



Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων  
Σχολή Επιστημών της Αγωγής  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
"Επιστήμες της Αγωγής"  
Κατεύθυνση: Θετικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση

# Η αισθητική της διεπαφής σε ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα

*Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία*

**Πραμαντιώτη Ελένη - Α.Μ. 447**

Επιβλέπων: Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής Π.Τ.Δ.Ε. Ιωαννίνων

Ιωάννινα, 2018

“Design is not just what it looks like and feels like.  
Design is how it works.”  
Steve Jobs, 1955–2011

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	6
Ευχαριστίες .....	7
Εισαγωγή .....	8
1. Ψηφιακοί Εκπαιδευτικοί πόροι και μαθησιακά αντικείμενα .....	9
1.1 Μαθησιακά Αντικείμενα.....	9
1.1.1 Ορισμός και Χαρακτηριστικά Μαθησιακών Αντικειμένων .....	9
1.1.2 Κριτήρια αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων .....	11
1.1.4 Εργαλεία αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων .....	12
1.2 Αποθετήρια ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων - Φωτόδεντρο, το ελληνικό εθνικό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων .....	14
2. Διεπαφή Χρήστη .....	16
2.1. Ορισμός και περιβάλλον διεπαφής χρήστη.....	16
2.2 Σχεδίαση και αξιολόγηση διεπαφών χρήστη.....	16
2.3 Αρχές σχεδίασης διεπαφών χρήστη .....	18
2.4 Σχεδίαση Γραφικών .....	21
2.4.1 Ορισμός σχεδίασης γραφικών .....	21
2.4.2 Αρχές σχεδίασης γραφικών .....	21
2.5 Κριτήρια αξιολόγησης γραφιστικών χαρακτηριστικών των μαθησιακών αντικειμένων .....	24
2.5.1. Χρώμα.....	24
2.5.2. Αισθητική.....	29
2.5.3. Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση.....	32
2.6 Κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής γραφικών μαθησιακών αντικειμένων ...	37
3. Μεθοδολογία .....	41
3.1 Σκοπός και Στόχοι.....	41
3.2 Δείγμα.....	41
3.2.1. Επιλογή θεματικών ενοτήτων και ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων..	41
3.3 Διαδικασία.....	42
4. Αποτελέσματα σχεδιασμού γραφιστικού περιβάλλοντος ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων.....	43
5. Συζήτηση και Συμπεράσματα .....	108
Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	113

## Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά της διεπαφής χρήστη των ψηφιακών αντικειμένων, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται οι αρχές σχεδίασης των γραφικών. Παρουσιάζονται τα βασικά κριτήρια αξιολόγησης γραφικών χαρακτηριστικών των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων, το χρώμα, η αισθητική και τέλος, η συνοχή και λειτουργική σχεδίαση. Τα κριτήρια αυτά οδηγούν σε κατευθυντήριες γραμμές δημιουργίας των γραφικών ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων.

Σκοπός της παρούσας εργασίας αποτελεί ο επανασχεδιασμός του ψηφιακού γραφιστικού περιβάλλοντος εννιά ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων που υπάρχουν στην εθνική ψηφιακή πλατφόρμα συσσώρευσης εκπαιδευτικού περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής μαθησιακών αντικειμένων.

Με βάση αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές μεταβλήθηκαν τα γραφικά χαρακτηριστικά των μαθησιακών αντικειμένων μέσω της ακόλουθης διαδικασίας: λήφθηκαν στιγμιότυπα (screenshots) των βασικών οθονών του κάθε μαθησιακού αντικειμένου, στα οποία στη συνέχεια έγιναν οι τροποποιήσεις.

Οι αναλύσεις που προέκυψαν από τον επανασχεδιασμό του γραφιστικού περιβάλλοντος των επιλεγμένων εκπαιδευτικών εφαρμογών από την ψηφιακή πλατφόρμα "Φωτόδεντρο" αναδεικνύουν την ανάγκη αλλαγών στις κατηγορίες του χρώματος, των γραφικών, της συνοχής και της λειτουργικής σχεδίασης. Στην κατηγορία του χρώματος, οι συχνότερες αλλαγές που σημειώθηκαν αφορούσαν τους κωδικούς, τις εντάσεις και τον κορεσμό των χρωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, για τα στοιχεία του παρασκηνίου επιλέχτηκαν χαμηλού κορεσμού και σκουρόχρωμα χρώματα, ενώ για τα στοιχεία του προσκηνίου επιλέχτηκαν ανοιχτόχρωμα και υψηλού κορεσμού χρώματα, διατηρώντας την αντίθεση μεταξύ των στοιχείων των δύο αυτών επιπέδων. Στην κατηγορία των γραφικών, οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν στο στυλ των γραμματοσειρών των τυπογραφικών και κειμενικών στοιχείων· ειδικότερα, επιλέχτηκαν φυσικές και όχι επιτηδευμένες γραμματοσειρές, απλές, χωρίς μεικτόγραμμες απολήξεις, ενώ αυστηρά χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δύο γραμματοσειρών και όχι περισσότερων. Επιπρόσθετα, ο σχεδιασμός των εικονιδίων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε αυτά να είναι εύληπτα για να μπορεί ο χρήστης να αναγνωρίσει το σκοπό ύπαρξής τους. Στην κατηγορία της συνοχής και της λειτουργικής σχεδίασης, κρίθηκε απαραίτητη η ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ του μαθησιακού αντικειμένου και του μεγέθους των

παρασκηνιακών στοιχείων, όπως επίσης και η ύπαρξη επαρκούς αντίθεσης των στοιχείων του προσκηνίου με τα στοιχεία του φόντου. Τα βασικά και τα επιμέρους στοιχεία της οθόνης τοποθετήθηκαν με τέτοιον τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανεμημένο οπτικό βάρος και να πραγματώνεται η εν γένει αίσθηση της ισορροπίας.

## Abstract

This thesis presents the basic features of user interface of learning objects, while it presents graphic design's principles. Moreover, in this paper the basic criteria for the evaluation of graphic characteristics of digital learning objects are stated. These criteria reveal guidelines for building graphics for educational learning objects.

The purpose of this paper is to redesign the digital graphic environment of nine digital learning objects found in the national digital platform where educational content for Primary and Secondary Education is accumulated based on the building learning objects guidelines which were constructed.

Graphical characteristics of learning objects were altered according to these constructed guidelines via the following procedure: the basic screens of each learning object were screenshot, and then the modifications took place.

Analysis deriving from redesigning the digital graphic environment of digital learning objects highlight the need of change in color, graphics, coherence and functional design. As far as color is concerned, the most frequent changes concerned color codes, tensions and saturation. More specifically, for background elements low background saturation and dark colors were selected, while for foreground elements light and high saturation colors were chosen, maintaining contrast between these two levels. As far as graphics are concerned, changes concerned font styles. In particular, natural, simple and non-sophisticated without mixed endings fonts were selected, while only a combination of two fonts was used. Moreover, icon design was handled in a way that it is easy for the user to understand and recognize the purpose of its existence. As far as coherence and functional design are concerned, it was necessary to create balance between the learning object and the size of the background element, as well as contrast between background and foreground elements. The basic and sub-elements of the screen were positioned in such way that optical weight is well distributed and overall sense of balance is achieved.

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντά μου Καθηγητή, κ. Αναστάσιο Μικρόπουλο, για την σημαντική καθοδήγησή του και την επικοινωνιακή του ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής. Υπήρξε πάντοτε διαθέσιμος και σημαντικός αρωγός για την ολοκλήρωση του πονήματος αυτού.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου, Μιχάλη, ο οποίος με στήριξε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας και τέλος, τους γονείς μου και την δίδυμη αδερφή μου, Αλεξάνδρα, οι οποίοι με εμπνέουν καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μου.

## Εισαγωγή

Η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση αποτελεί βασικό στοιχείο της σύγχρονης εκπαίδευσης λαμβάνοντας ποικίλες μορφές ανάλογα με το πλαίσιο και τους στόχους του κάθε εκπαιδευτικού προγράμματος.

Οι βασικότεροι στόχοι της χρήσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι η βελτίωση της πραγματοποίησης των διδακτικών στόχων, καθώς για παράδειγμα τα πολυμέσα, ο ήχος, η εικόνα και το χρώμα προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών και η υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας. Τα τελευταία χρόνια ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών εφαρμογών καταλαμβάνει σημαντική θέση στο διεπιστημονικό έργο.

Βασικό στοιχείο του σχεδιασμού ψηφιακών εκπαιδευτικών εφαρμογών αποτελεί η διεπαφή χρήστη, το περιβάλλον δηλαδή επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και της εφαρμογής. Η σωστή οπτική σχεδίαση του περιβάλλοντος αυτού αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα για την εν γένει χρήση των διάφορων εκπαιδευτικών εφαρμογών.

Η παρούσα εργασία επομένως έχει ως στόχο τον επανασχεδιασμό του γραφιστικού περιβάλλοντος ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων με γνωστικό αντικείμενο τη Φυσική και έχει ως στόχο την ευκολότερη εμπλοκή των μαθητών σε δραστηριότητες που αφορούν τη Φυσική.

Το πρώτο μέρος της εργασίας αποτελείται από το θεωρητικό πλαίσιο. Αρχικά, καταγράφεται ο ορισμός και τα χαρακτηριστικά των μαθησιακών αντικειμένων, τα κριτήρια αξιολόγησής τους, όπως επίσης και τα εργαλεία αξιολόγησής τους. Ακόμη, γίνεται αναφορά στα αποθετήρια των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων και ειδικότερα στο ελληνικό εθνικό αποθετήριο, το Φωτοδέντρο. Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρονται ο ορισμός και το περιβάλλον της διεπαφής χρήστη, η αξιολόγηση αυτής και οι αρχές σχεδίασής της, ενώ παράλληλα παρατίθενται ο ορισμός και οι αρχές σχεδίασης των γραφικών, τα κριτήρια αξιολόγησης των γραφιστικών χαρακτηριστικών των μαθησιακών αντικειμένων (χρώμα, αισθητική, συνοχή και λειτουργική σχεδίαση) και οι κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής γραφικών των μαθησιακών αντικειμένων. Ακολουθεί ένα κεφάλαιο που αναλύει το σκοπό, τους στόχους και τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε. Καταγράφονται το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε και η διαδικασία που ακολουθήθηκε. Έπειτα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του σχεδιασμού του γραφιστικού περιβάλλοντος των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων και τέλος, αναφέρονται τα συμπεράσματα και η συζήτηση.



## 1. Ψηφιακοί Εκπαιδευτικοί πόροι και μαθησιακά αντικείμενα

### 1.1 Μαθησιακά Αντικείμενα

#### 1.1.1 Ορισμός και Χαρακτηριστικά Μαθησιακών Αντικειμένων

Ως μαθησιακό αντικείμενο ορίζεται «κάθε οντότητα ψηφιακή ή μη ψηφιακή η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει την μάθηση ή την εκπαίδευση» (IEEE, 2002). Υπάρχουν πολλοί ορισμοί μαθησιακών αντικειμένων. Ο Wiley (2000), σε μια εκτενή μελέτη πάνω στο θέμα, κατέληξε σε έναν περισσότερο σαφή και συγκεκριμένο ορισμό των μαθησιακών αντικειμένων: «Μαθησιακό αντικείμενο είναι κάθε ψηφιακή πηγή περιεχομένου η οποία μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί για να υποστηρίξει τη μάθηση». «Μαθησιακό αντικείμενο είναι η μικρότερη ανεξάρτητη δομική εμπειρία που περιλαμβάνει ένα μαθησιακό στόχο, μια μαθησιακή δραστηριότητα και αξιολόγηση» (L' Allier, 1997). «Μαθησιακό αντικείμενο είναι μια αυτόνομη και ανεξάρτητη μονάδα εκπαιδευτικού υλικού η οποία έχει εκ των προτέρων ως στόχο την επαναχρησιμοποίηση σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια» (Polsani, 2003).

Λαμβάνοντας υπόψη τις λειτουργικές απαιτήσεις των μαθησιακών αντικειμένων (προσβασιμότητα, δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και διαλειτουργικότητα) ο ορισμός των μαθησιακών αντικειμένων αναπτύσσεται ως εξής: «Μαθησιακό Αντικείμενο είναι μια αυτόνομη και ανεξάρτητη μονάδα εκπαιδευτικού περιεχομένου ψηφιακού τύπου, η οποία συνδέεται με έναν ή περισσότερους μαθησιακούς στόχους και έχει εκ των προτέρων ως στόχο την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα» (Polsani, 2003). Σε μια προσπάθεια συνένωσης διάφορων ορισμών των μαθησιακών αντικειμένων, οι Kay & Knaack (2009) ορίζουν τα μαθησιακά αντικείμενα ως "διαδραστικά, διαδικτυακά εργαλεία που υποστηρίζουν τη μάθηση με το να βελτιώνουν, να ενισχύουν και να επεκτείνουν τις διανοητικές διεργασίες των μαθητών".

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των μαθησιακών αντικειμένων είναι η επαναχρησιμοποίηση, η αναλυτικότητα, η διαλειτουργικότητα, η ανθεκτικότητα, η προσβασιμότητα, η ανακαλυψιμότητα, η προσαρμοστικότητα και τέλος, η διαχειρισιμότητα.

**Επαναχρησιμοποίηση:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του μαθησιακού αντικειμένου σε διάφορα πλαίσια (Elliott & Sweeney, 2008). Παρόλο που υπάρχει αμφισβήτηση ως προς το χαρακτηριστικό της επαναχρησιμοποίησης - εκτός αν υπάρχει πρόβλεψη για επαναπρογραμματισμό σε

σημαντικό βαθμό (Fill et al., 2006) - η επαναχρησιμοποίηση αποτελεί θεμέλιο λίθο στην εκπαίδευση καθώς οι εμπλεκόμενοι προτιμούν να χρησιμοποιούν εργασία, πηγές και υλικά τα οποία είναι επαναχρησιμοποιήσιμα, κοινόχρηστα και ανταλλάξιμα (Goodyear & Retails, 2010).

**Αναλυτικότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στο μέγεθος του μαθησιακού αντικειμένου στο πλαίσιο του περιεχομένου και της λειτουργικότητας, αλλά και στα πλαίσια των πολυμεσικών στοιχείων (LOM, 2000; Sinclair et al., 2013). Ο καθορισμός του μεγέθους του μαθησιακού αντικειμένου συνδέεται άμεσα με την επαναχρησιμοποίηση αυτού. Το σωστό μέγεθος του μαθησιακού αντικειμένου δεν είναι προσδιορισίμο, ωστόσο στο πλαίσιο της αξιοποίησης, τα μεσαίου μεγέθους μαθησιακά αντικείμενα θεωρούνται πιο χρήσιμα από τα πολύ μικρά μαθησιακά αντικείμενα· ένα μαθησιακό αντικείμενο μπορεί να είναι τόσο μικρό ώστε να χρησιμοποιείται με ευκολία σε διαφορετικά περιεχόμενα, αλλά και τόσο μεγάλο για να έχει αξία για τους μαθητές (Hodgins, 2004).

**Διαλειτουργικότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ικανότητα του μαθησιακού αντικειμένου να λειτουργεί σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα, υλικά (hardware) και προγράμματα περιήγησης διαδικτύου (Sinclair et al., 2013).

**Ανθεκτικότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ικανότητα του μαθησιακού αντικειμένου να ακολουθεί την εξέλιξη και να αλλάζει ανεξάρτητα από τις αλλαγές στο υλικό (hardware) ή τις αναβαθμίσεις αυτού (Sinclair et al., 2013).

**Προσβασιμότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ικανότητα του μαθησιακού αντικειμένου να είναι προσβάσιμο οπουδήποτε, ακόμη και από μια απομακρυσμένη τοποθεσία (Sinclair et al., 2013).

**Ανακαλυψιμότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ευκολία εντοπισμού του μαθησιακού αντικειμένου με τη χρήση λέξεων κλειδιά (Sinclair et al., 2013). Για να είναι μεγαλύτερη η χρήση τους, τα μαθησιακά αντικείμενα πρέπει να είναι εύκολα ανιχνεύσιμα, διαθέσιμα, καλής ποιότητας και κατάλληλα για τα προβλεπόμενα μαθησιακά αποτελέσματα (Gordillo et al., 2014). Η ανακαλυψιμότητα συνδέεται επίσης με τα μεταδεδομένα.

**Προσαρμοστικότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ικανότητα του μαθησιακού αντικειμένου να προσαρμόζεται τις ανάγκες της διδακτικής παρέμβασης και τις απαιτήσεις του κάθε χρήστη (Sinclair et al., 2013).

**Διαχειρισιμότητα:** Το χαρακτηριστικό αυτό αναφέρεται στην ικανότητα του μαθησιακού αντικειμένου να είναι διαχειρίσιμο, δηλαδή να ενημερώνεται, να αναθεωρείται και να συνδυάζεται (Sinclair et al., 2013).

### 1.1.2 Κριτήρια αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων

Η αξιολόγηση των μαθησιακών αντικειμένων βασίζεται σε ένα σύνολο προδιαγραφών και αναμενόμενων αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη χρήση του αξιολογούμενου προϊόντος. Η αξιοποίηση και αποτελεσματικότητα των μαθησιακών αντικειμένων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες του υπολογιστικού περιβάλλοντος, του υλικού και του λογισμικού, τους περιορισμούς της διδακτικής πράξης, της τάξης, του αναλυτικού προγράμματος, του χρόνου, τους στόχους του εκπαιδευτικού και το πλαίσιο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Κατά την αξιολόγηση των μαθησιακών αντικειμένων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι μαθησιακοί στόχοι (γνωστικοί-συναισθηματικοί-ψυχοκινητικοί), το χρησιμοποιούμενο μέσο-εργαλείο και τα μαθησιακά αποτελέσματα-γνωστικές δεξιότητες (γνώση-κατανόηση-εφαρμογή-ανάλυση-σύνθεση-αξιολόγηση).

Τα ερωτήματα που προκύπτουν κατά την αξιολόγηση ενός μαθησιακού αντικειμένου απορρέουν από την πολυπλοκότητα των διαφορετικών απαιτήσεων, χαρακτηριστικών και αναγκών των χρηστών. Ειδικότερα, τα ανακυπτόμενα ερωτήματα αφορούν *"στην εκπλήρωση των στόχων, στο εύρος και βάθος του περιεχομένου, στον βαθμό ικανοποιητικής πλοήγησης, στην απαιτούμενη καταλληλότητα, ποιότητα και ποσότητα των πολυμεσικών στοιχείων, στο βαθμό ικανοποιητικής αλληλεπίδρασης, στην ευκολία της χρήσης, στην παρουσίαση των πληροφοριών και στη λειτουργία του λογισμικού χωρίς λάθη"* (ΥΠΕΠΘ, 2003).

Οι γενικοί στόχοι της αξιολόγησης ενός μαθησιακού αντικειμένου είναι η εξέταση του διδακτικού και παιδαγωγικού σχεδιασμού σε ένα ευρύ φάσμα μαθησιακού υλικού που διαθέτει το εκπαιδευτικό λογισμικό και να βρεθούν τα άριστα στοιχεία στο σχεδιασμό των προϊόντων σε οποιαδήποτε μορφή κι αν διατίθενται (Chinien & Hlynka, 1993).

Επιπρόσθετοι στόχοι αξιολόγησης κατά τον Nielsen (1997) είναι η διερεύνηση της ανταπόκρισης του εκπαιδευτικού μαθησιακού αντικειμένου ως προς την εξασφάλιση των διδακτικών και παιδαγωγικών στόχων οι οποίοι έχουν καθοριστεί από τον εκπαιδευτικό, η τεχνική του αρτιότητα ως λογισμικό πολυμέσων, το ύφος του διαλογικού περιβάλλοντος επικοινωνίας σε σχέση με τις απαιτήσεις της ομάδας στόχου που απευθύνεται, η μεθοδολογία

ένταξης στο σχολικό περιβάλλον, που προβλέπει την εξασφάλιση της παραγωγής και μεταφοράς της γνώσης με αποτελεσματικό τρόπο, αποδοχή που έχει ως μαθησιακό εργαλείο από τους φυσικούς φορείς της γνώσης, τους εκπαιδευτικούς και τους αποδέκτες της, τους μαθητές, διευκόλυνση που παρέχει, ώστε με ευέλικτο τρόπο να αποκαλύπτει τα νεωτεριστικά χαρακτηριστικά του στους εκπαιδευτικούς και μαθητές και τέλος, ευκολία στη χρήση.

Ειδικότερα, τα κριτήρια αξιολόγησης του οπτικού υλικού επιβάλλεται να σχετίζονται με την επίτευξη των γνωστικών και παιδαγωγικών στόχων που τίθενται σε κάθε διδακτική ενότητα, την άμεση σχέση του περιεχομένου τους με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, ώστε να συντελούν στην εμπέδωση της διδαχθείσας γνώσης να καλλιεργούν τη δημιουργικότητα, την τεχνική αρτιότητα τόσο στον ήχο όσο και στην εικόνα, τη συσχέτιση του συνοδευτικού και του υλικού εξάσκησης με το περιεχόμενο του υλικού, την υψηλή αισθητική, που εξασφαλίζεται με την προσεγγιζόμενη εναλλαγή χρωμάτων, εικόνων και ήχων, καθώς και με τη χρήση πετυχημένων σχημάτων και εικόνων, ώστε να αναπτύσσονται οι αισθητικές αξίες των μαθητών.

#### **1.1.4 Εργαλεία αξιολόγησης ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων**

Το εργαλείο Learning Object Review Instrument (LORI), σχεδιασμένο το 2002 (Vargo, Nesbit, Belfer & Archambault, 2003), χρησιμοποιείται για την συλλογή ατομικών εκτιμήσεων της ποιότητας των μαθησιακών αντικειμένων, διασφαλίζοντας ότι όλοι οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν συνεπή κριτήρια αξιολόγησης. Αποτελείται από δέκα θεματικές για αξιολόγηση. Στην έκδοση 4.0 (Vargo et al., 2003) αναθεωρήθηκε και περιλαμβάνει εννέα θεματικές (Πίνακας 1): την ποιότητα του περιεχομένου, τη συσχέτιση με τους μαθησιακούς στόχους, την ανατροφοδότηση και την προσαρμογή, τα κίνητρα, την παρουσίαση, τη χρηστικότητα αλληλεπίδρασης, την προσβασιμότητα, την επαναχρησιμοποίηση και τα πρότυπα συμμόρφωσης (Belfer & Archambault, 2003).

### Πίνακας 1 Θεματικές εργαλείου LORI

1. **Ποιότητα περιεχομένου:** Πραγματικότητα, ακρίβεια, ισορροπημένη παρουσίαση ιδεών και κατάλληλο επίπεδο λεπτομέρειας.
2. **Συσχέτιση με τους μαθησιακούς στόχους:** Ευθυγράμμιση μεταξύ των μαθησιακών στόχων, των δραστηριοτήτων, των αξιολογήσεων και των χαρακτηριστικών του μαθητή.
3. **Ανατροφοδότηση και προσαρμογή:** Προσαρμοσμένο περιεχόμενο ή ανατροφοδότηση που καθοδηγείται από τους διαφορετικούς μαθητές
4. **Κίνητρα:** Ικανότητα να παρακινήσει και να τονώσει το ενδιαφέρον των μαθητών.
5. **Παρουσίαση:** Σχεδιασμός οπτικών και ακουστικών πληροφοριών για βελτίωση μαθησιακών αποτελεσμάτων και αποτελεσματική επεξεργασία.
6. **Χρηστικότητα αλληλεπίδρασης:** Ευκολία πλοήγησης, προβλεψιμότητα του περιβάλλοντος χρήστη και ποιότητα των χαρακτηριστικών βοήθειας της διεπαφής χρήστη.
7. **Προσβασιμότητα:** Ικανότητα μεταφοράς μεταξύ διαφορετικών μαθημάτων ή μαθησιακών πλαισίων χωρίς τροποποίηση
8. **Επαναχρησιμοποίηση:** Δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης των ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων
9. **Πρότυπα συμμόρφωσης:** Ικανότητα των πόρων για την ενίσχυση της διδακτικής μεθοδολογίας.

Το εργαλείο Learning Object Attribute Metric (LOAM) αναφέρεται σε αξιολογήσεις μαθησιακών αντικειμένων σε σχέση με τα κριτήρια αξιολόγησης που προέρχονται από το IMS Learning Design Framework (Windle et al., 2007). Το IMS Learning Design Framework είναι ένα διαδραστικό εργαλείο που υποστηρίζει την καταχώριση της αξιολόγησης και την αναπαράσταση των αποτελεσμάτων. Το εργαλείο LOAM περιλαμβάνει τρεις θεματικές, περιβάλλον, ρόλος του μαθητή και δραστηριότητα, οι οποίες υποδιαιρούνται σε σχέση με τα παιδαγωγικά χαρακτηριστικά. Στα πλαίσια του εργαλείου αυτού ο αξιολογητής εκτιμά το ποσοστό του μαθησιακού αντικειμένου που εμπίπτει σε διάφορες προκαθορισμένες δυνατότητες. Οι τρεις αυτές κατηγορίες υποδιαιρούνται σε σχέση με παιδαγωγικά χαρακτηριστικά και αξιολογούνται σε μια κλίμακα Likert 1-5.

Το εργαλείο Learning Object Evaluation Metrics (LOEM) βασίζεται σε μια μεθοδική και περιεκτική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τον εκπαιδευτικό σχεδιασμό (Sinclair et al., 2013). Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του LOEM έχουν αξιολογηθεί χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο δείγμα φοιτητών και εκπαιδευτικών που επέλεξαν ένα ευρύ φάσμα των μαθησιακών αντικειμένων από μια μεγάλη ποικιλία αποθετηρίων (Kay & Knaack, 2008b). Το εργαλείο αυτό αξιολογεί τέσσερις θεματικές: γενίκευση, παρουσίαση, διαδραστικότητα και οργάνωση.

Το εργαλείο Learning Object Evaluation Scale (LOES) είναι ένα εργαλείο αξιολόγησης μαθησιακών αντικειμένων που χωρίζεται σε δύο τύπους: για εκπαιδευτικούς (LOES-T) και για μαθητές (LOES-S) (Kay & Knaack, 2009b). Το LOES είναι το μοναδικό εργαλείο αξιολόγησης μαθησιακών αντικειμένων για μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Kay, 2008). Μετά από τη χρήση ενός μαθησιακού αντικειμένου, κάθε εκπαιδευτικός συμπληρώνει το LOES-T και αξιολογεί το μαθησιακό αντικείμενο με βάση τη μάθηση, την ποιότητα και την εμπλοκή (Kay, 2007; Kay & Knaack, 2009b). Αντίστοιχα, μετά από τη χρήση ενός μαθησιακού αντικειμένου, οι μαθητές συμπληρώνουν το LOES-S και αξιολογούν το μαθησιακό αντικείμενο με βάση τις ίδιες κατηγορίες του LOES-T (Kay, 2007; Kay & Knaack, 2009b).

## **1.2 Αποθετήρια ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων - Φωτόδεντρο, το ελληνικό εθνικό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων**

Τα αποθετήρια ψηφιακών αντικειμένων αποτελούν ένα είδος ψηφιακής βιβλιοθήκης, το οποίο δίνει στους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα να μοιράζονται, να διαχειρίζονται και να χρησιμοποιούν εκπαιδευτικές πηγές (Sinclair et al., 2013). Τα αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων χωρίζονται σύμφωνα με τον McGreal (2008) σε τρεις βασικούς τύπους, στο συγκεντρωτικό μοντέλο αποθετηρίων, με το περιεχόμενο να είναι αποθηκευμένο στο ίδιο το αποθετήριο, στις πύλες που παρέχουν συνδέσμους υλικού που παρέχεται από άλλους, και στα αποθετήρια που αποτελούν συνδυασμό των δύο παραπάνω τύπων. Με βάση τους τύπους αυτούς, ο McGreal (2008) μετρά για τον πρώτο τύπο 27 αποθετήρια, για τον δεύτερο 20 και για τον τρίτο 14.

Κάποια αποθετήρια μαθησιακών αντικειμένων αποτελούνται από μια ιστοσελίδα με συνδέσμους που οδηγούν σε άλλες σελίδες και πληροφορίες, ενώ κάποια άλλα αποθετήρια παρέχουν μια εύχρηστη βιβλιοθήκη των επαναχρησιμοποιήσιμων μαθησιακών αντικειμένων με μεταδεδομένα που υποστηρίζουν μια λεπτομερή περιγραφή του περιεχομένου του μαθησιακού αντικειμένου μαζί με τις εκπαιδευτικές πληροφορίες και πληροφορίες πρόσβασης (Sinclair et al., 2013). Σημαντικό στοιχείο για την επιλογή των αποθετηρίων αποτελεί η ποιότητα αυτών και κατ' επέκταση η διασφάλιση αυτής· έχει διαπιστωθεί ότι το 64% των αποθετηρίων ακολουθούν πολιτική ποιότητας ενώ το 43% χρησιμοποιεί αξιολόγηση ή αναθεωρημένη πολιτική (Tzikopoulos et al., 2009). Συνεπώς, δεν είναι πιστοποιημένο ότι ένα αποθετήριο έχει υποβληθεί σε σχετιζόμενους με την ποιότητα περιορισμούς, ενώ η έννοια της ποιότητας μπορεί να διαφέρει μεταξύ των αποθετηρίων (Sinclair et al., 2013).

Το Φωτόδεντρο (<http://photodentro.edu.gr/lor>) είναι το ελληνικό-εθνικό αποθετήριο μαθησιακών αντικειμένων για την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Megalou et al., 2016; Megalou & Kaklamanis, 2014) το οποίο φιλοξενεί επαναχρησιμοποιήσιμα μαθησιακά αντικείμενα και δίνει τη δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης σε μαθητές, εκπαιδευτικούς και γονείς (Megalou & Kaklamanis, 2014). Έχει πάρει το όνομά του από την ποιητική συλλογή του Οδυσσέα Ελύτη "Το Φωτόδεντρο και η Δέκατη Τέταρτη Ομορφιά" (Megalou & Kaklamanis, 2014), όνομα που υποδηλώνει τη διάδοση του μηνύματος ότι το Φωτόδεντρο είναι ένα αποθετήριο που περιέχει γνώσεις, ζωντανές σαν δέντρα, ενισχύοντας επίσης την ελληνικότητά του (Karaniaris et al., 2013; Megalou & Kaklamanis, 2014).

Η πρώτη εκδοχή του ελληνικού αυτού αποθετηρίου αναρτήθηκε διαδικτυακά το Μάρτιο του 2012, ενώ ο σχεδιασμός του ξεκίνησε το 2011 (Megalou & Kaklamanis, 2014). Στο Φωτόδεντρο υπάρχουν περίπου 9.000 μαθησιακά αντικείμενα τα οποία κατηγοριοποιούνται σε θεματικές ή άλλες συλλογές τα οποία είναι διαθέσιμα και ελεύθερα σε όλους σύμφωνα με την άδεια Creative Commons' Attribution-NonCommercial-ShareAlike (Karaniaris et al., 2013; Megalou et al., 2016; Megalou & Kaklamanis, 2014; Palavitsinis & Megalou, 2015; Koutoumanos et al., 2016). Η πρώτη μεγάλη συλλογή του Φωτόδεντρου διατηρεί δεκατρείς συλλογές μαθησιακών αντικειμένων, όπως είναι τα Μαθηματικά, η Γεωγραφία, η Γεωλογία, η Βιολογία, η Φυσική, η Χημεία, τα Αγγλικά, τα Γαλλικά, η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Θρησκευτικά και η Αισθητική Αγωγή (Megalou et al., 2016).

Το Φωτόδεντρο λειτουργεί με βάση μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία ψηφιακών αποθετηρίων μαθησιακών αντικειμένων (Karaniaris et al., 2013; Megalou et al., 2016; Megalou & Kaklamanis, 2014; Palavitsinis & Megalou, 2015), το DSpace (<http://www.dspace.org/>), ενώ υποστηρίζει τις προδιαγραφές IEEE LOM (IEEE 1484.12.1, 2002) και το πρωτόκολλο Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting (OAI-PMH) (Hamburger, 2008). Το Φωτόδεντρο, τέλος, υποστηρίζει περιήγηση, ελεύθερη αναζήτηση κειμένου και σύνθετη αναζήτηση για να επιτρέπει στους χρήστες να βρίσκουν πηγές μάθησης (Karaniaris et al., 2013; Megalou et al., 2016; Megalou & Kaklamanis, 2014; Palavitsinis & Megalou, 2015).

## 2. Διεπαφή Χρήστη

### 2.1. Ορισμός και περιβάλλον διεπαφής χρήστη

Το περιβάλλον διεπαφής χρήστη είναι το ενδιάμεσο στοιχείο της αλληλεπίδρασης λογισμικού-χρήστη αποτελώντας το βασικό στοιχείο το οποίο παρεμβάλλεται μεταξύ του χρήστη και του μηχανισμού παρουσίασης (λογισμικό) (Γκούμας & Συμεωνίδης, 2014; Brown, et. al 1997). Η διεπαφή περιλαμβάνει τα στοιχεία που εμφανίζονται στην οθόνη και βοηθά το χρήστη στην επίτευξη του στόχου της εργασίας, χειριζόμενος σωστά το υλικό-λογισμικό και μεταφέροντας τις εντολές του προς αυτόν (Shneiderman & Plaisant, 2005).

Αποτελώντας το βασικό όριο επικοινωνίας χρήστη και τεχνολογικού συστήματος, το περιβάλλον διεπαφής ευθύνεται για τις υποδείξεις προς το χρήστη και τον τρόπο εμφάνισης του περιεχομένου του υλικού.

### 2.2 Σχεδίαση και αξιολόγηση διεπαφών χρήστη

Η σχεδίαση διεπαφών χρήστη αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές και δύσκολες πτυχές της σχεδίασης υπολογιστικών συστημάτων. Αποτελεί το σημείο επαφής μεταξύ του χρήστη και του συστήματος και ενθαρρύνει σε μεγάλο βαθμό τη χρηστικότητα και την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Η σχεδίαση της διεπαφής αφορά τη σωστή εμφάνιση του περιεχομένου και την καθοδήγηση του χρήστη στην πλοήγηση του. Ειδικότερα, η κάθε οθόνη πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο απλή και καθαρή όσο αφορά το περιεχόμενο και φιλική προς τον χρήστη, ενώ είναι απαραίτητη η διατήρηση της ισορροπίας στην οθόνη και ο σχεδιασμός της βοήθειας με τέτοιον τρόπο ώστε να καλύπτεται πολύπλευρα ο χρήστης.

Οι βασικοί παράγοντες για την επιτυχημένη σχεδίαση ενός περιβάλλοντος διεπαφής χρήστη είναι ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου ο χρήστης να εξοικειωθεί με αυτό και ο βαθμός της ευκολίας εφαρμογής του λογισμικού από τον δάσκαλο και μάλιστα με την ελάχιστη δυνατή καθοδήγηση (Shneiderman & Plaisant, 2005). Βασικό μέλημα στην σχεδίαση μιας διεπαφής χρήστη είναι ο υψηλός βαθμός ευχρηστίας, η επιτυχία της οποίας δημιουργεί ένα γόνιμο έδαφος αλληλεπίδρασης μεταξύ της εφαρμογής και των χρηστών. Η βάση αυτή πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από τους εργονόμους λογισμικού ειδικά όταν η εφαρμογή απευθύνεται σε μικρούς χρήστες και δη μαθητές Δημοτικού. Λαμβάνοντας υπόψη τον υψηλό βαθμό



σημασίας της αλληλεπίδρασης εφαρμογής-χρήστη, το περιβάλλον διεπαφής χρήστη πρέπει να (Shneiderman & Plaisant, 2005):

- είναι εύχρηστο, λειτουργικό και εργονομικό
- διαθέτει φιλικό προς το χρήστη τρόπο χειρισμού και πλοήγησης
- είναι πρωτότυπο και να κρατά αμείωτο το ενδιαφέρον του χρήστη
- δίνει ιδιαίτερη προσοχή στην αισθητική των γραφικών στοιχείων της οθόνης (χρώματα, γραμματοσειρές, εικονίδια, κουμπιά πλοήγησης)
- παρουσιάζει με σωστό τρόπο το περιεχόμενο
- δίνει έμφαση στον σχεδιασμό όλων των στοιχείων που συνιστούν τη συνολική εικόνα που εμφανίζεται στην οθόνη, όπως επίσης και στα στοιχεία πολυμέσων που πλαισιώνουν τις εικόνες οθόνης (κείμενο, γραφικά, κίνηση)

Σημαντικοί παράμετροι για την αξιολόγηση της διεπαφής χρήστη στην εκπαίδευση είναι οι παρακάτω (Shneiderman & Plaisant, 2005):

- Αριότητα υλικού ως προς την εμφάνιση (καλή ποιότητα εικόνων, φωτογραφιών κτλ.). Ακόμη, οι εικόνες και το οπτικό υλικό εν γένει είναι απαραίτητο να στηρίζουν τη μάθηση προκαλώντας ερωτήσεις και απορίες, υποδεικνύοντας «δρόμους» αναζήτησης και διερεύνησης και προκαλώντας το ενδιαφέρον των μαθητών.
- Εξέταση της διεπαφής από εργονομική (για παράδειγμα αν τα περιεχόμενα των μενού είναι ορθολογικά καταμεμημένα) αλλά και από παιδαγωγική άποψη.
- Η διεπαφή θα πρέπει να είναι προσανατολισμένη στη διδασκαλία.
- Η «αντίδραση» του συστήματος στις ενέργειες ή τα «αιτήματα» του χρήστη θα πρέπει να είναι σαφής: για παράδειγμα ένα μήνυμα λάθους πρέπει να είναι σε απλή ώστε να μπορεί ο χρήστης να το κατανοήσει.
- Η ευκολία εκμάθησης του περιβάλλοντος όπως επίσης και η ευκολία στη διαχείριση και χρήση του αποτελούν σημαντικά στοιχεία της διεπαφής που πρέπει να αξιολογηθούν.

