ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 7, Αρ. 1-2 (2014)

Ειδικό αφιέρωμα: «Νέοι επιστήμονες στο προσκήνιο - έρευνα σε εξέλιξη»

Διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: μια μελέτη ευχρηστίας

Βυζαντινός Ρεπαντής, Ιωάννης Βρέλλης, Αναστάσιος Μικρόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ρεπαντής Β., Βρέλλης Ι., & Μικρόπουλος Α. (2014). Διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: μια μελέτη ευχρηστίας. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *7*(1-2), 119–136. ανακτήθηκε από https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/thete/article/view/44516

Διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: μια μελέτη ευχρηστίας

Βυζαντινός Ρεπαντής, Ιωάννης Βρέλλης, Αναστάσιος Μικρόπουλος
vrepantis@yahoo.gr, ivrellis@uoi.gr, amikrop@uoi.gr

Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη. Οι ταυτόχρονες ενέργειες μέσω της αφής και η κινητικότητα των χρηστών που εργάζονται ομαδικά με διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών επεκτείνουν τις δυνατότητες για επικοινωνία, συνεργασία και μάθηση. Στην παρούσα έρευνα συγκρίθηκαν εμπειρικά τρεις συνεργατικές διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στο πλαίσιο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης: το διαδραστικό τραπέζι πολλών χρηστών, η μεγάλη διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών και ο υπολογιστής με πολλά ποντίκια. Η σύγκριση έγινε σε τρεις άξονες: την υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας, το φόρτο εργασίας και την ικανοποίηση από τη συνεργασία. Το δείγμα αποτελούσαν 76 μαθητές ΣΤ' Δημοτικού. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το διαδραστικό τραπέζι προσφέρει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση στους μαθητές, τόσο από τη χρήση του, όσο και από τη συνεργασία μεταξύ των μελών της ίδιας ομάδας. Επίσης, υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί τον μικρότερο φυσικό φόρτο. Για τη μεγάλη διαδραστική οθόνη υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί το μικρότερο γνωστικό φόρτο, ενώ ο υπολογιστής με τα πολλά ποντίκια δεν φαίνεται να πλεονεκτεί σε κάποιον από τους άξονες σύγκρισης. Το διαδραστικό τραπέζι φαίνεται να είναι συγκριτικά και με βάση την εμπειρία των μαθητών, η πιο υποσχόμενη τεχνολογία για την υποστήριξη συνεργατικών δραστηριοτήτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Συνεργατικές διαδραστικές εκπαιδευτικές τεχνολογίες, διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών, διαδραστικές οθόνες πολλών χρηστών, υπολογιστές με πολλά ποντίκια

Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις θεωρίες που υποστηρίζουν την κοινωνική οικοδόμηση της γνώσης, οι μαθητές μπορούν να αναπτύσσουν την κατανόησή τους όταν δημιουργούν συνεργατικά και μοιράζονται μεταξύ τους αντικείμενα – τεχνητές αναπαραστάσεις της ήδη κατασκευασμένης γνώσης τους (Evans & Rick, 2010).

Η διεπαφή με τον συνηθισμένο προσωπικό υπολογιστή που βασίζεται στην οθόνη, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, δεν διευκολύνει τις συνεργατικές διαδικασίες μάθησης. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια νέες τεχνολογίες διεπαφής έχουν εμφανιστεί, που επιτρέπουν την άμεση και ταυτόχρονη χρήση του υπολογιστή από πολλούς χρήστες, οι διαδραστικές επιφάνειες πολλών σημείων αφής. Οι τεχνολογίες αυτές αποτελούν ψηφιακά συστήματα που ελέγχονται κυρίως από την αφή και τις κινήσεις/χειρονομίες που πραγματοποιούνται στην επιφάνειά τους, επιτρέποντας στους χρήστες να αλληλεπιδρούν με τα ψηφιακά αντικείμενα που αναπαρίστανται χρησιμοποιώντας τα χέρια τους (Hesselmann & Boll, 2010).

Οι διαδραστικές επιφάνειες προσφέρουν δυνατότητες για την υποστήριξη ομαδικών εργασιών (Collins et al., 2011). Η ταυτόχρονη και παράλληλη υπόσταση των ενεργειών αφής και η κινητικότητα των χρηστών των διαδραστικών τεχνολογιών πολλών χρηστών επεκτείνουν τις δυνατότητες για επικοινωνία και συνεργασία (Yuill & Rogers, 2012).

Η παρούσα μελέτη ασχολείται με τρεις διαδραστικές συνεργατικές τεχνολογίες: τα διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών (multi-touch tabletops), τις μεγάλες διαδραστικές οθόνες πολλών χρηστών (large scale multi-touch interactive displays) και τους προσωπικούς υπολογιστές με πολλά ποντίκια (single display groupware with multiple mice).

Τα διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών είναι οριζόντιες επιφάνειες αφής μεγέθους ενός μικρού τραπεζιού, οι οποίες προορίζονται για ομάδες 5-6 χρηστών. Οι χρήστες μπορούν να διαχειρίζονται ταυτόχρονα και παράλληλα τα ψηφιακά πολυμεσικά αντικείμενα που παρουσιάζονται πάνω τους. Οι χρήστες ενός διαδραστικού τραπεζιού πολλών χρηστών βρίσκονται γύρω από την οριζόντια επιφάνεια του και έτσι έχουν τη δυνατότητα της άμεσης και καθαρής οπτικής επαφής με τους συνεργάτες τους κατά τη διάρκεια εκπόνησης μιας εργασίας. Ωστόσο, κάθε χρήστης βλέπει τα ψηφιακά αντικείμενα που απεικονίζονται υπό διαφορετική οπτική γωνία. Οι δυνατότητες που δίνουν τα διαδραστικά τραπέζια στις φυσικές χειρονομίες και κινήσεις που ορίζουν τη διάδραση αποτελούν ένα κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας αυτής και αναδεικνύουν την πληθώρα επιλογών στη διεπαφή. Οι δυνατότητες που παρέχονται είναι οι εξής (Aliakseyeu, Subramanian & Alexander, 2010; Hinrichs & Carpendale, 2011):

- σύρε/μετακίνησε
- μεγέθυνση/σμίκρυνση (το «άνοιγμα» δύο δακτύλων με το δείκτη και τον αντίχειρα και το «τσίμπημα» με τη χρήση πέντε δακτύλων)
- περιστροφή, ταχύ πάτημα και απελευθέρωση κουμπιού (tap)
- σάρωση (ενέργεια μετακίνησης ενός αντικειμένου σε όλη σχεδόν την έκταση της διαδραστικής επιφάνειας με λιγότερο ελεγχόμενο τρόπο από την ενέργεια σύρε/μετακίνησε)
- τίναγμα (σύντομο ισχυρό πέταγμα ενός στοιχείου προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση)
- κράτημα (σταθερό πάτημα ενός πολυμεσικού αντικειμένου)
- ασύμμετρη χρήση των χεριών
- επιλογή (selection) αντικειμένου (διαφορετικό από το ταχύ πάτημα).

