



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Η ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ:  
ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ «ΦΥΣΙΚΑ -  
ΕΡΕΥΝΩ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΩ» ΤΗΣ Ε΄ ΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ»**

\*

**«THE USE OF AUGMENTED REALITY IN EDUCATION: DEVELOPMENT AND  
USE OF APPLICATION FOR THE COURSE: "PHYSICS-EXPLORE AND  
DISCOVER" IN THE 5th CLASS OF THE PRIMARY SCHOOL»**

**ΤΣΙΑΒΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΡΟΔΟΣ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

### ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Η χρήση της επανξιμένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση:  
ανάπτυξη και χρήση εφαρμογής για το μάθημα "Φυσικά - Ερευνώ  
και ανακαλύπτω" της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου*

\*

*The use of augmented reality in education: development  
and use of application for the course "Physics - Explore and discover"  
in the 5th class of the primary school*

ΤΣΙΑΒΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων: Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 22/01/2019

1. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής Παν. Αιγαίου
2. Δάρρα Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια Παν. Αιγαίου
3. Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου



ΡΟΔΟΣ, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2019

*Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.*

*Παναγιώτης Τσιαβός*

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλα τα άτομα, που με την αμέριστη βοήθεια και υποστήριξη τους, συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου εργασίας και ιδιαίτερα:

Τον κ. Σοφό Αλιβίζο, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, που στάθηκε δίπλα μου συνεργατικά και διαλογικά και επέβλεψε αυτήν την πορεία μου, προσφέροντας ακατάπαυστα την πολύτιμη συναισθηματική και επιστημονική στήριξη του.

Την κα Δάρρα Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αιγαίου και μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής, για τη σημαντική συνεισφορά της στην επιστημονική αναζήτηση της παρούσας εργασίας.

Τον κ. Σκουμιό Μιχαήλ, Επίκουρο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου και μέλος της Συμβουλευτικής Επιτροπής, για το ιδιαίτερο ενδιαφέρον του και την εξαιρετικά ουσιαστική καθοδήγηση στις επιστημονικές αναζητήσεις μου και ιδιαίτερα στο αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	<b>4</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	<b>5</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ</b>	<b>8</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>10</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	<b>12</b>
<b>1. Θεωρητικό Μέρος</b>	<b>12</b>
1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)	12
1.2. Διαδικασία εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας	15
1.3. Συσκευές απεικόνισης και παραδείγματα χρήσης AR σε διάφορους τομείς	17
1.4. Υποστηρικτικές εφαρμογές για την ανάπτυξη εφαρμογών AR	19
1.5. Τομείς εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας	24
1.6. Εκπαιδευτική αξία και οφέλη από τη χρήση εφαρμογών AR	27
1.7. Παραδείγματα εφαρμογών AR για διδασκαλία διαφόρων αντικειμένων	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	<b>40</b>
<b>2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τη χρήση της AR στην εκπαίδευση</b>	<b>40</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	<b>44</b>
<b>3. Ερευνητικό Μέρος</b>	<b>44</b>
3.1. Εισαγωγή	44
3.2. Αναγκαιότητα αξιοποίησης εφαρμογών AR στην εκπαιδευτική διαδικασία	47
3.2.1. Πλεονεκτήματα εφαρμογής της AR στα σχολικά βιβλία	48
3.3. Σκοπός της έρευνας	48
3.4. Ερευνητικά ερωτήματα	49
3.5. Μεθοδολογική προσέγγιση	50
3.6. Ερευνητικός σχεδιασμός	52
3.6.1. Επιλογή γνωστικού αντικείμενου και ενότητας σχολικού βιβλίου	52
3.6.1.1. Το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» ως διδακτικό αντικείμενο	53
3.6.1.2. Εκπαιδευτική ανάγκη για την ανάπτυξη της εφαρμογής AR στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών	54
3.6.1.3. Επιλογή ενότητας σχολικού βιβλίου	55
3.6.2. Επιλογή μηχανής για τη δημιουργία της εφαρμογής AR	56

3.6.3. Επιλογή λογισμικών για τη δημιουργία δραστηριοτήτων και αξιολογήσεων	57
3.6.4. Δημιουργία εφαρμογής - Απόσπασμα σχολικού βιβλίου AR	57
3.6.4.1. Σχεδιασμός και ανάπτυξη μικρο-εφαρμογών AR	58
3.6.4.1.1. Αξιοποίηση διαδικτυακού ψηφιακού υλικού	59
3.6.4.2. Δημιουργία σελίδων AR	60
3.6.4.3. Δημιουργία δραστηριοτήτων	63
3.6.4.4. Παιδαγωγική συνεισφορά του υλικού	64
3.6.5. Δημιουργία ερωτηματολογίων	65
3.6.6. Ερευνητικά αποτελέσματα δομημένα ανά ερευνητικό ερώτημα	66
3.6.7. Συζήτηση	73
3.6.7.1. Προεκτάσεις και περιορισμοί της έρευνας	74
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b>	<b>74</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>75</b>
I. Σελίδες Σχολικού Βιβλίου	75
II. Ερωτηματολόγιο/τεστ (pre-test)	76
III. a: Δραστηριότητα: Σταυρόλεξο	77
III. b: Λύση Σταυρόλεξου	78
IV. Τεστ Αξιολόγησης	79
V. Ερωτηματολόγια μαθητών/ριών	84
1. Ερωτηματολόγιο πειραματικής ομάδας	84
2. Ερωτηματολόγιο ομάδας ελέγχου	86
VI. Φωτογραφικό υλικό από τη διαδικασία εφαρμογής	87
<b>ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>90</b>
<b>ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>92</b>
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ</b>	<b>102</b>

## **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Με την παρούσα εργασία, αρχικά, επιχειρείται μία εμπειριστατωμένη μελέτη της έννοιας της επαυξημένης πραγματικότητας και των εφαρμογών της σε διάφορους επιστημονικούς χώρους και ιδιαίτερα, στο χώρο της εκπαίδευσης. Ακολουθεί μία βιβλιογραφική επισκόπηση, στην παγκόσμια βιβλιογραφία, των επιστημονικών εκπαιδευτικών εφαρμογών και των αποτελεσμάτων τους κατά την ερευνητική εφαρμογή τους. Φαίνεται, ότι η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μία από τις σημαντικότερες εκπαιδευτικές τεχνολογίες, αφού η επαύξηση του πραγματικού περιβάλλοντος με την ψηφιακή πληροφορία θεωρείται ότι προσφέρει επιπλέον δυνατότητες για διδασκαλία και μάθηση. Ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, που οι σύγχρονες φορητές συσκευές (smartphones, tablets κ.ά.) έχουν ραγδαία εξάπλωση και εύκολα χρησιμοποιούνται από το σύνολο των μαθητών/ριών, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί, πολύ πιο εύκολα, να εφαρμοστεί στη σχολική πραγματικότητα. Στη συνέχεια σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και εφαρμόζεται στην τάξη μία εκπαιδευτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σε σχολικό βιβλίο, στην ενότητα «Υλικά Σώματα», του γνωστικού αντικείμενου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», της Ε΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, προκειμένου να διερευνηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα, που αφορούν στην επίδραση των σχολικών βιβλίων Φυσικής AR στα μαθησιακά αποτελέσματα, στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών και την ανάπτυξη θετικής στάσης για το μάθημα αυτό και τέλος την επίδραση της χρήσης ταμπλετών στη διαδικασία της τελικής αξιολόγησης για τη διαμόρφωση θετικής στάσης όσον αφορά την αξιολόγηση, γενικότερα.

## **ABSTRACT**

The present paper, initially, attempts an in-depth study of the concept of augmented reality and its applications in various scientific areas and especially in the field of education. Below is a bibliographic overview, in the world literature, of the scientific educational applications and their results in their research application. It seems that augmented reality is one of the most important educational technologies, since enhancing the real environment with digital information is considered to offer additional learning and learning opportunities. Particularly in recent years, where modern mobile devices (smartphones, tablets, etc.) are rapidly

expanding and are easily used by all students, augmented reality can be more easily applied to school reality. Subsequently, is planned, developed and applied to the classroom an educational application of augmented reality in a school book, in the section "Materials Objects", of the subject "Physics - Explore and Discover", of the 5th class of the Primary School, in order to investigate the research questions concerning the impact of Physical AR school books on learning outcomes, enhancing students' interest and developing a positive attitude towards this lesson, and finally the effect of tablet use in the final evaluation process for the development of a positive attitude towards evaluation, in general.

## **ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ**

Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality): AR

Φυσικές Επιστήμες: Φ.Ε.

Ερευνητικό Ερώτημα: Ε.Ε.



*Ακούω και ξεχνώ,  
βλέπω και θυμάμαι,  
πράττω και καταλαβαίνω.*

**Κομφούκιος, 551 π.Χ.**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σημερινή πραγματικότητα, των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και επιτευγμάτων, η εκπαίδευση δε δύναται να παραμένει ανεπηρέαστη από αυτές τις αλλαγές, αφού σύμφωνα και με τη άποψη του Hurd (2000) η πρόοδος στον τομέα της τεχνολογίας επηρεάζει την εκπαίδευση και τις διδακτικές προσεγγίσεις. Επομένως, εύλογα, η εκπαίδευση επιχειρεί την ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, προς όφελος των μαθητών/ριών, προκειμένου, με την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αξιοποίηση αυτών των εξελίξεων, να επιτυγχάνεται αποτελεσματικότερα η μάθηση.

Κοινό σημείο σε θεωρίες μάθησης, όπως αυτές των Piaget, Vygotsky, της γνωστικής προσέγγισης της επεξεργασίας των πληροφοριών κ.ά. είναι ότι, για να υπάρξει ουσιαστική γνώση, είναι απαραίτητο να εφαρμόζονται διδακτικές μέθοδοι, οι οποίες να στηρίζονται στην πρακτική εξάσκηση και σε εμπράγματα εμπειρίες (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2008).

Ωστόσο, η πρακτική εξάσκηση, σε αρκετές περιπτώσεις, έρχεται αντιμέτωπη με ανυπέρβλητα εμπόδια, όπως είναι η έλλειψη χρόνου, χώρου, η υπερβολή απόστασης, κόστους κ.λ.π. τα οποία, εν τέλει, δεν επιτρέπουν την απόκτηση τέτοιου είδους εμπειριών από τα εκπαιδευόμενα άτομα.

Μία λύση, στα παραπάνω προβλήματα, αποτελεί η χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, με τη χρήση διαφόρων προγραμμάτων προσομοίωσης, τα οποία λόγω των τρισδιάστατων γραφικών τους δίνουν στο εκπαιδευόμενο άτομο την αίσθηση της φυσικής παρουσίας στο εκάστοτε περιβάλλον που αυτά παρουσιάζουν.

Εντούτοις, άλλου είδους προβλήματα, όπως είναι το κόστος του απαραίτητου εξοπλισμού ή η έλλειψη της απαραίτητης γνώσης, από την πλευρά των εκπαιδευτικών, για την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων έχουν ως αποτέλεσμα τη μηδενική ή, στην καλύτερη εκδοχή, την ελάχιστη εφαρμογή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπλέον, στις μέρες μας, η ψηφιακή τεχνολογία δίνει την ευκαιρία, αξιοποιώντας τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones) και τις ταμπλέτες (tablets), δηλαδή συσκευές που υπάρχουν στα χέρια των παιδιών, σε πολύ μεγάλη συχνότητα, να γίνεται πράξη η *κινητή μάθηση* (Shuler et al., 2012) ή *αλλιώς η πανταχού παρούσα μάθηση* (Yahya et al., 2010) ή *χωρίς όρια μάθηση* (Wong & Looi, 2011), ή *εδώ και τώρα κινητή μάθηση* (Martin & Ertzberger, 2013),

επιφέροντας σημαντικές αλλαγές στη μαθησιακή διαδικασία. Επιτρέπει την απόκτηση πολλαπλών εμπειριών από τους/τις μαθητές/ριες, τις οποίες, ίσως, να μην ήταν εφικτό να ζήσουν στην πραγματική ζωή τους, πάντα, προς όφελος της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας.

Στην παρούσα εργασία θα μελετηθεί μία από αυτές τις μορφές προγραμμάτων, αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία αποτελεί μια υποκατηγορία της εικονικής πραγματικότητας, σε συνδυασμό με τη χρήση κινητών συσκευών, δηλαδή ταμπλετών. Θα ερευνηθεί βιβλιογραφικά κατά πόσον είναι εφαρμόσιμη στη σχολική πραγματικότητα, λόγω του μικρότερου κόστους που απαιτείται, όσον αφορά τον τεχνολογικό εξοπλισμό και επιπλέον θα αναζητηθούν στοιχεία από την παγκόσμια βιβλιογραφία για επιστημονικές εκπαιδευτικές προτάσεις τέτοιου τύπου καθώς και τα πρώτα αποτελέσματα κατά την ερευνητική εφαρμογή τους.

Στη συνέχεια θα σχεδιαστεί και θα αναπτυχθεί μια εφαρμογή AR σε σχολικό βιβλίο, για το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», η οποία θα αξιοποιηθεί σε μία διδασκαλία με τη χρήση ταμπλετών ή άλλων κινητών συσκευών, προκειμένου να διερευνηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που θα τεθούν στα πλαίσια της παρούσας έρευνας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1. Θεωρητικό Μέρος

### 1.1. Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

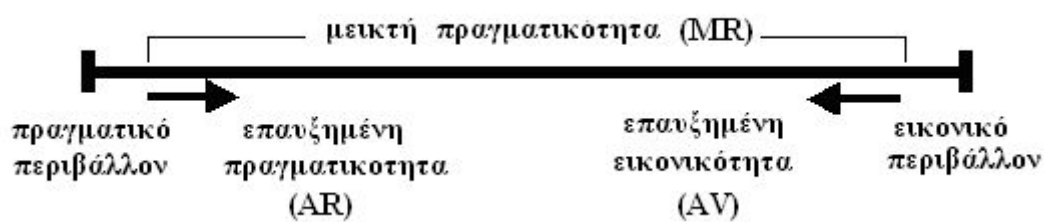
Η επαυξημένη πραγματικότητα (augmented reality), μια από τις αναδυόμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες με σημαντικά παιδαγωγικά οφέλη (Johnson et al., 2010), εισήχθη, ως όρος, το 1992 από τον Τομ Κάουντελ (Caudell & Mizell, 1992).

Ωστόσο, η πρώτη αναφορά σε συστήματα AR σημειώνεται στα τέλη της δεκαετίας του 1960. Συγκεκριμένα, το 1968 αναπτύχθηκε από τον Sutherland η πρώτη εφαρμογή, η οποία αφορούσε στη δημιουργία ενός συστήματος τρισδιάστατης εικονικής απεικόνισης αντικειμένου σε πραγματικό περιβάλλον. Η βασική ιδέα ήταν η αναπαραγωγή τρισδιάστατης προοπτικής εικόνας στο οπτικό πεδίο του χρήστη, η οποία θα αλλάζει κάθε φορά που θα μεταβάλλεται η θέση του χρήστη. Η υλοποίηση του συστήματος βασίστηκε στο γεγονός ότι, η πραγματική εικόνα που βλέπουμε και η οποία αποτελείται από αντικείμενα τριών διαστάσεων στο χώρο, καταλήγει στον αμφιβληστροειδή του ματιού ως εικόνα δύο διαστάσεων, επομένως εάν τοποθετηθούν σε κατάλληλες θέσεις, ως προς τον αμφιβληστροειδή και σε κατάλληλες διαστάσεις αντικείμενα (εικόνες) δύο διαστάσεων τότε θα μπορούσε να δημιουργηθεί στο οπτικό πεδίο του παρατηρητή η ψευδαίσθηση της τρίτης διάστασης. Με βάση, λοιπόν, αυτή τη λογική λειτουργία και με υπολογισμένη κάθε φορά τη νέα θέση του οπτικού συστήματος του παρατηρητή, το οποίο ήταν ενσωματωμένο στο κεφάλι του, υλοποιήθηκε η πρώτη εφαρμογή AR (Λεβέντη, 2012).

Η AR, αποτελεί μια διαδραστική εμπειρία, σε πραγματικό χρόνο, η οποία αναφέρεται στην άμεση ή έμμεση θέαση ενός φυσικού, πραγματικού περιβάλλοντος ή μιας κατάστασης, των οποίων όμως τα στοιχεία ενισχύονται από τις αντιληπτές πληροφορίες/στοιχεία που παράγονται από έναν υπολογιστή, με πολλαπλές αισθητηριακές μεθόδους, όπως οπτικές, ακουστικές, απτικές, σωματοαισθητικές και οσφρητικές (Wikipedia, 2018). Με αυτόν τον τρόπο, τα ψηφιακά αντικείμενα δίνουν την εντύπωση ότι συνυπάρχουν με αυτά του

πραγματικού κόσμου (Azuma et al., 2011), ωστόσο, ο πραγματικός κόσμος, όχι μόνο δεν υποβαθμίζεται αλλά, αντιθέτως, ενισχύεται και επαυξάνεται (Νικολαΐδης, 2003).

Σύμφωνα με τους Milgram & Kishino (1994), η AR αποτελεί ένα μέρος του γενικότερου πεδίου της Μεικτής Πραγματικότητας (Mixed Reality), όπως φαίνεται στην ακόλουθη σχηματοποίηση (Σχήμα 1.1), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι υπάρχουν διακριτά όρια μεταξύ τους.



Σχήμα 1.1: Συνεχές πραγματικότητας - εικονικότητας των Milgram & Kishino (1994)

Επιχειρείται, επομένως, η δημιουργία μιας σύνδεσης μεταξύ της πραγματικότητας και ενός εικονικού κόσμου, ώστε να βυθιστεί κάποιος στην εικονικότητα ή να χρησιμοποιήσει την ενσωμάτωση εικονικών αντικειμένων στην πραγματικότητα. Με τη βοήθεια των προηγμένων τεχνολογιών AR οι εμπειρίες και οι πληροφορίες που αφορούν τον περιβάλλοντα πραγματικό κόσμο των χρηστών ενισχύονται με την προσθήκη πληροφοριών μέσω άλλων συσκευών, αλλά δε δημιουργούν ένα διαφορετικό περιβάλλον που αντικαθιστά το πραγματικό (Wassom, 2018). Στην Εικόνα 1.1 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα AR, στην οθόνη ενός κινητού (smartphone), όπου ένα συγκεκριμένο πλαίσιο από βίντεο του πραγματικού κόσμου, εμπλουτίζεται με ποικίλες πληροφορίες που προβάλλονται ψηφιακά και αφορούν αυτόν ακριβώς τον κόσμο.



Εικόνα 1.1: Παράδειγμα επαυξημένης πραγματικότητας

Συνοψίζοντας και σύμφωνα με τον Azuma (1997), μπορούμε να πούμε ότι, οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των συστημάτων AR είναι οι εξής:

- Είναι διαδραστικά και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο.
- Συνδυάζουν πραγματικά και εικονικά αντικείμενα σε ένα πραγματικό περιβάλλον.
- Μπορούν να επιδράσουν σε ορισμένες ή και όλες τις αισθήσεις των χρηστών.
- Η πληροφορία που παρέχουν χωροθετείται στις τρεις διαστάσεις.

Μια εφαρμογή AR, δεν περιορίζεται στην προσθήκη εικονικών αντικειμένων ή πληροφοριών σε ένα πραγματικό περιβάλλον, με σκοπό την οπτική επαύξηση, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει και απόκρυψη αντικειμένων του πραγματικού περιβάλλοντος, με την επικάλυψη αυτών, από ένα εικονικό αντικείμενο. Η αφαίρεση πραγματικών αντικειμένων ορίζεται από ορισμένους ερευνητές και ως μειωμένη πραγματικότητα (diminished reality), ωστόσο, στην ουσία αποτελεί υποσύνολο της AR (Βερυκόκου, 2013).

Επομένως, η επικαλυπτόμενη αισθητηριακή πληροφορία μπορεί να είναι εποικοδομητική και να λειτουργεί προσθετικά στο φυσικό περιβάλλον ή να είναι καταστρεπτική, με πλήρη κάλυψη του φυσικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, η AR μεταβάλλει τη συνεχή αντίληψη ενός ατόμου για ένα περιβάλλον του πραγματικού κόσμου, σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, η οποία αντικαθιστά εντελώς το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη με ένα προσομοιωμένο περιβάλλον, γεγονός που μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να οδηγήσει σε σύγχυση με τον πραγματικό κόσμο (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2008).

Κυρίαρχη αξία της AR είναι το γεγονός ότι φέρνει στοιχεία του ψηφιακού κόσμου στην αντίληψη του ατόμου για τον πραγματικό κόσμο, όχι μόνο ως απλή απεικόνιση δεδομένων, αλλά με την ενσωμάτωση των αισθήσεων, που θεωρούνται φυσικά μέρη ενός περιβάλλοντος, αφού τοποθετείται σε τρεις διαστάσεις και δίνει τη δυνατότητα της διάδρασης σε πραγματικό χρόνο (Azuma, 1997).

Στη ραγδαία ανάπτυξη και εξάπλωση της AR στο ευρύτερο κοινό συνέβαλε η ευρεία χρήση φορητών συσκευών (smartphones & tablets), αφού με αυτές τις συσκευές εκτελούνται αρκετά εύκολα εργασίες όπως, παρακολούθηση της θέσης και του μεγέθους αντικειμένων

μέσα από τη ροή βίντεο πραγματικού χρόνου, καθώς και απόδοση εικονικών αντικειμένων βάσει της ροής βίντεο, οι οποίες είναι απαραίτητες στις εφαρμογές AR.

## **1.2. Διαδικασία εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας**

Σύμφωνα με τους Azuma et al. (2001) οι εφαρμογές AR περιλαμβάνουν μία διαδικασία δύο σταδίων, που επαναλαμβάνονται καθ' όλη τη φάση της εφαρμογής τους. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διαδικασία αυτή, η εφαρμογή πρέπει:

1. Να καθορίζει την υφιστάμενη κατάσταση του πραγματικού και του εικονικού κόσμου και να παρουσιάζει το πραγματικό περιβάλλον στη συσκευή απεικόνισης.
2. Να προβάλλει τα εικονικά αντικείμενα ή τις πληροφορίες στο πραγματικό περιβάλλον, προσθέτοντας στοιχεία σε αυτό ή επικαλύπτοντας ένα μέρος του.

Η προβολή αυτή πρέπει να γίνεται με χωρική και χρονική συσχέτιση με τον πραγματικό κόσμο, έτσι ώστε ο/η χρήστης/ρια να αντιλαμβάνεται τα εικονικά στοιχεία ως αναπόσπαστο μέρος του πραγματικού περιβάλλοντος. Αυτό επιτυγχάνεται με την ευθυγράμμιση (registration) του πραγματικού κόσμου με τα εικονικά μοντέλα, πριν ακολουθήσει η απεικόνιση της εικονικής πληροφορίας στον πραγματικό κόσμο. Απαραίτητη είναι η εκτίμηση της θέσης του/της χρήστη/ριας και των κινήσεών τους, σε σχέση με τον πραγματικό κόσμο, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι ανάλογες μεταβολές στην απεικόνιση των εικονικών πληροφοριών/αντικειμένων (Αρβανίτης, 2012).

Τα στοιχεία του συστήματος AR που υποστηρίζουν τα δύο προαναφερόμενα στάδια της διαδικασίας εφαρμογής είναι: α) οι αισθητήρες, ένας ή περισσότεροι, οι οποίοι καθορίζουν την κατάσταση του πραγματικού περιβάλλοντος, β) ο επεξεργαστής, ο οποίος αξιολογεί τα δεδομένα των αισθητήρων και μέσω αυτού υλοποιείται η εφαρμογή των κανόνων του εικονικού κόσμου και παράγονται τα απαραίτητα σήματα για την οδήγηση της οθόνης και γ) το σύστημα απεικόνισης, το οποίο δημιουργεί την αίσθηση της συνύπαρξης του εικονικού και πραγματικού κόσμου, ούτως ώστε, στις αισθήσεις των χρηστών να εντυπώνεται, εν τέλει, ο συνδυασμός του πραγματικού και εικονικού κόσμου.

Ιδιαίτερης σημασίας ζήτημα, σε μια εφαρμογή AR, είναι η επιτυχής και απόλυτη ευθυγράμμιση του πραγματικού περιβάλλοντος με την εικονική πληροφορία, διότι μόνο τότε

επιτυγχάνεται η ψευδαίσθηση συνύπαρξης πραγματικού και εικονικού κόσμου (Azuma, 1997). Για αυτόν ακριβώς το λόγο αποτελεί και τον πιο βασικό περιορισμό σε αυτού του είδους τις εφαρμογές.

Με δεδομένη την ευαισθησία που έχει το ανθρώπινο οπτικό σύστημα, σε συνδυασμό με τη συνεχή αλληλεπίδραση του/της χρήστη/ριας με το εικονικό αντικείμενο, το παραπάνω πρόβλημα είναι εξαιρετικά δύσκολο να επιλυθεί. Μπορεί το σύστημα της AR να μην μπορεί να ελέγξει τις κινήσεις των χρηστών, ωστόσο, πρέπει σε ελάχιστο χρονικό διάστημα να ανταποκριθεί με το σωστό αποτέλεσμα, όσον αφορά την απεικόνιση, ούτως ώστε αυτήν τη διαδικασία να μην μπορεί να την αντιληφθεί το ανθρώπινο μάτι. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις εμφανίζονται μικρά σφάλματα ευθυγράμμισης, εξαιτίας της συνύπαρξης πλήθους πηγών σφαλμάτων, αλλά και λόγω των υψηλών απαιτήσεων για απόλυτη ακρίβεια.

Σύμφωνα με τον Azuma (1997), τα σφάλματα μπορεί να είναι:

- Στατικά, με παρουσίαση στρέβλωσης των εικόνων, που μπορεί να συμβαίνουν ακόμα και όταν το πραγματικό περιβάλλον ή η θέση του/της χρήστη/ριας δεν έχει αλλάξει καθόλου. Συνήθως, οφείλονται είτε σε κατασκευαστικές ατέλειες της κάμερας, γεγονός που μπορεί να αντιμετωπιστεί με σχετική βαθμονομική ρύθμιση (calibration), είτε σε σφάλματα εκτίμησης της θέσης των χρηστών από το σχετικό σύστημα.
- Δυναμικά, τα οποία οφείλονται στην καθυστέρηση του συστήματος να προβάλλει τη σωστή χρονική στιγμή, τόσο τη σωστή θέση του εικονικού αντικειμένου, όσο και τον σωστό προσανατολισμό του, σε σχέση με το πραγματικό περιβάλλον και γίνονται αντιληπτά κατά την αλλαγή της θέσης του/της χρήστη/ριας ή του πραγματικού περιβάλλοντος. Μπορούν να αντιμετωπιστούν με κατάλληλες τεχνικές μείωσης των καθυστερήσεων, ταύτισης των καναλιών εικονικής και πραγματικής σκηνής προτού εμφανιστούν στον/στην χρήστη/ρια, ακόμη και εκτίμησης της μελλοντικής θέσης του/της, για γρηγορότερη και καλύτερη ανταπόκριση του συστήματος.



