

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2006)

5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Αξιολόγηση της ορθής χρήσης χρώματος σε διεπιφάνεια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού

Μαρία Παπαδοπούλου, Νικόλαος Τσέλιος, Λευτέρης Παπαχρήστος, Βασίλης Κόμης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπαδοπούλου Μ., Τσέλιος Ν., Παπαχρήστος Λ., & Κόμης Β. (2026). Αξιολόγηση της ορθής χρήσης χρώματος σε διεπιφάνεια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση, 1*, 701–709. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/9180>

■ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΟΡΘΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ ΣΕ ΔΙΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Μαρία Παπαδοπούλου

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Πανεπιστήμιο Πατρών
marpapado@upatras.gr

Νικόλαος Τσέλιος

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Πανεπιστήμιο Πατρών
nitse@ee.upatras.gr

Λευτέρης Παπαχρήστος

Τμήμα ΗΜΤΥ
Πανεπιστήμιο Πατρών
epar@ee.upatras.gr

Βασίλης Κόμης

Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και της Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία
Πανεπιστήμιο Πατρών
komis@upatras.gr

Περίληψη

Η αξία του χρώματος ως δομικού στοιχείου μιας διεπιφάνειας χρήσης είναι δεδομένη. Μελέτες έχουν δείξει ότι η λανθασμένη χρήση χρωμάτων μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και μείωση της αποδοτικότητας του χρήστη. Συχνά, οι κίνδυνοι αυτοί παραγνωρίζονται και οι σχεδιαστές αγνοούν βασικές αρχές. Η χρήση χρώματος σε εκπαιδευτικό λογισμικό απαιτείται να εφαρμοστεί με προσοχή καθώς όσο μικραίνει η ηλικία των χρηστών, τόσο μεγαλύτερη επίδραση φαίνεται να έχουν τα χρώματα στη μαθησιακή διαδικασία. Στην εργασία αυτή προτείνεται μια πρότυπη, ευρετικού τύπου, μέθοδος αξιολόγησης της ορθής χρήσης χρώματος σε διεπιφάνεια χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού. Η μέθοδος εφαρμόστηκε για την αξιολόγηση 15 αντιπροσωπευτικών λογισμικών με σημαντικά αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά.

Λέξεις Κλειδιά

Χρώμα, εκπαιδευτικό λογισμικό, αξιολόγηση ευχρηστίας.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μελέτη του χρώματος αποτελεί σημείο συνάντησης πολλών επιστημονικών πεδίων και το πρόβλημα της αποδοτικής και αποτελεσματικής χρήσης του απασχολεί από αιώνες τη φιλοσοφία, τις τέχνες, την αρχιτεκτονική και προσφάτως το σχεδιασμό διεπιφανειών χρήσης (δ.χ.) λογισμικού αλλά και ενσώματων αντικειμένων. Το χρώμα είναι το αντιληπτικό χαρακτηριστικό του φωτός στο οποίο βασίζεται η χρωματική αίσθηση της οράσεως. Κάθε χρώμα χαρακτηρίζεται από τον χρωματικό τόνο (hue) ή χροιά, τον κορεσμό (saturation) και τη φωτεινότητα (brightness). Τα χρώματα χωρίζονται σε πρωτεύοντα (συνήθως κόκκινο, κίτρινο, μπλε), στα δευτερεύοντα (μετά από πρόσμιξη των βασικών χρωμάτων) και στα τριτεύοντα. Το χρώμα στη δ.χ. χρησιμοποιείται για ποικίλους λόγους, αισθητικούς και λειτουργικούς. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρακτηρίσουν ομοειδή αντικείμενα, για το διαχωρισμό ανόμοιων πραγμάτων, για να δείξουν προσωρινές ή μεγάλες διαφορές και για να περιγράψουν ή να χαρακτηρίσουν αντικείμενα. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τραβήξει την προσοχή σε ένα αντικείμενο, να επικοινωνήσει κάποιο σύμβολο στο χρήστη και για να δείξει επαγωγικές σχέσεις ανάμεσα σε μέρη της διεπιφάνειας χρήσης (Hoadley & Ellen 1990). Το χρώμα μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί για να επηρεάσει, να μεταφέρει ένα συναίσθημα ή να ενεργοποιήσει τη μνήμη, ενισχύοντας την ικανότητα απομνημόνευσης της πληροφορίας και στην κατανόηση του παρεχόμενου εκπαιδευτικού υλικού.

