑΜΑΠ που έχουν αναπτυχθεί στο παρελθόν (Hatzikraniotis et al., 2001; Μολοχίδης κ.α., 2009). Η χρήση τέτοιων τοπικών εφαρμογών περιορίζεται στο χώρο του σχολείου. Έτσι, καθίσταται δύσκολη, έως ανέφικτη, η ανάθεση διερευνητικών εργασιών με το εικονικό εργαστήριο στο σπίτι.

Για να μεταβούμε σε εικονικά πειράματα που να είναι διαχειρίσιμα από απόσταση μέσω Διαδικτύου η πιο συνηθισμένη πρακτική είναι η ανάπτυξη προσομοιώσεων που εκτελούνται ως java applets, όπως π.χ. η συλλογή που υπάρχει στο Φωτόδεντρο (photodentro. edu.gr) και είναι ανοιχτή ως προς την προσβασιμότητά της. Η πλειοψηφία όμως των εφαρμογών αυτών έχει τα μειονεκτήματα αφενός ότι αποτελούν περιορισμένες εφαρμογές ενός γνωστικού συνόλου μιας περιοχής των Φυσικών Επιστημών (π.χ. μελέτη της τριβής και όχι φαινομένων της κινηματικής, μελέτη της άνωσης και όχι φαινομένων της υδροστατικής, σχηματισμός ειδώλων και όχι φαινομένων της γεωμετρικής οπτικής, μελέτη της αλλαγής φάσεων και όχι φαινομένων της θερμότητας κλπ.), αφετέρου ότι στερούνται της αληθοφάνειας των αντικειμένων. Ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη εικονικών εργαστηρίων είναι η πιο προσεγμένη αναπαράσταση του πραγματικού εργαστηρίου, τόσο σε αντικείμενα όσο και σε διεργασίες. Η αληθοφάνεια θεωρείται σημαντική σχεδιαστική αρχή για την ανάπτυξη εικονικών εργαστηρίων, γιατί αυξάνει την πιστότητά του τόσο στα ίδια τα αντικείμενα, όσο και στις διαδικασίες που επιτελούνται σε ένα εικονικό εργαστήριο (Couture, 2004). Ακόμα και όταν ο στόχος είναι η φωτορεαλιστική απεικόνιση και ο άμεσος χειρισμός των αντικειμένων, το αποτέλεσμα συνήθως είναι μάλλον μεμονωμένες προκατασκευασμένες δραστηριότητες δηλ. πειραματικές διατάξεις, όπου προβλέπεται από απόσταση χειρισμός της πειραματικής διάταξης (π.χ. www.vlab.co.in), παρά πλήρη εικονικά εργαστηριακά περιβάλλοντα, όπου ο χρήστης να μπορεί να συνθέσει τη δική του πειραματική πρόταση, να την εκτελέσει και να συλλέξει δεδομένα προς επεξεργασία.

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η αξιολόγηση ενός περιβάλλοντος εικονικών εργαστηρίων με μεγάλη αληθοφάνεια ως προς την απεικόνιση του πραγματικού εργαστηρίου και ως προς τις λειτουργίες χειρισμού που ο πειραματιστής καλείται να αναπτύξει αλλά και με τη δυνατότητα σύνθεσης πειραματικών διατάξεων που ο πειραματιστής μπορεί να συνθέσει και να διαχειρισθεί από απόσταση μέσω Διαδικτύου.

Μεθοδολογία

Κριτήρια αξιολόγησης

Το περιβάλλον που αναπτύχθηκε και έχει παρουσιαστεί αναλυτικά σε προγενέστερη εργασία μας (Βράκας κ.α., 2015), πέρα από τα πάγια χαρακτηριστικά των εικονικών εργαστηρίων ενσωματώνει και χαρακτηριστικά μιας ανοικτής και από απόσταση διαδικασίας. Έτσι, κατά την αξιολόγησή του, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι σχετικές παράμετροι.