### **1.3. Συσκευές απεικόνισης και παραδείγματα χρήσης AR σε διάφορους τομείς**

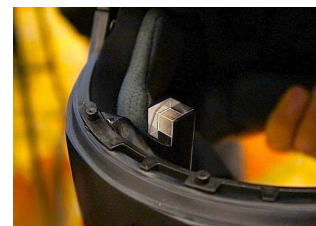
Από την προαναφερόμενη διαδικασία εφαρμογής της AR, διαπιστώνεται ότι ένας από τους απαραίτητους εξοπλισμούς σε ένα σύστημα AR είναι η συσκευή απεικόνισης, η οποία εμφανίζει τις πληροφορίες, οι οποίες είναι το αποτέλεσμα της μείξης του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος. Οι συσκευές απεικόνισης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες και κατ' επέκταση οι πληροφορίες που εμφανίζουν μπορούν να προβληθούν με τρεις διαφορετικούς τρόπους (Goldiez, 2004) και παρουσιάζονται, συνοπτικά, σε συνδυασμό με παραδείγματα χρήσης της AR:

- ❖ Φορετές συσκευές απεικόνισης (Head mounted Displays - HMD), οι οποίες τοποθετούνται στο κεφάλι του/της χρήστη/ριας και προβάλλουν τη μείξη της εικόνας στα μάτια του/της. Αυτές μπορεί να είναι οπτικές ή βιντεοσυσκευές:
  - Οι οπτικές συσκευές διαθέτουν μία διάφανη οθόνη και επιτρέπουν στους χρήστες να δουν το πραγματικό περιβάλλον όπως ακριβώς είναι, προβάλλοντας τα εικονικά αντικείμενα πάνω της.
  - Οι βιντεοσυσκευές αποκόπτουν τελείως τους χρήστες από το περιβάλλον. Ο/η χρήστης/ρια φοράει μία κάμερα, η οποία καταγράφει το πραγματικό περιβάλλον, το οποίο στη συνέχεια ψηφιοποιείται και δέχεται επεξεργασία από έναν υπολογιστή. Πιο συγκεκριμένα, ο υπολογιστής παρεμβαίνει σε αυτό, προσθέτοντας ή αποκρύπτοντας αντικείμενα και δημιουργώντας, εν τέλει, μία επαυξημένη εικόνα, η οποία και προβάλλεται σε μία αδιαφανή οθόνη που φοράει ο/η χρήστης/ρια στο κεφάλι του/της.

Παραδείγματα χρήσης φορετών συσκευών απεικόνισης είναι τα εξής:

- Το Heads-Up-Display (HUD) που χρησιμοποιείται στα αεροσκάφη ή σε μερικά νέα αυτοκίνητα ως ένα φανταχτερό επινόημα (gadget), για την προβολή πληροφοριών σχετικά με το παρμπρίζ, που βοηθάει τους πιλότους και τους οδηγούς γενικότερα.

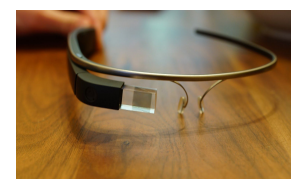
- Το κράνος AR για τους εργάτες οικοδομών, που εμφανίζει πληροφορίες σχετικά με τα εργοτάξια.



- Το κράνος των μοτοσυκλετιστών με ενσωματωμένη κάμερα.

- Γυαλιά ή φακοί επαφής που προσθέτουν πληροφορίες σε αυτό που μπορεί να δει κάποιος, χρησιμοποιώντας μερικές τεχνικές ανίχνευσης που το ανθρώπινο μάτι δεν είναι σε θέση να κάνει φυσικά.

- Το Google Glass που έχει το σχήμα ενός ζευγαριού γυαλιά, φοριέται στο κεφάλι και αντί για γυάλινους φακούς διαθέτει μια οθόνη στο ύψος του δεξιού ματιού, η οποία προσφέρει εμπειρίες AR.



- ❖ Φορητές συσκευές, που αποτελούνται από μια κάμερα και μία επίπεδη οθόνη LCD. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν συμβαίνει εμπύθιση στο επαυξημένο περιβάλλον, αλλά οι χρήστες παρατηρούν και αντιλαμβάνονται τη μείξη εικονικού και πραγματικού περιβάλλοντος μέσω της οθόνης του συστήματος, αφού το πραγματικό περιβάλλον, αφού ληφθεί από την κάμερα, προβάλλεται στην οθόνη, η οποία εμφανίζει και τα εικονικά αντικείμενα, τα οποία επικαλύπτουν τα πραγματικά.
- ❖ Προβολικές συσκευές, στις οποίες μέσω μιας προβολικής συσκευής (projector) η εικονική πληροφορία προβάλλεται απευθείας πάνω στον πραγματικό κόσμο και στα φυσικά αντικείμενα. Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και τα συστήματα CAVE, στα οποία οι προβολές των εικόνων γίνονται σε όλο το χώρο γύρω τους, με αποτέλεσμα να προσφέρουν στους συμμετέχοντες μία αρκετά καλή αίσθηση εμπύθισης (Φωκίδης & Τσολακίδης, 2008).

## 1.4. Υποστηρικτικές εφαρμογές για την ανάπτυξη εφαρμογών AR

Για την ανάπτυξη εφαρμογών AR απαιτούνται πολύπλοκοι υπολογισμοί, συνδυασμοί εντολών διαφορετικών γλωσσών προγραμματισμού αλλά και πολλών συστημάτων. Ωστόσο, υπάρχουν αρκετές υποστηρικτικές εφαρμογές, όπως εργαλειοθήκες, βιβλιοθήκες, πλατφόρμες κ.ά, οι οποίες προσφέρουν πολύτιμη βοήθεια για αυτόν ακριβώς τον σκοπό. Αυτό που είναι απαραίτητο να γίνεται κάθε φορά, είναι η επιλογή της πλέον κατάλληλης εργαλειοθήκης και βιβλιοθήκης καθώς και της αντίστοιχης πλατφόρμας, για την ικανοποίηση των εκάστοτε αναγκών για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR.

Με την αύξηση του ενδιαφέροντος των χρηστών για τις διάφορες εφαρμογές AR, αρκετές από τις παλαιότερες εταιρείες, όπως η Microsoft, η Nintendo, η Sony κ.ά. ενσωμάτωσαν την τεχνολογία της AR στα προϊόντα τους. Ωστόσο, δημιουργήθηκαν και άλλες, όπως η ARmsk, ARToolworks, η Aurasma, η Layar, η Metaio GmbH, η Qualcomm, η Unity Technologies, η Wikitude GmbH κ.ά, οι οποίες αναπτύχθηκαν με κύριο στόχο την έρευνα και την εξέλιξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας και τη δημιουργία εφαρμογών AR. Για τον ίδιο σκοπό, αρκετές από αυτές δημιούργησαν αφενός δικές τους πλατφόρμες και αφετέρου εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών AR και βιβλιοθήκες, γεγονός που συνέβαλε στην ακόμα μεγαλύτερη ανάπτυξη και εξάπλωση αυτής της τεχνολογίας. Ενδεικτικά και συνοπτικά, θα αναφερθούμε σε κάποιες από αυτές:

- ❖ Η ARToolworks Inc., που έχει πλέον αποκτηθεί από την DAQRI, είναι μία εταιρεία που πρωτοστατεί στον τομέα της AR, παρουσιάζοντας, το 1999, το βασικό της προϊόν, ARToolKit, το οποίο, από το 2004, είναι ανοικτού κώδικα. Η εταιρεία διαθέτει:
  - Την εργαλειοθήκη ARToolKit, κατάλληλη για την ανάπτυξη εφαρμογών AR, η οποία είναι ανοικτού κώδικα και παρέχεται δωρεάν. Χαρακτηρίζεται από την εύκολη βαθμονόμηση της κάμερας, την ταχύτητα των εφαρμογών της σε πραγματικό χρόνο κ.ά.
  - Την ανοικτή βιβλιοθήκη osgART, η οποία υποστηρίζει την απόδοση, αλληλεπίδραση και ανάπτυξη εφαρμογών AR. Η εφαρμογή ενσωματώνει την ανίχνευση της εργαλειοθήκης ARToolKit με τις βιβλιοθήκες 3D γραφικών,

πολύ υψηλής απόδοσης, της εργαλειοθήκης OpenSceneGraph, που και αυτή είναι ανοικτού κώδικα. Με αυτόν τον τρόπο της δίνεται η δυνατότητα ταχύτερης ανάπτυξης εφαρμογών AR, με πολύ υψηλή ποιότητα γραφικών και σε ποικίλα περιβάλλοντα κωδικοποίησης (Ζαϊμίδης & Παράσχου, 2015).

- ❖ Η Aurasma είναι μία ελεύθερη πλατφόρμα AR, που επιτρέπει στους χρήστες να ανακαλύψουν, να δημιουργήσουν και να μοιραστούν εικονικό περιεχόμενο που μπορεί να ενσωματωθεί στον πραγματικό κόσμο. Η εφαρμογή αποτελείται από το Aurasma Studio, την πλατφόρμα σχεδιασμού για Η/Υ και την εφαρμογή Aurasma για κινητές συσκευές. Η εφαρμογή λειτουργεί με ενεργοποιητές, που βρίσκουν ή δημιουργούν οι χρήστες στο διαδίκτυο με το Aurasma Studio. Επίσης, οι χρήστες μπορούν να μεταφορτώσουν εικόνες ενεργοποίησης της επιλογής τους και να προσθέσουν βίντεο για να δημιουργήσουν τις δικές τους εμπειρίες AR. Η Aurasma δίνει στους/στις εκπαιδευτικούς την ευκαιρία να εμπλουτίσουν το περιεχόμενο της διδασκαλίας τους με την ενσωμάτωση της AR στο πρόγραμμά τους (Τζόρτζογλου, 2016).
- ❖ Η Qualcomm είναι μία εταιρεία που διακρίνεται στην καινοτομία της ασύρματης τεχνολογίας 3G, 4G και σήμερα πρωτοπορεί στον δρόμο προς την 5G εποχή, με τη δημιουργία έξυπνων προϊόντων που επιφέρουν επανάσταση σε διάφορες βιομηχανίες, μεταξύ των οποίων και της πληροφορικής. Έχει αναπτύξει την εφαρμογή Vuforia, η οποία στηρίζεται στη μηχανή Vuforia (Vuforia Engine), η οποία τρέχει μέσα στην εφαρμογή και διαχειρίζεται τα αποτελέσματα από τα σκαναρίσματα των στόχων, που προκύπτουν από το σύστημα διαχείρισης στόχων (Target Management System). Η εταιρεία διαθέτει:
  - Τη βιβλιοθήκη AR Vuforia, που από τον Δεκέμβριο του 2011, που έκανε την εμφάνισή της, έχει αρχίσει να επιλέγεται με ραγδαίο ρυθμό.
  - Την πλατφόρμα Vuforia, η οποία έχει κάνει εντυπωσιακά άλματα προόδου, μετά το 2011, όταν η παραπάνω βιβλιοθήκη άρχισε να επιλέγεται για χρήση και θεωρείται πλέον μία από τις πιο εξελιγμένες πλατφόρμες.
- ❖ Η Wikitude GmbH είναι μία εταιρεία που παρέχει λύσεις AR για συσκευές φορητής τεχνολογίας και κινητές συσκευές. Τα προϊόντα της παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις

σε θέματα AR, επιτρέποντας σε προγραμματιστές, μεγάλες επιχειρήσεις, αλλά και απλούς λάτρεις της AR, τη δημιουργία κάθε είδους εφαρμογών. Η εταιρεία διαθέτει:

- Τη διαδικτυακή εφαρμογή Wikitude Studio, που επιτρέπει στους χρήστες τη δημιουργία, τη διαχείριση και την εξαγωγή εφαρμογών AR αναγνώρισης εικόνων. Η εφαρμογή δεν απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού, αφού λειτουργεί με την απλή μέθοδο μεταφοράς και απόθεσης. Οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα πολλαπλών επιλογών επαύξησης, όπως προσθήκη κειμένων, εικόνων, τρισδιάστατων αντικειμένων, βίντεο και κουμπιών, μεμονωμένα ή συνδυαστικά.
- Την εργαλειοθήκη Wikitude SDK, η οποία αποτελεί μία ολοκληρωμένη λύση για τη δημιουργία εφαρμογών AR, προσφέροντας επιλογές αναγνώρισης και ανίχνευσης εικόνας, εντοπισμού βάσει θέσης, τρισδιάστατων, στατικών ή κινούμενων, αντικειμένων και βίντεο. Είναι κατάλληλη για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android ή iOS και για έξυπνα γυαλιά, π.χ. Google Glass κ.ά., παρέχοντας για την κάθε συσκευή την ανάλογη SDK, αφού για την ανάπτυξη κώδικα, για μία συσκευή ή ένα λειτουργικό σύστημα, είναι απαραίτητη η χρήση, τόσο της Wikitude SDK, όσο και της SDK της αντίστοιχης συσκευής ή του λειτουργικού συστήματος. Η δοκιμαστική έκδοση της εργαλειοθήκης Wikitude SDK παρέχονται δωρεάν και είναι πλήρως λειτουργικές, αφού εμπεριέχουν όλα τα διαθέσιμα χαρακτηριστικά, ωστόσο, οι εφαρμογές που δημιουργούνται, περιλαμβάνουν το υδατογράφημα Trial και το λογότυπο της εταιρίας Wikitude GmbH.
- Την πλατφόρμα Wikitude App, η οποία θεωρείται, παγκοσμίως, μία από τις κορυφαίες, με δεκάδες χιλιάδες εγγεγραμμένους προγραμματιστές και δημοσιευμένες εφαρμογές AR για κινητές συσκευές. Διατίθεται δωρεάν μέσω του Google Play για συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android και μέσω του App Store για συσκευές με λειτουργικό σύστημα iOS. Η Wikitude App παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα ενημέρωσης και διασκέδασης, μέσω της άμεσης πρόσβασης σε χιλιάδες εφαρμογές AR που έχουν δημοσιευθεί σε αυτήν, όπως, εφαρμογές διαφήμισης, τουριστικού ενδιαφέροντος, παιχνιδιών

κ.ά.. Η πλατφόρμα Wikitude App απαιτεί για τη λειτουργία της πρόσβαση στο διαδίκτυο, πυξίδα, επιταχυνσιόμετρο, κάμερα, OpenGL 2.0+ και τουλάχιστον λειτουργικό σύστημα Android 4 ή iOS 7.0 (Ζαϊμίδης & Παράσχου, 2015).

- ❖ Η Metaio GmbH εμπεριέχεται στις κορυφαίες εταιρείες, όσον αφορά τον τομέα της έρευνας, της τεχνολογίας λογισμικού AR, της παροχής λύσεων AR και διαθέτει μια από τις πιο αναπτυγμένες μηχανές εντοπισμού. Το 2005 κυκλοφόρησε την πρώτη εφαρμογή AR με την ονομασία KPS Click & Design, που έδινε τη δυνατότητα στους χρήστες να τοποθετήσουν εικονικά έπιπλα, σε μια εικόνα του σαλονιού τους. Επίσης, κυκλοφόρησε την πλατφόρμα Unifeye, που έδινε τη δυνατότητα σε ανεξάρτητους προγραμματιστές να αναπτύξουν τις δικές τους εμπορικές λύσεις AR. Το 2006 κυκλοφόρησε το πρώτο πρόσθετο περιήγησης (Plug-In), για εφαρμογές AR βασισμένες στο διαδίκτυο και στη συνέχεια την πλατφόρμα Junaio, που είναι ένα πρόγραμμα περιήγησης AR για κινητές συσκευές. Αποτελεί μία από τις πολυπληθέστερες κοινότητες ενεργών χρηστών στον κόσμο. Η εταιρεία διαθέτει:

- Την εφαρμογή Metaio Creator, που δίνει τη δυνατότητα πλήρους δημιουργίας διαδραστικών εφαρμογών και εμπειριών AR 360°, με τη χρήση εικόνων υψηλής ευκρίνειας. Όσον αφορά την προσθήκη εικόνων, υποστηρίζει όλες τις κλασικές μορφές δισδιάστατων εικόνων και αρκετές μορφές στατικών ή κινούμενων τρισδιάστατων αντικειμένων, ενώ όσον αφορά την προσθήκη ήχου, υποστηρίζει μόνο αρχεία της μορφής .mp3. Επιπλέον, υποστηρίζει πολλών μορφών αρχεία βίντεο. Παρέχει, ακόμα και στη δοκιμαστική έκδοση (Beta) τη δυνατότητα αναγνώρισης προσώπων, ωστόσο διαθέτει περιορισμένη μνήμη. Επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν τις εφαρμογές που δημιουργούν, έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργήσουν είτε ως αυτόνομες εφαρμογές είτε μέσω της πλατφόρμας Junaio.

- Την εφαρμογή Metaio Toolbox, η οποία είναι κατάλληλη για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android ή iOS και επιτρέπει στους χρήστες να χαρτογραφήσουν αντικείμενα του φυσικού κόσμου, για τη δημιουργία και συσχέτιση εφαρμογών AR με το πραγματικό περιβάλλον. Αυτοί οι χάρτες εισάγονται στον υπολογιστή και χρησιμοποιούνται από τις εφαρμογές Metaio

Creator ή Metaio SDK για οποιαδήποτε εφαρμογή. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να ρυθμίσουν το μέγεθος, την τοποθεσία και την κλίση των αντικειμένων AR, που σχετίζονται με αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο και να καθορίσουν εύκολα τις παραμέτρους της κάμερας της συσκευής τους, μέσω της λειτουργίας βαθμονόμησης (calibration) που διαθέτει η εφαρμογή.

- Τη βιβλιοθήκη AREL (Augmented Reality Experience Language), η οποία υποστηρίζει την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών AR και βασίζεται σε γνωστές τεχνολογίες διαδικτύου όπως JavaScript, HTML5, XML κ.ά. Μέσω αυτής γίνεται εφικτή η ανάπτυξη διαπλατφορμικών εφαρμογών.
- Την Metaio SDK, μία εργαλειοθήκη ανάπτυξης προγραμματισμού, για τη δημιουργία εφαρμογών AR, κατάλληλων για λειτουργικά συστήματα iOS, Android, Windows, αλλά και για έξυπνα γυαλιά όπως Google Glass κ.ά., απαιτώντας την ανάλογη γλώσσα προγραμματισμού για κάθε σύστημα. Παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας είτε διαπλατφορμικών εφαρμογών είτε εφαρμογών για συγκεκριμένες πλατφόρμες, επιτρέπει στους χρήστες την προσθήκη εικόνων, τρισδιάστατων, στατικών ή κινούμενων αντικειμένων, βίντεο, ιστοσελίδων, την ανίχνευση εικόνων, τρισδιάστατων αντικειμένων, προσώπων, ID και LLA (Latitude, Longitude, Altitude) δεικτών, κωδικών QR, γραμμωτών κωδικών (Barcodes) και τη δυνατότητα εντοπισμού βάσει θέσης. Οι δείκτες LLA, είναι εργαλεία που βοηθούν στον εντοπισμό της ακριβούς τοποθεσίας των κινητών συσκευών και μάλιστα σε εσωτερικούς χώρους, όπου το GPS ενδέχεται να μην είναι απόλυτα ακριβές. Επιπλέον, παρέχει δυνατότητες συνεχούς οπτικής αναζήτησης αντικειμένων και ταυτόχρονο εντοπισμό και χαρτογράφηση. Οι χρήστες μπορούν να δημοσιεύσουν τις εφαρμογές τους, είτε ως ανεξάρτητες εφαρμογές, είτε στην πλατφόρμα Junaio. Η βασική έκδοση προσφέρεται και δωρεάν, ωστόσο οι εφαρμογές, που αναπτύσσονται με αυτήν, εμφανίζουν το υδατογράφημα *Powered by Metaio*.
- Τις πλατφόρμες Junaio και Junaio Mirage, την πρώτη, για τη δημοσίευση εφαρμογών AR, που έχουν αναπτυχθεί με τα εργαλεία ανάπτυξης της εταιρίας Metaio GmbH και τη δεύτερη, μία δοκιμαστική έκδοση, για τα έξυπνα γυαλιά

Google Glass κ.ά. Η πλατφόρμα Junaiο παρέχεται δωρεάν στο Google play και στο App Store, υποστηρίζει ποικίλο υλικό επαύξησης, όπως κείμενο, ήχο, εικόνες, τρισδιάστατα μοντέλα και βίντεο και είναι κατάλληλη για κινητές συσκευές 3G και 4G, με λειτουργικό σύστημα Android ή iOS. Με την εγκατάσταση της πλατφόρμας Junaiο, οι χρήστες άμεσα αποκτούν πρόσβαση σε χιλιάδες δημοσιευμένες εφαρμογές τουριστικού ενδιαφέροντος, διαφήμισης, διαδραστικών παιχνιδιών κ.ά. Η πλατφόρμα απαιτεί για τη λειτουργία της πρόσβαση στο διαδίκτυο, πυξίδα, επιταχυνσιόμετρο, κάμερα και λειτουργικό σύστημα Android 2.3.3 ή iOS 6.0 και μεταγενέστερα.

- Τη βοηθητική βιβλιοθήκη PHP, ειδικά για την ανάπτυξη εφαρμογών AR για την πλατφόρμα Junaiο (Ζαϊμίδης & Παράσχου, 2015).

## **1.5. Τομείς εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας**

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, όλο και περισσότεροι τομείς επωφελούνται από τα συστήματα της AR και τις δυνατότητές της. Αποτελεί, πλέον, πραγματικότητα, λόγω της ταχύτατης εξάπλωσης της AR, ότι υπάρχουν πολλά και ποικίλα παραδείγματα εφαρμογών της AR σε διάφορους τομείς, ωστόσο, στην παρούσα εργασία, πραγματοποιείται μία ενδεικτική αναφορά ορισμένων από αυτά, αφού ο ερευνητικός χώρος που, κυρίως, μας ενδιαφέρει είναι αυτός της εκπαίδευσης.

Τα πρώτα λειτουργικά συστήματα AR επινοήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ξεκινώντας με αυτό, που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο Armstrong της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ το 1992. Ακολούθως, εμφανίζονται όλο και περισσότερα παραδείγματα σε πολλούς διαφορετικούς τομείς, ειδικά σε εκείνους, όπου οι επενδύσεις είναι μεγάλες, όπως η άμυνα ή η αεροηλεκτρονική.

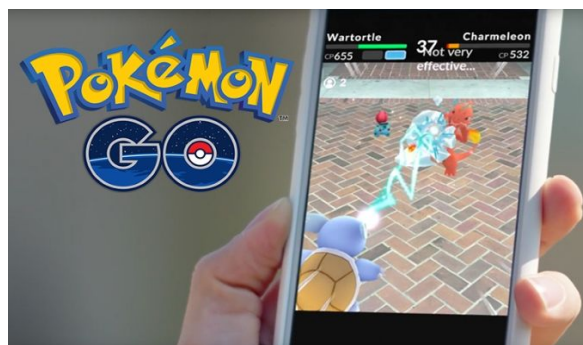
Οι ερευνητές και προγραμματιστές ανακαλύπτουν συνεχώς νέες εφαρμογές και κατά συνέπεια, από τις πρώτες εφαρμογές που ήταν κυρίως στρατιωτικές, βιομηχανικές και ιατρικές, τα τελευταία χρόνια, η AR εφαρμόζεται πλέον ή μπορεί να εφαρμοστεί μελλοντικά και για εμπορικούς ή ψυχαγωγικούς σκοπούς.

Οι πρώτες εμπορικές εμπειρίες AR χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο βαθμό στις επιχειρήσεις ψυχαγωγίας και τυχερών παιχνιδιών. Ωστόσο, η AR, από τα μέσα του 2016, έχει κάνει την



είσοδό της στην καθημερινότητα πολλών παιδιών, λόγω της ενασχόλησής τους με παιχνίδια που βασίζονται στη συγκεκριμένη τεχνολογία (Serino et al., 2016).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή Pokémon Go, μία δωρεάν εφαρμογή AR για έξυπνες συσκευές, που χρησιμοποιεί την τοποθεσία των παικτών και τους δίνει τη δυνατότητα να πιάνουν, να μονομαχούν και να προπονούν εικονικά πλάσματα, τα οποία εμφανίζονται μέσω ενός ειδικού λογισμικού στην οθόνη, η οποία όμως αποτυπώνει μέσω κάμερας τον πραγματικό κόσμο. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί το GPS και την κάμερα της συμβατής συσκευής.



Παράλληλα, υπήρξαν και άλλες βιομηχανίες, οι οποίες έδειξαν ενδιαφέρον για τις δυνατότητες της AR και σε άλλους τομείς όπως: την ανταλλαγή γνώσεων, την εκπαίδευση, τη διαχείριση της πολυπληθούς πληροφόρησης και τη διοργάνωση μακρινών συναντήσεων (Krevelen & Poelman 2010).

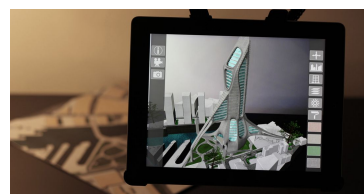
Αναλυτικότερα, οι τομείς αυτοί μπορούν να αναφερθούν ως εξής:

- Στην ιατρική, όπου τα συστήματα της AR λειτουργούν βοηθητικά σε εγχειρήσεις, αφού εικόνες από ακτινογραφίες ή αξονικές ή μαγνητικές τομογραφίες μπορούν να προβάλλονται πάνω στο σώμα του ασθενούς όταν ο/η γιατρός τις χρειάζεται.
- Στην πλοήγηση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, π.χ. σε μία Πινακοθήκη, σε ένα Μουσείο ή αεροπλάνο, αυτοκίνητο κ.λ.π.
- Στον τουρισμό, όπου οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να θαυμάσουν τα μνημεία ενός αρχαιολογικού χώρου ή στα μουσεία, τα οποία μπορούν να προβάλλουν ενημερωτικά κείμενα ή αναπαραστάσεις δίπλα από τα εκθέματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή Acropolis (CHESS: Cultural Heritage Experiences through Socio-personal



Interaction and Storytelling) που έχει ως στόχο τον εμπλουτισμό της επίσκεψης στο μουσείο της Ακρόπολης, μέσω εξατομικευμένων διαδραστικών αφηγήσεων, αφού παρουσιάζει μία από τις τρεις διαφορετικές ιστορίες που περιλαμβάνει, ανάλογα με το προφίλ των χρηστών. Η ίδια εφαρμογή καθοδηγεί τους επισκέπτες μέσα στην Αρχαϊκή Πινακοθήκη του Μουσείου της Ακρόπολης (Pujol et al., 2012).

- Στην αρχιτεκτονική, όπου ένα εικονικό μοντέλο του κτιρίου μπορεί να προβάλλεται στον πραγματικό κόσμο, προκειμένου να βοηθήσει τον αρχιτέκτονα, τους εργάτες ή τους αγοραστές του κτιρίου να πάρουν εγκαίρως σχετικές αποφάσεις.



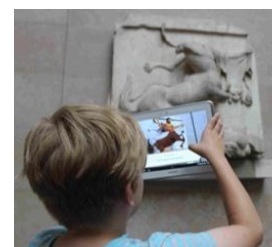
- Στην ψυχαγωγία και την ενημέρωση, όπου τρισδιάστατα εικονικά μοντέλα αλληλεπιδρούν με τους/τις ηθοποιούς στις περισσότερες κινηματογραφικές ταινίες, ενώ στα δελτία ειδήσεων παρουσιάζονται στους τηλεθεατές εικονικές πληροφορίες, προκειμένου να έχουν καλύτερη ενημέρωση.



- Στον τομέα της διαφήμισης, εικονικά μοντέλα παρουσιάζονται στις διαφημιστικές πινακίδες ή στο κέντρο ενός γηπέδου, που γίνονται αντιληπτά μόνο από τους τηλεθεατές και δημιουργούνται νέοι τρόποι προώθησης προϊόντων, π.χ. Ray Ban Virtual Mirror κ.ά.

- Στη βιομηχανία, με εφαρμογές εκπαίδευσης των μηχανικών, ή με εφαρμογές εντοπισμού των ελαττωματικών εξαρτημάτων από τους συντηρητές κ.ά.