### 2.3 Αρχές σχεδίασης διεπαφών χρήστη

Τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των συσκευών που βασίζονται στους υπολογιστές και ταυτόχρονα ο αριθμός των διεπαφών που συναντώνται έχουν αυξηθεί. Όσο ο αριθμός των διεπαφών και η ποικιλία των χρηστών αυξάνονται, τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό της διεπαφής. Οι σχεδιαστές μιμούνται συχνά τυπικά στοιχεία σχεδίασης διεπαφής όπως εικονίδια και μεταφορές ή δημιουργούν εντυπωσιακές διεπαφές, οι οποίες ελκύουν οπτικά, γεγονός που συνήθως αντικρούεται με την λειτουργικότητα. Παρά τη μίμηση, τη δημιουργικότητα, και τη σταθερά αυξανόμενη ανάγκη, οι διεπαφές είναι βυθισμένες σε παραδείγματα προηγούμενων δεκαετιών όταν η διεπαφή χρήστη αποτελούσε περισσότερο μια υπολογιστική καινοτομία παρά μέρος της καθημερινής ζωής. Γι' αυτό το λόγο γίνεται προσπάθεια βελτίωσης του σχεδιασμού της διεπαφής μέσω της διερεύνησης και ανάλυσης υπάρχοντων μοτίβων σχεδιασμού διεπαφών ή μέσω του καθορισμού των επιθυμητών εμπειριών των χρηστών (Blair-Early & Zender, 2008).

Η ανάγκη για τη βελτίωση του σχεδιασμού των διεπαφών συνίσταται στη θέαση της διεπαφής ως εννοιολογικού πλαισίου που μπορεί να προωθήσει την καινοτομία. Το εννοιολογικό πλαίσιο είναι ένα σχήμα - κάποιες φορές διαγραμματικό - το οποίο υπηρετεί δυο σκοπούς: επιτρέπει την οργάνωση ενός θέματος και γίνεται εφευρετικό για την ανακάλυψη του αντικειμένου του θέματος αυτού (Winterowd, 1975). Οι αρχές σχεδίασης περιλαμβάνουν σαφείς κανόνες. Οι αρχές αυτές είναι απαραίτητο να ενσωματώνονται στις παραμέτρους οι οποίες καθορίζουν μια διεπαφή, γεγονός που οδηγεί στην καινοτομία και στην ενδυνάμωση των σχεδιαστών (Blair-Early & Zender, 2008). Με την προϋπόθεση ότι οι αρχές αυτές σχεδιάζονται με ικανοποιητικό τρόπο, συνεπακόλουθα οδηγούν στην δημιουργία αποτελεσματικών διεπαφών.

Η αποτελεσματική σχεδίαση διεπαφών χρήστη εδράζεται στις ακόλουθες αρχές (Blair-Early & Zender, 2008):

- εμφανής αρχή: σχεδίαση ενός προφανούς σημείου εκκίνησης. Ο χρήστης είναι απαραίτητο να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο ξεκινάει η αλληλεπίδραση με το περιεχόμενο. Το σημείο εκκίνησης χρειάζεται γιατί κάθε συνάντηση με μια νέα διεπαφή περιλαμβάνει μια μαθησιακή διαδικασία. Η μάθηση επιτυγχάνεται μέσω της εύρεσης προτύπων και συνεπακόλουθα, για να επιτευχθεί η μάθηση μιας διεπαφής, ο

χρήστης είναι απαραίτητο να γνωρίζει το σημείο έναρξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

- σαφής αντιστροφή: σχεδίαση μιας προφανούς εξόδου ή στάσης. Ο χρήστης είναι απαραίτητο να γνωρίζει τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να αναιρέσει μια κίνησή του ή πώς να εξέλθει ή να σταματήσει μια οθόνη.
- συνεπής λογική: σχεδίαση μια εσωτερικά συνεπούς λογικής περιεχομένου, δράσεων και αποτελεσμάτων. Μέσα στα όρια της διεπαφής, ο χρήστης πρέπει να έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει ένα λογικό, ορθολογιστικό πρότυπο σχέσεων μεταξύ των δράσεων του χρήστη και των αποτελεσμάτων. Τα σχεδιαστικά πρότυπα χρειάζεται να είναι συνεπή με τη λογική περιεχομένου και για να ενδυναμωθούν, ο χρήστης πρέπει να μπορεί να στηρίζεται σε αποδεκτά επίπεδα συνέπειας. Όταν τα πρότυπα αυτά είναι συνεπώς και ορθολογικά συνδεδεμένα με τις δράσεις και το περιεχόμενο, οι χρήστες θα είναι σε θέση να αναγνωρίσουν τόσο αυτά όσο και τις ερμηνείες τους.
- τήρηση συμβάσεων: προσδιορισμός και εξέταση των επιπτώσεων των οικείων συμβάσεων διεπαφής. Οι τηρούμενες από την διεπαφή συμβάσεις μπορούν να οικοδομηθούν με βάση το χρήστη και να εξισοροτηθούν ανάλογα με τις παραμέτρους του περιεχομένου.
- ανατροφοδότηση: Είναι απαραίτητη η παρουσία άμεσης ανατροφοδότησης. Η ανατροφοδότηση πρέπει να είναι συνεπής και ευθυγραμμισμένη με το περιεχόμενο ώστε ο χρήστης να ενημέρωνεται συνέχεια σχετικά με τις πράξεις του και αν αυτές έχουν αποτέλεσμα και συνεπώς, η απτή ανατροφοδότηση μπορεί να αποτελέσει ένα είδος επιβράβευσης.
- ορόσημα: σχεδιασμός ορόσημων ως αναφορά για το περιβάλλον. Οι χρήστες είναι απαραίτητο να έχουν διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με τη θέση τους στον ιδεατό κόσμο της διεπαφής. Ο σχεδιασμός πρέπει να χαρακτηρίζεται από σημεία αναφοράς, χαρακτηριστικά ή ορόσημα τα οποία είναι σε θέση να αναγνωρίζει ο χρήστης. Τα ορόσημα εδράζονται στις ικανότητες των χρηστών να οικοδομούν νοητικά μοντέλα των εμπειριών τους.
- εγγύτητα: σχεδίαση στοιχείων διεπαφής σε συνάφεια με τα αντικείμενα περιεχομένου της εφαρμογής αλλά και μεταξύ τους. Ο χρήστης δεν πρέπει να διανύει μεγάλους φυσικούς, εννοιολογικούς και χρονικούς χώρους για την εκτέλεση παρόμοιων ενεργειών ή την πρόσβαση σε σχετικό περιεχόμενο. Η εγγύτητα σε εννοιολογικό χώρο σημαίνει ότι τα σχετικά αντικείμενα είναι ομαδοποιημένα.

- προσαρμογή: σχεδίαση μιας διεπαφής που προσαρμόζεται ή είναι προσαρμοσμένη στη χρήση. Είναι απαραίτητο να σχεδιάζονται διεπαφές που να αναγνωρίζουν και να προσαρμόζονται στις ανάγκες των χρηστών.
- βοήθεια: παροχή ενός ευανάγνωστου και προσβάσιμου μηχανισμού βοήθειας. Απαραίτητο στοιχείο αποτελεί η αναγνώριση των σημείων πολυπλοκότητας και η παροχή βοήθειας, η οποία πρέπει να είναι εύκολη στην αναζήτηση.
- η διεπαφή είναι περιεχόμενο: σχεδίαση στοιχείων διεπαφής που ελαχιστοποιούν την διεπαφή και μεγιστοποιούν το περιεχόμενο. Ένας χρήστης χρησιμοποιεί μια διεπαφή για να αποκτήσει πρόσβαση στο περιεχόμενο. Επομένως, το περιεχόμενο είναι πρωταρχικής σημασίας. Η διεπαφή είναι μέρος του περιεχομένου, όχι απλώς ένα μέσο πρόσβασης στο περιεχόμενο. Είναι απαραίτητη η σχεδίαση της διεπαφής με τέτοιο τρόπο ώστε η αλληλεπίδραση να είναι όσο το δυνατόν πιο άμεση με το περιεχόμενο.

## 2.4 Σχεδίαση Γραφικών

### 2.4.1 Ορισμός σχεδίασης γραφικών

Η σχεδίαση είναι ένας σύνθετος δημιουργικός συνδυασμός και αποτελεί τη βασική μορφοποίηση υποκειμενικά αντιληπτών όρων. Κοινός παρονομαστής του σχεδίου είναι η διατήρηση της λειτουργικότητας, της εργονομίας και της ευχρηστίας.

Η σχεδίαση γραφικών είναι μια μορφή οπτικής επικοινωνίας που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά μηνυμάτων ή πληροφοριών συνδυάζοντας διάφορες μεθόδους (σύμβολα, εικόνες ή λέξεις) για τη δημιουργία οπτικών αναπαράστασεων των ιδεών αυτών και των μηνυμάτων. Η οπτική αναπαράσταση ιδεών βασίζεται στη δημιουργία, επιλογή και οργάνωση των οπτικών στοιχείων (διανυσματικά γραφικά, κείμενο κ.α.).

Η γραφιστική αναφέρεται τόσο στη διαδικασία του σχεδιασμού μέσω της οποίας δημιουργείται η επικοινωνία όσο και στα παραγόμενα προϊόντα (σχέδια). Τα συνεκτικά στοιχεία τα οποία είναι απαραίτητα για την επιτυχία της γραφιστικής διαδικασίας είναι η σύλληψη της προσοχής του αποδέκτη, ο έλεγχος των κινήσεων των ματιών σε όλη την επιφάνεια της σχεδίασης, η μεταφορά των πληροφοριών και η πρόκληση συναισθημάτων συγκίνησης. Η σχεδίαση των γραφικών, ακόμη, αναφέρεται στη δημιουργία ενός σχεδίου για την καλύτερη οργάνωση των οπτικών αντικειμένων στο χώρο - ο χώρος μπορεί να είναι ένα δυσδιάστατο επίπεδο, ένα είδος επίπεδης επιφάνειας (οθόνη υπολογιστή) ή τρισδιάστατο αντικείμενο (συσκευασία).

### 2.4.2 Αρχές σχεδίασης γραφικών

Οι βασικές αρχές σχεδίασης των γραφικών συνοψίζονται ως ακολούθως: χρώμα, γραφικά, αντίθεση, επανάληψη, ευθυγράμμιση και εγγύτητα.

Το χρώμα είναι το πιο πολύπλοκο στοιχείο από τα στοιχεία του σχεδιασμού οθόνης και η κακή χρήση του χρώματος είναι συχνό φαινόμενο. Το χρώμα μπορεί να προωθήσει τη βαθιά επεξεργασία σημαντικών πληροφοριών, να βοηθήσει στην οργάνωση του περιεχομένου του μαθησιακού αντικειμένου, να προωθήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ του εκπαιδευόμενου και του περιεχομένου του μαθησιακού αντικειμένου και να διευκολύνει την πλοήγηση. (Hannafin & Hooper, 1989).

Το χρώμα εκτός από την αισθητική του διάσταση, επηρεάζει θέματα εργονομίας και λειτουργικότητας, ενώ παράλληλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει έμφαση σε έννοιες και μηνύματα. Περιπτώσεις χρήσης του χρώματος σε σχέση με συγκεκριμένες έννοιες παρουσιάζονται ως ακολούθως: μεγάλο μέγεθος-κορεσμένα και φωτεινά χρώματα, μικρό μέγεθος - ακόρεστα και σκούρα χρώματα, μεγάλο βάρος - κορεσμένα και σκούρα χρώματα, μικρό βάρος - ακόρεστα φωτεινά χρώματα, βάθος - κορεσμένα και σκούρα χρώματα, εγγύτητα - κορεσμένα και φωτεινά χρώματα, ύψος - ακόρεστα και φωτεινά χρώματα (Γκλαβίνα, 2008).

Η αντίθεση μπορεί να επιτευχθεί μέσω του κειμένου ως εξής (Γκλαβίνα, 2008).

- μέγεθος γραμματοσειράς: μικρό, μεσαίο, μεγάλο
- οικογένεια γραμματοσειρών: serif, sans serif, cursive, monospace κά.
- βάρος γραμματοσειράς: light, normal, medium, bold, extra bold
- στυλ γραμματοσειράς: πλάγια, απλή
- διακόσμηση γραμματοσειράς: χωρίς, με υπογράμμιση, με σκίαση

Η αντίθεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικά σημεία της σχεδίασης. Ειδικότερα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει τον χρήστη στην πλοήγηση (πχ. τίτλοι, μενού).

Όσον αφορά την αρχή της επανάληψης, τα στυλ και τα οπτικά στοιχεία πρέπει να επαναλαμβάνονται έτσι ώστε να δημιουργείται ένα συνεκτικό αποτέλεσμα. Η επανάληψη μπορεί να αποφευχθεί ως εξής (Γκλαβίνα, 2008).

- ιδιότητες κειμένου και γραμματοσειρών: χρήση ίδιου στυλ και μορφής στην ολότητα της σχεδίασης
- χρώμα και εικόνες: τα γραφικά πρέπει να επαναλαμβάνονται και να μορφοποιούνται με τον ίδιο τρόπο
- παρασκήνιο: εικόνες και χρώματα παρασκηπίου
- σελίδες και μορφή ενοτήτων: παρόμοια στοιχεία πρέπει να μορφοποιούνται με τον ίδιο τρόπο
- ευθυγράμμιση: συνεκτική χρήση ευθυγράμμισης

Όσον αφορά την αρχή της ευθυγράμμισης, είναι απαραίτητη η ύπαρξη συμμετρικότητας, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της ύπαρξης ίσων αποστάσεων των

χαρακτήρων (συμμετρική απόσταση). Όσον αφορά την αρχή της εγγύτητας, αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ομαδοποιημένα και σχετιζόμενα μεταξύ τους οπτικά αντικείμενα.

## 2.5 Κριτήρια αξιολόγησης γραφιστικών χαρακτηριστικών των μαθησιακών αντικειμένων

### 2.5.1. Χρώμα

Η κλινική ψυχολογία έχει προβεί σε πολλές υποθέσεις σχετικά με την σημασία των χρωμάτων στην συναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών από πολύ παλιά. Σύμφωνα με τον Goldstein (1939) συγκεκριμένα χρώματα εκμαιεύουν συγκεκριμένες ψυχολογικές αποκρίσεις. Συνολικά, τα αισθητήρια συναισθήματα που αποκτούν οι χρήστες μπορούν να ανιχνευθούν στα χρωματικά αποτελέσματα, αναδεικνύοντας έτσι τη σύνδεση της χρωματικής σύλληψης στην πρόκληση συναισθημάτων (Zentner, 2001). Στην έρευνα του Zentner (2001) δόθηκαν σε παιδιά τριών και τεσσάρων ετών εννέα χρωματιστές κάρτες, τις οποίες κλήθηκαν να δώσουν στον μέντορά τους μία μία κατά σειρά προτίμησης. Έπειτα, τους δόθηκαν εικόνες από τρία πρόσωπα: ένα χαρούμενο, ένα λυπημένο και ένα νευριασμένο, τα οποία έπρεπε να ταιριάξουν με έξι χρώματα. Τα παιδιά επέλεξαν το κόκκινο χρώμα για το χαρούμενο πρόσωπο, το μπλε για το λυπημένο, ενώ δεν επέλεξαν κάποιο χρώμα για το νευριασμένο πρόσωπο.

Συγκεκριμένα, το κόκκινο χρώμα είναι συνδεδεμένο με θυμό, επίθεση, διέγερση· το πράσινο με νωχελικότητα και αφαίρεση· το μαύρο και άλλα σκούρα χρώματα με την κατάθλιψη και το άγχος (Birren, 1978; Sharpe, 1974). Τα ψυχρά χρώματα επιλέγονται από κινητικά παιδιά (Nielson & Taylor, 2007; Torrice & Logripo, 1989) και συνίστανται για μαθητές μεγαλύτερων ηλικιών (Engelbrecht, 2003), ενώ τα θερμά χρώματα χρησιμοποιούνται περισσότερο από παθητικούς μαθητές (Nielson & Taylor, 2007; Torrice & Logripo, 1989) και συνίστανται για μαθητές μικρότερων ηλικιών (Engelbrecht, 2003).

Το κόκκινο είναι το χρώμα των έντονων συναισθημάτων και υπερβολικών ερεθισμάτων (Boyatzis & Varghese, 1993), ενώ θεωρείται η βάση των κινητικών δεξιοτήτων (Morton, 1998). Το κόκκινο χρώμα αυξάνει την πίεση του αίματος, την αναπνοή, τον καρδιακό παλμό και διογκώνει την αίσθηση της όσφρησης (Engelbrecht, 2003). Σε σχολικές αίθουσες μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με άλλα χρώματα, καθώς μπορεί να βοηθήσει σε λεπτομερείς προσανατολισμένες ή επαναλαμβανόμενες εργασίες. Είναι το χρώμα που επιλέγεται από μαθητές ηλικίας επτά ετών (Terwogt & Hoeksma, 2001).

Το μπλε βελτιώνει τη δημιουργικότητα, διεγείρει ένα χαλαρωτικό περιβάλλον (Engelbrecht, 2003) και αποτελεί το αγαπημένο χρώμα παιδιών ηλικίας επτά και έντεκα ετών (Terwogt & Hoeksma, 2001). Δεν πρέπει να χρησιμοποιείται υπερβολικά, καθώς μπορεί να



δημιουργήσει συναισθήματα θλίψης, ειδικά σε μαθητές εννέα με δέκα ετών, όπως έδειξε η έρευνα των Karp & Karp (2001).

Το κίτρινο είναι το χρώμα της χαράς και διεγείρει τη νοημοσύνη. Είναι ιδανικό για χρήση σε δωμάτια παιδιών, αίθουσες σπουδών και χώρους παιχνιδιού. Ωστόσο, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε υπερβολικό βαθμό, καθώς μπορεί να κάνει τα παιδιά να αισθάνονται άγχος. Έρευνες έχουν αποκαλύψει ότι παιδιά με άσθμα και άλλα αναπνευστικά προβλήματα ανταποκρίνονται θετικά στο κίτρινο χρώμα (Torrice & Loggiero, 1989), ενώ μαθητές ηλικίας επτά ετών το προτιμούν σε μεγάλο βαθμό (Terwogt & Hoeksma, 2001). Το κίτρινο χρώμα είναι το πιο φωτεινό και ορατό χρώμα και συνδέεται με αισθήματα ειλικρίνειας σε μαθητές εννέα με δέκα ετών (Karp & Karp, 2001).

Το πράσινο είναι το χρώμα της αφθονίας και μπορεί να χαλαρώσει (Karp & Karp, 2001) και να συμβάλει στην καλύτερη υγεία των παιδιών, επηρεάζοντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων προφορικού λόγου (Torrice & Loggiero, 1989). Το πορτοκαλί χρώμα συνδέεται με το κυκλοφορικό και νευρικό σύστημα (Torrice & Loggiero, 1989) καθώς βελτιώνει την κριτική σκέψη και μνήμη.

Ιδανικό χρώμα για τα παιδιά είναι το μοβ καθώς είναι το χρώμα που εφιστά την προσοχή τους, εφόσον ανταποκρίνεται στην εγκεφαλική δραστηριότητα, στηρίζοντας τις μη λεκτικές δραστηριότητες (Torrice & Loggiero, 1989). Το ροζ είναι ένα χαλαρωτικό χρώμα και έχει την τάση να μειώνει τον καρδιακό παλμό (Morton, 1998), ενώ προτιμάται περισσότερο από τα κορίτσια.

Τα σκούρα χρώματα (καφέ, μαύρο και γκρι) προκαλούν αρνητικά συναισθήματα (Boyatzis & Varghese, 1993). Ωστόσο το καφέ χρώμα συνδέεται με αισθήματα υπεροχής και δύναμης ειδικά σε μαθητές εννέα με δέκα ετών (Karp & Karp, 2001). Το μαύρο χρώμα συνδέεται με αισθήματα φόβου σε μαθητές εννέα με δέκα ετών (Karp & Karp, 2001).

Το χρώμα επιτελεί πολλαπλές λειτουργίες με σημαντικότερες την πρόκληση υποσυνείδητων αντιδράσεων, όπως είναι η αύξηση προσοχής και κατάσταση εγρήγορσης, την διευκόλυνση στην ομαδοποίηση, το διαχωρισμό των στοιχείων των εφαρμογών, την έμφαση στη λογική οργάνωση των εφαρμογών, την προσθήκη ενδιαφέροντος στις εφαρμογές και την βελτίωση της επίδοσης του χρήστη στις επαναλαμβανόμενες λειτουργίες. Η ορθή χρήση των χρωμάτων στα πλαίσια μιας εφαρμογής αποτελεί βασικό συστατικό, καθώς μπορεί να

αποδειχθεί αποτελεσματικός μηχανισμός για την επικοινωνία, μπορεί να βελτιώσει το περιεχόμενό της και να παρέχει δομημένα οπτικά θεμέλια.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι το χρώμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αισθητικούς λόγους, παρόλο που αποτελεί ένα περίπλοκο σύστημα οπτικής γλώσσας της σχεδίασης οθόνης. Το χρώμα μπορεί να προωθήσει βαθιά επεξεργασία σημαντικών πληροφοριών, να βοηθήσει στην οργάνωση του περιεχομένου και να προωθήσει την αλληλεπίδραση και την πλοήγηση (Hannafin & Hooper, 1989). Η αισθητική κωδικοποίηση των χρωμάτων πραγματοποιείται μέσω της χρήσης φωτεινών χρωμάτων για την εισαγωγή νέων πληροφοριών (Krupfer, 1995). Η χρήση των χρωμάτων πρέπει να είναι περιορισμένη και να μην ξεπερνά τα έξι χρώματα στα βασικά στοιχεία σε κάθε οθόνη (Marcus, 1992). Η χρήση πολλών χρωμάτων ή διαφορετικών χρωματικών αποχρώσεων δεν είναι αισθητικά καλό αποτέλεσμα, ενώ το ανθρώπινο μάτι ευαισθητοποιείται περισσότερο από διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας παρά χρωμάτων. Γι' αυτό το λόγο, στη θέση πολλών χρωμάτων είναι δόκιμο να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές αποχρώσεις της ίδιας χρωματικής βάσης. Η χρήση χρωμάτων πρέπει να είναι επιλεκτική για να προσελκυθεί η προσοχή και ειδικότερα, τα χρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την έμφαση κειμένου ή γραφικών (Durrett & Trezona, 1992). Η χρήση ψυχρών, σκούρων και χαμηλού κορεσμού χρωμάτων (πχ. σκούρο πράσινο, γκρι, μπλε, καφέ, σκούρο μοβ, μαύρο) προτιμάται για το φόντο, ώστε να μην επικεντρώνεται ο χρήστης σε αυτό. Αντίθετα, τα χρώματα του προσκηνίου πρέπει να είναι θερμά, ανοιχτόχρωμα και υψηλού κορεσμού (κίτρινο, ροζ, πορτοκαλί, κόκκινο κá) (Faiola, 1990). Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στο προσκηνίο και στο παρασκήνιο πρέπει να έχουν αντίθεση. Η χρήση χρωμάτων υψηλής φωτεινότητας είναι ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα του χρήστη (Misanchuk & Schwier, 1995). Το χρώμα του παρασκήνιο (φόντο) είναι το βασικό χρώμα για την εμφάνιση της οθόνης, ενώ το χρώμα του προσκηνίου είναι το χρώμα για την πληροφορία. Καλό είναι σε όλη την εφαρμογή να διατηρείται η ίδια χρωματική αισθητική. Τα υψηλού κορεσμού και φωτεινά χρώματα είναι πιο ενδιαφέροντα για τον χρήστη. Σημαντικές πληροφορίες στα διάφορα τμήματα της οθόνης πρέπει να παρουσιάζονται με πιο φωτεινά χρώματα. Η αποκλειστική χρήση ουδέτερων χρωμάτων, όπως είναι το μαύρο και το άσπρο ή η χρήση ενός μόνο χρώματος οι αποχρώσεις του οποίου κινούνται από τα όρια του κορεσμένου έως τα όρια του μη κορεσμένου πρέπει να αποφεύγονται, καθώς ελαχιστοποιείται το ενδιαφέρον. Η χρήση των χρωμάτων μπλε, πορτοκαλί, κόκκινο, πράσινο δημιουργούν την αίσθηση του τρισδιάστατου ειδικά όταν χρησιμοποιούνται συνδυαστικά και

πρέπει να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή. Τα φωτεινά χρώματα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε μεγάλες επιφάνειες της οθόνης, καθώς κουράζουν το ανθρώπινο μάτι.

Απαραίτητη στον χρωματικό προσδιορισμό των εφαρμογών είναι η χρωματική παλέτα. Ο ορθός συνδυασμός χρωμάτων μπορεί να δημιουργήσει ένα ευχάριστο περιβάλλον στην εφαρμογή και έτσι οι χρήστες να τη χρησιμοποιούν ευκολότερα. Πριν την χρωματική απόδοση και επιλογή χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η χρωματική παλέτα και αρχικά η κυκλική (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Η κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666).

Υπάρχουν άπειροι συνδυασμοί χρωμάτων οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, δεν είναι όλοι οι συνδυασμοί χρωμάτων επιτυχημένοι. Η τριάδα είναι συνδυασμός 3 χρωμάτων που έχουν ίση απόσταση μεταξύ τους στην κυκλική παλέτα. Ο συνδυασμός αυτός δημιουργεί μια επαρκή αντίθεση διατηρώντας την ισορροπία του χώρου (Σχήμα 2). Η τριάδα είναι κατάλληλη είτε με συνδυασμό έντονων χρωμάτων είτε ασθενέστερων (παλ) (Whelan, 1994).



Σχήμα 2 Η κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666).

Τα χρώματα στην κυκλική παλέτα μπρούν να συνδυαστούν και αναλογικά (Σχήμα 3). Ειδικότερα, συνδυάζοντας 2 ή και 3 ή και περισσότερα γειτονικά χρώματα, δημιουργείται ένα ευχάριστο αποτέλεσμα (Whelan, 1994).



Σχήμα 3 Η κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666).

Ένας ακόμη αποδοτικός στο μάτι συνδυασμός στην κυκλική παλέτα είναι ο τετράγωνος (Σχήμα 4), όπου συνδυάζονται 4 χρώματα με ίση απόσταση μεταξύ τους, τα οποία να μην είναι διαφορετικά, ωστόσο συμπληρώνει το ένα το άλλο, δημιουργώντας ένα δυναμικό αποτέλεσμα (Whelan, 1994).



Σχήμα 4 Η κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666).

### 2.5.2. Αισθητική

Η προσήλωση ενός χρήστη σε μια εφαρμογή επηρεάζεται από ποικίλλους παράγοντες, ανάμεσα στους οποίους είναι ο έλεγχος χρήστη, η αλληλεπίδραση, ο ρυθμός, οι προσωπικές επιλογές του χρήστη, το ενδιαφέρον, η αισθητική και η χρηστικότητα. Η αισθητική αφορά στο γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής και τη διεπαφή. Ο παράγοντας αυτός αναλύει τις καλλιτεχνικές πτυχές της εφαρμογής με τρόπο που αποκαλύπτει την ομορφιά της (Reeves & Harmon, 1993). *"Η αισθητική περιγράφει τις επιθυμητές συναισθηματικές αποκρίσεις που προκαλούνται στους παίκτες, όταν αυτή αλληλεπιδρά με το σύστημα του παιχνιδιού"* (Hunicke, LeBlanc, & Zubek, 2002). Ο παράγοντας απόλαυση αποτελεί τη βασική κινητήριο συναισθηματική δύναμη στα πλαίσια του παιχνιδιού (Crawford, 2004) και κατ' επέκταση του κάθε μαθησιακού αντικειμένου. Τα αισθητικά στοιχεία τα οποία εκτιμώνται από τους χρήστες είναι τα καλά γραφικά, τα χρώματα, τα θέματα, οι κινήσεις και οι ήχοι.

Τα γραφικά πρέπει να είναι όσο πιο απλά γίνεται. Τα κουμπιά που αποκαλύπτουν τις ενέργειες όπως "βοήθεια", "οδηγίες", "έναρξη", "μενού", κά απαιτούν μινιμαλιστικά γραφικά (Σχήμα 5), ενώ οι γραμματοσειρές πρέπει να είναι φυσικές και όχι επιτηδευμένες (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011) , ώστε να επικεντρώνεται ο χρήστης στο περιεχόμενο της λέξης και να μην χάνεται η προσήλωσή του σε αυτό εξαιτίας των έντονων γραφικών στοιχείων που το πλαισιώνουν. Τα μινιμαλιστικά τυπογραφικά στοιχεία βοηθούν τον χρήστη στην αναγνώριση συγκεκριμένων πτυχών του κειμένου (Golding & Fowler, 1992) και οδηγούν στην υιοθέτηση αρχών που τα πλαισιώνουν, οι οποίες αναπτύσσονται ακολούθως:

- Η συνοχή στα τυπογραφικά χαρακτηριστικά μεταφέρει σαφή μηνύματα στον χρήστη, ο οποίος καλείται να αντιμετωπίσει ένα συγκεκριμένο θέμα εκπαιδευτικού περιεχομένου
- Ύπαρξη υψηλής αντίθεσης μεταξύ τυπογραφικών στοιχείων και φόντου (Rivlin, Lewis & Davis-Cooper, 1990).
- Τα τυπογραφικά σύνολα δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 65 χαρακτήρες ανά γραμμή, προσελκύοντας με αυτόν τον τρόπο την προσοχή του χρήστη (Galitz, 1992; Rivlin, Lewis & Davis-Cooper, 1990).
- Η ύπαρξη κεφαλαιογράμματος γραμματοσειρών βοηθάει στην συνοχή του μαθησιακού αντικειμένου, καθώς έτσι επιτυγχάνεται η αποφυγή σύγχυσης εκ μέρους των χρηστών όσον αφορά την ερμηνεία και απομνημόνευση των λέξεων (πχ. οδηγίες, έναρξη, σκορ) (Σχήμα 5).

# ΒΟΗΘΕΙΑ ΒΟΗΘΕΙΑ

## Σχήμα 5 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

- Χρήση απλών γραμματοσειρών χωρίς “ουρές” (sans serif) και μεικτόγραμμες απολήξεις (Σχήμα 5).
- Αποφυγή χρήσης περισσότερων από δύο γραμματοσειρών, οι οποίες ωστόσο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν σε ποικίλλα μεγέθη και βάρη (Strauss, 1991).
- Κατάλληλα μεγέθη γραμματοσειρών (τα ασφαλή μεγέθη γραμματοσειρών είναι 12sp για μικρά στοιχεία κειμένου, 14sp για το μεγαλύτερο μέρος του κειμένου, 18sp για σημεία του κειμένου που χρειάζεται να δίνεται έμφαση, 22sp για σύντομα στοιχεία του κειμένου στα οποία χρειάζεται να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση) ώστε να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα (Σχήμα 6).

Μέγεθος κειμένου πολύ μικρό	12sp
Μέγεθος κειμένου μικρό	14sp
Μέγεθος κειμένου μεσαίο	18sp
Μέγεθος κειμένου μεγάλο	22sp

## Σχήμα 6 Μεγέθη γραμματοσειρών τυπογραφικών στοιχείων

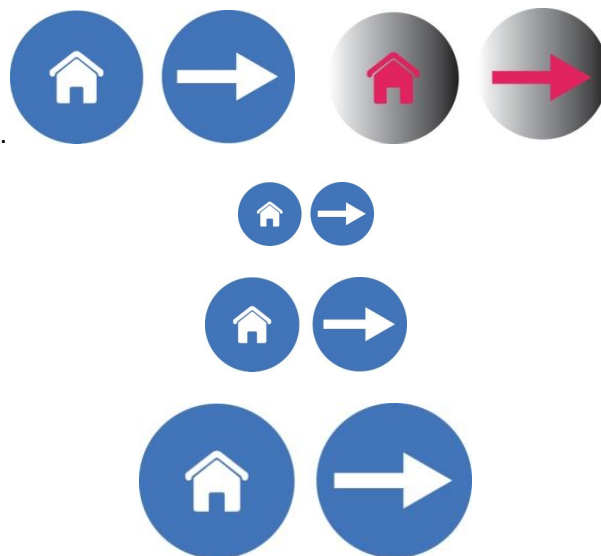
- Χρήση έντονων σε αντίθεση χρωμάτων στις γραμματοσειρές. καθώς το χρώμα του κειμένου συνδέεται άρρηκτα με την αναγνωσιμότητα του από τους χρήστες.
- Χρήση συγκεκριμένου πάχους γραμματοσειρών ανάλογα με την σκοπιμότητα (Σχήμα 7). Για περισσότερη έμφαση χρησιμοποιούνται τα πιο μεγάλα βάρη.

Κείμενο thin  
 Κείμενο light  
 Κείμενο regular  
**Κείμενο semibold**  
**Κείμενο bold**  
**Κείμενο extra bold**

## Σχήμα 7 Βάρη γραμματοσειρών τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εφαρμογής, καθώς μέσω αυτών ο χρήστης μπορεί να περιηγηθεί εύκολα και γρήγορα μέσα στην εφαρμογή. Τα εικονίδια πρέπει

να είναι απλά και εύληπτα για να μπορεί ο χρήστης να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το σκοπό ύπαρξής τους. Για την επίτευξη του στόχου της απλότητας, τα εικονίδια πρέπει να σχεδιάζονται με καθαρές γραμμές, ευκρινείς άκρες, με απλά σχήματα και να είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους (Σχήμα 8). Ο σχεδιασμός πρέπει να είναι χωρίς σκιές και διαβάθμιση χρωμάτων (flat) και πρέπει να αποφεύγονται οι απαλές καμπύλες και τα μυτερά σχήματα. Ταυτόχρονα, η ίδια τους η φυσική ύπαρξη δεν προϋποθέτει λεκτικούς χαρακτηρισμούς ή κείμενο, καθώς η λειτουργία τους είναι συμβολική. Το μέγεθος των εικονιδίων δε χρειάζεται να είναι μεγάλο, αντίθετα μια μικρότερη διάσταση είναι απαιτούμενη (Σχήμα 8).



Σχήμα 8 Εικονίδια

### 2.5.3. Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Είναι απαραίτητη η ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ του μεγέθους των στοιχείων του μαθησιακού αντικειμένου και του μεγέθους των στοιχείων του σκηνικού του (Σχήμα 9). Οι χρήστες χρειάζεται να αντιμετωπίζουν την ολική εικόνα του μαθησιακού αντικειμένου για να μπορέσουν να κατανοήσουν τη θέση των στοιχείων του κάθε φορά (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011) Το φόντο, οι χαρακτήρες και τα κείμενα του αντικειμένου επιλέγονται αναλογικά με το μέγεθος της οθόνης και τις προδιαγραφές της συσκευής στην οποία χρησιμοποιείται το μαθησιακό αντικείμενο (ηλεκτρονικός υπολογιστής, κινητό τηλέφωνο, tablet κ.) (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011).



Σχήμα 9 Προσκήνιο εφαρμογής

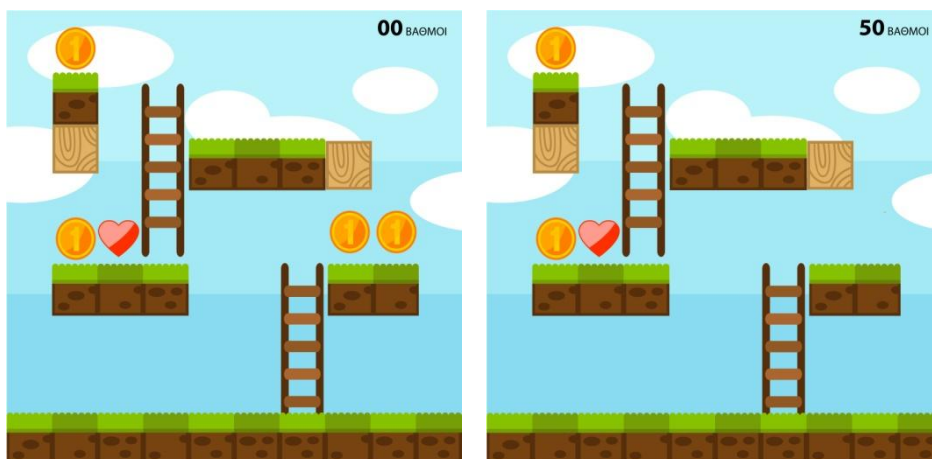
Τα στοιχεία που βρίσκονται στο προσκήνιο πρέπει να ξεχωρίζουν από τα στοιχεία του φόντου· με άλλα λόγια, το φόντο δεν πρέπει να είναι ούτε άδειο με αχρησιμοποίητους κενούς χώρους αλλά ούτε και γεμάτο (Σχήμα 10). Οι διάλογοι και οι εντολές πρέπει να τοποθετούνται σε ευδιάκριτα σημεία και να υπάρχει επαρκής αντίθεση. Η διεπαφή χρήστη, τα γραφικά και οι χαρακτήρες-στοιχεία πρέπει να έχουν συνοχή με το φυσικό περιβάλλον της ιστορίας που περιγράφει το κάθε μαθησιακό αντικείμενο (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011).