Στο σκέλος του σχεδιασμού δ.χ., διαπιστώνεται έλλειψη εμπειρίας στην επιστήμη, τη θεωρία και στην πρακτική εφαρμογή της χρήσης των χρωμάτων. Έτσι, οι τρέχουσες πρακτικές σχεδιασμού, είναι κύρια εμπειρικές και χαρακτηρίζονται από διάφορα προβλήματα ως προς τη χρήση του χρώματος. Συχνά επιλέγονται με στόχο την αισθητική αρτιότητα, χωρίς να διερευνηθεί η ψυχολογική και φυσιολογική επίδραση τους, και σε παράγοντες όπως η αναγνωσιμότητα. Όμως, ένα χρώμα που έχει χρησιμοποιηθεί λανθασμένα μπορεί να είναι χειρότερο από τη μη χρήση χρώματος. Μπορεί να προκαλέσει σύγχυση ή κόπωση των ματιών, να οδηγήσει σε λογικές συσχετίσεις σε σημεία όπου δεν υπάρχουν, να αποσπάσει την προσοχή και να μειώσει την αναγνωσιμότητα. Έρευνες αποδεικνύουν ότι τα χρώματα επιδρούν στα ανθρώπινα συναισθήματα αλλά και στη φυσιολογία, στην αρτηριακή πίεση, στο ρυθμό της αναπνοής και στη συχνότητα ανοίγματος και κλεισίματος των ματιών (Horton 1991).

Το εκπαιδευτικό λογισμικό παρέχει στον εκπαιδευόμενο ένα περιβάλλον οικοδόμησης γνώσεων. Έχει δειχθεί, ότι υπάρχει θετική ψυχολογική και φυσιολογική επίδραση των χρωμάτων και των γραφικών στη διαδικασία της μάθησης (Dwyer 1978). Έτσι, σε κατάλληλα σχεδιασμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν χρώματα που οδηγούν σε συγκεκριμένες συμπεριφορές. Γενικά, τα ζωντανά-έντονα χρώματα, όπως το φωτεινό κόκκινο και κίτρινο, μπορούν να οδηγήσουν σε ενεργητικότητα και παραγωγή ιδεών, ενώ τα πιο σκούρα χρώματα μπορεί να δημιουργήσουν συναισθήματα θυμού (Sanders & McCormick 1987).

Στο σχεδιασμό εκπαιδευτικού λογισμικού τα χρώματα μπορούν να έχουν διάφορες ενδιαφέρουσες επιδράσεις. *Ελαττώνουν το χρόνο λήψης μιας απόφασης και οργανώνουν τις πληροφορίες.* Βοηθούν στην οργάνωση πολύπλοκων πληροφοριών, επιτρέποντας στο χρήστη να προσλάβει περισσότερες πληροφορίες σε λιγότερο χρόνο. Το χρώμα χρησιμοποιείται και ως *εργαλείο εστίασης*, μειώνοντας το χρόνο αναγνώρισης των αντικειμένων της δ.χ. Συνεπώς,

θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να θέλξουν την προσοχή σε σημαντικές πληροφορίες και όχι μόνο για αισθητικούς λόγους. Τέλος, με τα χρώματα μπορούμε να έχουμε πιο ρεαλιστική αναπαράσταση του περιβάλλοντος αυξάνοντας το βαθμό εμπλοκής του μαθητή με το εκπαιδευτικό λογισμικό.