- Στην εκπαίδευση, όπου η χρήση και η ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία έχει γίνει ευρέως αποδεκτή, η AR έρχεται να μετασχηματίσει τον κόσμο της, συμπληρώνοντας με τις εφαρμογές της, ένα παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών. Εικόνες, ήχοι, κείμενα, τρισδιάστατα γραφικά και βίντεο τοποθετούνται στο πραγματικό περιβάλλον των μαθητών/ριών, σε πραγματικό χρόνο. Αυτό το πρόσθετο εκπαιδευτικό περιεχόμενο μπορεί, πλέον, να



προσεγγιστεί μέσω σάρωσης ή προβολής μιας εικόνας, απλά, με τη χρήση μιας κινητής συσκευής και να παραχθούν συμπληρωματικές πληροφορίες για τους/τις μαθητές/ριες, οι οποίες παρέχονται με μορφή πολυμέσων. Επιπλέον, ο συνδυασμός του πραγματικού περιβάλλοντος με την επιπρόσθετη ψηφιακή πληροφορία, αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο αναπαράστασης, που διατηρεί την ισόρροπη αλληλεπίδραση πραγματικού και εικονικού περιβάλλοντος και μέσα από ένα κonstrouκτιβιστικό πλαίσιο κατασκευής της γνώσης, παρέχει ενισχυμένες δυνατότητες για διδασκαλία και μάθηση, μέσα από την κινητοποίηση των εκπαιδευόμενων, τη μεγιστοποίηση του ενδιαφέροντος και την ενεργό εμπλοκή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι μαθητές/ριες μπορούν, μέσα από μια ενεργητική διαδικασία μάθησης, να συμμετέχουν διαδραστικά σε προσομοιώσεις ιστορικών γεγονότων και να μαθαίνουν έννοιες της φυσικής, της χημείας, των μαθηματικών, της γεωμετρίας ή της γεωγραφίας πολύ πιο εύκολα και αποτελεσματικά.



## 1.6. Εκπαιδευτική αξία και οφέλη από τη χρήση εφαρμογών AR

Μέσα από την προαναφερόμενη βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που έχουν διενεργηθεί για τη χρήση εφαρμογών AR στην εκπαίδευση, ενισχύεται η άποψη ότι, οι εφαρμογές AR μπορούν να συμβάλλουν στην ενίσχυση του παραδοσιακού εκπαιδευτικού συστήματος και να αποδειχθούν εξαιρετικά εργαλεία στα χέρια των εκπαιδευτικών, αφού στα συμπεράσματά τους αναφέρονται πολλαπλά οφέλη για τη μαθησιακή διαδικασία.

Όσον αφορά την εκπαιδευτική αξία της χρήσης AR, συνδέεται με το γεγονός ότι, η χρήση της AR στηρίζεται στις αρχές του εποικοδομισμού και της πλαισιοθετημένης μάθησης (Lee, 2012; Wasko, 2013).. Η θεωρία του εποικοδομισμού αναφέρεται στην οικοδόμηση νοητικών μοντέλων και της πλαισιοθετημένης μάθησης στη σημασία του πλαισίου, μέσα στο οποίο πραγματοποιούνται όλες οι αλληλεπιδράσεις των μαθητών/ριών με άτομα, αντικείμενα, διάφορα υλικά, που έχουν ως αποτέλεσμα τη μάθηση. Κατά συνέπεια, μέσω της χρήσης εφαρμογών AR, επιτυγχάνεται ο συνδυασμός των δύο προαναφερόμενων θεωριών, με

αποτέλεσμα η νέα γνώση να εντάσσεται στο κατάλληλο πλαίσιο και οι μαθητές/ριες να αλληλεπιδρούν με αυτήν, οπότε η γνώση αυτή αποκτά νόημα μέσα στο συγκεκριμένο πλαίσιο, συνδέεται απόλυτα με αυτό και κατ' επέκταση δημιουργούνται ολοκληρωμένες νοητικές δομές από τους/τις μαθητές/ριες, με τελικό αποτέλεσμα τη μάθηση (Dunleavy & Dede, 2014).

Όσον αφορά τα οφέλη από τη χρήση της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία, όπως αυτά αναφέρονται στις σχετικές έρευνες, είναι τα εξής:

- ❖ Εξατομικευμένη μάθηση: Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της παραδοσιακής εκπαίδευσης είναι η έλλειψη χρόνου και πόρων για την παροχή εξατομικευμένης διδασκαλίας σε κάθε μαθητή/ρια μέσα στην τάξη. Η AR παρέχει στους/στις εκπαιδευτικούς τα εργαλεία που χρειάζονται για να έχουν πληροφορίες για κάθε μαθητή/ρια, έτσι ώστε να γνωρίζουν ποιος/α χρειάζεται περισσότερη βοήθεια, ποιος/α πηγαίνει πολύ καλά και ποιος/α έχει κατανοήσει πραγματικά το μάθημα.
- ❖ Αλληλεπίδραση με μη προσβάσιμα αντικείμενα: Δεδομένη θεωρείται η παρουσία αλληλεπίδρασης στις εφαρμογές AR, αφού αυτή αποτελεί ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά τους. Σε αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Wasko, 2013; Wu et al., 2013; Martin et al., 2014; Chen et al., 2016) κ.ά., γίνεται αναφορά στη σπουδαιότητά της, αφού οι εφαρμογές AR δίνουν την ευκαιρία στους/στις μαθητές/ριες να αλληλεπιδράσουν, άμεσα και σε πραγματικό χρόνο, με διάφορα εικονικά αντικείμενα, με τα οποία δεν θα είχαν καμία επαφή στον πραγματικό κόσμο, για διάφορους πρακτικούς λόγους όπως είναι η μεγάλη χωρική ή χρονική απόσταση, οι τεράστιες διαστάσεις αυτών των αντικειμένων, η επικινδυνότητά τους ή ακόμα και η μη φυσική ύπαρξή τους, εάν πρόκειται για δημιουργήματα της φαντασίας.
- ❖ Ισότητα στην εκπαίδευση: Μερικές φορές τα χρήματα αποτελούν εμπόδιο για τη μάθηση και τόσο τα σχολεία όσο και οι μαθητές/ριες μπορεί να επηρεαστούν. Η AR γεφυρώνει τις ανισότητες στην εκπαίδευση, καθώς καθιστά το περιεχόμενο προσβάσιμο για όλους/ες στην τάξη, χωρίς διαφορές μεταξύ τους.
- ❖ Πλαισίωση της γνώσης: Στις εφαρμογές AR, οι νέες πληροφορίες είναι ενταγμένες μέσα στο κατάλληλο πλαίσιο, με αποτέλεσμα να ενισχύεται η κατανόησή τους από τους/τις μαθητές/ριες, σύμφωνα με τις βασικές αρχές της πλαισιοθετημένης μάθησης

(Lee, 2012; Wasko, 2013). Αυτό συνεπάγεται ευκολότερη οικοδόμηση των γνωστικών δομών και κατ' επέκταση, αποτελεσματικότερη μάθηση.

- ❖ **Μεγάλη ποικιλία πεδίων:** Η τεχνολογία της AR μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά πεδία και επίπεδα γνώσης. Ωστόσο, μεγιστοποιεί τα οφέλη της όσον αφορά την κατάρτιση δεξιοτήτων. Η AR παρέχει τον τέλειο συνδυασμό της πραγματικότητας με την εικονική πραγματικότητα, οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν πραγματικές φυσικές συσκευές, εξοικονομώντας κόστος και παράλληλα μειώνοντας τους κινδύνους.
- ❖ **Αυξημένο ενδιαφέρον και κίνητρα:** Οι Di Serio et al. (2013) αναφέρουν ότι οι μαθητές/ριες εμφανίζουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το γνωστικό αντικείμενο που μελετούν, όταν αυτό προσεγγίζεται μέσω εφαρμογών AR. Η χρήση της AR μπορεί να μεταμορφώσει την αίθουσα διδασκαλίας και το περιεχόμενό της, καθιστώντας τα πάντα πιο οπτικά και ελκυστικά για τους/τις μαθητές/ριες (Kucirkova et al., 2014). Τα κίνητρά τους να ασχοληθούν με το εκάστοτε γνωστικό αντικείμενο αυξάνονται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της προσήλωσής τους, την καταβολή μεγαλύτερης προσπάθειας και κατ' επέκταση την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων (Lee, 2012; Wu et al., 2013). Για παράδειγμα, το διάβασμα ενός κειμένου, που αφορά την ανθρώπινη καρδιά και τον τρόπο λειτουργίας της, μπορεί να μην έχει και τόσο ενδιαφέρον, αλλά το να βλέπεις πώς ακριβώς λειτουργεί, μέσω μιας εφαρμογής AR, μπορεί να αποτελεί μία πολύ ενδιαφέρουσα και ελκυστική εμπειρία.
- ❖ **Ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης και βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων:** Οι εφαρμογές AR δίνουν τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/ριες να βιώσουν έναν διαφορετικό κύκλο μάθησης, που θα τους/τις βοηθήσει να διατηρούν περισσότερες γνώσεις για περισσότερο χρόνο, αφού, όπως, πολύ σοφά, είπε ο Κομφούκιος: *"Ακούω και ξεχνώ. Βλέπω και θυμάμαι. Κάνω και καταλαβαίνω"*. Επιπλέον, αυτές οι εφαρμογές συμβάλλουν στην οπτικοποίηση δυσνόητων φαινομένων ή εννοιών, ή στην παρουσίαση αντικειμένων, που δεν βρίσκονται εύκολα στο πραγματικό περιβάλλον και επιπλέον, επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των χρηστών με αυτά τα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η απλοποίηση των εννοιών και των νέων πληροφοριών, γεγονός που συμβάλλει στην πιο εύκολη και αποτελεσματική κατάκτηση των γνώσεων και γενικότερα στη βελτίωση των μαθησιακών

αποτελεσμάτων, όπως έχουν δείξει αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Di Serio et al., 2013; Wu et al., 2013; Papadakis et al., 2016; Chen et al., 2017).

- ❖ Ανάπτυξη δεξιοτήτων: Οι μαθητές/ριες συνήθως φέρνουν διαφορετικές απόψεις στην τάξη και κάθε ένας/μία από αυτούς/ές έχει διαφορετική προοπτική για το τι θα μάθει. Μέσω των εφαρμογών AR, είναι σε θέση να διερευνήσουν και να μάθουν περισσότερα, για οτιδήποτε βρίσκουν ενδιαφέρον και παράλληλα, ασκούνται σε τεχνικές αυτοκαθοδηγούμενης μάθησης (Wu et al., 2013), αναπτύσσουν ποικίλες δεξιότητες, όπως, της συνεργατικότητας (Kearney et al., 2012; Rossing et al., 2012), της κριτικής σκέψης, της λογικής επίλυσης προβλημάτων και του αναστοχασμού (Wasko, 2013). Επίσης, προωθούνται η δημιουργικότητα και η περιέργειά τους οπότε, η χρήση AR είναι ο τέλειος τρόπος για να πετάξει η φαντασία των μαθητών/ριών (Lee, 2012).
- ❖ Διευκόλυνση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης: Η τεχνολογία της AR επιτρέπει την εξ αποστάσεως εκπαίδευση και τη συνεργασία μαθητών/ριών και εκπαιδευτικών, που δεν βρίσκονται στον ίδιο χώρο, αφού έτσι μπορούν να μοιράζονται ένα κοινό μαθησιακό περιβάλλον και να αλληλεπιδρούν με τα πρόσθετα εικονικά αντικείμενα, υλικά ή πληροφορίες, που εμφανίζονται σε αυτό το περιβάλλον. Επιπλέον, σύμφωνα με την άποψη των Ertmer & Newby (2013) οι ταμπλέτες και οι εφαρμογές AR λειτουργούν ως διαμεσολαβητές μεταξύ μαθητών/ριών και γνωστικού αντικειμένου και τους/τις διευκολύνουν να το κατανοήσουν καλύτερα, αφού επιτρέπουν την αυτενέργεια και την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία και υποστηρίζουν την κονστрукτιβιστική άποψη για την εκπαίδευση (Wu et al., 2013).

### **1.7. Παραδείγματα εφαρμογών AR για διδασκαλία διαφόρων αντικειμένων**

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί αρκετές εκπαιδευτικές εφαρμογές AR και κατάλληλα εργαλεία, που επιτρέπουν στους/στις εκπαιδευτικούς να δημιουργούν δικό τους υλικό AR. Πέρα από τη δυνατότητα δημιουργίας εφαρμογών AR για εκπαιδευτικούς σκοπούς, γεγονός που αποτελεί εξαιρετικά δύσκολη διαδικασία, ιδιαίτερα για τους/τις μη ειδικούς, παρέχεται η δυνατότητα αναζήτησης στο διαδίκτυο έτοιμων εφαρμογών για αυτούς τους σκοπούς. Υπάρχουν, αρκετές, έτοιμες εφαρμογές που διατίθενται δωρεάν και μπορούν

να αξιοποιηθούν για τη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων, όπως της Φυσικής, των Μαθηματικών και της Γεωμετρίας, της Γεωγραφίας, της Βιολογίας και της Ανατομίας, της Πληροφορικής κ.ά. Ακολουθεί μία πολύ συνοπτική αναφορά σε ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές AR, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαφορετικότητα του γνωστικού αντικειμένου:

- ❖ Η εφαρμογή Alive Studios ζωντανεύει τα μαθηματικά και τα μαθήματα αλφαριθμητισμού, μέσω των εφαρμογών Letters Alive, Math Alive και Storybooks Alive. Το πακέτο της εφαρμογής περιλαμβάνει αφίσες, κάρτες flash, κάμερα USB, εγχειρίδιο σχεδίου μαθήματος και εκπαιδευτικά βίντεο. Όλα τα μαθήματα τηρούν τα κοινά βασικά πρότυπα και η εφαρμογή θεωρείται κατάλληλη για το νηπιαγωγείο και το δημοτικό σχολείο. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/TRhhV2xZWvA>.
- ❖ Η εφαρμογή AR-3D Science, φέρνει την επιστήμη στη ζωή των μαθητών/ριών, αφού επιτρέπει τη διερεύνηση εννοιών από το χώρο της φυσικής, της βιολογίας και της χημείας (Wesley, 2018).
- ❖ Η εφαρμογή AR Flashcards – Animal Alphabet χρησιμοποιεί την AR για να εμπλέξει τα παιδιά στην εκμάθηση των γραμμάτων του αγγλικού αλφάβητου αλλά και των ονομάτων των ζώων. Πατώντας πάνω στο ζώο ακούγεται το γράμμα και το όνομα του ζώου. (<https://edshelf.com/tool/ar-flashcards-animal-alphabet/>)
- ❖ Η εφαρμογή ARLOON Geometry είναι ένα διαδραστικό εργαλείο AR, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εποπτικό υλικό στο μάθημα της Γεωμετρίας, για τη διδασκαλία των γεωμετρικών στερεών, αλλά και ως εργαλείο αξιολόγησης, στην περίπτωση που το σχολείο διαθέτει έξυπνες κινητές συσκευές, όπως ταμπλέτες ή smartphones. Η εφαρμογή δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα για μάθηση, αφού επιτρέπει την επαφή με τρισδιάστατα μοντέλα γεωμετρικών στερεών, κατηγοριοποιημένων σε ομάδες, με τα οποία δίνεται η ευκαιρία ανακάλυψης των ιδιαίτερων γνωρισμάτων κάθε σχήματος. Επίσης, οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να τα περιστρέψουν, να τα

αποσυναρμολογήσουν και να τα μετατρέψουν σε σχήματα δύο διαστάσεων, για την πληρέστερη αντίληψη του σχηματισμού τους και τέλος έχουν τη δυνατότητα εξάσκησης. Ωστόσο, επειδή η εφαρμογή είναι AR, δίνει, επιπλέον, τη δυνατότητα προβολής των γεωμετρικών στερεών στο πραγματικό περιβάλλον και αλληλεπίδρασης με αυτά, κάνοντας χρήση είτε της ειδικής κάρτας της εφαρμογής (Εικόνα:1.2) είτε οποιαδήποτε άλλης εικόνας, που θα χρησιμοποιηθεί ως δείκτης. Η εφαρμογή διατίθεται στην αγγλική γλώσσα και μπορεί να κατέβει μέσω των συνδέσμων iTunes και GooglePlay (Τζόρτζογλου, 2016).

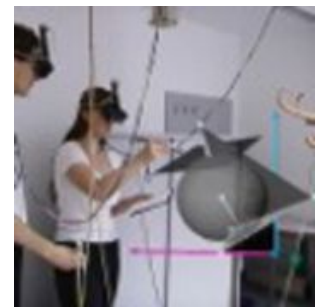
- ❖ Η εφαρμογή Arloon Plants επιτρέπει στους/στις μαθητές/ριες να διερευνήσουν διαδραστικά φυτά, προκειμένου να μάθουν για τη δομή και τα μέρη τους. Χρησιμοποιώντας τις εικόνες ενεργοποίησης της Arloon, οι μαθητές/ριες μπορούν να παρακολουθήσουν ένα φυτό να αναπτύσσεται, κυρίως όταν η καλλιέργεια φυτών στην τάξη δεν είναι εφικτή.
- ❖ Η εφαρμογή Augment είναι ένα εργαλείο AR που ειδικεύεται σε παρουσιάσεις AR, έργα μοντελοποίησης και τρισδιάστατους σχεδιασμούς. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, οι μαθητές/ριες μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους 3D μοντέλα για μαθήματα και θέματα όλων των τύπων, όπως η υγεία, η αρχιτεκτονική, τα κινούμενα σχέδια και τα μαθήματα τέχνης. Επιπλέον, η εφαρμογή Augment προσφέρει εργαλεία παρουσίασης στους/στις εκπαιδευτικούς, που τους επιτρέπουν να επιδείξουν τις έννοιες του μαθήματος σε 3D μορφή. Θεωρείται καταλληλότερη για τα επίπεδα γυμνασίου, λυκείου και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, λόγω των σχετικών τεχνικών απαιτήσεων μάθησης και διατίθεται δωρεάν. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/89nvotfDCgk>.
- ❖ Η εφαρμογή AugThat! χρησιμοποιεί την AR, προκειμένου να ζωντανέψει βασικά θέματα όπως την αγγλική γλώσσα, τα μαθηματικά, τη γεωγραφία και τις φυσικές επιστήμες μέσα στην τάξη. Τα μαθήματα της εφαρμογής διαχωρίζουν τις κοινές βασικές δραστηριότητες από τις μη κοινές δραστηριότητες, έτσι ώστε οι



εκπαιδευτικοί να μπορούν να κάνουν τις επιλογές τους και να ακολουθούν τα αναλυτικά προγράμματα των γνωστικών αντικειμένων. Εκτός από τα βασικά μαθήματα, η εφαρμογή AugThat! παρέχει μαθήματα ειδικότητας για μαθητές με ειδικές ανάγκες. Προτείνεται για μαθήματα Δημοτικού και Γυμνασίου, αλλά δεν διατίθεται δωρεάν. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/kg3CcaAgnUM>.

- ❖ Η εφαρμογή Blippar είναι ένα εργαλείο δημιουργίας AR, που έχει συνδεθεί με ποικίλες εκπαιδευτικές εμπειρίες. Η εφαρμογή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το περιοδικό Brainspace, ώστε σαρώνοντας το κάλυμμα του Brainspace και τις εσωτερικές σελίδες, να προκύψει σύνδεση με το διαδραστικό περιεχόμενο, που ζωντανεύει τη δισδιάστατη παρουσίαση. Η εφαρμογή μπορεί να μεταμορφώσει εντελώς την εμπειρία ανάγνωσης ενός παιδιού, αφού το ωθεί να σκεφτεί πιο βαθιά και να διερευνήσει ένα θέμα με έναν νέο τρόπο (Burns, 2016).

- ❖ Η εφαρμογή Construct3D είναι ένα από τα πρώτα εργαλεία κατασκευής τρισδιάστατων γεωμετρικών σχημάτων, που σχεδιάστηκε ειδικά για την εκπαίδευση Μαθηματικών και Γεωμετρίας. Βασίστηκε στο σύστημα κινητής συνεργατικής AR "Studierstube" και είχε ως στόχο τη βελτίωση των ικανοτήτων αντίληψης του χώρου και τη μεγιστοποίηση μετάδοσης της γνώσης. Το εργαλείο Construct3D είναι εύκολο στη χρήση του, ενθαρρύνει τον πειραματισμό με γεωμετρικές κατασκευές και γενικά βελτιώνει τις χωρικές δεξιότητες, σύμφωνα με τα αποτελέσματα ερευνητικού προγράμματος εφαρμογής του, από το 1999-2008 (Kaufmann & Schmalstieg, 2002).



- ❖ Η εφαρμογή Elements 4D, επιτρέπει στους/στις μαθητές/ριες να συνδυάζουν διάφορα στοιχεία και να βλέπουν τη χημεία σε δράση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εκτυπώσουν και να συνθέσουν πακέτα εικόνων, οι οποίες λειτουργούν ως ενεργοποιητές, για τη δημιουργία εμπειριών AR. Η εφαρμογή προτείνεται για

μαθητές/ριες δημοτικού, γυμνασίου και λυκείου. Περισσότερες πληροφορίες για αυτήν παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/beodWECIzpo>.

- ❖ Η εφαρμογή FETCH! Lunch Rush! είναι σχεδιασμένη για χρήση με iPhone, iPod Touch και iPad και διατίθεται δωρεάν στο App Store. Πρόκειται για εφαρμογή AR, που μέσω της χρήσης απεικόνισης, βοηθάει τους/τις μαθητές/ριες του δημοτικού να αναπτύξουν μαθηματικές δεξιότητες, αφού καλούνται να διαβάσουν ένα αριθμητικό



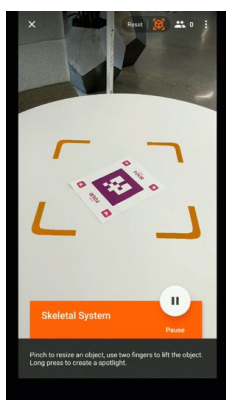
πρόβλημα στην εφαρμογή και στη συνέχεια αναζητούν τη σωστή απάντηση. Όταν θεωρούν ότι έχουν βρει τη σωστή απάντηση, κινούνται γύρω στο δωμάτιο, αναζητώντας αυτόν τον αριθμό, που είναι, κατά τη γνώμη τους, η σωστή απάντηση στην ερώτηση που τους έχει τεθεί από την εφαρμογή. Αφού τον ανιχνεύσουν με το iPhone ή το iPad, μαθαίνουν εάν η απάντησή τους είναι σωστή ή όχι. Για τη χρήση της εφαρμογής είναι απαραίτητο να κατεβούν και να εκτυπωθούν ορισμένα κομμάτια του παιχνιδιού, για να διανεμηθούν στην τάξη. Η εφαρμογή επιτρέπει σε τέσσερις παίκτες να χρησιμοποιούν την ίδια συσκευή (Byrne, 2012).

- ❖ Η εφαρμογή GeoGoggle χρησιμοποιεί γραφικά επικάλυψης σε συνδυασμό με περιβάλλοντα πραγματικού κόσμου για να βοηθήσει στην εκμάθηση βασικών στοιχείων της γεωγραφίας. Είναι ένας πολύ καλός βοηθός για την



απόκτηση δεξιοτήτων στο αντικείμενο αυτό, αλλά και όταν χρειάζεται να υπολογιστούν οι αποστάσεις για συγκεκριμένους προορισμούς. Οι μαθητές/ριες μπορούν να μάθουν γεωγραφικές μετρήσεις, όπως το γεωγραφικό πλάτος και μήκος ή να υπολογίσουν το υψόμετρο και την απόσταση μεταξύ δύο σημείων χρησιμοποιώντας μια τρισδιάστατη πυξίδα. Η εφαρμογή GeoGoggle διατίθεται δωρεάν και έχει σχεδιαστεί για Android 2.1 και νεότερες εκδόσεις (<https://geogoggle.soft112.com/>).

- ❖ Η εφαρμογή Google Expeditions AR, διατίθεται για κινητές συσκευές (Android, iOS) και επιτρέπει το εικονικό ταξίδι των μαθητών/ριών σε περισσότερες από 500 αποστολές, με τη χρήση των ανάλογων δεικτών. Οι χρήστες μπορούν να κολυμπήσουν με καρχαρίες, να



περιηγηθούν σε ένα μουσείο, να επισκεφθούν το διάστημα κ.ά., χωρίς να απομακρυνθούν από το σημείο που βρίσκονται κάθε φορά. Η πρόσφατη αναβάθμιση της εφαρμογής Google Expeditions με στοιχεία AR, επιχειρεί, μέσω τρισδιάστατων μοντέλων, να ζωντανεύει μπροστά στους/στις μαθητές/ριες άγνωστες και δυσνόητες έννοιες, όπως π.χ. το ηλιακό σύστημα, το εσωτερικό ενός ζωικού κυττάρου, το DNA κ.ά. και επιπλέον, στοχεύει στην κάλυψη των απαιτήσεων, ακόμα και, των χρηστών

που δε διαθέτουν ειδικές συσκευές θέασης, π.χ. ειδικά γυαλιά. Η εφαρμογή μπορεί να κατέβει μέσω των συνδέσμων iTunes και GooglePlay (Τζόρτζογλου, 2018).

- ❖ Η εφαρμογή Human Anatomy Atlas, δηλαδή ο Άτλας της Ανθρώπινης Ανατομίας είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο AR, για τη διδασκαλία της ανθρώπινης ανατομίας, του ανθρώπινου σώματος, συμπεριλαμβανομένων των κύριων οργανικών συστημάτων, της σκελετικής δομής και της μυϊκής σύνθεσης, μέσα από τρισδιάστατα μοντέλα του ανθρώπινου σώματος, με τα οποία οι μαθητές/ριες μπορούν να αλληλεπιδράσουν για να μάθουν τις λειτουργίες τους. Επιπλέον, περιλαμβάνει μία τράπεζα ερωτήσεων, με περισσότερες από 1.000 ερωτήσεις, περιγραφές τραυματισμών και ασθενειών, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τον προγραμματισμό των μαθημάτων από τους εκπαιδευτικούς και πολλαπλές ρυθμίσεις γλώσσας. Προτείνεται για μαθητές/ριες γυμνασίου, λυκείου και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, λόγω των απαιτούμενων τεχνικών δεξιοτήτων αλλά και των γενικών γνώσεων για την υγεία. Η εφαρμογή δεν διατίθεται δωρεάν. Περισσότερες πληροφορίες για αυτήν παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/TsGaDUWLhAI>.

- ❖ Η εφαρμογή Humanoid 4D+ δίνει τη δυνατότητα λεπτομερούς εξερεύνησης όλων των μερών του ανθρώπινου σώματος, μέσω έγχρωμων και διαδραστικών απεικονίσεων της ανθρώπινης ανατομίας, των διαφόρων συστημάτων και του τρόπου λειτουργίας τους, π.χ. πώς το σκελετικό σύστημα βοηθά στο τρέξιμο ή πώς το πεπτικό σύστημα μετατρέπει τα τρόφιμα σε ενέργεια κ.ά.. Για κάθε σύστημα του ανθρώπινου σώματος, π.χ. σκελετικό, μυϊκό, νευρικό, αναπνευστικό, κυκλοφορικό, πεπτικό, ουροποιητικό και καλυπτήριο, έχουν δημιουργηθεί αντίστοιχες κάρτες, που λειτουργούν ως δείκτες. Οι χρήστες σημαδεύουν με την κινητή συσκευή τους, οποιαδήποτε από αυτές τις κάρτες και, άμεσα, έχουν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν όλες τις λεπτομέρειες των οργάνων του εκάστοτε συστήματος, αλλά και να περιστρέψουν ή να αλλάξουν το μέγεθος οποιουδήποτε τρισδιάστατου κινούμενου οργάνου. Η εφαρμογή μπορεί να κατέβει μέσω των συνδέσμων iTunes και GooglePlay, διατίθεται στην αγγλική γλώσσα και έχει απαραίτητη προϋπόθεση την αγορά των δεικτών. Ωστόσο, μπορεί να γίνει δοκιμαστική εφαρμογή, δωρεάν, εκτυπώνοντας μόνο τον έναν από τους δείκτες, ο οποίος είναι διαθέσιμος στον ακόλουθο σύνδεσμο (Εικόνα: 1.3) (Σπύρου, 2018).



