ePublishing

Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]

Vol 3, No 2 (2022)

afimec

Οπτικοποίηση Εκπαιδευτικών Σεναρίων στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών με δυνατότητες διαδραστικής παιχνιδοποίησης (Gamification) και animation

Σωτήριος Αγγελίνας

doi: 10.12681/afiinmec.30071

To cite this article:

Αγγελίνας Σ. . (2022). Οπτικοποίηση Εκπαιδευτικών Σεναρίων στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών με δυνατότητες διαδραστικής παιχνιδοποίησης (Gamification) και animation. *Open Journal of Animation, Film and Interactive Media in Education and Culture [AFIMinEC]*, *3*(2). https://doi.org/10.12681/afiinmec.30071

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 03/01/2026 17:10:36

Οπτικοποίηση Εκπαιδευτικών Σεναρίων στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών με δυνατότητες διαδραστικής παιχνιδοποίησης (Gamification) και animation

Σωτήριος Αγγελίνας
Unity Game Developer
agsotoss@gmail.com

Περίληψη

Το άρθρο επικεντρώνεται στις δυνατότητες που δίνουν διαδραστικές εφαρμογές animation παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία.
Εξετάστηκαν αρχικά οι δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας σε θεωρητικό υπόβαθρο και εντοπίστηκαν τα παιδαγωγικά οφέλη από την χρήση της στην εκπαιδευτική διαδικασία και οι πιθανοί περιορισμοί που υπάρχουν.
Ερευνήθηκε η συμβολή του διαδραστικού animation στην εκπαίδευση των Φυσικών επιστημών και αναλύθηκαν οι δυνατότητες που παρέχουν οι προσομοιώσεις μέσω επαυξημένης πραγματικότητας.
Παρουσιάστηκε ο όρος της παιχνιδοποίησης και αναφέρθηκαν τα πλεονεκτήματα από την χρήση και την εφαρμογή των μηχανισμών παιχνιδοποίησης στην διαδικασία της εκπαίδευσης.
Τα συμπεράσματα που προέκυψαν μέσω της ποιοτικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε, βοήθησαν στο να δημιουργηθεί μια πιλοτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας με χρήση διαδραστικού animation με στοιχεία παιχνιδοποίησης.

Λέξεις – Κλειδιά

Διαδραστικό animation, επαυξημένη πραγματικότητα, προσομοιώσεις, παιχνιδοποίηση

Abstract

The purpose of this article examines the capabilities of interactive applications of the augmented reality animation games in the learning process. For this purpose, the perspectives of augmented reality were first examined in a theoretical background. Furthermore, their educational benefits in the educational process were identified, as well as their possible limitations. In addition, this study also investigates the contribution of the interactive animation in the educational field of the physical sciences and analyzes the prospects of the simulation of the AR technology through them. Moreover, the term gamification was presented and the advantages of using and applying its techniques and features were mentioned in the educational environment. The findings from the qualitative research have helped create a pilot augmented reality application using interactive animation. Finally, the development stages of multimedia interactive software were presented emphasizing on various tools.

Keywords

Interactive animation, augmented reality, simulation, gamification

Εισαγωγή

Ο σκοπός του άρθρου είναι η διερεύνηση των δυνατοτήτων που δίνουν διαδραστικές εφαρμογές animation παιχνιδιών επαυξημένης πραγματικότητας στην μαθησιακή διαδικασία. Οι στόχοι που απορρέουν από τον παραπάνω σκοπό αφορούν κυρίως στην διερεύνηση της συμβολής του διαδραστικού animation παιχνιδιού στην ενεργητική συμμετοχή του μαθητή στην διαδικασία της μάθησης.
Πιο συγκεκριμένα:

- Διερευνάται η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και κατά πόσο μπορεί να συμβάλει ως μία νέα τεχνολογία στην ενεργητική συμμετοχή του μαθητή κατά την διαδικασία της μάθησης.
- Επίσης, διερευνάται κατά πόσο το σύγχρονο εκπαιδευτικό πλαίσιο στην χώρα μας θα μπορούσε να εισάγει αντίστοιχου είδους τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα.
- Τέλος, διερευνώνται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής με σκοπό την κατασκευή μια αντίστοιχης εφαρμογής πιλότου βασισμένη στα συμπεράσματα που θα προκύψουν.

Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα είναι η αρμονική ένταξη της εφαρμογής σε συγκεκριμένα διδακτικά σενάρια έτσι ώστε να μπορούν οι λειτουργίες της εφαρμογής να εισάγουν τον μαθητή σε ένα περιβάλλον ενεργητικής μάθησης, όπου συσχετίζονται οι νοητικές δράσεις του μαθητή στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού. Τα συμπεράσματα της έρευνας οδηγούν σε προτάσεις αλλαγής του μαθησιακού περιβάλλοντος.

1. Επαυξημένη πραγματικότητα

Στην σύγχρονη κοινωνία η χρήση της τεχνολογίας συνιστά αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των ανθρώπων, με την ανάγκη διεύρυνσης των εφαρμογών της τεχνολογίας σε ολοένα και περισσότερους τομείς, να σημειώνει συνεχώς αυξητική τάση. Συνεπώς και η επαυξημένη πραγματικότητα αφορά ένα κομμάτι αυτής της τεχνολογίας, με τις δυνατότητες που παρέχει να βρίσκουν όλο και περισσότερο ανταπόκριση και αποδοχή στον σύγχρονο τρόπο ζωής.

Η επαυξημένη πραγματικότητα θα μπορούσε να θεωρηθεί σε ένα γενικότερο πλαίσιο ως μια τεχνολογία ικανή να μπορεί να συνδυάζει πραγματικές και εικονικές πληροφορίες με ένα τρόπο ουσιαστικό δίνοντας νόημα (Klopfer & Sheldon, 2010). Σημαντικό χαρακτηριστικό της επαυξημένης πραγματικότητας είναι ότι σχετίζεται άμεσα με το περιβάλλον, λαμβάνοντας υπόψιν τον χώρο, τον χρόνο καθώς και τα φυσικά χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος στο οποίο εκτελείται.

Με βάση τα παραπάνω καταλήγουμε πως η επαυξημένη πραγματικότητα όχι μόνο μπορεί και γεφυρώνει τον φυσικό κόσμο με ένα ψηφιακό, αλλά επίσης μπορεί και δημιουργεί μια νέα πραγματικότητα, ενισχυμένη μέσω μιας δημιουργικής διαδικασίας. Κατά την

διερεύνηση των εφαρμογών της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας σε διάφορους τομείς, το ενδιαφέρον των ερευνητών επικεντρώνεται στην επίδραση της κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.

Στην συνέχεια γίνεται αναφορά για τα πιθανά οφέλη που είναι δυνατό να αποκομισθούν σε διαφορετικές εκπαιδευτικές βαθμίδες, καθώς και τους τρόπους με τους οποίους η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενισχύσει και να υποστηρίξει την εκπαιδευτική κοινότητα.