Στην εργασία αυτή προτείνεται μια μεθοδολογία αξιολόγησης της ορθής χρήσης χρώματος σε δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού. Η προτεινόμενη μεθοδολογία, βασίζεται σε ευρετικούς κανόνες και μπορεί να εφαρμοστεί τόσο για τη διαμορφωτική όσο και για την τελική αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού. Το προτεινόμενο σύνολο κριτηρίων προέκυψε από συγκερασμό κανόνων καλής χρήσης χρώματος που παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία. Για την πιστοποίηση της εφαρμοσιμότητας της μεθόδου, χρησιμοποιήθηκε σε δεκαπέντε λογισμικά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Η μελέτη αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ερευνητές και σχεδιαστές εκπαιδευτικών λογισμικών οι οποίοι ενδιαφέρονται να εγκολπώσουν καλές πρακτικές χρήσης χρώματος στο φυσικό σχεδιασμό της δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΛΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Η προσέγγιση με μεθοδολογικό τρόπο της αξιολόγησης της χρήσης χρώματος σε εκπαιδευτικό λογισμικό παρουσιάζει ιδιαίτερες προκλήσεις λόγω της φύσης του προβλήματος. Η αντίληψη του χρώματος είναι μια υποκειμενική διαδικασία, ιδιαίτερα όταν οι χρήστες είναι μικρής ηλικίας. Μια πρόταση αξιολόγησης βασισμένη στην παρατήρηση χρηστών θα δημιουργούσε προβλήματα λόγω της ηλικίας των τυπικών μαθητών-χρηστών. Έτσι, προτείνεται μεθοδολογία αξιολόγησης ευρετικού τύπου, με επιλεγμένους κανόνες ορθής χρήσης χρώματος σε δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού. Με οδηγό τα πορίσματα από την αναδίφηση της βιβλιογραφίας, αρχικά διακρίθηκαν 30 κριτήρια-κανόνες καλού σχεδιασμού, ενώ στη συνέχεια μελετήθηκε η σημασιολογική εγγύτητα των κριτηρίων και όπου ήταν δυνατόν, συγκεράστηκαν και ενοποιήθηκαν σε ένα κανόνα. Η διαδικασία, περιορισμού των κανόνων (περίπου στους μισούς σε αριθμό) τους καθιστά πιο συνεκτικούς και τη μέθοδο περισσότερο εφαρμόσιμη για την αξιολόγηση και περαιτέρω ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία επιλογής των τελικών κριτηρίων βασίστηκε στις εξής παραμέτρους:

- *Ελαχιστοποίηση αλληλοκάλυψης.* Τα κριτήρια πρέπει να είναι σημασιολογικά ορθογώνια μεταξύ τους. Κάθε *χρωματικός ευρετικός κανόνας* πρέπει να αξιολογεί μια πτυχή της χρήσης χρώματος στη δ.χ.
- *Πληρότητα και επάρκεια.* Τα κριτήρια πρέπει να εξετάζουν πολύπλευρα και συνολικά το αντικείμενο. Θα πρέπει να μην αγνοείται κανένα βασικό κριτήριο για την αξιολόγηση καλής χρήσης χρώματος σε εκπαιδευτικό λογισμικό.
- *Σαφήνεια.* Το κριτήριο πρέπει να δηλώνει με ακριβή και συνεκτικό τρόπο το τι εξετάζει και σε ποια πτυχή της χρήσης χρώματος αναφέρεται.
- *Εφαρμοσιμότητα,* ώστε και μη πεπειραμένος αξιολογητής (από την άποψη της γνώσης χρήσης χρώματος για το σχεδιασμό δ.χ.) να μπορεί να εφαρμόσει τα κριτήρια.

Σε συνεργασία με έμπειρο σχεδιαστή στην επιλογή χρωμάτων για δ.χ., τα κριτήρια περιορίστηκαν σε 13, και χωρίστηκαν σε 4 ενότητες (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Οι κανόνες καλής χρήσης χρώματος σε δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού.

Περιγραφή κανόνα	Βάρος
Φόντο	
1.Αποφυγή πολύ φωτεινών και κορεσμένων χρωμάτων στο φόντο	1
2.Να χρησιμοποιούνται ψυχρά χρώματα	3
Αναγνωσιμότητα	
3.Μεγάλη αντίθεση μεταξύ κειμένου και φόντου για αναγνωσιμότητα	1
4.Δεν πρέπει να γίνεται χρήση του μπλε σε κείμενο η σε μικρά αντικείμενα λόγω προβλημάτων συγκέντρωσης που παρουσιάζεται στο συγκεκριμένο χρώμα.	1
Επίδραση χρωμάτων στη διαδικασία μάθησης	
5. Πολύχρωμα σχέδια κάνουν τη διαδικασία τις μάθησης πιο διασκεδαστική	2
6.Οι μαθητές αρέσκονται στις ανοιχτόχρωμες και πολύχρωμες επιφάνειες εργασίας και σε πολύχρωμα κομμάτια puzzle του λογισμικού	2
7.Να γίνεται χρήση των έντονων χρωμάτων και να αποφεύγονται τα σκούρα	2
Γενικά (Έμφαση - Ομοιότητα - Αριθμός χρωμάτων)	
8.Για έμφαση να χρησιμοποιούνται έντονα και φωτεινά χρώματα.	3
9.Για να δοθεί έμφαση σε διαχωρισμούς πρέπει να χρησιμοποιούνται χρώματα που έχουν μεγάλη αντίθεση μεταξύ τους	3
10.Για να υποδηλωθεί ομοιότητα χρησιμοποιούνται όμοια χρώματα	2
11.Να χρησιμοποιούνται όχι περισσότερα από έξι χρώματα την φορά και όχι περισσότεροι από πέντε τόνοι ενός χρώματος	2
12.Να αποφεύγονται συνδυασμοί κορεσμένων συμπληρωματικών χρωμάτων	2
13.Για να υποδηλωθεί ότι ο χρήστης είναι αναγκαίο να αναλάβει δράση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ζεστά χρώματα	3