- ❖ Η εφαρμογή Math Alive βοηθάει τα παιδιά να εξασκηθούν στην αρίθμηση και σε άλλες δεξιότητες της αριθμητικής. Χρησιμοποιώντας ένα λογισμικό AR που έχει μεταφορτωθεί σε έναν υπολογιστή, μια κάμερα και τις ειδικές κάρτες (trigger cards), τις οποίες, οι εκπαιδευτικοί ή οι μαθητές/ριες, τοποθετούν κάτω από την κάμερα, η εφαρμογή ζωντανεύει τα μαθηματικά και προσφέρει στους χρήστες εμπειρίες AR. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/JV2P03cf0Og>.
- ❖ Η εφαρμογή Quiver, γνωστή, παλαιότερα, ως ColAR, επιτρέπει στους/στις μαθητές/ριες να περάσουν πέρα από τις απλές εικόνες στα βιβλία τους και να

αλληλεπιδράσουν με τρισδιάστατα στοιχεία. Πρόκειται για μία φανταστική, εύχρηστη εφαρμογή AR πραγματικότητας, που αφού κατέβει στη συσκευή, είναι απαραίτητη μία επίσκεψη στον ιστότοπο της εταιρείας, προκειμένου να γίνει η λήψη των εικόνων ενεργοποίησης (trigger images),



οι οποίες και ενεργοποιούν την εμπειρία AR. Η εφαρμογή χρησιμοποιεί τις σελίδες χρωματισμού, που διαθέτει, ως ενεργοποιητές, που κάνουν τις εικόνες να ξεπροβάλλουν από τη σελίδα και να αλληλεπιδρούν με τα παιδιά. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/tBYm53L79YY>

- ❖ Το SchoolAR είναι μία δωρεάν εκπαιδευτική εφαρμογή AR για ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα, η οποία δημιουργήθηκε με σκοπό να εμπλουτίσει το βιβλίο Πληροφορικής της Α΄ Γυμνασίου. Η εφαρμογή



καλύπτει αρκετές σελίδες του σχολικού βιβλίου,

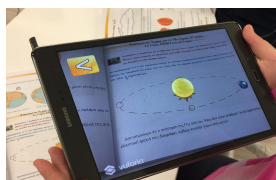
οι οποίες έχουν εμπλουτιστεί με ψηφιακό υλικό AR, όπως τρισδιάστατα αντικείμενα ή βίντεο, σχετικά με το περιεχόμενο της κάθε σελίδας. Δημιουργός της εφαρμογής είναι ο

εκπαιδευτικός Πληροφορικής Γεωργίου Σ. και η εφαρμογή διατίθεται δωρεάν μέσω του συνδέσμου GooglePlay (Τζόρτζογλου, 2017).

- ❖ Η εφαρμογή SchoolAR είναι μία εκπαιδευτική εφαρμογή για ταμπλέτες και κινητά τηλέφωνα, που ζωντανεύει το μάθημα της Γεωγραφίας. Πιο συγκεκριμένα, δίνει τη δυνατότητα στους/στις μαθητές/ριες της Στ΄



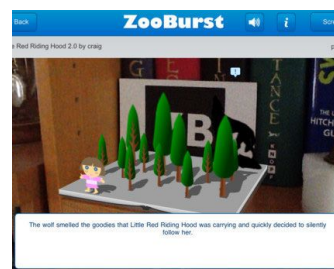
Δημοτικού αφενός, να γνωρίσουν το ηλιακό σύστημα, να απολαύσουν τους τρισδιάστατους πλανήτες, να παρατηρήσουν την περιστροφή τους γύρω από τον ήλιο



και να παρακολουθήσουν ενημερωτικά βίντεο, τα οποία εμφανίζονται πάνω στο βιβλίο, μέσω εικονικών οθονών και αφετέρου, να ελέγξουν τις γνώσεις τους, απαντώντας σε σχετικά κουίζ. Οι σελίδες του ψηφιακού βιβλίου που έχουν

εμπλουτιστεί με επιπλέον ψηφιακό υλικό, αναφέρονται στο κεντρικό μενού της εφαρμογής και περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/MWtQq0qsXGQ?t=86>. Η εφαρμογή σχεδιάστηκε από τον εκπαιδευτικό Πληροφορικής, Γεωργίου Σ., στα πλαίσια συνεργασίας με την ερευνητική ομάδα Media Pedagogy Research Group του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Ρόδου, του Πανεπιστημίου Αιγαίου (Τζόρτζογλου, 2018).

- ❖ Η εφαρμογή Sky Map κάνει τη μάθηση σχετικά με την αστρονομία ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική και είναι εξειδικευμένη για εκείνους που διδάσκονται για το ηλιακό σύστημα και την αστρονομία. Οι μαθητές/ριες στρέφουν τις συσκευές τους προς τον ουρανό και η εφαρμογή εντοπίζει τους πλανήτες, τα αστέρια και τους γαλαξίες χρησιμοποιώντας, ως προσανατολισμό, την πυξίδα των συσκευών. Αρχικά, η εφαρμογή αναπτύχθηκε ως "Google Sky Map", αλλά τελικά δωρήθηκε από την εταιρεία και μετατράπηκε σε ανοικτού κώδικα, οπότε διατίθεται δωρεάν και είναι κατάλληλη για μαθήματα αστρονομίας σε οποιαδήποτε ηλικία και σε κάθε χρονική στιγμή. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=75&v=p6znyx0gjb4](https://www.youtube.com/watch?time_continue=75&v=p6znyx0gjb4).
- ❖ Η εφαρμογή Star Walk: Constellation Finder ακολουθεί τη μετακίνηση του/της χρήστη/ριας σε πραγματικό χρόνο και του/της επιτρέπει να εξερευνήσει τον νυχτερινό ουρανό. Επομένως, οι μαθητές/ριες, μέσω αυτής της εφαρμογής AR, ανακαλύπτουν αστερισμούς, αστέρια και άλλα αντικείμενα του ουρανού και μαθαίνουν πολλές πληροφορίες για το διάστημα με πολύ ελκυστικό τρόπο (Wesley, 2018).
- ❖ Η εφαρμογή ZooBurst περιλαμβάνει ψηφιακά βιβλία ιστοριών, που δίνουν τη δυνατότητα συμμετοχής στην ψηφιακή αφήγηση, σχεδιάζοντας ιστορίες γεμάτες με τρισδιάστατους χαρακτήρες. Πρόκειται για μια έξυπνη εφαρμογή AR, που βοηθάει τους/τις μαθητές/ριες, στοιχειώδους επιπέδου, να μάθουν μέσω της οπτικής



απεικόνισης και αλληλεπιδρώντας με τους χαρακτήρες να γίνονται μέρος της ιστορίας. Επίσης, τα ψηφιακά βιβλία ιστοριών μπορούν να περιστραφούν επιτρέποντας τη σωστή οπτική επαφή από οποιαδήποτε γωνία ή να προσαρμοστούν χρησιμοποιώντας μια βιβλιοθήκη χιλιάδων εικόνων, αλλά και με την προσθήκη στην ιστορία αφηγήσεων και ομιλίας από τους χρήστες. Μόλις ολοκληρωθεί το βιβλίο, οι μαθητές/ριες μπορούν να γίνουν μέρος της ιστορίας, μέσω της κάμερας ή να αγγίζουν τους ήρωες της ιστορίας για να μάθουν περισσότερα για αυτούς. Επιπλέον, η εφαρμογή ZooBurst μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία παρουσιάσεων, προκειμένου να επικοινωνηθούν πολύπλοκες ιδέες που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να εξηγηθούν. Περισσότερες πληροφορίες για την εφαρμογή παρουσιάζονται στο ακόλουθο βίντεο: <https://youtu.be/WF2imBz3qAI>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών για τη χρήση της AR στην εκπαίδευση

Έντονο ενδιαφέρον εμφανίζει το θέμα της χρήσης της AR στην εκπαίδευση και της επίδρασης που μπορεί να έχει στην εκπαιδευτική διαδικασία και την αποτελεσματική μάθηση και πλήθος ερευνών έχουν διεξαχθεί για τη διερεύνηση του θέματος, κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Ενδεικτικά και χρονολογικά, αναφέρουμε, τις έρευνες των Liu et al. (2007), Dede (2009), Johnson et al. (2010), Wrzesien & Raya (2010), El Sayed et al. (2011), Ho et al., (2011), Martin et. al. (2011), Cheng & Tsai, (2012), Radu (2012), Bujak (2013), Bujak et al. (2013), Cai et al. (2013), Chang et al. (2013), Di Serio et al. (2013), Fallavollita et al. (2013), Furió et al. (2013), Kamarainen et al. (2013), Lin et al. (2013), Liu & Tsai, (2013), Wojciechowski & Cellary (2013), Wu et al. (2013), Zarraonandia et al. (2013), Bacca et al. (2014), Cai et al. (2014), Chang et al. (2014), Chiang et al. (2014), Ibáñez et al. (2014), Koutromanos & Avraamidou (2014), Radu (2014), Santos et al. (2014), Sommerauer & Müller (2014), Ahn & Choi (2015), Chen & Liao, (2015), Cheng & Wang (2015), Chiou et al. (2015), Estapa & Nadolny (2015), Hwang et al. (2015), Koutromanos et al. (2015), Lin et al. (2015), Tarnng et al. (2015), Akçayır et al. (2016), Chen et al. (2016), Chu & Sung (2016), Huang et al. (2016), Hsiao et al. (2016), Κουτρομάνος et al. (2016), Liu et al. (2016), Radu et al. (2016), Τζόρτζογλου & Σοφός (2017) κ.ά. Η αναλυτική παρουσίαση αυτών των ερευνών, θα μπορούσε να αποτελεί μία αυτοτελή μελέτη.

Ωστόσο, για την παρούσα εργασία, αρκεί και κρίνεται χρήσιμη η παρουσίαση των αποτελεσμάτων άλλων βιβλιογραφικών ανασκοπήσεων αυτών των ερευνών, οπότε με αυτόν τον τρόπο αφενός επιτυγχάνεται μια πιο συγκεντρωτική παρουσίαση και αφετέρου μπορεί να γίνει μια διασταύρωση των επιμέρους αποτελεσμάτων αυτών των ανασκοπήσεων, προκειμένου να έχουμε μία πληρέστερη εικόνα για τη χρήση της AR στην εκπαίδευση, τους τομείς εφαρμογής της, την επίδραση στη μάθηση και τους πιθανούς περιορισμούς της.

Συγκεντρωτικά, λοιπόν, έχουμε:



Έρευνα των Martin et. al., (2011), σε δείγμα 10 υλοποιημένων ερευνών σχετικά με την AR, ως ενισχυτική μέθοδος της εκπαιδευτικής διαδικασίας, έδειξε μια αυξητική τάση στην ενασχόληση με αυτό το θέμα στη σχετική αρθρογραφία, αλλά και μία πολύ πρόωμη κατάσταση όσον αφορά την εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση.

Βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις ερευνών, 32 & 26 αντίστοιχα, του Radu (2012 & 2014), οι οποίες είχαν ως στόχο τη σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε περιβάλλοντα με ή χωρίς AR, έδειξαν θετική επίδραση της AR στην κατανόηση και ιδιαίτερα χωρικών δομών, στην απομνημόνευση και στις γλωσσικές συσχετίσεις. Ωστόσο, δεν έλειψαν και αναφορές για δυσκολίες εφαρμογής στη σχολική τάξη, για αρνητική επίδραση στη συγκέντρωση κάποιων παιδιών και για δυσκολίες χειρισμού από ορισμένα άλλα.

Έρευνα των Santos et al., (2014), σε δείγμα 87 ερευνών της βάσης IEEE Xplore, σε σχέση με τη μαθησιακή εμπειρία από τη χρήση της AR, εμφάνισε μεγάλη απόκλιση στην επίδραση της AR στις επιδόσεις των μαθητών/ριών, από ελάχιστα αρνητική έως πολύ θετική. Επιπλέον, όσον αφορά την ποιοτική ανάλυση των σχεδιαστικών κριτηρίων αυτών των εφαρμογών, εντοπίστηκαν τρία σχεδιαστικά πλεονεκτήματα της AR, τα οποία είναι: η οπτικοποίηση των εννοιών, η απτική οπτικοποίηση και η εισαγωγή ψηφιακών πληροφοριών σε φυσικά περιβάλλοντα.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση 32 εμπειρικών ερευνών των Bacca et al., (2014) σε σχέση με τις χρήσεις, τους περιορισμούς και τα πλεονεκτήματα της AR στην εκπαίδευση, έδειξε ότι η μεγαλύτερη χρήση της AR γίνεται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, οι περιορισμοί όσον αφορά τη χρήση της AR ήταν ελάχιστοι και τα πλεονεκτήματα αναφέρονταν τόσο στην κινητοποίηση των μαθητών/ριών όσο και στην αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας και τη βελτίωση των επιδόσεων.

Στα ίδια αποτελέσματα, με την προηγούμενη έρευνα, αλλά αναφέροντας και την ανάπτυξη θετικής στάσης των μαθητών/ριών ως προς το μάθημα, στο οποίο χρησιμοποιείται η AR, κατέληξαν και οι Chen et al., (2016), οι οποίοι διερεύνησαν βιβλιογραφικά 55 έρευνες της βάσης SSCI, που πραγματοποιήθηκαν από το 2011 έως το 2016, θέτοντας τα ίδια ερευνητικά ερωτήματα, όσον αφορά τις χρήσεις, τα πλεονεκτήματα και την επίδραση της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Οι Τζόρτζογλου & Σοφός, (2017), σε πρόσφατη βιβλιογραφική ανασκόπηση στις βάσεις IEEExplore, Science Direct και EBSCOhost και η οποία εκτείνεται χρονικά στην τελευταία δεκαετία (2006-2016), αναφέρονται σε 54 ερευνητικά άρθρα, δημοσιευμένα σε επιστημονικά περιοδικά, τα οποία αφορούσαν την εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση και τα αποτελέσματά της στο εκπαιδευτικό συγκείμενο στο οποίο εφαρμόστηκαν. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, μόνο 5 έρευνες πραγματοποιήθηκαν στην πρώτη πενταετία (2006-2010) και οι υπόλοιπες 49 στη δεύτερη πενταετία, με τη μεγαλύτερη παρουσία στην τριετία (2013-2015). Η πλειοψηφία των ερευνών εφάρμοσε την AR σε φοιτητές/ριες της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (38,8%), ακολουθούσαν οι έρευνες σε μαθητές/ριες γυμνασίου και λυκείου (37%), σε παιδιά του δημοτικού (22,2%) και πολύ λίγες έρευνες εφαρμόστηκαν σε παιδιά νηπιαγωγείου.

Όσον αφορά το ερώτημα, ποια είναι τα τεχνολογικά μέσα και τα είδη της AR που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, οι περισσότερες έρευνες (88,9%) αξιοποίησαν την τεχνολογία της AR μέσα από κινητές συσκευές (ταμπλέτες, έξυπνα τηλέφωνα, PDA συσκευές), λόγω του χαμηλού κόστους, της ευχρηστίας και των ιδιαίτερων τεχνικών χαρακτηριστικών αυτών των συσκευών (κάμερα, GPS, σύνδεση στο διαδίκτυο) και όσον αφορά το είδος της AR, στις περισσότερες εφαρμογές στην εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία με δείκτη (marker-based) που χρησιμοποιεί προεπιλεγμένες εικόνες (markers ή trigger images) ή Κώδικες Γρήγορης Απόκρισης (QR codes) για να ενεργοποιήσει το ψηφιακό υλικό της AR (Τζόρτζογλου & Σοφός, 2017).

Σχεδόν οι μισές από τις έρευνες (48,1%) αφορούσαν το πεδίο των Φυσικών Επιστημών, όπως την απεικόνιση εννοιών ή αντικειμένων, τις οποίες οι μαθητές/ριες δε θα μπορούσαν να δουν στον πραγματικό κόσμο (μόρια, χημικές ενώσεις, διάσπαση πυρήνα), την προσομοίωση εργαστηριακών πειραμάτων, τη διδασκαλία μαθηματικών και γεωμετρικών εννοιών, τη γεωγραφία και την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Ένα σημαντικό μέρος αυτών των ερευνών (22,2%) αφορούσε το πεδίο των Κοινωνικών Επιστημών και Τεχνών, όπως την εκμάθηση γλώσσας, την εικονική ζωγραφική και την καλλιέργεια της εκτίμησης της τέχνης, την καλλιέργεια της πολυπολιτισμικής συνείδησης και την ενίσχυση της χρήσης βιβλιοθηκών από μαθητές/ριες. Ακολουθούν με μικρότερα ποσοστά τα πεδία της Μηχανικής & Κατασκευών, της Υγείας και άλλων Υπηρεσιών (Τζόρτζογλου & Σοφός, 2017).

Όσον αφορά το σκοπό χρήσης της AR, στην πλειοψηφία των ερευνών, χρησιμοποιήθηκε για την εξήγηση ενός θέματος, μέσω της ενίσχυσης με ψηφιακές πληροφορίες και επιπλέον, παρατηρήθηκε μία τάση χρήσης σε εκπαιδευτικά παιχνίδια.

Όσον αφορά τους τομείς της εκπαιδευτικής διαδικασίας, στους οποίους φαίνεται να έχει θετική επίδραση η χρήση της AR, αυτοί με σειρά συχνότητας είναι: 1. τα μαθησιακά οφέλη, 2. η κινητοποίηση των μαθητών/ριών για μάθηση, 3. η συνεργασία των μαθητών/ριών, 4. η προσοχή των μαθητών/ριών στο μάθημα, 5. η δημιουργία θετικής στάσης για το μάθημα, 6. ο ενθουσιασμός, 7. η ανυπομονησία, 8. η ευκολία στη συγκράτηση γνώσεων, 9. η ενίσχυση της χωρικής αντίληψης, 10. η ανάπτυξη της παρατηρητικότητας.

Μία πρώτη διαπίστωση είναι η εξής: Όσο παλαιότερη χρονολογικά ήταν η ανασκόπηση, τόσο μικρότερο δείγμα ερευνών είχε να αναλύσει (2011:10, 2012:32, 2014:87). Γεγονός που αποδεικνύει τη ραγδαία αύξηση της ερευνητικής ενασχόλησης με το θέμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3. Ερευνητικό Μέρος

#### 3.1. Εισαγωγή

Τα πλεονεκτήματα από την ευρύτερη χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση είναι γενικώς αποδεδειγμένα και η αξιοποίησή τους στα επιμέρους μαθήματα αποτελεί, πλέον, μία διαδεδομένη καλή πρακτική με τα γνωστά θετικά αποτελέσματα σε όλη τη μαθησιακή διαδικασία και ειδικότερα στην κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών, στις δυνατότητες συνεργασίας μεταξύ τους και στην ενίσχυση της συμμετοχής τους.

Ωστόσο, στη σημερινή εποχή, υπάρχουν νέα δεδομένα στο χώρο της τεχνολογίας. Οι έξυπνες φορητές συσκευές, όπως τα κινητά και οι ταμπλέτες, βρίσκονται τα τελευταία χρόνια στο προσκήνιο και αποδεικνύονται καθημερινά, ιδιαίτερα χρήσιμες για τους/τις χρήστες/ριες, αφού επιτρέπουν την επικοινωνία, την εργασία και τη μάθηση οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιοδήποτε μέρος (Murphy, 2011). Η χρήση των προαναφερόμενων συσκευών στη σχολική πραγματικότητα, κάνει την εμφάνισή της με τους όρους *κινητή μάθηση* ή *m-learning* (Shuler et al., 2012), *πανταχού παρούσα μάθηση* ή *ubiquitous learning* (Yahya et al., 2010; Hsieh et al., 2011) ή *εδώ και τώρα κινητή μάθηση* (Martin & Ertzberger, 2013).

Σύμφωνα με τους Hsieh et al., (2011), με τη χρήση αυτών των συσκευών δημιουργείται ένα ευέλικτο και γόνιμο πλαίσιο μάθησης, που έχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει διάφορες δραστηριότητες, αλλά και κατά την άποψη του Lohngi (2016), αυτή η νέα μορφή μάθησης δεν αντικαθιστά το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας, αλλά πλαισιώνει και εμπλουτίζει τη διδασκαλία με πρόσθετες πληροφορίες και δραστηριότητες. Πρόκειται για μία μορφή μάθησης, που στηρίζεται στην αλληλεπίδραση των μαθητών/ριών με μια κινητή συσκευή και η οποία δεν έχει κάποιους περιορισμούς όσον αφορά τον χρόνο ή τον τόπο που διεξάγεται, καθιστώντας την, επομένως, πολύ προσιτή σε όλους/ες και εξίσου αποτελεσματική στην εξ αποστάσεως μάθηση, αφού επιτρέπει, ανά πάσα στιγμή και σε οποιονδήποτε χώρο, τη διανομή και αξιοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού (Sailor, 2012). Επιπλέον, σύμφωνα με τον

Falloon (2013), η μεγάλη αυτονομία και ο έλεγχος της μαθησιακής διαδικασίας, που παρέχεται στους/στις μαθητές/ριες, συμβάλλουν σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Η σχετική βιβλιογραφία για την αξιοποίηση των κινητών συσκευών στην εκπαιδευτική διαδικασία, έχει αρκετές αναφορές για τη χρήση της, αφενός σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα και αφετέρου, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, ακόμα και στην πρωτοβάθμια. Οι έρευνες αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι κινητές συσκευές αποτελούν πολύ χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία, αφού ακόμα και παιδιά πολύ μικρής ηλικίας είναι ικανά να τις χειριστούν αλλά, ταυτόχρονα, ενισχύουν το ενδιαφέρον τους για την εκπαιδευτική διαδικασία (Henderson & Yeow, 2012; Pitchford, 2015; Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017 κ.ά). Άλλες έρευνες (Keane et al., 2012; Lin et al., 2012; Furió et al., 2013; Karsenti & Fievez, 2013; Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017; κ.ά.) αναφέρονται στην παροχή κινήτρων για μάθηση, στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας, στην ενίσχυση της συνεργασίας, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που μία συσκευή χρησιμοποιείται από δύο άτομα, στη δημιουργία πιο ευχάριστου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, αλλά και στην απαραίτητη κατάρτιση των εκπαιδευτικών και στην ανάγκη δημιουργίας κατάλληλων εφαρμογών, μέσω των οποίων οι κινητές συσκευές καθίστανται εκπαιδευτικά εργαλεία.

Παράλληλα, κάνουν την εμφάνισή τους και πλείστες εφαρμογές, μεταξύ των οποίων και εφαρμογές AR, που επιτρέπουν τον εμπλουτισμό του πραγματικού κόσμου με πρόσθετα ψηφιακά στοιχεία του εικονικού κόσμου, αναμειγνύοντας τους δύο κόσμους σε έναν (Azuma, 1997; Van Krevelen & Poelman, 2010), αλλά και διατηρώντας την αδιατάρακτη αλληλεπίδραση μεταξύ τους (Carmigniani & Furht, 2011).

Η αξιοποίηση εφαρμογών AR στην εκπαίδευση, με τη χρήση κινητών συσκευών, φαίνεται να έχει θετικά αποτελέσματα (Liu et al., 2007; Dede, 2009; Johnson et al., 2010; Wrzesien & Raya, 2010; El Sayed et al., 2011; Ho et al., 2011; Martin et al., 2011; Cheng & Tsai, 2012; Radu, 2012; Bujak, 2013; Bujak et al., 2013; Cai et al., 2013; Chang et al., 2013; Di Serio et al., 2013; Fallavollita et al., 2013; Furió et al., 2013; Kamarainen et al., 2013; Lin et al., 2013; Liu & Tsai, 2013; Wojciechowski & Cellary, 2013; Wu et al., 2013; Zarraonandia et al., 2013; Bacca et al., 2014; Cai et al., 2014; Chang et al., 2014; Chiang et al., 2014; Ibáñez et al., 2014; Koutromanos & Avraamidou, 2014; Radu, 2014; Santos et al., 2014; Sommerauer & Müller, 2014; Ahn & Choi, 2015; Chen & Liao, 2015; Cheng & Wang, 2015;

Chiou et al., 2015; Estapa & Nadolny, 2015; Hwang et al., 2015; Koutromanos et al., 2015; Lin et al., 2015; Tarng et al., 2015; Akçayır et al., 2016; Chen et al., 2016; Chu & Sung, 2016; Huang et al., 2016; Hsiao et al., 2016; Κουτρομάνος et al., 2016; Liu et al., 2016; Radu et al., 2016; Τζόρτζογλου & Σοφός, 2017; κ.ά.).

Επιπλέον, σύμφωνα με την άποψη αρκετών ερευνητών, η χρήση εφαρμογών AR σε κινητές συσκευές, βοηθάει ιδιαίτερα στη διδασκαλία των Φ.Ε., αφού αυτές οι εφαρμογές επιτρέπουν την απεικόνιση εννοιών ή αντικειμένων, που οι μαθητές/ριες δε θα μπορούσαν να δουν στον πραγματικό κόσμο, π.χ. άτομα, μόρια, χημικές ενώσεις, διάσπαση πυρήνα, προσομοίωση εργαστηριακών πειραμάτων κ.ά. (Yuen et al., 2011; Akçayır et al., 2016; Crompton et al., 2016; Sun et al., 2016; Wilkinson & Barter, 2016 κ.ά.).

Τέλος, αρκετοί ερευνητές αναφέρονται στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών, τη συγκέντρωση της προσοχής τους και την ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στα μαθήματα, όπου γίνεται αξιοποίηση εφαρμογών AR (Fjeld et al., 2007; Boletsis & McCallum, 2013; Cai et al., 2013; Wojciechowski & Cellary, 2013; Radu, 2014; Akçayır et al., 2016 κ.ά.).

Παράλληλα, υπάρχει πάντα στο επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας το θέμα της αξιολόγησης των μαθητών/ριών και της όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερης μορφής της, προκειμένου να συμβάλλει στην ενίσχυση των αξιολογούμενων και την ανατροφοδότησή τους. Η διαδικασία της αξιολόγησης, ιδιαίτερα της γραπτής, συχνά προκαλεί άγχος στους/στις μαθητές/ριες, με αποτέλεσμα να μην έχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα στις επιδόσεις τους, ακόμη κι αν έχουν μελετήσει αρκετά, για το σκοπό αυτό.

Ωστόσο, η χρήση αυτών των εφαρμογών AR στην ελληνική σχολική πραγματικότητα είναι αρκετά περιορισμένη και η αξιοποίησή τους με τη μορφή σχολικού βιβλίου, αρχίζει σιγά - σιγά να γίνεται πραγματικότητα, με πρόσφατα παραδείγματα, το βιβλίο Γεωγραφίας ΣΤ΄τάξης και Πληροφορικής Γυμνασίου των Γεωργίου & Τζόρτζογλου και επιπλέον το ζήτημα της αξιολόγησης βρίσκεται πάντα στο προσκήνιο του ενδιαφέροντος.

### **3.2. Αναγκαιότητα αξιοποίησης εφαρμογών AR στην εκπαιδευτική διαδικασία**

Οι εφαρμογές AR συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη αναπαράσταση των μοντέλων που χρήζουν οπτικοποίησης και κατά συνέπεια ενισχύουν τη δημιουργία ενός κονστрукτιβιστικού πλαισίου για την κατασκευή της νέας γνώσης. Για το λόγο αυτό, πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί και συνεχίζουν να ασχολούνται με αυτές τις εφαρμογές και την εκπαιδευτική αξιοποίησή τους (Shelton, 2002), αφού η δυνατότητά τους, να μπορούν να εφαρμοστούν παντού και πάντοτε, μπορεί να αξιοποιηθεί στην προαναφερθείσα, πανταχού παρούσα κινητή μάθηση. Σύμφωνα με τις σχετικές έρευνες (Broll et al., 2008; Klopfer & Squire, 2008; Jerry & Aaron, 2010; Johnson et al., 2010; Sin & Zaman, 2010; Martin et al., 2011; Billinghamurst & Duenser, 2012; Tarnng & Ou, 2012; Cheng & Tsai, 2013; Chang et al., 2014 κ.ά.) οι εφαρμογές AR αξιοποιούνται σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα, όπως Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Ανατομία, Μαθηματικά, Γλώσσα, Γεωγραφία κ.ά., θεωρούνται ένα πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο και προσφέρουν σημαντικά οφέλη στην εκπαιδευτική διαδικασία, αφού οι μαθητές/ριες έχουν την ευκαιρία να βιώσουν καταστάσεις και να δουν γεγονότα που πολύ δύσκολα ή σε καμιά περίπτωση δεν θα ζούσαν στην πραγματική τους ζωή, αυξάνουν τα κίνητρα για μάθηση, ευνοούν τις αλληλεπιδράσεις με άλλα άτομα και με τα εικονικά αντικείμενα, παρέχουν σαφή απεικόνιση των εννοιών χρόνου και χώρου και επιτρέπουν την πληρέστερη κατανόησή τους, συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών/ριών να συνδέουν τα όσα μαθαίνουν με την καθημερινή ζωή, ούτως ώστε να μπορούν και να τα εφαρμόζουν σε αυτήν.