Σχήμα 10 Παρασκήνιο εφαρμογής

Η επιλογή "Μενού" πρέπει να τοποθετείται στην κεντρική οθόνη του μαθησιακού αντικειμένου ή σε κάθε οθόνη επιπέδων ή και ρυθμίσεων (Σχήμα 10), ενώ είναι απαραίτητη η ύπαρξη κουμπιού "Πίσω" ή "Μενού" ή "Πίσω στο Μενού", βοηθώντας έτσι τον χρήστη να έχει πρόσβαση σε αυτό με ευκολία (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011). Επιπλέον, η βαθμολογία των παικτών-χρηστών πρέπει να τοποθετείται σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης και να βρίσκεται στο ίδιο σημείο όταν εναλλάσσεται αυτή (Σχήμα 11), βοηθώντας τους χρήστες να είναι πάντοτε ενημερωμένοι για τη βαθμολογία τους.



Σχήμα 11 Τοποθέτηση βαθμολογίας στην οθόνη

Οι διαστάσεις του σχεδιασμού οθόνης αναλύουν αν τα κείμενα, τα γραφικά, τα βίντεο, οι ήχοι μιας εφαρμογής είναι σωστά οργανωμένα (σχήμα 12). Ο σχεδιασμός οθόνης αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την αλληλεπίδραση μεταξύ χρήστη και μηχανής (Galitz, 1992; Lucas, 1991). Μια αποτελεσματική διεπαφή μεταξύ χρήστη και υπολογιστή δημιουργεί μια αποτελεσματική επικοινωνία, η οποία οδηγεί σε μια καλύτερη μαθησιακή επίδοση. Ο σχεδιασμός οθόνης αποτελεί μια πολύπλοκη διάσταση η οποία μπορεί

να διασπαστεί σε πολλαπλά τμήματα όπως το κείμενο, τα εικονίδια, τα γραφικά και τα χρώματα (Reeves & Harmon, 1993). Η ενσωμάτωση των μεσων αναλύει τον τρόπο με τον οποίο συνδυάζονται τα στοιχεία της εφαρμογής (κείμενα, γραφικά στοιχεία, βίντεο, ήχοι κ.ά) ώστε να δημιουργείται μια συνεκτική εφαρμογή (Reeves & Harmon, 1993) αποκαλύπτοντας μια αποτελεσματική επικοινωνία ανάμεσα στον χρήστη και τον υπολογιστή.



Σχήμα 12 Σχεδιασμός οθόνης

Η διάταξη αναφέρεται στο τρόπο με τον οποίο φαίνονται τα στοιχεία στην οθόνη μιας εφαρμογής και κατ' επέκταση πρέπει να αναδεικνύει στους χρήστες τις επιλογές τους στα πλαίσια της εφαρμογής. Για να είναι εύκολο στον χρήστη να επικεντρωθεί στην κύρια δραστηριότητα της εφαρμογής θα πρέπει να υπάρχει ιεραρχία στην διάταξη ως προς το σημαντικό περιεχόμενο ή τη λειτουργικότητα. Ένας καλός τρόπος για να γίνει αυτό είναι τα κύρια στοιχεία να τοποθετούνται στο άνω ήμισυ της οθόνης, από τα αριστερά προς τα δεξιά και κοντά στην αριστερή πλευρά της οθόνης (Σχήμα 13).

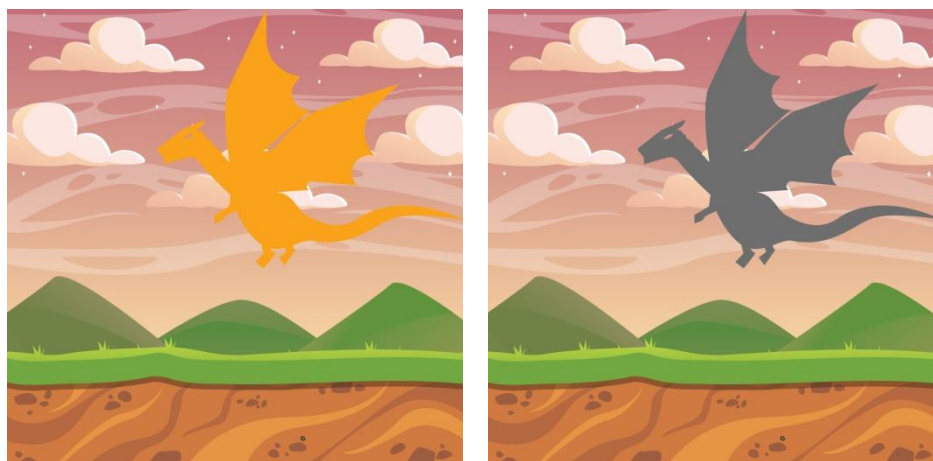


Σχήμα 13 Διάταξη οθόνης

Για την επίτευξη υψηλής αισθητικής πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν οι ακόλουθοι παράμετροι:

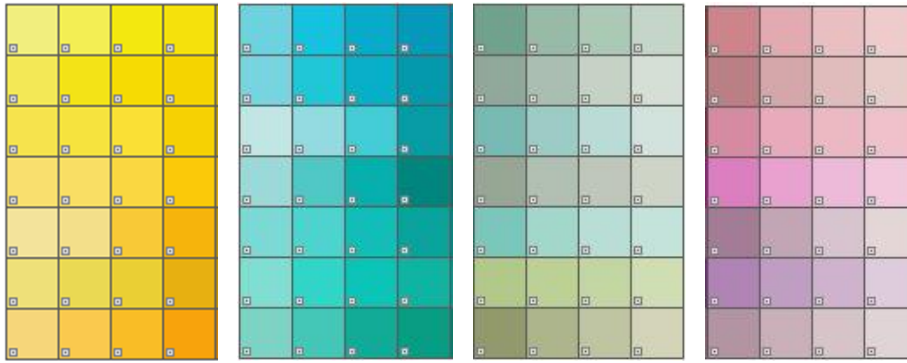
- εξισορροπημένη κατανομή των οπτικών στοιχείων στην οθόνη. Τα βασικά και τα επιμέρους στοιχεία της οθόνης πρέπει να είναι τοποθετημένα όχι άτακτα αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανεμημένο οπτικό βάρος και εν γένει την αίσθηση της ισορροπίας.
- σωστές αναλογίες στην απόσταση μεταξύ των στοιχείων αλλά και μεταξύ των άκρων της οθόνης και των στοιχείων.
- ορθή διάταξη της οθόνης. Η διευθέτηση των στοιχείων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται το στοιχείο στο οποίο έχει δοθεί έμφαση στο σχεδιασμό της εικόνας.

Για να δοθεί η αίσθηση μεγάλου μεγέθους αντικειμένων μέσα στην εφαρμογή πρέπει να χρησιμοποιούνται χρώματα υψηλής καθαρότητας και φωτεινά, ενώ η αίσθηση του μικρού βάρους δημιουργείται με σκούρα χρώματα. Ειδικότερα, τα αντικείμενα που είναι σχεδιασμένα με φωτεινά και καθαρά χρώματα, εμφανίζονται σε μεγάλες διαστάσεις - για παράδειγμα, ένα αντικείμενο σε πορτοκαλί χρώμα φαίνεται μεγαλύτερο από ένα σε μαύρο χρώμα, το οποίο ωστόσο έχει τις ίδιες διαστάσεις (Σχήμα 14).



Σχήμα 14 Αντικείμενα με φωτεινά και σκούρα χρώματα

Η αίσθηση της προοπτικής και του βάθους δημιουργείται με αντικείμενα που φέρουν χρώματα καθαρά και σκούρα, ενώ τα καθαρά και θερμά χρώματα όπως το κόκκινο, το κίτρινο και το πορτοκαλί δίνουν την αίσθηση του κοντινού. Η αίσθηση του ύψους δημιουργείται με αντικείμενα που φέρουν μη κορεσμένα φωτεινά χρώματα (Σχήμα 15).



Σχήμα 15 Μη κορεσμένα φωτεινά χρώματα

## 2.6 Κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής γραφικών μαθησιακών αντικειμένων

Από τα κριτήρια αξιολόγησης γραφιστικών χαρακτηριστικών των μαθησιακών αντικειμένων προκύπτουν οι κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής μαθησιακών αντικειμένων (πίνακας 2).

**Πίνακας 2. Κατευθυντήριες γραμμές κατασκευής μαθησιακών αντικειμένων**

<b>Χρώμα</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρήση φωτεινών χρωμάτων για την πραγμάτωση της αισθητικής κωδικοποίησης (Krupfer, 1995)</li> <li>• Η χρήση των χρωμάτων πρέπει να είναι περιορισμένη και να μην ξεπερνά τα έξι χρώματα στα βασικά στοιχεία σε κάθε οθόνη (Marcus, 1992)</li> <li>• Η χρήση πολλών χρωμάτων ή διαφορετικών χρωματικών αποχρώσεων δε φέρει αισθητικά καλό αποτέλεσμα. Γι' αυτό, στη θέση πολλών χρωμάτων είναι δόκιμο να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές αποχρώσεις της ίδιας χρωματικής βάσης.</li> <li>• Επιλεκτική χρήση χρωμάτων (Durrett &amp; Trezona, 1992)</li> <li>• Χρήση χρωμάτων για την έμφαση κειμένου ή γραφικών (Durrett &amp; Trezona, 1992)</li> <li>• Χρήση ψυχρών, σκούρων και χαμηλού κορεσμού χρωμάτων (πχ. σκούρο πράσινο, γκρι, μπλε, καφέ, σκούρο μοβ, μαύρο) στο φόντο (Faiola, 1990)</li> <li>• Χρήση θερμών, ανοιχτόχρωμων και υψηλού κορεσμού χρωμάτων (κίτρινο, ροζ, πορτοκαλί, κόκκινο κά) στο προσκήνιο (Faiola, 1990)</li> <li>• Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στο προσκήνιο και στο παρασκήνιο πρέπει να έχουν αντίθεση.</li> <li>• Το χρώμα του παρασκηνίου (φόντο) είναι το βασικό χρώμα για την εμφάνιση της οθόνης, ενώ το χρώμα του προσκηνίου είναι το χρώμα για την πληροφορία.</li> <li>• Διατήρηση ίδιας χρωματικής αισθητικής σε όλο το εύρος της εφαρμογής.</li> <li>• Τα υψηλού κορεσμού και φωτεινά χρώματα είναι πιο ενδιαφέροντα για τον χρήστη.</li> <li>• Σημαντικές πληροφορίες στα διάφορα τμήματα της οθόνης πρέπει να παρουσιάζονται με πιο φωτεινά χρώματα.</li> <li>• Αποφυγή αποκλειστικής χρήσης ουδέτερων χρωμάτων, όπως είναι το μαύρο και το άσπρο ή χρήσης ενός μόνο χρώματος οι αποχρώσεις του οποίου κινούνται από τα όρια του κορεσμένου έως τα όρια του μη κορεσμένου.</li> <li>• Η χρήση των μπλε, πορτοκαλί, κόκκινο, πράσινο δημιουργούν την αίσθηση του τρισδιάστατου ειδικά όταν χρησιμοποιούνται συνδυαστικά και πρέπει να χρησιμοποιούνται με ιδιαίτερη προσοχή.</li> </ul>
--------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αποφυγή χρήσης φωτεινών χρωμάτων σε μεγάλες επιφάνειες της οθόνης.</li> <li>• Χρήση χρωμάτων υψηλής φωτεινότητας ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα του χρήστη (Misanchuk &amp; Schwier, 1995)</li> <li>• Ο ορθός συνδυασμός χρωμάτων μπορεί να δημιουργήσει ένα ευχάριστο περιβάλλον στην εφαρμογή με αποτέλεσμα τη συμβολή στην ευχρηστία της.</li> <li>• Χρήση συνδυασμών κυκλικής χρωματικής παλέτας</li> <li>• Χρήση χρωμάτων υψηλής καθαρότητας και φωτεινότητας για τη δημιουργία της αίσθησης μεγάλου μεγέθους αντικειμένων μέσα στην εφαρμογή</li> </ul>
Γραφικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δημιουργία απλών γραφικών, μέσα από τα οποία αποκαλύπτεται μια μινιμαλιστική διάθεση (Golding &amp; Fowler, 1992)</li> <li>• Χρήση φυσικών και όχι επιτηδευμένων γραμματοσειρών</li> <li>• Συνοχή μορφοποίησης τυπογραφικών στοιχείων</li> <li>• Υψηλή αντίθεση μεταξύ τυπογραφικών στοιχείων και φόντου (Rivlin, Lewis &amp; Davis-Cooper, 1990)</li> <li>• Τα τυπογραφικά στοιχεία δεν πρέπει να υπερβαίνουν τους 65 χαρακτήρες ανά γραμμή (Galitz, 1992; Rivlin, Lewis &amp; Davis-Cooper, 1990)</li> <li>• Προτίμηση κεφαλαιογράμματος γραμματοσειρών</li> <li>• Χρήση απλών γραμματοσειρών χωρίς "ουρές" και μεικτόγραμμες απολήξεις</li> <li>• Συνδυασμός αυστηρά δύο γραμματοσειρών ανά οθόνη (Strauss, 1991)</li> <li>• Χρήση ποικίλων μεγεθών και βαρών στα τυπογραφικά στοιχεία (Strauss, 1991)</li> <li>• Χρήση κατάλληλων μεγεθών γραμματοσειρών (12sp, 14sp, 18sp, 22sp), ώστε να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα.</li> <li>• Χρήση φωτεινών και έντονων σε αντίθεση χρωμάτων στις γραμματοσειρές. καθώς το χρώμα του κειμένου συνδέεται άρρηκτα με την αναγνωσιμότητα του από τους χρήστες.</li> <li>• Χρήση διαφόρων παχών γραμματοσειρών ανάλογα με την σκοπιμότητα</li> <li>• Τα εικονίδια πρέπει να είναι απλά για να μπορεί ο χρήστης να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το σκοπό ύπαρξής τους.</li> <li>• Τα εικονίδια πρέπει να σχεδιάζονται με καθαρές γραμμές, ευκρινείς άκρες, με απλά σχήματα</li> <li>• Τα εικονίδια πρέπει να είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους.</li> <li>• Ο σχεδιασμός των εικονιδίων πρέπει να είναι χωρίς σκιές και διαβάθμιση</li> </ul>

	<p>χρωμάτων (flat). Πρέπει να αποφεύγονται οι απαλές καμπύλες και τα μυτερά σχήματα.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Τα εικονίδια (βέλη για μπρος-πίσω, σπίτι για κεντρική σελίδα κτλ) δε χρειάζεται να συνοδεύονται από λέξεις, καθώς η λειτουργία τους είναι συμβολική.</li> <li>• Το μέγεθος των εικονιδίων δε χρειάζεται να είναι μεγάλο.</li> <li>• Ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ του μαθησιακού αντικειμένου και του μεγέθους των στοιχείων του σκηνικού (φόντου)</li> <li>• Εξισορροπημένη κατανομή των οπτικών στοιχείων στην οθόνη. Τα βασικά και τα επιμέρους στοιχεία της οθόνης πρέπει να είναι τοποθετημένα όχι άτακτα αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανεμημένο οπτικό βάρος και εν γένει την αίσθηση της ισορροπίας.</li> <li>• Σωστές αναλογίες στην απόσταση μεταξύ των στοιχείων αλλά και μεταξύ των άκρων της οθόνης και των στοιχείων</li> </ul>
<p><b>Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διαχωρισμός στοιχείων προσκηνίου από τα στοιχεία του φόντου</li> <li>• Το φόντο δεν πρέπει να έχει πολλούς κενούς, ανεκμετάλλετους χώρους. Αντίθετα, όλοι οι χώροι του πρέπει να είναι καλυμμένοι με πληροφορίες.</li> <li>• Οι διάλογοι και οι εντολές πρέπει να τοποθετούνται σε εμφανή σημεία στην οθόνη και να υπάρχει επαρκής αντίθεση</li> <li>• Η διεπαφή χρήστη πρέπει να είναι συνεκτική με το περιβάλλον το οποίο περιγράφει το μαθησιακό αντικείμενο (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011)</li> <li>• Τοποθέτηση επιλογής "Μενού" στην κεντρική οθόνη αν θεωρείται απαραίτητη η ύπαρξή του</li> <li>• Απαραίτητη η ύπαρξη κουμπιών "Πίσω" ή "Μενού" ή "Πίσω στο Μενού" (Fotouhi-Ghazvini et. al, 2011) αν θεωρείται απαραίτητη η ύπαρξή τους</li> <li>• Απαραίτητος ο συνδυασμός κειμένου, ήχου, εικόνας και χρωμάτων (Reeves &amp; Harmon, 1993) αν θεωρείται απαραίτητη η ύπαρξή του</li> <li>• Έμφαση στις διαστάσεις οθόνης (Galitz, 1992; Lucas, 1991)</li> <li>• Ύπαρξη ιεραρχίας στην διάταξη ως προς το σημαντικό περιεχόμενο ή τη λειτουργικότητα της εφαρμογής. Τα σημαντικότερα στοιχεία πρέπει να τοποθετούνται στο άνω ήμισυ της οθόνης, από τα αριστερά προς τα δεξιά και κοντά στην αριστερή πλευρά της οθόνης.</li> <li>• Ορθή διάταξη της οθόνης. Η διευθέτηση των στοιχείων πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται το στοιχείο στο οποίο έχει δοθεί έμφαση</li> </ul>

στο σχεδιασμό της εικόνας.

- Χρήση σκούρων χρωμάτων για τη δημιουργία της αίσθησης μικρού βάρους.
- Η αίσθηση της προοπτικής και του βάθους δημιουργείται με αντικείμενα που φέρουν χρώματα καθαρά και σκούρα, ενώ τα καθαρά και θερμά χρώματα όπως το κόκκινο, το κίτρινο και το πορτοκαλί δίνουν την αίσθηση του κοντινού.
- Η αίσθηση του ύψους δημιουργείται με αντικείμενα που φέρουν μη κορεσμένα φωτεινά χρώματα.



### 3. Μεθοδολογία

#### 3.1 Σκοπός και Στόχοι

Σκοπός της εργασίας είναι η αξιοποίηση αρχών αισθητικής για τη σχεδίαση ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων.

Στόχος της εργασίας είναι η προσαρμογή της διεπαφής σε συγκεκριμένα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα από τη Φυσική της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

#### 3.2 Δείγμα

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν ψηφιακά αντικείμενα που βρίσκονται στην εθνική ψηφιακή πλατφόρμα συσσώρευσης εκπαιδευτικού περιεχομένου για την Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, έχουν ως γνωστικό αντικείμενο τη Φυσική και απευθύνονται σε μαθητές ηλικίας 9-15 ετών.

##### 3.2.1. Επιλογή θεματικών ενοτήτων και ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων

Από τη θεματική περιοχή «Καταστάσεις της ύλης» χρησιμοποιήθηκε το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Μεταφορά θερμότητας» (<http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8583>), τη θεματική περιοχή «Δυνάμεις και κινήσεις» το αντικείμενο «Παιχνίδι με τη μετατόπιση» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1627>), στη θεματική περιοχή «Ήχος» τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα «Ο ήχος είναι κύμα» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8461>), «Μουσικά όργανα και οι ήχοι τους» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7997>) και «Χροιά ήχου» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8463>), στη θεματική περιοχή «Οπτική» το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Λαμπτήρας πυράκτωσης» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8450>), στη θεματική περιοχή «Ενέργεια» το ψηφιακό μαθησιακό αντικείμενο «Οι ενέργειες και οι μετατροπές της» (<http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8464>) και τέλος, στη θεματική περιοχή «Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός» τα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα «Αρχή λειτουργίας κινητήρων» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8584>) και «Αρχή λειτουργίας κινητήρα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος» (<http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8581>) (πίνακας 3).

Πίνακας 3 Μαθησιακά αντικείμενα

Τίτλος μαθησιακού αντικειμένου	Θεματική Περιοχή: Φυσική	Βαθμίδα Εκπαίδευσης	Τύπος μαθησιακού αντικειμένου
Μεταφορά θερμότητας με αγωγή	Καταστάσεις της ύλης	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Παιχνίδι με τη μετατόπιση	Δυνάμεις και Κινήσεις > Μετατόπιση Δυνάμεις και Κινήσεις > Μεταβολή θέσης	δημοτικό, γυμνάσιο, γενικό λύκειο, επαγγελματικό λύκειο (ΕΠΑ.Λ)	εκπαιδευτικό παιχνίδι
Ο ήχος είναι κύμα	Ήχος	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Μουσικά όργανα και οι ήχοι τους	Ήχος > Ήχητικές πηγές	προσχολική, δημοτικό	εφαρμογή
Λαμπτήρας πυράκτωσης	Οπτική	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Χροιά ήχου	Ήχος	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Οι ενέργειες και οι μετατροπές της	Ενέργεια > Μετατροπή της ενέργειας	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Αρχή λειτουργίας κινητήρων	Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός > Ηλεκτρικός κινητήρας	δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή
Αρχή λειτουργίας κινητήρα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος	Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός > Ηλεκτρικός κινητήρας	προσχολική, δημοτικό, γυμνάσιο	εφαρμογή

### 3.3 Διαδικασία

Με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική επισκόπηση (πίνακας 2) μεταβλήθηκαν τα γραφικά χαρακτηριστικά των μαθησιακών αντικειμένων. Λήφθησαν στιγμιότυπα (screenshots) των οθονών του κάθε μαθησιακού αντικειμένου, στα οποία στη συνέχεια έγιναν οι τροποποιήσεις.

#### 4. Αποτελέσματα σχεδιασμού γραφιστικού περιβάλλοντος ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων

Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή" παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

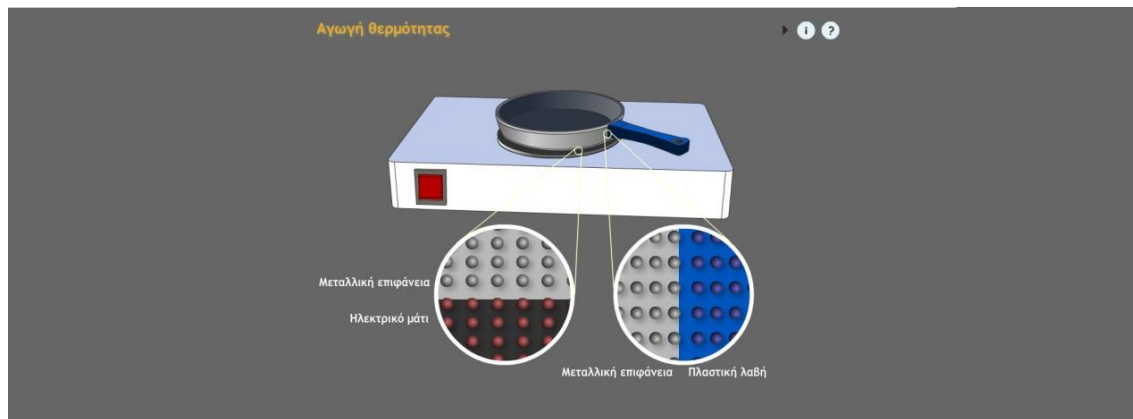
Πίνακας 4 Μεταφορά θερμότητας με αγωγή

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Μεταφορά θερμότητας με αγωγή
<b>Περιγραφή:</b>	Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα μελέτης της μεταφοράς θερμότητας σε διάφορα υλικά με παρουσίαση του μηχανισμού σε μικροσκοπικό επίπεδο.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	Δημοτικό-γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	μεταφορά θερμότητας, αγωγή, μικρόκοσμος
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8583">http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8583</a>

Το σχήμα 16 παρουσιάζει την αρχική οθόνη εφαρμογής. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το γκρι σκούρο, ενώ παρατηρείται ότι τα κουμπιά πλοήγησης (στην συγκεκριμένη περίπτωση το κουμπί της βοήθειας) βρίσκονται σε μη εμφανές σημείο επάνω δεξιά στην οθόνη. Ακόμη, τα κουμπιά πλοήγησης στην οθόνη των οδηγιών είναι ελλειπής, καθώς δεν υφίσταται κουμπί που να ανακατευθύνει στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής.

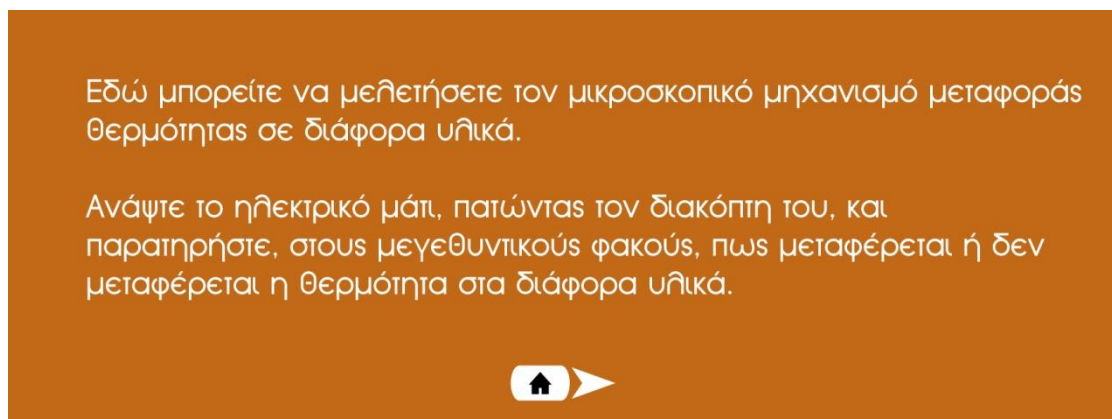
Τα χρώματα που έχουν επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το λευκό και το κίτρινο με εφε (glow effect), ενώ παρατηρούνται αρκετοί κενοί χώροι στην οθόνη, καθώς όλα τα γραφικά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό σημείο της οθόνης, αφήνοντας ανεκμετάλλετους χώρους αριστερά και δεξιά.

Τέλος, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής, καθώς εντοπίζεται ένα τηγάνι στο οποίο δεν υπάρχει κάποιο προϊόν φαγητού, δημιουργώντας ένα μη ρεαλιστικό περιβάλλον.

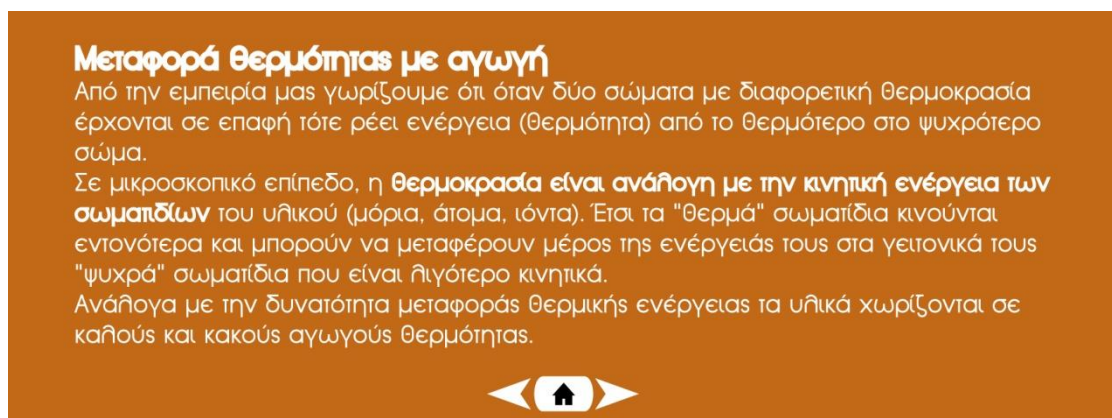


Σχήμα 16 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 17-20.



Σχήμα 17 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία



Σχήμα 18 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

### Καλός αγωγός ή θερμοαγωγός υλικό

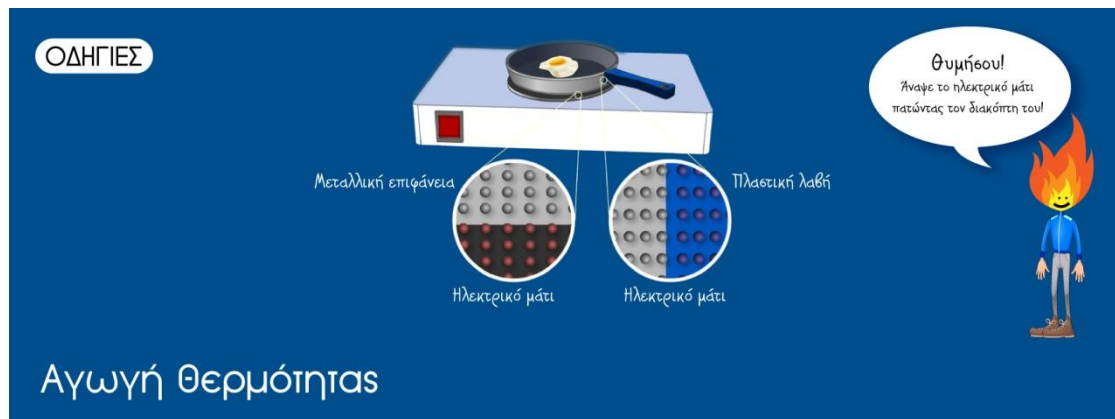
Είναι υλικά όπως τα μέταλλα, στα οποία μπορεί να ρέει η θερμότητα. Στα μέταλλα, η μεταφορά ενέργειας διευκολύνεται σημαντικά από την ύπαρξη ελεύθερων ηλεκτρονίων που μπορούν, μέσω συγκρούσεων με τα γειτονικά άτομα, να μεταφέρουν την θερμική ενέργεια από άτομο σε άτομο.

### Κακός αγωγός ή θερμομονωτικό υλικό

Είναι υλικά όπως το ξύλο και το πηλαστικό όπου η θερμότητα δεν άγεται (δεν μεταφέρεται) με ευκολία



Σχήμα 19 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία



Σχήμα 20 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

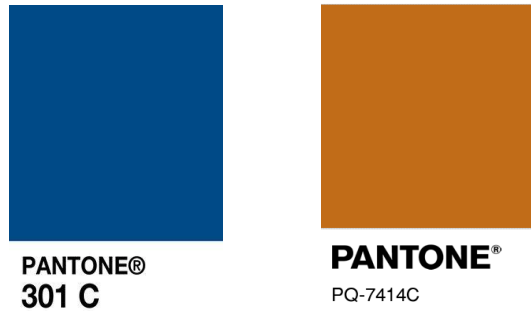
Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή" αναφέρονται σε όλες τις κατηγορίες οδηγιών κατασκευής γραφικών (χρώμα, γραφικά, συνοχή και λειτουργική σχεδίαση).

### Χρώμα

Το χρώμα του παρασκηνίου από γκρι σκούρο γίνεται μπλε σκούρο (PANTONE 301C) αλλά φωτεινό (σχήμα 21), επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knpfer (1995). Διατηρείται με άλλα λόγια το σκούρο φόντο στην αρχική οθόνη και στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής και επιλέγεται το μπλε χρώμα από την κυκλική χρωματική παλέτα.

Στην οθόνη των οδηγιών επιλέγεται το σκούρο πορτοκαλί χρώμα (PANTONE 7414C) (σχήμα 21) για την πραγμάτωση της αισθητικής κωδικοποίησης (Knpfer, 1995), ενώ έχει επιλεγεί ειδικά ο συνδυασμός του χρώματος πορτοκαλί (οθόνη οδηγιών)-μπλε (κεντρική

οθόνη) σύμφωνα με την κυκλική χρωματική παλέτα, καθώς τα δύο χρώματα αυτά βρίσκονται απέναντι το ένα από το άλλο, επιτυγχάνοντας έτσι την χρωματική ισορροπία (σχήμα 22).



Σχήμα 21 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone



Σχήμα 22 Κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666)

Στις οδηγίες, όπως επίσης και στα τυπογραφικά στοιχεία της κεντρικής οθόνης έχουν χρησιμοποιηθεί φωτεινά χρώματα (λευκό), ώστε να αποδίδεται η σωστή έμφαση στο κείμενο και στην αναδύομενη από αυτό πληροφορία (Durrett & Trezona, 1992).

## Γραφικά

Οι γραμματοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν είναι απλές και φυσικές χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμες απολήξεις, ενώ αυστηρά χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δύο γραμματοσειρών (Aka-Acid-TypoGrotesk και PFKidsPro-GradeFive) (Strauss, 1991) (σχήμα 23).

PFKidsPro-GradeFive  
Aka-Acid-TypoGrotesk

Σχήμα 23 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Ακόμη, έγινε χρήση ποικίλων βαρών στα τυπογραφικά στοιχεία με ταυτόχρονη χρήση κατάλληλων μεγεθών, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα τους. Ωστόσο, η αναγνωσιμότητα επιτυγχάνεται και από τη χρήση του λευκού χρώματος, το οποίο δημιουργεί την απαραίτητη αντίθεση με τα στοιχεία του παρασκηνίου (Rivlin, Lewis & Davis-Cooper, 1990).

Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων είναι απλά και εύληπτα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το λόγο ύπαρξής τους. Τα επιλεγμένα εικονίδια συμβαδίζουν με τις οδηγίες κατασκευής γραφικών εκπαιδευτικών εφαρμογών, καθώς είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους, χωρίς σκιές και διαβάθμιση χρωμάτων και έχουν μικρό μέγεθος (Σχήμα 24).

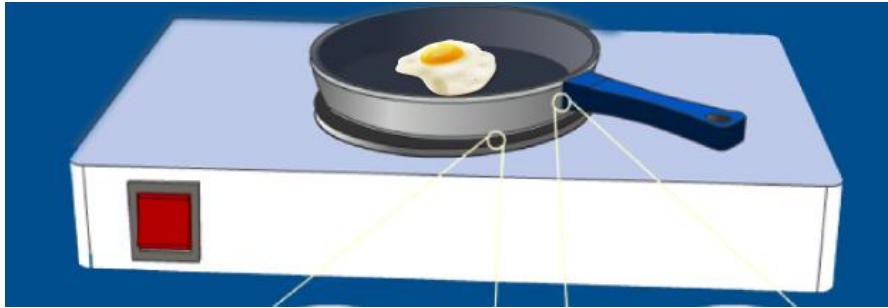


Σχήμα 24 Εικονίδια πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Ως προς τη συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, υπάρχει έντονο το στοιχείο του διαχωρισμού ανάμεσα στα στοιχεία του προσκηνίου και του παρασκηνίου, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχουν πολλοί κενοί χώροι στην ολότητα της οθόνης της εφαρμογής. Οι εντολές και διάλογοι έχουν τοποθετηθεί σε εμφανή σημεία, ενώ καθίσταται απαραίτητη η ύπαρξη των κουμπιών πλοήγησης (κεντρική οθόνη, μπροστά, πίσω, οδηγίες) (σχήμα 24). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής και αυτό έχει επιτευχθεί με την τοποθέτηση ενός αβγού στο τηγάνι, κάτι το οποίο έλειπε από τον προηγούμενο σχεδιασμό και αποτελεί ωστόσο πηγή ρεαλιστικότητας της εφαρμογής (σχήμα 25). Επιπλέον, η δημιουργία του γραφιστικής φιγούρας, η οποία ταυτόχρονα συμβουλεύει τον

χρήστη, καθιστά το περιβάλλον της εφαρμογής περισσότερο φιλικό προς τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες απευθύνεται η εφαρμογή (σχήμα 26).

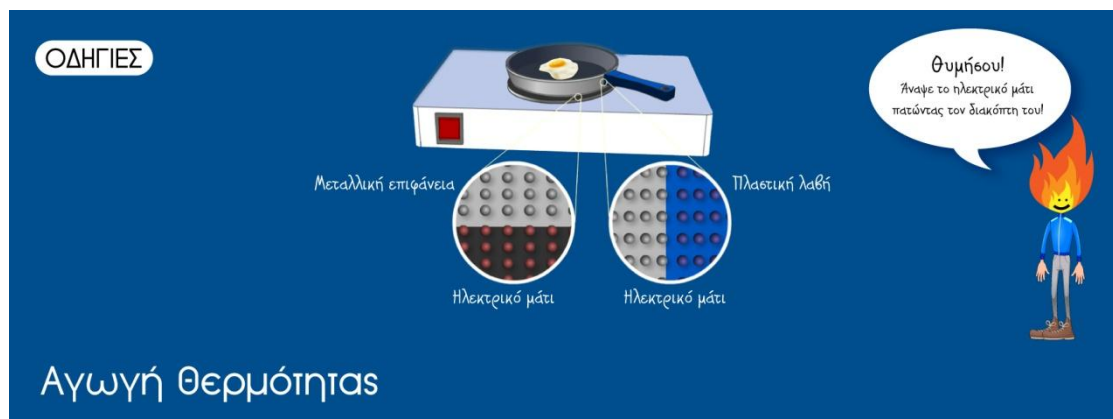


Σχήμα 25 Προσθήκη γραφικών στοιχείων



Σχήμα 26 Γραφιστική φιγούρα

Τέλος, τα σημαντικότερα στοιχεία έχουν με τέτοιο τρόπο ώστε να εξισορροπείται η κατανομή των οπτικών στοιχείων στην οθόνη (Σχήμα 27). Τα βασικά και τα επιμέρους στοιχεία της οθόνης είναι τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανεμημένο οπτικό βάρος και εν γένει την αίσθηση της ισορροπίας.