1.1 Επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση

Σημαντικό πεδίο εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας συνιστά η εκπαίδευση, καθώς παρέχει σημαντικές και αξιόλογες δυνατότητες. Την τελευταία δεκαετία έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετοί και καινοτόμοι τρόποι διδασκαλίας προκειμένου να αξιοποιηθεί στο έπακρο η τεχνολογία στην εκπαίδευση και να μπορέσουν να αξιοποιηθούν οι προσδοκίες των μαθητών που θέλουν να μάθουν μέσω της τεχνολογίας (Wu et al., 2012).
Παρακάτω, γίνεται αναφορά στα σημαντικότερα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση καθώς και την εφαρμογή της ως τεχνολογικό μέσο, σε ένα μαθησιακό περιβάλλον, όπως έχουν ήδη αξιολογηθεί σε μεγάλη έκταση από ειδικούς, εκπαιδευτικούς και ερευνητές (Bower et al., 2014, Lee 2012, Nincarean et al., 2013, Wu et al., 2013).
Στις εκπαιδευτικές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας εντοπίζονται 5 διαφορετικοί τύποι εφαρμογής οι οποίοι είναι οι εξής:

- Μάθηση με βάση την ανακάλυψη - DBL - Discovery-based learning
- Μοντελοποίηση αντικειμένων - OM – Object modeling
- Βιβλία επαυξημένης πραγματικότητας - AR Books
- Μάθηση με βάση το παιχνίδι - Game-Based Learning – GBL
- Εκπαίδευση δεξιοτήτων – Skill training

Τα μαθησιακά αποτελέσματα ανάλογα με τον τύπο της εφαρμογής μπορούν να διαφέρουν και κάθε τύπος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί διαφορετικά σε αντίστοιχους κλάδους με διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Yuen et al., 2011).
Συνοψίζοντας, η επαυξημένη πραγματικότητα είναι σε θέση να συμβάλλει στην διευκόλυνση τις διδασκαλίας μετασχηματίζοντας τον παραδοσιακό τρόπο εκπαίδευσης σε μια νέα μαθησιακή εμπειρία. Επιπρόσθετα, μπορεί και παρέχει στους μαθητές την δυνατότητα της διάδρασης και της δημιουργικότητας με σκοπό την κατανόηση και εμπέδωση περίπλοκων και αφηρημένων εννοιών. Επίσης, παρέχει στους μαθητές ένα τρόπο συνεργασίας που ενισχύει δεξιότητες όπως της ομαδικής εργασίας, της επικοινωνίας και της κριτικής σκέψης. Με άλλα λόγια η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα τεχνολογικό εργαλείο το οποίο μπορεί και μεταμορφώνει την εκπαιδευτική διαδικασία κάνοντας το μάθημα διασκεδαστικό και δημιουργικό.
Αξιολογώντας όλα τα παραπάνω δεδομένα, είναι γεγονός πως αν και η επαυξημένη πραγματικότητα συνιστά ένα σχετικά νέο εργαλείο στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, ο θετικός αντίκτυπος και τα μαθησιακά οφέλη είναι ήδη εμφανή, διευρύνοντας επιπλέον τους ορίζοντες και παρέχοντας καινοτόμους τρόπους διδασκαλίας στην εκπαιδευτική φαρέτρα.

Παρόλο που η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας δεν είναι ακόμα ευρέως γνωστή και δεν έχει εισαχθεί στην καθημερινότητα των ανθρώπων αρκετά, μπορεί να θεωρηθεί πως σίγουρα είναι ένα εργαλείο το οποίο θα συμπεριληφθεί στα σχέδια των μελλοντικών εκπαιδευτικών εφαρμογών. Ωστόσο, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση δεν έχει ως σκοπό να αντικαταστήσει τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας αλλά να τον ενισχύσει και να του δώσει επιπρόσθετη αξία εμφανίζοντας ένα ψηφιακό επίπεδο πληροφόρησης εμπλουτισμένο με πολυμέσα όπως τρισδιάστατα μοντέλα, βίντεο, ήχους, εικόνες και κείμενα. Η εισαγωγή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση βέβαια δεν είναι μία εύκολη διαδικασία και απαιτεί αρκετές αλλαγές στο τρέχον εκπαιδευτικό σύστημα.

1.2 **Περιορισμοί και δυσκολίες**

Με κάθε νέα τεχνολογία όπως αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας εκτός από πλεονεκτήματα και τα παιδαγωγικά οφέλη που παρουσιάστηκαν παραπάνω είναι πολύ πιθανόν να υπάρχουν και να εντοπίζονται τυχόν δυσκολίες και περιορισμοί. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από αυτά και διαχωρίζονται σε δυσκολίες οι οποίες εντοπίστηκαν στο τεχνολογικό κομμάτι της επαυξημένης πραγματικότητας είτε αφορά το υλικό είτε το λογισμικό όπως επίσης και στον τομέα της εκπαίδευσης.

Οι δυσκολίες στον τομέα της εκπαίδευσης μπορεί να προέρχονται είτε από πλευράς εκπαιδευτικών κατά την χρήση της ως διδακτικό εργαλείο, είτε από πλευράς των μαθητών ως χρήστες της εφαρμογής.

Αρκετοί είναι οι εκπαιδευτικοί που, είτε λόγω της έλλειψης τεχνογνωσίας που υπάρχει, όσον αφορά την τεχνολογία και πιο συγκεκριμένα το εργαλείο της επαυξημένης πραγματικότητας, είτε διότι δεν είναι ακόμα σε θέση να εκτιμήσουν τα δυνητικά πλεονεκτήματα της, παρουσιάζονται επιφυλακτικοί και θεωρούν πως χρειάζονται χρόνο για να μπορέσουν να προσαρμοστούν στα νέα αυτά δεδομένα.

Το ίδιο θα μπορούσε να ειπωθεί και για τους γονείς όπου σε μία έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί έχει αποδειχθεί πως διστάζουν να δεχθούν την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσο για την μάθηση των παιδιών τους (Cheng/Tsai, 2016). Από πλευράς των μαθητών έχει αναφερθεί πως ορισμένοι μαθητές που χρησιμοποιούν συχνά εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας ενδέχεται να εμφανίσουν σημάδια κόπωσης και αποπροσανατολισμού, λόγω του τεράστιου όγκου πληροφοριών που τους παρουσιάζονται μέσω των πολλαπλών τεχνολογικών συσκευών που πρέπει να χρησιμοποιήσουν και των σύνθετων καθηκόντων που πρέπει να εκτελέσουν (Wu et al., 2013). Ωστόσο, μια τεχνική εκπαίδευση των διδασκόντων, θα ήταν απαραίτητη προκειμένου να αποφευχθεί το γεγονός ότι ο σχεδιασμός των εφαρμογών της επαυξημένης πραγματικότητας βρίσκεται μόνο στα χέρια ειδικών τεχνολόγων πληροφορικής χωρίς παιδαγωγικές γνώσεις και χωρίς να γνωρίζουν την διαδικασία της μάθησης (Billinghurst & Duenser 2012).