Η συνδυασμένη χρήση των προαναφερόμενων συσκευών και εφαρμογών στη σχολική πραγματικότητα δεν είναι ακόμα ευρέως διαδεδομένη, ωστόσο, από τις πιλοτικές εφαρμογές τους, έχουν εξαχθεί ορισμένες διαπιστώσεις για θετική συνεισφορά στη μαθησιακή διαδικασία με μεγιστοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών (Di Serio et al., 2013; Wu et al., 2013), αύξηση της συμμετοχής τους (Bidin & Ziden, 2013), πλαισίωση της γνώσης (Lee, 2012; Wasko, 2013) επίδραση στην ανάπτυξη της δημιουργικότητας, της φαντασίας και της κριτικής σκέψης τους (Lee, 2012; Mang & Wardley, 2013; Wasko, 2013) κ.ά..

### 3.2.1. Πλεονεκτήματα εφαρμογής της AR στα σχολικά βιβλία

Με την αξιοποίηση της AR, αρκετά βιβλία εμπλουτίζονται με επιπλέον στοιχεία ποικίλων μορφών, όπως εικόνες, ήχους, τρισδιάστατα αντικείμενα, βίντεο κ.ά., προσφέρουν στους/στις χρήστες/ριες αλληλεπίδραση με αυτά τα στοιχεία, αποτελούν ένα δυναμικό μέσο μάθησης και τέλος γίνονται πιο ευχάριστα και διασκεδαστικά.



Αντίστοιχα, μπορεί η AR να εφαρμοστεί στα σχολικά βιβλία, παρέχοντας τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- ❖ Παρουσίαση των δισδιάστατων εικόνων ή σχεδιαγραμμάτων που υπάρχουν στα βιβλία, σε τρισδιάστατη μορφή, με δυνατότητα περιστροφής ή μεγέθυνσης για καλύτερη παρατήρηση λεπτομερειών και κατανόηση του θέματος.
- ❖ Εμπλουτισμός μιας εικόνας ή ενός κειμένου του βιβλίου με την προβολή ενός σχετικού βίντεο που επεξηγεί ή επαυξάνει τις πληροφορίες του κειμένου.
- ❖ Δυνατότητα χρήσης σε κάθε χρονική στιγμή και τόπο, μέσω μιας κινητής συσκευής, χωρίς την ανάγκη Η/Υ, προγραμμάτων ή αναζήτησης στο διαδίκτυο.
- ❖ Δυνατότητα προσαρμογής του ψηφιακού υλικού που εμπλουτίζει το βιβλίο, ανάλογα με τις ανάγκες και το επίπεδο των μαθητών/ριών.
- ❖ Δυνατότητα αναβάθμισης και εκσυγχρονισμού των υπαρχόντων βιβλίων, με σύγχρονες πληροφορίες ή διορθώσεις λαθών, χωρίς την ανάγκη της άμεσης σύνταξης, συγγραφής και εκτύπωσης νέων βιβλίων.
- ❖ Εξοικείωση των μαθητών/ριών με τις νέες τεχνολογίες και πρακτικές στην εκπαίδευση χωρίς ιδιαίτερη οικονομική επιβάρυνση (Τζόρτζογλου, 2018).

### 3.3. Σκοπός της έρευνας

Λαμβάνοντας υπόψη, τα παραπάνω δεδομένα, αποφασίστηκε η υλοποίηση της παρούσας έρευνας και με βάση αφενός τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/ριες στον τομέα των Φ.Ε. και στην κατανόηση των εννοιών και αφετέρου την αρνητική στάση των



μαθητών/ριών απέναντι στη διαδικασία της γραπτής αξιολόγησης (Κασσωτάκης, 1989), προέκυψαν οι εξής προβληματισμοί: Οι εφαρμογές AR μπορούν να βοηθήσουν στην εξάλειψη αυτών των δυσκολιών και να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών; Μπορούν να αλλάξουν την στάση των μαθητών/ριών απέναντι στο συγκεκριμένο μάθημα; Η αξιολόγησή τους, με τη χρήση κινητών συσκευών, ως φυσική συνέχεια, μετά την αξιοποίησή τους για τις εφαρμογές AR, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της στάσης τους απέναντι στη διαδικασία αυτή;

Σκοπός, λοιπόν, της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης των εφαρμογών AR, με τη μορφή σχολικού βιβλίου AR στο μάθημα της Φυσικής, αφενός στο βαθμό του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών/ριών και αφετέρου στα μαθησιακά αποτελέσματα που θα προκύψουν από την αξιοποίησή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά και η διερεύνηση της στάσης των μαθητών/ριών απέναντι στη διαδικασία της αξιολόγησης, όταν αυτή υλοποιείται μέσω κινητών συσκευών.

### **3.4. Ερευνητικά ερωτήματα**

Μέσα από την παρούσα ερευνητική εφαρμογή και προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της, επιχειρήθηκε η διατύπωση απαντήσεων και συμπερασμάτων, όσον αφορά τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1<sup>ο</sup> Ε.Ε.: Η χρήση ενός σχολικού βιβλίου Φυσικής AR, έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σύγκριση με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία;

2<sup>ο</sup> Ε.Ε.: Η χρήση σχολικών βιβλίων AR έχει επίδραση στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών και στη γενικότερη θετική στάση τους για το αντίστοιχο μάθημα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σχολικά βιβλία;

3<sup>ο</sup> Ε.Ε.: Η χρήση των ταμπλετών στη φάση της τελικής αξιολόγησης διαμορφώνει θετική στάση των μαθητών/ριών για τη διαδικασία της αξιολόγησης, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά γραπτά τεστ αξιολόγησης;

Στα ανωτέρω ερωτήματα οι απαντήσεις και τα συμπεράσματα θα εξαχθούν με τη χρήση των εξής εργαλείων και επιμέρους ερωτήσεων:

<b>Ερευνητικά Ερωτήματα</b>	<b>Ερευνητικό Εργαλείο</b>	<b>Επιμέρους Ερωτήσεις</b>
1ο Ερευνητικό Ερώτημα	Τεστ Αξιολόγησης Π. Ο. & Ο. Ε.	Σύγκριση Μ.Ο. επίδοσης Π. Ο. & Ο. Ε.
2ο Ερευνητικό Ερώτημα	Ερωτηματολόγιο Π. Ο.	Ερωτήσεις: 1 - 13
3ο Ερευνητικό Ερώτημα	Ερωτηματολόγιο Π. Ο. Ερωτηματολόγιο Ο. Ε.	Ερωτήσεις: 14 - 22 Ερωτήσεις: 1 - 9

### **3.5. Μεθοδολογική προσέγγιση**

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας ήταν η έρευνα πεδίου, η οποία θεωρείται η πλέον κατάλληλη για τη διερεύνηση ή εφαρμογή καινοτόμων πρακτικών σε επίπεδο σχολείου ή ορισμένων τάξεων, έτσι ώστε, στη συνέχεια, να διαχυθούν στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα, στην περίπτωση θετικών αποτελεσμάτων και η παρατήρηση.

Πιο συγκεκριμένα, περιελάμβανε εκπαιδευτική παρέμβαση σε δύο ομάδες μαθητών/ριών της Ε΄ τάξης, σε 12/θ δημόσιο δημοτικό σχολείο της πόλεως Ρόδου. Αυτό σημαίνει ότι το σχολείο έχει δύο τμήματα Ε΄ τάξης, εκ των οποίων το ένα αποτέλεσε την πειραματική ομάδα και το άλλο την ομάδα ελέγχου. Η παρέμβαση αυτή υλοποιήθηκε στο χρονικό διάστημα από 20 Σεπτεμβρίου έως 28 Σεπτεμβρίου 2018, σε σύνολο 44 μαθητών/ριών (22 ανά τμήμα ή ομάδα).

Αρχικά, έγινε ενημέρωση της δ/σης του σχολείου, των εκπαιδευτικών των δύο τμημάτων και των γονέων των μαθητών/ριών που επρόκειτο να συμμετέχουν στην έρευνα.

Στη συνέχεια εφαρμόστηκαν pre-tests, αφενός για να ελεγχθούν οι πρότερες γνώσεις των μαθητών/ριών και αφετέρου για να διαπιστωθεί η ύπαρξη ίδιων συνθηκών, όσον αφορά το επίπεδο των μαθητών/ριών στις δύο ομάδες.

Στην πειραματική ομάδα η εκπαιδευτική παρέμβαση έγινε με τη χρήση ταμπλετών και με την αξιοποίηση της εφαρμογής AR στο σχολικό βιβλίο, που αναπτύξαμε για το σκοπό αυτό, ενώ στην ομάδα ελέγχου, η οποία είναι ισοδύναμη με την πειραματική, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, η παρέμβαση έγινε με συμβατική διδασκαλία, στην οποία όμως αξιοποιήθηκε και η

τεχνολογία, με τη μορφή παρουσίασης εικόνων, βίντεο κ.ά., με τη χρήση Η/Υ και προτζέκτορα, όπως άλλωστε γίνεται σε καθημερινή βάση, στο συγκεκριμένο σχολείο.

Και στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο, το οποίο είναι μαθητοκεντρικό και αξιοποιήθηκε η ομαδοσυνεργατική μέθοδος διδασκαλίας, με τον δικό μας ρόλο να είναι καθαρά οργανωτικός και καθοδηγητικός.

Η πορεία της μαθησιακής διαδικασίας ήταν, επίσης, κοινή και οργανώθηκε στις εξής φάσεις (Schmidkunz & Lindemann, 1992):

1η Φάση: Εισαγωγικό ερέθισμα

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών στο θέμα που πρόκειται να μελετηθεί.

2η Φάση: Πειραματική αντιμετώπιση

Στη φάση της πειραματικής αντιμετώπισης οι μαθητές/ριες εκτελούν πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους.

3η Φάση: Εξαγωγή συμπεράσματος

Σε αυτήν τη φάση επιδιώκεται γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση ενός συμπεράσματος. Επιδίωξη των εκπαιδευτικών είναι να υιοθετήσουν οι μαθητές/ριες τη σωστή επιστημονική άποψη και να εγκαταλείψουν τυχόν προϋπάρχουσες λανθασμένες αντιλήψεις.

4η Φάση: Εμπέδωση - γενίκευση

Στη φάση αυτή επιδιώκεται η εμπέδωση - γενίκευση μέσα από εργασίες - παραδείγματα και εφαρμογές. Πρόκειται για εργασίες που συχνά αναφέρονται στην καθημερινή ζωή και αποβλέπουν στη δημιουργία ευκαιριών για εφαρμογή των συμπερασμάτων στα οποία κατέληξαν οι μαθητές/ριες κατά την προηγούμενη φάση.

Επομένως, το μόνο σημείο διαφοροποίησης των διδασκαλιών έγκειται στο γεγονός ότι οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας είχαν επιπλέον πληροφόρηση όταν χρησιμοποιούσαν το βιβλίο του μαθητή, αφού πέραν του γραπτού κειμένου που υπάρχει σε αυτό, είχαν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν τα αντίστοιχα βίντεο ή να δουν επιπλέον εικόνες σχετικά με το κάθε επιμέρους απόσπασμα του βιβλίου.

Σε όλη την παραπάνω μαθησιακή διαδικασία και οι δύο ομάδες δέχτηκαν τις ίδιες πληροφορίες και αξιοποίησαν το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό, αξιοποιώντας τον Η/Υ και τον προτζέκτορα της τάξης τους, όπως άλλωστε γίνεται σε καθημερινή βάση.

Όσον αφορά την αξιολόγηση, αυτή έγινε και στις δύο ομάδες με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή με το ηλεκτρονικό Τεστ Αξιολόγησης, έτσι ώστε να έχουμε ως μόνο αίτιο πιθανής διαφοροποίησης της βαθμολογίας τους, τη χρήση του σχολικού βιβλίου ΑΡ. Η μόνη διαφορά ήταν στη συσκευή που χρησιμοποιήθηκε, αφού η πειραματική ομάδα δούλεψε και το τεστ με τις ταμπλέτες, ενώ η ομάδα ελέγχου υλοποίησε το τεστ στους Η/Υ της αίθουσας ΤΠΕ.

Μέσα από τη διαδικασία των διδασκαλιών, την παρατήρηση των συμπεριφορών, την αξιοποίηση, ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων από τα τεστ αξιολόγησης και τα ερωτηματολόγια, που δόθηκαν στους/στις μαθητές/ριες των δύο ομάδων, μετά την ολοκλήρωση της ενότητας, επιχειρήθηκε η εξαγωγή συμπερασμάτων και απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν εξ αρχής τεθεί.

### **3.6. Ερευνητικός σχεδιασμός**

Ο ερευνητικός σχεδιασμός περιλαμβάνει, αρχικά, την επιλογή:

- ❖ του γνωστικού αντικειμένου και της ενότητας, στην οποία θα εφαρμοστεί η παρέμβαση,
- ❖ της μηχανής, με την οποία θα αναπτυχθούν οι εφαρμογές ΑΡ,
- ❖ των λογισμικών που θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία των δραστηριοτήτων,

και στη συνέχεια τη δημιουργία του υλικού που χρησιμοποιήθηκε για τη δοκιμαστική εφαρμογή, καθώς και του ερωτηματολογίου, μέσω του οποίου διερευνήσαμε τις στάσεις και τις εντυπώσεις των μαθητών/ριών σε σχέση: α) με τη χρήση του σχολικού βιβλίου ΑΡ και β) με την αξιολόγησή τους μέσω της ηλεκτρονικής φόρμας.

#### **3.6.1. Επιλογή γνωστικού αντικειμένου και ενότητας σχολικού βιβλίου**

Η επιλογή του γνωστικού αντικειμένου βασίστηκε αφενός στο θέμα της δυσκολίας του, για μεγάλο αριθμό μαθητών/ριών και αφετέρου στο γεγονός ότι είναι απαραίτητη η οπτικοποίηση των διαφόρων εννοιών, προκειμένου να υπάρξει αποσαφήνιση και κατανόησή τους, από την πλευρά των μαθητών/ριών.

### **3.6.1.1. Το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» ως διδακτικό αντικείμενο**

Το μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» διδάσκεται στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Ε΄ & ΣΤ΄) για τρεις διδακτικές ώρες την εβδομάδα (<https://www.minedu.gov.gr>, 2018). Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών (<http://www.pi-schools.gr>, 2018), το μάθημα στοχεύει:

- ❖ Στην απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τα επιμέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, ώστε οι μαθητές/ριες να είναι ικανοί:
  - Να παρατηρούν τα φυσικά και χημικά φαινόμενα, τις διαδικασίες που αφορούν τους οργανισμούς και τις σχέσεις τους με το περιβάλλον στο οποίο ζουν.
  - Να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους.
  - Να "ερμηνεύουν" τα φυσικά και χημικά φαινόμενα, στο επίπεδο που τους επιτρέπει η αντιληπτική ικανότητα της ηλικίας τους.
- ❖ Στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του/της μαθητή/ριας:
  - με την καλλιέργεια ανεξάρτητης σκέψης,
  - αγάπης για εργασία,
  - ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων και
  - δυνατότητας για επικοινωνία και συνεργασία με άλλα άτομα.
- ❖ Στην καλλιέργεια ομαδικού και συλλογικού πνεύματος εργασίας για την επίτευξη κοινών στόχων.
- ❖ Στην εξοικείωση του/της μαθητή/ριας με την επιστημονική μεθοδολογία:
  - παρατήρηση,
  - διατύπωση υποθέσεων,
  - συγκέντρωση - αξιοποίηση πληροφοριών από διάφορες πηγές και μάλιστα με τη χρήση της τεχνολογίας της πληροφορικής,
  - πειραματικό έλεγχο τους,
  - ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων,

- εξαγωγή συμπερασμάτων,
  - γενίκευση και κατασκευή προτύπων.
- ❖ Στην ανάπτυξη από τον/την μαθητή/ρια ικανοτήτων και στην καλλιέργεια δεξιοτήτων μέσα από τις πειραματικές και εργαστηριακές δραστηριότητες του μαθήματος, προκειμένου να γίνει ικανός/η να αξιολογεί τις επιστημονικές και τεχνολογικές εφαρμογές, ώστε ως μελλοντικός/ή πολίτης να τοποθετείται κριτικά απέναντί τους και να αποφαινεται για τις θετικές ή αρνητικές επιπτώσεις τους στην ατομική και κοινωνική υγεία και το περιβάλλον.
  - ❖ Στη διαπίστωση από τον/την μαθητή/ρια της συμβολής των Φυσικών Επιστημών στη βελτίωση της ποιότητας ζωής του ανθρώπου.
  - ❖ Στη γνώση από τον/την μαθητή/ρια της οργάνωσης και των διαδικασιών του περιβάλλοντος και στην απόκτηση της ικανότητας να συμμετέχει στις προσπάθειες για την επίλυση κοινωνικών προβλημάτων αξιοποιώντας τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχει αποκτήσει.
  - ❖ Στην εξοικείωσή του/της με την απλή επιστημονική ορολογία, γεγονός που θα συμβάλει στη γενικότερη γλωσσική του/της ανάπτυξη.

Από τη μελέτη της παραπάνω στοχοθεσίας του μαθήματος «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» διαφαίνεται η αναγκαιότητα αξιοποίησης της τεχνολογίας σε κάθε φάση της εκπαιδευτικής και μαθησιακής διαδικασίας και στην επίτευξη κάθε επιμέρους στόχου. Επιπλέον, λόγω της φύσης του αντικειμένου, που περιλαμβάνει μεγάλο πλήθος δύσκολων εννοιών και δυσνόητων θεμάτων, η αξιοποίηση εφαρμογών προσομοίωσης και γενικότερα AR, επιτυγχάνει την οπτικοποίηση των εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων και κατ' επέκταση την πληρέστερη κατανόησή τους.

### **3.6.1.2. Εκπαιδευτική ανάγκη για την ανάπτυξη της εφαρμογής AR στο γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών Επιστημών**

Σύμφωνα με τους Ozdemir & Clark (2007), συχνά και ιδιαίτερα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, παρατηρείται το φαινόμενο, οι μαθητές/ριες να έχουν διαμορφώσει πολύ ισχυρές αλλά λανθασμένες στάσεις και αντιλήψεις για τον κόσμο που τους/τις περιβάλλει, μέσω των εμπειριών τους και των αλληλεπιδράσεων με άτομα και καταστάσεις. Ρόλος του σχολείου

είναι να διδάξει τους/τις μαθητές/τριες, ώστε αυτές τις λανθασμένες αντιλήψεις τους, να τις αντικαταστήσουν με τις ορθές, μέσα από την ανάπτυξη του επιστημονικού τρόπου σκέψης. Επομένως, σε αυτόν τον χώρο, όπου στην παραδοσιακή διδασκαλία, συχνά, παρατηρούνται δυσκολίες κατανόησης των εννοιών, παρανοήσεις και αδυναμία κατασκευής των νοητικών αναπαραστάσεων, αφενός λόγω της ασάφειας των εννοιών και αφετέρου λόγω της απόστασής τους από την αισθητή πραγματικότητα, η ανάγκη χρήσης εφαρμογών AR φαίνεται να είναι όχι απλά απαραίτητη, αλλά επιβεβλημένη. Οι διαδραστικές προσομοιώσεις και οι οπτικοποιήσεις αποδεικνύονται εξαιρετικά σημαντικές σε αυτόν τον τομέα και το γεγονός ότι συνδέονται με τον πραγματικό κόσμο, συμβάλλουν στην καλύτερη πλαισίωση της γνώσης. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Potkonjak et al. (2016) και Akcayir, et al. (2016), στις περιπτώσεις έλλειψης εργαστηριακών πόρων και εξοπλισμού, αναδεικνύεται η χρησιμότητα των εφαρμογών AR, εφόσον αξιοποιούνται για την πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων και επιπλέον για λόγους μαθησιακής ευελιξίας, όταν η υλοποίηση των πραγματικών πειραμάτων μπορεί να είναι ιδιαίτερα απαιτητική και επικίνδυνη.

Επιπλέον, με την αξιοποίηση των εφαρμογών AR στα αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Γεωλογία) και εφόσον αυτές επιτυγχάνουν την κινητοποίηση των μαθητών/ριών και την αύξηση του ενδιαφέροντός τους, υπάρχει η δυνατότητα περιορισμού της καταγεγραμμένης αδιαφορίας ή απώθησης από τους/τις μαθητές/ριες για αυτά τα θεωρητικά μαθήματα, λόγω των δυσκολιών και της ασάφειας που παρουσιάζουν, με ανάλογη αύξηση της ανταπόκρισης και εμπλοκής τους σε αυτά.

### **3.6.1.3. Επιλογή ενότητας σχολικού βιβλίου**

Στη φάση αυτή, επιλέχθηκε η ενότητα «Υλικά Σώματα», η οποία αποτελεί την πρώτη επαφή των μαθητών/ριών της Ε΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, με το γνωστικό αντικείμενο «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», που ανήκει στο χώρο των Φυσικών Επιστημών. Η ενότητα περιέχεται στις σελίδες 12 -17 και έχει την παρακάτω δομή:

- ❖ Εισαγωγή
- ❖ Δομή της ύλης
  - Τα μικροσκοπικά σωματίδια της ύλης
  - Τα στερεά, υγρά και αέρια υλικά σώματα

- Πώς συμβολίζουμε τις χημικές ενώσεις
- ❖ Ιδιότητες των υλικών σωμάτων
  - Όγκος
  - Μάζα
  - Πυκνότητα

### 3.6.2. Επιλογή μηχανής για τη δημιουργία της εφαρμογής AR

Ένα πολύ σημαντικό ζήτημα, στη διαδικασία ανάπτυξης μιας εφαρμογής AR, είναι η επιλογή των κατάλληλων και πιο εύχρηστων εργαλείων, ιδιαίτερα εάν ο/η δημιουργός δεν διαθέτει προηγούμενη εμπειρία. Για την παρούσα μελέτη,



αφού πραγματοποιήθηκε σχετική έρευνα και δοκιμαστικές εφαρμογές, επιλέχθηκε η μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών Unity, η οποία χρησιμοποιείται και ως εργαλείο μοντελοποίησης, για την ανάπτυξη αρχιτεκτονικών απεικονίσεων και άλλων εφαρμογών ή παρουσιάσεων.

Ο κινητήρας της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία τρισδιάστατων και δισδιάστατων παιχνιδιών και άλλων εφαρμογών διαδραστικού περιεχομένου, καθώς και προσομοιώσεων για επιτραπέζιους και φορητούς υπολογιστές, κονσόλες οικιακής χρήσης, έξυπνες τηλεοράσεις και κινητές συσκευές. Ο επεξεργαστής Unity υποστηρίζεται σε Windows και Mac OS, ενώ ο κινητήρας υποστηρίζει επί του παρόντος την κατασκευή παιχνιδιών για τις ακόλουθες 27 πλατφόρμες: iOS, Android, Tizen, Windows, Universal πλατφόρμα Windows, Mac, Linux, WebGL, PlayStation 4, PlayStation Vita, Xbox One, Wii U, 3DS, Oculus Rift, Google Cardboard, SteamVR, PlayStation VR, Gear VR, Windows Mixed Reality, Daydream, Android TV, Samsung Smart TV, TVOS, Nintendo Switch, Fire OS, Facebook Gameroom, ARKit της Apple, ARCore της Google και Vuforia. Επίσης, η Unity είναι το προεπιλεγμένο πακέτο ανάπτυξης λογισμικού (SDK) που χρησιμοποιείται για την κονσόλα παιχνιδιών Wii U της Nintendo.

Η κυρίαρχη φιλοσοφία της Unity είναι ότι για την ανάπτυξη παιχνιδιών ή άλλων εφαρμογών πρέπει, κατά βάση, να χρησιμοποιείται ένα ολοκληρωμένο γραφικό περιβάλλον και να ελαχιστοποιείται η χρήση προγραμματισμού, η οποία είναι απαραίτητη μόνο στη ρύθμιση της συμπεριφοράς των αντικειμένων της εφαρμογής. Αυτό ακριβώς το σημείο, αποτελεί το



μεγάλο πλεονέκτημά της, για τους/τις αρχάριους/ες δημιουργούς. Επίσης, η Unity διαθέτει στην επίσημη ιστοσελίδα της, μεγάλο αριθμό οδηγιών (tutorials) και παραδειγμάτων, αλλά και έναν χώρο υποστήριξης, *forum.unity3d.com*, όπου παρέχεται σημαντική βοήθεια. Ωστόσο, υπάρχουν πάρα πολλά σχετικά βίντεο στο διαδίκτυο, για τον ίδιο σκοπό. Τέλος, ιδιαίτερα σημαντική είναι η δυνατότητα που προσφέρει η μηχανή Unity στους/στις δημιουργούς να δημοσιεύουν τις εφαρμογές τους, σε οποιαδήποτε πλατφόρμα επιθυμούν (Wikipedia, 2018).

Πρόκειται, λοιπόν, για ένα ολοκληρωμένο εργαλείο, με τελευταία έκδοση την Unity 2018.2, που κυκλοφόρησε στις 10 Ιουλίου 2018 και διατίθεται και σε δωρεάν έκδοση, πέραν της επαγγελματικής. Επομένως, στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται αυτή η νέα έκδοση.

### **3.6.3. Επιλογή λογισμικών για τη δημιουργία δραστηριοτήτων και αξιολογήσεων**

Για τη δημιουργία δραστηριοτήτων, με σκοπό την εξάσκηση των μαθητών/ριών και την καλύτερη εμπέδωση των νέων γνώσεων, επιλέχθηκε το λογισμικό Hot Potatoes, με το οποίο δημιουργούνται δραστηριότητες με ποικίλες μορφές, όπως, ερωτήσεις συμπλήρωσης, πολλαπλών επιλογών, αντιστοιχίσεων, σταυρόλεξα κ.ά.

Για την τελική αξιολόγηση, αξιοποιήθηκαν οι Google Quiz Forms, οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία εξαιρετικών quiz, με ποικιλία τύπων ερωτήσεων, αρκετά εύκολα και γρήγορα. Παρέχουν τη δυνατότητα να ανακατεύονται οι ερωτήσεις και οι πιθανές απαντήσεις, για επαναληπτική εκτέλεση του quiz, ώστε να αποφεύγεται η απομνημόνευση της σωστής απάντησης με βάση τη θέση. Επιπλέον, τα quizzes ελέγχονται άμεσα και οι μαθητές/ριες ενημερώνονται για το αποτέλεσμα, τα λάθη τους, τις σωστές απαντήσεις κ.λ.π., ενώ οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία μέσω των στατιστικών αποτελεσμάτων να σχηματίσουν σαφή εικόνα για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας και τις πιθανές ανάγκες επανάληψης συγκεκριμένων σημείων, που δεν έχουν κατανοηθεί ικανοποιητικά.

### **3.6.4. Δημιουργία εφαρμογής - Απόσπασμα σχολικού βιβλίου AR**

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας αποφασίστηκε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη μιας εφαρμογής AR σε σχολικό βιβλίο και πιο συγκεκριμένα ο εμπλουτισμός, με ψηφιακό υλικό,

της πρώτης ενότητας του βιβλίου «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού, που ασχολείται με τα «Υλικά Σώματα».