Οι μεγάλες διαδραστικές οθόνες πολλών χρηστών είναι κάθετες διαδραστικές επιφάνειες – οθόνες μεγάλου μεγέθους (άνω των 150”). Μια ομάδα 8-10 χρηστών μπορεί να αγγίζει άμεσα με το χέρι ταυτόχρονα και παράλληλα τα ψηφιακά πολυμεσικά αντικείμενα, δεδομένου ότι οι οθόνες αυτές διαθέτουν πάνω από 30 σημεία ταυτόχρονης επαφής. Οι δυνατότητες χειρισμού των ψηφιακών πολυμεσικών αντικειμένων είναι ουσιαστικά οι ίδιες με τα διαδραστικά τραπέζια και μπορούν να χρησιμοποιούν τα ίδια λογισμικά. Η στάση των χρηστών όμως είναι όρθια, το δε χέρι τους κατά τη διεπαφή εκτείνεται οριζόντια. Σε σχέση με τους διαδραστικούς πίνακες (interactive whiteboards) που χρησιμοποιούνται ευρέως στην εκπαίδευση, πλεονεκτούν στο ότι δίνουν τη δυνατότητα ταυτόχρονης διεπαφής σε περισσότερους μαθητές, χωρίς να είναι αναγκαία η χρήση ειδικού ψηφιακού μαρκαδόρου. Θα μπορούσαν να περιγραφούν και ως «ενισχυμένοι διαδραστικοί πίνακες». Οι μεγάλες διαδραστικές οθόνες διευκολύνουν την προβολή ενός έργου ή της εξέλιξης της υλοποίησης του σε τρίτους. Οι «θεατές» αυτοί δε συμμετέχουν άμεσα στην υλοποίηση μιας δραστηριότητας, παρά μόνο λεκτικά και μόνο αν αυτό ζητηθεί. Κάθε χρήστης των μεγάλων διαδραστικών οθονών πολλών χρηστών στέκεται δίπλα στον άλλον. Επομένως, πρέπει να μετακινείται αν κάποιο πολυμεσικό στοιχείο που πρέπει να αγγίξει δε βρίσκεται μπροστά του. Με τον τρόπο αυτό η συνεργατική χρήση απαιτεί διαρκή κίνηση ή και επικοινωνία. Η άμεση αντίληψη των χρηστών σε σχέση με την επιφάνεια της διαδραστικής οθόνης πολλών

χρηστών και η οπτική τους δε διαφέρει πολύ. Όλοι οι χρήστες βλέπουν τα ίδια αντικείμενα από την ίδια περίπου οπτική γωνία.

Οι προσωπικοί υπολογιστές με πολλά ποντίκια διαθέτουν συνήθως 4-5 ποντίκια, τα οποία χρησιμοποιούνται από αντίστοιχους χρήστες. Ο δείκτης που αντιστοιχεί σε κάθε ποντίκι εμφανίζεται με διαφορετική μορφή ώστε να διακρίνεται από τους άλλους. Η διάδραση των χρηστών με τα ψηφιακά αντικείμενα της οθόνης πραγματοποιείται έμμεσα, με τη χρήση των ατομικών ποντικιών και αποτελεί μια διαδικασία γνωστή σε οποιονδήποτε χρήστη υπολογιστή. Οι διαφορετικοί δείκτες απεικονίζουν διαρκώς τη συμβολή κάθε μαθητή στο έργο της ομάδας σε πραγματικό χρόνο (Moraveji et al., 2009). Κάθε χρήστης έχει το ποντίκι μπροστά του και το κινεί σε μια οριζόντια επιφάνεια που αποτελεί μια νοητή αναλογία της κάθετης επιφάνειας της οθόνης. Το εύρος της φυσικής κίνησης του χεριού του χρήστη είναι σχετικά περιορισμένο λόγω της αναλογίας αυτής. Ωστόσο, τα δύο πλήκτρα και η περιστρεφόμενη ροδέλα, δίνουν αρκετές δυνατότητες στη διάδραση, με ενέργειες που απαιτούν μικρές κινήσεις των δακτύλων.

Οι συνεργατικές διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στην εκπαιδευτική πράξη

Τα διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών έχουν χρησιμοποιηθεί για τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων σε διάφορα γνωστικά πεδία. Μελέτες σχετικές με τη μάθηση αλλά και με τη συσχέτιση του μαθησιακού αποτελέσματος με τη συνεργασία, παρέχουν θετικές ενδείξεις ότι η συνεργασία γύρω από μια διαδραστική επιφάνεια πολλαπλής αφής μπορεί να οδηγήσει σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με άλλες τεχνικές (Higgins et al., 2012; Mercier & Higgins, 2013; Piper & Hollan, 2009; Schneider et al., 2012). Μια βασική πρόκληση στο σχεδιασμό εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που υποστηρίζονται σε διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών είναι η εύρεση της απαιτούμενης ισορροπίας μεταξύ των ατομικών ενεργειών του καθενός και των συνεργατικών ομαδικών ενεργειών (Maldonado, Kay & Yacef, 2010).

Συνήθως, η χωρική οργάνωση των δραστηριοτήτων είναι κάτι που επιτυγχάνεται αρκετά δυναμικά όταν οι χρήστες είναι παιδιά (Jamil et al., 2011). Οι χρήστες μπορούν να κινούνται γύρω από το τραπέζι για να εργάζονται σε στενή εγγύτητα μεταξύ τους. Σε πρόσφατη έρευνα οι δυσκολίες στην πρόσβαση απομακρυσμένων σημείων πάνω στη διαδραστική επιφάνεια πολλών χρηστών αντιμετωπίστηκαν ως ευκαιρίες για θετική αλληλεπίδραση μεταξύ των χρηστών (Goh et al., 2012). Ένα άλλο θέμα που έχει απασχολήσει τη βιβλιογραφία, αφορά την ένταξη των διαδραστικών τραπεζιών πολλών χρηστών στο φυσικό χώρο μάθησης και ο συνδυασμός της χρήσης τους με άλλες σύγχρονες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, όπως των tablets και των κινητών τηλεφώνων (Coughlan et al., 2012). Σημειώνεται ότι μεγάλο ενδιαφέρον εμφανίζεται στην έρευνα σχετικά με την εφαρμογή συγκριμένων διδακτικών μοντέλων κατά την αξιοποίηση διαδραστικών τραπεζιών πολλών χρηστών (Antle et al., 2011; Dillenbourg & Evans, 2011; Harris et al., 2009; Morgan & Butler, 2009).

Οι μεγάλες κάθετες διαδραστικές οθόνες πολλών χρηστών έχουν ερευνηθεί ελάχιστα ως προς την εκπαιδευτική τους αξία. Περισσότερη έρευνα έχει γίνει σχετικά με την παρεμφερή τεχνολογία των διαδραστικών πινάκων. Οι δυνατότητες των επιφανειών των διαδραστικών πινάκων ως τώρα περιορίζονται κυρίως στην προβολή και όχι στην κοινή συνεργατική διεπαφή. Οι διαδραστικοί πίνακες επιτρέπουν τη χρήση από ένα ή λίγα άτομα με πολύ συγκεκριμένους τεχνολογικούς περιορισμούς: τα εμπορικά συστήματα συνήθως περιορίζονται σε τέσσερα σημεία ταυτόχρονης αφής, όπως για παράδειγμα οι διαδραστικοί πίνακες SMARTBoard® 800 (Piper & Hollan, 2009). Έτσι, οι χρήστες είναι αναγκασμένοι σε

περιορισμένη άμεση διεπαφή με την επιφάνεια της οθόνης. Συνήθως, η διεπαφή πραγματοποιείται έμμεσα μέσω ειδικών μαρκαδόρων. Έτσι, ο παραπάνω περιορισμός επεκτείνεται στην έλλειψη μεγάλου εύρους κινήσεων/χειρονομιών που μπορεί άμεσα να πραγματοποιήσει ο χρήστης πάνω στην ψηφιακή επιφάνεια της κάθετης οθόνης. Για παράδειγμα, η κίνηση της μεγέθυνσης, η οποία απαιτεί τουλάχιστον δύο δάχτυλα, μπορεί να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονα μόνο από δύο χρήστες. Γενικά, τα αποτελέσματα της χρήσης των διαδραστικών πινάκων καταγράφονται σχετικά μικρά σε σχέση με την τεράστια επένδυση που έχει πραγματοποιηθεί σε σχολεία παγκοσμίως (Slay, Siebörger & Hodgkinson-Williams, 2008; Torff & Tirotta, 2010) και σχετίζονται ως τώρα ελάχιστα με τη συνεργατική και ταυτόχρονη χρήση τους από πολλούς μαθητές. Το κενό αυτό επιχειρείται να καλυφθεί τελευταία με την ενίσχυση των κάθετων διαδραστικών επιφανειών με περισσότερα σημεία ταυτόχρονης διεπαφής. Τα λίγα, ως τώρα, καταγεγραμμένα αποτελέσματα για τα νέα αυτά συστήματα δείχνουν πως οι χρήστες άνετα μεταπηδούν μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της διαδραστικής οθόνης και μεταξύ των παράλληλων και κοινών ταυτόχρονων τμημάτων του έργου τους (Jakobsen & Hornbæk, 2012, 2014). Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να αξιοποιούν την αφθονία του χώρου που τους παρέχεται και οι ομάδες χρηστών (τουλάχιστον κατά ζεύγη) μπορούν να συνεργάζονται άνετα (Jakobsen & Hornbæk, 2012). Ένα από τα διαφαινόμενα οφέλη της συνεργασίας αυτής είναι πως τα μέλη της ομάδας μπορούν να παρακολουθούν από την ίδια οπτική γωνία το έργο των άλλων κατά την εξέλιξή του. Ακόμα δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες σε σχέση με τη χρήση των μεγάλων κάθετων διαδραστικών οθονών πολλών χρηστών στην εκπαίδευση και ειδικά στην Πρωτοβάθμια.