Η αξιολόγηση του περιβάλλοντος που αναπτύχθηκε ακολουθεί δύο άξονες που συνήθως εξετάζονται σε παρόμοιες περιπτώσεις (Grudin, 1992), την ευχρηστία (usability) και την ωφέλεια (utility) που παρέχει το σύστημα στον χρήστη. Η έννοια της ωφέλειας αφορά τη λειτουργικότητα του συστήματος και η έννοια της ευχρηστίας την ευκολία με την οποία κάποιος αποκτά αυτήν τη λειτουργικότητα. Περιγράφεται δε, με βάση πέντε βασικές παραμέτρους (Nielsen, 1994), που είναι μετρήσιμες στη φάση της αξιολόγησης: ευκολία και ταχύτητα εκμάθησης χρήσης του συστήματος, υψηλή απόδοση εκτέλεσης των λειτουργιών του, διατήρηση της ικανότητας χρήσης του συστήματος με την πάροδο του χρόνου από το χρήστη, μικρός αριθμός εσφαλμένων χειρισμών κατά τη χρήση του συστήματος και εύκολος τρόπος ανάνηψης σε περιπτώσεις τέτοιων χειρισμών και τέλος, υποκειμενική ικανοποίηση των χρηστών από την επαφή τους με το σύστημα. Η ιδιαιτερότητα του συγκεκριμένου περιβάλλοντος, με τα χαρακτηριστικά της διαδραστικότητας (interactivity) και της προσβασιμότητας (openness) συνεισφέρουν επιπλέον μετρήσιμες παραμέτρους στη φάση της αξιολόγησης. Έτσι η ευκολία χρήσης αντικειμένων και η δυνατότητα πειραματικών παραμετροποιήσεων με άμεσο και αληθοφανή τρόπο και η εξ αυτού δυνατότητα άμεσης διόρθωσης άστοχων ενεργειών, καθώς και η δυνατότητα συνεχούς πρόσβασης στο περιβάλλον, συμβάλουν στην ευχρηστία και την ωφέλεια του περιβάλλοντος.

Οι έννοιες της ευχρηστίας και της ωφέλειας είναι αλληλένδετες (Grudin, 1992), αλλά δεν προϋποθέτει η μία την άλλη: κάποιο σύστημα μπορεί να είναι λειτουργικό, να παρέχει δηλ. εκπαιδευτικές προτάσεις, αλλά να μην είναι εύχρηστο, δηλ. να χρειάζεται ιδιαίτερες ικανότητες εκμάθησης και να απαιτεί μακρά περίοδο επιμόρφωσης, όπως π.χ. τα ανοικτά λογισμικά - μικρόκοσμοι modellus, interactive physics κλπ. ή το αντίστροφο, να είναι εύχρηστο αλλά χωρίς ιδιαίτερες δυνατότητες για εκπαιδευτική εμπλοκή όπως π.χ. πολλές εμπορικές ετικέτες με συγκεκριμένες δραστηριότητες εμπλοκής των μαθητών σε drag & drop περιβάλλοντα.