Τέλος, κάθε κριτήριο αποτιμήθηκε με βαρύτητα 1 (λιγότερο σημαντικό) - 3 (περισσότερο σημαντικό) που υποδηλώνει πόσο επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της δ.χ. η ορθή (η μη) εφαρμογή του συγκεκριμένου κριτηρίου. Η εφαρμογή της μεθόδου, διαφαίνεται μέσα από πιλοτική αξιολόγηση 15 εκπαιδευτικών λογισμικών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Για την πιλοτική εφαρμογή της μεθόδου, επιλέχθηκαν αντιπροσωπευτικά εκπαιδευτικά λογισμικά, που απευθύνονται στην ηλικία την οποία θέλαμε να εξετάσουμε (προσχολική και πρώτη σχολική), και να είναι χαρακτηριστικά δείγματα της διαθέσιμης γκάμας εκπαιδευτικών λογισμικών. Συγκεκριμένα, έγινε η επιλογή δεκαπέντε αντιπροσωπευτικών εκπαιδευτικών λογισμικών προσχολικής, πρώτης σχολικής και σχολικής ηλικίας, αντιπροσωπευτικά τόσο

της ελληνικής όσο και της ξένης αγοράς εκπαιδευτικού λογισμικού. Στη συνέχεια, εφαρμόστηκαν τα κριτήρια αξιολόγησης της χρήσης χρώματος σε δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού. Κάθε λογισμικό αξιολογήθηκε ξεχωριστά, από έναν αξιολογητή στο σύνολο της δ.χ. του με αναλυτική αξιολόγηση κάθε κριτηρίου ξεχωριστά. Για κάθε κριτήριο, έγινε προσεκτικό περιδιάβασμα της δ.χ., με στόχο την αποκάλυψη σχεδιαστικών προσεγγίσεων που παραβίαζαν η υιοθετούσαν με ατελή τρόπο το κριτήριο αυτό και αποτιμήθηκε ποσοτικά σε κλίμακα 1-10 που αντανάκλασε την εκτίμηση του αξιολογητή για την εφαρμογή ή μη του συγκεκριμένου κανόνα. Η ποσοτική-αθροιστική διάσταση αυτή της αξιολόγησης παρέχει τη δυνατότητα της συνολικής επισκόπησης της τρέχουσας ποιότητας των σχεδιαστικών πρακτικών στα αντιπροσωπευτικά αυτά εκπαιδευτικά λογισμικά. Παράλληλα, παρατίθεται σχολιασμός και επισήμανση των κυριότερων προβλημάτων και των καλών πρακτικών που υιοθετούνται στα λογισμικά που αξιολογήθηκαν.

Αποτελέσματα

Η έρευνα κατέδειξε ότι οι σχεδιαστές εκπαιδευτικών λογισμικών φαίνεται να αγνοούν βασικούς κανόνες. Παρόλα αυτά παρατηρείται βελτίωση στη χρήση των χρωμάτων με την πάροδο του χρόνου, καθώς τα πλέον πρόσφατα λογισμικά που αξιολογήθηκαν φαίνεται να πληρούν σε μεγαλύτερο βαθμό τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Λανθασμένη χρήση χρωμάτων μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και παρανοήσεις στο μαθητή και μείωση της αποδοτικότητας του, ειδικά σε μικρότερες ηλικίες λόγω έλλειψης κριτικής ικανότητας και αφαιρετικής δομής στον τρόπο σκέψης. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ακόμη και σε λογισμικά της ίδιας εταιρίας -και πολλές φορές στην ίδια σειρά λογισμικών- παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές στον σχεδιασμό. Επίσης, διαφορές διαπιστώνονται σε παλαιότερες και νεότερες εκδόσεις, αλλά και ανάμεσα στα ελληνικά και ξένα λογισμικά. Τα πορίσματα της αξιολόγησης, που συζητούνται στην ενότητα αυτή, φαίνεται να σχηματοποιούν ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα των σχεδιαστικών προσεγγίσεων που απαντώνται σε εκπαιδευτικά λογισμικά, στο σκέλος της χρήσης του χρώματος στη δ.χ.