2. **Διαδραστικό animation**

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των πολυμέσων το οποίο συχνά συναντά κανείς και στις φυσικές επιστήμες είναι το animation.
Το animation χρησιμοποιείται για την περιγραφή, την εξήγηση ή ακόμα και την πρόβλεψη αρκετών περίπλοκων επιστημονικών εννοιών.
Ως ορισμό για το τι είναι το animation σύμφωνα με τους Bétrancourt and Tversky (2000), συνιστά οποιαδήποτε εφαρμογή η οποία μπορεί και παράγει μια διαδοχική προβολή εικόνων, έτσι ώστε κάθε εικόνα να εμφανίζεται ως αλλοίωση της προηγούμενης και η σειρά των εικόνων που εμφανίζονται καθορίζονται από τον χρήστη ή τον σχεδιαστή.
Λόγω του ότι βασίζεται σε δυναμικές και αλληλεπιδραστικές μορφές οπτικών αναπαραστάσεων, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στο να βοηθά τους μαθητές, να οπτικοποιούν σύνθετα φαινόμενα και διαδικασίες, με την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τις κατάλληλες εκπαιδευτικές πρακτικές (Clark & Jorde, 2004).
Χρησιμοποιείται επίσης για την υποστήριξη ορισμένων επιστημονικών φαινομένων τα οποία συμβαίνουν σε μακροσκοπικό επίπεδο όπως η κίνηση των πλανητών, ή σε μικροσκοπικό επίπεδο όπως τα μόρια και τα άτομα.
Το animation, συνοπτικά, είναι η παρακολούθηση των οπτικών αλλαγών σε μία εικόνα. Καθώς πραγματοποιούνται οι αλλαγές στον χρόνο, η κίνηση είναι ιδιαίτερα επωφελής για την απομνημόνευση και την κατανόηση δυναμικών συστημάτων στις φυσικές επιστήμες.
Επίσης έχει ταυτιστεί με την έννοια ότι ελκύει την προσοχή και το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων (Berney & Bétrancourt, 2016) παρουσιάζοντας άμεσα τις αλλαγές όταν αυτές συμβαίνουν, σε ένα δυναμικό σύστημα (Lowe, 2003).
Ένας βασικός παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του animation σε μεγάλο βαθμό είναι το επίπεδο της προηγούμενης γνώσης των μαθητών (Chan Lin, 1998; Kalyuga, 2008) και η ικανότητα τους να προσδιορίζουν χωρικές και οπτικές σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων που τους παρουσιάζονται.
Ασχέτως με το πόσο βαθυστόχαστο μπορεί να είναι ένα animation μπορεί να υπάρχουν πάντα και παρερμηνείες.
Συνήθως, τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται, ξεπερνιούνται με την αύξηση της αλληλεπίδρασης (Tversky et al., 2002), με την δημιουργία επεξηγήσεων και δίνοντας απαντήσεις στις απορίες που δημιουργούνται κατά την εκπαιδευτική διαδικασία (Mayer et al., 2005).

2.1 **Διαδραστικό animation και προσομοιώσεις**

Αρκετές έρευνες τα τελευταία χρόνια έχουν επισημάνει τα πολλαπλά γνωστικά οφέλη που υπάρχουν για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω της χρήσης των προσομοιώσεων από τους μαθητές.
Οι μαθητές έχουν την δυνατότητα να δημιουργούν και να δοκιμάζουν αφηρημένες θεωρίες μέσα σε προσομοιώσεις και να εκτελούν διάφορες εργασίες (Falloon, 2019a, 2019b). Οι μαθητές, μέσω των προσομοιώσεων, μπορούν να διερευνήσουν υποθετικά σενάρια, να αλληλοεπιδράσουν και να μάθουν σχετικά με τα επιστημονικά αυτά σενάρια χωρίς να παίρνουν κάποιο ρίσκο κινδύνου. Έχουν επίσης την δυνατότητα να επεμβαίνουν στον

χρόνο, να εξασκούνται και να επαναλαμβάνουν τα πειράματα χωρίς την ανάγκη υλικών, τα οποία πολλές φορές είναι ακριβά και δύσκολο να αποκτηθούν (Berkum & de Jong, 1991).
Αναλύοντας μία παρουσίαση με κίνηση ενός φαινομένου σε μικρά τμήματα, ο Mayer (2001) έδειξε ότι οι μαθητές, αλληλοεπιδρώντας και ελέγχοντας τον ρυθμό της παρουσίασης, κάνοντας δηλαδή παύσεις μέσω ενός κουμπιού, έγινε καλύτερα κατανοητό το φαινόμενο, σε σχέση με μαθητές που παρακολούθησαν την κίνηση ενιαία χωρίς να έχουν την δυνατότητα να επέμβουν.
Τέλος, οι Wang και Tseng (2018) κατέληξαν πως οι προσομοιώσεις βοήθησαν αρκετά στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών βοηθώντας τους μαθητές να δημιουργήσουν νοητικά μοντέλα που εξηγούν τις αλλαγές που συμβαίνουν κατά την προσομοίωση.

2.2 Διαδραστικό animation και επαυξημένη πραγματικότητα

Η επαυξημένη πραγματικότητα σήμερα είναι μια τεχνολογία όπως έχει αναφερθεί, έχει την δυνατότητα να φέρει στοιχεία του εικονικού κόσμου στον πραγματικό, ενισχύοντας τον κατάλληλα έτσι ώστε να μπορεί κανείς να παρατηρεί, ακόμα και να αλληλοεπιδρά με ψηφιακά αντικείμενα. Κάτι τέτοιο την καθιστά ιδανική τεχνολογία για να εφαρμοστεί στον τομέα των φυσικών επιστημών και πιο συγκεκριμένα στις προσομοιώσεις.
Η δυνατότητα των μαθητών να μπορούν να αισθανθούν ένα αντικείμενο που μπορεί να υπάρχει ή να μην υπάρχει πραγματικά σε ένα περιβάλλον και ότι μπορούν να το αντιληφθούν μόνο μέσω της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην εμπειρία αυξάνοντας την εστίαση της προσοχής. Διαπιστώθηκε επίσης ότι τα αποτελέσματα των επιδόσεων των μαθητών είναι καλύτερα όταν χρησιμοποιούνται τεχνολογικές εφαρμογές που επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των μαθητών στο μάθημα όπως επίσης και ότι με αυτό τον τρόπο αυξάνεται το κίνητρο των μαθητών (Billinghurst 2002; Dalgarno and Lee 2010; Kye and Kim 2008; Lee et al., 2010).