Η χρήση των υπολογιστών που συνδέονται με πολλά ποντίκια είναι ένας εύκολος και φθηνός τρόπος ενίσχυσης ενός απλού υπολογιστικού συστήματος με συνεργατικές δυνατότητες. Μια σχετικά πρόσφατη εμπειρική μελέτη ανέλυσε την ευκολία χρήσης υπολογιστή με πολλά ποντίκια, ανέπτυξε τους παράγοντες που ενίσχυσαν τη συνεργατική μάθηση, αξιολόγησε τα μαθησιακά αποτελέσματα στο πλαίσιο των καθορισμένων στόχων ενός γλωσσικού μαθήματος, ανέλυσε ως ένα βαθμό την μη-λεκτική επικοινωνία μεταξύ των χρηστών και αξιολόγησε θετικά τη συμβολή του συστήματος αυτού (Szewkis et al., 2011). Η έρευνα για την παιδαγωγική αξιοποίηση του υπολογιστή με πολλά ποντίκια δείχνει πως η ικανοποίηση των χρηστών και τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι σχετικά θετικά (Amershi, et al., 2010; Beheshti, Devender & Horn, 2012; Hornecker et al. , 2008; Infante et al., 2009; Moraveji et al., 2009; 2008). Οι μελέτες εστιάζουν κυρίως στην αντίληψη των μαθητών και στα κίνητρα που τους παρέχονται και δεδομένου ότι πρόκειται για ένα φθηνό σύστημα συνεργασίας και διεπαφής, μπορεί να εφαρμοστεί ακόμα και σε λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες (Moraveji et al., 2008; Pawar, Pal & Toyama, 2006). Παράλληλα, έχει διερευνηθεί η ταυτόχρονη χρήση μέχρι και 32 χρηστών σε μεγάλη οθόνη προβολής και έχει διαφανεί πως οι αυξανόμενοι χρήστες καθιστούν σταδιακά το σύστημα λιγότερο αποτελεσματικό (Moraveji et al., 2009). Ωστόσο, μετά την μαζική έλευση των διαδραστικών τεχνολογιών αφής, η σχετική έρευνα έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η σύγκριση της εμπειρίας μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στις τρεις παραπάνω τεχνολογίες κατά την εκπόνηση μιας συνεργατικής δραστηριότητας στους εξής άξονες: υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας, αντιληπτός φόρτος εργασίας και ικανοποίηση από τη συνεργασία. Τα συμπεράσματα της παραπάνω σύγκρισης αναμένεται να αναδείξουν τις δυνατότητες και τους περιορισμούς των παραπάνω τεχνολογιών στη βάση των χαρακτηριστικών τους και τους τύπους εκπαιδευτικών συνεργατικών δραστηριοτήτων για τις οποίες είναι κατάλληλες.

Μέθοδος

Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν 76 μαθητές της ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού (38 αγόρια και 38 κορίτσια). Από αυτούς, 28 μαθητές χρησιμοποίησαν τα διαδραστικά τραπέζια πολλών χρηστών, 24 τη μεγάλη διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών και 24 μαθητές τους υπολογιστές με πολλά ποντίκια. Όλοι οι μαθητές είχαν χρησιμοποιήσει και τις τρεις τεχνολογίες. Κάθε ομάδα που χρησιμοποίησε τα διαδραστικά τραπέζια και τους υπολογιστές πολλών ποντικιών ήταν τετραμελής (χωρισμένη σε δύο υποομάδες των δύο ατόμων). Οι ομάδες που χρησιμοποίησαν τη μεγάλη διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών ήταν οκταμελείς (χωριζόμενες σε δύο υποομάδες των τεσσάρων ατόμων). Η ανάθεση τεχνολογίας στους μαθητές του δείγματος έγινε με τυχαίο τρόπο, κατόπιν κλήρωσης.

Εργαλεία μέτρησης

Για την εκτίμηση της εμπειρίας των μαθητών από τις τρεις διαφορετικές τεχνολογίες, μετρήθηκε η υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας, ο αντιληπτός φόρτος εργασίας και η ικανοποίηση από τη συνεργασία.

Η υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας μετρήθηκε με το ερωτηματολόγιο IBM Computer System Usability Questionnaire (CSUQ) (Lewis, 1993; 1995). Το ερωτηματολόγιο έχει χρησιμοποιηθεί σε σχετικές έρευνες σύγκρισης της στάσης των χρηστών διαδραστικών τεχνολογιών (Baur et al., 2011; Broll, Vodicka & Boring, 2013) και στη μέτρηση της εμπειρίας χρηστών διαδραστικών τραπεζιών σε συνεργατικές δραστηριότητες (Do-Lenh, Kaplan & Dillenbourg, 2009; Schiavo et al., 2011). Ίσως, ήταν η πρώτη φορά που το συγκριμένο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε σε μαθητές Δημοτικού για τη μέτρηση της εμπειρίας τους στη χρήση διαδραστικών εκπαιδευτικών τεχνολογιών πολλών χρηστών. Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο επιλέχθηκε έναντι κάποιου άλλου σχετικού εργαλείου, όπως το System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996) που παρέχει 10 ερωτήσεις με μικρή σχετικά κλίμακα στις δυνατές απαντήσεις των χρηστών και φαίνεται ότι τα αποτελέσματα από τη χρήση του επηρεάζονται από την πρότερη εμπειρία των χρηστών (Sauro, 2011).

Το ερωτηματολόγιο CSUQ αποτελείται από 19 ερωτήσεις (Παράρτημα 1) σε επταβάθμια κλίμακα Likert (1=συμφωνώ απόλυτα - 7=διαφωνώ απόλυτα). Σημειώνεται ότι δε χρησιμοποιήθηκε η ένατη ερώτηση του CSUQ που αναφέρεται σε μηνύματα λαθών των συστημάτων, επειδή δεν υπήρχαν τέτοια στη συγκεκριμένη δραστηριότητα. Από το CSUQ προέκυψαν οι παρακάτω μεταβλητές υποκειμενικής ευχρηστίας (Lewis, 1993, 1995).

- «Χρησιμότητα» (CSUQ_SYSUSE, ερωτήσεις 1-8)
- «Ποιότητα Πληροφορίας» (CSUQ_INFOQUAL, ερωτήσεις 10-15)
- «Ποιότητα Διεπαφής» (CSUQ_INTERQUAL, ερωτήσεις 16-18)
- «Συνολική υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας» (CSUQ_OVERALL, ερωτήσεις 1-19).

Στις παραπάνω μεταβλητές οι μικρές τιμές υποδηλώνουν υψηλή ευχρηστία, ενώ οι μεγάλες χαμηλή. Η αξιοπιστία των παραπάνω μεταβλητών κρίθηκε ικανοποιητική δεδομένου ότι οι συντελεστές Cronbach's Alpha ήταν μεγαλύτεροι από 0,7 (0,817 για την CSUQ_SYSUSE, 0,818 για την CSUQ_INFOQUAL, 0,795 για την CSUQ_INTERQUAL και 0 ,915 για την CSUQ_OVERALL).