Μετά από διεξοδική εξέταση για το βαθμό πληρότητας κάθε κριτηρίου για κάθε ένα λογισμικό χωριστά, επιχειρήθηκε μια ομαδοποίηση και παρουσίαση των προβλημάτων που εμφανίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα. Τα λογισμικά βαθμολογήθηκαν από τον αξιολογητή σε κάθε κριτήριο σε κλίμακα 1 έως 10.

Αναγνώριση των προβλημάτων με βάση τη συχνότητα εμφάνισής τους

Με βάση τα κριτήρια που έχουν τεθεί και την αναλυτική αξιολόγηση των λογισμικών, παρατηρείται μια συχνότητα εμφάνισης σφαλμάτων στη χρήση χρώματος. Ακολουθεί λεπτομερής αναγνώριση των κυριότερων προβλημάτων σε κάθε κριτήριο.

Στα κριτήρια του *φόντου*, τα λογισμικά δεν εμφανίζουν πρόβλημα στη χρήση ψυχρών χρωμάτων στο φόντο. Το κυριότερο πρόβλημα, που εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα, είναι ως προς τη φωτεινότητα και τον κορεσμό των χρωμάτων του φόντου. Πέντε λογισμικά χρησιμοποιούν λανθασμένα φωτεινά και κορεσμένα χρώματα στο φόντο τους, δυσκολεύοντας το χρήστη να συγκεντρωθεί στη δ.χ. και επιφέροντας κόπωση. Σε αυτά παρατηρήθηκε χρήση ψυχρών - αλλά φωτεινών και κορεσμένων- χρωμάτων στο φόντο. Αυτό, έχει ως πιθανή επίπτωση να εμποδίζει τη συγκέντρωση του χρήστη στα αντι-

κείμενα στο προσκήνιο. Λύση για το πρόβλημα αυτό είναι η μείωση της φωτεινότητας και του κορεσμού στα χρώματα του φόντου για να μην αποσπά την προσοχή του χρήστη και να δίνεται έμφαση στα αντικείμενα στο προσκήνιο.

Στα κριτήρια της *αναγνωσιμότητας*, 9 είναι τα λογισμικά τα οποία χρησιμοποιούν μπλε χρώμα σε μικρά αντικείμενα. Όπως έχει επισημανθεί στα κριτήρια, ο χρήστης δυσκολεύεται να εστιάσει σε αυτό το χρώμα. Παρατηρήθηκε επίσης, ότι στα περισσότερα λογισμικά στα μικρά αντικείμενα το μπλε είναι κορεσμένο και πολλές φορές αποσπά την προσοχή. Η χρήση κάποιου άλλου χρώματος στην θέση του μπλε θα ήταν πιο ορθή. 8 είναι τα λογισμικά στα οποία παρατηρείται μικρή αντίθεση χρώματος ανάμεσα στο φόντο και στο κείμενο. Σε εκπαιδευτικά λογισμικά ο σχεδιαστής πρέπει να είναι περισσότερο προσεκτικός, λόγω του ότι οι χρήστες είναι μικρής ηλικίας και προσπαθούν να αφομοιώσουν βασικές γνώσεις μέσω των λογισμικών. Έτσι η ορθή χρήση των χρωμάτων για την επίτευξη καλής αναγνωσιμότητας είναι απαραίτητη.

Το κριτήριο στο οποίο παρατηρείται επαναλαμβανόμενα φτωχή ενσωμάτωσή του είναι αυτό της μη χρήσης έντονων χρωμάτων στη δ.χ. 7 είναι τα λογισμικά που χρησιμοποιούν πολύ απαλά χρώματα στα σχέδια τους. Τα εκπαιδευτικά λογισμικά πρέπει να έχουν έντονα χρώματα και να χαρακτηρίζονται από πολυχρωμία έτσι ώστε η διαδικασία της μάθησης να γίνεται πιο διασκεδαστική.