Η επιλογή της συγκεκριμένης ενότητας γίνεται με κριτήριο τη συνέχεια του γνωστικού αντικείμενου, αφού αυτή είναι η πρώτη ενότητα με την οποία έρχονται σε επαφή οι μαθητές/ριες, ξεκινώντας την ενασχόλησή τους με το γνωστικό αντικείμενο των Φυσικών επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο. Στο μέλλον, μπορεί να υπάρξει ολοκλήρωση αυτής της εφαρμογής.

Πιο συγκεκριμένα, οι σελίδες αυτές μετασηματίστηκαν σε σελίδες σχολικού βιβλίου AR, αφού σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η δημιουργία κατάλληλου υλικού, το οποίο, στη συνέχεια θα μπορεί να αξιοποιηθεί για την υποστήριξη του μαθήματος της Φυσικής με τη χρήση της AR. Επιπλέον, θα μας έδιναν τη δυνατότητα για περαιτέρω διερεύνηση των προαναφερόμενων διαπιστώσεων, όσον αφορά στη θετική ή όχι επίδραση της χρήσης εφαρμογών AR σε συνδυασμό με χρήση ταμπλετών στη διδασκαλία του μαθήματος «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» και στην αποτελεσματικότητά της, δίνοντας επίσης, απαντήσεις στα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματά μας.

#### **3.6.4.1. Σχεδιασμός και ανάπτυξη μικρο-εφαρμογών AR**

Επόμενο στάδιο υπήρξε ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη των μικρο-εφαρμογών AR, που επαύξησαν το σχολικό βιβλίο, αξιοποιώντας τη μηχανή της Unity (<https://unity3d.com>) και τη βιβλιοθήκη της Vuforia (<https://developer.vuforia.com>), που επιτρέπουν αρκετά εύκολα και γρήγορα την υλοποίησή τους.

Κυρίαρχη ιδέα ήταν η επαύξηση του γνωστικού υλικού, που εμπεριέχεται στο σχολικό βιβλίο, με νέα ψηφιακά δεδομένα διαφόρων μορφών, όπως εικόνες, βίντεο κ.ά., τα οποία θα παρέχουν επιπλέον πληροφορίες στους/στις μαθητές/ριες και θα λειτουργούν επεξηγηματικά, στο ήδη υπάρχον, γνωστικό υλικό του βιβλίου. Επιπλέον, το υλικό εμπλουτίζεται με την ενσωμάτωση συνδέσμων, που οδηγούν αφενός, σε σχετικές δραστηριότητες, για την εξάσκηση των μαθητών/ριών και την εμπέδωση των νέων γνώσεων και αφετέρου, σε σύντομες αξιολογήσεις για τον έλεγχο της επίτευξης των μαθησιακών στόχων. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν μικρο-εφαρμογές, οι οποίες ενεργοποιούνται, χρησιμοποιώντας ως δείκτες, εικόνες/αποσπάσματα του σχολικού βιβλίου.

### 3.6.4.1.1. Αξιοποίηση διαδικτυακού ψηφιακού υλικού

Για τον εμπλουτισμό του γνωστικού υλικού του βιβλίου αξιοποιήθηκαν εικόνες από την Google ή σχετικά βίντεο της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης ή αναρτημένα στο YouTube. Αναλυτικότερα, χρησιμοποιήθηκαν τα εξής ψηφιακά στοιχεία:

- ❖ Από την ιστοσελίδα της Εκπαιδευτικής Τηλεόρασης, αξιοποιήθηκε ένα βίντεο της σειράς «Με το μικρόκοσμο εξηγώ...». Πρόκειται για μία σειρά που απευθύνεται στους/στις μαθητές/ριες των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού και στην οποία, μία ομάδα παιδιών επισκέπτεται το εργαστήριο φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών και έρχεται σε επαφή με την έννοια του Μικρόκοσμου. Χρησιμοποιήθηκαν δύο μικρά αποσπάσματα του βίντεο «Με το μικρόκοσμο εξηγώ...Τις ανανεώσιμες αποθήκες» (<http://www.edutv.gr/index.php/fisikes-epistimes/me-to-mikrokosmo-eksigo-tis-dynameis>) ή στο YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=ORZn8pBmkU8>) και πιο συγκεκριμένα:
  - το πρώτο χρονικής διάρκειας 00:03:37, από το 00:01:07 - 00:04:45, προκειμένου, να εμπλουτίσουμε το γνωστικό υλικό του βιβλίου, που αναφέρεται στη Δομή της ύλης και τα μικροσκοπικά σωματίδια της ύλης και
  - το δεύτερο, διάρκειας 00:01:30, από το 00:04:46 - 00:06:15, για τον εμπλουτισμό του υλικού που αναφέρεται στα στερεά, υγρά και αέρια υλικά σώματα.
- ❖ Από την Google/εικόνες (<https://www.google.gr/imghp>), αξιοποιήσαμε μια εικόνα για τον συμβολισμό των χημικών ενώσεων, η οποία πολύ παραστατικά παρουσιάζει προσομοιώματα ατόμων και μορίων και εξηγεί τη διαφορά χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων.
- ❖ Από το YouTube, αξιοποιήθηκαν εξ ολοκλήρου τα εξής:
  - ένα βίντεο, το οποίο παρουσιάζει την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα ενός ατόμου (<https://www.youtube.com/watch?v=CFFa4Uv-OBA>),
  - ένα βίντεο, που αναλύει τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας και των σχέσεων τους ([https://www.youtube.com/watch?v=Dc\\_YY2NvXE0](https://www.youtube.com/watch?v=Dc_YY2NvXE0)),

- και ένα βίντεο, που αναφέρεται στον όγκο και την πυκνότητα και τη μεταξύ τους σχέση (<https://www.youtube.com/watch?v=kFsFEZJF3Sw>).

### 3.6.4.2. Δημιουργία σελίδων AR

Ξεκινώντας τη δημιουργία του βιβλίου AR κρίθηκε σκόπιμο να αρχίζει η εφαρμογή ήδη από το εξώφυλλο, προκειμένου να εντυπωσιάζει τους μαθητές/ριες και να τους/τις κινεί το ενδιαφέρον γι' αυτό που πρόκειται να ακολουθήσει. Επομένως, αξιοποιώντας ως εικόνα/δείκτη αυτήν που υπάρχει στο εξώφυλλο, δημιουργήθηκε μία άλλη AR, η οποία εμφανίζει μία τρισδιάστατη καλαμποκιά που φύτρωσε στη λίμνη της πρώτης εικόνας.

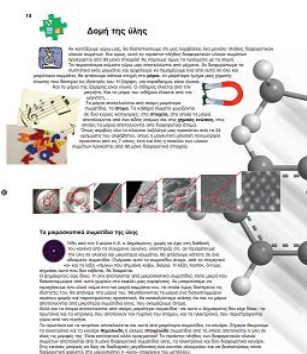


Στη συνέχεια, στο εσωτερικό του βιβλίου, εμπλουτίστηκε η ενότητα *ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ*, ως εξής:

Στην σελίδα 14, γίνεται αναφορά για τη *Δομή της ύλης* και *Τα μικροσκοπικά σωματίδια της ύλης*. Ωστόσο, πέρα από το γνωστικό υλικό του βιβλίου, μια πιο αναλυτική παρουσίαση των μικροσκοπικών σωματιδίων της ύλης, μέσω μιας προσομοίωσης, βοηθάει τους/τις μαθητές/ριες να κατανοήσουν καλύτερα τους νέους όρους, που καλούνται να μάθουν, όπως, κουάρκ, άτομο, μόριο, πυρήνας, πρωτόνια, νετρόνια, ηλεκτρόνια κ.λ.π.. Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν δύο βίντεο. Το πρώτο παρουσιάζει με τη μορφή προσομοίωσης τα διάφορα σωματίδια της ύλης και τις μεταξύ τους σχέσεις και το δεύτερο την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα του ατόμου, ενώ, παράλληλα, γίνεται μια σημαντική επεξήγηση για την αλλαγή που έχει υπάρξει τα τελευταία χρόνια, όσον αφορά την κίνηση των ηλεκτρονίων. Παλαιότερα, υπήρχε η αντίληψη ότι τα ηλεκτρόνια κινούνταν σε τροχιές γύρω από τον

πυρήνα του ατόμου, όπως οι πλανήτες γύρω από τον ήλιο, ενώ τώρα αναφέρεται ότι κινούνται σε τυχαίες κατευθύνσεις.

Ως εικόνα/δείκτης χρησιμοποιήθηκε ολόκληρη η σελίδα του βιβλίου, αφού δεν υπήρχε κάτι ιδιαίτερο, που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Επομένως, σκανάροντας τη σελίδα με την κάμερά τους, οι μαθητές/ριες έχουν την ευκαιρία να παρακολουθήσουν άμεσα και μάλιστα παράλληλα, τα δύο προαναφερθέντα βίντεο.

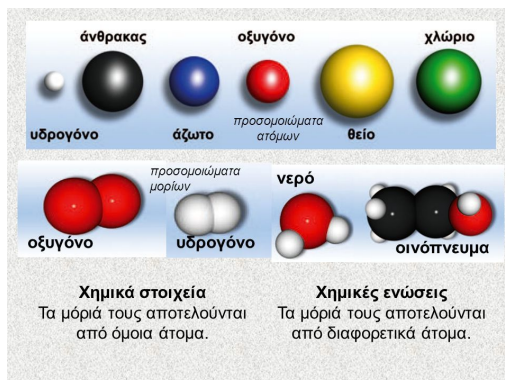
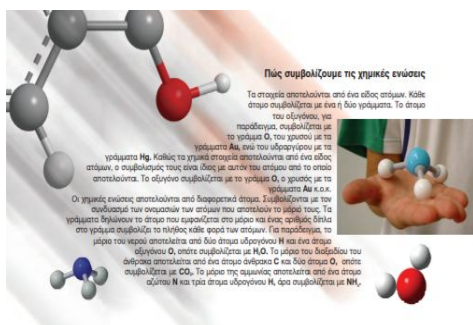


Στη σελίδα 15, υπάρχει αναφορά για δύο διαφορετικά θέματα, επομένως η σελίδα χωρίστηκε σε δύο μέρη, που το καθένα από αυτά αποτέλεσε την εικόνα/δείκτη για την επαύξηση των πληροφοριών. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στα είδη των υλικών σωμάτων, δηλαδή τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια. Η ενσωμάτωση ενός βίντεο που εξηγεί τη σύσταση αυτών των σωμάτων και τη μεταξύ τους διαφορά, κρίνεται αρκετά επεξηγηματική και ενδιαφέρουσα.

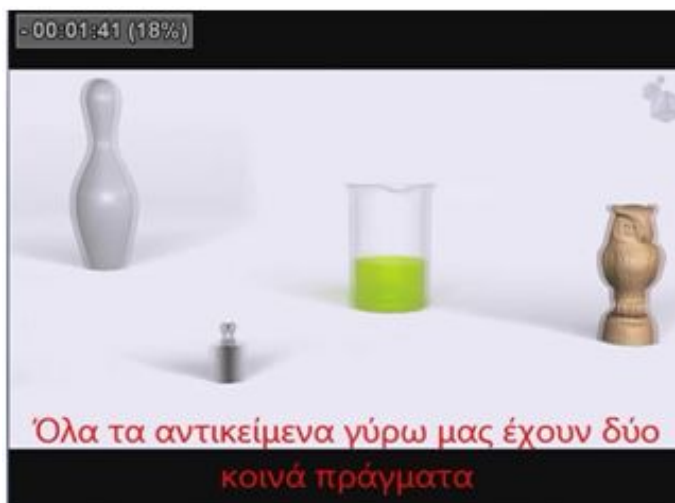


Το δεύτερο μέρος αναφέρεται στο συμβολισμό των χημικών ενώσεων. Στην περίπτωση αυτή, το υλικό του βιβλίου εμπλουτίστηκε με μία εικόνα, που παρουσιάζει πολύ παραστατικά

προσομοιώσεις ατόμων, μορίων, χημικών στοιχείων και χημικών ενώσεων, κάνοντας ξεκάθαρη τη μεταξύ τους διαφορά.

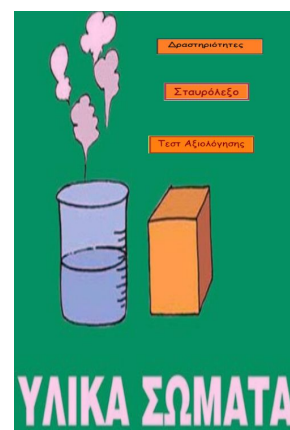


Οι σελίδες 16 και 17 αναφέρονται στις *Ιδιότητες των υλικών σωμάτων* και ειδικότερα στον όγκο, τη μάζα και την πυκνότητα. Το γνωστικό υλικό του βιβλίου, φαίνεται να είναι αρκετό και να καλύπτει το θέμα, με τη μορφή κειμένου. Ωστόσο, οι έννοιες αυτές είναι αρκετά δύσκολες στην κατανόησή τους και γι' αυτό θεωρείται απαραίτητη, περαιτέρω επεξήγηση, με τη μορφή βίντεο που αναλύουν τις έννοιες με εικόνες, παραδείγματα κ.ά. Και οι δύο σελίδες χρησιμοποιήθηκαν ως εικόνες/δείκτες και εμπλουτίστηκαν με δύο καταπληκτικά βίντεο, που βοηθούν στην οπτικοποίηση και αντίληψη αυτών των εννοιών. Οι σελίδες αυτές εμπλουτίστηκαν με τα παρακάτω βίντεο, αντίστοιχα:





επιπλέον πληροφορίες. Με τον τρόπο αυτό, θα ελεγχθεί εάν οι διαδικασίες εμπέδωσης της νέας γνώσης αλλά και της αξιολόγησης, συνεχίζουν να συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον τους, όταν πραγματοποιούνται μέσω μιας συσκευής τόσο οικείας για αυτούς/ές. Οι παραπάνω δραστηριότητες θα προσφέρονται με τη μορφή της διπλανής εικόνας, στους/στις μαθητές/ριες, που θα έχουν τη δυνατότητα, με ένα κλικ, να επιλέγουν αυτήν που επιθυμούν και να την εκτελούν άμεσα, λαμβάνοντας, στο τέλος, τα αποτελέσματά τους.



#### 3.6.4.4. Παιδαγωγική συνεισφορά του υλικού

Με την αξιοποίηση της AR, το σχολικό βιβλίο της Φυσικής εμπλουτίζεται με επιπλέον εικόνες, τρισδιάστατα αντικείμενα, βίντεο κ.ά. και μετατρέπεται σε ένα δυναμικό μέσο μάθησης, που προσφέρει στους/στις μαθητές/ριες αλληλεπίδραση με τα πρόσθετα στοιχεία, που σε πολλές περιπτώσεις είναι μη προσβάσιμα. Σε αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Wasko, 2013; Wu et al., 2013; Martin et al., 2014; Chen et al., 2016; κ.ά.) γίνεται αναφορά για τις ευκαιρίες που δίνει η χρήση της AR στους/στις μαθητές/ριες να αλληλεπιδράσουν, άμεσα και σε πραγματικό χρόνο, με διάφορα εικονικά αντικείμενα, με τα οποία δεν θα είχαν καμία επαφή στον πραγματικό κόσμο.

Επιτρέπει την παρουσίαση των δισδιάστατων εικόνων που υπάρχουν στο βιβλίο, σε τρισδιάστατη μορφή, με δυνατότητα μεγέθυνσης για καλύτερη παρατήρηση λεπτομερειών και κατανόηση του θέματος. Συμβάλει στον εμπλουτισμό μιας εικόνας ή ενός κειμένου του βιβλίου με την προβολή ενός σχετικού βίντεο που επεξηγεί ή επαυξάνει τις πληροφορίες του κειμένου, οπτικοποιώντας τις έννοιες και αναλύοντας επιπλέον τα δυσνόητα σημεία, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η απλοποίηση των εννοιών και των νέων πληροφοριών, συμβάλλοντας στην πιο εύκολη και αποτελεσματική κατάκτηση των γνώσεων και γενικότερα στη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, όπως έχουν δείξει αρκετές έρευνες (Lee, 2012; Di Serio et al., 2013; Wu et al., 2013; Papadakis et al., 2016; Chen et al., 2017; κ.ά.).

Αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών/ριών, αφού η χρήση της AR μπορεί να μεταμορφώσει την αίθουσα διδασκαλίας και το περιεχόμενό της, καθιστώντας τα πάντα πιο οπτικά και ελκυστικά για τους/τις μαθητές/ριες (Di Serio et al., 2013; Kucirkova et al., 2014 κ.ά.).



Επιτρέπει την αυτενέργεια των μαθητών/ριών και την εμπλοκή τους στη μαθησιακή διαδικασία και υποστηρίζει την κονστρουκτιβιστική άποψη για την εκπαίδευση, αφού οι εφαρμογές AR λειτουργούν ως διαμεσολαβητές μεταξύ μαθητών/ριών και γνωστικού αντικείμενου και τους/τις διευκολύνουν να το κατανοήσουν καλύτερα (Wu et al., 2013; Ertmer & Newby 2013; κ.ά.).

Δίνει τη δυνατότητα χρήσης σε κάθε χρονική στιγμή και τόπο, οπότε επιτρέπει στους/στις μαθητές/ριες να δουν ξανά αυτό το υλικό στο σχολείο ή στο σπίτι τους, προκειμένου να κατανοήσουν καλύτερα τα δύσκολα σημεία.

### **3.6.5. Δημιουργία ερωτηματολογίων**

Αρχικά δημιουργήθηκε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο/τεστ (pre-test), σε έντυπη μορφή, με σκοπό αφενός τη διερεύνηση των πρότερων γνώσεων των μαθητών/ριών σε σχέση με το αντικείμενο που θα διδαχθεί και αφετέρου τη σύγκριση του γνωστικού επιπέδου της πειραματικής ομάδας με την ομάδα ελέγχου (βλέπε παράρτημα II)

Τα επόμενα ερωτηματολόγια δημιουργήθηκαν με σκοπό να διερευνήσουν τις εντυπώσεις και τις στάσεις των μαθητών/ριών, σε σχέση με δύο ζητήματα. Το πρώτο αφορά τη χρήση του σχολικού βιβλίου AR και το δεύτερο, την αξιολόγησή τους μέσω της ηλεκτρονικής φόρμας της Google.

Το πρώτο δόθηκε στην πειραματική ομάδα, και εμπεριέχει τις ερωτήσεις/τοποθετήσεις και των δύο θεμάτων που είναι υπό διερεύνηση, ενώ το δεύτερο δόθηκε στην ομάδα ελέγχου και αναφέρεται μόνο στο θέμα της αξιολόγησης με τη χρήση Η/Υ.

Τα ερωτηματολόγια καταγραφής των εντυπώσεων και στάσεων, διαμορφώθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert, ξεκινώντας τη διαβάθμιση των απαντήσεων από το 1:διαφωνώ απόλυτα και τελειώνοντας στο 5:συμφωνώ απόλυτα. Ήταν αρκετά σύντομα, αφού το πρώτο αποτελείτο από είκοσι δύο ερωτήσεις συνολικά, δεκατρείς για το πρώτο ζήτημα και εννέα για το δεύτερο, ενώ το δεύτερο περιλάμβανε μόνο τις εννιά ερωτήσεις του δεύτερου ζητήματος. Είχαν αρκετά ευχάριστη παρουσίαση για την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών (βλέπε παράρτημα V).

### 3.6.6. Ερευνητικά αποτελέσματα δομημένα ανά ερευνητικό ερώτημα

Τα αποτελέσματα ελέγχου των pre-tests έδειξαν ότι αρχικά, δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων, αφού παρουσιάζουν ασήμαντη διαφορά 0,09 στους μέσους όρους των βαθμολογιών των pre-tests (Mean Difference=0,09).

**Group Statistics**

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Βαθμολογία Pre-Test	Πειραματική Ομάδα	22	5,14	1,457	,311
	Ομάδα Ελέγχου	22	5,05	1,397	,298

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Βαθμολογία Pre-Test	Equal variances assumed	,005	,946	,211	42	,834	,091	,430	-,777	,959
	Equal variances not assumed			,211	41,924	,834	,091	,430	-,778	,959

1<sup>ο</sup> Ε.Ε.: Η χρήση ενός σχολικού βιβλίου Φυσικής AR, έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σύγκριση με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία;

Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα, μπορεί να εξαχθεί από τη σύγκριση των μέσων όρων (Compare Means) των βαθμολογιών, που οι μαθητές/ριες των δύο ομάδων, πέτυχαν στο Τεστ Αξιολόγησης. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε η διαδικασία Independent - Samples T Test, αφού θέλουμε να ερευνήσουμε κατά πόσο οι δύο ανεξάρτητες ομάδες (πειραματική και ελέγχου) έχουν τον ίδιο μέσο όρο βαθμολογιών στο Τεστ Αξιολόγησης (μηδενική υπόθεση). Στην εναλλακτική υπόθεση οι μέσοι όροι βαθμολογιών θα διαφέρουν και εφόσον δεν επιχειρούμε κάποια πρόβλεψη σχετικά με το ποια από τις δύο ομάδες θα έχει υψηλότερο ή χαμηλότερο μέσο όρο, η υπόθεση που διατυπώνουμε είναι διπλής κατεύθυνσης.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτήν την εφαρμογή, όπως φαίνεται στους παρακάτω πίνακες, παρουσιάζουν διαφορά 2,95 στους μέσους όρους των βαθμολογιών (Mean Difference=2,95). Επομένως, στην παρούσα περίπτωση, όπου έχουμε 42 βαθμούς ελευθερίας ( $df=N1+N2-2=22+22-2=42$ ), υπόθεση διπλής κατεύθυνσης και στατιστικό επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha=0,05$ , η κρίσιμη τιμή είναι 2,02. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε στατιστικά

σημαντικό αποτέλεσμα, αφού η τιμή στη διαφορά των μέσων όρων είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή ( $2,95 > 2,02$ ), επομένως, δεχόμαστε την εναλλακτική υπόθεση και συμπεραίνουμε ότι η ομάδα που διδάχθηκε με τη χρήση AR είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και βαθμολογήθηκε, κατά μέσο όρο, κατά τρεις περίπου μονάδες (2,95) περισσότερο, σε σύγκριση με αυτήν που διδάχθηκε με τη συμβατική/κλασική διδασκαλία.

**Group Statistics**

	Μέθοδος διδασκαλίας	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Βαθμολογία Τεστ Αξιολόγησης	Με χρήση AR	22	26,27	3,027	,645
	Χωρίς χρήση AR	22	23,32	3,835	,818

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Βαθμολογία Τεστ Αξιολόγησης	Equal variances assumed	,590	,447	2,837	42	,007	2,955	1,041	,853	5,056
	Equal variances not assumed			2,837	39,850	,007	2,955	1,041	,849	5,060

2° Ε.Ε.: Η χρήση σχολικών βιβλίων AR έχει επίδραση στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών και στη γενικότερη θετική στάση τους για το αντίστοιχο μάθημα, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά σχολικά βιβλία;

Από τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, που διδάχτηκαν με τη χρήση του βιβλίου AR, παρατηρείται σημαντική ταύτιση απόψεων στα παρακάτω σημεία:

1. Όλοι οι μαθητές/ριες χαρακτήρισαν το εμπλουτισμένο βιβλίο ως πολύ ενδιαφέρον (Mean=5).
2. Σχεδόν όλοι οι μαθητές/ριες θεωρούν ότι με τη χρήση της εφαρμογής, το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον (Mean=4,95).
3. Την ίδια άποψη έχουν και για τη χρήση αντίστοιχων εφαρμογών στα άλλα μαθήματα (Mean=4,95).

4. Την ίδια ταύτιση εμφάνισαν και στην αντίθετη ερώτηση, εάν το μάθημα ήταν βαρετό, όπου όλοι/ες διαφώνησαν απόλυτα (Mean=1).
5. Τόσο η εφαρμογή όσο και το μάθημα τους/τις φάνηκε σαν παιχνίδι (Mean=5).
6. Επιθυμούν τη χρήση της εφαρμογής τόσο στο μάθημα της Φυσικής (Mean=5), όσο και στα άλλα μαθήματα (Mean=5).
7. Πιστεύουν ότι οι επιπλέον πληροφορίες που τους/τις δόθηκαν μέσω του εμπλουτισμένου βιβλίου βοήθησαν στην κατανόηση του μαθήματος (Mean=4,95).
8. Θεωρούν εύκολη τη χρήση της εφαρμογής (Mean=4,82).
9. Η μεγαλύτερη διαφοροποίηση απαντήσεων εμφανίζεται στη χρησιμότητα του εμπλουτισμένου βιβλίου (Mean=4,45), χωρίς ωστόσο να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

**Group Statistics**

	Μέθοδος διδασκαλίας	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν ευχάριστο.	Με χρήση AR	22	5,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν χρήσιμο.	Με χρήση AR	22	4,45	,671	,143
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Οι επιπλέον πληροφορίες ήταν ενδιαφέρουσες.	Με χρήση AR	22	4,86	,468	,100
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Οι επιπλέον πληροφορίες εξήγησαν περισσότερο το μάθημα.	Με χρήση AR	22	4,91	,294	,063
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Με τις επιπλέον πληροφορίες κατάλαβα καλύτερα το μάθημα.	Με χρήση AR	22	4,95	,213	,045
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Η χρήση της εφαρμογής ήταν αρκετά εύκολη.	Με χρήση AR	22	4,82	,395	,084
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Με τη χρήση της εφαρμογής το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον.	Με χρήση AR	22	4,95	,213	,045
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Με τη χρήση της εφαρμογής και τα άλλα μαθήματα μπορούν να γίνουν πιο ενδιαφέροντα.	Με χρήση AR	22	4,95	,213	,045
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι.	Με χρήση AR	22	5,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Το μάθημα έγινε ευχάριστο σαν παιχνίδι.	Με χρήση AR	22	5,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Το μάθημα ήταν βαρετό.	Με χρήση AR	22	1,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής.	Με χρήση AR	22	5,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			
Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή και στα άλλα μαθήματα.	Με χρήση AR	22	5,00	,000	,000
	Χωρίς χρήση AR	0 <sup>a</sup>			

a. t cannot be computed because at least one of the groups is empty.

3° Ε.Ε.: Η χρήση των ταμπλετών στη φάση της τελικής αξιολόγησης διαμορφώνει θετική στάση των μαθητών/ριών για τη διαδικασία της αξιολόγησης, σε σύγκριση με τα παραδοσιακά γραπτά τεστ αξιολόγησης;

Από τη μελέτη των παρακάτω μέσων όρων των απαντήσεων όλων των μαθητών/ριών και των δύο ομάδων παρατηρούνται τα εξής:

1. Οι μαθητές/ριες διαφοροποιούνται αρκετά στην επιθυμία τους να γράφουν τεστ αξιολόγησης, αφού με τις επιλογές τους καλύπτουν όλη την κλίμακα 1-5, (Mean=3,48).
2. Υπάρχει απόλυτη ταύτιση όλων των μαθητών/ριών, όσον αφορά: α) την προτίμηση του ηλεκτρονικού τεστ έναντι του γραπτού (Mean=5) και β) την αντίληψη του ηλεκτρονικού τεστ ως παιχνίδι (Mean=5).
3. Σχεδόν απόλυτη ταύτιση (Mean=4,93) για γενίκευση αυτής της μορφής τεστ.
4. Ταύτιση απόψεων, ότι το ηλεκτρονικό τεστ είναι πιο ευχάριστο (Mean=4,77), δεν τους αγχώνει περισσότερο από το γραπτό (Mean=1,16) και δεν είναι κουραστικό (Mean=1,14).