2.3 Μειονεκτήματα διαδραστικού animation στην εκπαιδευτική διαδικασία

Οι πληροφορίες στα animation βρίσκονται συνεχώς σε κίνηση και κάτι τέτοιο δυσκολεύει αρκετά τη συνεχή εξέταση της πληροφορίας, εκτός και αν υπάρχει δυνατότητα για παύση. Οι Ploetzner & Lowe, (2017) αναφέρουν πως το γεγονός πως τα animation αναπαράγονται διαδοχικά είναι κάτι που δυσκολεύει τη σύγκριση και την αντιπαραβολή των πληροφοριών τους. Η ποσότητα των πληροφοριών που παρουσιάζονται ταυτόχρονα είναι μεγάλη και δεν είναι εύκολο για κάποιον να τις επεξεργαστεί και να τις κατανοήσει την ίδια στιγμή παρακολουθώντας τις αλλαγές (Berney & Bétrancourt, 2016). Οι μαθητές, είναι πιθανόν να υπερφορτώνονται με όλες αυτές τις πληροφορίες που προκύπτουν από τις οπτικές αναπαραστάσεις που παρακολουθούν και ίσως έχει ως αποτέλεσμα να προκληθεί ανεπιθύμητη διάσπαση προσοχής. Ο διαχωρισμός αυτός της προσοχής με την εστίαση ενός μαθητή σε ένα μέρος της οθόνης μπορεί να οδηγήσει σε παραμέληση σημαντικών πληροφοριών οι οποίες υπάρχουν σε άλλες περιοχές στην ίδια οθόνη (Lowe, 2003, σ.159).

2.4 **Διαδραστικό animation συμπεράσματα**

Στις περισσότερες έρευνες (Adesope & Nesbit, 2013; Ayres, Marcus, Chan & Qian, 2009) για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με το αν το animation είναι ανώτερο στην διευκόλυνση της μάθησης επιστημονικών γνώσεων, διεξάγεται σύγκριση με τις στατικές εικόνες. Ωστόσο, οι έρευνες αυτές έχουν οδηγήσει σε αντιφατικά δεδομένα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του animation.

Οι πειραματικές μελέτες που διεξήχθησαν από τους Berney και Betrancourt (2016) και Höffler και Leutner (2007) αναφέρουν μια συνολικά θετική επίδραση του animation στην διευκόλυνση της μάθησης. Κατά την εκτέλεση ενός animation το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η αλλαγή η οποία όμως σε καμιά περίπτωση δεν είναι ενιαία. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι αλλαγών που έχουν διαφορετικό αντίκτυπο στην αντίληψη και την μάθηση των μαθητών.

Σε μία έρευνα επίσης που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε πως η χρήση του animation στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει θετικές επιδράσεις καθώς όσο περισσότερα οπτικοποιημένα μέσα χρησιμοποιούνται τόσο καλύτερη γίνεται η μαθησιακή διαδικασία (Najjar 1998).

3. **Παιχνιδοποίηση στην εκπαίδευση**

Στην προσπάθεια τους οι εκπαιδευτικοί να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της σύγχρονης κοινωνίας στο σχολείο, συχνά αναζητούν νέους τρόπους έτσι ώστε να παρακινήσουν τους μαθητές να συμμετάσχουν ενεργά στην μαθησιακή διαδικασία. Ένας τρόπος είναι η παιχνιδοποίηση όπου οι καθηγητές συχνά ενσωματώνουν στοιχεία παιχνιδιού στην εκπαιδευτική διαδικασία με σκοπό να αυξηθεί το κίνητρο των μαθητών. Η παιχνιδοποίηση μπορεί να οριστεί ως η ενσωμάτωση στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών σε μία εκπαιδευτική διαδικασία. Ο στόχος της παιχνιδοποίησης είναι να χρησιμοποιήσει σωστά εκείνα τα στοιχεία που μοιάζουν με παιχνίδι και είναι διασκεδαστικά με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να δημιουργηθούν ουσιαστικές μαθησιακές εμπειρίες (Kapp 2012).

Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται το κίνητρο στους μαθητές να συμμετάσχουν στην διαδικασία της μάθησης. Η παιχνιδοποίηση μπορεί να περιλαμβάνει στοιχεία που είναι δυνατό να διεγείρουν τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά κίνητρα. Τα εσωτερικά κίνητρα σε μια τάξη εκδηλώνονται όταν οι μαθητές ενδιαφέρονται από μόνοι τους για το περιεχόμενο του μαθήματος (Ryan & Deci, 2000).

3.1 **Βασικά στοιχεία παιχνιδοποίησης**

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά της παιχνιδοποίησης είναι ότι χρησιμοποιεί στοιχεία παιχνιδιού τα οποία ορίζονται ως τμήματα ή μηχανισμοί παιχνιδιών που ένας σχεδιαστής χρησιμοποιεί για τη δημιουργία μιας ελκυστικής εμπειρίας (Werbach & Hunter, 2012; p. 131). Για παράδειγμα, οι Reeves και Read (2009) πρότειναν δέκα βασικά στοιχεία από μεγάλα παιχνίδια τα οποία περιλάμβαναν αναπαραστάσεις με avatar, τρισδιάστατα περιβάλλοντα, αφήγηση, ανατροφοδότηση, φήμη, βαθμούς και επίπεδα, αγορές και οικονομίες, ανταγωνισμό βάσει κανόνων, ομάδες, σύστημα επικοινωνίας και πίεση χρόνου.

Οι Deterding et al., (2011) προτείνουν πέντε διαφορετικά επίπεδα από σχεδιαστικά στοιχεία παιχνιδιού:

1. Πρότυπα σχεδιασμού διεπαφής παιχνιδιών όπως μετάλλια, πίνακες κατάταξης και επίπεδα.
2. Πρότυπα και μηχανισμούς σχεδιασμού παιχνιδιών όπως χρονικοί περιορισμοί, περιορισμούς στους πόρους, περιορισμούς στους γύρους.
3. Αρχές σχεδιασμού παιχνιδιών όπως σαφείς στόχους
4. Μοντέλα παιχνιδιών όπως η πρόκληση, η περιέργεια, η φαντασία
5. Μέθοδοι σχεδιασμού παιχνιδιών όπως ο παιχνιδοκεντρικός σχεδιασμός

Ωστόσο, υπάρχουν τέσσερα βασικά στοιχεία παιχνιδιού τα οποία έχουν εντοπιστεί ότι μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαιδευτική διαδικασία σε μία αίθουσα διδασκαλίας.