Για τα *γενικά κριτήρια* χρήσης χρώματος, δύο είναι αυτά στα οποία παρατηρείται υψηλός αριθμός σφαλμάτων. Αρχικά ως προς την έμφαση, 4 λογισμικά χρησιμοποιούν έντονα χρώματα σε αντικείμενα που δεν πρέπει να τονιστούν. Επιπλέον, σε ένα από αυτά χρησιμοποιούνται εν γένει έντονα χρώματα σε όλη τη δ.χ. με αποτέλεσμα να μην ξεχωρίζουν τα αντικείμενα στα οποία θέλει ο σχεδιαστής να δώσει έμφαση. Τέλος, στο κριτήριο που αναφέρεται στη χρήση ζεστών-θερμών χρωμάτων για υποδήλωση δράσης, 8 λογισμικά χρησιμοποιούν ψυχρά χρώματα σε εργαλεία ελέγχου του λογισμικού. Σε αντικείμενα και εργαλεία όπου ο χρήστης πρέπει να αντιληφθεί δυνατότητα δράσης πρέπει να χρησιμοποιούνται ζεστά-έντονα χρώματα. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι πολλές φορές ο δείκτης του ποντικιού, όταν υποδηλώνεται δράση, αλλάζει σχήμα. Η χρήση και των δύο αυτών μεθόδων φαίνεται να καθιστά αποτελεσματικότερη την αλληλεπίδραση του μαθητή με το λογισμικό.

Ποσοτική αξιολόγηση με βάση τους κανόνες ορθής χρήσης χρώματος

Τα αποτελέσματα της ποσοτικής αξιολόγησης συνοψίζονται στον Πίνακα 2. Παρατηρούνται ιδιαίτερα προβλήματα στην ποιότητα της αναγνωσιμότητας. Το πλέον σημαντικό πρόβλημα αναδεικνύεται, η χρήση του μπλε χρώματος σε κείμενο ή μικρά αντικείμενα (Μ.Ο. 3,73). Στην αναλυτική αξιολόγηση των λογισμικών έχει επισημανθεί το πρόβλημα αυτό με μεγάλη συχνότητα και προτείνεται αντικατάσταση του μπλε χρώματος με κάποιο άλλο. Επίσης, δεν παρατηρείται χρήση ζεστών χρωμάτων ώστε να υποδηλωθεί στον χρήστη ότι είναι αναγκαίο να αναλάβει δράση (Μ.Ο. 5,73). Το κριτήριο αυτό, είναι σημαντικό καθώς σε μικρά παιδιά, με μικρές δεξιότητες χρήσης υπολογιστή, καθίσταται πιο εύκολο να αναγνωρίσουν το πότε πρέπει να αναλάβουν δράση. Σε πολλά λογισμικά χρησιμοποιείται χρώμα, συχνά εσφαλμένα, ως στοιχείο *καθοδήγησης* για να υποδηλωθεί δυνατότητα ενέργειας. Σε μια χαρακτηριστική προσέγγιση, ο κέρσορας αλλάζει σε κίτρινο ανεμόμυλο όταν ο χρήστης μπορεί να αλληλεπιδράσει με κάποιο αντικείμενο. Ο συνδυασμός πρακτικών

αλλαγής χρώματος και δείκτη θα μπορούσε να επιφέρει την καλύτερη δυνατή ανατροφοδότηση στο χρήστη.

Πίνακας 2. Αξιολόγηση των εκπαιδευτικών λογισμικών με βάση τους 13 κανόνες.

ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Μ.Ο.
Curious George	8	10	7	4	7	7	6	6	2	2	10	10	3	5,5
Reader Rabbit Thinking Adventures	7	9	1	1	9	9	10	9	8	8	10	6	2	6,3
Reader Rabbit Personalized	4	8	2	1	8	8	9	7	9	10	10	10	4	6,7
Little Bear Rainy Day Activities	3	4	9	3	7	5	7	8	7	8	10	6	6	5,6
Dr. Seuss	7	6	9	4	10	9	10	8	9	9	10	10	7	7,5
Kindergarten Jumpstart Adventures	8	9	10	4	9	10	9	9	10	10	5	9	4	7,2
Arthur's Computer Adventures	5	8	6	4	7	8	5	7	7	8	9	9	8	6,5
Arthur's First Grade	10	10	10	7	8	9	8	8	8	8	10	10	9	7,9
The Jolly Post Office	7	10	4	7	5	6	4	4	3	8	10	10	5	5,9
Ο μικρός περίεργος	8	9		4	7	7	5	3	5	5	7	10	9	6,3
Ταξίδι στην χώρα των γραμμάτων	2	4	2	2	8	8	8	4	7	7	8	2	3	4,8
Σωκράτης 102 δραστηριότητες	10	10	3	4	5	4	6	8	8	9	10	10	8	6,8
Χαρούμενη Αριθμοχώρα	6	9	7	2	8	7	8	7	9	10	10	10	7	7,3
Η τάξη μου	1	8	2	1	7	7	7	5	5	5	10	3	3	4,8
Ο Ξεφτέρης και οι 12 Θεοί του Ολύμπου	7	8	10	9	5	7	6	8	-	7	10	10	8	6,8
Βαρύτητα Κανόνα	1	3	1	1	2	2	2	3	3	2	2	2	3	
Μ.Ο Κανόνα	6,2	8,1	5,9	3,8	7,3	7,4	7,2	6,7	6,9	7,6	9,3	8,3	5,7	6,4
<i>Sdev</i>	2,7	2,0	3,4	2,4	1,5	1,6	1,9	1,9	2,4	2,2	1,5	2,7	2,4	0,9