Ο αντιληπτός φόρτος εργασίας μετρήθηκε με το ερωτηματολόγιο NASA Task Load Index (TLX) (Hart & Stavenland, 1988). Το εργαλείο NASA-TLX έχει χρησιμοποιηθεί από πολλές μελέτες για την αξιολόγηση του αντιληπτού φόρτου εργασίας σε διάφορα συστήματα

διεπαφής ανθρώπου-μηχανής. Μέχρι το 2006, είχαν εμφανισθεί πάνω από 550 επιστημονικές δημοσιεύσεις που βασίστηκαν σε αυτό (Hart, 2006) και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του φόρτου εργασίας σε διαδραστικά τραπέζια (Shaer et al., 2011; Shaer et al., 2012). Το ερωτηματολόγιο NASA-TLX αποτελείται από έξι ερωτήσεις (Παράρτημα 1) που αφορούν στο «γνωστικό φόρτο», το «φυσικό φόρτο», το «χρονικό φόρτο», την «επίδοση», την «προσπάθεια» και την «απογοήτευση». Οι ερωτήσεις αυτές απαντήθηκαν από τους μαθητές σε κλίμακα Likert 21 βαθμίδων (ερώτηση 1, 2, 3, 5, 6: 0 = καθόλου – 20 = πάρα πολύ, ερώτηση 4: 0 = πάρα πολύ – 20 = καθόλου) όπως υποδεικνύεται από το σχετικό εγχειρίδιο της NASA. Σημειώνεται ότι για τη διευκόλυνση των μαθητών, η κλίμακα της τέταρτης ερώτησης που αφορά την επίδοση, εμφανίστηκε αντεστραμμένη σε αυτούς, αλλά κανονικά στα αποτελέσματα. Ο «συνολικός φόρτος» υπολογίστηκε ως ο μέσος όρος και των έξι ερωτήσεων του ερωτηματολογίου TLX.

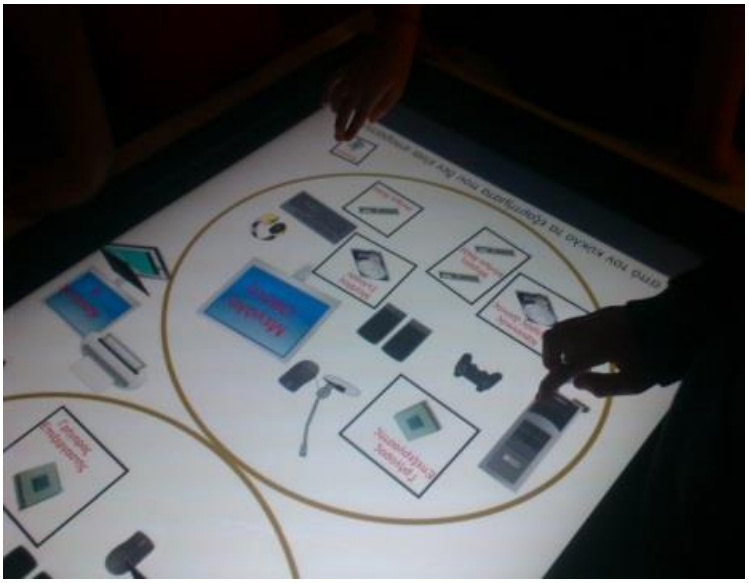
Η υποκειμενική ικανοποίηση από τη συνεργασία μετρήθηκε με μία ερώτηση («πόσο ικανοποιημένος είμαι από τη συνεργασία με την ομάδα μου») η οποία συντάχθηκε από τους ερευνητές. Απαντήθηκε σε κλίμακα Likert 21 βαθμίδων (0 = καθόλου - 20 = πάρα πολύ).

Δραστηριότητα - Διαδικασία

Η δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στο σχολικό περιβάλλον των μαθητών, κατά τη διάρκεια του μαθήματος της Πληροφορικής (Σχήματα 1-3). Το περιεχόμενό της αφορούσε στη βασική αρχιτεκτονική υπολογιστών με στοιχεία αγωγής του καταναλωτή και η διάρκειά της ήταν μία ώρα. Σκοπός της ήταν η βέλτιστη επιλογή δομικών στοιχείων (συσκευές εισόδου/εξόδου, μνήμη, σκληρός δίσκος, επεξεργαστής) για τη σύνθεση ενός υποθετικού υπολογιστή που θα κάλυπτε συγκεκριμένες ανάγκες χρήσης με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Οι μαθητές γνώριζαν τους όρους και τις έννοιες ήδη από προγενέστερη διδασκαλία. Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα τους ζητήθηκε να συνθέσουν πέντε υποθετικούς υπολογιστές για τα εξής σενάρια χρήσης: για τηλεδιάσκεψη, για αποθήκευση και προβολή ταινιών, για επεξεργασία κειμένου, για επεξεργασία βίντεο και για χρήση προγραμμάτων με εντυπωσιακά γραφικά.

Για τη δημιουργία της δραστηριότητας για τα διαδραστικά τραπέζια και τη μεγάλη διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό RMEasiteach® (RMEasiteach, 2014), ενώ για τους υπολογιστές πολλών ποντικιών χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Office Power Point® με τη χρήση του add-on Microsoft Mouse Mischief. Στις διαδραστικές επιφάνειες (τραπέζια και μεγάλη διαδραστική οθόνη) η σύνθεση προέκυπτε βγάζοντας όσα δομικά στοιχεία δεν ήταν απαραίτητα μέσα από έναν κύκλο, χρησιμοποιώντας τις χειρονομίες σύρε/μετακίνησε, μεγέθυνση/σμίκρυνση και τίναγμα. Οι μαθητές μπορούσαν να μετακινούνται όπως οι ίδιοι έκριναν (ο χωρισμός σε υποομάδες ευνοούσε αυτή την κινητικότητα). Στους υπολογιστές με πολλά ποντίκια η σύνθεση προέκυπτε ζωγραφίζοντας ένα μεγάλο Χ σε όποια στοιχεία δεν ήταν απαραίτητα (μέσω της ιδιότητας drawing του Mouse Mischief). Η επιφάνεια της οθόνης (και στις τρεις τεχνολογίες) περιείχε τον ίδιο κύκλο δύο φορές (η οθόνη ήταν χωρισμένη στα δύο - κάθε μέρος ανήκε σε μία υποομάδα). Στο τέλος, τα μέλη κάθε υποομάδας καλούνταν να δουν τι είχαν κάνει και μετά να συζητήσουν μαζί με όλα τα μέλη της ευρύτερης ομάδας. Στη συνέχεια, αν ήταν αναγκαίο, τα μέλη κάθε υποομάδας έκαναν αλλαγές στο δικό τους τμήμα. Με τον τρόπο αυτό αναπτύχθηκε διάλογος σε μικρό και σε ευρύτερο κύκλο και υπήρχαν δύο επίπεδα διαπραγμάτευσης και συμφωνίας μεταξύ των μαθητών.

Μετά τη δραστηριότητα, όλοι οι μαθητές έπρεπε να συμπληρώσουν τα ερωτηματολόγια. Τονίζεται πως δε μετρήθηκε το μαθησιακό αποτέλεσμα, αφού δεν αποτελούσε στόχο της συγκεκριμένης έρευνας. Μετρήθηκε μόνο η αντίληψη των μαθητών σχετικά με τη χρήση των τριών τεχνολογιών.



Σχήμα 1. Το διαδραστικό τραπέζι

Σχήμα 2. Η μεγάλη διαδραστική οθόνη

Σχήμα 3. Ο υπολογιστής με πολλά ποντίκια

Αποτελέσματα

Σε όλες τις μεταβλητές (αφού χωρίστηκαν ανά τεχνολογία και φύλο) διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας Kolmogorov-Smirnov και βρέθηκε ότι οι περισσότερες δεν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά στατιστικά εργαλεία: το Kruskal-Wallis test (K-W) για τη σύγκριση μεταξύ τεχνολογιών και το Mann-Whitney U test (M-W U) για τη σύγκριση μεταξύ φύλων ανά τεχνολογία.

Υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή «Χρησιμότητα» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το CSUQ. Η «Χρησιμότητα» κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Επιπλέον, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή «Ποιότητα Πληροφορίας» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το CSUQ. Η «Ποιότητα Πληροφορίας» κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Επιπλέον, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Πίνακας 1. Χρησιμότητα ανά τεχνολογία (CSUQ_SYSUSE)
(Διαδραστικό τραπέζι: διαδραστικό τραπέζι πολλών χρηστών, Διαδραστική οθόνη: διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών, Πολλαπλά ποντίκια: υπολογιστές με πολλαπλά ποντίκια)

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	1,46	0,78	-,519	,635			
	Κορίτσια	14	1,84	1,27					
	Σύνολο	28	1,65	1,05					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,61	0,60	-,583	,590	3,487	2	,175
	Κορίτσια	12	1,85	1,23					
	Σύνολο	24	1,73	0,95					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	1,74	0,48	-,932	,378			
	Κορίτσια	12	1,78	1,09					
	Σύνολο	24	1,76	0,83					

Πίνακας 2. Ποιότητα πληροφορίας ανά τεχνολογία (CSUQ_INFOQUAL)

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	1,62	0,55	-1,275	,227			
	Κορίτσια	14	1,33	0,41					
	Σύνολο	28	1,48	0,50					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,61	0,69	-,233	,843	1,626	2	,444
	Κορίτσια	12	2,04	1,57					
	Σύνολο	24	1,83	1,21					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	1,82	0,78	-,320	,755			
	Κορίτσια	12	2,03	1,59					
	Σύνολο	24	1,92	1,23					

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη μεταβλητή «Ποιότητα Διεπαφής» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το CSUQ. Η «Ποιότητα διεπαφής» κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες, αλλά οι διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών ήταν στατιστικά σημαντικές (p=0,021). Το διαδραστικό τραπέζι είχε την υψηλότερη ποιότητα διεπαφής (Mean Rank=30,02), με τη μεγάλη διαδραστική οθόνη να ακολουθεί (Mean Rank=41,40) και τελευταίο τον υπολογιστή με πολλά ποντίκια (Mean Rank=45,50). Η ποιότητα διεπαφής περιγράφει την ικανοποίηση από την κάθε τεχνολογία, πράγμα που υποδεικνύει ότι το διαδραστικό τραπέζι είναι πιο ευχάριστο για τους μαθητές. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τη «Συνολική υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το CSUQ. Η «Συνολική υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας» κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Επιπλέον, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Πίνακας 3. Ποιότητα διεπαφής ανά τεχνολογία (CSUQ_INTERQUAL)

Τεχνολογία	**Φύλο**	**N**	**Μ.Ο.**	**Τ.Α.**	**M-W U test**		**K-W test**		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	1,45	0,89					
	Κορίτσια	14	1,36	0,72	-,139	,910			
	Σύνολο	28	**1,40**	0,80					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,72	1,20					
	Κορίτσια	12	1,94	1,42	,000	1,000	7,711	2	**,021***
	Σύνολο	24	**1,83**	1,29					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	2,33	1,69					
	Κορίτσια	12	1,94	1,68	-1,147	,266			
	Σύνολο	24	**2,14**	1,66					

* p<0,05

Πίνακας 4. Συνολική υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας (CSUQ_OVERALL)

Τεχνολογία	**Φύλο**	**N**	**Μ.Ο.**	**Τ.Α.**	**M-W U test**		**K-W test**		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	1,51	0,56					
	Κορίτσια	14	1,57	0,81	-,277	,804			
	Σύνολο	28	1,54	0,68					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,64	0,58					
	Κορίτσια	12	1,93	1,34	-,145	,887	3,221	2	,200
	Σύνολο	24	1,79	1,02					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	1,93	0,60					
	Κορίτσια	12	1,90	1,37	-1,214	,242			
	Σύνολο	24	1,92	1,03					

Φόρτος εργασίας

Στον Πίνακα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Γνωστικός φόρτος» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX. Ο «Γνωστικός φόρτος» κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες, αλλά οι διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών ήταν οριακά στατιστικά σημαντικές (p=0,063). Η μεγάλη διαδραστική οθόνη είχε τον χαμηλότερο «Γνωστικό φόρτο» (Mean Rank=32,25), με το διαδραστικό τραπέζι να ακολουθεί (Mean Rank=38,98) και τελευταίο τον υπολογιστή με πολλά ποντίκια (Mean Rank=44,19). Ίσως οι πολλαπλοί δείκτες και η μικρή οθόνη να δυσκολεύουν τους μαθητές, ενώ αντίθετα το μεγάλο μέγεθος της διαδραστικής οθόνης να τους διευκολύνει. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Φυσικός φόρτος» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX. Ο «Φυσικός φόρτος» κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες, αλλά οι διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών ήταν οριακά στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test (p=0,072). Το διαδραστικό τραπέζι είχε τον χαμηλότερο «Φυσικό φόρτο» (Mean Rank=32,89), με τον υπολογιστή με πολλά ποντίκια να ακολουθεί (Mean Rank=40,42) και τελευταία τη διαδραστική οθόνη (Mean Rank=43,13). Το αποτέλεσμα είναι κατανοητό λόγω του μεγάλου μεγέθους της διαδραστικής οθόνης, το οποίο κάνει αναγκαίες τις μετακινήσεις των μαθητών. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Πίνακας 5. Γνωστικός φόρτος

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	0,71	1,54	-,778	,541	5,527	2	,063
	Κορίτσια	14	1,86	4,33					
	Σύνολο	28	1,29	3,24					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	0,00	0,00	-1,808	,319			
	Κορίτσια	12	0,58	1,24					
	Σύνολο	24	0,29	0,91					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	1,08	2,84	-1,223	,291			
	Κορίτσια	12	2,83	5,80					
	Σύνολο	24	1,96	4,55					

Πίνακας 6. Φυσικός φόρτος

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	0,79	2,67	-,642	,734	5,271	2	,072
	Κορίτσια	14	0,07	0,27					
	Σύνολο	28	0,43	1,89					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,83	5,73	-1,235	,291			
	Κορίτσια	12	2,58	5,74					
	Σύνολο	24	2,21	5,63					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	1,67	4,27	-,324	,799			
	Κορίτσια	12	1,92	4,96					
	Σύνολο	24	1,79	4,53					

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Χρονικός φόρτος» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το εργαλείο TLX. Ο «Χρονικός Φόρτος» κυμάνθηκε σε μέτρια επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Τα μέτρια επίπεδα του «Χρονικού φόρτου» ίσως οφείλονται στο γεγονός ότι η έρευνα διενεργήθηκε κατά τη διάρκεια του μαθήματος, οπότε έπρεπε να ολοκληρωθεί σε σχετικά περιορισμένο χρόνο. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Επίδοση» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX. Η «Επίδοση» κυμάνθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα (σχετικά χαμηλές τιμές) για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Προσπάθεια» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX. Η «Προσπάθεια» κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Σχετικά με το φύλο, βρέθηκε ότι τα κορίτσια κατέβαλλαν μεγαλύτερη προσπάθεια από τα αγόρια στην περίπτωση του υπολογιστή με πολλά ποντίκια σύμφωνα με το αντίστοιχο Mann-Whitney U test (p=0,039).

Πίνακας 7. Χρονικός φόρτος

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	9,07	8,43	-,571	,603	,946	2	,623
	Κορίτσια	14	6,93	8,37					
	Σύνολο	28	8,00	8,31					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	6,08	8,31	-,208	,843			
	Κορίτσια	12	4,00	6,72					
	Σύνολο	24	5,04	7,46					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	8,08	9,01	-,059	,977			
	Κορίτσια	12	8,33	9,46					
	Σύνολο	24	8,21	9,04					

Πίνακας 8. Επίδοση

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	2,14	3,44	-1,208	,376	3,383	2	,184
	Κορίτσια	14	1,64	5,11					
	Σύνολο	28	1,89	4,28					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	4,92	8,70	-,841	,478			
	Κορίτσια	12	6,75	8,81					
	Σύνολο	24	5,83	8,62					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	6,08	9,07	-,388	,755			
	Κορίτσια	12	5,33	7,89					
	Σύνολο	24	5,71	8,32					

Πίνακας 9. Προσπάθεια

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	4,07	6,56	-,909	,401			
	Κορίτσια	14	6,29	7,64					
	Σύνολο	28	5,18	7,08					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	2,83	5,64	-,628	,551	1,531	2	,465
	Κορίτσια	12	2,83	3,54					
	Σύνολο	24	2,83	4,60					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	**3,50**	6,08	-2,114	**,039***			
	Κορίτσια	12	**9,25**	7,52					
	Σύνολο	24	6,38	7,31					

* p<0,05

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Απογοήτευση» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX. Η «Απογοήτευση» κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Στον Πίνακα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μεταβλητής «Συνολικός φόρτος» ανά τεχνολογία και φύλο όπως μετρήθηκε με το TLX.