- Ελευθερία στο λάθος
- Άμεση ανατροφοδότηση
- Ενημέρωση προόδου
- Αφήγηση της ιστορίας

3.2 Παιχνιδοποίηση συμπεράσματα

Σύμφωνα με τον Hoe (2015), η εφαρμογή της παιχνιδοποίησης στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτρέπει στους μαθητές να αποκτήσουν γνώσεις, να βελτιώσουν τις δεξιότητες τους και να καλλιεργήσουν θετικά χαρακτηριστικά μέσω των στοιχείων του παιχνιδιού που έχουν κατασκευαστεί συγκεκριμένα με σκοπό την μάθηση.
Ως εκ τούτου το πλεονέκτημα της παιχνιδοποίησης είναι εμφανές διότι η μέθοδος αυτή μπορεί και παρέχει διάφορες μορφές ερεθισμάτων στους μαθητές που κυρίως στοχεύουν στο να παρακινήσουν και να κρατήσουν αμείωτο το ενδιαφέρον το μαθητών κατά την διάρκεια της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

4. Ανάπτυξη εφαρμογής

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται ορισμένα από τα στάδια της δημιουργίας μιας πολυμεσικής διαδραστικής εφαρμογής μέσω της οποίας ένας μαθητής μπορεί να διδαχθεί με ευχάριστο και δημιουργικό τρόπο μία διδακτική ενότητα, με αντικείμενο την ηλεκτρολογία.

4.1 Περιγραφή εφαρμογής

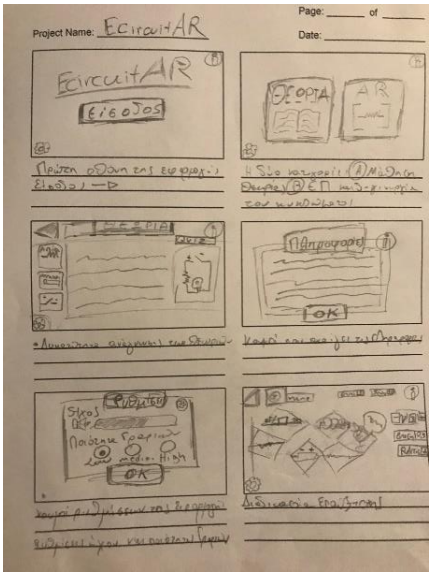
Στην εφαρμογή, ενσωματώνονται μηχανισμοί παιχνιδοποίησης και διαδραστικό animation με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.

Πιο συγκεκριμένα, μέσω της βιωματικής ανακάλυψης, ο μαθητής μπορεί να γνωρίζει την σχέση που συνδέει μεγέθη όπως η τάση και η ένταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Εμπεδώνεται η ιδέα ότι η τάση θεωρείται δεδομένη και ορίζεται από την πηγή του

κυκλώματος. Μία ακόμα παράμετρος η οποία επηρεάζει και επεξηγείται είναι η τιμή της αντίστασης η οποία μπορεί να διαμορφώσει την ένταση σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Κυρίως, δίνεται έμφαση της αξίας του Νόμου του Ωμ ως εργαλείο μέτρησης της έντασης σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα στο οποίο εφαρμόζεται τάση από γνωστή πηγή. Η περιήγηση και γενικότερα η διεπαφή της εφαρμογής είναι αρκετά απλή για να μπορεί να προσεγγίσει και μαθητές οι οποίοι δεν είναι αρκετά εξοικειωμένοι με την τεχνολογία και τις φορητές συσκευές. Το σενάριο σχεδιάστηκε για εφαρμογή σε μια σχολική αίθουσα χωρίς την απαραίτητη προϋπόθεση την ύπαρξη ενός σχολικού εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών. Επίσης ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που προσφέρει η προσομοίωση μέσω επαυξημένης πραγματικότητας είναι πως για να πραγματοποιηθεί το πείραμα δεν χρειάζεται να υπάρχουν τα βασικά στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος όπως επίσης και τα απαραίτητα όργανα μέτρησης παρά μόνο η φορητή συσκευή του μαθητή. Κάθε μαθητής, μπορεί να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή για την προετοιμασία και την εξάσκηση του στο σπίτι όσες φορές θέλει χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία του στην τάξη ή σε κάποιο χώρο εργαστηρίου. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι κυρίως καθοδηγητικός – με τον μαθητή να ενθαρρύνεται να ανακαλύψει τη γνώση.

4.2 Σχεδιασμός και υλοποίηση

Ξεκινώντας τον σχεδιασμό της εφαρμογής, πραγματοποιήθηκε η καταγραφή των στόχων και του σκοπού της εφαρμογής σε ένα επεξεργαστή κειμένου έτσι ώστε κάθε λειτουργία της εφαρμογής να αποτυπώνεται περιγραφικά. Έπειτα για την διευκόλυνση της υλοποίησης δημιουργήθηκε ένα storyboard στο οποίο ήταν αποτυπωμένες οι λειτουργίες και το στήσιμο κάθε οθόνης της εφαρμογής.



Εικόνα 1 – Storyboard

Στο storyboard άρχισαν να παίρνουν μορφή οι λειτουργίες της εφαρμογής όπως επίσης και το πως αναμένονταν να παρουσιαστούν τα γραφικά της. Για τις ανάγκες υλοποίησης της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν συγκεκριμένα εργαλεία στα οποία δημιουργήθηκαν τα διάφορα ψηφιακά αντικείμενα της εφαρμογής.

Οι εργασίες που ακολούθησαν με σκοπό την υλοποίηση της εφαρμογής αφορούν την δημιουργία δισδιάστατων γραφικών και τρισδιάστατων μοντέλων, δημιουργία υφών, δημιουργία δισδιάστατης και τρισδιάστατης κίνησης, επιμέλεια ήχων, επιμέλεια εκπαιδευτικού περιεχομένου, προγραμματισμό λειτουργιών.

4.3 Εκπαιδευτικοί στόχοι

Οι εκπαιδευτικοί στόχοι της εφαρμογής είναι αρχικά η εκμάθηση και κατ' επέκταση η εμπέδωση βασικών εννοιών ηλεκτρολογίας της Φυσικής της Γ' γυμνασίου έτσι ώστε να μπορέσει να κατανοήσει ο μαθητής την συγκεκριμένη ύλη.

1. Ο μαθητής θα πρέπει να είναι σε θέση να μπορεί να σχεδιάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό τον έλεγχο του πειράματος με βάση τον νόμο του Ωμ.
2. Ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να σχεδιάσει μία γραφική παράσταση η οποία αφορά την σχέση τάσης – ένταση για συγκεκριμένες τιμές αντίστασης.
3. Να είναι σε θέση επίσης να ερμηνεύει σε μικροσκοπικό επίπεδο τον Νόμο του Ωμ χρησιμοποιώντας το μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων.