Ακολούθως παρατηρείται να μην υπάρχει ικανοποιητική αντίθεση μεταξύ κειμένου και φόντου για να επιτευχθεί καλή αναγνωσιμότητα (Μ.Ο. 5,79). Στα εκπαιδευτικά λογισμικά, τα γράμματα και οι αριθμοί πρέπει να είναι διακριτοί, καθώς στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία τα παιδιά αρχίζουν να διακρίνουν τα γράμματα και αριθμούς και να μαθαίνουν ανάγνωση. Λογισμικά που πληρούν τα κριτήρια της αναγνωσιμότητας και μπορούμε να τα θέσουμε ως παραδείγματα είναι «Ο Ξεφτέρης και οι 12 Θεοί του Ολύμπου» και το «Arthur's First Grade».

Υπάρχουν όμως και κριτήρια που κατά την πλειοψηφία των λογισμικών πληρούνται. Πρώτο είναι το κριτήριο που αναφέρεται στον αριθμό χρωμάτων που πρέπει να εμφανίζονται σε κάθε δ.χ. (Μ.Ο. 9,27). Τα περισσότερα λογισμικά απεικονίζουν φυσικό περιβάλλον και τα χρώματα που χρησιμοποιούν δεν ξεπερνούν τα 6 κάθε φορά, όπως επίσης δεν παρατηρούνται περισσότεροι από 5 τόνοι του ίδιου χρώματος. Σε κάποια λογισμικά παρατηρείται μια πολυχρωμία, που ενδεχομένως να μπορεί να χαρακτηριστεί υπερβολική, αλλά το κριτήριο πληρείται έστω και οριακά.

Δεύτερο έρχεται το κριτήριο της αποφυγής συνδυασμού κορεσμένων συμπληρωματικών χρωμάτων (όπως κόκκινο-πράσινο, μπλε-πορτοκαλί κ.α.,

Μ.Ο. 8,33). Τα λογισμικά αποφεύγουν τη χρήση κορεσμένων χρωμάτων, χρησιμοποιούν πολύχρωμα σχέδια και έντονα χρώματα χωρίς κατ' ανάγκη να είναι κορεσμένα. Επίσης, υπάρχει αποτελεσματική εφαρμογή στο κριτήριο του φόντου που αναφέρει ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται ψυχρά χρώματα (Μ.Ο. 8,13). Σχεδόν όλα τα λογισμικά πληρούν αυτόν τον κανόνα με αρκετά υψηλές βαθμολογίες. Δύο είναι τα λογισμικά που πληρούν και τους τρεις κανόνες ταυτοχρόνως άριστα, το «Arthur's First Grade» και το «Σωκράτης 102 δραστηριότητες».

Το λογισμικό «Arthur's First Grade» είναι το πλέον πρόσφατο λογισμικό γεγονός που εξηγεί σε ένα βαθμό το ότι παρουσίασε τον υψηλότερο μέσο όρο (7,93) στην αποτίμηση της ορθής χρήσης χρώματος. Με χρήση ψυχρών χρωμάτων στο φόντο και με μέγιστη αντίθεση φόντου και κειμένου (μαύρα γράμματα σε ανοιχτόχρωμο φόντο) που προσδίδει υψηλή αναγνωσιμότητα και πολύχρωμα σχέδια που κάνουν τη διαδικασία της μάθησης πιο ξεκούραστη και διασκεδαστική. Ξεχωρίζει, η χρήση έντονων χρωμάτων για να δοθεί έμφαση και η χρήση ζεστών χρωμάτων για να υποδηλωθεί ότι ο χρήστης είναι αναγκαίο να αναλάβει δράση. Το επόμενο λογισμικό είναι το «Dr. Seuss», που έχει μέσο όρο 7,48 με βαρύτητα κριτηρίων. Η πιο σημαντική του αδυναμία, είναι στο κριτήριο που αναφέρεται στη χρήση του μπλε χρώματος σε μικρά αντικείμενα.