Για την αξιολόγηση περιβαλλόντων σε από απόσταση συνθήκες, η Chambers (1995) αναφέρει ότι βασικά κριτήρια είναι το κριτήριο της καταλληλότητας και το κριτήριο της εμπλοκής. Το κριτήριο της καταλληλότητας (the criterion of appropriateness) αξιολογεί κατά πόσο η διαδικασία είναι κατάλληλη για το στοχούμενο πληθυσμό, κατά πόσο δηλαδή ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντά του και στις προσδοκίες του. Το κριτήριο της εμπλοκής (the criterion of engagement) αξιολογεί κατά πόσο η διαδικασία ενεργοποίησε το στοχούμενο πληθυσμό, αν υπήρξε ενδιαφέρον με την ενασχόλησή τους και αν το ενδιαφέρον συντηρήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια της εμπλοκής. Και ενώ το κριτήριο της εμπλοκής μπορεί σαφώς να διατυπωθεί και να αξιολογηθεί (πόσες ώρες ασχολήθηκες; ποιο μέρος της ύλης κάλυψες; κλπ.) το κριτήριο της καταλληλότητας δεν είναι μονοδιάστατο και πρέπει να αναλυθεί περαιτέρω. Το αν δηλαδή το πρόγραμμα ανταποκρίνεται στα ενδιαφέροντα και στις προσδοκίες των αποδεκτών, όπως αναφέρει η Chambers, είναι μια περίπλοκη κατάσταση που είναι συνυφασμένη και με τους στόχους του προγράμματος. Έτσι αν στόχος των σχεδιαστών του προγράμματος είναι η γνωστική μεταβολή, μπορεί αφενός να αξιολογηθεί κατά πόσο συντελέστηκε τέτοια, κάτι που αφορά τους σχεδιαστές του προγράμματος, αφετέρου μπορεί να αξιολογηθεί κατά πόσο «αυτό που έμαθαν» οι αποδέκτες ήταν προσδόκιμο και μέσα στα ενδιαφέροντά τους, κάτι που αφορά τους ίδιους τους αποδέκτες. Οι δύο αυτές όψεις (του σχεδιαστή του προγράμματος και του εμπλεκόμενου στο πρόγραμμα) περιγράφουν το κατά Chambers κριτήριο της καταλληλότητας. Οι Nichols & Gardner (2002) αναφέρουν ότι σε επιμορφωτικές διαδικασίες από απόσταση εκπαίδευσης, ιδιαίτερα σημαντική είναι και η αποδοχή αυτής της ίδιας της διαδικασίας: πώς οι επιμορφούμενοι αποδέχονται τη μαθησιακή τους πορεία, πώς αλληλεπιδρούν με τα μαθησιακά υλικά, πώς εκτιμούν το σχεδιασμό της όλης διαδικασίας.

Στη δική μας περίπτωση οι αξιολογητές είναι «έμπειροι εκπαιδευτικοί», που σημαίνει ότι η αξιολογική ματιά τους έχει δύο συνιστώσες: αυτήν του χρήστη του μέσου (να με βοηθήσει στη διδασκαλία μου) και αυτήν της χρήσης του μέσου από τους μαθητές του (να μπορέσουν οι μαθητές μου να εμπλακούν για να μάθουν).
Το πλέγμα εξ άλλου που δημιουργείται από τους αξιολογικούς άξονες που περιγράφηκαν παραπάνω (χαρακτηριστικά των εικονικών εργαστηρίων και χαρακτηριστικά μιας ανοικτής και από απόσταση διαδικασίας) έχει πολλά κοινά χαρακτηριστικά: το εύχρηστο εκπαιδευτικό λογισμικό συντελεί στην από απόσταση εμπλοκή και η ωφέλεια του εκπαιδευτικού λογισμικού συνεπάγεται την καταλληλότητά ως όχημα της διδασκαλίας. Για το λόγο αυτό η αξιολόγηση που θα επιχειρήσουμε, θα στηρίζεται σε δύο τελικά άξονες: αυτόν της ευχρηστίας (άρα και δυνατότητα εμπλοκής εκπαιδευτικών και μαθητών) και αυτόν της ωφέλειας (άρα και την ανάδειξη του μέσου ως κατάλληλου για την εκπαιδευτική πρακτική).