Ένα από τα βασικά στοιχεία του εποικοδομισμού είναι ότι ο μαθητής χρησιμοποιεί τις προ υπάρχουσες γνώσεις του, έτσι ώστε να μπορέσει να κατανοήσει τα φυσικά φαινόμενα. Η ικανότητα των μαθητών να μαθαίνουν καινούργια πράγματα, συνδέεται με το τι γνωρίζουν και θεωρείται αρκετά σημαντικός παράγοντας και προϋπόθεση για να υπάρξει μάθηση. Είναι πολύ δύσκολο για ένα μαθητή να μπορέσει να κατανοήσει η να μάθει κάτι νέο αν του είναι εντελώς άγνωστο. Γι' αυτό τον λόγο από το θεωρητικό κομμάτι της εφαρμογής οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζουν έννοιες όπως η τάση και η ένταση ενός ηλεκτρικού κυκλώματος καθώς και να μπορούν να αναγνωρίζουν τα βασικά μέρη ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος με (αντίσταση, διακόπτη, πηγή, αγωγό, λαμπτήρα). Επίσης θα πρέπει να γνωρίζουν την λειτουργία των οργάνων Αμπερόμετρο και Βολτόμετρο. Ωστόσο η ύπαρξη αυτών των γνώσεων δεν αρκούν έτσι ώστε να επιτευχθεί ο μαθησιακός στόχος, θα πρέπει να ενεργοποιηθούν αυτές οι γνώσεις έτσι ώστε να αξιοποιηθούν, για να επέλθει η κατανόηση και η μάθηση. Για να μπορέσουν να ενεργοποιηθούν οι προ υπάρχουσες γνώσεις ο μαθητής καλείται να δημιουργήσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μέσω μιας προσομοίωσης με χρήση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας. Μετά το τέλος της προσομοίωσης ο μαθητής θα πρέπει να έχει καταφέρει ορισμένους γνωστικούς στόχους.

Πιο συγκεκριμένα θα πρέπει:

- Να μπορεί να δημιουργήσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό τον πειραματικό έλεγχο του νόμου του Ωμ.
- Να είναι σε θέση να διατυπώσει λεκτικά αλλά και με μαθηματικό τύπο τον νόμο του Ωμ.
- Να μπορεί να σχεδιάσει την γραφική παράσταση της τάσης – έντασης για συγκεκριμένες τιμές αντιστάσεων.

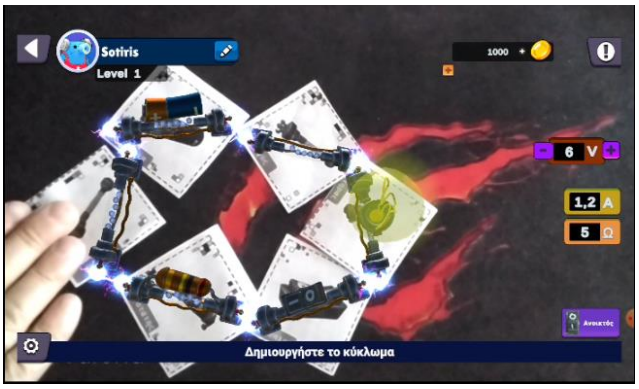
- Να μπορεί να κατανοήσει και να ερμηνεύσει σε μικροσκοπικό επίπεδο το μοντέλο των ελεύθερων ηλεκτρονίων του νόμου του Ωμ.

4.4 Ψυχαγωγικοί στόχοι

Οι ψυχαγωγικοί στόχοι της εφαρμογής υπάρχουν ακόμη από την εκκίνηση της εφαρμογής, αφού εξ αρχής, ο μαθητής εισέρχεται σε ένα φιλικό περιβάλλον με ενισχυμένο το στοιχείο της παιχνιδοποίησης και της αλληλεπίδρασης που τον βοηθά να παραμένει ενεργός κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Η αισθητική της εφαρμογής, είναι προσαρμοσμένη στην ηλικία των χρηστών έτσι ώστε να είναι αρκετά ελκυστική. Οι ψυχαγωγικοί στόχοι θεωρήθηκαν αρκετά σημαντικοί έτσι ώστε να ικανοποιούν συγκεκριμένα κριτήρια με σκοπό να ενισχυθούν τα εσωτερικά κίνητρα των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, πρέπει να δίνεται το κίνητρο στον μαθητή να θέλει να ασχοληθεί με την εφαρμογή και να θέλει να συνεχίσει της δραστηριότητες που του παρουσιάζονται. Να προάγει τον εκπαιδευτικό στόχο ευχάριστα και με διασκεδαστικό τρόπο και να διατηρεί αμείωτο το ενδιαφέρον του συμμετέχοντας ενεργά στην διαδικασία.

Εικόνα 2 - Στοιχεία του κυκλώματος

Σαρώνοντας ο μαθητής με την φορητή του συσκευή συγκεκριμένες εικόνες στόχους, θα εμφανίζει στον φυσικό του κόσμο, βασικά στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.
Τοποθετώντας τις εικόνες στόχο στην σωστή σειρά θα δημιουργηθεί το ζητούμενο ηλεκτρικό κύκλωμα όπου θα μπορεί στην συνέχεια να μεταβάλει τιμές όπως η τάση ή αντίσταση του κυκλώματος.



Εικόνα 3 - Εκτέλεση εφαρμογής

Θα λαμβάνει σύγχρονη και άμεση ανατροφοδότηση στην διάρκεια του πειραματισμού του έτσι ώστε να είναι σε θέση να αντιληφθεί το λάθος. Θα υπάρχει ελευθερία για πειραματισμό και δοκιμές με σκοπό την εξαγωγή των δικών του συμπερασμάτων και την κατασκευή της δικής του γνώσης. Επίσης θα πραγματοποιηθεί η οπτικοποίηση της κίνησης του ηλεκτρικού ρεύματος και τυχόν μεταβολές στην κατεύθυνση ενισχύοντας την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας με δυνατότητες διαδραστικού animation. Ένα σύστημα συλλογής βαθμών και επιβράβευσης θα δίνει κίνητρο να συνεχίσει την μάθηση διατηρώντας το ενδιαφέρον του αμείωτο.
Δεν θα υπάρχουν αρνητικές συνέπειες προς τους αδύναμους μαθητές δίνοντας τους έτσι την ευκαιρία να αρχίσουν πάλι από την αρχή χωρίς τον φόβο του λάθους. Η είσοδος επιπέδων στην εφαρμογή θα έχουν κλιμακωτή διαβάθμιση δυσκολίας βασισμένη στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Θα υπάρχει επίσης η δυνατότητα επιστροφής στην θεωρία με σκοπό να μπορέσει να θυμηθεί ή να δημιουργήσει εκ νέου ο μαθητής την απαιτούμενη προ υπάρχουσα γνώση.