Πίνακας 10. Απογοήτευση

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	1,79	5,32	-,332	,804			
	Κορίτσια	14	2,29	5,74					
	Σύνολο	28	2,04	5,44					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	1,58	4,58	-,861	,478	1,198	2	,549
	Κορίτσια	12	2,33	5,68					
	Σύνολο	24	1,96	5,06					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	5,17	8,95	-,433	,713			
	Κορίτσια	12	3,67	7,46					
	Σύνολο	24	4,42	8,10					

Πίνακας 11. Συνολικός φόρτος

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	3,10	3,53	-,186	,874			
	Κορίτσια	14	3,18	3,40					
	Σύνολο	28	3,14	3,40					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	2,88	2,19	-,347	,755	3,209	2	,201
	Κορίτσια	12	3,18	2,43					
	Σύνολο	24	3,03	2,27					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	4,26	4,36	-,695	,514			
	Κορίτσια	12	5,22	4,38					
	Σύνολο	24	4,74	4,30					

Πίνακας 12. Υποκειμενική αίσθηση συνεργασίας

Τεχνολογία	Φύλο	N	Μ.Ο.	Τ.Α.	M-W U test		K-W test		
					Z	p	χ^2	df	p
Διαδραστικό τραπέζι	Αγόρια	14	17,43	5,77	-,805	,511			
	Κορίτσια	14	15,93	6,53					
	Σύνολο	28	**16,68**	6,10					
Διαδραστική οθόνη	Αγόρια	12	12,58	8,76	-,528	,630	7,611	2	**,022***
	Κορίτσια	12	10,42	8,76					
	Σύνολο	24	**11,50**	8,64					
Πολλαπλά ποντίκια	Αγόρια	12	15,42	8,38	-,551	,671			
	Κορίτσια	12	14,58	8,17					
	Σύνολο	24	**15,00**	8,11					

* $p<0,05$

Ο «Συνολικός φόρτος» κυμάνθηκε σε χαμηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες και σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test δεν ανιχνεύτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Συνεργασία

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για την υποκειμενική αίσθηση συνεργασίας. Η υποκειμενική αίσθηση συνεργασίας κυμάνθηκε σε σχετικά υψηλά επίπεδα για όλες τις τεχνολογίες, αλλά οι διαφορές μεταξύ των τεχνολογιών ήταν στατιστικά σημαντικές σύμφωνα με το Kruskal-Wallis test ($p=0,022$). Το διαδραστικό τραπέζι είχε την υψηλότερη υποκειμενική αίσθηση συνεργασίας (Mean Rank=43,46), με τον υπολογιστή με τα πολλά ποντίκια να ακολουθεί (Mean Rank=42,10) και τελευταία τη διαδραστική οθόνη (Mean Rank=29,10). Ενδεχομένως η μεγάλη διαδραστική οθόνη δεν ευνοεί συγκριτικά τόσο τη συνεργασία λόγω της ανάγκης μετακίνησης των συμμετεχόντων (εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους της) και την έλλειψης διαρκούς οπτικής επαφής μεταξύ τους. Σχετικά με το φύλο, τα Mann-Whitney U tests δεν ανίχνευσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών για καμία τεχνολογία.

Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι το διαδραστικό τραπέζι προσφέρει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση στους μαθητές, τόσο από τη χρήση του, όσο και από τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Επίσης υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί το λιγότερο φυσικό φόρτο σ' αυτούς. Φαίνεται να είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για συνεργατικές δραστηριότητες που απαιτούν διαπραγμάτευση και συζήτηση αφού διευκολύνει την οπτική επαφή, το άγγιγμα (κάτι που επίσης παρατηρήθηκε έντονα) και τη γενικότερη μη-λεκτική επικοινωνία. Η συσχέτιση των μαθησιακών αποτελεσμάτων με την ποσότητα και την ποιότητα της λεκτικής και μη λεκτικής επικοινωνίας κατά τη συνεργασία, είναι ένα ανοιχτό ερευνητικό θέμα στο οποίο θα μπορούσε να εστιάσει η μελλοντική έρευνα.

Οι χρήστες της μεγάλης διαδραστικής οθόνης βρήκαν οριακά πιο εύκολη την ίδια δραστηριότητα, ενδεχομένως γιατί τους ευνόησε το μεγάλο μέγεθός της. Από την υποκειμενική παρατήρηση των μαθητών κατά τη διεξαγωγή της δραστηριότητας προέκυψε πως κατά τη χρήση της μεγάλης διαδραστικής οθόνης δεν υπήρχε ισόνομη κατανομή του

κοινού έργου σε όλους τους μαθητές και αρκετοί μαθητές συμμετείχαν αισθητά λιγότερο από τους άλλους (ίσως λόγω της θέσης τους που τους εμπόδιζε). Κατά συνέπεια, οι συγκεκριμένοι μαθητές πιθανόν άφηναν την υλοποίηση του έργου σε άλλους μαθητές και για το λόγο αυτό τους φάνηκε πιο εύκολη. Ωστόσο, αυτή είναι μια υπόθεση που αξίζει να διερευνηθεί μια και έρχεται σε αντίθεση με το συμπέρασμα αντίστοιχης έρευνας σε ενήλικες (Jakobsen & Hornbæk, 2014). Ενδεχομένως, να παίζει ρόλο και η μικρή ηλικία των μαθητών. Πάντως το θέμα της προσβασιμότητας στη μεγάλη διαδραστική οθόνη θίχτηκε με γραπτά σχόλια από τους μαθητές: «κάποιες στιγμές ήμασταν στριμωγμένοι», «ήμουν όρθιος», «ήθελα να καθόμουν». Οι μαθητές ήταν όρθιοι ο ένας πλάι στον άλλο και η μετακίνησή τους δεν ήταν εύκολη, σε αντίθεση με τους χρήστες των διαδραστικών τραπεζιών, οι οποίοι αν και επίσης όρθιοι δεν κατέγραψαν καθόλου το ίδιο ζήτημα ως πρόβλημα. Αξίζει να διερευνηθεί αν αυτό συνέβη λόγω τις συγκεκριμένης δραστηριότητας ή αν είναι ένα γενικό φαινόμενο. Πάντως, ένα θετικό στοιχείο των μεγάλων διαδραστικών οθονών, είναι ότι επιτρέπουν την παρακολούθηση της συνεργατικής δραστηριότητας από την υπόλοιπη τάξη λόγω της κάθετης διάταξής και του μεγάλου μεγέθους τους. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες στις κάθετες διαδραστικές οθόνες πολλών χρηστών καλό είναι να έχουν και «θεατές» που να παρακολουθούν, να σχολιάζουν, να ελέγχουν και να συμμετέχουν με διαφορετικό, πιο έμμεσο τρόπο, στο υπό εξέλιξη έργο. Επιπλέον, η κοινή οπτική γωνία των χρηστών απέναντι στην διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών και το μεγάλο της μέγεθος μπορούν να αποβούν προς όφελος της μάθησης. Τα συμπεράσματα αυτά επιβεβαιώνονται από σχετική μελέτη που διερεύνησε συγκριτικά τις κάθετες και τις οριζόντιες διαδραστικές επιφάνειες στο πεδίο της συνεργατικής χρήσης τους (Rogers & Lindley, 2004).

Ο υπολογιστής με τα πολλά ποντίκια δεν φαίνεται να πλεονεκτεί σε κάποιον από τους άξονες σύγκρισης. Ένα ζήτημα που προέκυψε ήταν πως η οθόνη φάνηκε μικρή στους μαθητές για ταυτόχρονη χρήση (σχόλιο μαθητή: «ήμουν μακριά και δεν έβλεπα καλά συνέχεια») αν και χρησιμοποιήθηκαν φορητοί υπολογιστές με σχετικά μεγάλες οθόνες 19”. Οι δείκτες των ποντικιών ξεχώριζαν μεταξύ τους (έχοντας διαφορετικό σχήμα), ωστόσο η ίδια η τεχνολογία ενός ατομικού υπολογιστή βάζει κάποια όρια. Είναι ενδεικτικό πως κανείς μαθητής δεν έγραψε κάποιο σχόλιο για την ομάδα του, παρά μόνο σχόλια σχετικά με τη δική του εμπειρία. Οι μαθητές ήταν προσηλωμένοι απόλυτα στις οθόνες των υπολογιστών γιατί έπρεπε να «ζωγραφίσουν» σωστά κάθε Χ. Η μη-λεκτική επαφή των μαθητών αυτών παρατηρήθηκε να είναι από μικρή έως μηδενική. Αν έπαιρναν τα μάτια τους από την οθόνη χρειάζονταν λίγο χρόνο να «ξαναβρούν» τη θέση του δείκτη τους. Τα κορίτσια φαίνεται να κατέβαλλαν μεγαλύτερη προσπάθεια έναντι των αγοριών κατά την υλοποίηση της δραστηριότητας στους υπολογιστές με πολλά ποντίκια. Πιθανότατα το γεγονός αυτό να σχετίζεται με την παρατήρηση πως τα κορίτσια φαίνεται να έπαιζαν έναν πιο συντονιστικό ρόλο κατά τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων και στις τρεις τεχνολογίες. Ωστόσο, και αυτή είναι μια υπόθεση που αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω.