Δείγμα και εργαλεία

Σε αυτήν την φάση της έρευνας συλλέχθησαν δεδομένα από 13 «έμπειρους εκπαιδευτικούς» με ερωτηματολόγια. Με τον όρο «έμπειρους εκπαιδευτικούς» εννοούμε δασκάλους ή καθηγητές με πολύχρονη εμπειρία είτε στην πειραματική διδασκαλία είτε στην υιοθέτηση ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η διαπίστωση της «αυθεντικότητας» έγινε μέσα από ανοικτού τύπου ερωτήσεις, όπου ζητούνταν παραδείγματα πειραματικών πρακτικών και χρήσης ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία καθώς και καταγραφή δυσκολιών στην εκτέλεση των web-labs.
Το ερωτηματολόγιο περιείχε ερωτήσεις που αφορούσαν κριτική στο ίδιο το μέσο, καθώς και ερωτήσεις που αφορούσαν ποιοτικά χαρακτηριστικά της εν δυνάμει αξιοποίησης των web-labs, είτε από τους εκπαιδευτικούς (προστιθέμενη αξία στη διδασκαλία) είτε από τους μαθητές (προστιθέμενη αξία από τη διδασκαλία, κατά την κρίση των διδασκόντων).
Σε αυτήν την φάση θα μελετηθεί η στάση των «έμπειρων εκπαιδευτικών» σε θέματα που άπτονται της ευχρηστίας και χρησιμότητας του ίδιου του μέσου (web-labs). Ερωτήσεις, όπως π.χ. αν είναι φιλικό το περιβάλλον, αν είναι εύκολη η χρήση του, αν υπήρξε ικανοποίηση ενασχόλησης, αν υπάρχει δυνατότητα απομακρυσμένης εκτέλεσης σε οποιαδήποτε χρόνο κλπ. ελέγχουν την ευχρηστία του προγράμματος ενώ ερωτήσεις, όπως π.χ. αν το περιβάλλον είναι χρήσιμο για τη δουλειά ή αν κίνησε το προσωπικό ενδιαφέρον των χρηστών, αν φάνηκε η χρησιμότητα συνεχούς πρόσβασης (λόγω διαδικτύου) και αν κατάφερε (το περιβάλλον) να παρακινήσει τον χρήστη να εμπλέξει τους μαθητές του στα εικονικά πειράματα κλπ., ελέγχουν την ωφέλεια του προγράμματος. Μιας και οι έννοιες της ευχρηστίας και της ωφέλειας, είναι αλληλένδετες, υπάρχουν και ερωτήσεις που ελέγχουν ταυτόχρονα την ευχρηστία και την ωφέλεια, όπως αν υπάρχει ευκολία παραμετροποίησης και επαναληψιμότητας των διαδικασιών κλπ.
Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιείται το πενταβάθμιο σύστημα Likert από 1-5 που αντιστοιχεί στις απαντήσεις «καθόλου», «λίγο», «μέτρια», «αρκετά» και «πολύ» αντίστοιχα.

Αποτελέσματα

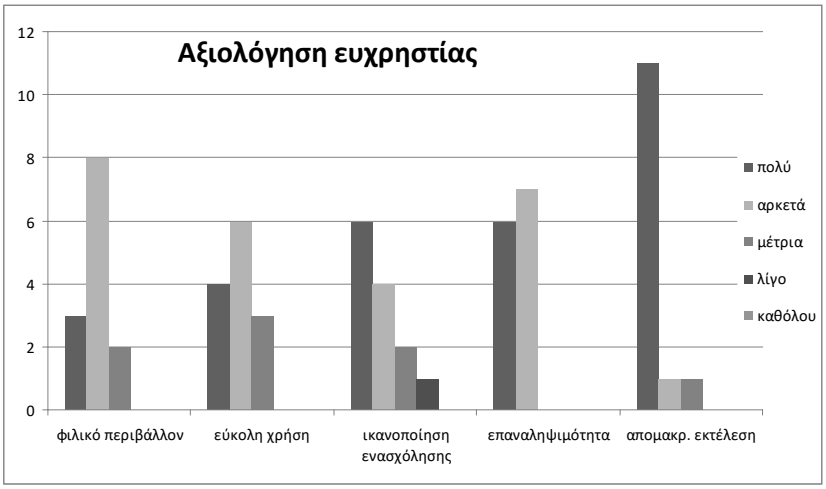
Αξιοπιστία του ερωτηματολογίου

Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου χρησιμοποιήθηκε ο πιο διαδεδομένος συνετελεστής αξιοπιστίας στη βιβλιογραφία, ο Cronbach's Alpha. Ο συντελεστής Cronbach's Alpha υπολογίστηκε ανεξάρτητα για το σύνολο των ερωτήσεων των δύο αξόνων: για τον άξονα μεν της ευχρηστίας (12 ερωτήσεις) η τιμή του συντελεστή Cronbach's Alpha είναι

0.821 για τον άξονα δε της ωφέλειας (15 ερωτήσεις) είναι 0.832. Και οι δύο τιμές που βρέθηκαν, αξιολογούνται ως «καλές» και αναδεικνύουν το ερωματολόγιο αξιόπιστο όργανο, μιας και στη διεθνή βιβλιογραφία αξιόπιστα όργανα θεωρούνται αυτά που ο συντελεστής Cronbach's Alpha είναι πάνω από 0.7, όταν οι ερωτήσεις αναφέρονται σε κρίσεις ή συναισθήματα (Field, 2009).
Η ανάλυση αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα στατιστικής ανάλυσης SPSS (v.23) και παρατηρήθηκε ότι ο συντελεστής δεν αλλάζει σημαντικά, ακόμα και αν παραλειφθεί κάποια ερώτηση από την ανάλυση, γεγονός που υποδηλώνει την εσωτερική συνέπεια των ερωτήσεων (για την ευχρηστία $0.787<\alpha<0.835$ και για την ωφέλεια $0.799<\alpha<0.858$).