5. **Συμπεράσματα**

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναλύθηκε και επεξηγήθηκε η επαυξημένη πραγματικότητα οδηγώντας σε χρήσιμα συμπεράσματα, όπως ότι ως τεχνολογία, έχει εφαρμογή σε αρκετούς τομείς. Ειδικότερα στον τομέα της εκπαίδευσης παρουσιάζει χρήσιμα παιδαγωγικά οφέλη και θεωρείται από πολλούς σχεδιαστές ως ένα σημαντικό εργαλείο στην ανάπτυξη μελλοντικών εκπαιδευτικών εφαρμογών.
Επίσης, υποστηρίζεται από σύγχρονες θεωρίες μάθησης οι οποίες βασίζονται στον εποικοδομισμό, στοχεύοντα ς στην ενεργητική συμμετοχή του μαθητή κατά την εκπαιδευτική διαδικασία.
Το διαδραστικό animation μέσω επαυξημένης πραγματικότητας, συμβάλει επίσης στην ενεργητική συμμετοχή του μαθητή. Ειδικότερα, στον τομέα των Φυσικών επιστημών οι μαθητές μπορούν να παρακολουθήσουν και να κατανοήσουν καλύτερα έννοιες, οι οποίες δεν είναι δυνατό να αποτυπωθούν σε μια αίθουσα διδασκαλίας. Η αναπαράσταση αφαιρετικών εννοιών που απαιτούν δημιουργικότητα και φαντασία πραγματοποιούνται με την χρήση διαδραστικού animation. Λόγω του ότι βασίζεται σε δυναμικές και αλληλεπιδραστικές μορφές οπτικών αναπαραστάσεων παρουσιάζεται ιδιαίτερα χρήσιμο στο να βοηθά τους μαθητές, να οπτικοποιούν σύνθετα φαινόμενα και διαδικασίες, με την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται σε συνδυασμό με τις κατάλληλες εκπαιδευτικές πρακτικές (Clark & Jorde, 2004).
Επίσης, όπως προέκυψε από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, σε μία εκπαιδευτική εφαρμογή, μπορούν να εμπεριέχονται αρκετά στοιχεία της παιχνιδοποίησης τα οποία επιτρέπουν στους μαθητές να αποκτήσουν γνώσεις, να βελτιώσουν τις δεξιότητες τους και να καλλιεργήσουν θετικά χαρακτηριστικά μέσω των στοιχείων του παιχνιδιού που έχουν κατασκευαστεί συγκεκριμένα με σκοπό την μάθηση. Επίσης τονίστηκε πως όταν τίθεται με σαφήνεια το κάθε πρόβλημα στο παιχνίδι ο μαθητής μπαίνει σε μια διαδικασία σκέψης και λήψης αποφάσεων, ενισχύοντας της νοητικές λειτουργίες του μαθητή.

Ειδικότερα σε μια τάξη όπου οι μαθητές έχουν την ελευθερία να κάνουν λάθος χωρίς να φοβούνται την συνέπεια του λάθους, διατηρείται το κίνητρο, διότι ενθαρρύνεται ο πειραματισμός και η επιμονή στην επίλυση δύσκολων προβλημάτων.
Στον τομέα της εκπαίδευσης, η επαυξημένη πραγματικότητα αναδεικνύει την ικανότητα της τεχνολογίας, να εμπνέει και να διατηρεί την προσοχή των μαθητών παρέχοντας μοναδικές εμπειρίες μάθησης. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, σε συνδυασμό με το διαδραστικό animation, μπορούν και υποστηρίζουν λειτουργίες ενός εργαστηρίου, του οποίου το κόστος είτε δημιουργίας είτε συντήρησης μπορεί να είναι απαγορευτικό για τις σχολικές μονάδες. Η πιλοτική εφαρμογή σχεδιάστηκε βασισμένη σε συγκεκριμένα διδακτικά σενάρια με βάση τον μαθητοκεντρικό τρόπο μάθησης και βασίζεται στην βιωματική ανακάλυψη του μαθητή, εννοιών όπως η τάση και η ένταση. Το θεωρητικό υπόβαθρο της εφαρμογής δημιουργήθηκε προς διευκόλυνση του μαθητή να κατανοήσει τα διάφορα φαινόμενα που πρόκειται να συναντήσει. Σε αυτό το τμήμα της εφαρμογής ο μαθητής μπορεί να ανακαλέσει την προ υπάρχουσα γνώση που απαιτείται για την εκτέλεση ενός πειράματος. Για να ενεργοποιηθούν όμως και να αξιοποιηθούν οι γνώσεις αυτές, καλείται ο μαθητής να σχεδιάσει και να δημιουργήσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα μέσω μιας προσομοίωσης με χρήση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας και να ερμηνεύει σε μικροσκοπικό επίπεδο τον Νόμο του Ωμ. Έτσι μπορούν και συσχετίζονται οι νοητικές δράσεις του μαθητή στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Ορισμένα από τα καινοτόμα στοιχεία που διαφαίνονται από τον προτεινόμενο τρόπο διδασκαλίας έγκειται στα παρακάτω:

- Ο πειραματισμός πραγματοποιείται με προσομοιώσεις χωρίς την ύπαρξη του κλασσικού εργαστηρίου μέσω επαυξημένη πραγματικότητας
- Η προσέγγιση της μάθηση θεωρείται μαθητοκεντρική, δίνοντας έμφαση στην συνεργασία μεταξύ ομάδων μαθητών προάγοντας την ενεργό συμμετοχή του μαθητή.
- Η χρήση νέων ψηφιακών μέσων όπως οι φορητές συσκευές, με τα οποία οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι και προσελκύουν το ενδιαφέρον τους.
- Βασίζεται σε ευρέως διαδεδομένες θεωρίες μάθησης όπως αυτή του εποικοδομητισμού.

Η εφαρμογή επίσης, εισάγει στην εκπαιδευτική διαδικασία τη χρήση τεχνολογιών όπως αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας κάνοντας τη πιο ελκυστική, αυξάνοντας ταυτόχρονα τη δυνατότητα συνεργασία των μαθητών, ενισχύοντας την ομαδοσυνεργατική μέθοδο διδασκαλίας. Το προσδοκώμενο αποτέλεσμα είναι να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών, να ενισχυθούν τα εσωτερικά κίνητρα και η ενεργή συμμετοχή τους. Υπάρχουν ωστόσο, αρκετές δυσκολίες που αφορούν το εκπαιδευτικό σύστημα στην Ελλάδα. Αρκετές, είναι εκείνες οι αλλαγές που πρέπει να γίνουν, έτσι ώστε να εισαχθεί η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Όπως προέκυψε και από τις ερωτήσεις της έρευνας, η χρήση και η εισαγωγή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία, απαιτεί μια στοιχειώδης εξοικείωση με την τεχνολογία και την κατάρτιση, που οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είτε δεν την έχουν, είτε δεν έχουν τον διαθέσιμο χρόνο να ασχοληθούν έτσι ώστε να την αποκτήσουν. Επίσης, στις περισσότερες σχολικές μονάδες