**Descriptive Statistics**

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.	44	1	5	3,48	1,045
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.	44	2	5	3,70	,904
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.	44	2	5	3,70	,904
Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.	44	4	5	4,77	,424
Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης μοιάζει σαν παιχνίδι.	44	5	5	5,00	,000
Προτιμώ το ηλεκτρονικό τεστ από το γραπτό τεστ.	44	5	5	5,00	,000
Το ηλεκτρονικό τεστ με αγχώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.	44	1	2	1,16	,370
Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.	44	4	5	4,93	,255
Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.	44	1	2	1,14	,347
Valid N (listwise)	44				

Στη συνέχεια, τα ίδια δεδομένα μπορούμε να τα δούμε και σε σύγκριση μεταξύ των δύο ομάδων, όπου παρατηρούνται από ασήμαντες έως μηδενικές διαφορές στους μέσους όρους των δύο ομάδων, ανά ερώτηση.

### Group Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.	22	3,91	,921	,196
	22	3,05	,999	,213
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.	22	3,95	,899	,192
	22	3,45	,858	,183
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.	22	3,95	,899	,192
	22	3,45	,858	,183
Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.	22	4,77	,429	,091
	22	4,77	,429	,091
Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης μοιάζει σαν παιχνίδι.	22	5,00	,000 <sup>a</sup>	,000
	22	5,00	,000 <sup>a</sup>	,000
Προτιμώ το ηλεκτρονικό τεστ από το γραπτό τεστ.	22	5,00	,000 <sup>a</sup>	,000
	22	5,00	,000 <sup>a</sup>	,000
Το ηλεκτρονικό τεστ με αγχώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.	22	1,18	,395	,084
	22	1,14	,351	,075
Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.	22	4,86	,351	,075
	22	5,00	,000	,000
Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.	22	1,18	,395	,084
	22	1,09	,294	,063

a. t cannot be computed because the standard deviations of both groups are 0.

### Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.	Equal variances assumed	,087	,769	2,981	42	,005	,864	,290	,279	1,448
	Equal variances not assumed			2,981	41,727	,005	,864	,290	,279	1,448
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.	Equal variances assumed	,463	,500	1,888	42	,066	,500	,265	-,035	1,035
	Equal variances not assumed			1,888	41,910	,066	,500	,265	-,035	1,035
Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.	Equal variances assumed	,463	,500	1,888	42	,066	,500	,265	-,035	1,035
	Equal variances not assumed			1,888	41,910	,066	,500	,265	-,035	1,035
Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.	Equal variances assumed	,000	1,000	,000	42	1,000	,000	,129	-,261	,261
	Equal variances not assumed			,000	42,000	1,000	,000	,129	-,261	,261
Το ηλεκτρονικό τεστ με αγχώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.	Equal variances assumed	,658	,422	,403	42	,689	,045	,113	-,182	,273
	Equal variances not assumed			,403	41,440	,689	,045	,113	-,182	,273
Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.	Equal variances assumed	18,703	,000	-1,821	42	,076	-,136	,075	-,287	,015
	Equal variances not assumed			-1,821	21,000	,083	-,136	,075	-,292	,019
Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.	Equal variances assumed	3,177	,082	,866	42	,391	,091	,105	-,121	,303
	Equal variances not assumed			,866	38,830	,392	,091	,105	-,121	,303

Αναλυτικότερα, στους παρακάτω πίνακες έχουμε τις συχνότητες των επιλογών του συνόλου των μαθητών/ριών ανά ερώτηση:

<b>Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	8	18,2	18,2	18,2
	Συμφωνώ	13	29,5	29,5	47,7
	Δεν είμαι σίγουρος/η	17	38,6	38,6	86,4
	Διαφωνώ	4	9,1	9,1	95,5
	Διαφωνώ απόλυτα	2	4,5	4,5	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

<b>Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	8	18,2	18,2	18,2
	Συμφωνώ	20	45,5	45,5	63,6
	Δεν είμαι σίγουρος/η	11	25,0	25,0	88,6
	Διαφωνώ	5	11,4	11,4	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

<b>Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	8	18,2	18,2	18,2
	Συμφωνώ	20	45,5	45,5	63,6
	Δεν είμαι σίγουρος/η	11	25,0	25,0	88,6
	Διαφωνώ	5	11,4	11,4	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

<b>Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	34	77,3	77,3	77,3
	Συμφωνώ	10	22,7	22,7	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

<b>Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης μοιάζει σαν παιχνίδι.</b>					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	44	100,0	100,0	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

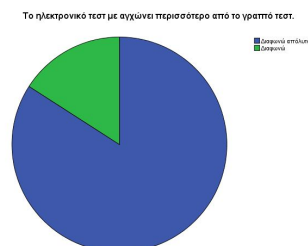
**Προτιμώ το ηλεκτρονικό τεστ από το γραπτό τεστ.**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	44	100,0	100,0	100,0



**Το ηλεκτρονικό τεστ με αγχώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Διαφωνώ	7	15,9	15,9	15,9
	Διαφωνώ απόλυτα	37	84,1	84,1	100,0
	Total	44	100,0	100,0	



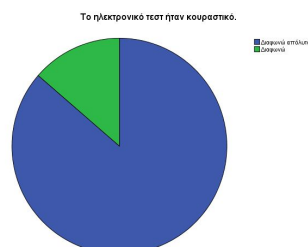
**Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Συμφωνώ απόλυτα	41	93,2	93,2	93,2
	Συμφωνώ	3	6,8	6,8	100,0
	Total	44	100,0	100,0	



**Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Διαφωνώ	6	13,6	13,6	13,6
	Διαφωνώ απόλυτα	38	86,4	86,4	100,0
	Total	44	100,0	100,0	





### 3.6.7. Συζήτηση

Αρχικά, μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στη συνέχεια μέσα από τη διαδικασία των διδασκαλιών, την παρατήρηση των συμπεριφορών, την αξιοποίηση, ανάλυση και σύγκριση των αποτελεσμάτων από την ερευνητική διαδικασία, επιχειρήθηκε η εξαγωγή συμπερασμάτων και απαντήσεων στα ερευνητικά ερωτήματα που εξ αρχής είχαν τεθεί.

Από την ανάλυση των δεδομένων, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/ριες που διδάχθηκαν την ενότητα της Φυσικής, *Υλικά Σώματα*, με τη χρήση του βιβλίου AR, είχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και τελικές επιδόσεις από τους/τις μαθητές/ριες που διδάχθηκαν την ίδια ενότητα, με τον συμβατικό/κλασικό τρόπο. Τα αποτελέσματα, σε αυτήν την περίπτωση, έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα σχετικών ερευνών, που έχουν αναφερθεί, πολύ αναλυτικά, στο θεωρητικό μέρος. Οι λόγοι που μπορεί να συμβάλλουν σε αυτό το αποτέλεσμα, ενδέχεται να είναι: 1. Οι επιπλέον πληροφορίες που έχουν την ευκαιρία να προσλάβουν οι μαθητές/ριες λόγω της αμεσότητας που τους προσφέρει η ταμπλέτα, η οποία βρίσκεται στα χέρια των μαθητών/ριών και κατ' επέκταση στο άμεσο οπτικό και ακουστικό τους πεδίο, σε αντίθεση με τον κεντρικό Η/Υ και προτζέκτορα, που λόγω της γενικής παρουσίας προς το σύνολο της τάξης, είναι γεγονός ότι δέχεται αρκετές επιδράσεις από το περιβάλλον της τάξης, ακολουθεί συγκεκριμένο ρυθμό για όλους/ες, κατά την παρουσίαση μεσολαβούν διάφορες παρεμβάσεις τρίτων, όπως ηχητικές ενοχλήσεις, απόσπαση προσοχής κ.ά., 2. Η δυνατότητα που δίνεται στους/στις μαθητές/ριες να μελετούν τα επιπλέον στοιχεία της εφαρμογής με το δικό τους ρυθμό και να επανέρχονται σε αυτά, όποτε το επιθυμούν ή όταν αισθάνονται ότι δεν έχουν κατανοήσει ικανοποιητικά κάποιο σημείο. 3. Η ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών/ριών. 4. Η κινητοποίησή τους λόγω της ενεργούς εμπλοκής τους στη διαδικασία. 5. Η αίσθηση που δημιουργείται στα παιδιά ότι συμμετέχουν περισσότερο σε ένα παιχνίδι παρά σε μια μαθησιακή διαδικασία. Αυτό διαφαίνεται και από την επιθυμία που εξέφρασαν τα παιδιά μέσω του ερωτηματολογίου, ότι θέλουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή AR, τόσο στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής, όσο και στα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα.

Γενικότερα, δεν υπήρξαν προβλήματα με τη χρήση της εφαρμογής και φάνηκε η μεγάλη εξοικείωση που έχουν οι μαθητές/ριες με αυτές τις συσκευές.

### **3.6.7.1. Προεκτάσεις και περιορισμοί της έρευνας**

Τα θετικά αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, δείχνουν ότι υπάρχει ενδιαφέρον για την αξιοποίηση εφαρμογών AR, στη σχολική πραγματικότητα και ότι θα πρέπει να υπάρξει αύξηση της χρήσης τέτοιων εφαρμογών, καθώς και δημιουργία εφαρμογών εμπλουτισμού των βιβλίων, που υπάρχουν ήδη, τόσο για την επαύξηση του υλικού, όσο και για τη διόρθωση πιθανών προβληματικών σημείων. Σίγουρα, αξίζει η ολοκλήρωση της προσπάθειας αυτής, δημιουργώντας μια πλήρη εφαρμογή για το συγκεκριμένο αντικείμενο, αλλά και η επέκταση δημιουργίας αντίστοιχων εφαρμογών για όλα τα γνωστικά αντικείμενα και όλες τις τάξεις, ξεκινώντας από τις μεγαλύτερες.

Ένας σημαντικός περιορισμός φαίνεται να ήταν η πίεση του χρόνου, ωστόσο αυτό που έχει μεγαλύτερη αξία είναι η κατανόηση και όχι η εξάντληση της ύλης.

## **ΕΠΙΛΟΓΟΣ**

Ολοκληρώνοντας την εκπόνηση της παρούσας εργασίας διαπιστώνεται η επίτευξη των στόχων που αρχικά, είχαν τεθεί, αφού υλοποιήθηκε μία πολύ πλήρης βιβλιογραφική ανασκόπηση για την AR και τις εφαρμογές της σε διάφορους τομείς και ιδιαίτερα, στην εκπαίδευση. Επιπλέον, σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε και εφαρμόστηκε μια δοκιμαστική εφαρμογή – απόσπασμα σχολικού βιβλίου AR, στο μάθημα «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω» της Ε΄ Δημοτικού, που εμπλουτίζει σημαντικά το σχολικό βιβλίο με πρόσθετες ψηφιακές πληροφορίες, οι οποίες παρέχονται στους/στις μαθητές/ριες με πιο ευχάριστες και κατανοητές μορφές. Τέλος, δόθηκαν απαντήσεις και προέκυψαν συμπεράσματα σχετικά με τα ερευνητικά ερωτήματα, που εξ αρχής είχαν τεθεί.

Εν κατακλείδι, μπορεί να διατυπωθεί η άποψη ότι οι εφαρμογές AR είναι πραγματικά ανεξάντλητες και εκτείνονται σε διάφορους τομείς και όταν χρησιμοποιούνται κατάλληλα στον χώρο της εκπαίδευσης, έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν ριζικά την εκπαιδευτική και μαθησιακή διαδικασία και να συμβάλλουν στην αποτελεσματικότερη μάθηση των εμπλεκομένων.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## I. Σελίδες Σχολικού Βιβλίου

Οι σελίδες 12-17 ολόκληρης της ενότητας **ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ**, από το βιβλίο μαθητή της Ε' Δημοτικού, «Φυσικά - Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Η AR εφαρμόστηκε στις σελίδες 14-17.

**ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ**

Όταν οι σωματίδια ενός υλικού είναι πολύ μικρά, τότε είναι αδύνατο να τα δούμε με το μάτι. Ωστόσο, αν τα συσσωρεύσουμε, τότε μπορούμε να τα δούμε με το μάτι. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

Ο άνθρωπος έμαθε να φτιάχνει εργαλεία από πέτρα, μετά από τον χαλκό και μετά από τον σίδηρο. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

**Μικρά είναι η πρωτότυπη μορφή των υλικών σωμάτων. Η δομή τους είναι διαφορετική ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.**

Η ύλη αποτελείται από άτομα ή μόρια, που είναι πολύ μικρά. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

ΥΛΙΚΟ	ΠΛΗΡΗΣ ΚΑΤΑΚΕΤΗ ΜΕΣΟΤΗΡΙΑ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (g/cm³)	ΒΑΡΟΣ (g)
χαρτί	σφαιρικό	0,8	0,8
υαλί	σφαιρικό	2,5	2,5
αλουμίνιο	σφαιρικό	2,7	2,7
σίδηρος	σφαιρικό	7,8	7,8
κάλαια	σφαιρικό	8,0	8,0
υδράργυρος	σφαιρικό	13,6	13,6
νερό	σφαιρικό	1,0	1,0
λίπος	σφαιρικό	0,9	0,9
αέρας	σφαιρικό	0,001	0,001

**Δομή της ύλης**

Η ύλη αποτελείται από άτομα ή μόρια, που είναι πολύ μικρά. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

**Το σπέρμα, νερό και αέρας υδρόφιμο**

Το σπέρμα είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο νερό. Το νερό είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο σπέρμα. Το αέρας είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο νερό.

Το σπέρμα είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο νερό. Το νερό είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο σπέρμα. Το αέρας είναι υδρόφιμο, δηλαδή προσκολλάται στο νερό.

**Πυκνότητα**

Η πυκνότητα είναι η μάζα ανά μονάδα όγκου. Η πυκνότητα είναι διαφορετική για κάθε υλικό. Η πυκνότητα είναι διαφορετική για κάθε υλικό.

ΥΛΙΚΟ	ΠΛΗΡΗΣ ΚΑΤΑΚΕΤΗ ΜΕΣΟΤΗΡΙΑ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ (g/cm³)	ΒΑΡΟΣ (g)
χαρτί	σφαιρικό	0,8	0,8
υαλί	σφαιρικό	2,5	2,5
αλουμίνιο	σφαιρικό	2,7	2,7
σίδηρος	σφαιρικό	7,8	7,8
κάλαια	σφαιρικό	8,0	8,0
υδράργυρος	σφαιρικό	13,6	13,6
νερό	σφαιρικό	1,0	1,0
λίπος	σφαιρικό	0,9	0,9
αέρας	σφαιρικό	0,001	0,001

**Ιδιότητες των υλικών σωμάτων**

Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα. Τα υλικά σώματα είναι διαφορετικά ανάλογα με τον τρόπο που είναι δομημένα.

## II. Ερωτηματολόγιο/τεστ (pre-test)

Ονοματεπώνυμο:.....		
Κάθε μία από τις παρακάτω 10 προτάσεις είναι σωστή ή λάθος. Κυκλώστε αυτό που ισχύει κατά την δική σας άποψη.		
Προτάσεις	Σωστή ή Λάθος	
1η: Όλα τα σώματα είναι φτιαγμένα από ύλη.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
2η: Ο άνθρωπος αποτελείται από ύλη.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
3η: Υλικά σώματα είναι μόνο αυτά που βλέπουμε.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
4η: Ο αέρας δεν περιέχει ύλη.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
5η: Τα υλικά σώματα αποτελούνται μόνο από μόρια.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
6η: Το μεγαλύτερο σωματίδιο της ύλης είναι το κουάρκ.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
7η: Τα μόρια των υλικών σωμάτων παραμένουν ακίνητα.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
8η: Τα μόρια των υγρών σωμάτων κινούνται περισσότερο από αυτά των άλλων σωμάτων.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
9η: Όσο πιο μεγάλο είναι ένα υλικό σώμα τόσο πιο μεγάλη είναι η μάζα του.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ
10η: Τα υλικά σώματα που έχουν την ίδια μάζα έχουν και τον ίδιο όγκο, δηλαδή καταλαμβάνουν τον ίδιο χώρο.	ΣΩΣΤΗ	ΛΑΘΟΣ

### III. α: Δραστηριότητα: Σταυρόλεξο

◀ Index ▶

#### Υλικά Σώματα

Ας λύσουμε αυτό το σταυρόλεξο, που έχει ως θέμα τα "Υλικά Σώματα".

13:52

Συμπληρώστε το σταυρόλεξο με κεφαλαία γράμματα και κάντε κλικ στο "Έλεγχος" για να ελέγξετε την απάντησή σας. Κάντε κλικ σε έναν αριθμό στο πλέγμα για να δείτε τον ορισμό αυτής της λέξης.

A	Γ	Ε	Ζ	Η	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ	Υ	Χ	Ω
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Οριζόντια: 5: Στα ..... σώματα, τα μόρια κινούνται ελεύθερα αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, χωρίς να πλησιάζουν πολύ μεταξύ τους, μπορούν όμως να απομακρύνονται το ένα από το άλλο όσο είναι δυνατό.  Εισαγωγή Απάντησης

Έλεγχος Απάντησης

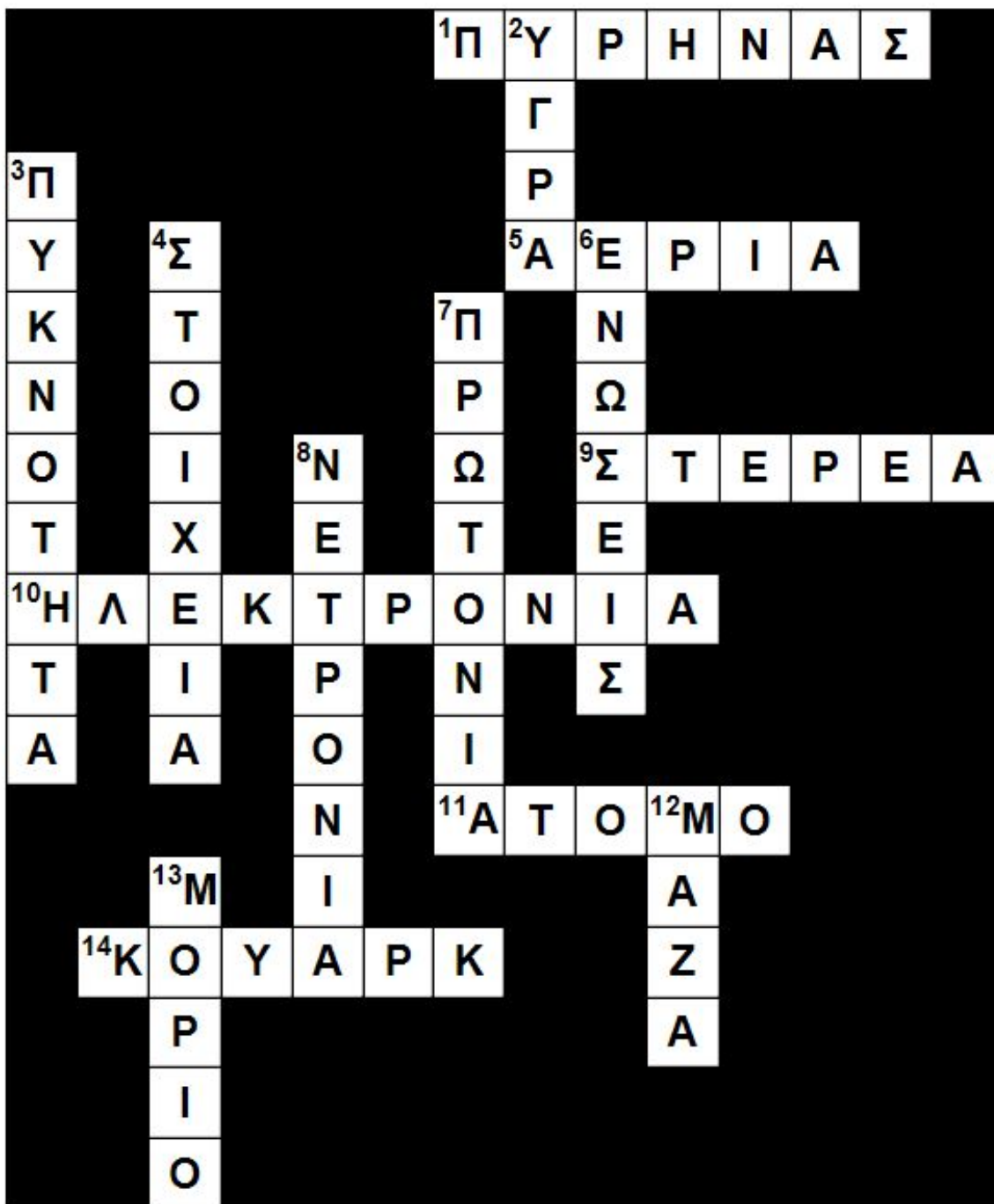
**Οριζόντια:**

- Ο ..... του ατόμου αποτελείται από πρωτόνια και νετρόνια.
- Στα ..... σώματα, τα μόρια κινούνται ελεύθερα αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, χωρίς να πλησιάζουν πολύ μεταξύ τους, μπορούν όμως να απομακρύνονται το ένα από το άλλο όσο είναι δυνατό.
- Στα ..... σώματα, τα μόρια κινούνται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και κοντά σε μόνιμες θέσεις τις οποίες δεν αλλάζουν, έτσι ώστε οάτε να πλησιάζουν μεταξύ τους οάτε να απομακρύνονται.
- Τα ..... κινούνται γύρω από τον πυρήνα του ατόμου.
- Το .... αποτελείται από πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια.
- Το ..... είναι το θημελιώδες συστατικό των υλικών σωμάτων.

**Κάθετα:**


- Στα .... σώματα, τα μόρια κινούνται αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, αλλά παραμένουν κοντά το ένα στο άλλο χωρίς να πλησιάζουν ή να απομακρύνονται μεταξύ τους.
- Η ..... ενός σώματος εκφράζει την ποσότητα μάζας του σώματος στη μονάδα του όγκου.
- ..... ονομάζονται τα καθαρά σώματα που αποτελούνται από ένα μόνο είδος ατόμων.
- Χημικές ..... ονομάζονται τα καθαρά σώματα που αποτελούνται από διαφορετικά άτομα.
- Ο πυρήνας του ατόμου αποτελείται από ..... και νετρόνια.
- Τα ..... μαζί με τα πρωτόνια αποτελούν τον πυρήνα του ατόμου.
- Η .... ενός σώματος εκφράζει το ποσό της ύλης από το οποίο αποτελείται.
- Το .... είναι το μικρότερο τμήμα ενός υλικού που διατηρεί τις ιδιότητές του.

III. b: Λύση Σταυρόλεξου



Έλεγχος Απάντησης

## IV. Τεστ Αξιολόγησης



### Υλικά Σώματα

Τεστ Αξιολόγησης

\* Απαιτείται

Διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου \*

Η διεύθυνσή σας ηλεκτρονικού ταχυ...

Το θεμελιώδες σωματίδιο των υλικών σωμάτων είναι το: \* 1 βαθμός

- κουάρκ
- ηλεκτρόνιο
- πρωτόνιο
- μόριο
- άτομο
- νετρόνιο

Ο πυρήνας του ατόμου αποτελείται από: \*

1 βαθμός

- πρωτόνια και κουάρκ
- ηλεκτρόνια και νετρόνια
- πρωτόνια και νετρόνια
- πρωτόνια και ηλεκτρόνια

Το μικρότερο τμήμα ενός υλικού που διατηρεί τις ιδιότητές του είναι ο/το: \*

1 βαθμός

- πυρήνας
- άτομο
- κουάρκ
- μόριο
- ηλεκτρόνιο

Τα καθαρά σώματα, που αποτελούνται από ένα μόνο είδος ατόμων, ονομάζονται: \*

1 βαθμός

- χημικά στοιχεία
- μόρια
- άτομα
- χημικές ενώσεις
- κουάρκ

Διάλεξε τη σωστή κατηγορία υλικών σωμάτων: \*

3 βαθμοί

	στερεά	υγρά	αέρια
Τα μόριά τους κινούνται, αλλάζοντας συνεχώς θέσεις, αλλά παραμένουν κοντά το ένα στο άλλο.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Τα μόριά τους κινούνται ελεύθερα, αλλάζοντας συνεχώς θέσεις.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Τα μόριά τους κινούνται πολύ κοντά το ένα στο άλλο και κοντά σε μόνιμες θέσεις.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



Τα καθαρά σώματα που αποτελούνται από διαφορετικά άτομα ονομάζονται: \*

1 βαθμός

- στερεά
- χημικές ενώσεις
- μόρια
- πρωτόνια
- χημικά στοιχεία

Διάλεξε τη σωστή ιδιότητα των υλικών σωμάτων: \*

3 βαθμοί

	Όγκος	Μάζα	Πυκνότητα
Εκφράζει την ποσότητα μάζας στη μονάδα του όγκου.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Εκφράζει το ποσό της ύλης από το οποίο αποτελούνται.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Εκφράζει το χώρο που αυτά καταλαμβάνουν.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Μονάδες μέτρησης: \*

9 βαθμοί

	Όγκος	Μάζα	Πυκνότητα
Κυβικό μέτρο ( $m^3$ )	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Χιλιόγραμμο (Kg)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κιλό (Kg)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Κυβικό εκατοστό ( $cm^3$ ή ml)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Λίτρο (L)	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Γραμμάριο ανά κυβικό εκατοστό ( $g/cm^3$ )	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Τόνος (t)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
Χιλιόγραμμο ανά κυβικό μέτρο ( $Kg/m^3$ )	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Γραμμάριο (g)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Κόβουμε ένα κομμάτι μετάλλου σε δύο ίσα κομμάτια με ίση 1 βαθμός  
μάζα. Ποια θα είναι η πυκνότητα του κάθε κομματιού σε  
σχέση με την πυκνότητα του αρχικού: \*

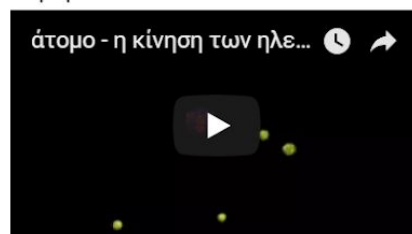
- Μισή
- Διπλάσια
- Ίδια

Όλοι οι κύβου της εικόνας έχουν τον ίδιο όγκο αλλά 6 βαθμοί  
διαφορετική μάζα. Ταξινόμησέ τους σύμφωνα με τη μάζα  
τους, αρχίζοντας από αυτόν που έχει τη μεγαλύτερη μάζα.  
\*



	Τη μεγαλύτερη μάζα από όλους τους κύβους	Τη 2η μεγαλύτερη μάζα	Τη 3η μεγαλύτερη μάζα	Τη 4η μεγαλύτερη μάζα	Τη 5η μεγαλύτερη μάζα	Τη μικρότερη μάζα από όλους τους κύβους
Αλουμίνιο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μόλυβδος	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Χρυσός	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Πάγος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ξύλο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Σίδηρος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Παρακολούθησε το βίντεο που ακολουθεί και απάντησε στην  
παρακάτω ερώτηση:



Τα ηλεκτρόνια του ατόμου (κίτρινα σωματίδια) κινούνται 1 βαθμός  
γύρω από το(ν): \*

πυρήνα ▾

Το καθένα από τα παρακάτω μόρια είναι χημικό στοιχείο ή <sup>2</sup>βαθμοί χημική ένωση.\*

**Χημικά στοιχεία**  
Τα μόριά τους αποτελούνται από όμοια άτομα.

**Χημικές ενώσεις**  
Τα μόριά τους αποτελούνται από διαφορετικά άτομα.

	Χημικό στοιχείο	Χημική ένωση
Μόριο νερού	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Μόριο Οξυγόνου	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

## V. Ερωτηματολόγια μαθητών/ριών

Τα παρακάτω ερωτηματολόγια δόθηκαν στους/στις μαθητές/ριες, προκειμένου να ανιχνευθούν οι στάσεις και το ενδιαφέρον τους, σχετικά με την αξιοποίηση: α) εφαρμογών AR στην εκπαιδευτική διαδικασία και β) τεστ αξιολόγησης σε ηλεκτρονική μορφή, τα οποία θα υλοποιούνται με χρήση ταμπλετών, άλλων κινητών συσκευών ή επιτραπέζιου Η/Υ.