Αποτελέσματα ως προς την ευχρηστία

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε ενδεικτικά κάποια αποτελέσματα. Στο Σχήμα 1 το ιστόγραμμα αναπαριστά τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ως προς την ευχρηστία. Παρουσιάζονται ενδεικτικά 5 από τις 12 ερωτήσεις. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ιστογράμματος, φαίνεται ότι τα Web lab αξιολογήθηκαν αρκετά έως πολύ θετικά όσον αφορά τη φιλικότητα του περιβάλλοντος και την εύκολη χρήση, δύο παράγοντες που καθορίζουν το πόσο εύκολα μαθαίνει κανείς (learnability) το περιβάλλον (Nielsen, 1994).

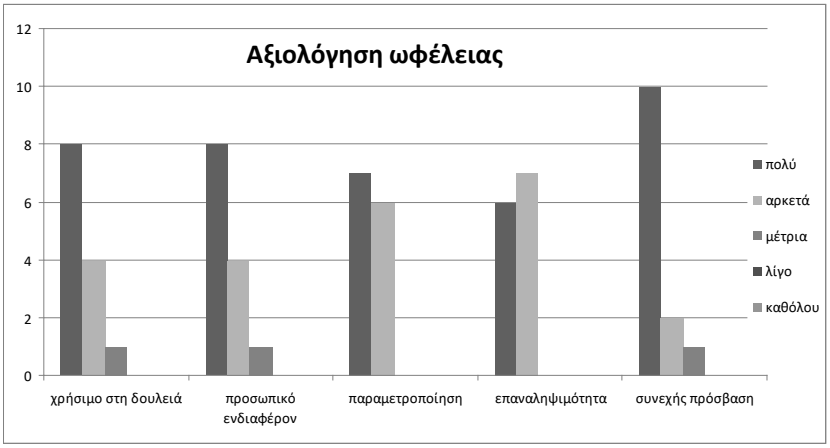


Σχήμα 1. Ιστόγραμμα απαντήσεων σε ενδεικτικές ερωτήσεις για την αξιολόγηση της ευχρηστίας

Υψηλά είναι και τα ποσοστά αποδοχής, όσον αφορά την ικανοποίηση ενασχόλησης και την επαναληψιμότητα που παρέχει το περιβάλλον, δύο παράγοντες που καθορίζουν τη δυνατότητα εμπλοκής των αποδεκτών, βασικού στοιχείου της από απόσταση εκπαίδευσης. Τέλος, πολύ υψηλά είναι τα ποσοστά που αξιολογούν το περιβάλλον ως προς τη χρησιμότητα της απομακρυσμένης εμπλοκής μέσω διαδικτύου, στοιχείο που δείχνει τις δυνατότητες που έχουν τα web lab σε σχέση με ανάλογα stand alone περιβάλλοντα.

Αποτελέσματα ως προς την ωφέλεια

Στο Σχήμα 2, το ιστόγραμμα αναπαριστά τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών ως προς την ωφέλεια. Παρουσιάζονται ενδεικτικά 5 από τις 15 ερωτήσεις. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ιστογράμματος, φαίνεται ότι τα Web lab αξιολογήθηκαν πολύ θετικά όσον αφορά τη χρησιμότητά τους και την ανάδειξη προσωπικού ενδιαφέροντος των χρηστών από την εμπλοκή με το περιβάλλον, δύο παράγοντες που καθορίζουν το πόσο ικανοποιείται κανείς από την εμπλοκή με το συγκεκριμμένο περιβάλλον (satisfaction) (Nielsen, 1994).