Μια άλλη διαπίστωση, που διαφαίνεται από το δείγμα των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν, είναι ότι υπάρχουν πολλές διαφορές μεταξύ ελληνικών και ξένων λογισμικών σε ότι αφορά στην ορθή χρήση χρώματος. Αυτό πιθανά να οφείλεται στο γεγονός ότι οι ελληνικές προσπάθειες στο πεδίο του ελληνικού λογισμικού αριθμούν λιγότερα χρόνια εμπειρίας και διαθέσιμους πόρους για την υλοποίησή τους. Δύο ελληνικά εκπαιδευτικά λογισμικά είναι στις χαμηλότερες θέσεις της αξιολόγησης. Τα λογισμικά «Η τάξη μου» και «Ταξίδι στην χώρα των γραμμάτων» με Μ.Ο. 4,81, αποτελούν τα λογισμικά με το λιγότερο προσεγμένο σχεδιασμό όσον αφορά στη χρήση χρώματος. Χαρακτηρίζονται από σημαντικά σφάλματα όπως η χρήση έντονου και πολλές φορές κορεσμένου χρώματος στο φόντο, με μικρή αντίθεση κειμένου-φόντου, με χρήση μπλε χρώματος σε κείμενο και με συνδυασμούς κορεσμένων συμπληρωματικών χρωμάτων. Έτσι, η προσοχή του χρήστη αποσπάται συνέχεια από τα τόσο έντονα-κορεσμένα χρώματα του φόντου και επέρχεται κόπωση στα μάτια. Παρατηρείται υπερβολή στη χρήση έντονων χρωμάτων που θα μπορούσε να μετριαστεί μειώνοντας τον κορεσμό των χρωμάτων. Επίσης, στο «Ταξίδι στην χώρα των γραμμάτων» αρκετές φορές τα χρώματα στο κείμενο και στο φόντο επηρεάζουν δυσμενώς την αναγνωσιμότητα του κειμένου και συχνά τα γράμματα είναι οριακά ορατά.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης που έλαβε χώρα βοηθά στην κατανόηση του τρόπου εφαρμογής της, αλλά και στην αναγνώριση των χαρακτηριστικότερων λαθών που παρατηρούνται. Η προτεινόμενη προσέγγιση φαίνεται να εφαρμόζεται αποτελεσματικά και αποδοτικά, συνιστώντας μια ρεαλιστικά εφαρμόσιμη μέθοδο που οδηγεί το σχεδιασμό και την αξιολόγηση εκπαιδευτικού λογισμικού στο σκέλος της αποτελεσματικής χρήσης χρώματος.

Σε επόμενα βήματα της ερευνητικής προσπάθειας υπάρχει η πρόθεση για την επαναχρησιμοποίηση της μεθόδου από περισσότερους αξιολογητές, ώστε να πιστοποιηθεί η εγκυρότητα και αξιοπιστία της μεθόδου. Περαιτέρω στόχοι της έρευνας, είναι η μελέτη της επίδρασης του χρώματος στην αποτελεσματικότητα διεκπεραίωσης συγκεκριμένων εργασιών σε δ.χ. εκπαιδευτικού λογισμικού και η αναγνώριση προτιμώμενων χρωματικών συνδυασμών με χρήση τεχνικών μηχανικής εκμάθησης από δεδομένα παρατήρησης χρηστών (Papachristos, Tselios & Avouris 2005).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Hoadley, D. & Ellen P., (1990) Investigating the Effects of Color, Communications of the ACM, 33.
- Horton, W. (1991) Overcoming chromophobia: A guide to the confident and appropriate use of color. IEEE Transactions on Professional Communication, 34(3), 160-171.
- Sanders, M. S. & McCormick, E. J. (1987) Human Factors in Engineering and Design. McGraw-Hill, New York.
- Dwyer, F. M. (1978) Strategies for Improving Visual Learning. State College, PA, Learning Services, Box 784.
- Papachristos, E., Tselios, N. & Avouris, N. (2005) Inferring relations between color and emotional dimensions of a web site using Bayesian Networks'. In Costabile, F. and Paterno, F., Interact 2005, LNCS No 3585, Springer Verlag, Berlin, 1075-1078.