Το πρώτο δόθηκε στην πειραματική ομάδα, και εμπεριέχει τις ερωτήσεις/τοποθετήσεις και των δύο θεμάτων που είναι υπό διερεύνηση, ενώ το δεύτερο δόθηκε στην ομάδα ελέγχου και αναφέρεται μόνο στο θέμα της αξιολόγησης με τη χρήση Η/Υ.

### 1. Ερωτηματολόγιο πειραματικής ομάδας

Ονοματεπώνυμο:.....					
	Απαντήσεις				
	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν είμαι σίγουρος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Ερωτήσεις/Τοποθετήσεις					
1η: Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν ευχάριστο.					
2η: Το εμπλουτισμένο βιβλίο ήταν χρήσιμο.					
3η: Οι επιπλέον πληροφορίες ήταν ενδιαφέρουσες.					
4η: Οι επιπλέον πληροφορίες εξήγησαν περισσότερο το μάθημα.					
5η: Με τις επιπλέον πληροφορίες κατάλαβα καλύτερα το μάθημα.					
6η: Η χρήση της εφαρμογής ήταν αρκετά εύκολη.					
7η: Με τη χρήση της εφαρμογής το μάθημα της Φυσικής έγινε πιο ενδιαφέρον.					

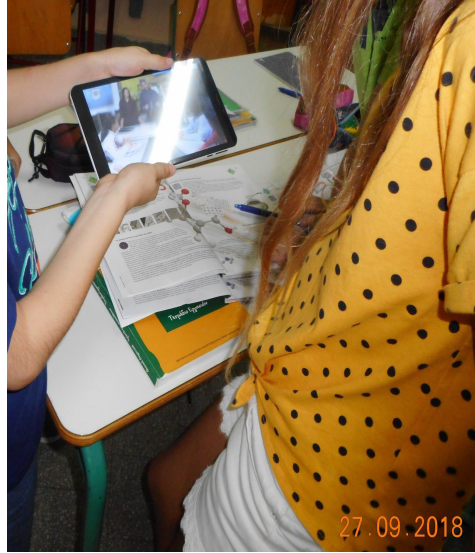
8η: Με τη χρήση της εφαρμογής και τα άλλα μαθήματα μπορούν να γίνουν πιο ενδιαφέροντα.					
9η: Η εφαρμογή έμοιαζε με παιχνίδι.					
10η: Το μάθημα έγινε ευχάριστο σαν παιχνίδι.					
11η: Το μάθημα ήταν βαρετό.					
12η: Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή στα επόμενα μαθήματα της Φυσικής.					
13η: Θέλω να χρησιμοποιήσω ξανά τέτοια εφαρμογή και στα άλλα μαθήματα.					
14η: Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.					
15η: Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.					
16η: Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.					
17η: Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.					
18η: Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης μοιάζει σαν παιχνίδι.					
19η: Προτιμώ το ηλεκτρονικό τεστ από το γραπτό τεστ.					
20η: Το ηλεκτρονικό τεστ με αγκώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.					
21η: Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.					
22η: Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.					

## 2. Ερωτηματολόγιο ομάδας ελέγχου

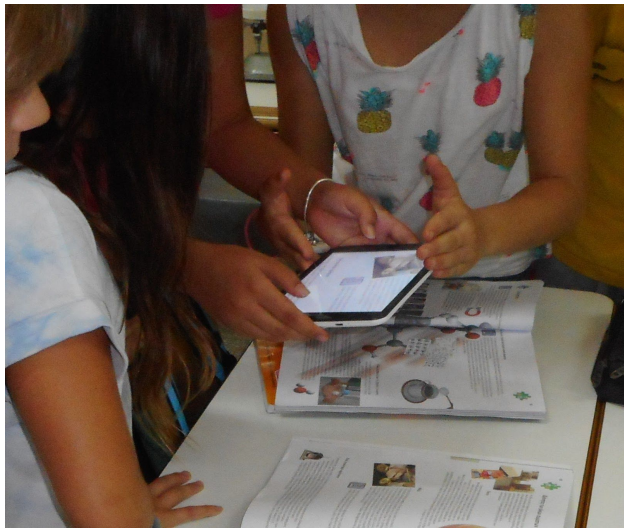
Ονοματεπώνυμο:.....					
	Απαντήσεις				
	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Δεν είμαι σίγουρος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Ερωτήσεις/Τοποθετήσεις					
1η: Μου αρέσει να γράφω τεστ αξιολόγησης.					
2η: Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης έχουν ενδιαφέρον.					
3η: Τα γραπτά τεστ αξιολόγησης είναι ευχάριστα.					
4η: Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης είναι πιο ευχάριστο από το γραπτό.					
5η: Το ηλεκτρονικό τεστ αξιολόγησης μοιάζει σαν παιχνίδι.					
6η: Προτιμώ το ηλεκτρονικό τεστ από το γραπτό τεστ.					
7η: Το ηλεκτρονικό τεστ με αγχώνει περισσότερο από το γραπτό τεστ.					
8η: Θέλω όλα τα τεστ αξιολόγησης να τα κάνω ηλεκτρονικά.					
9η: Το ηλεκτρονικό τεστ ήταν κουραστικό.					

## VI. Φωτογραφικό υλικό από τη διαδικασία εφαρμογής









## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αρβανίτης, Χ. (2012). Μέθοδοι Όρασης Υπολογιστών για Επαυξημένη Πραγματικότητα. Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα. Ημερομηνία ανάκτησης: 10-07-2018.

[http://artemis.cslab.ntua.gr/el\\_thesis/artemis.ntua.ece/DT2012-0144/DT2012-0144.pdf](http://artemis.cslab.ntua.gr/el_thesis/artemis.ntua.ece/DT2012-0144/DT2012-0144.pdf)

Βερυκόκου, Σ. (2013). Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας βάσει επίπεδου προτύπου. Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα. Ημερομηνία ανάκτησης: 11-07-2018.

<http://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/handle/123456789/38327>

Ζαϊμίδης, Ι., Παράσχου, Π. (2015). Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας - Ψηφιακή Ξενάγηση & Διαδραστικό Παιχνίδι. Διπλωματική Εργασία, Τ.Ε.Ι., Α.Μ.Θ. Καβάλα. Ημερομηνία ανάκτησης: 20-07-2018.

<http://digilib.teiimt.gr/jspui/bitstream/123456789/6494/1/STEF292015.pdf>

Κασσωτάκης, Μ. (1989). *Η Αξιολόγηση της επιδόσεως των μαθητών. Μέσα, μέθοδοι, προβλήματα, προοπτικές*. Αθήνα : Γρηγόρης

Κουτρομάνος, Γ., Τζόρτζογλου, Φ., Σοφός, Α. (2016). Αξιολόγηση ενός παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την περιβαλλοντική εκπαίδευση με τίτλο «Σώσε την Έλλη! Σώσε το περιβάλλον!». Πρακτικά 10ου Πανελληνίου συνέδριο ΕΤΠΕ με διεθνή συμμετοχή, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα. <http://www.etpe.gr/custom/pdf/etpe2426.pdf>

Λεβέντη, Ι. (2012). *Υπηρεσίες βάσει θέσης και Επαυξημένη Πραγματικότητα*. Μεταπτυχιακή εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα. Ημερομηνία ανάκτησης: 06-07-2018.

[http://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/bitstream/handle/123456789/7672/leventii\\_augmentedreality.pdf?sequence=1](http://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/bitstream/handle/123456789/7672/leventii_augmentedreality.pdf?sequence=1)

Νικολαΐδης, Δ. (2003). Επαυξημένη Πραγματικότητα. Πολλαπλασιάζοντας τις δυνατότητες των αισθήσεων. *Περισκόπιο της Επιστήμης*, 270

Σπύρου, Σ. (2018). Humanoid 4D+: εξερευνήστε τα μέρη του ανθρώπινου σώματος με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας. Ημερομηνία ανάκτησης: 21-07-2018.

<http://edtech.gr/humanoid-4d/>

Τζόρτζογλου, Φ. (2016). Aurasma: πλατφόρμα δημιουργίας επαυξημένης πραγματικότητας. Ημερομηνία ανάκτησης: 19-07-2018. <http://edtech.gr/aurasma/>

Τζόρτζογλου, Φ. (2016). ARLOON Geometry: διδασκαλία γεωμετρικών στερεών με επαυξημένη πραγματικότητα. Ημερομηνία ανάκτησης: 21-07-2018.

<http://edtech.gr/arloon-geometry/>

Τζόρτζογλου, Φ., Σοφός, Α. (2017). Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών και προοπτικές. Ημερομηνία ανάκτησης: 09-07-2018.

[https://www.researchgate.net/profile/Filippos\\_Tzortzoglou](https://www.researchgate.net/profile/Filippos_Tzortzoglou)

Τζόρτζογλου, Φ. (2017). SchoolAR: δωρεάν εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για το μάθημα της Πληροφορικής Α΄ Γυμνασίου. Ημερομηνία ανάκτησης: 21-07-2018.

<http://edtech.gr/schoolar/>

Τζόρτζογλου, Φ. (2018). SchoolAR: «ζωντανέψτε» το μάθημα της Γεωγραφίας! Ημερομηνία ανάκτησης: 21-07-2018. <http://edtech.gr/schoolar-geography/>

Τζόρτζογλου, Φ. (2018). Google Expeditions AR: η επαυξημένη πραγματικότητα έρχεται στη σχολική τάξη. Ημερομηνία ανάκτησης: 21-07-2018.

<http://edtech.gr/google-expeditions-ar/>

Φωκίδης, Μ., Τσολακίδης, Κ. (2008). *Εικονική Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση: Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα, Ατραπός

Φωκίδης, Ε., Φωνιαδάκη, Ι. (2017). Tablets, Επαυξημένη πραγματικότητα και γεωγραφία στο δημοτικό σχολείο. *e-Journal of Science & Technology (e-JST)*, Vol. 12, No.3, 7-23

[http://e-jst.teiath.gr/issues/issue\\_51/Fokidis\\_51.pdf](http://e-jst.teiath.gr/issues/issue_51/Fokidis_51.pdf)

## ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ahn, H. S., & Choi, Y. M. (2015). “Analysis on the Effects of the Augmented Reality-Based STEAM Program on Education”. *Advanced Science and Technology Letters*, Vol. 92,125-130

Akçayir, M., Akçayir, G., Pektaş, H. M. & Ocağ, M. A. (2016). “Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students’ laboratory skills and attitudes toward science laboratories”. *Computers in Human Behavior*, Vol. 57, 334–342

Azuma, R. (1997). “A survey of augmented reality”. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, No.4, 355-385. Ημερομηνία ανάκτησης: 12/07/2018.

<https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). “Recent advances in augmented reality”. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 21, No.6, 34–47

Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G. (2011). “Special section on mobile augmented reality”. *Computers & Graphics*, Vol. 35, No.4, vii-viii

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). “Augmented Reality Trends in Education: A systematic review of research and Applications”. *Educational Technology & Society*, Vol. 17, No.4, 133–149

Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). “Adoption and application of mobile learning in the education industry”. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 90, 720-729

Billinghurst, M. & Duenser, A. (2012). “Augmented reality in the classroom”. *Computer*, Vol. 45, 56-63

Boletsis, C. & McCallum, S. (2013). “The table mystery: An augmented reality collaborative game for chemistry education”. *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 8101, 86-95

- Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A. K. & Wetzel, R. (2008). “Toward next-gen mobile AR games”. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, Vol. 28, No.4, 40–48
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., Golubski, G. (2013). “A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom”. *Computers & Education*, Vol. 68, 536–544
- Burns, M. (2016). “6 Exciting AR Apps for Student Learning”. Ημερομηνία ανάκτησης: 23-07-2018. <https://www.edutopia.org/blog/ar-apps-for-student-learning-monica-burns>
- Byrne, R. (2012). “Fetch! Lunch Rush! An Augmented Reality Math Game. Free Technology for teachers”. <http://ipadapps4school.com/2012/12/24/an-augmented-reality-math-game/>
- Cai, S., Chiang, F. K., & Wang, X. (2013). “Using the Augmented Reality 3D Technique for a Convex Imaging Experiment in a Physics Course”. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 29, No.4, 856-865
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). “A Case Study of Augmented Reality Simulation System Application in a Chemistry Course”. *Computers in Human Behavior*, Vol. 37, 31-40
- Carmigniani, J. & Furht, B. (2011). “*Augmented reality: an overview*. In *Handbook of augmented reality*”. Springer New York, 3-46
- Caudell T. P. and Mizell, D. W. (1992). “Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes”. *Proceedings of IEEE Hawaii International Conference on Systems Sciences*, 659-669
- Chang, H.-Y., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2013). “Integrating a mobile augmented reality activity to contextualize student learning of a socioscientific issue”. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 44, No.3, 95–99
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L. & Lee, C.-M. (2014). “Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum”. *Computers & Education*, Vol. 71, 185–197

- Chen C., Wang, C-H. (2015). "Employing Augmented-Reality-Embedded Instruction to Disperse the Imparities of Individual Differences in Earth Science Learning". *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 24, No.6, 835–847
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). "Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools". *Computers & Education*, Vol. 59, No.2, 638–652
- Chen, M-P., Liao, B-C. (2015). "Augmented Reality Laboratory for High School Electrochemistry Course". *Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies(ICALT)*, doi: 10.1109/ICALT.2015.105
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., Huang, R. (2016). "A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016". *Innovations in Smart Learning*, 13-18
- Chen, C. H., Chou, Y. Y., & Huang, C. Y. (2016). "An Augmented-Reality-Based Concept Map to Support Mobile Learning for Science". *The Asia-Pacific Education Researcher*, Vol. 25, No.4, 567–578
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). "A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016". In *Innovations in Smart Learning*. Springer Singapore, 13-18
- Cheng, K. H. & Tsai, C. C. (2013). "Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research". *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 22, No.4, 449-462
- Chiang, T. H. C., Yang, Stephen J. H., & Hwang, G. J. (2014). "An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities". *Educational Technology & Society*, Vol.17, No.4, 352–365
- Chiu, J. L., DeJaegher, C. J., Chao, J. (20015). "The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties". *Computers & Education.*, Vol. 85, 59–73
- Chu, H-C., Sung, Y-H. (2016). "A Context-Aware Progressive Inquiry-Based Augmented Reality System to Improving Students' Investigation Learning Abilities for High School Geography Courses". *5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, 353-356

- Crompton, H., Burke, D., Gregory, K. H. & Gräbe, C. (2016). "The use of mobile learning in science: a systematic review". *Journal of Science Education and Technology*, Vol.25, No.2, 149-160
- Dede, C. (2009). "Immersive interfaces for engagement and learning". *Science*, Vol. 323, No.5910, 66-69
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). "Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course". *Computers & Education*, Vol. 68, 586–596
- Dunleavy, M., Dede, C. (2014). "Augmented reality teaching and learning". In *Handbook of research on educational communications and technology*. Springer, New York, 735-745
- El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). "ARSC:Augmented reality student card. An augmented reality solution for the education field". *Computers & Education*, Vol. 56, No.4, 1045–1061
- Ertmer, P. A. & Newby, T. J. (2013). "Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective". *Performance Improvement Quarterly*, Vol. 26, No.2, 43-71
- Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). "The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation". *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, Vol. 16, No.3, 40-48
- Fallavollita, P., Blum, T., Eck, U., Sandor, C., Weidert, S., Waschke, J. & Navab, N. (2013). "Kinect for interactive AR anatomy learning". *Proceedings of 2013 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 277–278
- Falloon, G. (2013). "Young students using iPads: App design and content influences on their learning pathways". *Computers & Education*, Vol. 68, 505-521
- Fjeld, M., Fredriksson, J., Ejdestig, M., Duca, F., Botschi, K., Voegtli, B. & Juchli, P. (2007). "Tangible user interface for chemistry education: Comparative evaluation and re-design". In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, New York, NY: ACM, 805-808
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M.-C., Seguí, I. & Rando, N. (2013). "Evaluation of learning outcomes using an educational iPhone game vs. traditional game". *Computers & Education*, Vol. 64, 1–23

- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I. & Costa, M. (2013). “The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game”. *Computers & Education*, Vol. 64, 24-41
- Goldiez B. (2004). “*Techniques for assessing and improving performance in navigation and wayfinding using mobile augmented reality*”. B.S.A.E. University of Kansas
- Henderson, S., & Yeow, J. (2012). “iPad in education: A case study of iPad adoption and use in a primary school”. *Proceedings of 2012 IEEE in the 45th Hawaii International Conference in System Science (HICSS)*, 78-87
- Ho, C. M. L., Nelson, M. E., & Müller-Wittig, W. (2011). “Design and implementation of a student-generated virtual museum in a language curriculum to enhance collaborative multimodal meaning-making”. *Computers & Education*, Vol. 57, No.1, 1083–1097
- Hsiao, H.-S., Chang, C.-S., Lin, C.-Y., Wang, Y.-Z. (2016). “Weather observers: a manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum”. *Interactive Learning Environments*, Vol. 24, No.1, 205–223
- Hsieh, S. W., Jang, Y. R., Hwang, G. J. & Chen, N. S. (2011). “Effects of teaching and learning styles on students’ reflection levels for ubiquitous learning”. *Computers & Education*, Vol. 57, No.1, 1194-1201
- Huang, Y., Li, H., Fong, R. (2015). “Using Augmented Reality in early art education: a case study in Hong Kong kindergarten”. *Early Childhood Development and Care*, Vol. 186, No.6, 879-894
- Hurd, P.D. (2000). “Science education for the 21st century”. *School Science and Mathematics*, Vol. 100, No.6, 282-288
- Hwang, G., Wu, P., Chen, C., & Tu, N. (2015). “Effects of an augmented reality-based educational game on students’ learning achievements and attitudes in real-world observations”. *Interactive Learning Environments*, 1-12
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2014). “Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness”. *Computers & Education*, Vol. 71, 1–13



- Jerry, T. & Aaron, C. (2010). "The impact of augmented reality software with inquiry-based learning on students' learning of kinematics graph". *Proceedings of 2010, 2nd International Conference on Education Technology and Computer (ICETC)*, Shanghai: Vol. 2, 1–5
- Johnson, L. F., Levine, A., Smith, R. S., & Haywood, K. (2010). "Key emerging technologies for postsecondary education". *Education Digest*, Vol. 76, 34–38
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). "EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips". *Computers & Education*, Vol. 68, 545–556
- Karsenti, T. & Fievez, A. (2013). "*The iPad in education: uses, benefits, and challenges - A survey of 6.057 students and 302 teachers in Quebec, Canada*". Montreal, QC: CRIFPE
- Kaufmann, H., Schmalstieg, D. (2002). "Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality". *Proceedings of 2002 ACM SIGGRAPH conference abstracts and applications*, 37-41
- Keane, T., Lang, C. & Pilgrim, C. (2012). "Pedagogy! iPadology! Netbookology! Learning with Mobile Devices". *Australian Educational Computing*, Vol. 27, No.2, 29-33
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K. & Aubusson, P. (2012). "Viewing mobile learning from a pedagogical perspective". *Research in learning technology*, Vol. 20, No.1, 1-17
- Klopfer, E. & Squire, K. (2008). "Environmental detectives: The development of an augmented reality platform for environmental simulations". *Educational Technology Research and Development*, Vol. 56, No.2, 203-228
- Koutromanos, G., & Avraamidou, L. (2014). "The use of mobile games in formal and informal learning environments: A review of the literature". *Educational Media International*, Vol. 51, 49–65
- Koutromanos, G., Sofos, A. & Avraamidou, L. (2015): "The use of augmented reality games in education: a review of the literature". *Educational Media International*, Vol. 52, No.4, 253-271
- Kucirkova, N., Messer, D., Sheehy, K. & Panadero, C. F. (2014). "Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom". *Computers & Education*, Vol. 71, 175-184

- Lee, K. (2012). "Augmented reality in education and training". *TechTrends*, Vol. 56, No.2, 13–21
- Lin, C. P., Wong, L. H. & Shao, Y. J. (2012). "Comparison of 1:1 and 1:m CSCL environment for collaborative concept mapping". *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 28, No.2, 99-113
- Lin, H.-C. K., Chen, M.-C. & Chang, C.-K. (2015). "Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system". *Interactive Learning Environments*, Vol. 23, No.6, 799–810
- Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y. & Tsai, C. C. (2013). "An Investigation of Learners' Collaborative Knowledge Construction Performances and Behavior Patterns in an Augmented Reality Simulation System". *Computers & Education*, Vol. 68, 314-321
- Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C. (2013). "An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system". *Computers & Education*, Vol. 68, 314–316
- Liu, T.-Y., Tan, T.-H. & Chu Y.-L. (2007). "2D Barcode and Augmented Reality Supported English Learning System". *6th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2007)*
- Liu, P. E., & Tsai, M. (2013). "Using augmented-reality-based mobile learning material in EFL English composition: An exploratory case study". *British Journal of Educational Technology*, Vol. 44, No.1, 1–4
- Liu, Y., Holden, D., Zheng, D. (2016). "Analyzing students' language learning experience in an augmented reality mobile game: an exploration of an emergent learning environment". *2nd International Conference on Higher Education Advances*, 369 – 374
- Lohnari, T. (2016). "Mobile Learning: Revolutionizing education". *International Journal of Engineering Research and General Science*, Vol. 4, No.3, 734-737
- Mang, C. F., & Wardley, L. J. (2013). "Student perceptions of using tablet technology in post-secondary classes". *Canadian Journal of Learning and Technology*, Vol. 39, No.4, 1-16
- Martin, F., & Ertzberger, J. (2013). "Here and now mobile learning: An experimental study on the use of mobile technology". *Computers & Education*, Vol. 68, 76–85

- Martin, J., Dikkers, S., Squire, K. & Gagnon, D. (2014). "Participatory scaling through augmented reality learning through local games". *TechTrends*, Vol. 58, No.1, 35–41
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M. & Peire, J. (2011). "New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence". *Computers & Education*, Vol. 57, No.3, 1893–1906
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays". *IEICE Transactions on Information Systems*. Vol. E77-D, No.12, 1321-1329
- Murphy, G. D. (2011). "Post-PC devices: A summary of early iPad technology adoption in tertiary environments". *E-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, Vol. 5, No.1, 18-32
- Özdemir, G. & Clark, D. B. (2007). "An overview of conceptual change theories". *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, Vol. 3, No.4, 351-361
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M. & Zaranis, N. (2016). "Comparing tablets and PCs in teaching mathematics: An attempt to improve mathematics competence in early childhood education". *Preschool and Primary Education*, Vol. 4, No.2, 241-253
- Pitchford, N. J. (2015). "Development of early mathematical skills with a tablet intervention: a randomized control trial in Malawi". *Frontiers in Psychology*, Vol. 6, 485
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Matilla, P., Guetl, C., Petrovic, V.M. & Jovanovic, K. (2016). "Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review". *Computers and Education*, Vol. 95, 309-327
- Pujol, L., Roussou, M., Poulou, S., Balet, O., Vayanou, M. & Ioannidis, Y. (2012). Personalizing interactive digital storytelling in archaeological museums: the CHES project. Ημερομηνία ανάκτησης: 15/07/2018.  
[http://www.chessexperience.eu/phocadownload/papers/caa2012\\_paper\\_final.pdf](http://www.chessexperience.eu/phocadownload/papers/caa2012_paper_final.pdf)
- Radu, I. (2012). "Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality". *Proceedings of IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 313–314
- Radu, I. (2014). "Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis". *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 18, No.6, 1533-1543

- Radu, I., McCarthy, B., Kao, Y. (2016). "Discovering educational augmented reality math applications by prototyping with elementary-school teachers", *Virtual Reality*, 271-272
- Rossing, J. P., Miller, W. M., Cecil, A. K. & Stamper, S. E. (2012). "iLearning: The future of higher education? Student perceptions on learning with mobile tablets". *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, Vol. 12, No.2, 1-26
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). "Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation". *IEEE Transactions on Learning Technologies*, Vol. 7, No.1, 38–56
- Saylor, M. (2012). *"The mobile wave: How mobile intelligence will change everything"*. Perseus Books/Vanguard Press
- Schmidkunz, H. & Lindemann, H. (1992). *"Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren"*. Magdeburg, Germany: Westarp Wissenschaften
- Serino, M., Cordrey, K., McLaughlin, L. & Milanaik, R.L. (2016). "Pokémon Go and augmented virtual reality games: a cautionary commentary for parents and pediatricians". *Current Opinion in Pediatrics*, Vol. 28, No.5, 673-677
- Shelton, B. (2002). "Augmented reality and education". *New Horizons for learning*, Vol. 9, No.1, 1-7
- Shuler, C., Winters, N. & West, M. (2012). *"The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners"*. Paris: UNESCO
- Sin, A. K. & Zaman, H. B. (2010). "Live solar system (LSS): Evaluation of an augmented reality book-based educational tool". *Proceedings of the International Symposium in Information Technology (ITSim)*, Kuala Lumpur: IEEE. 1-6
- Sommerauer P., Müller, O. (2014). "Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition". *Computers & Education*, Vol. 79, 59–68
- Sun, D., Looi, C-K., Wu, L. & Xie, W. (2016). "The innovative immersion of mobile learning into a science curriculum in Singapore: an exploratory study". *Research in Science Education*, Vol. 46, No.4, 547-573
- Tarng, W. & Ou, K. L. (2012). "A study of campus butterfly ecology learning system based on augmented reality and mobile learning". *Proceedings of the Wireless, Mobile and*

*Ubiquitous Technology in Education (WMUTE), 2012 IEEE Seventh International Conference, 62-66*

Tarng, W., Ou, K., Yu, C., Liou, F. & Liou, H. (2015). "Development of a Virtual Butterfly Ecological System Based on Augmented Reality and Mobile Learning Technologies". *Virtual Reality*, Vol. 19, 253-266

Yahya, S., Ahmad, E. A. & Jalil, K. A. (2010). "The definition and characteristics of ubiquitous learning: A discussion". *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, Vol. 6, No.1, 1-1

Van Krevelen R. & Poelman, R. (2010). "A survey of augmented reality technologies, applications and limitations". *The International Journal of Virtual Reality*, Vol. 9, No.2, 1-20

Yuen, S., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). "Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education". *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, Vol. 4, 119-140

Wasko, C. (2013). "What teachers need to know about augmented reality enhanced learning environments". *TechTrends*, Vol. 57, No.4, 17-21

Wassom, B. (2018). "Defining Terms: What Is Augmented Reality?", accessed 17/07/2018, <http://www.wassom.com/defining-terms-what-is-augmented-reality.html>

Wesley, S. (2018). "15 Top Augmented Reality (AR) Apps Changing Education". accessed 26/07/2018, <http://www.vudream.com/15-top-augmented-reality-ar-apps-changing-education/>

Wilkinson, K. & Barter, P. (2016). "Do mobile learning devices enhance learning in higher education anatomy classrooms?" *Journal of Pedagogic Development*, Vol. 6, No.1, 14-23

Wojciechowski, R., Cellary, W. (2013). "Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments". *Computers & Education*, Vol. 68, 570-585

Wong, L.-H., & Looi, C.-K. (2011). "What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature". *Computers & Education*, Vol. 57, 2364-2381

Wrzesien, M., & Alcañiz Raya, M. (2010). “Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project”. *Computers & Education*, Vol. 55, No.1, 178–187

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*, Vol. 62, 41–49

Zarraonandia, T., Aedo, I., Díaz, P., & Montero, A. (2013). “An augmented lecture feedback system to support learner and teacher communication”. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 44, No.4, 616–628

## **ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ**

<https://el.wikipedia.org/> . Ημερομηνία ανάκτησης: 15-07-2018

<http://ebooks.edu.gr/info/cps/21depps%20Fisikon%20Epistimon.pdf>. Ημερομηνία ανάκτησης: 31-07-2018.

<https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2017/7%CE%91484653%CE%A0%CE%A3-8502.pdf>. Ημερομηνία ανάκτησης: 31-07-2018.

[http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/24aps\\_erebno\\_to\\_fisiko\\_kosmo.pdf](http://www.pi-schools.gr/download/programs/depps/24aps_erebno_to_fisiko_kosmo.pdf). Ημερομηνία ανάκτησης: 31-07-2018.