Σχήμα 2. Ιστόγραμμα απαντήσεων σε ενδεικτικές ερωτήσεις για την αξιολόγηση της ωφέλειας

Πολύ θετικά αξιολογήθηκαν και η δυνατότητα παραμετροποίησης που έχει ο χρήστης, εμπλεκόμενος με τα εικονικά εργαστήρια και η δυνατότητα επανάληψης μιας πειραματικής διαδικασίας. Αναδεικνύονται λοιπόν τα εικονικά εργαστήρια ως ικανά να παράσχουν διαδικασίες που υποβοηθούν τη μάθηση: μπορώ και επαναλαμβάνω μια πειραματική διαδικασία, αλλάζοντας κάθε φορά διαφορετικές παραμέτρους, χωρίς το άγχος της χρονικής διάρκειας, μιας και είναι δυνατόν να υπάρχει συνεχής πρόσβαση, κάτι που επίσης αξιολογείται πολύ θετικά.

Σύνοψη

Σ' αυτήν την εργασία παρουσιάσθηκε μια πρώτη αξιολόγηση των εικονικών εργαστηρίων στα γνωστικά πεδία της Οπτικής, της Θερμότητας και του Ηλεκτρισμού. Η διαφοροποίηση αυτών των εικονικών εργαστηρίων, από προηγούμενες εργασίες μας, είναι ότι μπορούν να προσπελαστούν στο δίκτυο από εκπαιδευτικούς και μαθητές που συμμετέχουν τόσο στις διαδικασίες της εκπαίδευσης σε σχολείο όσο και σε συνθήκες από απόσταση εκπαίδευσης.

Φαίνεται ότι τα εικονικά εργαστήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς, αλλά το σημαντικότερο οι συμμετέχοντες διέβλεψαν τη χρησιμότητά τους σε συνθήκες εκτός της σχολικής τάξης, με την ανάθεση π.χ. πειραματικών δραστηριοτήτων σε κατ' οίκον εργασία.

Στην επόμενη φάση αρκετοί από τους εμπλεκόμενους στην αξιολόγηση θα εφαρμόσουν στην εκπαιδευτική διαδικασία τα εικονικά εργαστήρια. Μπορούν να μελετηθούν έτσι στην πράξη τόσο η συνεισφορά τους σε τυπικές εκπαιδευτικές διαδικασίες, π.χ. σε συνεργασία και

ως επέκταση ενός σχολικού εργαστηρίου, αλλά και σε εκπαιδευτικές διαδικασίες εκτός σχολείου, ως επέκταση των σχολικών δραστηριοτήτων.

Αναφορές

Chambers, E. (1995). *Course evaluation and academic quality στο* Fred Lockwood (eds.): Open and distance learning today, Routledge.

Chumbley, S. B., Haynes, J. C., & Stofer, K. (2015). A measure of students' motivation to learn science through agricultural STEM emphasis, *Journal of Agricultural Education,* 56(4), 107-122.

Couture, M. (2004). Realism in the design progress and credibility of a simulation-based virtual laboratory. *Journal of Computer Assisted Learning,* 20 (1), 40-49.

De Jong, T., Linn, M. & Zacharia, Z. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education, *Science 340, pp. 305-308.*

Field, A. P. (2009). *Discovering statistics using SPSS.* London, England: SAGE.

Gandole, Y.B., Khandewale, S.S., Amravati, S.V., & Mishra R.A. (2006). A comparison of students' attitudes between computer software support and traditional laboratory practical learning environments in undergraduate electronic science. *e-Journal of Instructional Science and Technology*, 9, 1-13

Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. & Taasoobshirazi, G. (2011). Science Motivation Questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1159–1176.

Glynn, S. M., & Koballa, T. R. (2006). *Motivation to learn in college science*. In J. J. Mintzes & W. H. Leonard (Eds.), Handbook of college science teaching, 25–32. Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.

Grudin, J. (1992). Utility and usability: research issues and development contexts. *Interacting with Computers*, Vol.4/2

Hatzikraniotis, E., Lefkos, J., Bisdikian, G., Psillos, D., Refanidis, J., Vlahavas, J. (2001). An Open Learning Environment for Thermal Phenomena, *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Based Learning in Science (CBLIS)*, Brno, Czech Republic, ISBN: 80-7042-180-0

Hatzikraniotis, E., Kallery, M., Molohidis, A., Psillos, D. (2010). Students' design of experiments: an inquiry module on conduction of heat, *Physics Education* 45, 335-344.