Η αξία της παρούσας έρευνας εντοπίζεται στην, ενδεχομένως για πρώτη φορά, τριπλή σύγκριση διαδραστικών τραπεζιών πολλών χρηστών, μεγάλων διαδραστικών οθονών πολλών χρηστών και υπολογιστών με πολλά ποντίκια στη βάση των φυσικών και τεχνολογικών χαρακτηριστικών τους, εντός σχολικού περιβάλλοντος της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα έρευνα συγκρίθηκαν τρεις συνεργατικές διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στο πλαίσιο της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης: το διαδραστικό τραπέζι, η μεγάλη διαδραστική οθόνη πολλών χρηστών και ο υπολογιστής με πολλά ποντίκια. Η σύγκριση

έγινε σε τρεις άξονες: την υποκειμενική αίσθηση ευχρηστίας, το φόρτο εργασίας και την υποκειμενική ικανοποίηση από τη συνεργασία. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το διαδραστικό τραπέζι προσφέρει τη μεγαλύτερη ικανοποίηση στους μαθητές, τόσο από τη χρήση του, όσο και από τη συνεργασία με τους άλλους μαθητές. Επίσης υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί το λιγότερο φυσικό φόρτο μαθητές. Για τη μεγάλη διαδραστική οθόνη υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί το λιγότερο γνωστικό φόρτο, ενώ ο υπολογιστής με τα πολλά ποντίκια δεν φαίνεται να πλεονεκτεί σε κάποιον από τους άξονες σύγκρισης. Συμπερασματικά, το διαδραστικό τραπέζι φαίνεται να είναι η πιο υποσχόμενη τεχνολογία για την υποστήριξη συνεργατικών δραστηριοτήτων στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο σχολικό περιβάλλον των μαθητών, ένα περιβάλλον με το οποίο οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν επίσης γνώριμες για αυτούς, κάτι που επίσης είναι θετικό για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που καταγράφηκαν. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτά αναφέρονται σε μία ωριαία δραστηριότητα στο πλαίσιο του μαθήματος της Πληροφορικής και, κατά συνέπεια, η διάρκεια διεξαγωγής και το στενό γνωστικό πλαίσιο είναι δυνατό να επηρεάζουν την τα παραπάνω συμπεράσματα.

Κατά συνέπεια, έχει αξία η συγκριτική μελέτη των συγκεκριμένων εκπαιδευτικών τεχνολογιών σε ένα ευρύτερο γνωστικό πλαίσιο, σε βάθος χρόνου και σε δραστηριότητες που διαρκούν περισσότερο από λίγα λεπτά. Ακόμα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύγκριση και μελέτη των μαθησιακών αποτελεσμάτων ανά τεχνολογία στο πλαίσιο πειραματικών εμπειρικών μελετών και αντίστοιχων δραστηριοτήτων προσαρμοσμένων σε κάθε τεχνολογία.

Τέλος, η καταγραφή της επικοινωνίας σε λεκτικό και μη λεκτικό επίπεδο και, κατά συνέπεια, το είδος της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών ανά τεχνολογία και ειδικά στα διαδραστικά τραπέζια, που φαίνεται να υπερτερούν σε σχέση με τις άλλες δύο εκπαιδευτικές τεχνολογίες, θα μπορούσε να είναι ένα μελλοντικό ερευνητικό βήμα.

Αναφορές

Aliakseyeu, D., Subramanian, S., & Alexander, J. (2010). Supporting Atomic User Actions on the Table. In C. Müller-Tomfelde (ed.), *Tabletops - Horizontal Interactive Displays* (pp. 223-247): Springer London.

Amershi, S., Morris, M. R., Moraveji, N., Balakrishnan, R., & Toyama, K. (2010). *Multiple mouse text entry for single-display groupware*. In *ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 169-178). Savannah, Georgia, USA.

Antle, A. N., Bevans, A., Tanenbaum, J., Seaborn, K., & Wang, S. (2011). *Futura: design for collaborative learning and game play on a multi-touch digital tabletop*. In *fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* (pp. 93-100). Funchal, Portugal.

Baur, D., Hering, B., Boring, S., & Butz, A. (2011). *Who needs interaction anyway: exploring mobile playlist creation from manual to automatic*. In *16th international conference on Intelligent user interfaces* (pp. 291-294). Palo Alto, CA, USA.

Beheshti, E., Devender, A. V., & Horn, M. (2012). *Touch, click, navigate: comparing tabletop and desktop interaction for map navigation tasks*. In *ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces* (pp. 205-214). Cambridge, Massachusetts, USA.

Broll, G., Vodicka, E., & Boring, S. (2013). Exploring multi-user interactions with dynamic NFC-displays. *Pervasive and Mobile Computing,* 9(2), 242-257.

Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Weerdmeester, A. Thomas & I. L. McLelland (eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 184-194). London: Taylor and Francis.

Collins, A., Ackad, C. J., Apted, T., Sztajer, P., Ward, P., Weng, H., & Kay, J. (2011). *Core functionality and new applications for tabletops and interactive surfaces*. In *13th international conference on Ubiquitous computing* (pp. 607-608). Beijing, China.

Coughlan, T., Collins, T. D., Adams, A., Rogers, Y., Haya, P. A., & Martín, E. (2012). The conceptual framing, design and evaluation of device ecologies for collaborative activities. *International Journal of Human-Computer Studies, 70*(10), 765-779.

Dillenbourg, P., & Evans, M. (2011). Interactive tabletops in education. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning,* 6(4), 491-514.

Do-Lenh, S., Kaplan, F., & Dillenbourg, P. (2009). *Paper-based concept map: the effects of tabletop on an expressive collaborative learning task*. In *23rd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Celebrating People and Technology* (pp. 149-158). Cambridge, United Kingdom.

Evans, M. A., & Rick, J. (2010). *Collaborative learning with interactive surfaces: an interdisciplinary agenda*. In *9th International Conference of the Learning Sciences - Volume 2* (pp. 505-506). Chicago, Illinois.

Goh, W.-B., Shou, W., Tan, J., & Lum, G. T. J. (2012). *Interaction design patterns for multi-touch tabletop collaborative games*. In *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 141-150). Austin, Texas, USA.

Harris, A., Rick, J., Bonnett, V., Yuill, N., Fleck, R., Marshall, P., & Rogers, Y. (2009). *Around the table: are multiple-touch surfaces better than single-touch for children's collaborative interactions?* In *9th international conference on Computer supported collaborative learning - Volume 1* (pp 335-344). Rhodes, Greece.

Hart, S. G. (2006). *Nasa-Task Load Index (Nasa-TLX); 20 Years Later*. In *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (pp. 904-908).

Hart, S. G., & Stavenland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock & N. Meshkati (eds.), *Human Mental Workload* (pp. 139-183). Amsterdam: Elsevier.

Hesselmann, T., & Boll, S. (2010). *SCiVA: a design process for applications on interactive surfaces*. In A. Kruger, J. Schoening, D. Wigdor, M. Haller (eds.), *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp.265-266). NY: ACM.

Higgins, S., Mercier, E., Burd, L., & Joyce-Gibbons, A. (2012). Multi-touch tables and collaborative learning. *British Journal of Educational Technology,* 43(6), 1041-1054.