δεν υπάρχει ο διαθέσιμος τεχνολογικός εξοπλισμός. Ακόμη, ορισμένοι εκπαιδευτικοί εμφανίστηκαν επιφυλακτικοί σχετικά με την εισαγωγή τέτοιων τεχνολογιών στο εκπαιδευτικό πλαίσιο στην Ελλάδα καθώς κατέστησαν σαφές πως οι μαθητές, οι γονείς αλλά και οι καθηγητές στοχεύουν στην εισαγωγή των μαθητών στην ανώτατη τριτοβάθμια εκπαίδευση και πως τέτοιες εφαρμογές δεν εξυπηρετούν αυτόν τον στόχο. Σύμφωνα όμως με τον Geroimenko (2020), ο παραδοσιακός τρόπος μάθησης με τα τετράδια και τα βιβλία, δύσκολα θα συνεχίσει να είναι αποδεκτός από τους μαθητές εάν δεν θα υπάρξει η δυνατότητα της διάδρασης και συμμετοχής. Όπως σήμερα είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ένα βιβλίο χωρίς εικόνες, έτσι στο κοντινό μέλλον είναι πολύ πιθανόν να μην μπορεί κανείς να φανταστεί ένα βιβλίο χωρίς την επαύξηση ψηφιακών πληροφοριών.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Adesope, O. O., & Nesbit, J. C. (2013). Animated and static concept maps enhance learning from spoken narration. Learning and Instruction, 27, 1–10. doi:10.1016/j.learninstruc.2013.02.002 URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475213000145

Ayres, P., Marcus, N., Chan, C., & Qian, N. (2009). Learning hand manipulative tasks: When instructional animations are superior to equivalent static representations. *Computers in Human Behavior*, *25*(2), 348–353.
URL: https://dl.acm.org/doi/10.1016/j.chb.2008.12.013

Billinghurst, M. (2002). Augmented reality in education. New horizons for learning, 12(5), 1–5.

Bétrancourt, M., & Tversky, B. (2000): Effect of computer animation on user's performance: a review. *Le Travail Humain*, *63*(4), 311–330.

Bower, Matt/Howe, Cathie/McCredie, Nerida/Robinson, Austin/Grover, David (2014): "Augmented Reality in education – cases, places and potentials." In: Educational Media International 51(1), 1–15.

Berney, S., & Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. Computers and Education, 101, 150–167.
URL: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.06.005

Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented Reality in the Classroom. Computer, 45(7), 56-63.
URL: https://dl.acm.org/doi/10.1109/MC.2012.111

Chan Lin, L.-J. (1998): Animation to teach students of different knowledge levels. *Journal of Instructional Psychology*, *25*(3), 166–175.

Clark, D., & Jorde, D. (2004). Helping students revise disruptive experientially supported ideas about thermodynamics: Computer visualizations and tactile models. Journal of Research in Science Teaching, 41, 1), 1–1),23.
URL: https://doi.org/10.1002/tea.10097

Cheng, M. T., Shet, H. C., & Annetta, L. A. (2015). Game immersion experience: Its hierarchical structure and impact on game-based science learning. Journal of Computer Assisted Learning, 31(3), 232– 253.

Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology, 41*, 10–32.10.1111/bjet.2010.41.issue-1 [Crossref], [Web of Science ®], [Google Scholar]

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification." In A. Lugmayr, H. Franssila, C

Falloon, G. W. (2019a). Using simulations to teach young students science concepts: An experiential learning theoretical analysis. Computers & Education, 135, 138–159.

Falloon, G. W. (2019b). From simulations to real: Investigating young students' learning transfer from simulations to real tasks. British Journal of Educational Technology, 1–20.
URL: https://doi.org/10.1111/bjet.12885

Geroimenko, V (2020). Augmented Reality in Education: General Aspects of Educational

Ginns, P. (2005). Meta-analysis of the modality effect. *Learning and Instruction*, *15*(4), 313 – 331. doi:10.1016/j.learninstruc.2005.07.001

Hoe, T. W. (2015). Gamifikasi dalam pendidikan: Pembelajaran berasaskan permainan. Tanjong Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A metaanalysis. Learning and Instruction, 17(6), 722–738. doi:10.1016/j.learninstruc.2007.09.013

Kapp, K. M. (2012). The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education. San Francisco, CA: Pfeiffer.

Kalyuga, S. (2008). Relative effectiveness of animated and static diagrams: An effect of learner prior knowledge. *Computers in Human Behavior*, *24*(3), 852–861. doi:10.1016/j.chb.2007.02.018

Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation of the relationships between media characteristics, presence, flow, and learning effects in aug- mented reality based learning augmented reality. International Journal for Education Media and Technology, 2(1), 4–14.

Klopfer, Eric/Sheldon, Josh (2010). "Augmenting your own reality: Student authoring of science-based Augmented Reality games." In: *New Directions for Youth Development* 128, 85 – 94.

Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. Computers in Education, 55, 1424–1442.

Lowe, R. (2003): Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. Learning and Instruction, 13(2), 157–176. https://doi.org/10.1016/S0959-47520200018-X

Mayer, R. E. (2005). Introduction to multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 1–16). Cambridge: Cambridge University Press.

Najjar LJ (1998) Principles of educational multimedia user interface design. Hum Factors 41(2):311–323

Ploetzner, R., & Lowe, R. (2017): Looking across instead of Back and forth: How the simultaneous presentation of multiple animation episodes facilitates learning. In R.

Reeves, B., & Read, J. L. (2009). *Total engagement: using games and virtual worlds to change the way people work and businesses compete*. Boston: Harvard Business School Press.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. Contemporary educational psychology, 25(1), 54-67Schnotz, W., & Rasch, T. (2005): Enabling, facilitating, and inhibiting effects of animations in multimedia learning: Why reduction of cognitive load can have negative results on learning. Educational Technology Research and Development, 53(3), 47.

Tversky, B., Bauer-Morrison, J., & Bétrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, *57*(4), 247–262. doi:10.1006/ijhc.1017

Van Berkum, J., & de Jong, T. (1991). Instructional environments for simulations. Education & Computing, 6, 305–358.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). For the Win: How game thinking can revolutionize your business. Wharton Digital Press.

Wang, T., & Tseng, Y. (2018). The comparative effectiveness of physical, virtual, and virtual physical manipulatives on third-grade students' science achievement and conceptual understanding of evaporation and condensation. International Journal of Science and Mathematics Education, 16(2), 203–219Wu W-H, Wu Y-CJ, Chen C-Y et al (2012): Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & education*, 817–827.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, *62*, 41-49.

Yuen SC, Yaoyuneyong G, Johnson E. (2011): Augmented reality: an overview and five directions for AR in education. Journal of Educational Technology Development and Exchange.; 4(1):119─40.