Hornbæk, K. (2006). Current practice in measuring usability: Challenges to usability studies and research, *International Journal of Human-Computer Studies*, 64, 79–102.

Huart, J., Kolskic, C., Sagarc, M. (2003). Evaluation of multimedia applications using inspection methods: the Cognitive Walkthrough case, *Interacting with Computers*, 16, 183-215.

Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities, *Journal of Computer Assisted Learning*, 24, 271-283

Karagöz, Ö., & Özdener, N. (2010). Evaluation of the usability of different virtual lab software used in physics courses. *Bulgarial Journal of Science and Education Policy*, 4(2), 216-235

Klahr, D., Triona, L.M., & Williams, C. (2007). Hands on what? the relative effectiveness of physical versus virtual materials in an engineering design project by middle school children, *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 183-203

Loukomies, A., Pnevmatikos, D., Lavonen, J., Spyrtou, A., Byman, R., Kariotoglou, P., & Juuti, K. (2013). Promoting students' interest and motivation towards science learning: The role of personal needs and motivation orientations. *Research in Science Education, 43 (6), 2517-2539.*

Martinez, G., Naranjo, F., Perez, A., Suero, M.I. & Pardo, P. (2011). Comparative study of the effectiveness of three learning environments: Hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research 7, 020111.*

Nichols, M. & Gardner, N. (2002), *Evaluating flexible delivery across a tertiary Institution,* Open Learning, vol. 17, no.1.

Nielsen, J., (1994) Usability inspection methods, in J. Nielsen, R.L. Mark (ed.), *Usability Inspection Methods*, John Willey, New York.

Petridou, E., Psillos, D., Lefkos, I., Fourlari, S., Hatzikraniotis, E. (2005). Investigating the use of simulated laboratory for teaching aspects of calorimetry to secondary education students, *CBLIS 2005*, Slovakia.

Polson, P.G., Lewis C., Rieman J., Wharton C. (1992). Cognitive walkthroughs: a method for theory-based evaluation of user interfaces, *International Journal of Man-Machine Studies*, 36, 741-773

Pulijala, V., Akula, A., & Syed, A. (2013), A web-based virtual laboratory for electromagnetic theory, *IEEE Fifth International Conference on Technology for Education. Kharagpur, India, 18-20 December 2013.*

Rutten, N., van Joolingen, W.R., & van der Veen, J.T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58, 136-153

Wen, F. (2012). Open Web-Based Virtual Lab for Experimental Enhanced Educational Environment στο Dr. Patrizia Ghislandi (Ed.). *eLearning - Theories, Design, Software and Applications*. Ανακτήθηκε από: http://www.intechopen.com/books/elearning-theories-design-software-and-applica-tions/open-web-based-virtual-lab-for-experimental-enhanced-educational-environment

Zacharia, Z.C., (2007). Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students conceptual understanding of electric circuits, *Journal of Computer Assisted Learning*, 23, 120-132.

Βράκας, Δ., Μολοχίδης, Α., Λεύκος, Ι., Ταραμόπουλος, Α., Κοντόπουλος, Ευ., Χατζηκρανιώτης, Ε., Βλαχάβας, Ι., Ψύλλος, Δ. (2015). Ανοικτά Διαδικτυακά Εικονικά Εργαστήρια Φυσικής. *Πρακτικά 9ο Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Θεσσαλονίκη, 8 – 10 Μαΐου 2015.

Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε., & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μία πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων ΤΠΕ. *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη»*. Σύρος.

Μολοχίδης, Α., Μπισδικιάν Γκ., Ταραμόπουλος Α., Ψύλλος Δ., Χατζηκρανιώτης Ε., & Μπάρμπας Α. (2009). Η εργαστηριακή προσέγγιση της Γεωμετρικής Οπτικής με το εικονικό εργαστήριο του Ανοικτού Μαθησιακού Περιβάλλοντος (ΑΜΑΠ). Στο *5ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος, 8 – 10 Μαΐου 2009.