Σχήμα 27 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή" παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

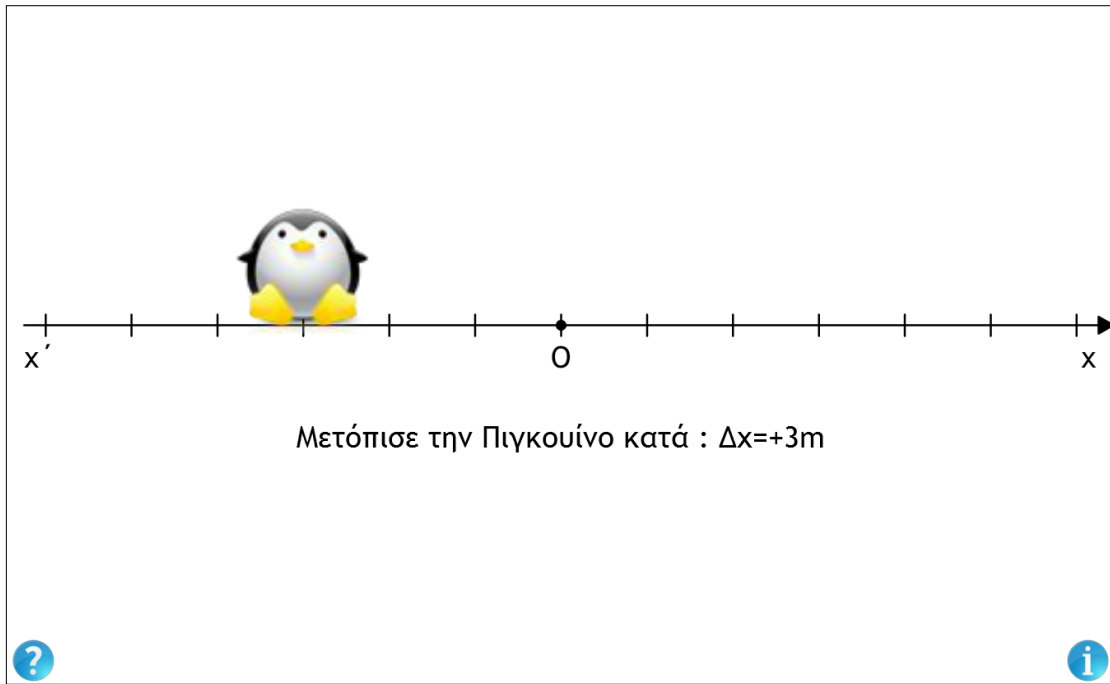
Πίνακας 5 Παιχνίδι με τη μετατόπιση

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Παιχνίδι με τη μετατόπιση
<b>Περιγραφή:</b>	Παιχνίδι εξάσκησης για την κατανόηση της (ευθύγραμμης) μετατόπισης (μεταβολής της θέσης)
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	Δημοτικό-γυμνάσιο-γενικό λύκειο, επαγγελματικό λύκειο (ΕΠΑ.Λ)
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 18
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εκπαιδευτικό παιχνίδι
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Μετατόπιση, μεταβολή θέσης
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1627">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/1627</a>

Τα σχήματα 27-32 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το λευκό. Το κουμπί της βοήθειας βρίσκεται κάτω αριστερά στην οθόνη.

Το χρώμα που έχει επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο ενώ παρατηρούνται αρκετοί κενοί χώροι στην οθόνη, καθώς όλα τα γραφικά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό σημείο της οθόνης, αφήνοντας ανεκμετάλλετους χώρους επάνω και κάτω.

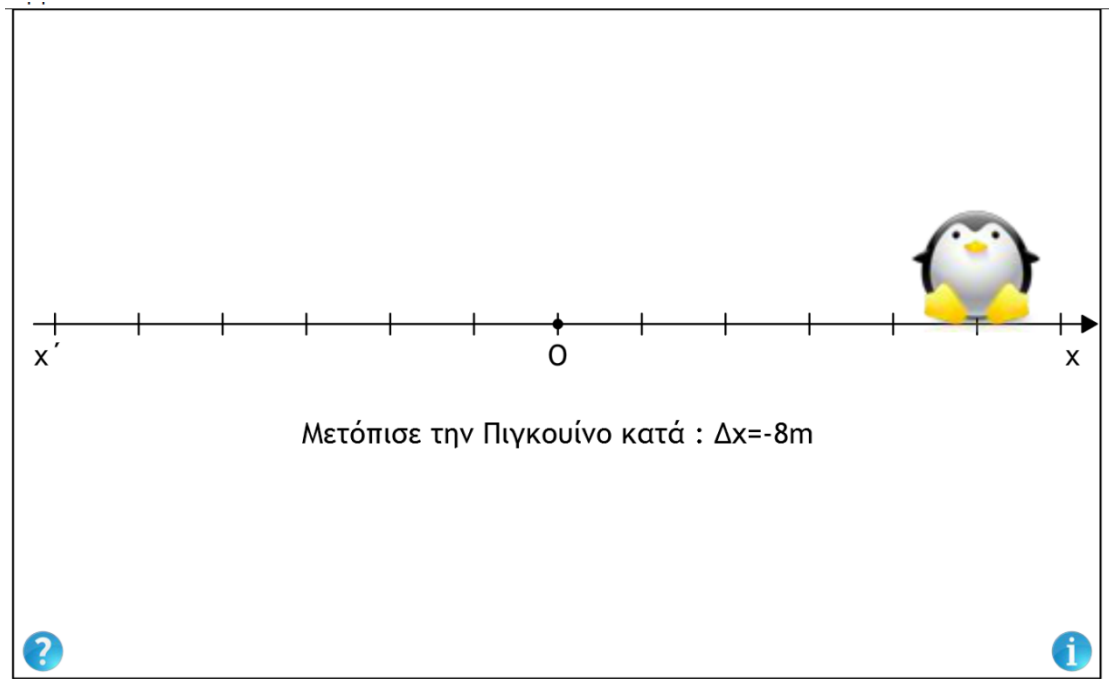
Τέλος, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής, καθώς το εικονίδιο μετατόπισης είναι ένας πιγκουίνος, που υποδηλώνει μη ρεαλιστικότητα.



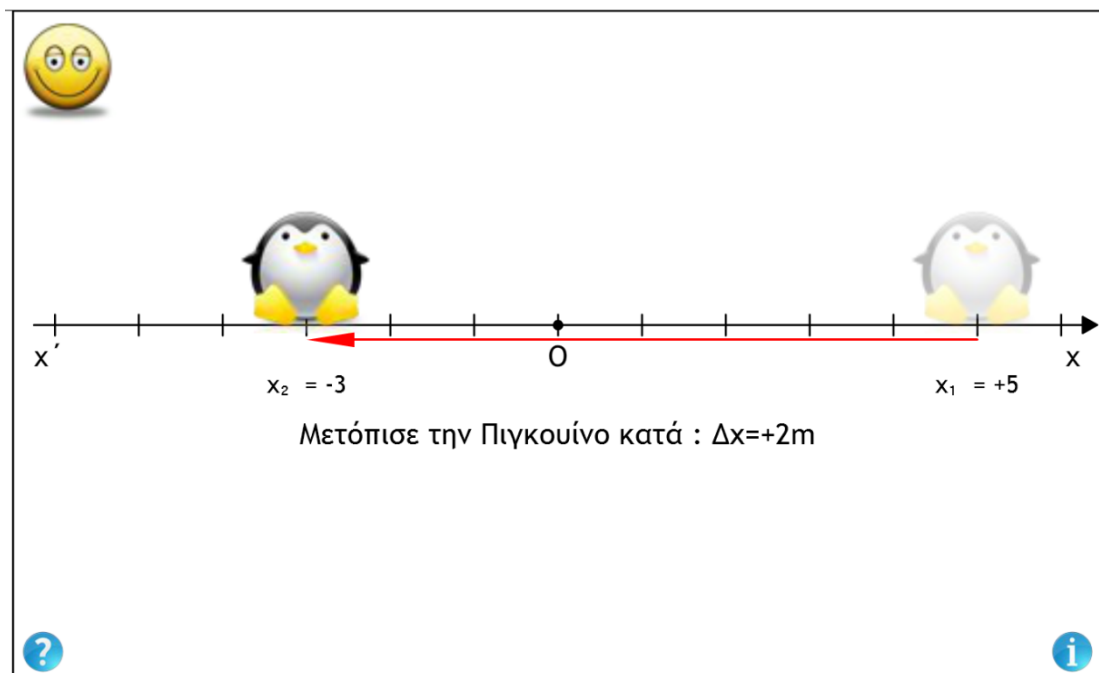
Σχήμα 27 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



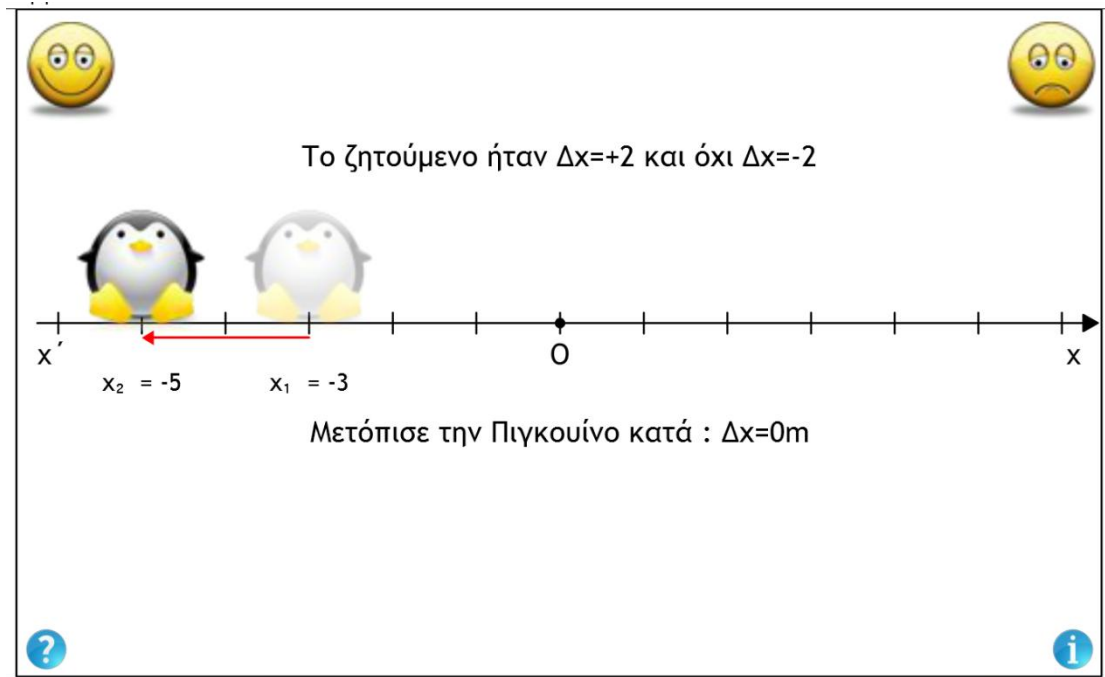
Σχήμα 28 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



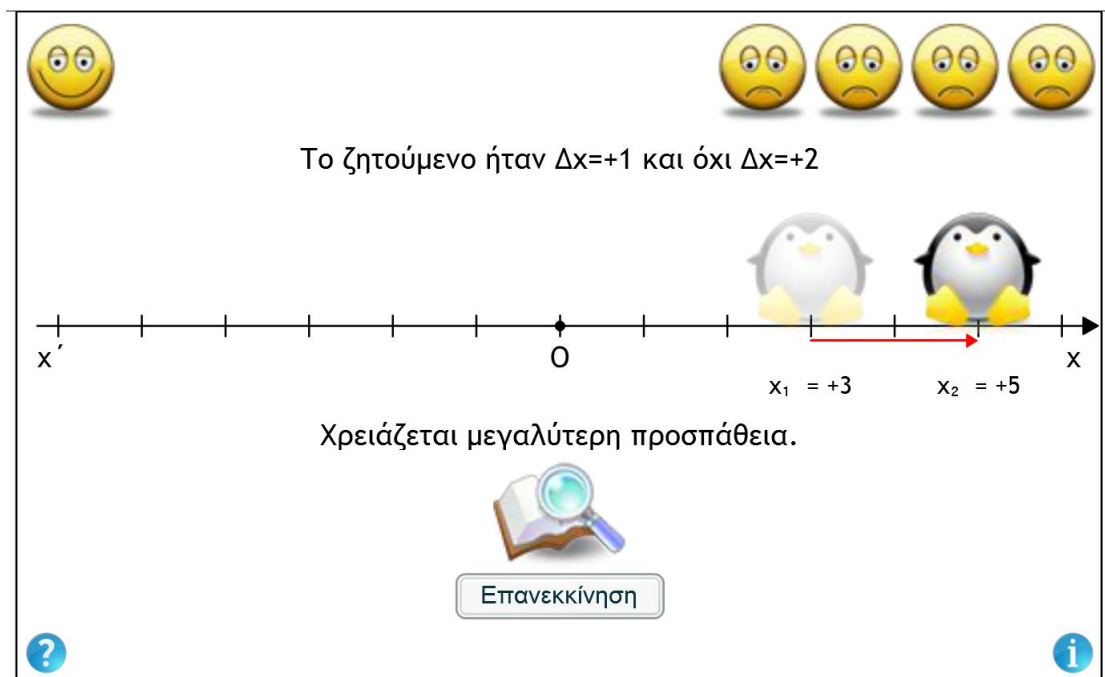
Σχήμα 29 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



Σχήμα 30 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

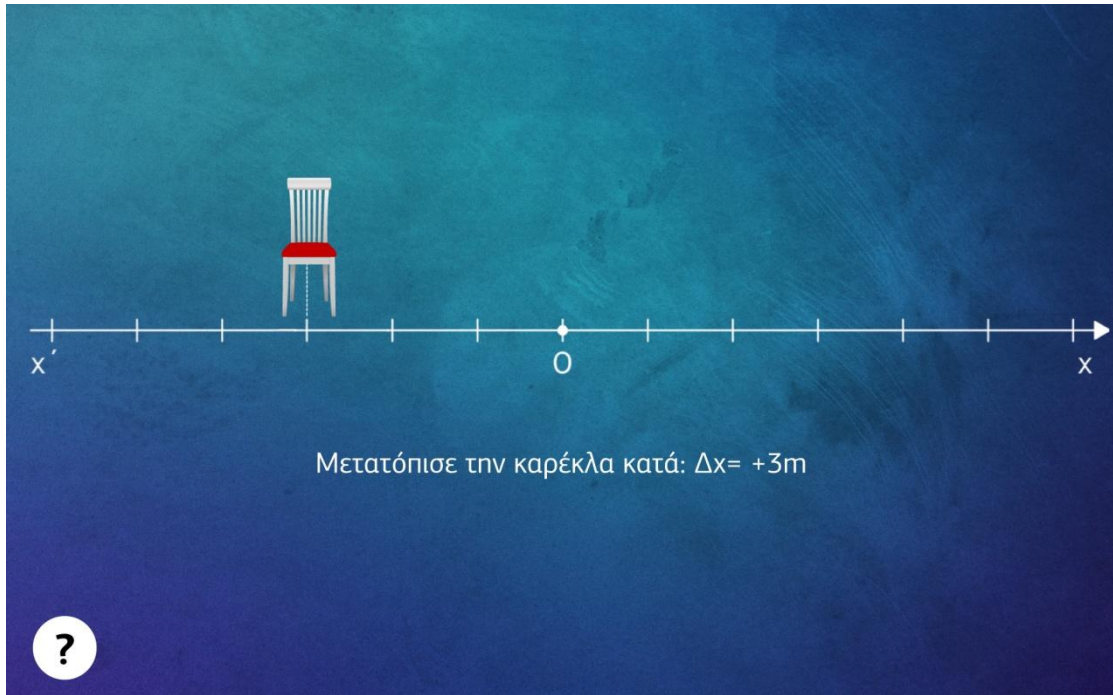


Σχήμα 31 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

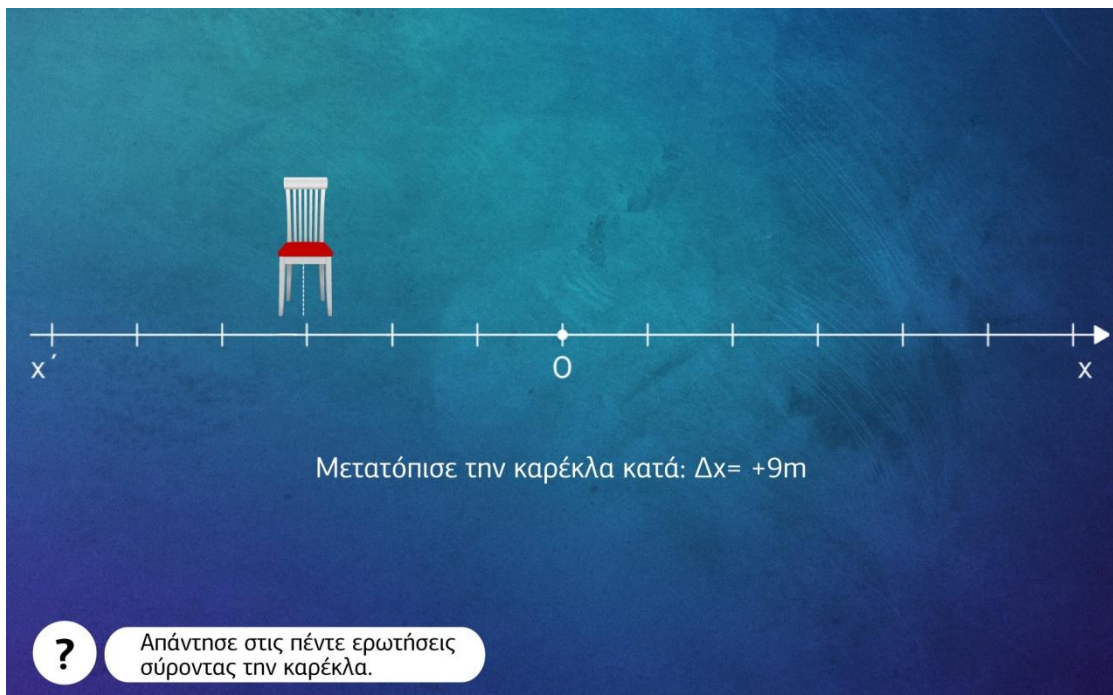


Σχήμα 32 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

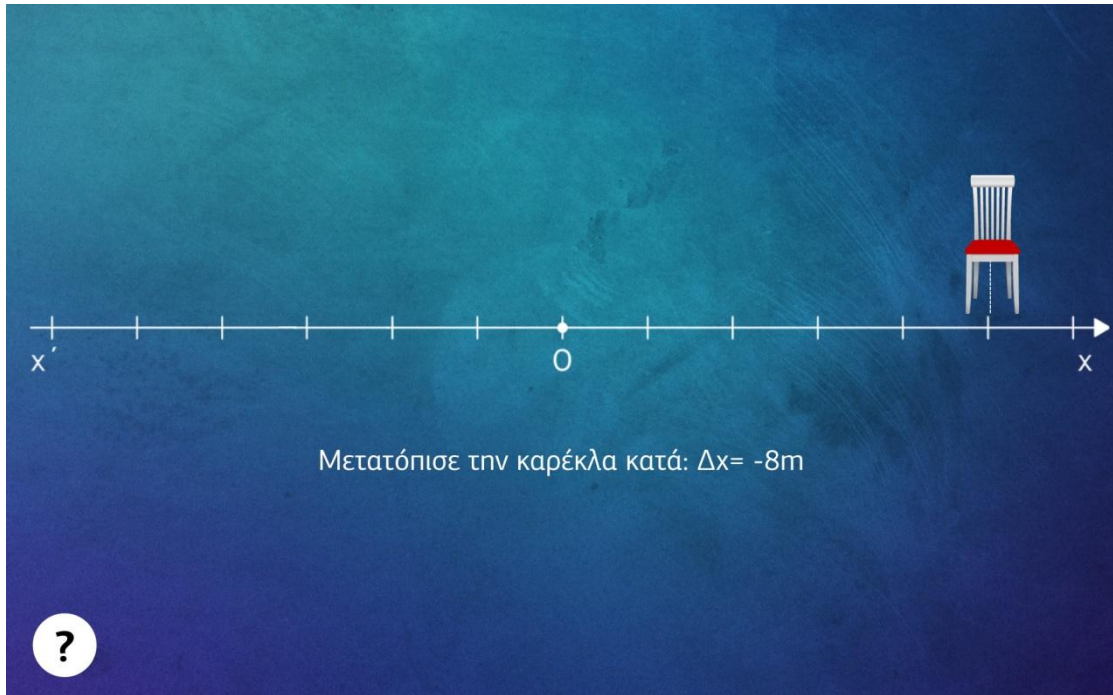
Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 33-38.



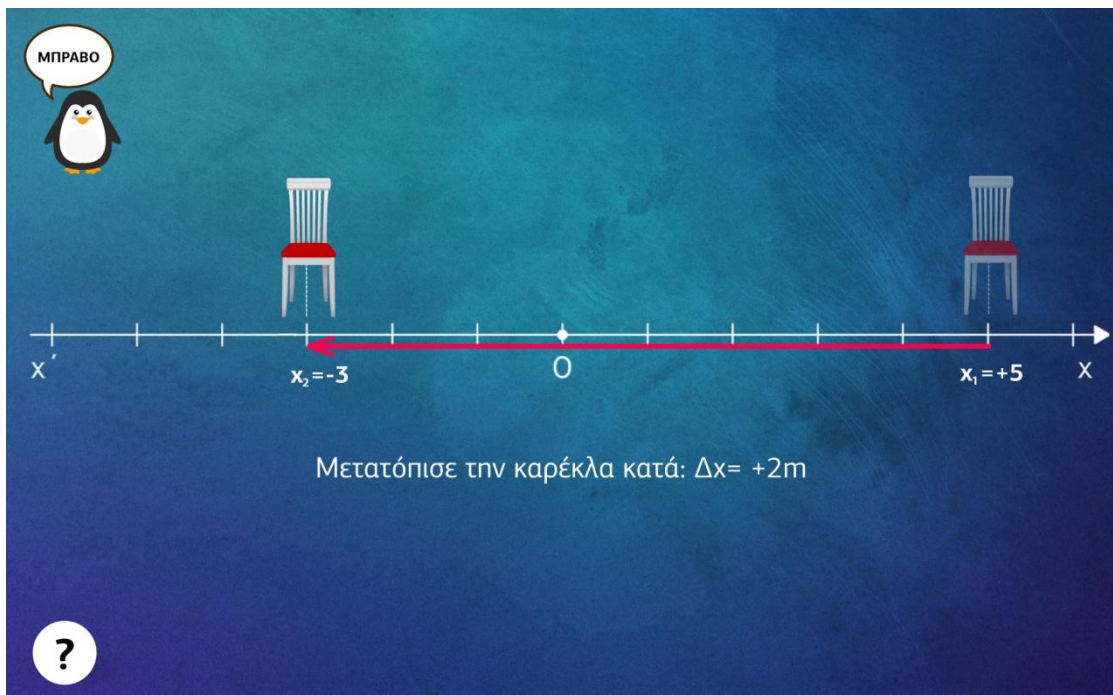
Σχήμα 33 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



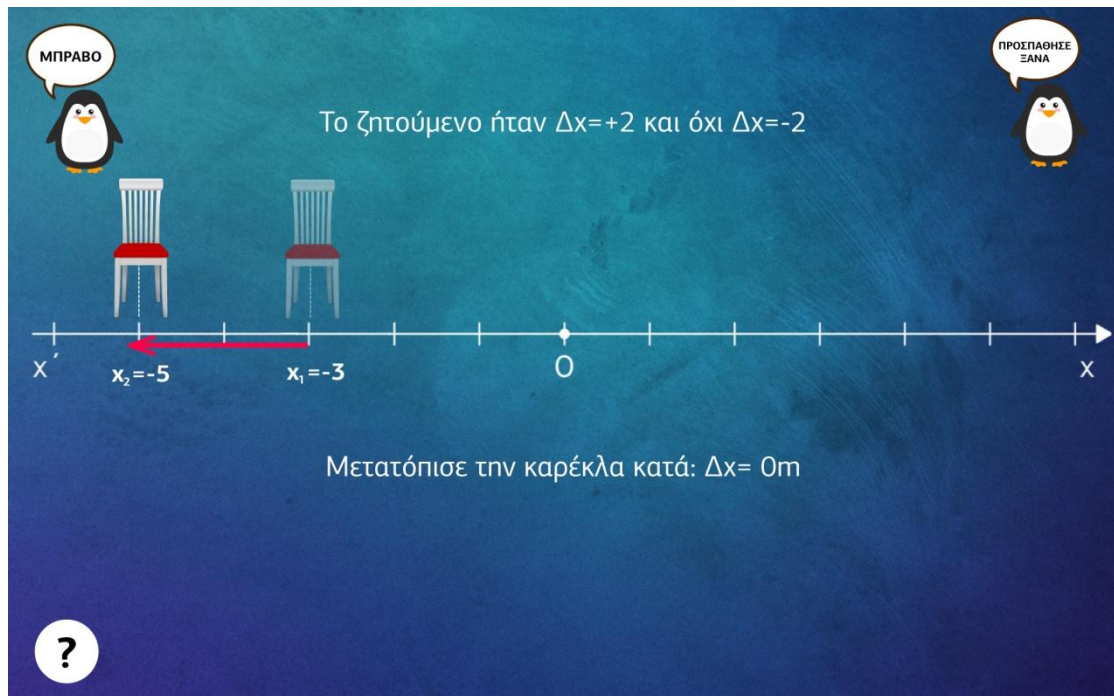
Σχήμα 34 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία



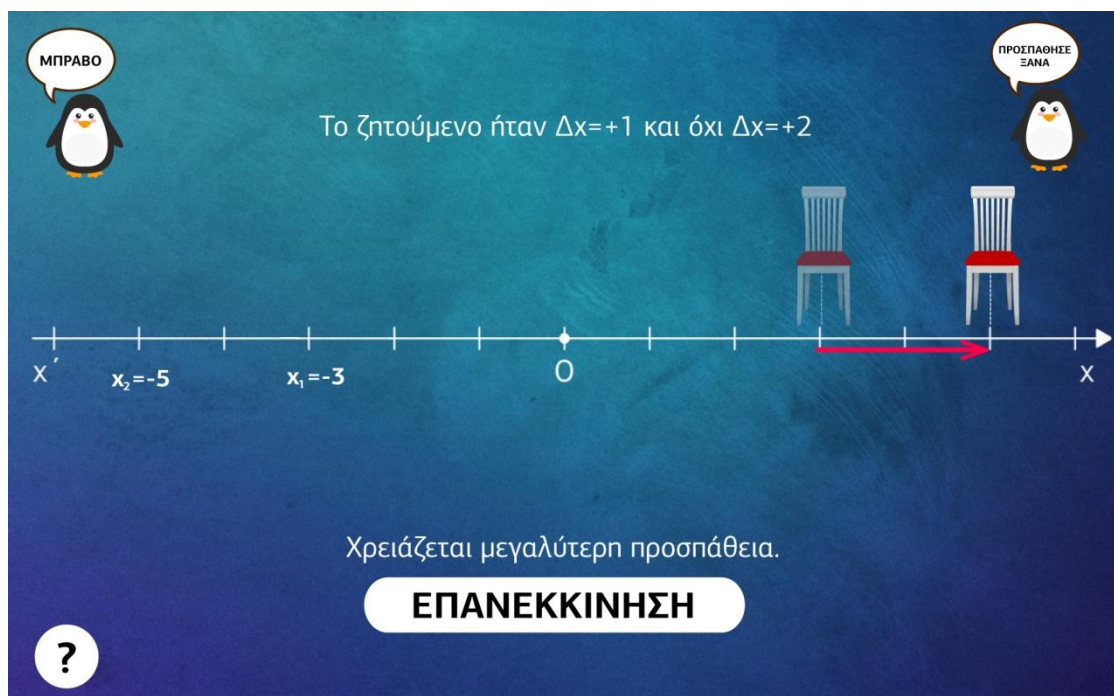
Σχήμα 35 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 36 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 37 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

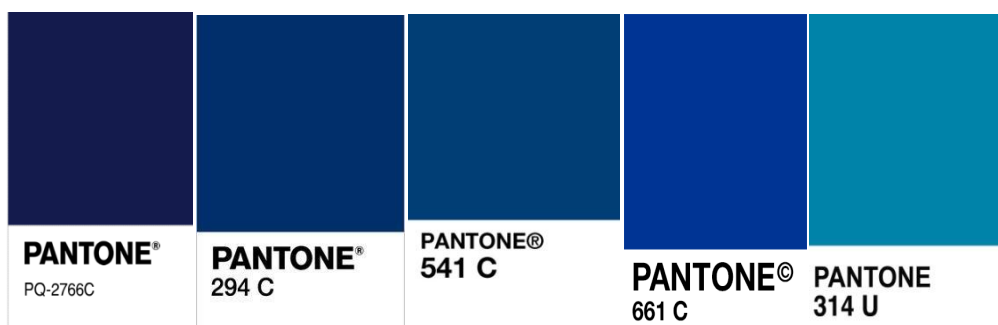


Σχήμα 38 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Παιχνίδι με τη μετατόπιση" αναφέρονται σε όλες τις κατηγορίες οδηγιών κατασκευής γραφικών (χρώμα, γραφικά, συνοχή και λειτουργική σχεδίαση). Ειδικότερα, οι αλλαγές που προτείνονται ως προς το χρώμα είναι οι ακόλουθες:

## Χρώμα

Το χρώμα του παρασκήνιου από λευκό γίνεται βαθμιδωτό μπλε-θαλασσί σκούρο (Pantone 2766C, Pantone 294C, Pantone 541C, Pantone 661C, Pantone 314C) (Σχήμα 33), επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την αισθητική κωδικοποίηση κατά την Kniurfer (1995). Διατηρείται με άλλα λόγια το σκούρο φόντο στην αρχική οθόνη και στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής και επιλέγονται οι διαβαθμίσεις του σκούρου μπλε και θαλασσί χρώματος από την κυκλική χρωματική παλέτα. Όλες οι οθόνες της εφαρμογής έχουν κοινό χρωματικό σημείο αναφοράς (Pantone 2766C, Pantone 294C, Pantone 541C, Pantone 661C, Pantone 314U) ως προς το παρασκήνιο (Σχήμα 39).



Σχήμα 39 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone

Τα χρώματα που επιλέχτηκαν από την κυκλική παλέτα συνδυάστηκαν αναλογικά και επιλέχτηκαν γειτονικά χρώματα για την επίτευξη ενός πιο ευχάριστου αποτελέσματος (Σχήμα 40).



Σχήμα 40 Κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666)



Το λευκό χρώμα έχει επιλεχτεί στα βασικά στοιχεία της παρούσας εφαρμογής (εντολές, κουμπιά, οδηγίες και γενικότερα στα κείμενα), αποδίδοντας με αυτόν τον τρόπο την κατάλληλη κειμενική έμφανιση. (Durrett & Trezona, 1992).

## Γραφικά

Η γραμματοσειρά που χρησιμοποιήθηκε είναι απλή και φυσική χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμας απολήξεις (PF Centro Sans Pro Regular και Bold) (σχήμα 41). Κατά τον Strauss (1991) χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά βάρη (regular και bold), ενώ παράλληλα έγινε χρήση των κατάλληλων μεγεθών επιτυγχάνοντας έτσι την αναγνωσιμότητα, γεγονός που ενδυναμώνεται και από τη χρήση του λευκού χρώματος.

# PF Centro Sans Pro PF Centro Sans Pro

Σχήμα 41 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων είναι απλά και εύληπτα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το λόγο ύπαρξής τους. Τα επιλεγμένα εικονίδια είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους, χωρίς σκιές και διαβάθμιση χρωμάτων και έχουν το κατάλληλο μικρό μέγεθος (Σχήμα 42).



Σχήμα 42 Εικονίδια πλοήγησης

## Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Αναφορικά με τη συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται εμφανώς από τα στοιχεία του παρασκηνίου, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχουν πολλοί κενοί χώροι στην οθόνη της εφαρμογής. Οι εντολές και διάλογοι έχουν τοποθετηθεί σε εμφανή σημεία, ενώ τα κουμπιά πλοήγησης (οδηγίες, κουμπί εκκίνησης) βρίσκονται σε περίοπτη θέση (σχήμα 42). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής το οποίο περιγράφει το μαθησιακό αντικείμενο και αυτό έχει επιτευχθεί με την αλλαγή του εικονιδίου προς μετατόπιση. Πράγματι, στη θέση του πιγκούνου

επιλέχτηκε μια καρέκλα, η οποία προσδίδει ρεαλιστικότητα στην εφαρμογή (σχήμα 43) και καθιστά το περιβάλλον της εφαρμογής φιλικό προς τις ηλικιακές ομάδες στις οποίες απευθύνεται. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η σταθερή τοποθέτηση των εντολών σε συγκεκριμένα, σταθερά σημεία της οθόνης, ενώ οι διάλογοι βρίσκονται σε εμφανή σημείο στην οθόνη εξασφαλίζοντας την επαρκή αντίθεση.



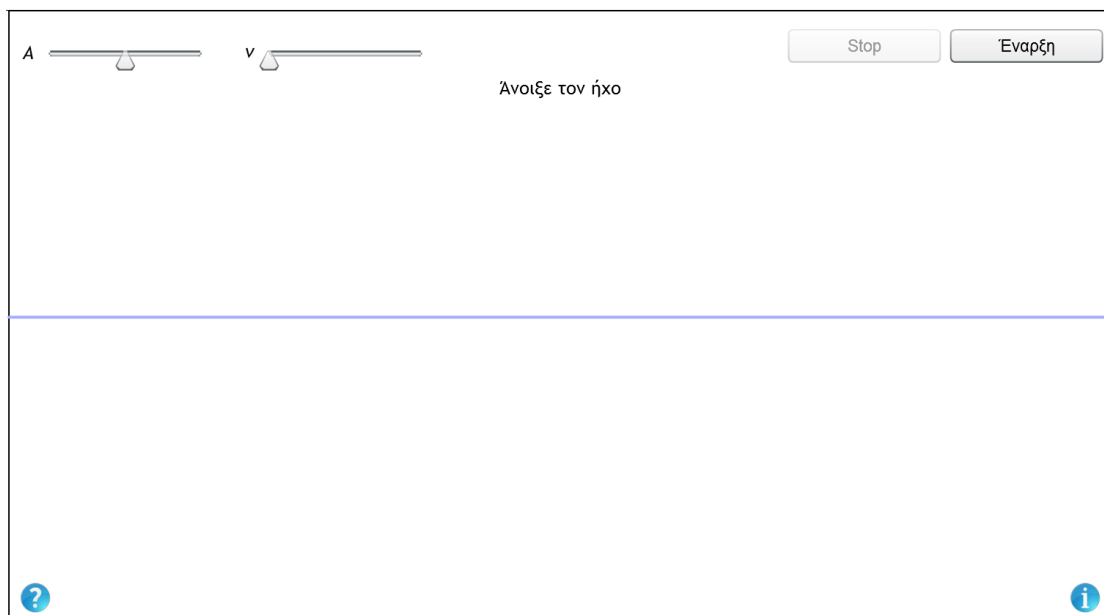
Σχήμα 43 Γραφιστικό εικονίδιο

Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή" παρουσιάζονται στον πίνακα 6.

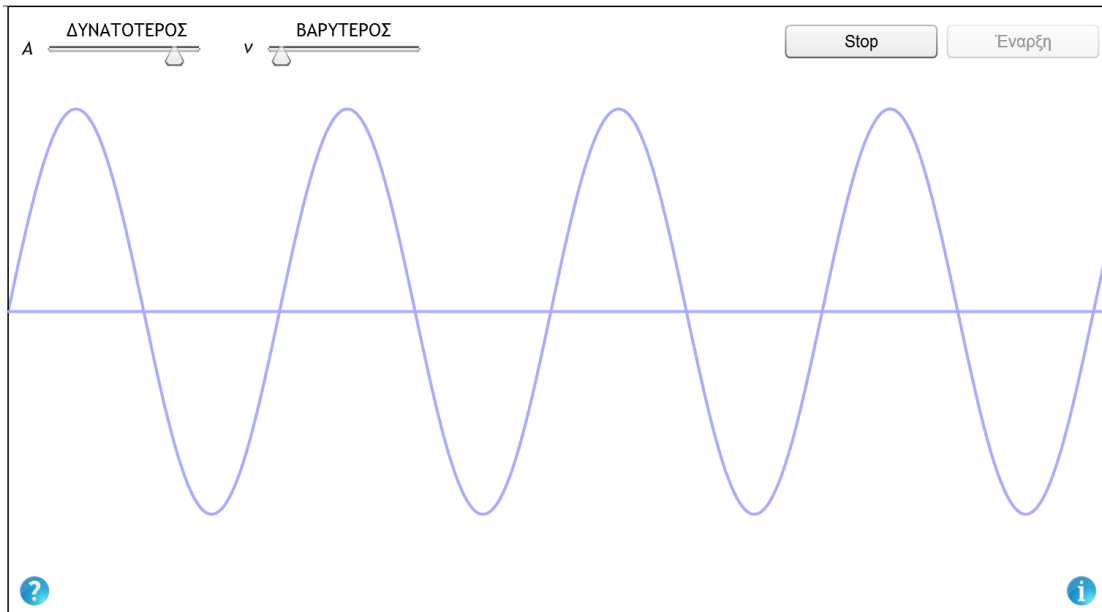
Πίνακας 6 Ο ήχος είναι κύμα

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Ο ήχος είναι κύμα
<b>Περιγραφή:</b>	Εφαρμογή που παρουσιάζει την κυματομορφή ενός απλού ήχου δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να μεταβάλλει τα βασικά του χαρακτηριστικά, το πλάτος και τη συχνότητα.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Ήχος, κύμα, κυματομορφή, πλάτος συχνότητα
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8461">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8461</a>

Τα σχήματα 44-45 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το λευκό, ενώ για τα κύρια στοιχεία της εφαρμογής έχει χρησιμοποιηθεί ένα μη κορεσμένο φωτεινό χρώμα (μοβ ανοιχτό). Το κουμπί της βοήθειας βρίσκεται κάτω αριστερά στην οθόνη. Το χρώμα που έχει επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο.

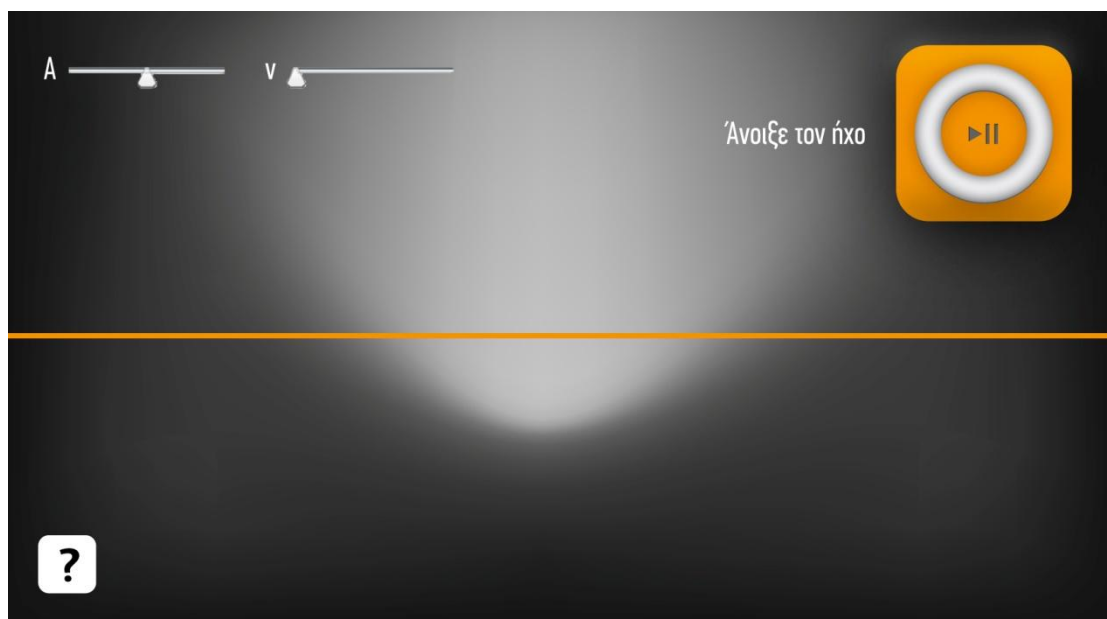


Σχήμα 44 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

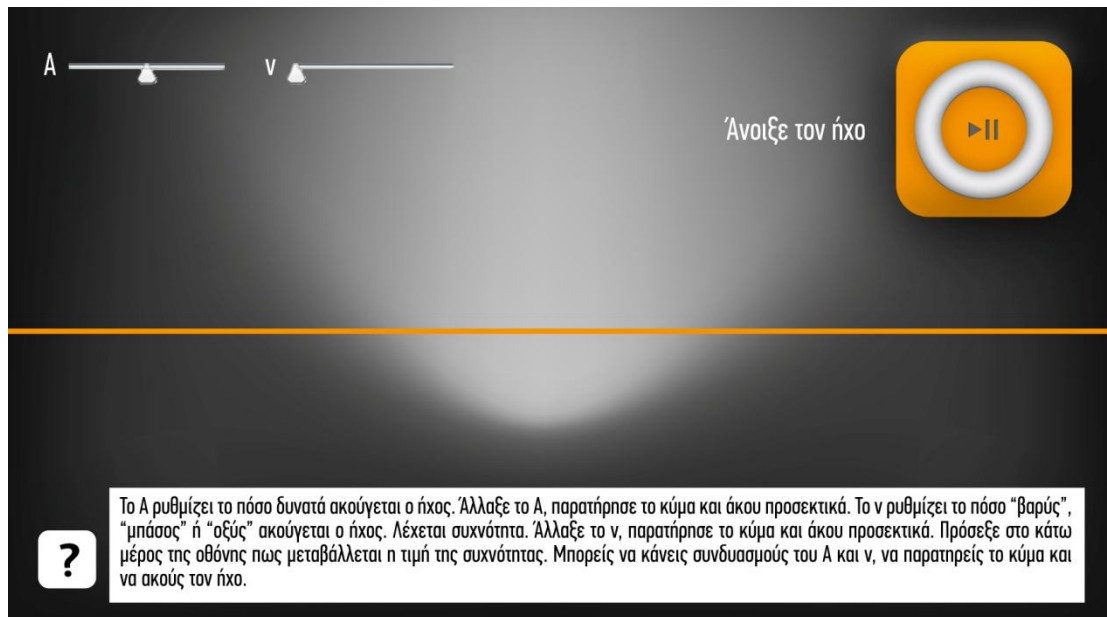


Σχήμα 45 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 46-48.



Σχήμα 46 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 47 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 48 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Ο ήχος είναι κύμα" αναφέρονται τόσο στο χρώμα και στα γραφικά όσο και στη συνοχή και λειτουργική σχεδίαση.

### Χρώμα

Ειδικότερα, ως προς το χρώμα, το χρώμα του παρασκηνίου γίνεται από λευκό σε μαύρο (σκουρόχρωμο) Pantone Black C (σχήμα 49), εντείνοντας το στοιχείο της αντίθεσης των

στοιχείων του παρασκηνίου-προσκηνίου. Ο ορθός συνδυασμός χρωμάτων δημιουργεί ένα ευχάριστο αποτέλεσμα και έτσι, οι χρήστες μπορούν να τη χρησιμοποιούν ευκολότερα.



**PANTONE®  
Black 3 C**

**Σχήμα 49 Κωδικός χρώματος χρωματικού μοντέλου Pantone**

Για τα κύρια στοιχεία του προσκηνίου επιλέγεται το πορτοκαλί χρώμα (Pantone 1375C) (Σχήμα 50) το οποίο δίνει έμφαση στα εικονίδια της εφαρμογής (Durrett & Trezona, 1992). Τα χρώματα που επιλέχθηκαν για το παρασκήνιο-προσκήνιο επιβεβαιώνουν τη θέση κατά την οποία είναι απαραίτητη η χρήση ψυχρών, σκούρων και χαμηλού κορεσμού χρωμάτων στο παρασκήνιο και θερμών, ανοιχτόχρωμων και υψηλού κορεσμού χρωμάτων στο προσκήνιο (Faiola, 1990).



**PANTONE®  
1375 C**

**Σχήμα 50 Κωδικός χρώματος χρωματικού μοντέλου Pantone**

Στα τυπογραφικά στοιχεία χρησιμοποιείται το λευκό χρώμα, ώστε να αποδίδεται η απαραίτητη έμφαση στο κείμενο (Durrett & Trezona, 1992).

## **Γραφικά**

Δημιουργήθηκε ένα απλό γραφικό εικονίδιο για την αναπαραγωγή του ήχου, το οποίο ακολουθεί την χρωματική ισορροπία της εφαρμογής και προσιδιάζει σε σύγχρονη συσκευή αναπαραγωγής ήχου (Εικόνα 51). Το εικονίδιο βοήθειας έχει σχεδιαστεί με τη χρήση καθαρών

γραμμών, είναι μονοχρωματικό και επίπεδο στην προοπτική του, ενώ είναι φλατ, χωρίς σκιές και χρωματικές διαβαθμίσεις (Σχήμα 52).



Σχήμα 51 Γραφιστικό αντικείμενο



Σχήμα 52 Κουμπί πλοήγησης

Η γραμματοσειρά που επιλέχθηκε είναι απλή, φυσική, χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μικτόγραμμα απολήξεις και είναι η PF Din Text Comp Pro (Σχήμα 53).

PF Din Text Comp Pro  
PF DIN TEXT COMP PRO

Σχήμα 53 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Αναφορικά με την συνοχή και την λειτουργική σχεδίαση, τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται με ευκρινή και σαφή τρόπο από αυτά του παρασκηνίου. Το φόντο δεν έχει πολλούς κενούς χώρους, ενώ οι διάλογοι και πιο συγκεκριμένα οι οδηγίες έχουν τοποθετηθεί σε εμφανές σημείο στην οθόνη με επαρκή αντίθεση (λευκό φόντο). Τα οπτικά στοιχεία στην οθόνη έχουν κατανεμηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται το οπτικό βάρος και η γενική αίσθηση της ισορροπίας.

Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7 Μουσικά όργανα και οι ήχοι τους

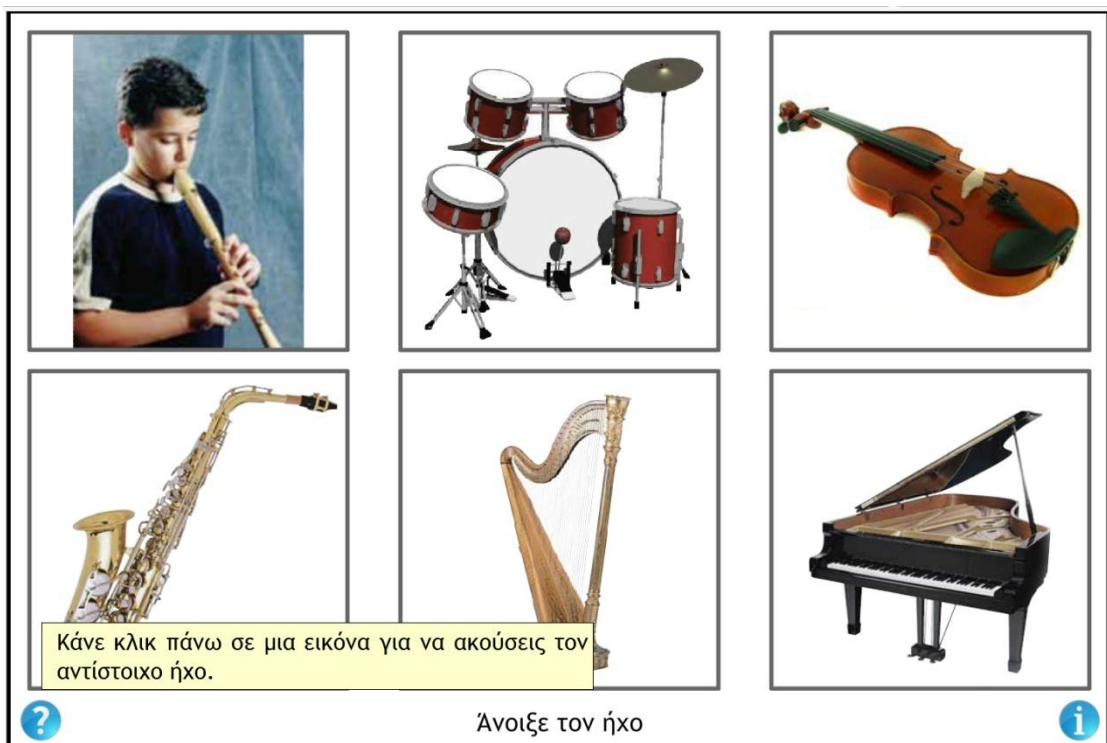
<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Μουσικά όργανα και οι ήχοι τους
<b>Περιγραφή:</b>	Εφαρμογή με την οποία δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να δει τις εικόνες και να ακούσει τους χαρακτηριστικούς ήχους έξι γνωστών μουσικών οργάνων.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	προσχολική, δημοτικό
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	0-12
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Ήχος, μουσική, όργανο, χροιά
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7997">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/7997</a>

Τα σχήματα 54-55 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το λευκό. Το κουμπί της βοήθειας βρίσκεται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης της εφαρμογής. Το χρώμα που έχει επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο, ενώ δεν υπάρχουν κενοί χώροι στην οθόνη. Το κουμπί της βοήθειας αποκαλύπτει ένα κίτρινο πλαίσιο με τις οδηγίες, το οποίο ωστόσο αναδύεται επάνω σε ένα από τα γραφικά εικονίδια της εφαρμογής, διαταράσσοντας την οπτική ισορροπία αυτής.



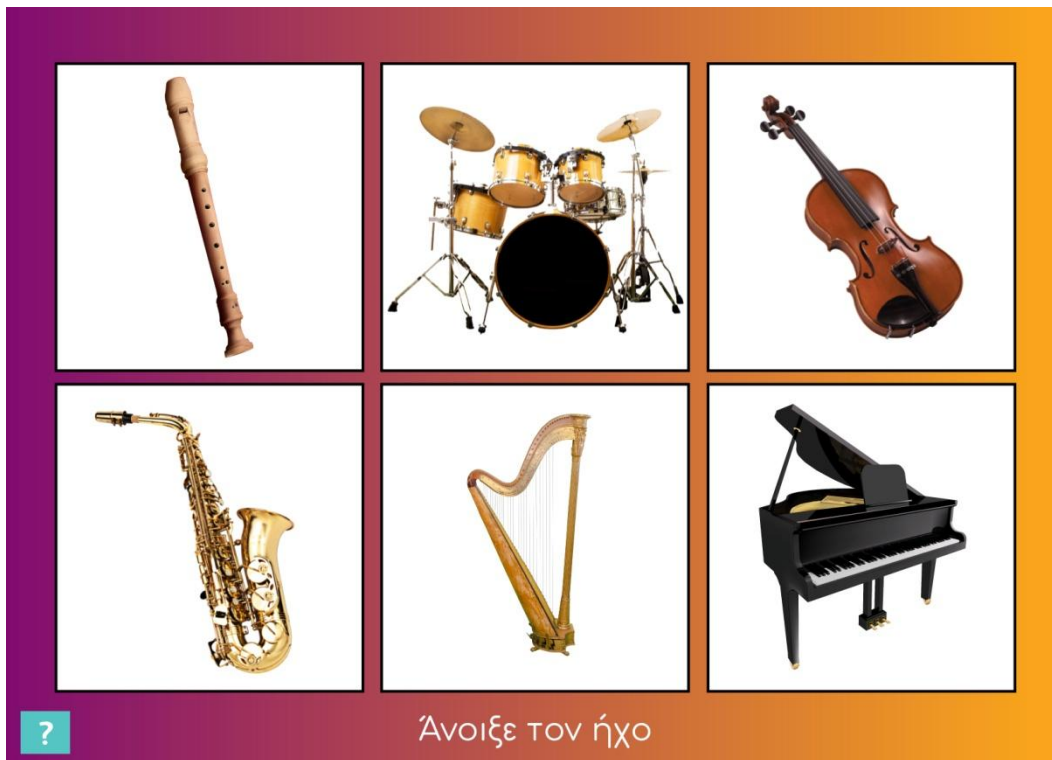


Σχήμα 54 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

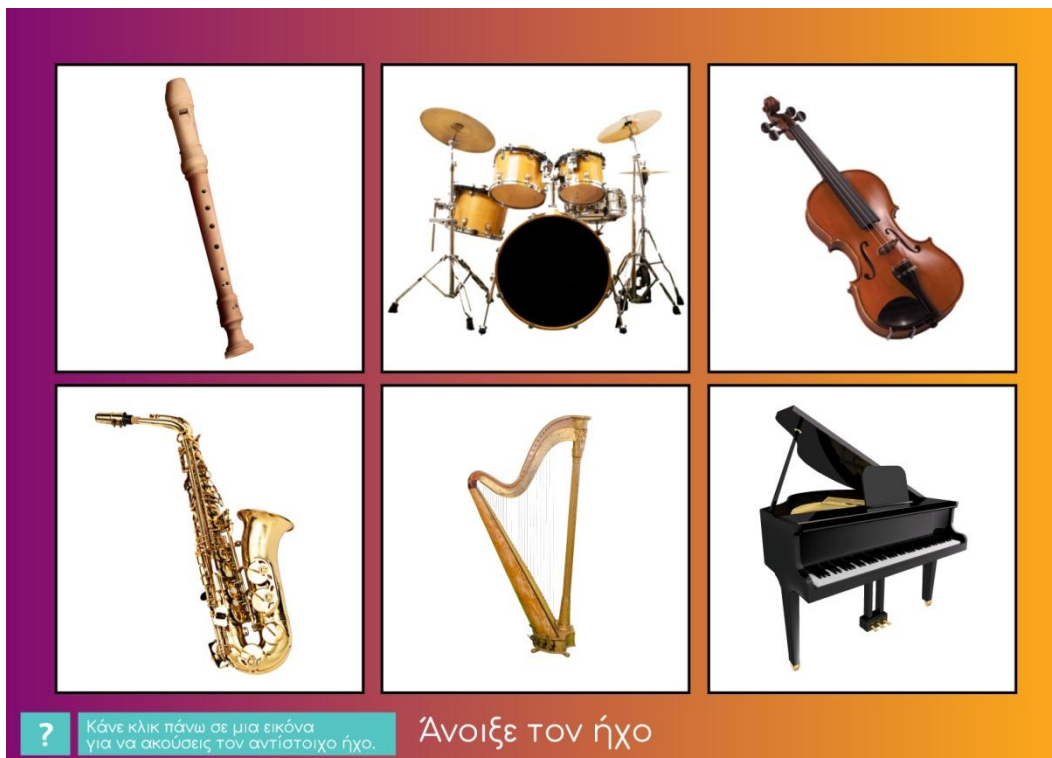


Σχήμα 55 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 56-57.



Σχήμα 56 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 57 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

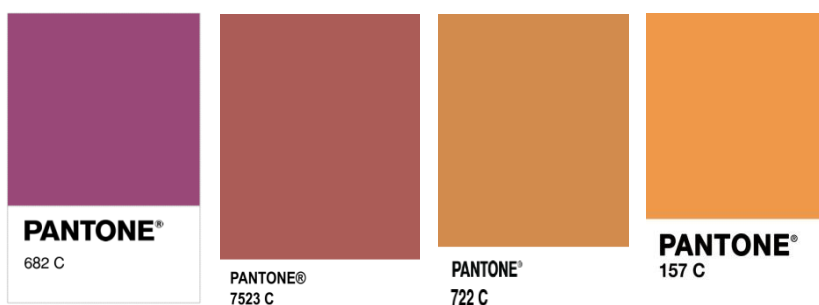
Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Μουσικά όργανα και οι ήχοι τους" αναφέρονται σε όλες τις κατηγορίες οδηγιών κατασκευής γραφικών.

## Χρώμα

Το χρώμα του παρασκηνίου από λευκό γίνεται σκουρόχρωμο με επιλογή ποικίλων χρωμάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται βαθμιδωτά (ντεγκραντέ). Τα χρώματα που επιλέχθηκαν είναι το μοβ (Pantone 249C) και το πορτοκαλί (Pantone 137C) (Σχήμα 58), η ένωση των οποίων δημιουργεί περισσότερα χρώματα, κάποια από τα οποία είναι τα εξής: Pantone 682C, Pantone 7523C, Pantone 722C, Pantone 157C (Σχήμα 59). Το χρώμα του παρασκηνίου παραμένει φωτεινό διατηρώντας την αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knurfer (1995).



Σχήμα 58 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone



Σχήμα 59 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone

Ακόμη, στο εικονίδιο των οδηγιών έχει χρησιμοποιηθεί γαλάζιο χρώμα (Pantone 7472C) (Σχήμα 60).



Σχήμα 60 Κωδικός χρώματος χρωματικού μοντέλου Pantone

Ο συνδυασμός των χρωμάτων που επιλέχθηκαν προέρχεται από την κυκλική παλέτα και μάλιστα από τον τριγωνικό σχηματισμό (Σχήμα 61). Ο σχηματισμός αυτός ονομάζεται τριάδα και αποτελεί συνδυασμό τριών χρωμάτων ίσης απόστασης στην κυκλική παλέτα και αναδεικνύει την επαρκή αντίθεση των χρωμάτων διατηρώντας την ισορροπία του χώρου.



Σχήμα 61 Κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666)

Στα τυπογραφικά στοιχεία έχει χρησιμοποιηθεί το λευκό χρώμα, ώστε να επιτυγχάνεται η σωστή έμφαση στο κείμενο και στην αναδυόμενη από αυτό πληροφορία (Durrett & Trezona, 1992).

## Γραφικά

Η γραμματοσειρά που επιλέχθηκε είναι απλή, φυσική, χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμες απολήξεις και ειδικότερα χρησιμοποιήθηκε η Comfortaa (Σχήμα 62), επιβεβαιώνοντας τη θέση ότι δεν είναι δόκιμο να χρησιμοποιούνται πολλές γραμματοσειρές

ταυτόχρονα (Strauss, 1991). Επίσης, έγινε χρήση των κατάλληλων μεγεθών, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα, η οποία επιτυγχάνεται και από τη χρήση του λευκού χρώματος, το οποίο δημιουργεί την απαραίτητη αντίθεση με τα στοιχεία του παρασκηνίου (Rivlin, Lewis & Davis-Cooper, 1990).

## Comfortaa

### Σχήμα 62 Γραμματοσειρά τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια έχουν κατασκευαστεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων, είναι απλά και εύληπτα και ο χρήστης με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αναγνωρίσει τον λόγο ύπαρξής τους. Τα εικονίδια είναι ακόμη φλατ, επίπεδα στην προοπτική τους και μονοχρωματικά, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις (Σχήμα 63).



### Σχήμα 63 Κουμπί πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Ως προς την συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, παρατηρείται ισορροπία μεταξύ του μαθησιακού αντικειμένου και των στοιχείων του σκηνικού χτίζοντας μια συνεκτικότητα του περιβάλλοντος της διεπαφής και του μαθησιακού αντικειμένου (Fotouhi-Ghazvini, et. al, 2011), ενώ τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται με σαφή τρόπο από εκείνα του παρασκηνίου. Στο παρασκήνιο δεν εντοπίζονται κενοί χώροι (Σχήμα 64), ενώ ταυτόχρονα οι εντολές βρίσκονται σε εμφανές σημείο στην οθόνη της εφαρμογής, καθοδηγώντας με ευκολία τον χρήστη. Ακόμη, παρατηρούνται σωστές αναλογίες στην απόσταση μεταξύ των στοιχείων, αλλά και μεταξύ των άκρων της οθόνης και των στοιχείων (Σχήμα 65). Τα γραφικά της εφαρμογής τροποποιήθηκαν και τοποθετήθηκαν νέα, τα οποία για να εξυπηρετούν την συνοχής της εφαρμογής τοποθετήθηκαν με την ίδια φορά και κλίση (Σχήμα 66).



Σχήμα 64 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 65 Σωστή αναλογία απόστασης μεταξύ των στοιχείων



Σχήμα 66 Γραφικά εικονίδια

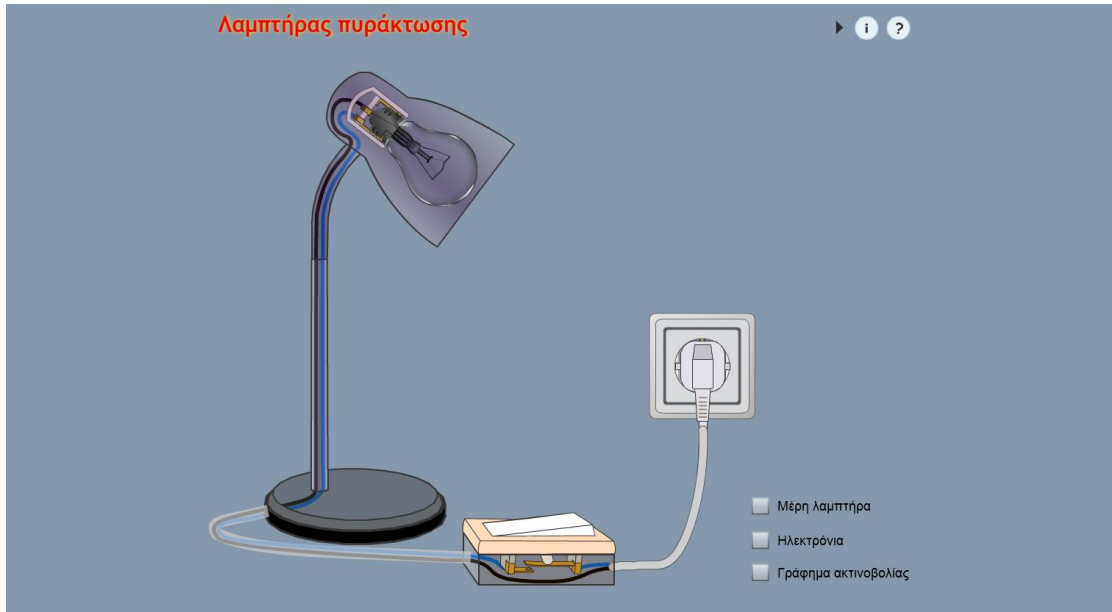
Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 8.

Πίνακας 8 Λαμπτήρας πυράκτωσης

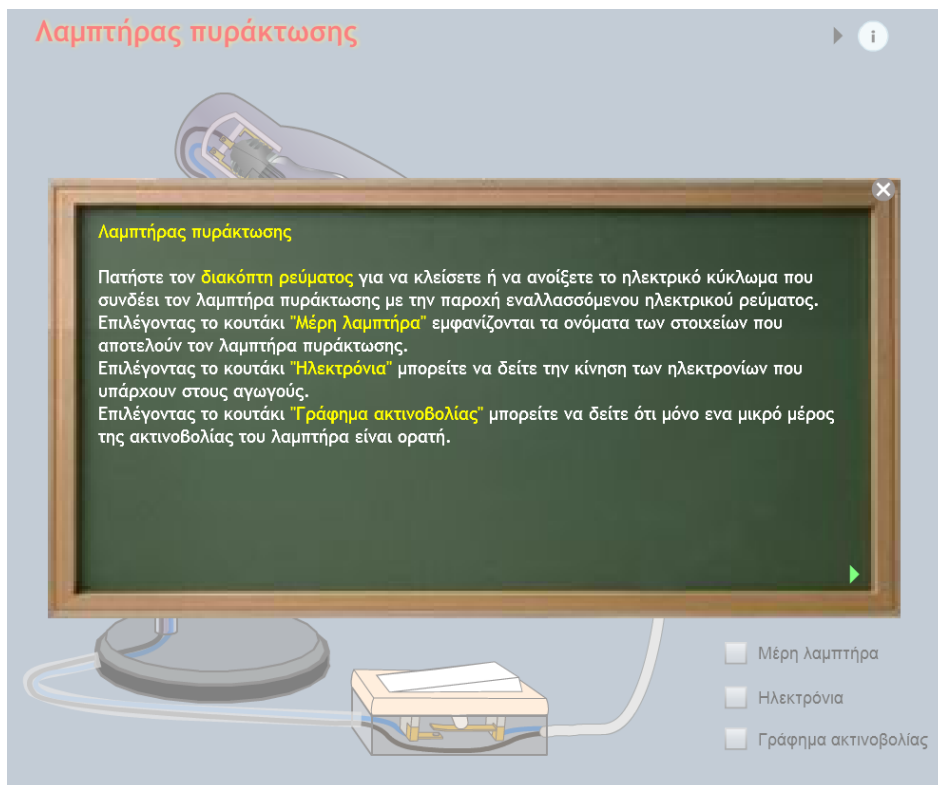
<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Λαμπτήρας πυράκτωσης
<b>Περιγραφή:</b>	Εφαρμογή που παρουσιάζει τα μέρη και τη λειτουργία ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Λαμπτήρας, πυρακτώσεως
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8450">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8450</a>

Τα σχήματα 67-73 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το γκρι, ενώ τα κουμπιά πλοήγησης (στην συγκεκριμένη περίπτωση το κουμπί της βοήθειας) βρίσκονται σε μη εμφανές σημείο επάνω δεξιά στην οθόνη. Ακόμη, τα κουμπιά πλοήγησης στην οθόνη των οδηγιών είναι ελλιπή, καθώς δεν υφίσταται κουμπί που να ανακατευθύνει στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής.

Τα χρώματα που έχουν επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο (κεντρική οθόνη), το κόκκινο (τίτλος εφαρμογής στην αρχική οθόνη) με εφέ πράσινου χρώματος (glow effect), το λευκό (επιμέρους στοιχεία κεντρικής οθόνης), το κίτρινο και το λευκό (στην οθόνη οδηγιών), ενώ παρατηρούνται αρκετοί κενοί χώροι στην οθόνη, καθώς όλα τα γραφικά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό σημείο της οθόνης, αφήνοντας ανεκμετάλλετους χώρους αριστερά και δεξιά.

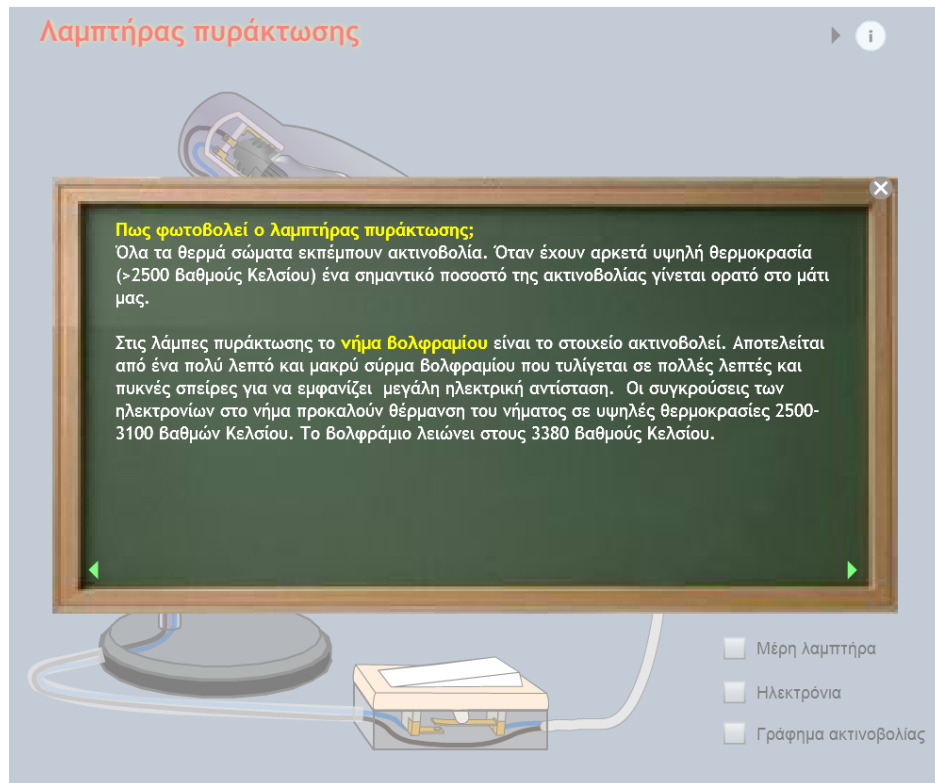


Σχήμα 67 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

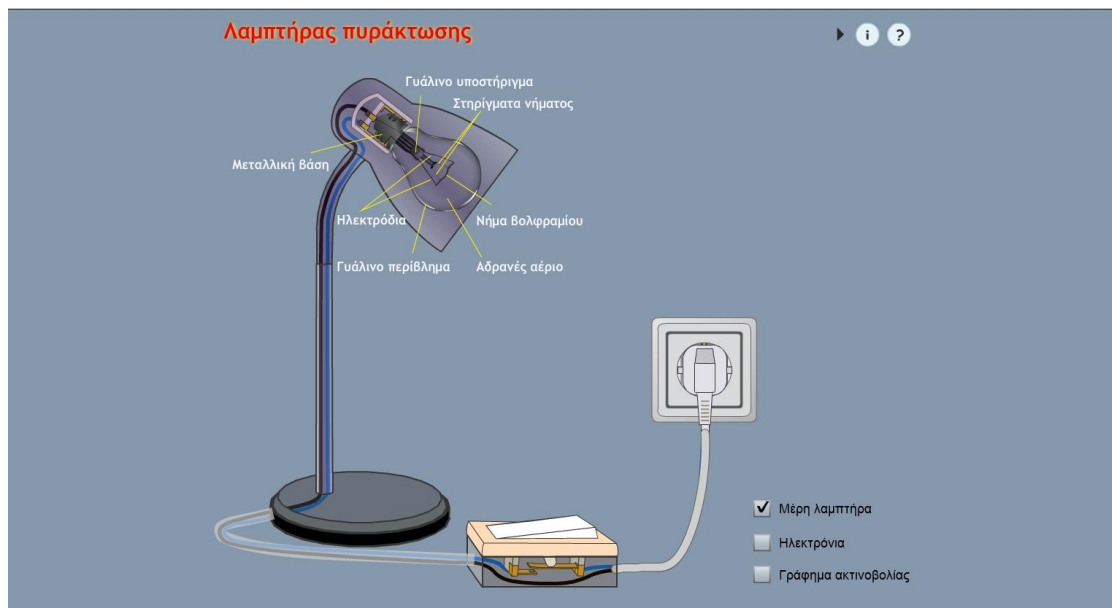


Σχήμα 68 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

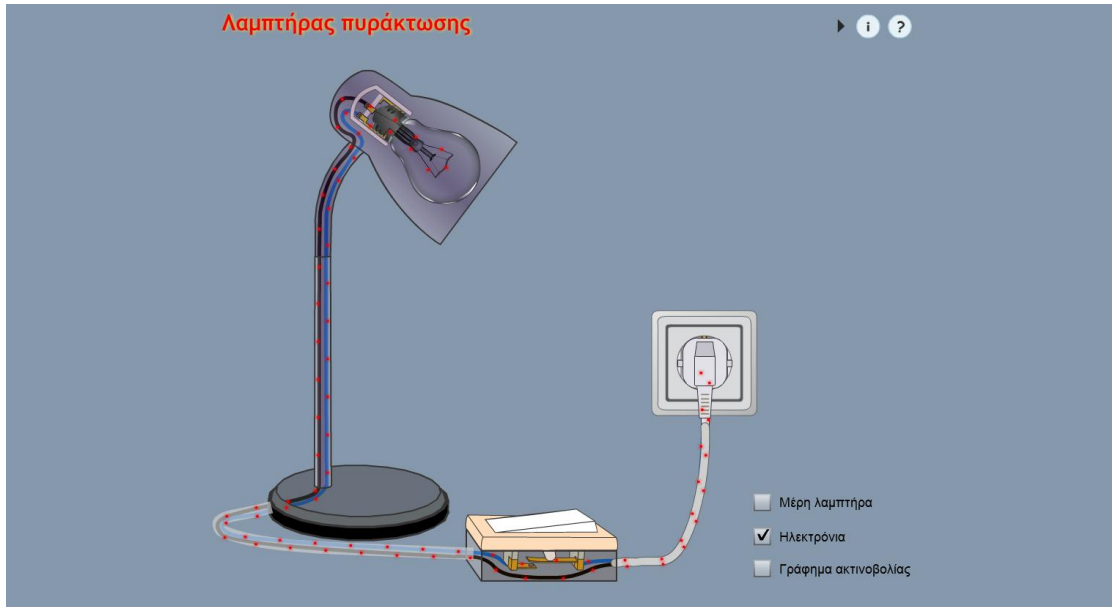




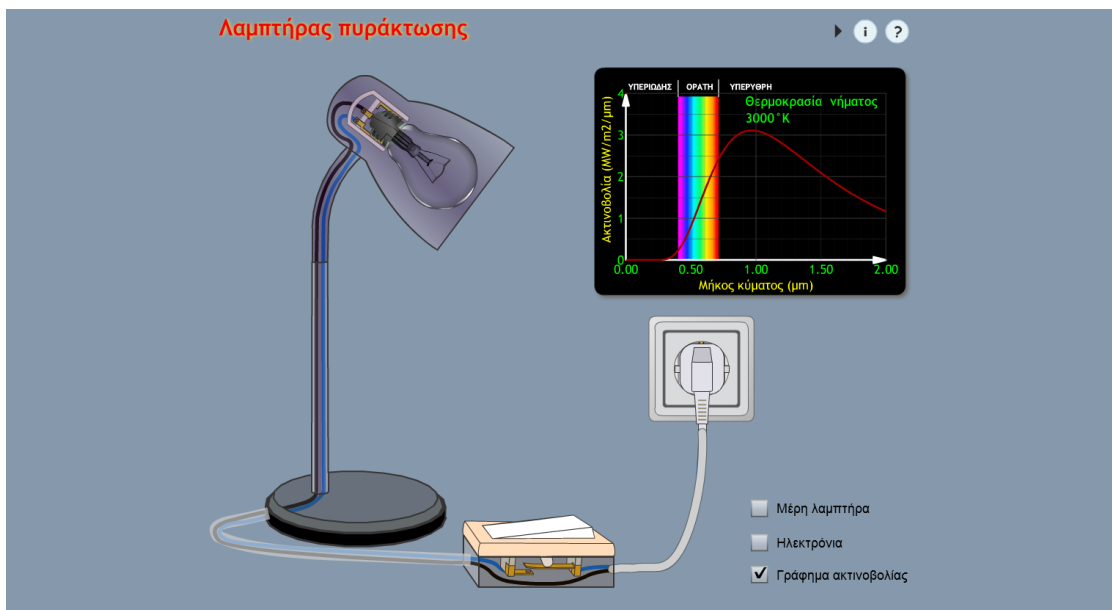
Σχήμα 69 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



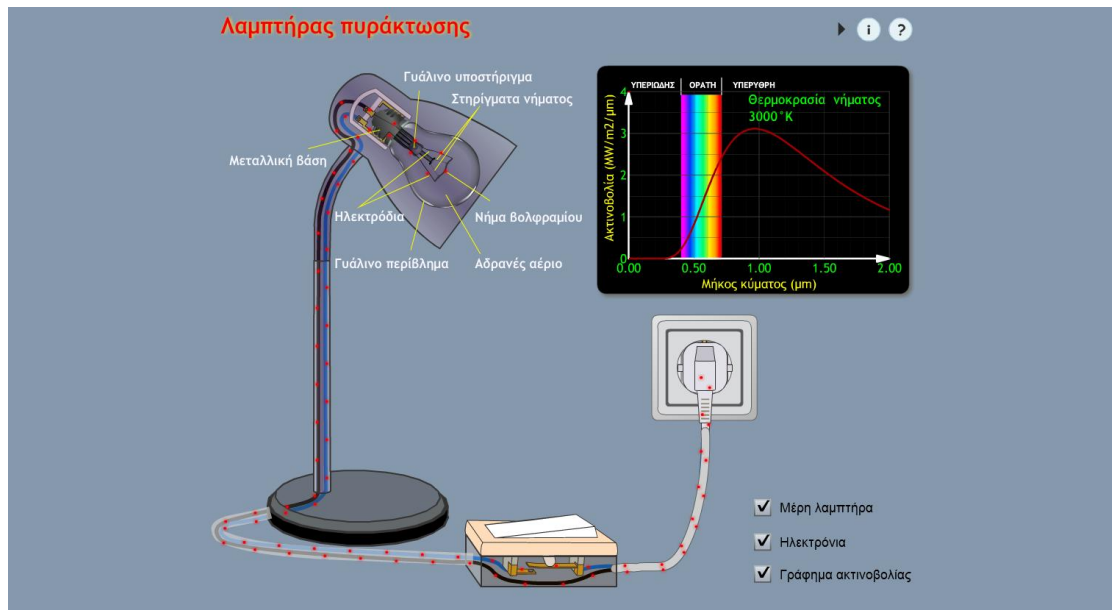
Σχήμα 70 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



Σχήμα 71 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



Σχήμα 72 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



Σχήμα 73 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 74-80.



Σχήμα 74 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

## Λαμπτήρας πυράκτωσης

### Λαμπτήρας πυράκτωσης

Πατήστε τον **διακόπτη ρεύματος** για να κλείσετε ή να ανοίξετε το ηλεκτρικό κύκλωμα που συνδέει τον λαμπτήρα πυράκτωσης με την παροχή εναλλασσόμενου ηλεκτρικού ρεύματος. Επιλέγοντας το κουτάκι "**Μέρη λαμπτήρα**" εμφανίζονται τα ονόματα των στοιχείων που αποτελούν τον λαμπτήρα πυράκτωσης.

Επιλέγοντας το κουτάκι "**Ηλεκτρόνια**" μπορείτε να δείτε την κίνηση των ηλεκτρονίων που υπάρχουν στους αγωγούς.

Επιλέγοντας το κουτάκι "**Γράφημα ακτινοβολίας**" μπορείτε να δείτε ότι μόνο ένα μικρό μέρος της ακτινοβολίας του λαμπτήρα είναι ορατή.



- Ηλεκτρόνια
- Γράφημα ακτινοβολίας

Σχήμα 75 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

## Λαμπτήρας πυράκτωσης

### Πως φωτοβολεί ο λαμπτήρας πυράκτωσης;

Όλα τα θερμά σώματα εκπέμπουν ακτινοβολία. Όταν έχουν αρκετά υψηλή θερμοκρασία (>2500 βαθμούς Κελσίου) ένα σημαντικό ποσοστό της ακτινοβολίας γίνεται ορατό στο μάτι μας.

Στις λάμπες πυράκτωσης το **νήμα βολφραμίου** είναι το στοιχείο που ακτινοβολεί. Αποτελείται από ένα πολύ λεπτό και μακρύ σύρμα βολφραμίου που τυλίγεται σε πολλές λεπτές και πυκνές σπείρες για να εμφανίζει μεγάλη ηλεκτρική αντίσταση. Οι συγκρούσεις των ηλεκτρονίων στο νήμα προκαλούν θέρμανση του νήματος σε υψηλές θερμοκρασίες 2500-3100 βαθμών Κελσίου. Το βολφράμιο λειώνει στους 3380 βαθμούς Κελσίου.



- Ηλεκτρόνια
- Γράφημα ακτινοβολίας

Σχήμα 76 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



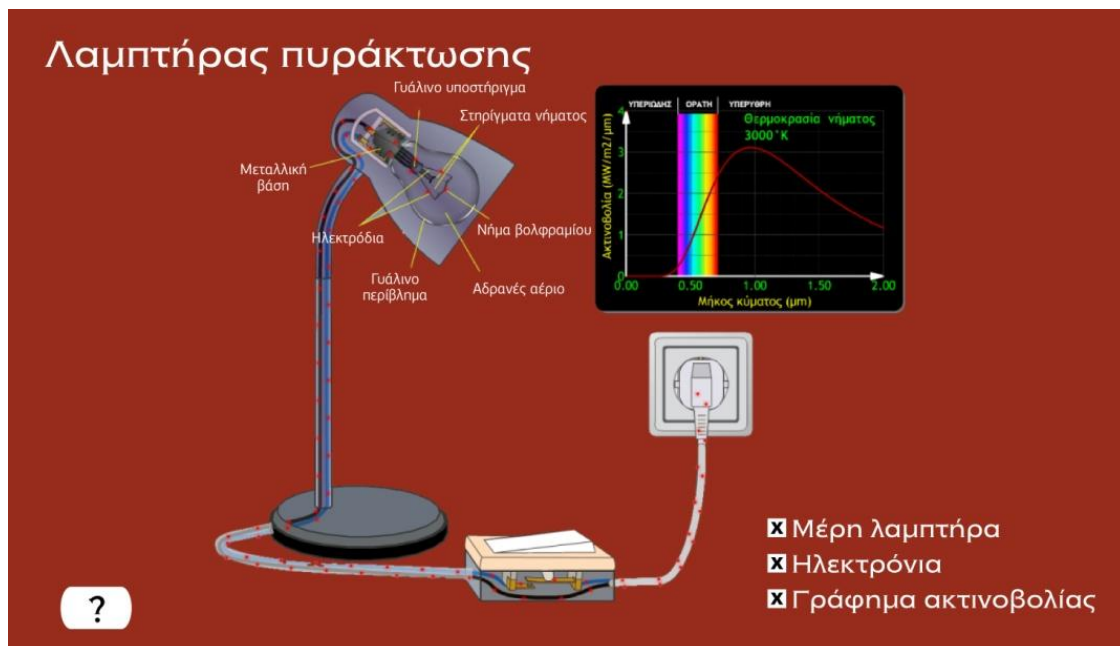
Σχήμα 77 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 78 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 79 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



Σχήμα 80 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στην εφαρμογή "Λαμπτήρας πυράκτωσης" αφορούν σε όλα τα επίπεδα οδηγίων κατασκευής γραφικών και ειδικότερα, σχετίζονται με το χρώμα, τα γραφικά και τη συνοχή και λειτουργική σχεδίαση.

## Χρώμα

Για το χρώμα του παρασκηνίου επιλέχθηκε το μπορντώ (Pantone 484C) (Σχήμα 81), το οποίο αποτελεί ένα σκούρο και χαμηλού κορεσμού χρώμα, κατάλληλο για παρασκηνιακά στοιχεία κατά τον Faiola, 1990. Τα χρώματα των στοιχείων του προσκηνίου διατηρήθηκαν, καθώς διατηρούν την επαρκή αντίθεση με τα στοιχεία του παρασκηνίου και διατηρούν την χρωματική αισθητική.



Σχήμα 81 Κωδικός χρώματος χρωματικού μοντέλου Pantone

Στην οθόνη των οδηγιών χρησιμοποιήθηκε παρασκηνιακά το λευκό χρώμα για την έμφαση στην πληροφορία του περιεχομένου του κειμένου (Durrett & Trezona, 1992).

## Γραφικά

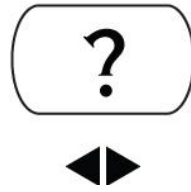
Οι γραμματοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν είναι απλές και φυσικές χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμα απολήξεις (CF HotMetal-Regular και PF Centro Sans Pro) (Σχήμα 82). Κατά τον Strauss (1991) χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικά βάρη (regular και bold), ενώ παράλληλα έγινε η χρήση των κατάλληλων μεγεθών επιτυγχάνοντας έτσι την αναγνωσιμότητα.

**CF HotMetal-Regular**  
**PF Centro Sans Pro**  
**PF Centro Sans Pro**

Σχήμα 82 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων είναι απλά και εύληπτα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει και να κατανοήσει το λόγο ύπαρξής τους. Τα εικονίδια αυτά είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην

προοπτική τους, χωρίς σκιές και διαβάθμιση χρωμάτων και έχουν το κατάλληλο μικρό μέγεθος (Σχήμα 83).



Σχήμα 83 Κουμπιά πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Ως προς την συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, παρατηρείται ισορροπία μεταξύ του μαθησιακού αντικειμένου και των στοιχείων του σκηνικού χτίζοντας μια συνεκτικότητα του περιβάλλοντος της διεπαφής και του μαθησιακού αντικειμένου (Fotouhi-Ghazvini, et. al, 2011), ενώ τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται με σαφή τρόπο από εκείνα του παρασκηνίου. Δεν εντοπίζονται κενοί, αχρησιμοποίητοι χώροι, ενώ ταυτόχρονα οι εντολές βρίσκονται σε εμφανές σημείο στην οθόνη της εφαρμογής. Ακόμη, παρατηρούνται σωστές αναλογίες στην απόσταση μεταξύ των στοιχείων, αλλά και μεταξύ των άκρων της οθόνης και των στοιχείων.



Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 9.

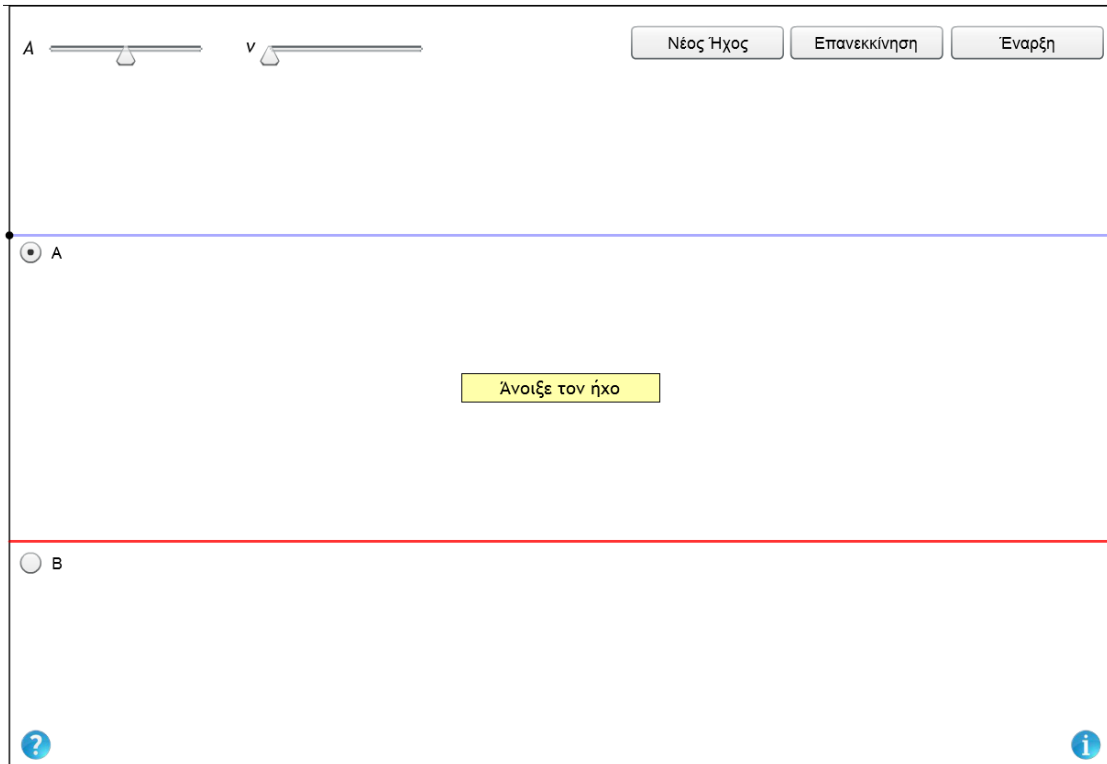
Πίνακας 9 Χροιά ήχου

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Χροιά ήχου
<b>Περιγραφή:</b>	Εφαρμογή που παρουσιάζει τις κυματομορφές δυο σύνθετων ήχων που παράγονται από δύο διαφορετικές πηγές (π.χ. διαφορετικά μουσικά όργανα) και δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να διερευνήσει τη σχέση του πώς ακούγεται ένας ήχος με το πλάτος του κύματος, τη συχνότητά του αλλά και τη χροιά του, που είναι ανεξάρτητη από τα παραπάνω.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Ήχος, χροιά, κύμα, κυματομορφή, πλάτος, συχνότητα, πηγή
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8463">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8463</a>

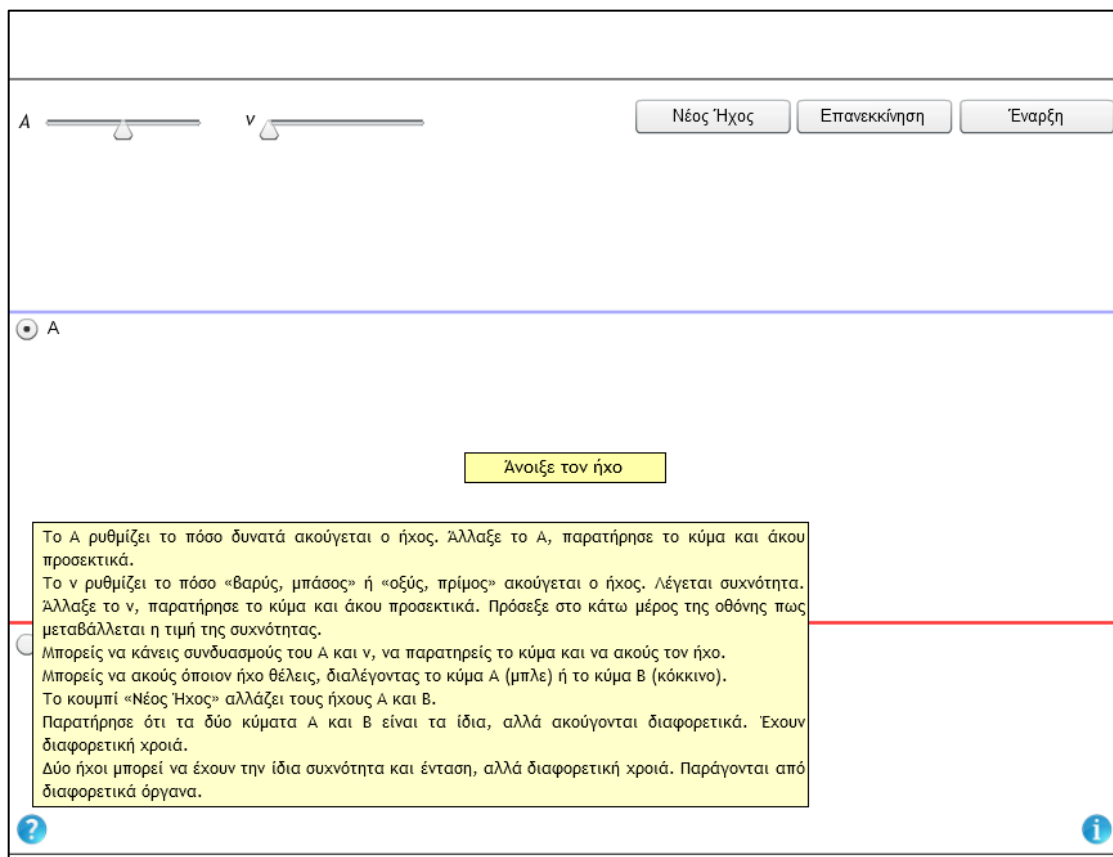
Τα σχήματα 84-86 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το λευκό, ενώ το κουμπί βοήθειας βρίσκεται σε εμφανές σημείο κάτω αριστερά στην οθόνη.

Τα χρώματα που έχουν επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο (κεντρική οθόνη και οθόνη οδηγιών). Για τα κύρια στοιχεία της εφαρμογής έχουν χρησιμοποιηθεί μη κορεσμένα φωτεινά χρώματα (μοβ ανοιχτό και κόκκινο ανοιχτό).

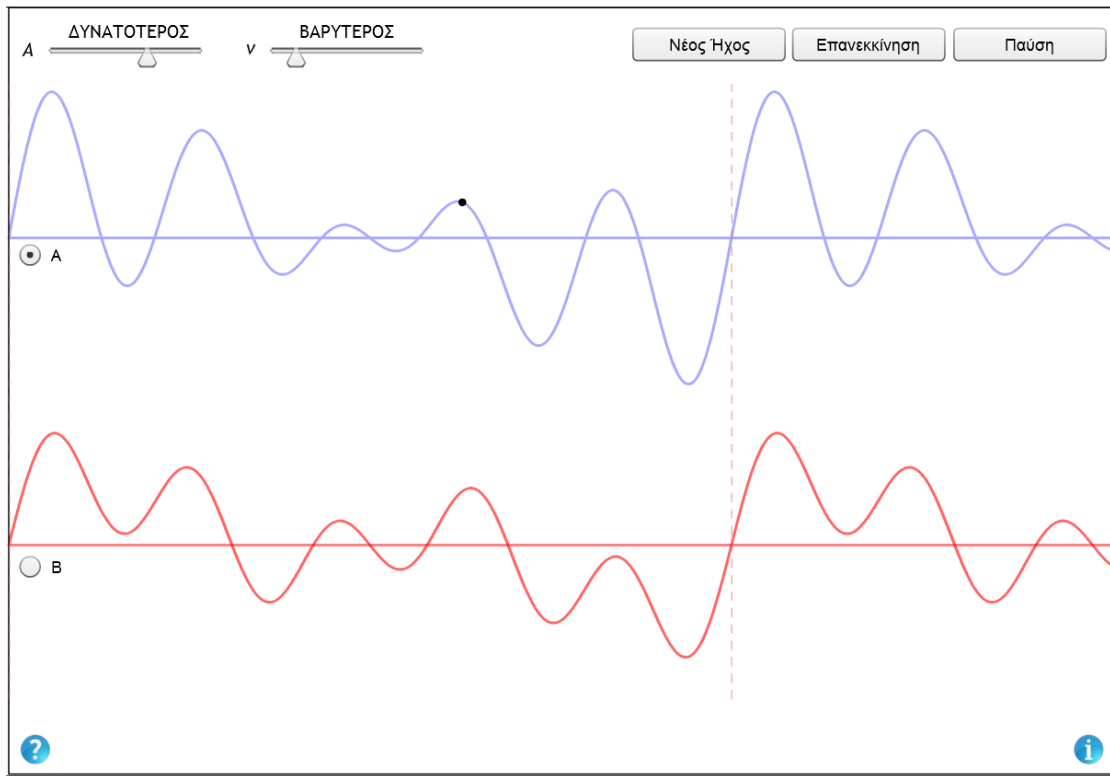
Το κουμπί της βοήθειας αποκαλύπτει ένα κίτρινο πλαίσιο με τις οδηγίες, το οποίο ωστόσο αναδύεται επάνω σε ένα από τα γραφικά εικονίδια της εφαρμογής, διαταράσσοντας την οπτική ισορροπία αυτής.



Σχήμα 84 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

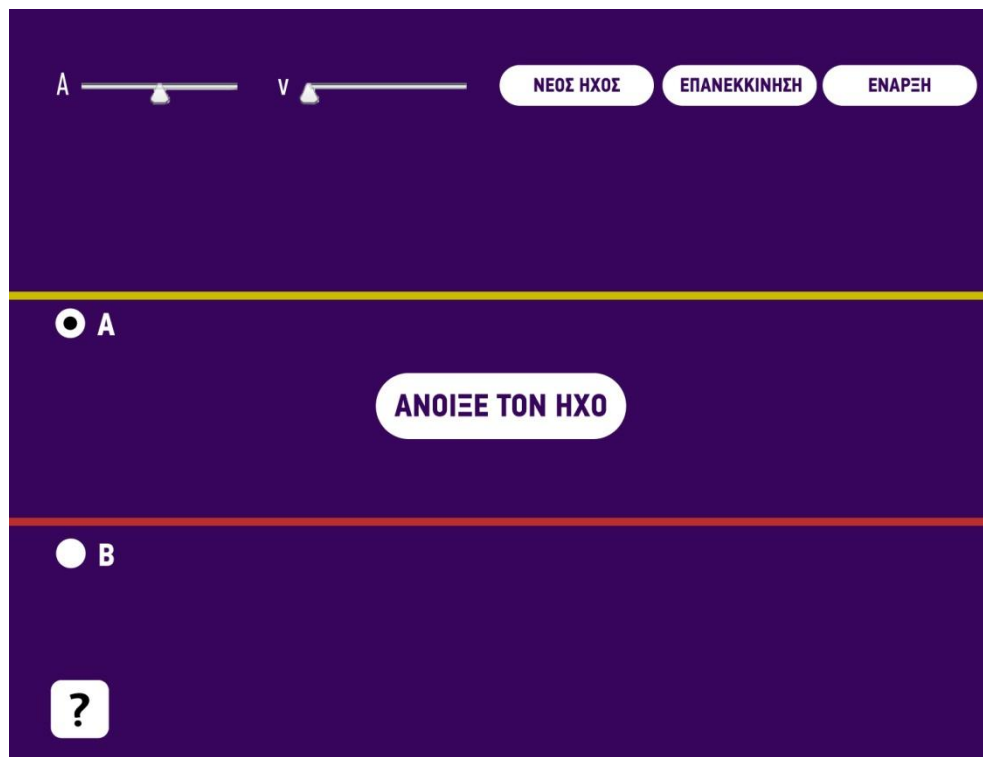


Σχήμα 85 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



Σχήμα 86 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 87-89.



Σχήμα 87 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Α ————— V

ΝΕΟΣ ΗΧΟΣ ΕΠΑΝΕΚΚΙΝΗΣΗ ΕΝΑΡΞΗ

A

**ΑΝΟΙΞΕ ΤΟΝ ΗΧΟ**

B

Το A ρυθμίζει το πόσο δυνατά ακούγεται ο ήχος. Αλλάξε το A, παρατήρησε το κύμα και άκου προσεκτικά.  
 Το v ρυθμίζει το πόσο «βαρύς, μπάσο» ή «οξύ, πρίμος» ακούγεται ο ήχος. Λέγεται συχνότητα. Αλλάξε το v, παρατήρησε το κύμα και άκου προσεκτικά. Πρόσεξε στο κάτω μέρος της οθόνης πως μεταβάλλεται η τιμή της συχνότητας. Μπορείς να κάνεις συνδυασμούς του A και v, να παρατηρείς το κύμα και να ακούς τον ήχο. Μπορείς να ακούς όποιον ήχο θέλεις, διαλέγοντας το κύμα A (μπλε) ή το κύμα B (κόκκινο). Το κουμπί «Νέος Ήχος» αλλάζει τους ήχους A και B.  
 Παρατήρησε ότι τα δύο κύματα A και B είναι τα ίδια, αλλά ακούγονται διαφορετικά. Έχουν διαφορετική χροιά.  
 Δύο ήχοι μπορεί να έχουν την ίδια συχνότητα και ένταση, αλλά διαφορετική χροιά. Παράγονται από διαφορετικά όργανα.

?

Σχήμα 88 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

ΔΥΝΑΤΟΤΕΡΟΣ ΒΑΡΥΤΕΡΟΣ

Α ————— V

ΝΕΟΣ ΗΧΟΣ ΕΠΑΝΕΚΚΙΝΗΣΗ ΠΑΥΣΗ

A

B

?

Σχήμα 89 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Χροιά ήχου" αναφέρονται σε όλες τις κατηγορίες οδηγιών κατασκευής γραφικών.

## Χρώμα

Το χρώμα του παρασκηνίου από λευκό γίνεται σκουρόχρωμο και πιο συγκεκριμένα μπλε (Pantone 669C) (Σχήμα 90), διατηρώντας με αυτόν τον τρόπο το σκούρο φόντο. Τα χρώματα των στοιχείων του παρασκηνίου παραμένει φωτεινά διατηρώντας την αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knurfer (1995) και πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν το κίτρινο (Pantone Yellow C), το κόκκινο (Pantone 711U) και το γαλάζιο (Pantone 7472C) (Σχήμα 90).



Σχήμα 90 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone

Τα χρώματα του παρασκηνίου και του προσκηνίου επιλέχτηκαν από την κυκλική χρωματική παλέτα (Σχήμα 91) και ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε ο τετράγωνος σχηματισμός, όπου συνδυάζονται 4 χρώματα με ίση απόσταση μεταξύ τους, τα οποία να μην είναι διαφορετικά, ωστόσο συμπληρώνει το ένα το άλλο, δημιουργώντας ένα δυναμικό αποτέλεσμα.



Σχήμα 91 Κυκλική χρωματική παλέτα (Newton, 1666)

Στις οδηγίες όπως επίσης και στα τυπογραφικά στοιχεία έχουν χρησιμοποιηθεί φωτεινά, ανοιχτόχρωμα και υψηλού κορεσμού χρώματα (λευκό), ώστε να πραγματώνεται η αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knurfer (1995) και να δίδεται η σωστή έμφαση στο κείμενο

και στις προερχόμενες από αυτό πληροφορίες (Durrett & Trezona, 1992) και να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα.

### Γραφικά

Οι γραμματοσειρές που επιλέχθηκαν είναι απλές, χωρίς ουρές και μεικτόγραμμα απολήξεις, γεγονός που αναδεικνύει μια μινιμαλιστική διάθεση (Golding & Fowler, 1992). Επιλέχτηκε αυστηρά συνδυασμός δύο γραμματοσειρών και όχι περισσότερων (Strauss, 1991): PF DinText Pro και PF Din Text Cond Pro (Σχήμα 92). Ακόμη, έχουν χρησιμοποιηθεί τα κατάλληλα μεγέθη και βάρη (Light και Bold) στα τυπογραφικά στοιχεία (Σχήμα 93).

**PF DinText Pro**  
**PF Din Text Cond Pro**

**PF DinText Pro**  
**PF Din Text Cond Pro**

#### Σχήματα 92 & 93 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια έχουν σχεδιαστεί με καθαρές γραμμές, ευκρινείς άκρες και απλά σχήματα, είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους, ενώ έχουν σχεδιαστεί χωρίς σκιές και διαβάθμιση χρωμάτων (Σχήμα 94).



#### Σχήμα 94 Κουμπιά πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

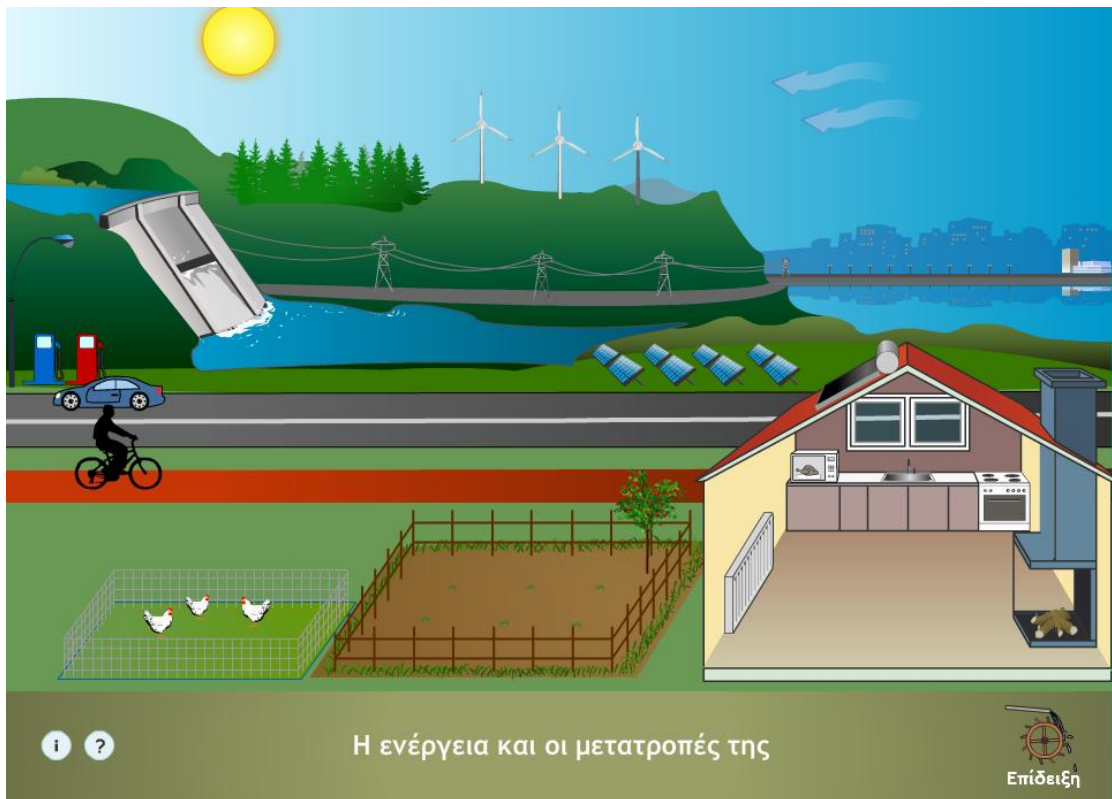
Ως προς τη συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση τα στοιχεία του προσκηνίου διαφοροποιούνται με εμφατικό χρωματικό τρόπο, ενώ στο παρασκήνιο δεν εντοπίζονται πολλοί κενοί χώροι. Οι διάλογοι και οι εντολές έχουν τοποθετηθεί σε κάρια σημεία στην οθόνη, διατηρώντας την επαρκή αντίθεση. Η κατανομή των στοιχείων του προσκηνίου είναι εξισορροπημένη, τα οποία έχουν τοποθετηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανομημένο οπτικό βάρος και η εν γένει αίσθηση της ισορροπίας.

Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 10.

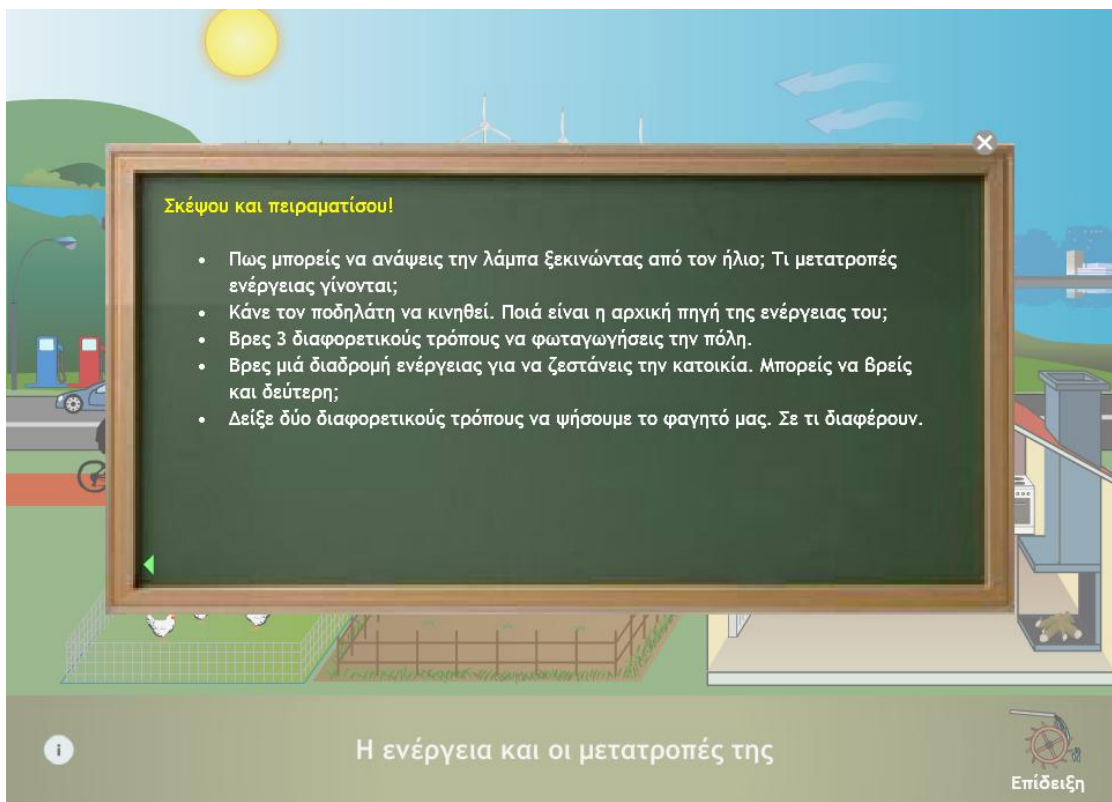
**Πίνακας 10 Οι ενέργειες και οι μετατροπές της**

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Οι ενέργειες και οι μετατροπές της
<b>Περιγραφή:</b>	Αλληλεπιδραστική εφαρμογή που παρουσιάζει τα μονοπάτια της ενέργειας και τις διάφορες μορφές που παίρνει από την παραγωγή της μέχρι την κατανάλωσή της. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εντοπίσει διάφορα μονοπάτια της ενέργειας κάνοντας κλικ σε στοιχεία που σχετίζονται ενεργειακά.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Ενέργεια, μετατροπή, μορφές, μονοπάτια, παραγωγή, πηγή
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8464">http://photodentro.edu.gr/aggregator/lo/photodentro-lor-8521-8464</a>

Τα σχήματα 95-97 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Παρατηρείται ένα πλούσιο χρωματικά παρασκήνιο με πολλά γραφικά στοιχεία, ενώ τα κουμπιά πλοήγησης (κουμπί βοήθειας) βρίσκεται στο κάτω αριστερό μέρος της οθόνης. Για τα τυπογραφικά στοιχεία έχει χρησιμοποιηθεί το λευκό χρώμα (κεντρική οθόνη εφαρμογής), το κίτρινο και το λευκό χρώμα (οθόνη οδηγιών).



Σχήμα 95 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



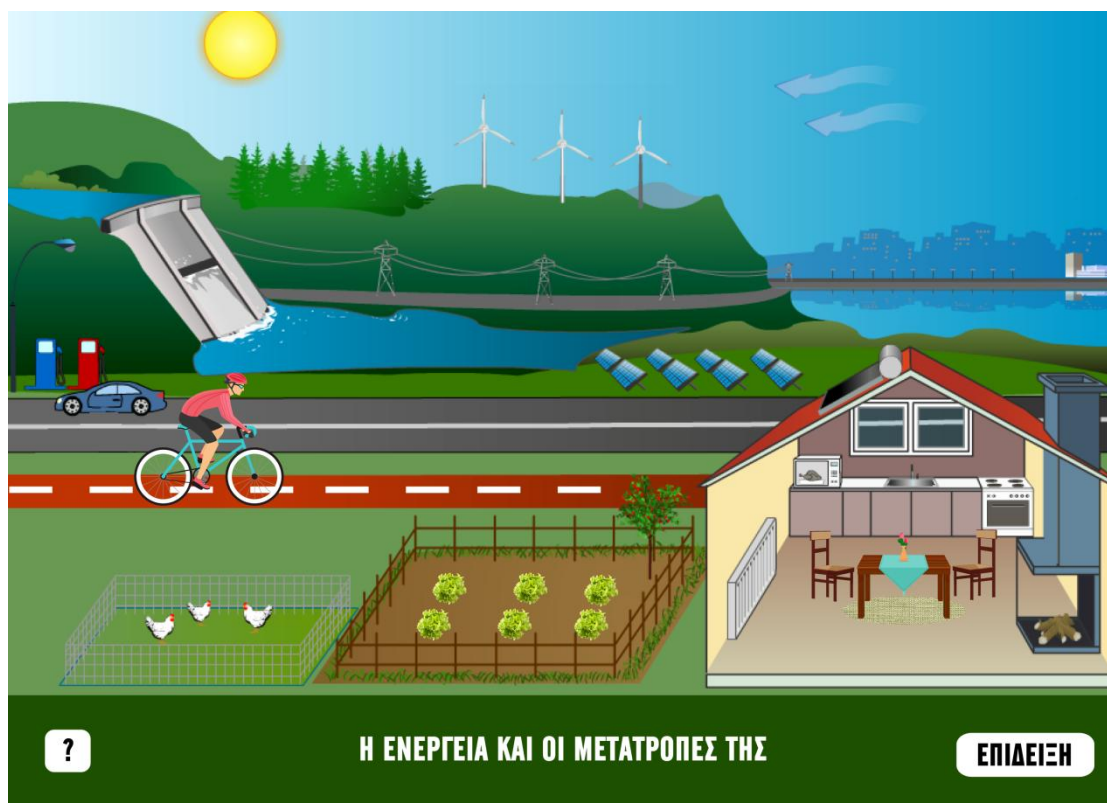
Σχήμα 96 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



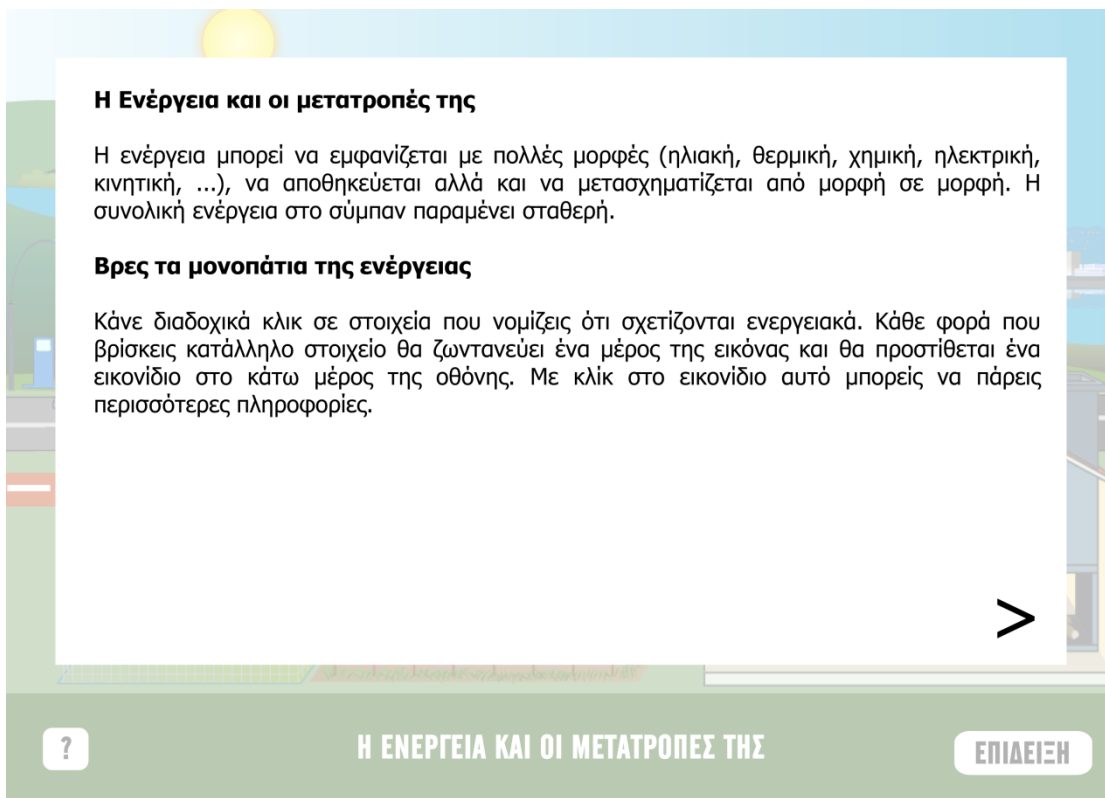


Σχήμα 97 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 95-100.



Σχήμα 98 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



**Η Ενέργεια και οι μετατροπές της**

Η ενέργεια μπορεί να εμφανίζεται με πολλές μορφές (ηλιακή, θερμική, χημική, ηλεκτρική, κινητική, ...), να αποθηκεύεται αλλά και να μετασχηματίζεται από μορφή σε μορφή. Η συνολική ενέργεια στο σύμπαν παραμένει σταθερή.

**Βρες τα μονοπάτια της ενέργειας**

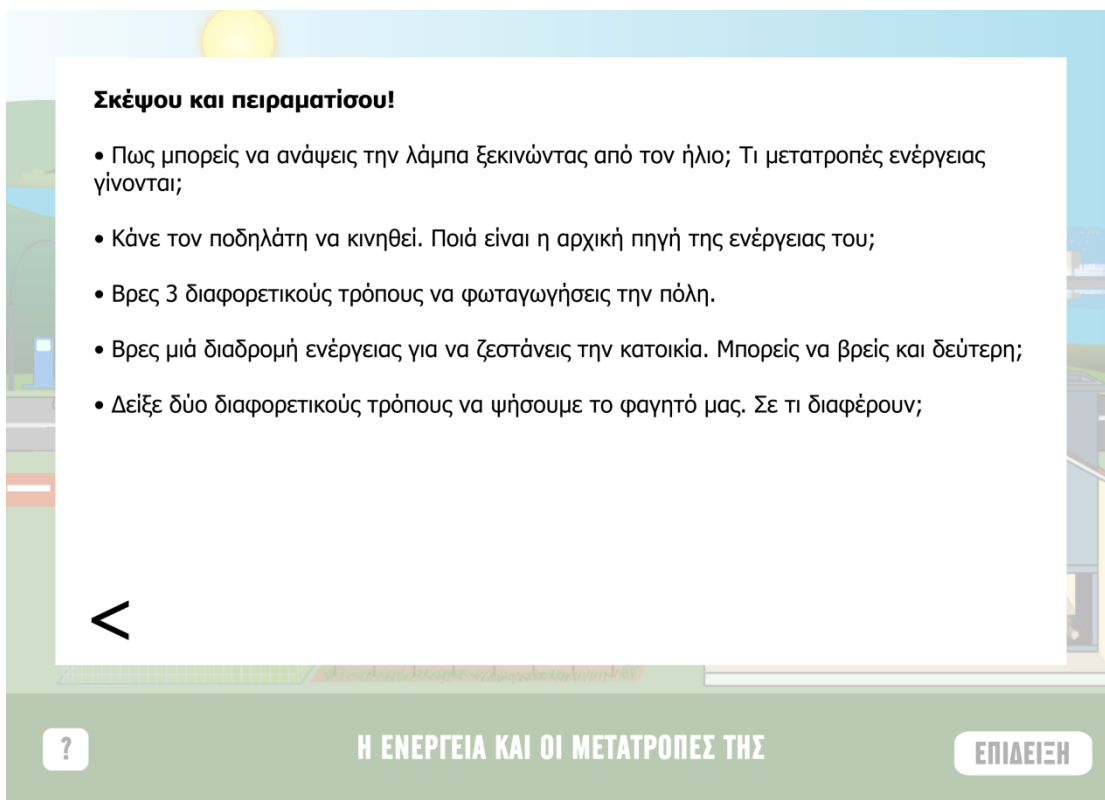
Κάνε διαδοχικά κλικ σε στοιχεία που νομίζεις ότι σχετίζονται ενεργειακά. Κάθε φορά που βρίσκεις κατάλληλο στοιχείο θα ζωντανεύει ένα μέρος της εικόνας και θα προστίθεται ένα εικονίδιο στο κάτω μέρος της οθόνης. Με κλικ στο εικονίδιο αυτό μπορείς να πάρεις περισσότερες πληροφορίες.

?

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΤΗΣ

ΕΠΙΔΕΙΞΗ

Σχήμα 99 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία



**Σκέψου και πειραμάτισου!**

- Πως μπορείς να ανάψεις την λάμπα ξεκινώντας από τον ήλιο; Τι μετατροπές ενέργειας γίνονται;
- Κάνε τον ποδηλάτη να κινηθεί. Ποιά είναι η αρχική πηγή της ενέργειας του;
- Βρες 3 διαφορετικούς τρόπους να φωταγωγήσεις την πόλη.
- Βρες μία διαδρομή ενέργειας για να ζεστάνεις την κατοικία. Μπορείς να βρεις και δεύτερη;
- Δείξε δύο διαφορετικούς τρόπους να ψήσουμε το φαγητό μας. Σε τι διαφέρουν;

?

Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΤΗΣ

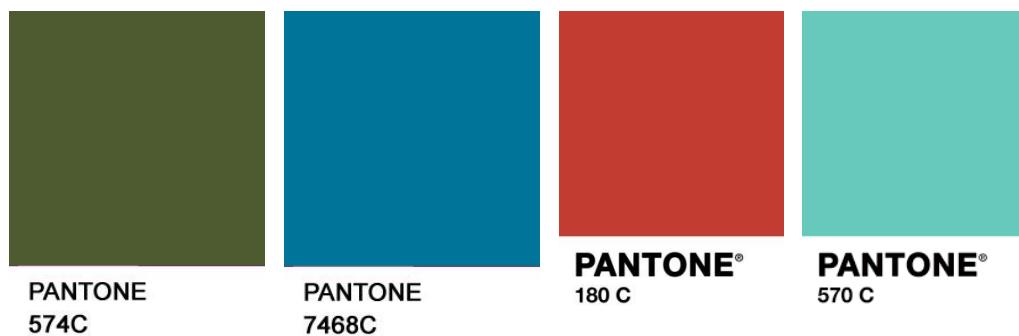
ΕΠΙΔΕΙΞΗ

Σχήμα 100 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στην εφαρμογή "Οι ενέργειες και οι μετατροπές της" αφορούν σε όλα τα επίπεδα οδηγίων κατασκευής γραφικών και ειδικότερα, σχετίζονται με το χρώμα, τα γραφικά και τη συνοχή και λειτουργική σχεδίαση.

## Χρώμα

Στο χρώμα του παρασκηνίου δεν πραγματοποιήθηκαν αλλαγές, καθώς τα επιλεγμένα χρώματα συμφωνούν με τις καταγεγραμμένες οδηγίες κατασκευής γραφικών εκπαιδευτικών εφαρμογών. Ειδικότερα, τα χρώματα του παρασκηνίου είναι χαμηλού κορεσμού, κατάλληλα για παρασκηνιακά στοιχεία κατά τον Faiola, 1990. Τα χρώματα των στοιχείων του προσκηνίου διατηρήθηκαν, καθώς συντηρούν την επαρκή αντίθεση με τα στοιχεία του παρασκηνίου και διατηρούν την χρωματική αισθητική. Ενδεικτικά χρώματα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εφαρμογή αυτή είναι: Pantone 574C, Pantone 7468C, Pantone 180C, Pantone 570C κα. (Σχήμα 101)



Σχήμα 101 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone

## Γραφικά

Οι γραμματοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν είναι απλές και φυσικές χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμες απολήξεις, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις, ενώ αυστηρά χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δυο γραμματοσειρών (CF BlastGothic-MediBold και Tahoma) (Σχήμα 102). Κατά τον Strauss (1991) χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικά βάρη (regular και bold) στα τυπογραφικά στοιχεία για την επίτευξη της έμφασης και της αναγνωσιμότητας (Σχήμα 103).

## CF BlastGothic-MediBold Tahoma

Σχήμα 102 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Tahoma  
**Tahoma**

Σχήμα 103 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

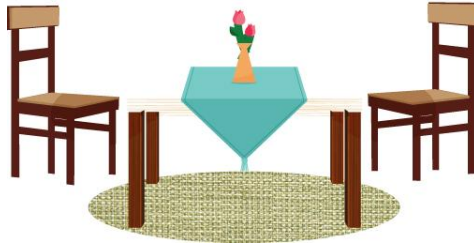
Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων, είναι απλά και εύληπτα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει και να κατανοήσει την ύπαρξή τους. Τα εικονίδια αυτά είναι μονοχρωματικά, επίπεδα στην προοπτική τους, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις, ενώ έχουν μικρό μέγεθος (Σχήμα 104).



Σχήμα 104 Κουμπιά πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Αναφορικά με τη συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται εμφανώς από τα στοιχεία του παρασκηνίου, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχουν κενοί χώροι στην οθόνη της εφαρμογής. Οι εντολές και διάλογοι έχουν τοποθετηθεί σε εμφανή σημεία, ενώ τα κουμπιά πλοήγησης (οδηγίες, κουμπί εκκίνησης) βρίσκονται σε κεντρική θέση. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η σταθερή τοποθέτηση των εντολών σε συγκεκριμένα, σταθερά σημεία της οθόνης, ενώ οι διάλογοι βρίσκονται σε εμφανές σημείο στην οθόνη εξασφαλίζοντας την επαρκή αντίθεση. Για την επίτευξη της ρεαλιστικότητας τοποθετήθηκαν στο σκηνικό της εφαρμογής περισσότερα ρεαλιστικά στοιχεία: τραπέζι με καρέκλες στο εσωτερικό του σπιτιού (Σχήμα 105), λαχανικά στον κήπο (Σχήμα 106), διαγράμμιση του ποδηλατόδρομου (Σχήμα 107) και ο ποδηλάτης (Σχήμα 108).



Σχήμα 105 Γραφικά εικονίδια



Σχήμα 106 Γραφικά εικονίδια



Σχήμα 107 Γραφικά εικονίδια



Σχήμα 108 Γραφικά εικονίδια

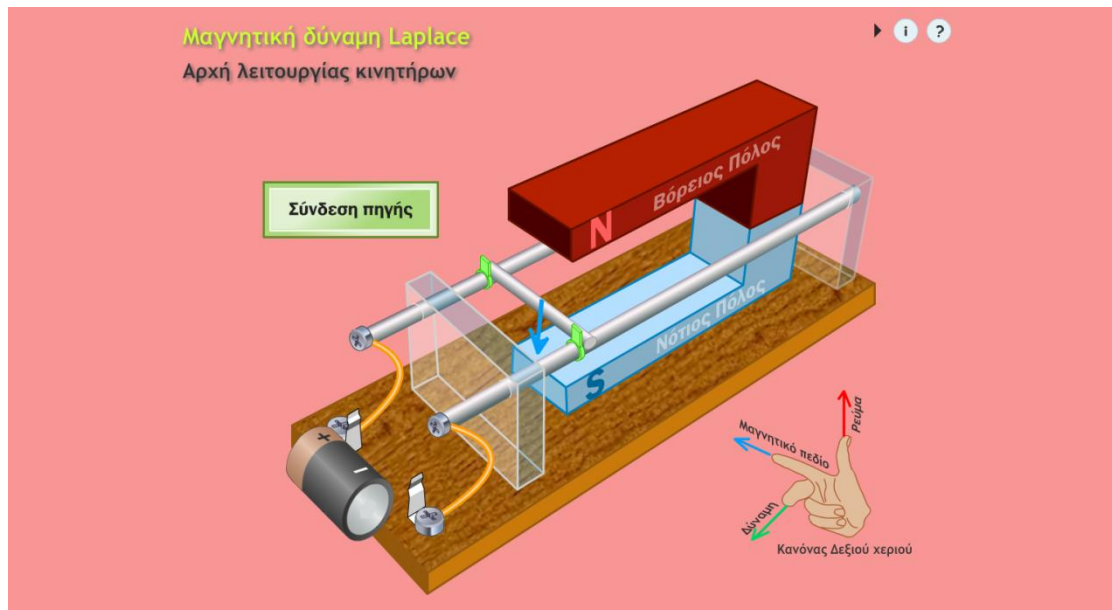
Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 11.

Πίνακας 11 Αρχή λειτουργίας κινητήρων

<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Αρχή λειτουργίας κινητήρων
<b>Περιγραφή:</b>	Η εφαρμογή στοχεύει στην επίδειξη της δύναμης Laplace που δέχεται ένα ρευματοφόρος αγωγός όταν βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο. Σε αυτή τη δύναμη στηρίζεται η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων όπου η ηλεκτρική ενέργεια, με τη βοήθεια μαγνητικού πεδίου, μετατρέπεται σε κινητική.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 12
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Δύναμη Laplace, μαγνητική, κινητήρας, ρευματοφόρος αγωγός
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8584">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8584</a>

Τα σχήματα 109-113 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του παρασκηνίου είναι το πορτοκαλί-ροζ ανοιχτό. Τα κουμπιά πλοήγησης (στην συγκεκριμένη περίπτωση το κουμπί της βοήθειας) βρίσκονται σε μη εμφανές σημείο επάνω δεξιά στην οθόνη. Ακόμη, τα κουμπιά πλοήγησης στην οθόνη των οδηγιών είναι ελλιπή, καθώς δεν υφίσταται κουμπί που να ανακατευθύνει στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής.

Τα χρώματα που έχουν επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο και το πράσινο (αρχική οθόνη εφαρμογής) με εφε (glow effect) και το λευκό, γαλάζιο, κίτρινο (στην οθόνη οδηγιών), ενώ παρατηρούνται αρκετοί κενοί χώροι στην οθόνη, καθώς όλα τα γραφικά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό σημείο της οθόνης, αφήνοντας ανεκμετάλλετους χώρους αριστερά και δεξιά.



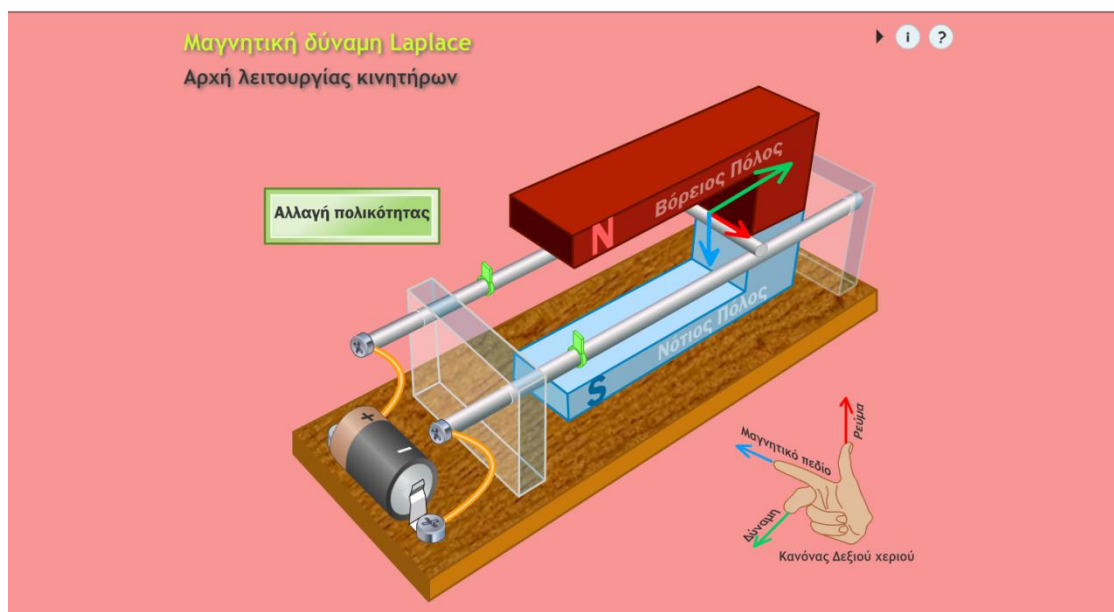
Σχήμα 109 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία



Σχήμα 110 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία

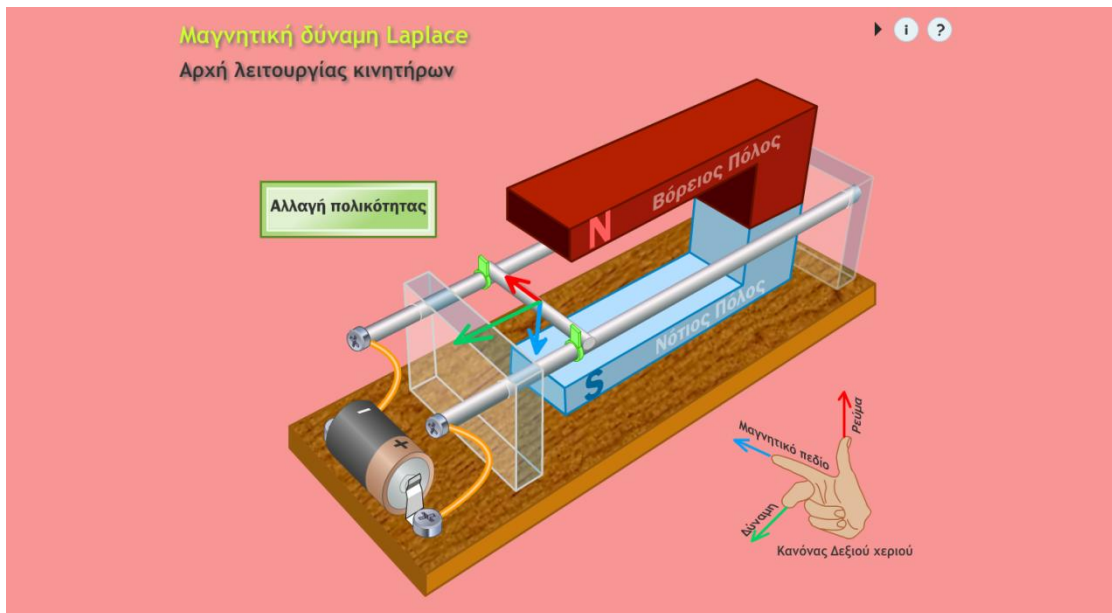


Σχήμα 111 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



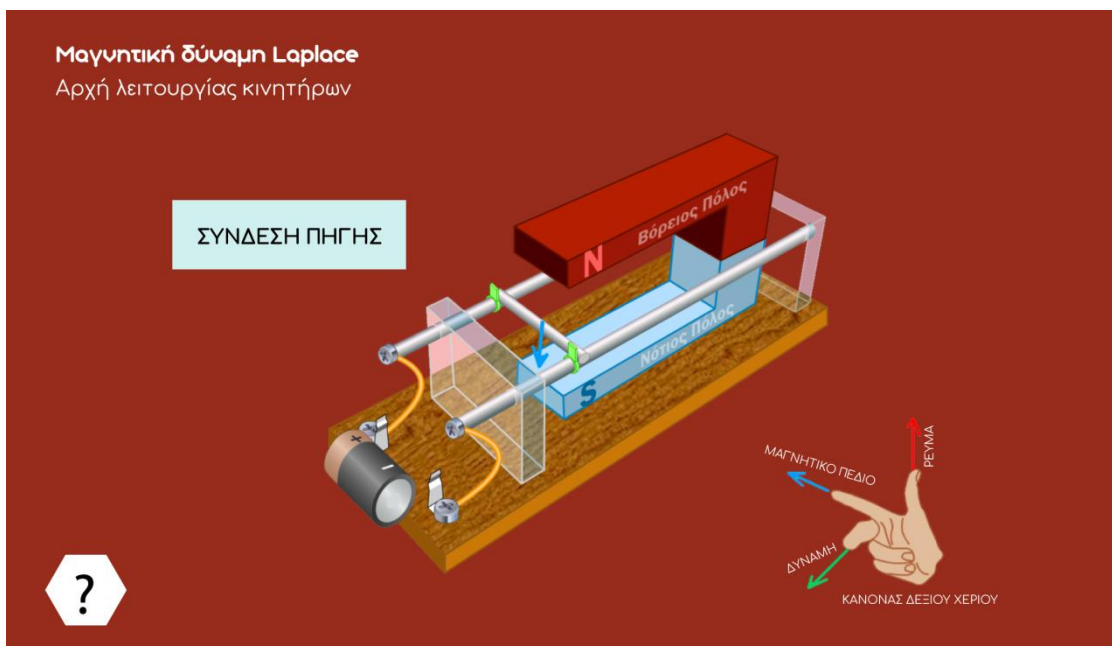
Σχήμα 112 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία





Σχήμα 113 Οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 114-118.



Σχήμα 114 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

### Μαγνητική δύναμη Laplace

Αρχή

#### Μαγνητική δύναμη Laplace

Η εφαρμογή στοχεύει στην επίδειξη της δύναμης Laplace που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός όταν βρίσκεται σε μαγνητικό πεδίο. Σ' αυτή την δύναμη στηρίζεται η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων όπου η ηλεκτρική ενέργεια, με την βοήθεια μαγνητικού πεδίου, μετατρέπεται σε κινητική.

**Περιγραφή - Οδηγίες**

Η διάταξη αποτελείται από έναν ελεύθερο αγωγό που μπορεί να κινείται σε επαφή με σταθερούς αγωγούς στο χώρο που υπάρχει το μαγνητικό πεδίο ενός πεταλοειδή μαγνήτη.

Πατώντας το κουμπί της εφαρμογής συνδέεται η μπαταρία στο κύκλωμα και ο ελεύθερος αγωγός διαρρέεται από ρεύμα. Τότε ο αγωγός τίθεται σε κίνηση λόγω της δύναμης Laplace. Όταν ο αγωγός φτάσει σε εμπόδιο, μπορούμε να αντιστρέψουμε την πολικότητα της μπαταρίας ώστε ο αγωγός να κινηθεί αντίστροφα.

ΚΑΝΟΝΑΣ ΔΕΞΙΟΥ ΧΕΡΙΟΥ

Σχήμα 115 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία


### Μαγνητική δύναμη Laplace

Αρχή

#### Προσδιορισμός δύναμης Laplace

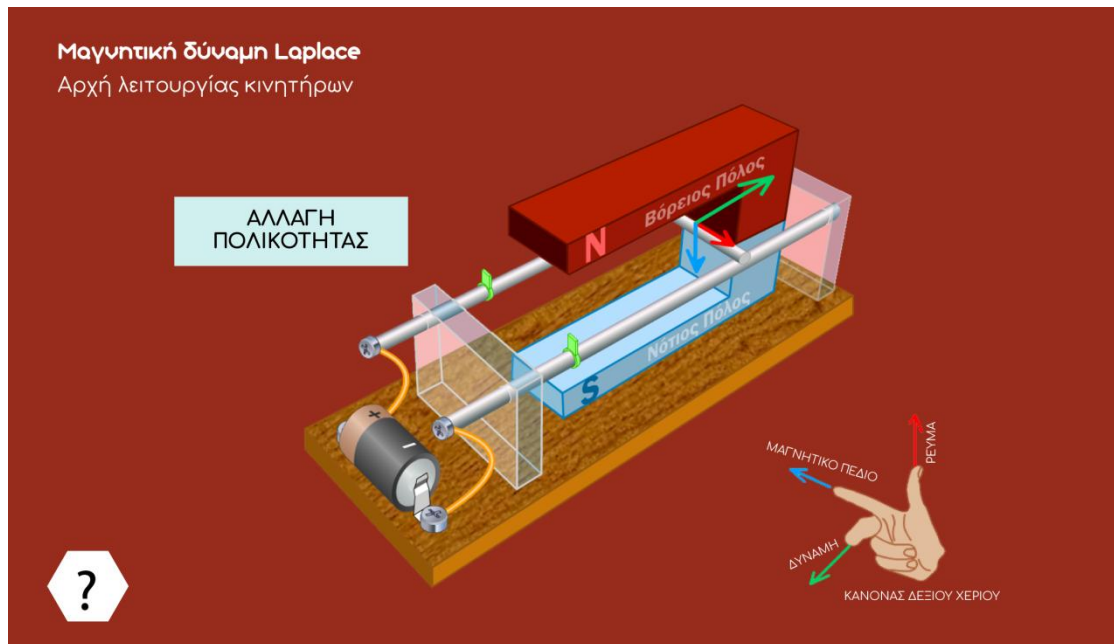
Ένας ρευματοφόρος αγωγός σε μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Laplace. Γνωρίζοντας την φορά του μαγνητικού πεδίου και την φορά του ρεύματος στον αγωγό μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατεύθυνση της δύναμης Laplace

**Φορά μαγνητικού πεδίου:** Από τον Βόρειο στον Νότιο μαγνητικό πόλο  
**Φορά ρεύματος σε κύκλωμα:** Από τον θετικό στον αρνητικό πόλο της μπαταρίας.  
**Κατεύθυνση δύναμης Laplace:** Κάθετη στο μαγνητικό πεδίο και στον αγωγό και φορά σύμφωνα με τον κανόνα δεξιού χεριού.

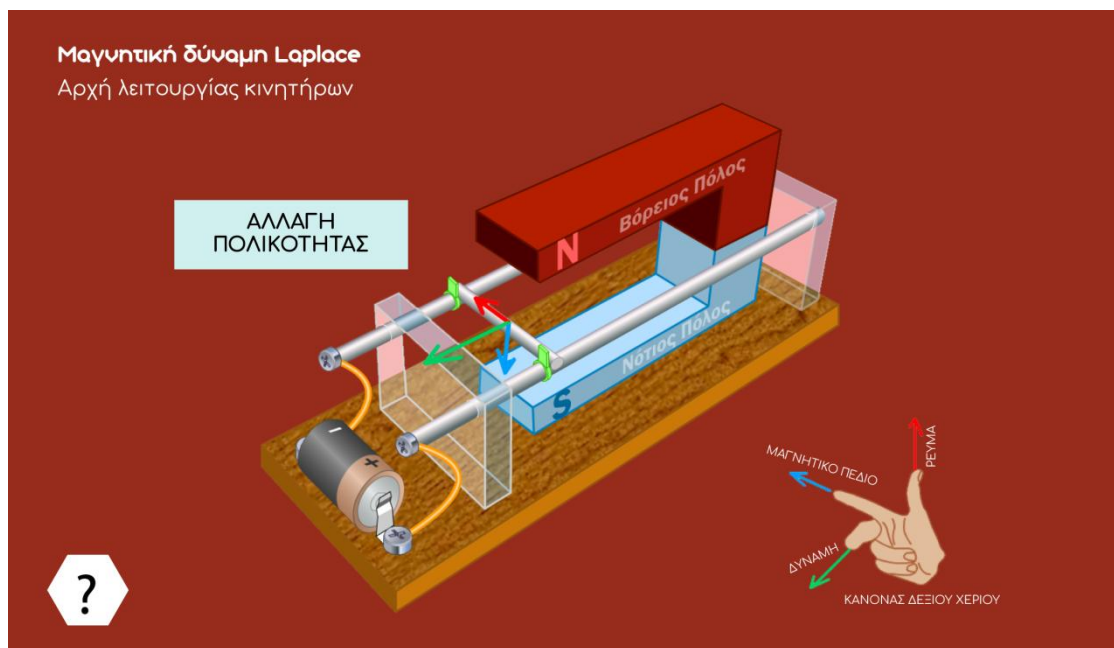


ΚΑΝΟΝΑΣ ΔΕΞΙΟΥ ΧΕΡΙΟΥ

Σχήμα 116 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία



Σχήμα 117 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



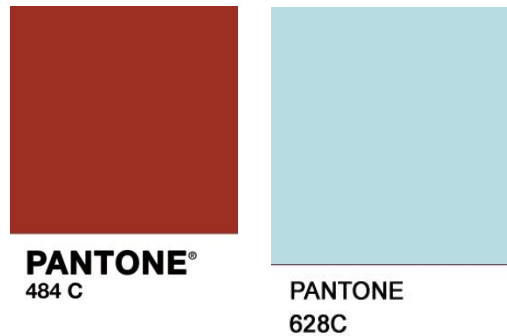
Σχήμα 118 Οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Αρχή λειτουργίας κινητήρων" αναφέρονται σε όλες τις κατηγορίες οδηγιών κατασκευής γραφικών.

### Χρώμα

Το χρώμα του παρασκηνίου γίνεται μπορντώ (Pantone 484C) (Σχήμα), αλλά φωτεινό επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο την αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knipfer (1995).

Διατηρείται με άλλα λόγια το σκούρο φόντο στην οθόνη της εφαρμογής και επιλέχτηκε για τα στοιχεία του προσκηνίου γαλάζιο (Pantone 628C) (Σχήμα 119) και λευκό από την κυκλική χρωματική παλέτα. Επιλέχτηκε από την κυκλική χρωματική παλέτα ο συνδυασμός δύο χρωμάτων, καθώς τα δύο χρώματα αυτά βρίσκονται απέναντι το ένα από το άλλο, επιτυγχάνοντας έτσι την χρωματική ισορροπία (Σχήμα 120)



Σχήμα 119 Κωδικοί χρωμάτων χρωματικού μοντέλου Pantone



Σχήμα 120 Κυκλική χρωματική παλέτα

## Γραφικά

Οι γραμματοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν είναι απλές και φυσικές χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμα απολήξεις, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις, ενώ αυστηρά χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δυο γραμματοσειρών (Comfortaa και Aka-AcidGR-SoftIceCream) (Σχήμα 121)

Comfortaa  
Aka-AcidGR-SoftIceCream

Σχήμα 121 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί με τη σχεδίαση καθαρών γραμμών και απλών σχημάτων, είναι απλά και εύληπτα με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει και να κατανοήσει την ύπαρξή τους. Τα εικονίδια αυτά είναι μονοχρωματικά, επίπεδα στην προοπτική τους, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις, ενώ έχουν μικρό μέγεθος (Σχήμα 122).



Σχήμα 122 Κουμπιά πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Αναφορικά με τη συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται εμφανώς από τα στοιχεία του παρασκηνίου, ενώ ταυτόχρονα δεν υπάρχουν πολλοί κενοί χώροι στην οθόνη της εφαρμογής. Οι εντολές και διάλογοι έχουν τοποθετηθεί σε εμφανή σημεία, ενώ τα κουμπιά πλοήγησης (οδηγίες, κουμπί εκκίνησης) βρίσκονται σε κεντρική θέση. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η συνεκτικότητα της διεπαφής χρήστη με το περιβάλλον της εφαρμογής. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί η σταθερή τοποθέτηση των εντολών σε συγκεκριμένα, σταθερά σημεία της οθόνης, ενώ οι διάλογοι βρίσκονται σε εμφανές σημείο στην οθόνη εξασφαλίζοντας την επαρκή αντίθεση.

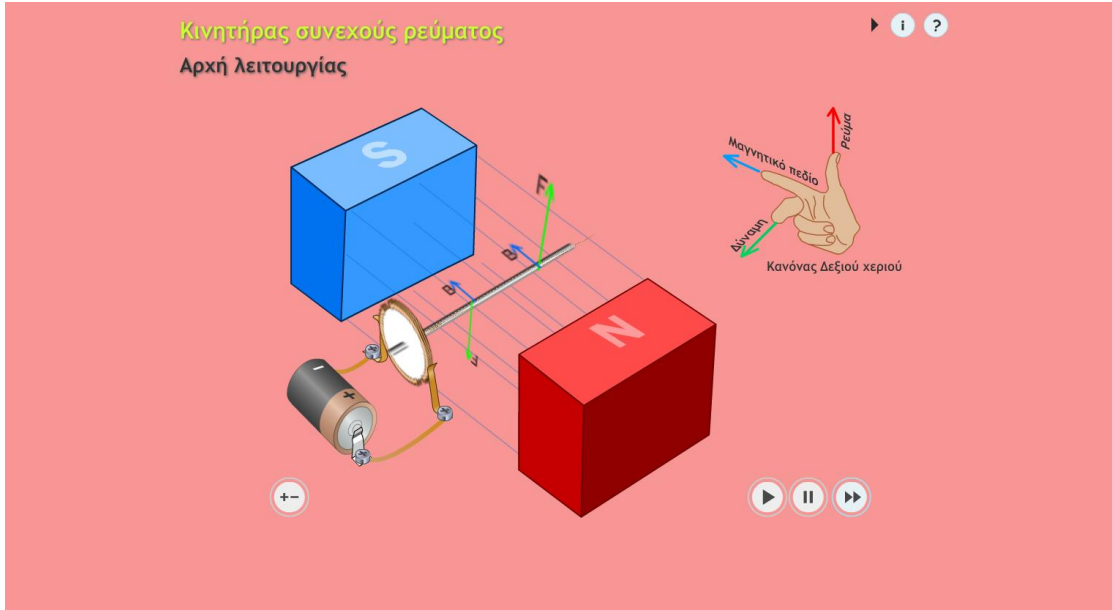
Τα μεταδεδομένα του μαθησιακού αντικειμένου "Μεταφορά θερμότητας με αγωγή παρουσιάζονται στον πίνακα 12.

Πίνακας 12 Αρχή λειτουργίας κινητήρα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος

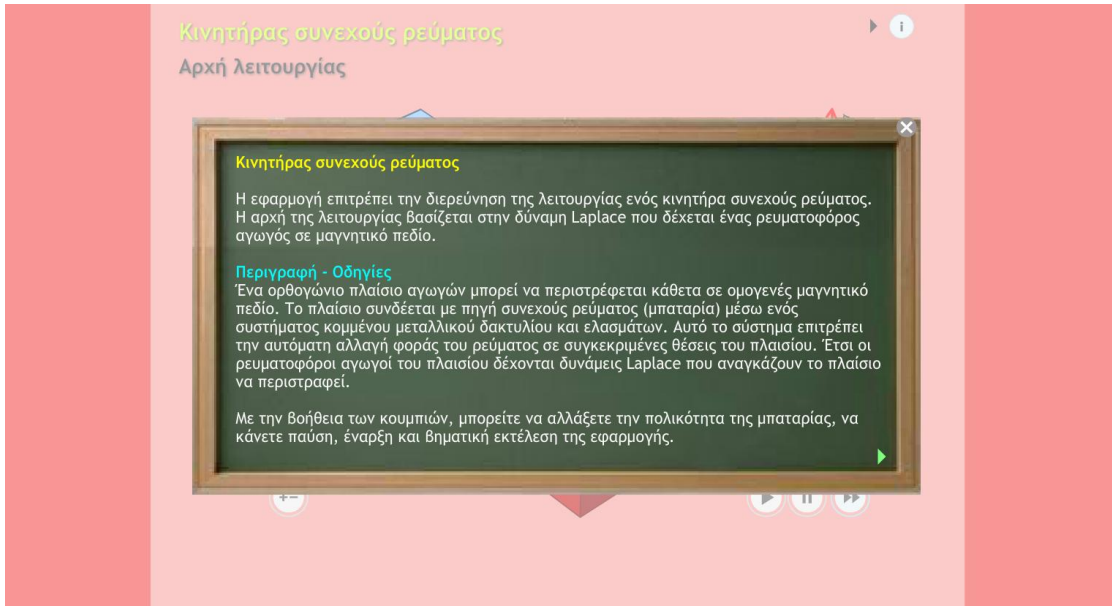
<b>Όνομα μαθησιακού αντικειμένου:</b>	Αρχή λειτουργίας κινητήρα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος
<b>Περιγραφή:</b>	Η εφαρμογή επιτρέπει της λειτουργίας ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στη δύναμη Laplace που δέχεται ένα ρευματοφόρος αγωγός σε ηλεκτρικό πεδίο. Η εφαρμογή δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλλάξει την πολικότητα της μπαταρίας, να κάνει παύση, έναρξη και βηματική εκτέλεση.
<b>Βαθμίδα εκπαίδευσης:</b>	προσχολική, δημοτικό, γυμνάσιο
<b>Ηλικιακό εύρος:</b>	9 - 15
<b>Γλώσσα:</b>	ελληνική
<b>Τύπος:</b>	εφαρμογή
<b>Θεματική περιοχή:</b>	Φυσική
<b>Λέξεις-κλειδιά:</b>	Ηλεκτρικός κινητήρας, συνεχές, ρεύματα, δύναμη Laplace
<b>Διεύθυνση αναφοράς:</b>	<a href="http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8581">http://photodentro.edu.gr/lor/r/8521/8581</a>

Τα σχήματα 123-125 παρουσιάζουν την αρχική οθόνη εφαρμογής και την οθόνη των οδηγιών. Το χρώμα του προσκηνίου είναι το πορτοκαλί ανοιχτό. Τα κουμπιά πλοήγησης (στην συγκεκριμένη περίπτωση το κουμπί της βοήθειας) βρίσκονται σε μη εμφανές σημείο επάνω δεξιά στην οθόνη. Ακόμη, τα κουμπιά πλοήγησης στην οθόνη των οδηγιών είναι ελλιπή, καθώς δεν υφίσταται κουμπί που να ανακατευθύνει στην κεντρική οθόνη της εφαρμογής.

Τα χρώματα που έχουν επιλεγεί για τα τυπογραφικά στοιχεία είναι το μαύρο και το πράσινο (αρχική οθόνη εφαρμογής) με εφε (glow effect) και το λευκό, κίτρινο, γαλάζιο (οθόνη οδηγιών). Παρατηρούνται αρκετοί κενοί χώροι στην οθόνη, καθώς όλα τα γραφικά στοιχεία έχουν τοποθετηθεί στο κεντρικό σημείο της οθόνης, αφήνοντας ανεκμετάλλετους χώρους αριστερά και δεξιά.



Σχήμα 123 Αρχική οθόνη εφαρμογής πριν την επεξεργασία

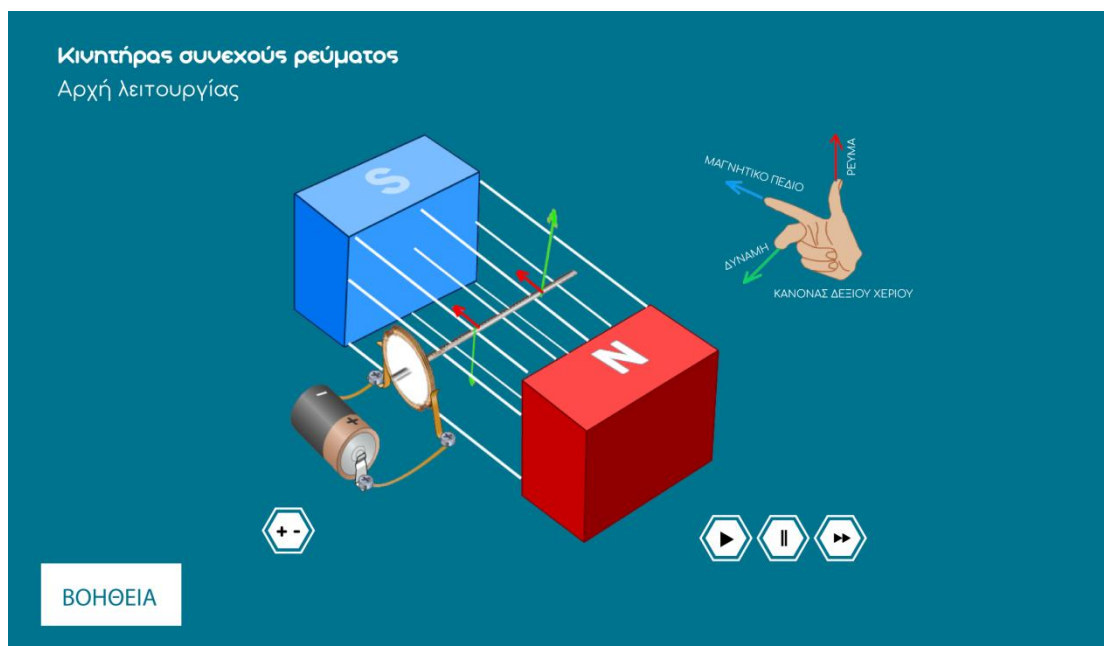


Σχήμα 124 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία



Σχήμα 125 Οθόνη οδηγιών πριν την επεξεργασία

Σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές σχεδίασης (πίνακας 2) η σχεδίαση τροποποιείται όπως φαίνεται στα σχήματα 126-128.



Σχήμα 126 Αρχική οθόνη εφαρμογής μετά την επεξεργασία



**Κινητήρας συνεχούς ρεύματος**

Αρχή λειτουργίας

**Κινητήρας συνεχούς ρεύματος**

Η εφαρμογή επιτρέπει την διερεύνηση της λειτουργίας ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος. Η αρχή της λειτουργίας βασίζεται στην δύναμη Laplace που δέχεται ένας ρευματοφόρος αγωγός σε μαγνητικό πεδίο.

**Περιγραφή - Οδηγίες**

Ένα ορθογώνιο πλαίσιο αγωγών μπορεί να περιστρέφεται κάθετα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το πλαίσιο συνδέεται με πηγή συνεχούς ρεύματος (μπαταρία) μέσω ενός συστήματος κομμένου μεταλλικού δακτυλίου και ελασμάτων. Αυτό το σύστημα επιτρέπει την αυτόματη αλλαγή φοράς του ρεύματος σε συγκεκριμένες θέσεις του πλαισίου. Έτσι οι ρευματοφόροι αγωγοί του πλαισίου δέχονται δυνάμεις Laplace που αναγκάζουν το πλαίσιο να περιστραφεί.

Με την βοήθεια των κουμπιών, μπορείτε να αλληθιάξετε την πολικότητα της μπαταρίας, να κάνετε παύση, έναρξη και βηματική εκτέλεση της εφαρμογής.

Σχήμα 127 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

**Κινητήρας συνεχούς ρεύματος**

Αρχή λειτουργίας


**Προσδιορισμός δύναμης Laplace**

Ένας ρευματοφόρος αγωγός σε μαγνητικό πεδίο δέχεται δύναμη Laplace. Γνωρίζοντας την φορά του μαγνητικού πεδίου και την φορά του ρεύματος στον αγωγό μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατεύθυνση της δύναμης Laplace

**Φορά μαγνητικού πεδίου:** Από τον Βόρειο στον Νότιο μαγνητικό πόλο

**Φορά ρεύματος σε κύκλωμα:** Από τον θετικό στον αρνητικό πόλο της μπαταρίας.

**Κατεύθυνση δύναμης Laplace:** Κάθετη στο μαγνητικό πεδίο και στον αγωγό και φορά σύμφωνα με τον κανόνα δεξιού χεριού.



Σχήμα 128 Οθόνη οδηγιών μετά την επεξεργασία

Οι αλλαγές που προτείνονται στην εφαρμογή "Αρχή λειτουργίας κινητήρα συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος" αφορούν σε όλα τα επίπεδα οδηγιών κατασκευής γραφικών (χρώμα, γραφικά, συνοχή και λειτουργική σχεδίαση).

## Χρώμα

Το χρώμα του παρασκηνίου γίνεται μπλε φωτεινό (Pantone 7468C) (Σχήμα 129), επιτυγχάνοντας της αισθητική κωδικοποίηση κατά την Knyrfer (1995), ενώ ταυτόχρονα επιλέγεται σκουρόχρωμο φόντο με από την κυκλική χρωματική παλέτα, το οποίο αποτελεί και χρώμα χαμηλού κορεσμού. Το χρώμα που επιλέχτηκε προσδίδει ένα ευχάριστο οπτικό αποτέλεσμα. Για τα τυπογραφικά στοιχεία της εφαρμογής έχει επιλεγεί το λευκό χρώμα μέσω του οποίου αποδίδεται η κατάλληλη κειμενική εμφάνιση (Durrett & Trezona, 1992).



PANTONE  
7468C

Σχήμα 129 Κωδικός χρώματος χρωματικού μοντέλου Pantone

## Γραφικά

Οι γραμματοσειρές που επιλέχθηκαν ακολουθούν τις αρχές του μινιμαλισμού, είναι με άλλα λόγια απλές, φυσικές, χωρίς επιτηδευμένα στοιχεία και μεικτόγραμμα απολήξεις (Aka-Acid-TypoGrotesk και Aka-AcidGR-SoftIceCream) (Σχήμα 130). Έγινε, ακόμη, χρήση των κατάλληλων μεγεθών επιτυγχάνοντας έτσι την αναγνωσιμότητα, γεγονός που ενδυναμώνεται και από τη χρήση του λευκού χρώματος.

**Aka-Acid-TypoGrotesk**  
**Aka-AcidGR-SoftIceCream**

Σχήμα 130 Γραμματοσειρές τυπογραφικών στοιχείων

Τα εικονίδια που έχουν δημιουργηθεί, έχουν σχεδιαστεί με τη χρήση απλών και καθαρών γραμμών, είναι απλά και εύληπτα χωρίς πολλά χρώματα· αντίθετα, είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους (Σχήμα 131).



Σχήμα 131 Κουμπιά πλοήγησης

### Συνοχή και λειτουργική σχεδίαση

Ως προς την συνοχή και τη λειτουργική σχεδίαση, παρατηρείται ισορροπία μεταξύ του μαθησιακού αντικειμένου και των στοιχείων του σκηνικού χτίζοντας μια συνεκτικότητα του περιβάλλοντος της διεπαφής και του μαθησιακού αντικειμένου (Fotouhi-Ghazvini, et. al, 2011), ενώ τα στοιχεία του προσκηνίου διαχωρίζονται με σαφή τρόπο από εκείνα του παρασκηνίου. Δεν εντοπίζονται κενοί, αχρησιμοποίητοι χώροι, ενώ ταυτόχρονα οι εντολές βρίσκονται σε εμφανές σημείο στην οθόνη της εφαρμογής. Ακόμη, παρατηρούνται σωστές αναλογίες στην απόσταση μεταξύ των στοιχείων, αλλά και μεταξύ των άκρων της οθόνης και των στοιχείων.

## 5. Συζήτηση και Συμπεράσματα

Ποικίλλες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για την εκπαιδευτική αξία των γραφικών και τα αποτελέσματά τους στην διδασκαλία. Ειδικότερα, στη μελέτη των Anglin, Vaez & Cunningham (2004) παρουσιάζονται αναλυτικά βάσει των αξόνων της αντιληπτικής ικανότητας, της μνήμης, των γνωστικών λειτουργιών και του συναισθήματος που δημιουργεί ένα γραφικό. Οι ίδιοι ερευνητές συμπεραίνουν ότι:

- Οι εικόνες δεν βοηθούν στις δεξιότητες ανάγνωσης
- Σε σχετιζόμενες με το κείμενο εικόνες, αυτές ενισχύουν την μάθηση
- Εικόνες που δεν είναι σχετικές με το κείμενο ούτε εμποδίζουν αλλά ούτε και ενισχύουν τη μάθηση
- Εικόνες που μεταβάλλονται ως προς το στυλ, το χρώμα και το μέγεθος μπορούν να κατευθύνουν την προσοχή αλλά όχι να είναι καθοριστικές ως προς τη μάθηση.

Ο Levin (1981) αναφέρει πέντε εκπαιδευτικές λειτουργίες για τα γραφικά, τις διακοσμητικές, τις αναπαραστατικές, οι οποίες αναδεικνύουν το κείμενο, τις οργανωτικές, οι οποίες οργανώνουν το κείμενο, τις ερμηνευτικές, οι οποίες επεξηγούν δύσκολες έννοιες και τις μετασχηματιστικές, οι οποίες παρουσιάζουν το κείμενο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί ο χρήστης να το επαναφέρει εύκολα στη μνήμη του.

Ο Alesandrini (1984) δημιούργησε διαφορετική κατάταξη: τα αναπαραστατικά γραφικά, τα οποία μπορούν να μεταφέρουν πληροφορίες με άμεσο τρόπο μέσα από έννοιες, τα αναλογικά, τα οποία μεταδίδουν έννοιες και τα αυθαίρετα, τα οποία δε μοιάζουν με τα πράγματα που αντιπροσωπεύουν, αλλά σχετίζονται με έννοιες.

Ο Saunders (1994) ορίζει τα γραφικά σαν μορφές οπτικής επικοινωνίας που εμφανίζονται ως σύμβολα, χάρτες, γραφήματα, διαγράμματα, εικονογραφήσεις, μοντέλα, σύνθετα γραφικά, φωτογραφίες και τυπογραφία. Οι Carney & Levin (2002) καταλήγουν στα ακόλουθα συμπεράσματα-οδηγίες σχετικά με τις γραφικές εικόνες και το κείμενο:

- Διαλογή εικόνων που σχετίζονται με το περιεχόμενο του κειμένου. Η μάθηση ενισχύεται όταν οι εικόνες λειτουργούν υποστηρικτικά σε σχέση με το κείμενο. Οι διακοσμητικές εικόνες προσελκύουν αλλά δεν υποστηρίζουν διαδικασίες κατανόησης ή απομνημόνευσης. Η πληθώρα εικόνων σε πολλές περιπτώσεις δημιουργεί προβλήματα.

- Μη χρησιμοποίηση εικόνων σε κείμενα με ωραία αφήγηση, καθώς οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν μόνοι τους οπτικές εικόνες.
- Μη χρησιμοποίηση εικόνων που απαιτούν δεξιότητες ανάγνωσης στα πολύ μικρά παιδιά τα οποία δεν γνωρίζουν ανάγνωση.
- Χρήση ερμηνευτικών γραφικών για την δημιουργία νοητικών μοντέλων όταν α. το κείμενο περιγράφει μια πολύπλοκη διαδικασία ή ένα σύστημα αιτίας-αποτελέσματος και β. όταν οι μαθητές είναι άπειροι σχετικά με το περιεχόμενο.
- Χρήση των μετασχηματιστικών εικόνων ως συμπλήρωμα του κειμένου.
- Ενίσχυση του οπτικού τύπου μαθητή από τα γραφικά.
- Η καλή σχεδίαση του οπτικού υλικού έχει μεγαλύτερη σημασία αν ο μαθητής μπορεί να το αντιληφθεί.

Οι Clark & Lyons (2011) ορίζουν τα εκπαιδευτικά γραφικά ως εικονικές εκφράσεις του περιεχομένου, σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να βοηθούν στην απόδοση και μάθηση. Η αξία ενός γραφικού εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του γραφικού, το σκοπό της διδασκαλίας και τις διαφοροποιήσεις των μαθητών ως προ την πρότερη γνώση. Τα χαρακτηριστικά των γραφικών διακρίνονται σε δομικά, τα οποία σχετίζονται με τον τρόπο που δημιουργούνται, σε επικοινωνιακά, τα οποία εστιάζουν στο πώς μεταφέρονται οι πληροφορίες και τέλος, σε ψυχολογικά-γνωστικά, τα οποία επικεντρώνονται στους πώς διευκολύνεται η μάθηση. Οι Clark & Lyons (2011) υποστηρίζουν ότι για τη χρήση των γραφικών πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες αρχές:

- Τα γραφικά πρέπει να ευθυγραμμίζονται με τους σκοπούς της διδασκαλίας
- Τα γραφικά που δεν ευθυγραμμίζονται με τους σκοπούς της διδασκαλίας, δυσκολεύουν τη μάθηση
- Τα γραφικά απεικονίζουν χωρικές σχέσεις και το περιεχόμενο
- Τα γραφικά που απεικονίζουν συσχετίσεις επιτυγχάνουν ουσιαστικότερη μάθηση
- Τα απλά γραφικά είναι περισσότερο αποτελεσματικά και τέλος,
- Τα γραφικά δεν πρέπει να αγνοούνται, αλλά να μελετάται προσεκτικά η δημιουργία και σχεδίασή τους.

Ο Mayer (2001) εντοπίζει επτά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών γραφικών, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη σχεδίασή τους: συγκεντρωτικά, συνοπτικά, αντιπροσωπευτικά, συγκεκριμένα, συναφή, κατανοητά και σαφή, κωδικοποιήσιμα. Από τα χαρακτηριστικά του Mayer (2001) προκύπτει ότι τα γραφικά πρέπει να τονίζουν τα βασικά

στοιχεία του κειμένου, να περιορίζουν την οπτική πληροφορία και να δείχνουν με πιο εύκολο τρόπο τα προς απεικόνιση στοιχεία.

Πολλοί ερευνητές ασχολήθηκαν με τον τρόπο που κατευθύνεται η προσοχή μέσω των γραφικών. Ειδικότερα, οι De Koning, Tabbers, Rikers & Paas (2009) αναφέρουν ότι δεν είναι αποτελεσματική η χρήση σημάτων όταν πρόκειται για κινούμενες εικόνες, καθώς δημιουργείται σύγχυση, ενώ οι Jeung, et. al (1997) αναφέρουν ότι όταν ένα πολύπλοκο σχήμα γεωμετρίας συνοδεύεται από εικόνα και δη ακουστικό υλικό, τότε επέρχεται η ευκολότερη κατανόησή του. Οι Lorch & Lorch (1996) αναφέρουν ότι όταν το κείμενο είναι πολύ απλό, τότε δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη των γραφικών (βελάκια, εικονίδια, σκιάσεις, αλλαγές χρωμάτων, κινούμενα βελάκια, μεγαλύτερες γραμματοσειρές κ.). Το χρώμα και η αντίθεση, ακόμη, μπορούν να κατευθύνουν την προσοχή. Ειδικότερα, όταν το χρώμα συγχρονίζεται με κάποιο σημείο σε μια κινούμενη παρουσίαση, τότε μπορεί να κατευθύνει την προσοχή (Boucheix & Lowe, 2010). Το χρώμα έχει περισσότερη αξία όταν κωδικοποιεί το περιεχόμενο (Pett & Wilson, 1996), δηλαδή τα έντονα χρώματα (για παράδειγμα το κόκκινο ή το πορτοκαλί) κατευθύνουν με ευκολότερο τρόπο στην αναζήτηση της πληροφορίας. Τα απλά σχήματα βοηθούν τους μαθητές να κατανοούν και να δίνουν οδηγίες (Lohr, 2007). Οι σημαντικές πληροφορίες ξεχωρίζουν από τις ασήμαντες όταν βρίσκονται μέσα σε πλαίσιο (Lohr, 2007).

Ο Mayer (2009) συμπεραίνει ότι τα γραφικά και τα συνοδευτικά τους κείμενα πρέπει να βρίσκονται στην ίδια οθόνη, ενώ τα διακοσμητικά γραφικά και τα animations πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή καθώς αποσπούν την προσοχή. Τα πιο απλά γραφικά και τα απλά διαγραμματικά animation δεν υπερφορτώνουν οπτικά τους μαθητές (Watson, Butterfield, Curran & Craig, 2009). Ακόμη, κατά τους Schmidt-Weigand, Konhert & Glowalla (2009) ο μαθητής εστιάζει πρώτα στο κείμενο και μετά στην εικόνα, όμως όταν υπάρχει αφήγηση και όχι κείμενο, τότε ο μαθητής εστιάζει στην εικόνα. Κατά τον Mayer (2009) και την αρχή της τμηματοποίησης, μια πολύπλοκη πληροφορία πρέπει να αποτυπώνεται με τη χρήση γραφικών όπως βελάκια, έντονα γράμματα και αντιθετικά χρώματα. Οι Meij, Blijleven & Jansen (2003) προτείνουν τη χρήση ενός γραφικού για την προσέλκυση της προσοχής και τη χρήση συγκεκριμένων λέξεων (πχ. βοήθεια, προσοχή) για τον εντοπισμό του αντικειμένου από το μαθητή.

Πρόσφατη μελέτη αναδεικνύει τη θεωρία (grounded cognition model) που βοηθά το γραφικό να ενεργοποιεί τα γνωστά αντιληπτικά σύμβολα χρησιμοποιώντας τον κορεσμό και την διαβάμθιση του χρώματος (Chen & Gladding, 2014). Για παράδειγμα, σε σχήμα που

αναπαρίσταται το ηλεκτρικό δυναμικό στο χώρο, καλό είναι να υπάρχουν χρωματικές διαβαθμίσεις ή συνδυασμός χρώματος, πάχους γραμμών και χρωματικών διαβαθμίσεων.

Η Lohr (2007) στην έρευνά της για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των γραφικών, διερωτάται αν μπορούν τα στοιχεία που τονίζονται στο γραφικό να βοηθήσουν στην οργάνωση και πρόσληψη της πληροφορίας, αν τα γραφικά είναι φιλικά προς τον μαθητή και αν οι μαθητές κατανοούν με ευκολία τα γραφικά (οπτικός εγγραμματοσμός).

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η προσαρμογή της διεπαφής σε συγκεκριμένα ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα από τη Φυσική της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Οι αναλύσεις που προέκυψαν από τον επανασχεδιασμό του γραφιστικού περιβάλλοντος των επιλεγμένων εκπαιδευτικών εφαρμογών από την ψηφιακή πλατφόρμα "Φωτόδεντρο" αναδεικνύουν την ανάγκη αλλαγών στις κατηγορίες του χρώματος, των γραφικών, της συνοχής και της λειτουργικής σχεδίασης.

Στην κατηγορία του χρώματος, οι συχνότερες αλλαγές που σημειώθηκαν αφορούσαν τους κωδικούς, τις εντάσεις και τον κορεσμό των χρωμάτων. Πιο συγκεκριμένα, για τα στοιχεία του παρασκηνίου επιλέχτηκαν χαμηλού κορεσμού και σκουρόχρωμα χρώματα, ενώ για τα στοιχεία του προσκηνίου επιλέχτηκαν ανοιχτόχρωμα και υψηλού κορεσμού χρώματα, διατηρώντας την αντίθεση μεταξύ των στοιχείων των δύο αυτών επιπέδων. Η εν γένει επιλογή φωτεινών χρωμάτων είναι απαραίτητη για την πραγμάτωση της αισθητικής κωδικοποίησης. Καθοριστική υπήρξε η επιλογή των κωδικών των χρωμάτων από την κυκλική χρωματική παλέτα - καθώς αυτά αποτελούν το βασικό στοιχείο για την εμφάνιση της οθόνης και των πληροφοριών - όπως επίσης και η χρήση του λευκού χρώματος για τα τυπογραφικά και κειμενικά στοιχεία. Ο ορθός συνδυασμός των χρωμάτων δημιούργησε ένα ευχάριστο περιβάλλον στις εφαρμογές, ευνοώντας την εύκολη διαχείριση και χρήση από τους δυνάμει χρήστες.

Στην κατηγορία των γραφικών, οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν στο στυλ των γραμματοσειρών των τυπογραφικών και κειμενικών στοιχείων· ειδικότερα, επιλέχτηκαν φυσικές και όχι επιτηδευμένες γραμματοσειρές, απλές, χωρίς μεικτόγραμμα απολήξεις, ενώ αυστηρά χρησιμοποιήθηκε συνδυασμός δύο γραμματοσειρών και όχι περισσότερων. Ακόμη, απαραίτητη κρίθηκε η χρήση ποικίλων βαρών και μεγεθών στα τυπογραφικά στοιχεία, ώστε να επιτυγχάνεται η αναγνωσιμότητα, η οποία επιτυγχάνεται και από την αντίθεση των τυπογραφικών στοιχείων από τα στοιχεία του παρασκηνίου.

Επιπρόσθετα, ο σχεδιασμός των εικονιδίων έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε αυτά να είναι εύληπτα για να μπορεί ο χρήστης να αναγνωρίσει το σκοπό ύπαρξής τους· ειδικότερα, σχεδιάστηκαν με καθαρές γραμμές, ευκρινείς άκρες και απλά σχήματα, ενώ είναι μονοχρωματικά και επίπεδα στην προοπτική τους. Ο σχεδιασμός των εικονιδίων επίσης έγινε φλατ, χωρίς σκιές και διαβαθμίσεις, ενώ το μέγεθός τους είναι τέτοιο ώστε να επιτυγχάνεται ο σκοπός ύπαρξής τους.

Στην κατηγορία της συνοχής και της λειτουργικής σχεδίασης, κρίθηκε απαραίτητη η ύπαρξη ισορροπίας μεταξύ του μαθησιακού αντικείμενου και του μεγέθους των παρασκηνακών στοιχείων, όπως επίσης και η ύπαρξη επαρκούς αντίθεσης των στοιχείων του προσκηνίου με τα στοιχεία του φόντου. Οι διάλογοι και οι εντολές τοποθετήθηκαν σε εμφανή σημεία στην οθόνη της εφαρμογής, διασφαλίζοντας την μη ύπαρξη πολλών κενών χώρων στην εφαρμογή. Ακόμη, η διεπαφή χρήστη είναι συνεκτική με το περιβάλλον των μαθησιακών αντικειμένων τα οποία περιλαμβάνονται στις εφαρμογές.

Τα βασικά και τα επιμέρους στοιχεία της οθόνης τοποθετήθηκαν όχι άτακτα αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ένα κατανεμημένο οπτικό βάρος και να πραγματώνεται η εν γένει αίσθηση της ισορροπίας. Τα στοιχεία, επίσης, διευθετήθηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να αντιλαμβάνεται τα στοιχεία στα οποία έχει δοθεί έμφαση, ενώ η αίσθηση της προοπτικής και του βάθους δημιουργήθηκε με αντικείμενα που φέρουν χρώματα καθαρά και σκούρα.

Οι περιορισμοί της εργασίας συνοψίζονται παρακάτω. Βασικός περιορισμός της εργασίας ήταν ότι δεν υπήρχαν στη διάθεσή μας τα γραφικά της εφαρμογής σε ανοιχτή διανυσματική μορφή, επομένως χρειάστηκε να ληφθούν τα στιγμιότυπα οθόνης (screenshots) για την επεξεργασία των γραφιστικών εικονιδίων, των τυπογραφικών στοιχείων και των στοιχείων του παρασκηναίου. Επίσης, οι αλλαγές που προτείνονται στην παρούσα εργασία δεν είναι μετρήσιμες, καθώς δεν διενεργήθηκε εμπειρική μελέτη.

Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη αποτελούν η διενέργεια εμπειρικής μελέτης σχετικά με τις απόψεις των μαθητών απέναντι στις αρχικές και στις τροποποιημένες εφαρμογές. Επίσης, ακόμη μια πρόταση αποτελεί η γραφιστική επεξεργασία όλων των εφαρμογών του Φωτοδέντρου με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές του πίνακα 2 της παρούσας εργασίας.



## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Alesandrini K. (1984). Pictures and adult learning. *Instructional Science*, 13, 63-77.
- Anglin G. J., Vaez H., & Cunningham K. L. (2004). Visual Representations and Learning: The Role of Static and Animated Graphics. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 865-916). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Blair-Early A. & Zender M. (2008). User Interface Design Principles for Interaction Design. *Design Issues: Volume 24, Number 1*
- Boucheix J.-M., Lowe R. K. (2010). An eye-tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction*, 20(2), 123-135.
- Brown A. & Thompson H. (1997). *What works and why. Course design for the WWW-Keeping online students onside*. ASCILITE (The Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education).
- Carney R.N., Levin J.R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14 (1), 5-26.
- Chinien C. and Hlynka D. (1993). *Formative evaluation of prototypical products: from expert to connoisseur*
- Clark J. M., & Paivio A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3: 149-210.
- Clark R., Lyons, C. (2011). *Graphics for Learning – 2nd Edition*. San Francisco: Pfeiffer.
- Crawford C. (2004). *The Art of Computer Game Design*. New Riders Games.
- De Koning B.B., Tabbers H.K., Rikers R.M.J.P., Paas F. (2009). Towards a framework for attention cueing in instructional animations: Guidelines for research and design. *Educational Psychological Review*, 21 , 113-150.
- Γκλαβίνα Ε. (2008). *Σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιολόγηση πολυμεσικής, αλληλεπιδραστικής εφαρμογής για εμπέδωση των Μαθηματικών σε παιδιά Πρώτης Δημοτικού*. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.
- Γκούμας, Σ. & Συμεωνίδης Σ. (2014). *Οπτικός Προγραμματισμός σε Visual Basic*. Εκδόσεις Τζιόλας, Θεσσαλονίκη.
- Durrett J. & Trezona J. (1982). How to use color displays effectively: The elements of color vision and their implications for programmers. *Pipeline*. 7(2). 13-16.
- Elliott K., & Sweeney K. (2008). Quantifying the reuse of learning objects. In *Australasian Journal of Educational Technology* (Vol. 24, 137-142).
- Faiola T. (1990). *Principles and guidelines for screen display interface*. The Videodisc Monitor. 8(2), 27-29.
- Feiner S. K., & McKeown, K. R. (1990). Coordinating text and graphics in explanation generation, In *AAAI-90: proceedings, Eighth National Conference on Artificial Intelligence*. Menlo Park, CA: American Association for Artificial Intelligence: 442-449.
- Fill K., Leung S., DiBiase, D., & Nelson, A. (2006). Repurposing a learning activity on academic integrity: the experience of three universities. *Journal of Interactive Media in Education*, 2006(1), 1-12. Retrieved from <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/13711/>.
- Fotouhi-Ghazvini F & Earnshaw R.A. & Robison, David & Moeini, Ali & Excell, Peter. (2011). User interface design within a mobile educational game. pp: 111-118.
- Fowler B. T. (1980). *The effectiveness of computer-controlled videodisc-based training*. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa City.
- Galitz W. O. (1992). *User-interface screen design*. John Wiley & Sons.
- Golding J.M & Fowler S.B (1992). The limited facilitative effect of typographical signals. *Contemporary Educational Psychology*. 17(2), 99-113.
- Goodyear P., Retailis S. (2010). Learning, technology and design, In P. Goodyear, S. Retailis (Eds.), *Technology-Enhanced Learning: Design Patterns and Pattern Languages*. pp. 1-27. Rotterdam: Sense Publishers.
- Gordillo A., Barra E., & Quemad, J. (2014). Towards a {Learning} {Objects} pedagogical quality metric based on the {LORI} evaluation model, 2014 {IEEE} {Frontiers} in {Education} {Conference} ({FIE}) 1-8. <http://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044499>.
- Hamburger S. (2008). *Using the open archives initiative protocol for metadata harvesting*. Library Collections, Acquisitions, and Technical Services. <https://doi.org/10.1016/j.lcats.2008.08.010>.
- Hannafin M. J. & Hooper, S. (1989). An integrated framework for CBI screen design and layout. *Computers in Human Behavior*, 5(3), 155-165.
- Hodgins H.W. (2004). The future is learning objects, In *Proceedings of 2002 ECI Conference on e-Technologies n Engineering Education: Learning Outcomes Providing Future Possibilities*.
- Hunicke R., LeBlanc M., & Zubek R. (2002). *MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research*. Retrieved 02 08, 2002, from Northwestern University: [www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf](http://www.cs.northwestern.edu/~hunicke/MDA.pdf)

- IEEE (2002). 1484.12.1–2002, *Standard for Learning Object Metadata*. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. Retrieved from [http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM\\_1484\\_12\\_1\\_v1\\_Final\\_Draft.pdf](http://ltsc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf)
- Jeung H.-J., Chandler P., & Sweller J. (1997). The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology*, 17, 329-343.
- Kapaniaris A., Gasouka M., Zisiadis D., Papadimitriou E. & Kalogirou E. (2013). Learning object design and development in folklore education using web 2.0 tools. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(11), 104-110. <https://doi.org/10.5901/mjss.2013.v4n11p104>.
- Kay R.H. (2007). Teacher Evaluation of Learning Objects in Middle and Secondary School Classrooms. 8668, 1-36.
- Kay R.H. (2008). Exploring the impact of learning objects in middle school mathematics and science classrooms: A formative analysis.
- Ka, R. H. & Knaack L. (2009a). Analyzing the effectiveness of learning objects for secondary school science classrooms. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 18(1), 113-135.
- Kay R. H., & Knaack L. (2009b). *Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students ( LOES-S)*. 147–168. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- Kirschner P., & Davis N. (2011). Pedagogic benchmarks for information and communications technology in teacher education. *Technology, Pedagogy and Education*, 12(1), 125-148. <https://doi.org/10.1080/14759390300200149>
- Knupfer N.N. (1995). Developing hypermediated, videodisc training for child welfare personnel: Bringing visual rich training to rural areas. In *Imagery and Visual Literacy: Selected Readings from the Annual Conference of the International Visual Literacy Association* (26th, Temple, AZ, October 12-16, 1994).
- Koutoumanos A., Megalou E., Palavitsinis N., & Kaklamanis C. (2016). *Photodentro SAAS: Sowing the seeds for an ecosystem of "Photodentro" open educational resource repositories*, (December). <https://doi.org/10.21125/iceri.2016>.
- L'Allier J. J. (1997). *Frame of Reference: NETg's Map to the Products, Their Structure and Core Beliefs*. NETg. Retrieved from <http://web.archive.org/web/20020615192443/www.netg.com/research/whitepapers/frameref.ap>
- Levie W. H., & Lentz R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Educational Communication and Technology Journal*, 30: 195-232.
- Levin J.R. (1981), On functions of pictures in prose, in Pirozzolo, F.J. and Wittrick, M.C. (Eds), *Neuropsychological and Cognitive Processes in Reading*, Academic Press, New York, NY, 203-28.
- Lohr L. L. (2007). *Creating Graphics for Learning and Performance: Lessons in Visual Literacy*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- LOM (2000). *LOM working draft v4.1*. Available: <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm> [last access June 2016].
- Lorch R.F., Jr., & Lorch E.P. (1996). Effects of headings on text recall and summarization. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 261-278.
- Lorch R.F., Jr., & Lorch E.P. (1996). Effects of organizational signals on free recall of expository text. *Journal of Educational Psychology*, 88, 38-48.
- Lucas L. (1991). Visually designing the computer-student interface. *Educational Technology*, 31(7), 56-58.
- Marcus A. (1992). *Graphic Design for electronic documents and user interfaces*. NY: ACM.
- Mayer R.E. (2009). *Multimedia Learning: Second Edition*. New York: Cambridge University Press
- Mayer R.E. (2001). *Multimedia learning*. New York/Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer R. E., & Gallini J. K. (1990). When is an illustration worth ten thousand words? *Journal of Educational Psychology*, 82: 715-726.
- McGreal R. (2008). A Typology of Learning Object Repositories. In *Handbook on Information Technologies for Education and Training* (pp. 5-28), Springer Berlin Heidelberg. [http://doi.org/10.1016/S0360-1315\(02\)00033-7](http://doi.org/10.1016/S0360-1315(02)00033-7).
- Megalou E., Gkamas V., Papadimitriou S., Paraskevas M., & Kaklamanis C. (2016). Open educational practices: Motivating teachers to use and reuse open educational resources, (June), 12-14.
- Megalou E., & Kaklamanis C. (2014). Photodentro LOR, the Greek national learning object, 1-11.
- Misanchuk E.R. & Schwier R.A. (1995). The mythology of colour in multimedia screen design: Art, science and connoisseurship. *Canadian Journal of Educational Communiucation*, 24(1), 3-26.
- Najjar L. J. (1995). Dual coding as a possible explanation for the effects of multimedia on learning (GIT-GVU-95-29). Atlanta, GA: Georgia Institute of Technology, Graphics, Visualization and Usability Center.
- Nielsen J. (1997). *Usable Information Technology*. <http://www.useit.com>
- Palavitsinis N., & Megalou E. (2015). *Issues for Quality Assurance of Metadata in Learning Object Repositories: The Case of Photodentro*. Researchgate.Net, (2005). Retrieved from [http://www.researchgate.net/profile/Nikos\\_Palavitsinis/publication/277198159\\_](http://www.researchgate.net/profile/Nikos_Palavitsinis/publication/277198159_)

- Issues\_for\_Quality\_Assurance\_of\_Metadata\_in\_Learning\_Object\_Repositories\_The\_Case\_of\_Photo  
 entro/links/5564662e08ae8c0cab381161.pdf
- Pett D., & Wilson T. (1996). Color research and its application to the design of instructional materials. *Educational Technology Research and Development*, 55 (3), 19-35.
- Polsani P. R. (2003). Use and Abuse of Reusable Learning Objects. *Journal of Digital Information*, 3(4)
- Reeves T. C., & Harmon S. W. (1993). Systematic evaluation procedures for interactive multimedia for education and training. *Multimedia Computing: Preparing for the 21st Century*, 472-505.
- Rivlin C., Lewis R., & Davis-Cooper R.D. (1990). Guidelines for screen design. *Oxford: Blackwell Scientific Publications*.
- Ross Winterowd W. (1975). Introduction: Some Remarks of Pedagogy in Contemporary Rhetoric: A Conceptual Background with Readings. W. Ross Winterowd, ed, *New York: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.*: 1-37
- Saunders A. C. (1994). Graphics and how they communicate. In D. M. Moore, and F. M. Dwyer (Eds.), *Visual literacy, a spectrum of visual learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Schmidt- Weigand F., Kohnert A., Glowalla U. (2009). Explaining the modality and contiguity effects: New insights from investigating students' viewing behavior.
- Shneiderman B., Plaisant C. (2005). Designing the User Interface. *Addison Wesley*, NY.
- Sinclair J., Joy M. Yau J. Y. K., & Hagan S. (2013). A Practice-Oriented Review of Learning Objects. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 6(2), 177-192. <http://doi.org/10.1109/TLT.2013.6>.
- Strauss R. (1991). Some basics of design for television-based multimedia. *Multimedia & Videodisc Monitor*, 2(11), 24-28.
- Tzikopoulos A., Manouselis N., & Vuorikari R. (2009). An Overview of Learning Object Repositories. In Database Technologies: Concepts, Methodologies, Tools and Applications (pp. 362-383). IGI Global.
- ΥΠΕΠΘ-Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003), Προδιαγραφές ηλεκτρονικού Υποστηρικτικού Εκπαιδευτικού Υλικού για το Δημοτικό και το Νηπιαγωγείο - Παράρτημα-Τόμος Γ' τεύχος γ'.
- Van der Meij H., Blijleven P., & Jansen L. (2003). What makes up a procedure? In M.J. Albers & B. Mazur (Eds.), *Content and complexity: Information design in technical communication*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vargo J., Nesbit J., Belfer K. Archambault A. (2003). Learning object evaluation: Computer mediated collaboration and inter-rater reliability. *In International Journal of Computers and Applications* 25(3).
- Watson G., Butterfield J., Curran R. & Craig C. (2009). Do dynamic work instructions provide an advantage over static instructions in a small scale assembly task? *Learning and Instruction*, 20(1), 84-93.
- Whelan B.M (1994). Color Harmony 2. A Guide to Creative Color Combinations. *Rockport Publishers,USA*
- Wiley D. A. (2000). Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: a Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. In D. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects*. Retrieved from <http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc>
- Windle R., Wharrad H., Leeder D. & Morales R. (2007). Analysis of the Pedagogical Attributes of Learning Objects in an attempt to identify Reusable Designs, 2007(Jisc), 2676-2685.
- Zentner R. M. (2001). Preferences for colours and Colour-Emotion Combinations in Early Childhood. *Developmental science*, 389-398.