Hinrichs, U., & Carpendale, S. (2011). *Gestures in the wild: studying multi-touch gesture sequences on interactive tabletop exhibits*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3023-3032). Vancouver, BC, Canada.

Hornecker, E., Marshall, P., Dalton, N. S., & Rogers, Y. (2008). *Collaboration and interference: awareness with mice or touch input*. In *ACM conference on Computer supported cooperative work* (pp. 167-176). San Diego, CA, USA.

Infante, C., Hidalgo, P., Nussbaum, M., Alarcón, R., & Gottlieb, A. (2009). Multiple Mice based collaborative one-to-one learning. *Computers & Education,* 53(2), 393-401.

Jakobsen, M., & Hornbæk, K. (2012). *Proximity and physical navigation in collaborative work with a multi-touch wall-display*. In *CHI '12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2519-2524). Austin, Texas, USA.

Jakobsen, M., & Hornbæk, K. (2014). Up close and personal: Collaborative work on a high-resolution multitouch wall display. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI),* 21(2), 11.

Jamil, I., O'Hara, K., Perry, M., Karnik, A., & Subramanian, S. (2011). *The effects of interaction techniques on talk patterns in collaborative peer learning around interactive tables*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3043-3052). Vancouver, BC, Canada.

Lewis, J. R. (1993). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *Technical Report 54,* 786.

Lewis, J. R. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use. *International Joyrnal of Human-Computer Interaction,* 7(1), 57-78.

Maldonado, R. M., Kay, J., & Yacef, K. (2010). *Collaborative concept mapping at the tabletop*. In *ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces* (pp. 207-210). Saarbrucken, Germany.

Mercier, E., & Higgins, S. (2013). Collaborative learning with multi-touch technology: Developing adaptive expertise. *Learning and Instruction,* 25(0), 13-23.

Moraveji, N., Inkpen, K., Cutrell, E., & Balakrishnan, R. (2009). *A mischief of mice: examining children's performance in single display groupware systems with 1 to 32 mice*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2157-2166). Boston, MA, USA.

Moraveji, N., Kim, T., Ge, J., Pawar, U. S., Mulcahy, K., & Inkpen, K. (2008). *Mischief: supporting remote teaching in developing regions*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 353-362). Florence, Italy.

Morgan, M. & Butler, M. (2009). *Considering Multi-touch Display Technology for Collaboration in the Classroom.* In G. Siemens & C. Fulford (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Media and Technology 2009* (pp. 674-683). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Pawar, U. S., Pal, J., & Toyama, K. (2006). *Multiple Mice for Computers in Education in Developing Countries.* In *ICTD '06. International Conference on Information and Communication Technologies and Development* (pp. 64-71).

Piper, A. M., & Hollan, J. D. (2009). *Tabletop displays for small group study: affordances of paper and digital materials*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1227-1236). Boston, MA, USA.

RMEasiteach. (2014). *RMEasiteach software.* Retrieved 20 April 2015, from http://easiteach.com/usa/.

Rogers, Y., & Lindley, S. (2004). Collaborating around vertical and horizontal large interactive displays: which way is best? *Interacting with Computers,* 16(6), 1133-1152.

Sauro, J. (2011). *Does prior experience affect perceptions of usability?* Retreived 20 April 2015, from http://www.measuringusability.com/blog/prior-exposure.php

Schiavo, G., Jacucci, G., Ilmonen, T., & Gamberini, L. (2011). *Evaluating an automatic rotation feature in collaborative tabletop workspaces*. In *CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1315-1320). Vancouver, BC, Canada.

Schneider, B., Strait, M., Muller, L., Elfenbein, S., Shaer, O., Shen, C. (2012). *Phylo-Genie: engaging students in collaborative 'tree-thinking' through tabletop techniques*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3071-3080). Austin, Texas, USA.

Shaer, O., Strait, M., Valdes, C., Feng, T., Lintz, M., & Wang, H. (2011). *Enhancing genomic learning through tabletop interaction*. In *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2817-2826). Vancouver, BC, Canada.

Shaer, O., Strait, M., Valdes, C., Wang, H., Feng, T., Lintz, M., Ferreirae, M., Grote, C., Tempel, K., Liu, S. (2012). The design, development, and deployment of a tabletop interface for collaborative exploration of genomic data. *International Journal of Human-Computer Studies,* 70(10), 746-764.

Slay, H., Siebörger, I., & Hodgkinson-Williams, C. (2008). Interactive whiteboards: Real beauty or just "lipstick"? *Computers & Education,* 51(3), 1321-1341.

Szewkis, E., Nussbaum, M., Rosen, T., Abalos, J., Denardin, F., Caballero, D., Tagle, A., Alcoholado, C. (2011). Collaboration within large groups in the classroom. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning,* 6(4), 561-575.

Torff, B., & Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers & Education, 54*(2), 379-383.

Yuill, N., & Rogers, Y. (2012). Mechanisms for collaboration: A design and evaluation framework for multi-user interfaces. *ACM Transactions on Computer-Human Interacion,* 19(1), 1-25.

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο CSUQ

Κλίμακα Likert 7 βαθμίδων (1=Συμφωνώ απόλυτα - 7=Διαφωνώ απόλυτα)

1. Συνολικά, είμαι ικανοποιημένος με το πόσο εύκολο ήταν να χρησιμοποιήσω αυτήν την τεχνολογία.
2. Είναι απλή η χρήση αυτής της τεχνολογίας (λειτουργικότητα, ευκολία στην εκμάθηση).
3. Μπορώ να ολοκληρώσω αποτελεσματικά την εργασία μου με αυτήν την τεχνολογία.
4. Είμαι σε θέση να ολοκληρώσω το έργο μου γρήγορα χρησιμοποιώντας αυτήν την τεχνολογία.
5. Είμαι σε θέση να ολοκληρώσω αποδοτικά την εργασία μου με αυτήν την τεχνολογία.
6. Αισθάνομαι άνετα με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας.
7. Ήταν εύκολο να μάθω να χρησιμοποιώ αυτήν την τεχνολογία.
8. Πιστεύω ότι τέλειωνα γρήγορα τη δουλειά μου χρησιμοποιώντας αυτήν την τεχνολογία.
9. -
10. Κάθε φορά που κάνω ένα λάθος μπορώ να το διορθώσω εύκολα και γρήγορα.
11. Οι πληροφορίες που παρέχονται με την τεχνολογία αυτή ήταν σαφείς.
12. Είναι εύκολο να βρω τις πληροφορίες που χρειάζομαι.
13. Είναι εύκολο να καταλάβω τις πληροφορίες.
14. Οι πληροφορίες είναι επαρκείς στο να ολοκληρώσω το έργο μου.
15. Η οργάνωση των πληροφοριών στις οθόνες είναι σαφής.
16. Η χρήση των συσκευών που χρησιμοποίησα είναι ευχάριστη.
17. Μου αρέσει η χρήση της τεχνολογίας αυτής .
18. Αυτή η τεχνολογία έχει όλες τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που περίμενα να έχει.
19. Συνολικά, είμαι ικανοποιημένος με αυτήν την τεχνολογία.

Ερωτηματολόγιο TLX

Κλίμακα Likert 21 βαθμίδων (Ερ. 1, 2, 3, 5, 6: 0 =Καθόλου – 20 =Πάρα πολύ, Ερ. 4: 0 =Πάρα πολύ – 20=Καθόλου)

1. Πόσο δύσκολη ήταν η δραστηριότητα; («Γνωστικός φόρτος»)
2. Πόσο σωματικά δύσκολη ήταν η δραστηριότητα; («Φυσικός φόρτος»)
3. Πόσο βιαστικός ήταν ο ρυθμός της δραστηριότητας; («Χρονικός φόρτος»)
4. Πόσο πετυχημένα έκανα ό,τι μου ζητήθηκε να κάνω; («Επίδοση»)
5. Πόσο σκληρά έπρεπε να εργαστώ για να πετύχω όσα πέτυχα; («Προσπάθεια»)
6. Πόση ανασφάλεια, άγχος και ενόχληση ένοιωσα; («Απογοήτευση»)

Αναφορά στο άρθρο ως: Ρεπαντής Β., Βρέλλης Ι., & Μικρόπουλος Α. (2015). Διαδραστικές τεχνολογίες πολλών χρηστών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 7(1-2), 119-136.

http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete