

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΚΑΙ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**



**ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία της**  
**Τεχνολογίας της Β' Γυμνασίου**

**Αθανασία Γκουζιώτη**

**ΒΟΛΟΣ 2022**

**UNIVERSITY OF THESSALY**  
**DEPARTMENT OF ICTHYOLOGY AND AQUATIC ENVIRONMENT**  
**DEPARTMENT OF SPECIAL EDUCATION**



**JOINT POSTGRADUATE STUDIES PROGRAMME**  
**«EDUCATION FOR SUSTAINABILITY AND THE ENVIRONMENT»**

**JOINT POSTGRADUATE MASTER'S THESIS**

**Utilization of augmented reality in the teaching of Technology of the 8th  
grade**

**Athanasia Gouzioti**

**VOLOS 2022**

©ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ, 2022. Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (Μ.Δ.Ε.), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών: Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και της φοιτήτριας, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, όπου εκπονήθηκε η Μ.Δ.Ε. καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.

### **Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:**

**1.** Χαράλαμπος Καραγιαννίδης, Καθηγητής, Γ/θμιας Εκπαίδευσης, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων Γνωστικό Αντικείμενο: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση και την Ειδική Αγωγή, Επιβλέπων.

**2.** Στέφανος Παρασκευόπουλος, Καθηγητής, Γ/θμιας Εκπαίδευσης, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος Γνωστικό Αντικείμενο: Οικολογία & απρ. Αγωγή στην Προστασία του Περιβάλλοντος, Μέλος.

**3.** Αγγελική Καραματσούκη, Καθηγήτρια, Β/θμιας Εκπαίδευσης, Συνεπιβλέπουσα Γνωστικό Αντικείμενο: Β/θμια Εκπαίδευση, Μέλος.

## **ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ**

Τη συγκεκριμένη Διπλωματική εργασία την αφιερώνω στα λατρεμένα παιδιά της  
ζωής μου, Τίμο και Δανάη.....

.....και στο μέλλον της γενιάς τους...

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Ευχαριστώ τους καθηγητές μου και ιδιαίτερα τον κ. Καραγιαννίδη Χαράλαμπο και την κ. Καραματσούκη Αγγελική, για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της φοιτητικής μου πορείας καθώς και την άψογη συνεργασία που είχαμε για την επιτυχή ολοκλήρωση και παρουσίαση της διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την συνεχή ενθάρρυνση και ηθική υποστήριξη σε κάθε βήμα της ζωής μου. Επίσης το ίδιο θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Παρασκευόπουλο Στέφανο για τη σημαντική βοήθεια που μου προσέφερε όταν τον χρειάστηκα.

Βόλος, Οκτώβριος 2022

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....	5
2.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα .....	5
2.1.1 Ορισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	5
2.1.2 Η ιστορία της Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	7
2.1.3 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση και τις επιχειρήσεις ....	9
2.1.4 Συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	10
2.1.5 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	16
2.1.6 Επαυξημένη πραγματικότητα σε κινητές συσκευές .....	22
2.1.7 Πλεονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές ....	24
2.1.8 Μειονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές ...	26
2.2 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση .....	28
2.2.1 Επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση .....	28
2.2.2 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην ΕΕΚ .....	30
2.2.3 Κίνητρα μάθησης .....	38
2.2.4 Μαθησιακά οφέλη από τη χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση .....	40
2.2.5 Πρόσφατες έρευνες για εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	45
2.3 Συμπεράσματα Θεωρητικού μέρους .....	47
3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	49
3.1 Ερευνητικά Ερωτήματα .....	49
3.2 Ερευνητική Μεθοδολογία .....	50
3.2.1 Δείγμα .....	51
3.2.2 Παρέμβαση .....	52

3.2.3 Διδακτικό Σενάριο .....	57
3.2.4 Υλικό .....	58
3.2.5 Εργαλεία Συλλογής & Ανάλυσης Δεδομένων .....	59
3.3 Αποτελέσματα .....	60
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	75
ABSTRACT .....	79
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	80



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1:</b> Η Πραγματικότητα – Εικονικότητα του Milgram .....	6
<b>Εικόνα 2:</b> Handheld AR για μηχανολογικούς σκοπούς .....	9
<b>Εικόνα 3:</b> Οι άνθρωποι συνεργάζονται μέσω της χρήσης εφαρμογών SAR στο γραφείο .....	10
<b>Εικόνα 4:</b> Ο χρήστης πραγματοποιεί εργασίες φορώντας συσκευή HMD .....	11
<b>Εικόνα 5:</b> Σενάριο ubiGaze .....	12
<b>Εικόνα 6:</b> Εκμάθηση πάνω σε γεωμετρικά σχήματα μέσω της εφαρμογής .....	14
<b>Εικόνα 7:</b> Το παιχνίδι Knightfall AR .....	15
<b>Εικόνα 8:</b> Η εφαρμογή IKEA Place .....	16
<b>Εικόνα 9:</b> Εφαρμογή AR του Starbucks που επιτρέπει στους χρήστες.....	18
να συνδυάζουν την εμπειρία λιανικής στο διαδίκτυο και στο κατάστημα στην Σαγκάη	
<b>Εικόνα 10:</b> Οι μαθητές σε μια επαγγελματική σχολή σπουδάζουν πρακτικά .....	24
ηλεκτρονικά στην Κίνα	
<b>Εικόνα 11:</b> Το Virtuali-tee T-shirt, που επιτρέπει στους χρήστες να παρατηρούν την εσωτερική λειτουργία του ανθρώπινου σώματος μέσω ρεαλιστικών ολογραμμάτων .....	27
<b>Εικόνα 12:</b> Οι μαθητές παίρνουν μια ματιά στο εσωτερικό της μητέρας καθώς το έμβρυο εισέρχεται στο κανάλι γέννησης, χρησιμοποιώντας το Lucina AR	27
<b>Εικόνα 13:</b> Το GAMMA AR επικαλύπτει τρισδιάστατα κτίρια χρησιμοποιώντας τεχνολογία AR .....	29
<b>Εικόνα 14:</b> Έκδοση επαυξημένης πραγματικότητας ενός στρατιωτικού τραπέζιού άμμου που ονομάζεται ARES .....	30
<b>Εικόνα 15:</b> Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας του εργοστασίου στο βιβλίο. Επαύξηση πρώτης εικόνας σχολικού εγχειριδίου .....	73
<b>Εικόνα 16:</b> Χρήση της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας από τους μαθητές .....	73
<b>Εικόνα 17:</b> Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας με εφαρμογή της .....	74
επαυξημένης πραγματικότητας, του εργοστασίου παραγωγής μπισκότων	
<b>Εικόνα 18:</b> Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας με εφαρμογή της .....	74
επαυξημένης πραγματικότητας, του εργοστασίου παραγωγής μπισκότων	

<b>Εικόνα 19:</b> Πρόσοψη του εργοστασίου με εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, στο μάθημα της Τεχνολογίας .....	75
--	----

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για δεκαετίες, η κοινότητα μάθησης και πιο συγκεκριμένα το σχολείο, αναζητούσε ένα μέσο που θα ενσωματώσει το συνεχώς αυξανόμενο σώμα της έρευνας στην καθημερινή πρακτική. Ενώ η προσομοίωση και η εικονική πραγματικότητα κυριαρχούν στην κοινότητα, η έλλειψη συνθηκών πραγματικού κόσμου σε ορισμένα συστήματα και η δαπάνη άλλων έχει επιβάλει πολλούς περιορισμούς σε αυτές τις μεθόδους. Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) ενσωματώνει εικόνες που δημιουργούνται από υπολογιστή και επικαλύπτονται σε αντικείμενα του πραγματικού κόσμου. Αν και αυτή η τεχνολογία φαίνεται να παρουσιάζει διακριτά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα σημερινά μέσα, δεν έχει ακόμη καθοριστεί εάν το AR είναι αποτελεσματικό για τις προθέσεις απόκτησης γνώσης. Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να προσδιορίσει εάν η επαυξημένη πραγματικότητα είναι ένα βιώσιμο μέσο μέσω του οποίου η απόκτηση γνώσης μπορεί να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά κατά τη διδασκαλία στο σχολείο.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην εν τω βάθει μελέτη της επαυξημένης πραγματικότητας ως μέσο διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα, αναλύεται η ορολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, οι εφαρμογές που έχει την εποχή που διανύει η ανθρωπότητα, τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν οι μαθητές προκειμένου να αποκτήσουν πιο εξειδικευμένες γνώσεις πάνω σε ένα συγκεκριμένο τομέα, καθώς και τα διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία παρουσιάζει.

**Λέξεις – Κλειδιά:** Επαυξημένη Πραγματικότητα, Εικονική Πραγματικότητα, Μάθηση, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προκειμένου το σχολείο να παραμείνει ένα δημιουργικός και παράλληλα ζωντανός θεσμός στα πλαίσια μίας διαρκώς μεταβαλλόμενης κοινωνίας, χρειάζεται να μετασχηματίζεται σε διδακτικές προσεγγίσεις που είναι πιο σύγχρονες βάση της εξέλιξης της τεχνολογίας, αλλά και τις ανάγκες και απαιτήσεις που δημιουργούνται από την κοινωνία. Η εκπαίδευση οφείλει να συμβαδίζει και να προσαρμόζεται με τις κοινωνικές αλλαγές οι οποίες ολοένα και αυξάνονται, καθώς και με τις νέες θεωρίες της μάθησης.

Σε μία πραγματικότητα η οποία είναι πιο σύγχρονη από ποτέ, εκείνο το οποίο κινεί το ενδιαφέρον και είναι άξιο αναφοράς, είναι η ραγδαία ανάπτυξη και η εξάπλωση που παρουσιάζει ο τομέας της τεχνολογίας. Ο τομέας των φορητών συσκευών και των τηλεπικοινωνιών, παρουσιάζουν μία συνεχόμενη πρόοδο, η οποία με τη σειρά της επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό οποιοδήποτε κομμάτι της ζωής του ανθρώπου.

Κάποιος, θα μπορούσε να ισχυριστεί με βεβαιότητα πως αυτές οι εξελίξεις δεν αφήνουν ανεπηρέαστο και το κομμάτι του εκπαιδευτικού συστήματος. Αντιθέτως, οι Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.), κατά την ένταξή τους στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Α.Π.Σ.), όπως επίσης και στο Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.), έχουν θέσει τις βάσεις για ένα γόνιμο μαθησιακό περιβάλλον το οποίο προωθεί τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών, λαμβάνοντας πάντα υπόψη τη διαμεσολάβηση των εκπαιδευτικών. Οι μαθητές πλέον έχουν τη δυνατότητα να έχουν στα χέρια τους ηλεκτρονικές συσκευές όπως smartphones, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, tablets κ.α., τα οποία χρησιμεύουν πέρα από την ψυχαγωγία και ως γνωστικά διερευνητικά εργαλεία, καθώς και ως μέσα επικοινωνίας, αναζήτησης πληροφοριών και ψηφιακού γραμματισμού.

Η εισαγωγή μαζί με την ένταξη των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών στο χώρο της εκπαίδευσης, τροποποιεί τα δεδομένα που υπήρχαν ως τώρα στις σχολικές τάξεις και επιφέρει μία δυναμική νέου είδους. Οι Τ.Π.Ε. δύναται να λειτουργούν ως μέσα που ενισχύουν τη διαδικασία μάθησης και να ενσωματώνονται σε γνωστικά αντικείμενα τα οποία είναι διαφορετικά από το πεδίο εφαρμογής τους, για παράδειγμα η Γλώσσα, οι Φυσικές επιστήμες και τα Μαθηματικά, αλλά η παρουσία τους ενδέχεται να είναι και αυτόνομη. Μέσω αυτής της διαδικασίας, δημιουργούνται περιβάλλοντα μάθησης τα οποία είναι πιο αναβαθμισμένα από πριν και προσφέρουν μία ποικιλία από πληροφορίες, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο την εκπαιδευτική διαδικασία όπου αυτή παρουσιάζει πρόβλημα.

Το VR (Εικονική Πραγματικότητα – Virtual Reality) είναι μία από τις νέες τεχνολογίες, η οποία έχει εισχωρήσει στον εκπαιδευτικό τομέα. Το VR ορίζεται ως ένα τρισδιάστατο αλληλεπιδραστικό περιβάλλον (3Denvironment), το οποίο παράγεται από υπολογιστή και στο οποίο μπορεί κάποιος να εμβυθιστεί (Connet. al., 1989). Η εμβύθιση του χρήστη όμως, χαρακτηρίζεται από την αποκοπή του από το πραγματικό περιβάλλον στο οποίο ζει.

Την τελευταία δεκαετία, αλλά περισσότερο τα τελευταία χρόνια, υπάρχει η είσοδος ενός καινούριου τεχνολογικού επιτεύγματος, εκείνου της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) που αποτελεί παραλλαγή της Εικονικής Πραγματικότητας. Αντιθέτως με την Εικονική, κατά την Επαυξημένη ο χρήστης δεν έχει πλήρη εμβύθιση, όμως είναι σε θέση να δει τον πραγματικό κόσμο να αποτελείται από εικονικά αντικείμενα. Ως αποτέλεσμα, διαφαίνεται πως η Επαυξημένη Πραγματικότητα συμπληρώνει την πραγματικότητα δίχως να την αντικαθιστά εξ ολοκλήρου.

Η αξιοποίηση και η εισαγωγή της Επαυξημένης Πραγματικότητας στον εκπαιδευτικό τομέα, είναι σε θέση να τον μεταμορφώσει. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα ενισχύει την εμπλαιομένη και εγκαθιδρυμένη μάθηση. Η εμφάνιση των πληροφοριών χρησιμοποιώντας εικονικά μέσα τα οποία ο χρήστης δεν είναι σε θέση να εντοπίσει με τη βοήθεια των αισθήσεών του, μπορεί να του επιτρέψει να αλληλοεπιδράσει με τον πραγματικό κόσμο μέσω των τρόπων που ως τότε δεν ήταν δυνατόν, παρέχοντάς του την ευκαιρία παράλληλα να ανακαλύψει από μόνος του τη γνώση, κάτι που έρχεται σε πλήρη συμφωνία με μία θεωρία μάθησης, εκείνη της ανακαλυπτικής ή της διερευνητικής.

Κλείνοντας, στηριζόμενοι στις καινοτομίες που θέλει να εισαγάγει το Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα της Τεχνολογίας του Γυμνασίου και συγκεκριμένα της Β' τάξης, εφαρμόστηκε ως στρατηγική η χρήση κινητών συσκευών (κινητών τηλεφώνων και ταμπλέτες) με μια εφαρμογή που αναπτύχθηκε βασισμένη στη διδακτική ενότητα για την δημιουργία εργοστασίου παραγωγής μπισκότων στο μάθημα της Τεχνολογίας. Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 23 μαθητές/τριες της δευτέρας τάξης του Γυμνασίου, ηλικίας 13 ως 14 ετών.

Οι συμμετέχοντες έπαιξαν σε ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σε 1 συνεδρία που διήρκεσε περίπου 45 λεπτά (1 διδακτική ώρα). Μετά την ολοκλήρωση του διαδραστικού παιχνιδιού, οι μαθητές απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τη στάση τους απέναντι στο διαδραστικό περιβάλλον και τις γνώσεις που κατακτήθηκαν μέσω της ενίσχυσης του σχολικού τους εγχειριδίου. Μέσω των απαντήσεων των μαθητών ενισχύθηκε η μέθοδος διδασκαλίας με την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας.

Θέλοντας να δώσουμε μια πιο σαφή εικόνα στον αναγνώστη της παρούσης διπλωματικής εργασίας, γίνεται μια ανάλυση των κεφαλαίων που την αποτελούν.

Πιο συγκεκριμένα, στην παρούσα εργασία, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για την επαυξημένη πραγματικότητα ως σύνολο. Αναλύεται ο ορισμός της, η ιστορία και η μορφή που κατέχει τη σύγχρονη εποχή, ο ρόλος της στην εκπαίδευση και τις επιχειρήσεις, καθώς και οι διάφορες εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί και κάνουν χρήση αυτής της τεχνολογίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται ο ρόλος της επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα της εκπαίδευσης. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται οι εφαρμογές της στην επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση (EEK), τα κίνητρα των νέων για μάθηση, η μορφή της επαυξημένης πραγματικότητας στις κινητές συσκευές περιλαμβανομένων των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων της, καθώς και ποια μπορούν να είναι τα μαθησιακά οφέλη από τη χρήση της.

Το τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο το οποίο είναι και αφορά το ερευνητικό κομμάτι της διπλωματικής, αναλύεται στην ερευνητική μεθοδολογία και στα αποτελέσματα που προκύπτουν από το ερωτηματολόγιο που απάντησαν οι μαθητές της Β' Γυμνασίου στο μάθημα της Τεχνολογίας. Ακολουθούν τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία της εργασίας.

## 2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

### 2.1 Επαυξημένη Πραγματικότητα

#### 2.1.1 Ορισμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) ορίζεται ως μια διαδραστική εμπειρία ενός πραγματικού περιβάλλοντος όπου τα αντικείμενα που βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο ενισχύονται από εικονικές πληροφορίες, όπως κείμενο, εικόνες, κινούμενα σχέδια, τρισδιάστατα μοντέλα, σε πραγματικό χρόνο (Azuma et. al., 2001). Μπορεί επίσης να περιγραφεί ως μια κατάσταση στην οποία ένα πραγματικό περιβάλλον επικαλύπτεται δυναμικά με εικονικές πληροφορίες σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Σε αυτόν τον όρο, το AR επιτρέπει στους χρήστες να συμμετέχουν σε καθηλωτικές εμπειρίες που συγχωνεύουν τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο (Klopfer & Sheldon, 2010). Αυτές οι εμπειρίες παρέχουν υψηλό επίπεδο αλληλεπίδρασης και αφοσίωσης των χρηστών. Προηγούμενη έρευνα έχει προτείνει πολυάριθμες ταξινομήσεις του AR προκειμένου να καθοριστεί ο βαθμός στον οποίο η πραγματικότητα συμπληρώνεται ή επαυξάνεται.

Οι Milgram et al., ανέπτυξαν το Συνεχές Πραγματικότητα-Εικονικότητα, που εκτείνεται από ένα εντελώς πραγματικό σε ένα εντελώς εικονικό περιβάλλον. Μέσα σε αυτό το φάσμα, στο Mixed Reality (MR) συνυπάρχουν αντικείμενα πραγματικού και εικονικού κόσμου και οι χρήστες μπορούν να τα παρατηρήσουν και να τα χειριστούν. Επιπλέον, το MR αποτελείται από δύο βασικές αρχές: την επαυξημένη πραγματικότητα και την επαυξημένη εικονικότητα (AV). Παρόλο που στο AR οι πραγματικές πληροφορίες υπερτερούν της εικονικής, στο AV συμβαίνει το αντίθετο. Αυτή η



τεχνολογία προσθέτει αντικείμενα της πραγματικότητας σε ένα εικονικό περιβάλλον, αλλά οι εικονικές πληροφορίες υπερτερούν των πραγματικών (Milgramet. al., 1994).

Προκειμένου να αντιμετωπίσει το ζήτημα της διαφοροποίησης μεταξύ AV και AR, ο Klofer χρησιμοποίησε ένα φάσμα για να τονίσει το επίπεδο της αύξησης που παρέχεται στο AR προκειμένου να αντιμετωπίσει το ζήτημα της διάκρισης μεταξύ AV και AR. Το επίπεδο αύξησης καθορίζεται από την ποσότητα των εικονικών πληροφοριών που προσφέρονται στους χρήστες. Ως αποτέλεσμα, όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί σημαντικό όγκο πληροφοριών και στοιχείων από τον φυσικό-πραγματικό κόσμο ενώ έχει περιορισμένη πρόσβαση σε εικονικές πληροφορίες, αυτή η συνθήκη ονομάζεται ελαφρά επαυξημένη πραγματικότητα. Από την άλλη πλευρά, όταν ο χρήστης χρησιμοποιεί σημαντικό όγκο εικονικών πληροφοριών, αυτή η συνθήκη ονομάζεται βαριά επαυξημένη πραγματικότητα (Klofer & Sheldon, 2010).

Ο στόχος της επαυξημένης πραγματικότητας είναι να παρέχει ενισχυμένες εμπειρίες εμπλοκής και αλληλεπίδρασης που μπορούν να ικανοποιήσουν τις ανθρώπινες ανάγκες, κάνοντας τη ζωή τους πιο απλή. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) αυξάνει την αντίληψη και την αλληλεπίδραση του χρήστη με τον φυσικό κόσμο. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία εικονικής πραγματικότητας (VR) ή το εικονικό περιβάλλον, σύμφωνα με τον Milgram, βυθίζει πλήρως τους χρήστες σε έναν προσομοιωμένο κόσμο χωρίς να τους επιτρέπει να δουν τον πραγματικό κόσμο, σε αντίθεση με την τεχνολογία AR που ενισχύει την αίσθηση του ρεαλισμού, υπερθέτοντας εικονικά αντικείμενα και πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο στον πραγματικό κόσμο. Επιπλέον, η πιο σημαντική διαφορά μεταξύ VR και AR είναι ότι το AR δεν περιορίζεται σε έναν συγκεκριμένο τύπο τεχνολογίας οθόνης, όπως το Head-Mounted Display (HMD), αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί από διάφορους τύπους

συσκευών που περιγράφονται στο επόμενο κεφάλαιο. Επιπλέον, το AR έχει τη δύναμη να βελτιώνει όλες τις αισθήσεις, συμπεριλαμβανομένης της όσφρησης, της αφής και της ακοής. Σε αυτό το πλαίσιο, το AR μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει ή να αντικαταστήσει τις χαμένες αισθήσεις των χρηστών μέσω αισθητηριακής υποκατάστασης, χρησιμοποιώντας ακουστικά στοιχεία για να συμπληρώσει την όραση τυφλών χρηστών, για παράδειγμα, ή χρησιμοποιώντας οπτικές ενδείξεις για να αυξήσει την ακοή των κωφών χρηστών (Milgramet. al., 1994).



**Εικόνα 1:** Η Πραγματικότητα – Εικονικότητα του Milgram (Milgramet. al., 1994).

### 2.1.2 Η ιστορία της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η πρώτη εμφάνιση της Επαυξημένης Πραγματικότητας χρονολογείται από τη δεκαετία του 1950 όταν ο Morton Heilig, διευθυντής φωτογραφίας, σκέφτηκε πως ο κινηματογράφος είναι μια δραστηριότητα που θα είχε την ικανότητα να τραβήξει τον θεατή στη δραστηριότητα επί της οθόνης παίρνοντας όλες τις αισθήσεις με αποτελεσματικό τρόπο. Το 1962, ο Heilig κατασκεύασε ένα πρωτότυπο του οράματός του, το οποίο περιέγραψε το 1955 στο "The Cinema of the Future", με το όνομα Sensorama, το οποίο προϋπήρχε των ψηφιακών υπολογιστών (Kamarainenet. al., 2013). Στη συνέχεια, ο Ivan Sutherland εφηύρε την οθόνη που τοποθετείται στο κεφάλι το

1966. Το 1968, ο Σάδερλαντ ήταν ο πρώτος που δημιούργησε ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιώντας μια οπτική διαφανή οθόνη τοποθετημένη στο κεφάλι (Wuet. al., 2013). Το 1975, ο Myron Krueger δημιουργεί το Videoplace, ένα δωμάτιο που επιτρέπει στους χρήστες να αλληλοεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα για πρώτη φορά. Αργότερα, ο Tom Caudell και ο David Mizell από την Boeing δημιούργησαν τη φράση Επαυξημένη Πραγματικότητα ενώ βοηθούσαν τους εργαζόμενους να συναρμολογήσουν καλώδια για ένα αεροσκάφος (UNESCO, 2012). Άρχισαν επίσης να συζητούν τα πλεονεκτήματα της επαυξημένης πραγματικότητας έναντι της εικονικής πραγματικότητας (VR), όπως η απαίτηση λιγότερης ενέργειας, καθώς χρειάζονται λιγότερα πίζελ (Wuet. al., 2013). Την ίδια χρονιά, ο Rosenberg ανέπτυξε ένα από τα πρώτα λειτουργικά συστήματα AR, που ονομάζεται Virtual Fixtures και έδειξε τα οφέλη του στην ανθρώπινη απόδοση, ενώ οι Steven Feiner, Blair MacIntyre και Doree Seligmann παρουσίασαν την πρώτη σημαντική εργασία για ένα πρωτότυπο συστήματος AR με το όνομα KARMA (UNESCO, 2012). Το συνεχές εικονικότητα της πραγματικότητας δεν ορίστηκε μέχρι το 1994 από τους Paul Milgram και Fumio Kishino ως ένα συνεχές που εκτείνεται από το πραγματικό περιβάλλον στο εικονικό περιβάλλον. Το AR και το AV βρίσκονται κάπου στο ενδιάμεσο, με το AR να είναι πιο κοντά στο περιβάλλον του πραγματικού κόσμου και το AV πιο κοντά στο εικονικό περιβάλλον. Το 1997, ο Ronald Azuma γράφει την πρώτη έρευνα στο AR παρέχοντας έναν ευρέως αναγνωρισμένο ορισμό του AR, προσδιορίζοντάς το ότι συνδυάζει πραγματικό και εικονικό περιβάλλον ενώ ταυτόχρονα είναι καταχωρημένο σε 3D και σε πραγματικό χρόνο (Wuet. al., 2013). Το πρώτο παιχνίδι AR για κινητά σε εξωτερικούς χώρους, το ARQuake, αναπτύχθηκε από τον Bruce Thomas το 2000 και παρουσιάστηκε κατά τη διάρκεια του Διεθνούς Συμποσίου για φορητούς υπολογιστές.

Το 2005, η έκθεση Horizon προβλέπει ότι οι τεχνολογίες AR θα αναδυθούν πληρέστερα μέσα στα επόμενα 4-5 χρόνια. και, για να επιβεβαιωθεί αυτή η πρόβλεψη, τα συστήματα κάμερας που μπορούν να αναλύουν φυσικά περιβάλλοντα σε πραγματικό χρόνο και να συσχετίζουν τις θέσεις μεταξύ αντικειμένων και περιβάλλοντος αναπτύσσονται την ίδια χρονιά (Azuma et. al., 2001). Αυτός ο τύπος συστήματος κάμερας έχει γίνει η βάση για την ενσωμάτωση εικονικών αντικειμένων με την πραγματικότητα σε συστήματα AR. Τα επόμενα χρόνια, όλο και περισσότερες εφαρμογές AR αναπτύσσονται ειδικά με εφαρμογές για κινητά, όπως το Wikitude AR TravelGuide που κυκλοφόρησε το 2008, αλλά και με την ανάπτυξη ιατρικών εφαρμογών το 2007. Σήμερα, με τις νέες εξελίξεις στην τεχνολογία, αυξάνεται ο ρυθμός που παράγονται συστήματα και εφαρμογές AR.

### **2.1.3 Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην εκπαίδευση και τις επιχειρήσεις**

Επαγγελματίες και ερευνητές έχουν προσπαθήσει να εφαρμόσουν το AR στη μάθηση που βασίζεται στην τάξη σε μαθήματα όπως η χημεία, τα μαθηματικά, η βιολογία, η φυσική, η αστρονομία και άλλη εκπαίδευση, σε ηλικίες άνω των 12 και να την υιοθετήσουν σε επαυξημένα βιβλία και οδηγούς μαθητών. Ωστόσο, εκτιμάται ότι το AR δεν έχει υιοθετηθεί πολύ σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα λόγω της μικρής οικονομικής υποστήριξης από την κυβέρνηση και της έλλειψης επίγνωσης των αναγκών για AR σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα.

Στους εταιρικούς χώρους, το AR είναι ένα συνεργατικό, επεξηγήσιμο και καθοδηγούμενο εργαλείο για εργαζόμενους, διευθυντές και πελάτες. Επίσης, οι επιχειρήσεις έχουν καλύτερο περιβάλλον από εκείνα των εκπαιδευτικών πλαισίων όσον αφορά τη δυνατότητα διατήρησης του κόστους και υποστήριξης εφαρμογών AR. Πολλές εταιρείες ενδιαφέρονται να χρησιμοποιήσουν AR για το σχεδιασμό και την

αναγνώριση των φυσικών μερών των προϊόντων τους. Για παράδειγμα, οι επιχειρήσεις όχι μόνο μπορεί να φανταστούν να σχεδιάσουν ένα αυτοκίνητο σε τρεις διαστάσεις στο οποίο μπορούν να κάνουν άμεσες αλλαγές όταν χρειάζεται, αλλά μπορούν επίσης να δημιουργήσουν εικονικά σχόλια που εξηγούν στους τεχνικούς τι πρέπει να επιδιορθωθεί.

#### **2.1.4 Συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας**

Οι πιο κοινές συσκευές που υποστηρίζουν την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας είναι οι ακόλουθες:

##### Οθόνες

Στην Επαυξημένη Πραγματικότητα, χρησιμοποιούνται τρεις βασικοί τύποι οθόνης: α) Οθόνες χειρός, β) χωρικές οθόνες και γ) Οθόνες τοποθετημένες στο κεφάλι (HMD) (Carmigniani et. al., 2011). Αρχικά, οι Οθόνες χειρός χρησιμοποιούν μικρές υπολογιστικές συσκευές με οθόνες που μπορούν να έχουν οι χρήστες στα χέρια τους. Προκειμένου να υπερτεθούν τα γραφικά στον πραγματικό κόσμο, οι συσκευές χρησιμοποιούν τεχνικές προβολής βίντεο (Reyes–Aviles&Cruz–Avilez, 2018). Χρησιμοποιούν επίσης τους αισθητήρες τους, όπως τις ψηφιακές πυξίδες και το GPS, και τους αισθητήρες παρακολούθησης για να αναζητήσουν μια τοποθεσία ή ένα πραγματικό αντικείμενο στον φυσικό κόσμο. Οι πιο κοινές οθόνες χειρός είναι: smartphone, tablet και PDA. Σήμερα, με την ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας, τα smartphone είναι πολλά υποσχόμενες συσκευές για AR, όχι μόνο επειδή είναι φορητές και ευρέως διαθέσιμες, αλλά, με τις πρόσφατες εξελίξεις, περιλαμβάνουν πλέον βελτιωμένη κάμερα, CPU, GPS, γυροσκόπιο και άλλα χαρακτηριστικά (Reyes–Aviles&Cruz–Avilez, 2018). Το μόνο μειονέκτημα είναι το μικρό μέγεθος της οθόνης ότι δεν είναι ιδανική για τρισδιάστατες διεπαφές χρήστη. Συνεχίζοντας, τα tablet είναι πολύ ανώτερα από τα smartphone από

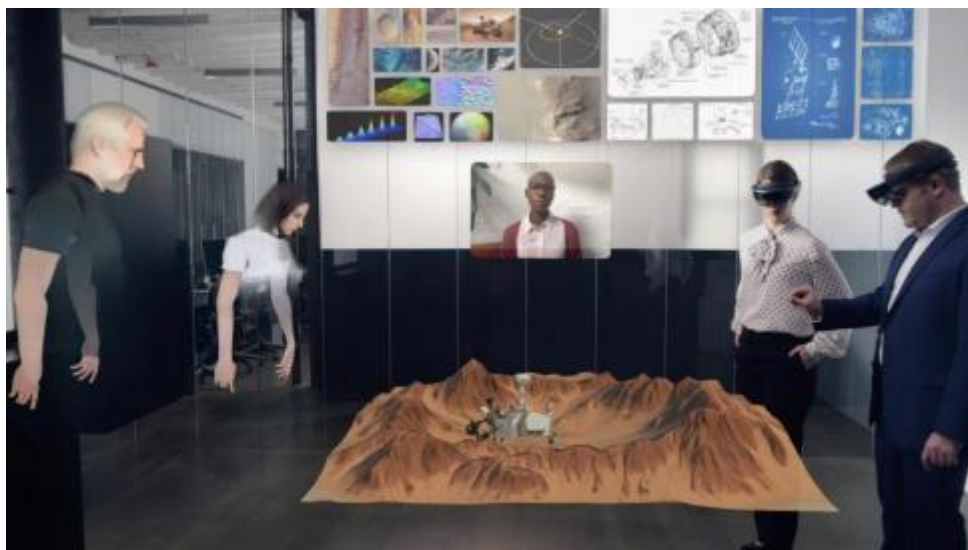
άποψη επεξεργαστικής ισχύος, ωστόσο, είναι σημαντικά πιο ακριβά, ειδικά τα πιο εξειδικευμένα μοντέλα. Είναι σημαντικά πιο ακριβά και πολύ βαριά, ειδικά για χρήση με το ένα χέρι. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, τα PDA μοιράζονται πολλά από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των smartphone. Ωστόσο, από τις πιο πρόσφατες εξελίξεις, γίνονται πολύ λιγότερο διαδεδομένα από τα smartphone.



**Εικόνα 2:** HandheldAR για μηχανολογικούς σκοπούς (Reyes–Aviles&Cruz–Avilez, 2018).

Ο δεύτερος τύπος οθόνης AR ονομάζεται Spatial AR Display (SAR) και χρησιμοποιεί οπτικά στοιχεία όπως ολογράμματα και βιντεοπροβολείς, χρησιμοποιώντας επίσης τεχνολογίες παρακολούθησης για την προβολή γραφικών πληροφοριών απευθείας σε πραγματικά αντικείμενα. Αυτός ο τύπος οθόνης είναι εξαιρετικά σημαντικός καθώς παρέχει στον χρήστη ελευθερία κινήσεων, χωρίς να χρειάζεται να φορέσει ή να κρατήσει κάποια συσκευή (Parket. al., 2015). Ένα άλλο σημαντικό όφελος που παρέχει το SAR στους χρήστες είναι η συνεργασία μεταξύ τους, ενισχύοντας το ενδιαφέρον για τέτοιες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε κολέγια, μουσεία, γραφεία κ.λπ. (βλ. Εικόνα 3). Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο οι

οθόνες SAR αυξάνουν το περιβάλλον, υπάρχουν τρεις μέθοδοι χρήσης αυτής της τεχνολογίας: μέσω οπτικής προβολής, προβολής βίντεο ή άμεσης αύξησης (Jaewoonet. al., 2015). Οι οθόνες οπτικής προβολής στο χώρο παράγουν εικόνες που ευθυγραμμίζονται χωρικά με το περιβάλλον τους. Βασικά στοιχεία αυτών των τύπων οθονών είναι τα οπτικά ολογράμματα ή οι διαφανείς οθόνες.



**Εικόνα 3:** Οι άνθρωποι συνεργάζονται μέσω της χρήσης εφαρμογών SAR στο γραφείο (Reyes–Aviles&Cruz–Avilez, 2018).

Συνεχίζοντας, οι οθόνες προβολής βίντεο βασίζονται κυρίως στην οθόνη. Μια κάμερα καταγράφει μια ψηφιακή εικόνα βίντεο του πραγματικού κόσμου και την τροφοδοτεί στον επεξεργαστή γραφικών σε πραγματικό χρόνο. Στη συνέχεια, η τροφοδοσία εικόνας βίντεο συνδυάζεται με γραφικά που δημιουργούνται από υπολογιστή (εικονικό περιεχόμενο) και εμφανίζεται στην οθόνη από τον επεξεργαστή γραφικών. Όταν ολοκληρωθεί η επεξεργασία του βίντεο πριν από την εμφάνιση του περιεχομένου στον θεατή, η φωτεινότητα και η αντίθεση τόσο του πραγματικού όσο και των εικονικών στοιχείων μπορεί να ελέγχονται για μια απρόσκοπτη εμπειρία. Ωστόσο, υπάρχουν μειονεκτήματα όπως η ανάλυση χαμηλής πραγματικότητας (οι οθόνες δεν ταιριάζουν με την ανάλυση του ανθρώπινου ματιού), το οπτικό πεδίο είναι

περιορισμένο και η παράλλαξη των ματιών (απόκλιση ματιών) λόγω της θέσης της κάμερας, η οποία είναι συνήθως μια απόσταση από την πραγματική θέση των ματιών του χρήστη. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, το AR που βασίζεται στην προβολή ορίζεται ως μια τεχνική προβολής βίντεο που μπορεί να επεκτείνει και να ενισχύσει τις οπτικές πληροφορίες προβάλλοντας εικόνες στην επιφάνεια τρισδιάστατων αντικειμένων ή χώρου (Jaewoonet. al., 2015). Με τη χρήση αυτού του τύπου οθόνης, είναι απλό να δημιουργηθούν γραφικές αναπαραστάσεις που οι συμβατικές τεχνικές φωτισμού δεν μπορούν να αναπαραστήσουν. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές τεχνικές φωτισμού, αυτή μπορεί να εμφανίσει μια εικόνα ή ένα βίντεο υψηλής ευκρίνειας και να τροποποιήσει δραματικά το περίγραμμα ενός αντικειμένου καθώς περνά ο καιρός. Ως αποτέλεσμα, μπορεί να εμφανίζει δυναμικά οπτικές εικόνες. Αυτός ο συνδυασμός εικόνων και αντικειμένων του πραγματικού κόσμου επιτρέπει στους θεατές να αναγνωρίσουν οπτικά εκτεταμένο χώρο.

Η τελευταία μεγάλη κατηγορία είναι η HMD. Αυτή είναι μια συσκευή προβολής τοποθετημένη στο κεφάλι που επικαλύπτει τα πραγματικά περιβάλλοντα με εικονικά στοιχεία στην προβολή του χρήστη. Υπάρχουν δύο κατηγορίες HMD, η προβολή μέσω βίντεο και η οπτική προβολή (Julianneet. al., 2009). Τα συστήματα προβολής βίντεο εμφανίζουν ροές βίντεο από δύο κάμερες που είναι ενσωματωμένες σε συσκευές που είναι τοποθετημένες στο κεφάλι. Από την άλλη πλευρά, η τεχνολογία οπτικής διαφάνειας χρησιμοποιεί μια μέθοδο μισού ασημί καθρέφτη για να επιτρέψει στις πραγματικές απόψεις του κόσμου να ρέουν μέσα από το φακό και τις λεπτομέρειες οπτικής επικάλυψης να απεικονίζονται στο όραμα του χρήστη (Gibbyet. al., 2019). Η σκηνή, όπως και ο πραγματικός κόσμος, εμφανίζονται πιο ρεαλιστικά από ό,τι στην ποιότητα της οθόνης. Επιπλέον, τα συστήματα προβολής βίντεο είναι πιο δύσκολο να



εφαρμοστούν από τα οπτικά διαφανή συστήματα, καθώς απαιτούν από τον χρήστη να φοράει δύο κάμερες στο κεφάλι του. Στα συστήματα προβολής βίντεο, από την άλλη πλευρά, η επαυξημένη όραση έχει ήδη κατασκευαστεί από τον υπολογιστή, δίνοντας στον χρήστη πολύ περισσότερο έλεγχο επί του αποτελέσματος.

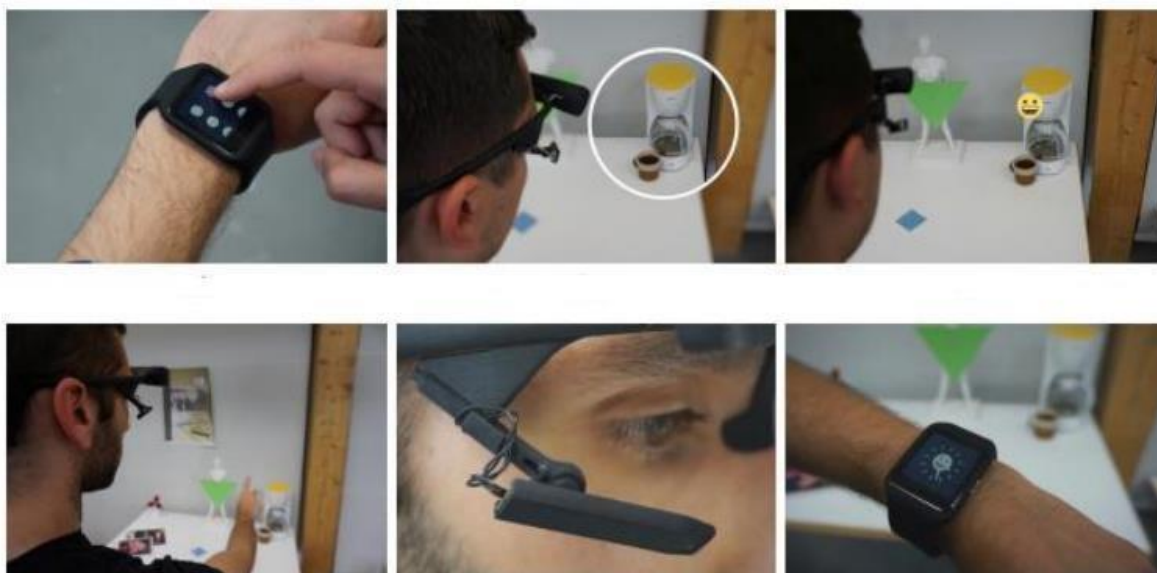


**Εικόνα 4:** Ο χρήστης πραγματοποιεί εργασίες φορώντας συσκευή HMD (Reyes–Aviles&Cruz–Avilez, 2018).

#### Συσκευές εισόδου

Υπάρχει μια ποικιλία τύπων συσκευών εισόδου που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές AR, όπως γάντια, ασύρματα βραχιολάκια ή ακόμα και smartphone που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως συσκευές κατάδειξης. Οι συσκευές εισόδου που επιλέγονται εξαρτώνται από τον τύπο της εφαρμογής για την οποία σχεδιάζεται το σύστημα. Για παράδειγμα, εάν ένα σύστημα απαιτεί από τον χρήστη να εκτελεί εργασίες με τα χέρια του ελεύθερα, η επιλεγμένη συσκευή εισόδου θα είναι αυτή που επιτρέπει στο χρήστη να χρησιμοποιήσει τα χέρια του/της για την εφαρμογή. Για παράδειγμα, οι Bâce et al., σχεδίασαν και υλοποίησαν το ubiGaze, μια καινοτόμο φορητή πανταχού παρούσα προσέγγιση για την ενίσχυση οποιουδήποτε αντικειμένου του πραγματικού κόσμου με

αόρατα μηνύματα με κινήσεις βλέμματος που ενσωματώνουν το μήνυμα στο αντικείμενο (Bace et. al., 2016). Ένα σενάριο αυτής της εφαρμογής παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα.



**Εικόνα 5:** Σενάριο ubiGaze: Επιλογή μηνύματος από το smartwatch, επιλογή αντικειμένου του πραγματικού κόσμου προς επαύξηση με μήνυμα, ενσωμάτωση του μηνύματος στο αντικείμενο με τη χρήση κινήσεων, εστίαση ενός συναδέλφου στο ίδιο αντικείμενο, ξεκλείδωμα του μηνύματος με την κατάλληλη κίνηση βλέμματος, εμφάνιση μηνύματος στο smartwatch του χρήστη (Julianneet. al., 2009).

Ομοίως, εάν μια εφαρμογή χρησιμοποιεί οθόνη χειρός, οι προγραμματιστές θα μπορούσαν να εφαρμόσουν μια συσκευή εισαγωγής οθόνης αφής.

### Παρακολούθηση

Ψηφιακές κάμερες και άλλοι οπτικοί αισθητήρες, GPS, γυροσκόπια, πυξίδες, ασύρματοι αισθητήρες και άλλες συσκευές παρακολούθησης είναι παραδείγματα συσκευών παρακολούθησης. Κάθε μία από αυτές τις μεθόδους έχει ένα ξεχωριστό επίπεδο ακρίβειας και εξαρτάται πολύ από το είδος του συστήματος που σχεδιάζεται.

### 2.1.5 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) αναπτύσσεται ως κρίσιμος μοχλός της τεχνολογικής οικονομίας. Αυτό συμβαίνει επειδή οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας έχουν τη δυνατότητα να προσθέσουν αξία σε σχεδόν κάθε επιχείρηση, από τη λιανική έως τη βιομηχανική κατασκευή. Μια ποικιλία εφαρμογών της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας σχεδιάζεται και αναπτύσσεται μέρα με τη μέρα σε διάφορους τομείς, από την εκπαίδευση και την κατάρτιση μέχρι την εξ αποστάσεως εργασία. Μερικοί από τους πιο σημαντικούς τομείς που χρησιμοποιούνται οι εφαρμογές AR παρουσιάζονται παρακάτω:

#### Εκπαίδευση και Ψυχαγωγία

Σήμερα, όλο και περισσότερες εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας εφαρμόζονται για εκπαιδευτικά πεδία (Estapa&Nadolny, 2015). Τα συστήματα AR επιτρέπουν στους χρήστες να παρατηρούν επιστημονικά φαινόμενα που είναι δύσκολο να προσομοιωθούν και να εξηγηθούν στην πραγματική ζωή, όπως χημικές διεργασίες ή φαινόμενα ανατομίας, ενισχύοντας τα κίνητρα και τη δέσμευση των μαθητών. Επιπλέον, με τη συμμετοχή στη δημιουργία εκπαιδευτικού περιεχομένου, αυξάνεται και η προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών. Ένα διαδραστικό περιβάλλον μάθησης επιτρέπει την εφαρμογή μεθοδολογιών πρακτικής μάθησης, οι οποίες μπορούν να ενισχύσουν τη δέσμευση, να βελτιώσουν τη μαθησιακή εμπειρία και να ενθαρρύνουν τους μαθητές να μάθουν και να εξασκήσουν νέες δεξιότητες (Palmariniet. al., 2018). Επιπλέον, επειδή το περιεχόμενο AR είναι ψηφιακό, μπορεί εύκολα να κοινοποιηθεί, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να επικοινωνούν και να συνεργάζονται μεταξύ τους για την εκτέλεση εργασιών. Έτσι, οι μέθοδοι συνεργατικής μάθησης αυξάνουν το κίνητρο των μαθητών, καθώς μοιράζονται γνώσεις και απόψεις που θα τους κάνουν να

συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και θα τους βοηθήσουν να επιτύχουν τους μαθησιακούς τους στόχους. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, σε σύγκριση με την εικονική πραγματικότητα, η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει πιο φιλικές προς το κόστος λύσεις σε εκπαιδευτικές περιοχές με περιορισμένους πόρους.

Υπάρχουν πολλές εφαρμογές που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση για διάφορα αντικείμενα. Για παράδειγμα, το GeoGebra είναι μια διαδραστική εφαρμογή που προωθεί την εκπαίδευση στην επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) επιτρέποντας στους μαθητές να παρατηρούν σχήματα και τρισδιάστατες λειτουργίες, να χρησιμοποιούν ικανότητες κριτικής σκέψης και πολλά άλλα (Geogebra AR application).



**Εικόνα 6:** Εκμάθηση πάνω σε γεωμετρικά σχήματα μέσω της εφαρμογής Geogebra AR (Palmariniet. al., 2018).

Από την άλλη, η ψυχαγωγία είναι ένας άλλος τομέας που οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας αναπτύσσονται προοδευτικά μέρα με τη μέρα. Οι άνθρωποι αναζητούν συνεχώς τρόπους για να διασκεδάσουν με κάποιο τρόπο. Η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ανυψώσει αυτήν την πηγή ψυχαγωγίας σε μεγαλύτερα επίπεδα. Ταινίες, αθλητικές και μουσικές εκδηλώσεις και παιχνίδια εσωτερικού και εξωτερικού χώρου είναι μερικές από τις πτυχές της βιομηχανίας ψυχαγωγίας που

μπορούν να βελτιωθούν για να προσφέρουν μια πιο συναρπαστική εμπειρία. Μετά την τεράστια επιτυχία του PokémonGo, το οποίο υλοποίησε η Niantic το 2016, εμφανίστηκαν όλο και περισσότερα παιχνίδια AR. Για παράδειγμα, το Jurassic World Alive είναι ένα παιχνίδι AR παρόμοιο στη μηχανική με το PokémonGo. Και τα δύο παιχνίδια ανήκουν στην κατηγορία παιχνιδιών βάσει τοποθεσίας, στα οποία το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης (GPS) ή η ψηφιακή πυξίδα βοηθά στον εντοπισμό της θέσης του χρήστη, μετά την οποία τα πραγματικά φυσικά πράγματα αντικαθίστανται ή συνδυάζονται με τα επαυξημένα αντικείμενα. Οι παίκτες στο Jurassic World Alive εξερευνούν τον πραγματικό κόσμο αναζητώντας διάφορους δεινόσαυρους για απόκτηση. Από εκεί, οι παίκτες μπορούν να πολεμήσουν άλλους παίκτες και ακόμη και να δημιουργήσουν υβριδικούς δεινόσαυρους στη λειτουργία εργαστηρίου του παιχνιδιού.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο παιχνίδι AR είναι το "Knightfall AR", το οποίο είναι στην πραγματικότητα ένα επιτραπέζιο παιχνίδι που παίζεται μέσω της κινητής συσκευής του χρήστη. Αυτό το παιχνίδι τοποθετεί τους χρήστες στον κόσμο των Ναϊτών Ιπποτών καθώς προσπαθούν να υπερασπιστούν την Άκρα από έναν στρατό εισβολής και να σώσουν το πιο πολυπόθητο τεχνούργημα του Χριστιανισμού, το Άγιο Δισκοπότηρο. Ο στόχος είναι να εξαλειφθούν όσο το δυνατόν περισσότεροι στρατιώτες του εχθρού προτού παραβιάσουν τις οχυρώσεις.



**Εικόνα 7:** Το παιχνίδι Knightfall AR (Palmariniet. al., 2018).

### Διαφήμιση και Μάρκετινγκ

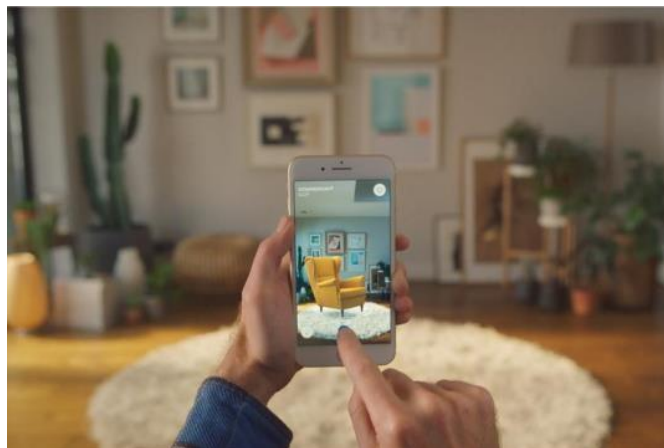
Οι καινοτόμοι έμποροι μπορούν να επωφεληθούν από την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας για να δημιουργήσουν καθηλωτικές εμπειρίες επωνυμίας, πιο διαδραστική διαφήμιση και νέους τρόπους αλληλεπίδρασης των καταναλωτών με προϊόντα και τοποθεσίες (Hopp & Gangadharbatla, 2016). Οι έμποροι στοχεύουν να αναπτύξουν εμπειρίες χρηστών που λαμβάνουν υπόψη τους επικοινωνιακούς τους στόχους, το κοινό-στόχο, τις τεχνικές διαχείρισης περιεχομένου και το κοινωνικό-φυσικό πλαίσιο της ζωής των πελατών τους. Το πιο σημαντικό είναι ότι πρέπει να επικεντρωθούν στη συμμετοχή των πελατών και στους παράγοντες που την επηρεάζουν, όπως η οικονομική τιμή, η κοινωνικότητα και τα τεχνουργήματα. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι διαφημιστικές και εμπορικές βιομηχανίες εκμεταλλεύονται την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας.

Πρώτα απ' όλα, οι βιομηχανίες επιτρέπουν στους καταναλωτές να δοκιμάσουν πριν αγοράσουν. Οι πελάτες έχουν πάντα την επιθυμία να δοκιμάσουν προϊόντα πριν τα αγοράσουν. Μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες τάσεις λιανικής είναι οι επαυξημένες εμπειρίες αγορών. Υπάρχουν πολλά διαθέσιμα προϊόντα που σχετίζονται



με το σπίτι και δεν απαιτούν από τους χρήστες να έρχονται σε άμεση επαφή μαζί τους. Το AR εξαλείφει την ανάγκη για ένα μεγάλο φυσικό απόθεμα που θα επιτρέπει στους πελάτες να δοκιμάσουν ή ένα μεγάλο δείγμα πραγμάτων προκειμένου να βρουν αυτό που ικανοποιεί καλύτερα τις ανάγκες τους.

Ένα σημαντικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας είναι η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας του IKEA, το IKEA Place όπως ονομάζεται (IKEA AR application). Αυτή η εφαρμογή επιτρέπει στους πελάτες να αξιολογούν προϊόντα IKEA σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Apple iOS ARKit. Το IKEA Place σαρώνει το μέγεθος ενός δωματίου χρησιμοποιώντας μια κάμερα iPhone για να οπτικοποιήσει ένα προϊόν σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Για να λάβουν τις αποφάσεις τους, οι χρήστες μπορούν να αναζητήσουν πάνω από 2 χιλιάδες προϊόντα IKEA. Αφού επιλέξουν ένα προϊόν, οι χρήστες πρέπει να στοχεύσουν τη συσκευή στην επιθυμητή θέση σε ένα δωμάτιο και, στη συνέχεια, να σύρουν και να αποθέσουν το προϊόν στη θέση του.



**Εικόνα 8:** Η εφαρμογή IKEA Place (Palmarini et. al., 2018).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο έχει χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία AR στον τομέα του μάρκετινγκ και της διαφήμισης επωνυμίας είναι ο εξής: Με τη συμπερίληψη ενός εικονικού στοιχείου, η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να αναβαθμίσει τα υλικά

επωνυμίας, όπως οι επαγγελματικές κάρτες. Οι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις φορητές συσκευές τους για να σαρώσουν προϊόντα για να αποκτήσουν πρόσβαση σε μια ποικιλία υπηρεσιών που παρέχουν πρόσθετες πληροφορίες και μεθόδους επικοινωνίας με την επιχείρηση. Για παράδειγμα, μια επαγγελματική κάρτα μπορεί να χρησιμοποιήσει την επαυξημένη πραγματικότητα για να εμφανίσει μια σειρά χρήσιμων πληροφοριών επαφών, επιτρέποντας στον χρήστη να επικοινωνήσει με το τηλέφωνο, το email ή το φαξ της εταιρείας. Το AR αποδείχθηκε το ισχυρότερο κίνητρο χρήστη από άλλα μέσα στον τομέα της διαφήμισης, όπως τηλεόραση, ραδιόφωνο κ.λπ. Πιο συγκεκριμένα, το AR δίνει στους χρήστες την ευκαιρία να συνδεθούν με το προϊόν με πιο άμεσο τρόπο, καθώς οι χρήστες μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τις ψηφιακές πληροφορίες του προϊόντος. Από την άλλη πλευρά, η τηλεόραση ή το ραδιόφωνο παρέχει μια παθητική προσέγγιση των συνδέσεων μεταξύ του χρήστη και του προϊόντος. Το AR επιτρέπει στις επιχειρήσεις να προσθέτουν ένα ψηφιακό στοιχείο στα φυσικά προϊόντα τους. Οι πελάτες μπορούν να σαρώσουν ένα προϊόν για να αναδείξουν μια εμπειρία AR με στόχο είτε την παροχή πρόσθετων πληροφοριών προϊόντος είτε κάποιου τύπου συμπληρωματική εμπειρία που σχετίζεται με την επωνυμία. Για παράδειγμα, τα Starbucks χρησιμοποίησαν την επαυξημένη πραγματικότητα για να ψηφιοποιήσουν την περιήγηση σε ένα από τα καφέ τους. Οι χρήστες μπορούν να σαρώσουν αντικείμενα στο κατάστημα για να αποκτήσουν μια εικονική περιήγηση που παρέχει περισσότερες πληροφορίες για τη βελτίωση της φυσικής τοποθεσίας. Επιπλέον, το AR δημιουργεί μια αξέχαστη εμπειρία βυθίζοντας το χρήστη σε ένα καθηλωτικό περιβάλλον που αιχμαλωτίζει την προσοχή του. Οι καταναλωτές θα κατανοήσουν όλες τις σημαντικές πληροφορίες για το προϊόν και θα τις διατηρήσουν στο μυαλό τους για μεγάλο χρονικό διάστημα.





**Εικόνα 9:** Εφαρμογή AR του Starbucks που επιτρέπει στους χρήστες να συνδυάζουν την εμπειρία λιανικής στο διαδίκτυο και στο κατάστημα στην Σαγκάη.

### **2.1.6 Επαυξημένη πραγματικότητα σε κινητές συσκευές**

Με απλά λόγια, η επαυξημένη πραγματικότητα για κινητά είναι ένα είδος AR που μπορεί ο χρήστης να έχει μαζί του σε οποιοδήποτε σημείο. Πιο συγκεκριμένα, αυτό σημαίνει ότι το υλικό που απαιτείται για την υλοποίηση μιας εφαρμογής AR είναι κάτι που παίρνει μαζί του οπουδήποτε. Υπάρχει μια σημαντική διάκριση μεταξύ της επαυξημένης πραγματικότητας για φορητές συσκευές και της φορητής επαυξημένης πραγματικότητας

Η φορητή επαυξημένη πραγματικότητα χρησιμοποιεί τεχνολογία που μπορεί κάποιος να μετακινήσει από μέρος σε μέρος. Ένας επιτραπέζιος υπολογιστής με οθόνη είναι κάπως φορητός καθώς μπορεί να μετακινηθεί από το ένα μέρος στο άλλο σχετικά εύκολα. Ένας φορητός υπολογιστής είναι ακόμα πιο φορητός.

Ένα smartphone, ωστόσο, είναι μια πραγματικά φορητή συσκευή. Χωράει στην τσέπη και είναι εύκολο στη χρήση οποιαδήποτε στιγμ. Ομοίως, οι περισσότερες συσκευές tablet είναι φορητές συσκευές, καθώς μπορούν να μεταφερθούν εύκολα

παντού. Υπάρχει μια άλλη κατηγορία συσκευών που πρέπει να εξεταστεί. Οι φορητές κονσόλες παιχνιδιών και οι ηλεκτρονικοί αναγνώστες μεταφέρονται εύκολα. Μπορεί να παρέχουν ή να μην παρέχουν την τεχνολογική υποστήριξη για το AR αυτήν τη στιγμή, αλλά αυτά και τα φορητά tablet φαίνεται να εισβάλλουν το ένα στην επικράτεια του άλλου όσον αφορά τις εφαρμογές που εκτελούν. Οι ηλεκτρονικοί αναγνώστες κάνουν περισσότερα πράγματα από το να χρησιμεύουν απλώς ως ηλεκτρονικοί αναγνώστες. Η μεγάλη διάκριση μεταξύ αυτών των τύπων συσκευών και των smartphones και tablet έγκειται στο αν οι άνθρωποι πιθανότατα θα κουβαλούσαν τις συσκευές μαζί τους ούτως ή άλλως ή όχι. Δηλαδή, πολλοί άνθρωποι θα κουβαλούσαν ένα smartphone είτε είχε σχέση με την επαυξημένη πραγματικότητα είτε όχι. Μερικοί άνθρωποι μπορεί να έχουν μια κονσόλα παιχνιδιών σε καθημερινή βάση, και κάποιοι όχι. Αυτές είναι σαφώς φορητές συσκευές, αλλά η πραγματική νίκη στην επαυξημένη πραγματικότητα για κινητά έρχεται όταν ο συμμετέχων δεν απαιτείται να κουβαλήσει τίποτα περισσότερο από αυτό που θα κουβαλούσε ούτως ή άλλως.

Όπως συμβαίνει με τα περισσότερα πράγματα, υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη χρήση κινητών συσκευών για κινητές εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας. Τα πλεονεκτήματα σχετίζονται κυρίως με το γεγονός ότι οι εφαρμογές AR μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή. Τα μειονεκτήματα σχετίζονται κυρίως με περιορισμούς που επιβάλλονται με αντάλλαγμα την κινητικότητα, αν και μερικές φορές υπάρχουν πλεονεκτήματα στη χρήση μιας μόνιμης ή ημιμόνιμης εγκατάστασης σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία. Υπάρχουν επίσης και άλλα ειδικά ζητήματα για όσους σχεδιάζουν να δημιουργήσουν εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά.

### 2.1.7 Πλεονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στη χρήση της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας για την υποστήριξη εφαρμογών AR. Πολλά από αυτά είναι προφανή, αλλά μερικά είναι λιγότερο προφανή. Πρώτο και κύριο είναι το γεγονός ότι η επαυξημένη πραγματικότητα, όπως φαίνεται σε προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχει στον πραγματικό κόσμο, όπου κι αν είναι αυτό. Δηλαδή, γενικά δεν έχει νόημα να στεγάζεται η εφαρμογή AR σε μια ειδικά κατασκευασμένη «εγκατάσταση» όπως ένα CAVE (δωμάτιο ειδικά σχεδιασμένο για χρήση VR) εικονικής πραγματικότητας, μια εγκατάσταση τηλεδιάσκεψης βίντεο ή άλλη σημαντική υποδομή. Με τη χρήση της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας, η εφαρμογή AR μπορεί να συμβεί σε οποιαδήποτε τοποθεσία είναι λογική. Αυτό δεν σημαίνει ότι, για παράδειγμα, δεν υπάρχει ποτέ περίπτωση μια εφαρμογή AR να περιοριστεί σε ένα συγκεκριμένο γεωγραφικό μέρος. Πράγματι, εάν κάποιος δημιουργήσει μια εφαρμογή AR γύρω από τον (πραγματικό) Πύργο του Άιφελ, τότε ο/οι συμμετέχοντες/ες θα πρέπει να βρίσκονται στον Πύργο του Άιφελ. Ωστόσο, η επαυξημένη πραγματικότητα για κινητά επιτρέπει στους ανθρώπους να φέρουν μαζί τους την απαιτούμενη τεχνολογία. Στην πραγματικότητα, σε πολλές περιπτώσεις επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά, θα έφεραν ήδη το απαιτούμενο υλικό μαζί τους είτε σχεδίαζαν είτε όχι να βιώσουν την επαυξημένη πραγματικότητα ανά πάσα στιγμή.

Η επαυξημένη πραγματικότητα για φορητές συσκευές ταιριάζει ιδιαίτερα σε ιδέες όπως η «πανταχού παρούσα μάθηση», στην οποία το σχέδιο είναι ότι κάθε άτομο μαθαίνει συνεχώς, όπου κι αν βρίσκεται, όταν χρειάζεται. Ένα παράδειγμα μπορεί να είναι ότι εάν κάποιος επισκέπτεται το Gettysburg και θέλει να μάθει περισσότερα για τη Μάχη του Gettysburg, μπορεί να χρησιμοποιήσει το κινητό του τηλέφωνο ή το tablet

του για να αποκτήσει πρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τη μάχη, ίσως για να δει το πεδίο όπως ήταν σε μια ιστορική χρονική στιγμή, να δει τη μάχη να λαμβάνει χώρα, και επίσης να δει επικαλύψεις στα πεδία για να δείξει πώς χρησιμοποιήθηκε το έδαφος στη στρατηγική μάχης.

Ένα πλεονέκτημα των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας που μπορεί να μην είναι προφανές με την πρώτη ματιά είναι ότι είναι συχνά πολύ χαμηλού κόστους σε σύγκριση με πιο μόνιμες τεχνολογίες ή τεχνολογίες ειδικού σκοπού. Σε αυτή την περίπτωση, γίνεται λόγος συγκεκριμένα σε smartphone και tablet. Αυτές οι τεχνολογίες κερδίζουν ισχύ και δυνατότητες σε καθημερινή βάση, ενώ ταυτόχρονα το κόστος τους πέφτει.

Ορισμένες εφαρμογές AR είναι δυνατές μόνο με την τεχνολογία κινητής τηλεφωνίας. Για παράδειγμα, εάν κάποιος θέλει ή χρειάζεται να «δει» προσομοιωμένη ροή αέρα πάνω από τα φτερά ενός (πραγματικού) αεριωθούμενου αεροπλάνου, είναι λογικό να πάει ένα tablet σε ένα σταθμευμένο τζετ, αλλά δεν είναι δυνατό να φέρει το αεροπλάνο σε μια εγκατάσταση AR.

Πιθανώς το βασικό πλεονέκτημα του AR για κινητά είναι ότι εκτός από φθινό, πολλοί άνθρωποι διαθέτουν ήδη το απαραίτητο υλικό. Τα τρέχοντα smartphone και tablet περιέχουν ήδη τους αισθητήρες, την επεξεργασία και τις οθόνες που είναι απαραίτητες για εφαρμογές AR για κινητές συσκευές. Η κατοχή ενός μεγάλου αριθμού δυνητικών χρηστών ήδη στην κατοχή του απαιτούμενου υλικού είναι ένα πολύ συναρπαστικό χαρακτηριστικό.

### **2.1.8 Μειονεκτήματα επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές**

Φυσικά, μαζί με τα πλεονεκτήματα, υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα με την επαυξημένη πραγματικότητα για φορητές συσκευές και τη χρήση της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας για την υλοποίηση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας. Τα πιο σοβαρά μειονεκτήματα είναι αυτά που σχετίζονται με περιορισμούς που πρέπει να τεθούν σε εφαρμογές AR για κινητές συσκευές λόγω της ίδιας της τεχνολογίας κινητής τηλεφωνίας, καθώς και η έλλειψη ελέγχου του περιβάλλοντος στο οποίο θα βιωθεί η εφαρμογή για κινητά.

#### *Περιορισμοί εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για φορητές συσκευές*

Υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που περιορίζουν το τι μπορεί να γίνει με εφαρμογές AR για κινητές συσκευές ή/και πρόσθετα πράγματα που πρέπει να αντιμετωπίσει ο προγραμματιστής της εφαρμογής για να ξεπεράσει αυτούς τους περιορισμούς. Οι κύριοι περιορισμοί εμπίπτουν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (1) τεχνολογικούς και (2) περιβαλλοντικούς. Αυτά είναι ξεκάθαρα αλληλένδετα. Οι περιορισμοί σχετίζονται γενικά με τις περιορισμένες δυνατότητες των κινητών συσκευών και ότι η εφαρμογή πρέπει να είναι εφαρμόσιμη σε μια πολύ μεγάλη ποικιλία περιβαλλοντικών συνθηκών.

#### *Τεχνολογικοί περιορισμοί*

Ένας από τους βασικούς περιορισμούς στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για κινητά είναι ότι οι πόροι στις περισσότερες συσκευές είναι περιορισμένοι. Αυτά εκδηλώνονται κυρίως ως περιορισμένη μνήμη και περιορισμένη υπολογιστική ικανότητα, καθώς και περιορισμένη ικανότητα γραφικών, περιορισμένες επιλογές εισόδου και εξόδου και, ειδικά στην περίπτωση περιβαλλόντων μη προβολής, περιορισμένη ακίνητη περιουσία οθόνης. Ακόμα κι αν το κινητό σύστημα περιλαμβάνει

κάποιο είδος οθόνης με βάση το κεφάλι, όπως γυαλιά, συχνά έχουν περιορισμένο οπτικό πεδίο και περιορισμένη ανάλυση. Η μνήμη είναι ένας πρωταρχικός περιορισμός στην ποσότητα του περιεχομένου που μπορεί να παραμείνει σε μια κινητή συσκευή ανά πάσα στιγμή. Σε πραγματικούς, πρακτικούς όρους, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένα ανώτερο όριο στον αριθμό ή/και την πολυπλοκότητα των αντικειμένων γραφικών ή/και ήχου που μπορούν να διατηρηθούν στη συσκευή. Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι για να ξεπεραστεί η περιορισμένη μνήμη που είναι διαθέσιμη σε μια συσκευή. Το πρώτο είναι να χρησιμοποιηθούν έξυπνα σχήματα για να περιοριστεί η ποσότητα μνήμης που καταλαμβάνει το περιεχόμενο. Ένας τρόπος για να γίνει αυτό είναι να περιοριστεί ο αριθμός των πολυγώνων και το μέγεθος των υφών που σχετίζονται με οπτικά αντικείμενα και να περιοριστούν οι εφαρμογές στον αριθμό των αναμενόμενων και/ή απαιτούμενων αντικειμένων. Ο άλλος τρόπος για να ξεπεραστεί το πρόβλημα της περιορισμένης μνήμης είναι να δημιουργηθεί ένα σχήμα με το οποίο το περιεχόμενο φορτώνεται στη συσκευή όταν χρειάζεται και εκφορτώνεται όταν δεν χρειάζεται. Σε αυτό το σενάριο, ωστόσο, υπάρχει ακόμα ένας μέγιστος αριθμός περιεχομένου που μπορεί να παραμείνει στη συσκευή ανά πάσα στιγμή.

### Περιβαλλοντικοί περιορισμοί

Πέρα από τους τεχνολογικούς περιορισμούς που επιβάλλονται από τις ίδιες τις συσκευές, υπάρχουν συχνά περιβαλλοντικοί περιορισμοί που πρέπει να λάβει υπόψη ο προγραμματιστής εφαρμογών AR για κινητές συσκευές. Συχνά συμβαίνει ότι δεν υπάρχει τρόπος εκ των προτέρων για τον προγραμματιστή της εφαρμογής να γνωρίζει τι φωτισμό, υγρασία, θόρυβο και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες μπορεί να υπάρχουν όπου ο τελικός χρήστης θα βιώσει την εφαρμογή.

Σε όλες τις περιπτώσεις εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας και συσκευών που χρησιμοποιούν μηχανική όραση (computervision) για παρακολούθηση, είναι σημαντικό να υπάρχει αρκετό φως περιβάλλοντος του κατάλληλου μήκους κύματος στο περιβάλλον ώστε το σύστημα όρασης να «βλέπει» τον κόσμο.

Ομοίως, εάν μια εφαρμογή χρησιμοποιείται σε εξωτερικούς χώρους, σε ιδιαίτερα ηλιόλουστες περιοχές, είναι σημαντικό να χρησιμοποιούνται οθόνες που είναι ορατές ακόμη και σε έντονη λάμψη. Οι σκιές σε ηλιόλουστους χώρους μπορεί επίσης να είναι προβληματικές, ειδικά όταν χρησιμοποιείται παρακολούθηση με βάση την όραση. Οι φωτεινοί χώροι είναι ιδιαίτερα δύσκολοι για περιβάλλοντα AR προβολής.

## **2.2 Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση**

### **2.2.1 Επαγγελματική εκπαίδευση και κατάρτιση**

Η Επαγγελματική Εκπαίδευση και Κατάρτιση (EEK) περιγράφεται ως τα εκπαιδευτικά προγράμματα που εφαρμόζονται για να βοηθήσουν τους μαθητές να αποκτήσουν τις γνώσεις, τις δεξιότητες και τις ικανότητες που απαιτούνται για ένα συγκεκριμένο επάγγελμα, επαγγελματισμό ή κατηγορία επαγγελμάτων (UNESCO, 2012). Η EEK είναι στην πραγματικότητα μια πρακτική προσέγγιση στην εκπαίδευση που εστιάζει στις δεξιότητες που αποκτήθηκαν και στην εφαρμογή των μαθησιακών αποτελεσμάτων στο χώρο εργασίας. Επιπλέον, η EEK επικεντρώνεται περισσότερο στην προϋπηρεσιακή εκπαίδευση και κατάρτιση και οι μαθητές είναι εξοπλισμένοι για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας σε ορισμένα επαγγέλματα. Ο απώτερος σκοπός της EEK είναι να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να επιτύχουν στόχους στο χώρο εργασίας, να αυξήσουν τις γνώσεις και τις στάσεις τους και να βελτιώσουν τις ατομικές τους δεξιότητες (Mustapaet. al., 2015). Η ταχεία τεχνολογική αλλαγή απαιτεί από τους ανθρώπους να ενημερώνουν τις γνώσεις και τις ικανότητές

τους σε τακτική βάση. Σε αντίθεση με το παρελθόν, όταν μια θέση εργασίας μπορούσε να διατηρηθεί για μια ζωή, είναι πλέον σύνηθες να αλλάζει κάποιος καριέρα πολλές φορές. Για παράδειγμα, οι άνθρωποι απολύονται και μένουν χωρίς δουλειά. Ως αποτέλεσμα, η ΕΕΚ είναι υπεύθυνη για την επανεκπαίδευση τέτοιων ατόμων, ώστε να μπορούν να βρουν και να επιστρέψουν στην εργασία τους. Η ΕΕΚ, επίσης, παρέχει ευελιξία καθώς προσφέρει ευρεία τεχνική γνώση και εγκάρσιες δυνατότητες στις οποίες μπορούν να βασιστούν διάφορα επαγγέλματα.



**Εικόνα 10:** Οι μαθητές σε μια επαγγελματική σχολή σπουδάζουν πρακτικά ηλεκτρονικά στην Κίνα (Palmarini et. al.,2018).

Στην Ελλάδα, η ΕΕΚ είναι ζωτικής σημασίας για τη δημιουργία των ειδικών δεξιοτήτων που απαιτούνται από τους εργοδότες και τις βιομηχανίες. Σύμφωνα με τον νόμο που ρυθμίζει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Ν. 4186/2013), ο οποίος, μεταξύ άλλων, σκοπεύει να προσελκύσει περισσότερους μαθητές στην ΕΕΚ, οι μαθητές μπορούν να επιλέξουν από τις ακόλουθες επιλογές, εκτός από το γενικό γυμνάσιο (Cedefop, 2014):



- αρχική επαγγελματική εκπαίδευση στο επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα κατά τη διάρκεια του δεύτερου κύκλου της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε ανώτερο επαγγελματικό σχολείο (ημερήσιο ή απογευματινό σχολείο).
- αρχική επαγγελματική κατάρτιση που λαμβάνεται εκτός του συστήματος επίσημης εκπαίδευσης (γνωστό ως μη τυπική) σε ινστιτούτα επαγγελματικής κατάρτισης (IEK), σχολές επαγγελματικής κατάρτισης (SEK), κολέγια και κέντρα δια βίου μάθησης.

Ορισμένοι τομείς της επαγγελματικής κατάρτισης στον ελληνικό εκπαιδευτικό τομέα περιλαμβάνουν:

- Γεωργία, Τεχνολογία Τροφίμων, Διατροφή,
- Υγεία και Πρόνοια,
- Ναυτικά Επαγγέλματα,
- Εφαρμοσμένες Τέχνες και Σπουδές Τέχνης,
- Φιλοξενία και Τουρισμός,
- Εφαρμογές Τεχνολογίας και
- Ηλεκτρονική & Τεχνολογία Μηχανικής.

### **2.2.2 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας στην ΕΕΚ**

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η τελική πρόκληση της ΕΕΚ είναι να βοηθήσει τους εκπαιδευόμενους να επιτύχουν τους στόχους στο χώρο εργασίας, αυξάνοντας τις γνώσεις και τις στάσεις τους και βελτιώνοντας τις ατομικές τους δεξιότητες. Τεχνικοί και ακαδημαϊκοί επαγγελματικοί οργανισμοί, όπως σχολεία, πανεπιστήμια και άλλα, αναμένεται να προσφέρουν τις βέλτιστες τεχνικές και μεθόδους κατάρτισης που θα εξοπλίσουν τους εκπαιδευόμενους τους για να αποκτήσουν την κατάλληλη επιθυμητή επαγγελματική σταδιοδρομία στον κλάδο. Η κατάλληλη

εκπαίδευση, ειδικά σε εργασίες κατασκευής και επισκευής, μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή λαθών και θα πρέπει να προγραμματιστεί προσεκτικά. Για παράδειγμα, ένα λάθος σε μια εγκατάσταση ηλεκτρικού συστήματος ή σε έναν καρδιοχειρουργό για παράδειγμα θα ήταν καταστροφικό. Η παραδοσιακή τεχνική στους οργανισμούς ΕΕΚ είναι η εκπαίδευση από άτομο σε άτομο, στην οποία ένας ειδικός εξηγεί τις νέες διαδικασίες κατασκευής και επισκευής ενός αρχάριου ασκούμενου. Επιπλέον, οι δάσκαλοι αντιμετωπίζουν σημαντικά εμπόδια στην τάξη λόγω μιας μεγάλης ποικιλίας ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών των μαθητών, καθώς και της απουσίας των μαθητών επαρκών θεμελιωδών ικανοτήτων, συγκέντρωσης, βασικών γνώσεων, προσοχής και κινήτρων, μεταξύ άλλων παραγόντων. Εκτός από αυτά τα πλεονεκτήματα, παρατηρείται ότι το AR παρέχει βελτιωμένη εμπειρία και συνείδηση, βελτιωμένη εδραίωση μακροπρόθεσμης μνήμης, βελτιωμένη αλληλεπίδραση και συνεργασία και αυξημένη προσοχή και αφοσίωση. Σε αυτό το πλαίσιο, η AR παρέχει πολλά οφέλη σε διάφορους τομείς εκπαίδευσης και κατάρτισης. Μερικά από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω:

### Ιατρική Εκπαίδευση

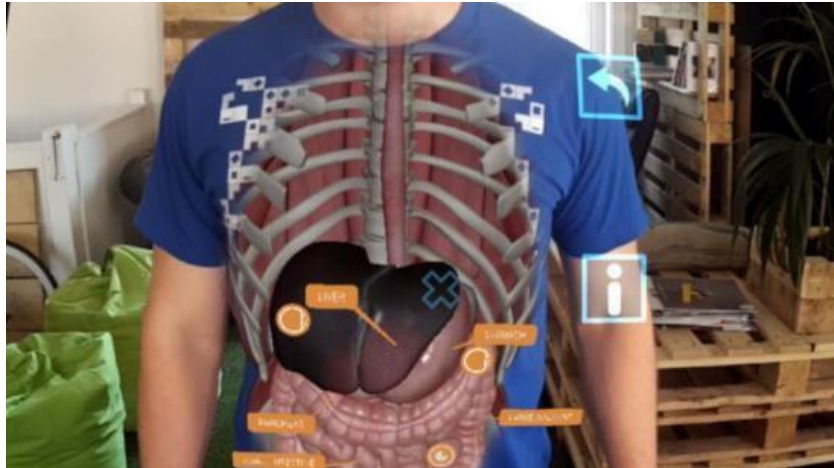
Στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης, η επαυξημένη πραγματικότητα έχει προσφέρει στους χειρουργούς και τους γιατρούς πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, κάνοντας τις χειρουργικές παρεμβάσεις, τη διάγνωση και τη θεραπεία ασθενών πιο προηγμένες και αποτελεσματικές. Η συμμετοχή της AR είναι αναπόφευκτη ακόμη και στην ιατρική εκπαίδευση και εκπαίδευση. Η τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας έχει αυξήσει την αξία της άσκησης της ιατρικής επιτρέποντας στους μαθητές να βλέπουν σενάρια υγείας και να εξασκούνται σε τρισδιάστατα μοντέλα, έτσι ώστε να είναι καλά εκπαιδευμένοι να χειρίζονται συγκεκριμένες ιατρικές καταστάσεις,

ακόμη και πριν δοκιμάσουν τις γνώσεις τους σε πραγματικούς ανθρώπους (Barsomet. al., 2016). Έτσι, το AR παρέχει στους εκπαιδευόμενους πρακτικές γνώσεις και πρακτικές εμπειρίες που ωφελούν την ιατρική εκπαίδευση και εκπαίδευσή τους. Μερικά από αυτά τα σημαντικά οφέλη είναι τα ακόλουθα:

- Οι μαθητές εκπαιδεύονται μέσω χειρουργικών επεμβάσεων προσομοίωσης προκειμένου να μάθουν από τα λάθη τους και να αποτρέψουν να συμβούν σε πραγματικούς ασθενείς.
- Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να εξασκήσουν τα πάντα σε ένα πραγματικό ιατρικό σενάριο που δημιουργήθηκε με AR.
- Οι μαθητές λαμβάνουν διορατικά σχόλια από το AR για περαιτέρω βελτίωση.
- Οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να οραματιστούν και να εξασκήσουν θεωρίες που προηγουμένως περιορίζονταν αποκλειστικά σε κείμενα.
- Οι μαθητές μπορούν να επικαλύψουν την ανατομία του ασθενούς σε έναν τρισδιάστατο ανθρώπινο σκελετό για να κατανοήσουν καλύτερα τα πολυάριθμα στοιχεία και λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος.

Η AR έχει οδηγήσει σε μια ριζική αλλαγή στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Ωστόσο, η τεχνολογία AR βρίσκεται ακόμη στα αρχικά της στάδια και πολλές περισσότερες καινοτομίες στον τομέα της ιατρικής και της περίθαλψης ασθενών, ειδικότερα, μπορούν να αναμένονται τα επόμενα χρόνια (Meola et. al., 2017). Υπάρχει μια ποικιλία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας που υλοποιούνται για πεδία ιατρικής εκπαίδευσης. Μια εταιρεία με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο με το όνομα Curiscope, σχεδίασε το Virtuali-tee T-shirt, το οποίο επιτρέπει στους ανθρώπους να παρατηρούν την εσωτερική λειτουργία του ανθρώπινου σώματος μέσω ρεαλιστικών ολογραμμάτων. Το σύμβολο στο μπλουζάκι είναι ένας κωδικός QR (Virtual-tee T-shirt

application). Όταν ο χρήστης εστιάζει την κάμερα του συνοδευτικού smartphone στο σκελετικό μοτίβο που φοράει άλλο άτομο ενώ η εφαρμογή είναι ενεργή, το λογισμικό την αναγνωρίζει και ξεκινά μια ανατομική κινούμενη εικόνα.



**Εικόνα 11:** το Virtuali-tee T-shirt, που επιτρέπει στους χρήστες να παρατηρούν την εσωτερική λειτουργία του ανθρώπινου σώματος μέσω ρεαλιστικών ολογραμμάτων (Meola et. al., 2017).

Συνεχίζοντας, ο πρώτος προσομοιωτής ασθενών στον κόσμο με μοντελοποιημένη φυσιολογία που εμφανίζεται σε ανατομικά ολογράμματα που κόβουν την ανάσα, ο CAELucina AR με το Microsoft HoloLens, αποτελεί ορόσημο στην προσομοίωση υγειονομικής περίθαλψης. Οι μαθητές βλέπουν μια ματιά στο εσωτερικό της μητέρας καθώς το έμβρυο εισέρχεται στο κανάλι γέννησης και παρατηρούν ποιες από τις δραστηριότητές τους μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια μητέρας-μωρού.



**Εικόνα 12:** Οι μαθητές παίρνουν μια ματιά στο εσωτερικό της μητέρας καθώς το έμβρυο εισέρχεται στο κανάλι γέννησης, χρησιμοποιώντας το Lucina AR (Meola et. al., 2017).

Τέλος, η εξ αποστάσεως αξιοποίηση της εμπειρίας άρτια εκπαιδευμένων γιατρών και χειρουργών είναι ένα από τα πιο δύσκολα καθήκοντα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης. Χωρίς αμφιβολία, τα νοσοκομεία μπορούν να μοιραστούν ζωντανά πλάνα της αίθουσας επεμβάσεων τους με έναν εξ αποστάσεως ασκούμενο για να λάβουν υποστήριξη ή καθοδήγηση. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το Proximie, που κάνει τη ζωντανή ροή διαδραστική προσθέτοντας χρήσιμες πληροφορίες επικάλυψης χρησιμοποιώντας AR (Greenfield et. al., 2018).

### Εκπαίδευση Μηχανικών

Στο ίδιο πνεύμα με την ιατρική εκπαίδευση, η AR αποδεικνύεται ευεργετική και στην εκπαίδευση των μηχανικών. Στον τομέα της εκπαίδευσης μηχανικών, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) είναι μια λύση για ταχύτερη και βαθύτερη κατανόηση των τεχνολογικών συστημάτων και των αρχών λειτουργίας τους, καθώς και για τη σύνδεση δεδομένων με το πραγματικό περιβάλλον με φιλικό τρόπο (Porter & Heppelmann, 2017). Η μηχανική είναι μια περίπλοκη επιστήμη στην οποία οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να είναι προετοιμασμένοι να κατανοήσουν και να

αντιμετωπίσουν λειτουργίες από μια ποικιλία σχετικών περιοχών. Οι μαθητές θα πρέπει να κατανοήσουν την έννοια και τη λειτουργία ενός δεδομένου συστατικού συστήματος, καθώς και πώς λειτουργεί στο πλαίσιο ολόκληρου του συστήματος. Ως αποτέλεσμα, αναμένεται να αναπτυχθεί ένα υψηλό επίπεδο διεπιστημονικής εκπαίδευσης προκειμένου να αποκτηθεί μια ολιστική εκπαίδευση. Αρκετά θεωρητικά και πειραματικά φαινόμενα που σχετίζονται με τη μηχανική δεν μπορούν να μιμηθούν στα εργαστήρια επειδή είναι πολύ επικίνδυνα ή είναι αδύνατο να αναπαραχθούν (για παράδειγμα ατυχήματα, πλημμύρες, συνέπειες λανθασμένων πρακτικών). Το AR μπορεί εύκολα να προσομοιώσει αυτά τα σενάρια παρέχοντας ταυτόχρονα ασφάλεια στους εκπαιδευόμενους.

Υπάρχει μια ποικιλία εφαρμογών AR που υλοποιούνται για διάφορα πεδία μηχανικής, όπως ηλεκτρικά, πολιτικά, μηχανικά, χημικά κ.λπ. Το "Paint-cAR" είναι ένα παράδειγμα αυτού του τύπου εφαρμογής (Bacca et. al., 2015). Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μια εφαρμογή AR για φορητές συσκευές που βασίζεται σε δείκτες που βοηθά στη διαδικασία εκμάθησης της επισκευής βαφής σε ένα αυτοκίνητο στο πλαίσιο ενός προγράμματος σπουδών επαγγελματικής εκπαίδευσης και κατάρτισης στη συντήρηση αυτοκινήτου. Επιπλέον, αυτό το σύστημα δημιουργήθηκε από τους συγγραφείς χρησιμοποιώντας μια προσέγγιση για το σχεδιασμό εφαρμογών AR για φορητές συσκευές με εκπαιδευτικά πεδία μέσω μιας συνεργατικής δημιουργικής διαδικασίας (CoCreation) και βασίζεται στο Universal Design for Learning (UDL).

Ένα άλλο παράδειγμα είναι το GAMMA AR, ένα εργαλείο παρακολούθησης εργοταξίου που χρησιμοποιεί τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας για την επικάλυψη τρισδιάστατων κτιρίων σε smartphone ή tablet. Επιτρέπει στους χρήστες να συγκρίνουν την επικαιρότητα της εργασίας με τις πληροφορίες προγραμματισμού του

έργου. Το GAMMA AR επιτρέπει την εξέταση τρισδιάστατων μοντέλων πριν και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής, βελτιώνοντας τον σχεδιασμό, μειώνοντας το κόστος κατασκευής και ελαχιστοποιώντας τα σφάλματα.



**Εικόνα 13:** Το GAMMA AR επικαλύπτει τρισδιάστατα κτίρια χρησιμοποιώντας τεχνολογία AR (Bacca et. al., 2015).

#### Στρατιωτική εκπαίδευση

Η στρατιωτική εκπαίδευση έχει δείξει μεγάλη υπόσχεση σε περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας, τα οποία μπορούν να διατηρήσουν ορισμένα από τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός στρατιώτη. Οι στρατιώτες μέχρι τώρα ταξιδεύουν σε συγκεκριμένη τοποθεσία προκειμένου να εκπαιδευτούν στην εκτέλεση στρατιωτικών αποστολών. Με τη χρήση της τεχνολογίας AR, οι στρατιώτες μπορούν εύκολα να προσομοιώσουν οποιαδήποτε στρατιωτική αποστολή, χωρίς να αλλάζουν τοποθεσίες. Επιπλέον, αυτού του είδους η προσομοίωση AR μπορεί να μειώσει σημαντικά το κόστος των στρατιωτικών εκπαιδευτικών αποστολών, όπως ο αριθμός των βομβών ή των σφαιρών. Για παράδειγμα, η εκπαίδευση της πολεμικής αεροπορίας είναι μια στρατιωτική αποστολή υψηλού κόστους. Επιπλέον, οι στρατιώτες μπορούν επίσης να συμμετάσχουν και να πραγματοποιήσουν πιο επικίνδυνα σενάρια, όπως η έλλειψη

λειτουργικότητας ενός κινητήρα ή η φωτιά που μπορεί να συμβεί στον κινητήρα. Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας AR είναι οι καιρικές συνθήκες που μπορούν εύκολα να αλλάξουν. Ως αποτέλεσμα, οι στρατιώτες μπορούν να εκπαιδευτούν στη μάχη σε ακραίες καιρικές συνθήκες, σε ομιχλώδεις ή χιονισμένο περιβάλλον για παράδειγμα.

Για πολλά χρόνια, τα τραπέζια άμμου χρησιμοποιήθηκαν για τον σχεδιασμό πολεμικών επιχειρήσεων και την εκπαίδευση των στρατιωτών. Είναι συνήθως ένας πίνακας με ένα κλιμακωτό φυσικό μοντέλο του εδάφους που εμπλέκεται και κάποιου είδους πλαστικές φιγούρες για την τοποθέτηση των συμμάχων και των εχθρικών στρατιωτών. Το 2015, το Εργαστήριο Έρευνας Στρατού ολοκλήρωσε την ανάπτυξη μιας έκδοσης επαυξημένης πραγματικότητας ενός στρατιωτικού τραπεζιού άμμου, που ονομάζεται ARES (Amburn et. al., 2015). Χρησιμοποίησαν έναν τυπικό προβολέα, μια βασική οθόνη LCD, έναν φορητό υπολογιστή και ένα Microsoft Kinect. Το ARES βελτιώνει την οπτική αναπαράσταση του πεδίου μάχης, μειώνει τον απαραίτητο χρόνο για τη μοντελοποίηση εδάφους και σεναρίων και παρέχει στους μαθητές πολύ υψηλότερο βαθμό συμμετοχής.



**Εικόνα 14:** Έκδοση επαυξημένης πραγματικότητας ενός στρατιωτικού τραπεζιού άμμου που ονομάζεται ARES (Bacca et. al., 2015).



### 2.2.3 Κίνητρα μάθησης

Ο όρος κίνητρο ορίζεται ως μια ψυχολογική έννοια που αναφέρεται στην επιθυμία κάποιου να θέλει κάτι και παρέχει έναν καθοδηγητικό παράγοντα για την επιδίωξη της επιθυμίας (Rapiudin, 2019). Ο σκοπός του κινήτρου είναι να ενημερώνει τους μαθητές για το ρόλο τους κατά τη μαθησιακή διαδικασία και να υποδεικνύει τη δύναμη των μαθησιακών τους ικανοτήτων. Στις μαθησιακές δραστηριότητες, το κίνητρο μπορεί να περιγραφεί ως η κινητήρια δύναμη μέσα στους μαθητές, που τους καθιστά ικανούς να επιτύχουν μαθησιακούς στόχους (Wardani, 2020).

Οι εκπαιδευτές θα πρέπει να είναι σε θέση να καθοδηγούν τους μαθητές στην επιτυχή εκτέλεση των μαθησιακών δραστηριοτήτων, παρακινώντας τους. Για να επιτευχθεί αυτό, οι μέθοδοι διδασκαλίας που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτές πρέπει να παρακινούν τους μαθητές και να τους οδηγούν στην επιτυχή εκμάθηση της εργασίας. Ταυτόχρονα, οι μαθητές πρέπει να είναι σε θέση να απολαμβάνουν τη μαθησιακή διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, οι εκπαιδευτές θα πρέπει να βελτιώνουν την ποιότητα των μεθόδων διδασκαλίας τους, να αλληλοεπιδρούν πιο αποτελεσματικά με τους μαθητές και να προσφέρουν το μεγαλύτερο δυνατό κίνητρο για τη μάθηση των μαθητών. Τα μαθησιακά κίνητρα δεν είναι μόνο μια δύναμη που ωθεί τα άτομα να μάθουν, αλλά είναι επίσης κάτι που οδηγεί τις δραστηριότητες των μαθητών προς τους μαθησιακούς στόχους (Wardani, 2020).

Τα κίνητρα ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες, α) Εσωτερικά κίνητρα και β) Εξωτερικά κίνητρα. Το εσωτερικό κίνητρο ορίζεται ως η παρόρμηση για δράση που παράγεται από έναν εσωτερικό παράγοντα κινήτρων (Julianneet. al., 2009). Πιο συγκεκριμένα, οι άνθρωποι αναγκάζονται να ενεργούν με συγκεκριμένους τρόπους από απουσία εξωτερικών κινήτρων. Η αφοσίωση των μαθητών στην ολοκλήρωση των

μαθησιακών εργασιών μπορεί να δείξει ποιοι από αυτούς έχουν εγγενή κίνητρα να συμμετάσχουν σε μαθησιακές δραστηριότητες. Η επιθυμία επίτευξης των μαθησιακών στόχων αυτών των ειδών μαθητών είναι προφανής. Οι μαθητές που έχουν εσωτερικά κίνητρα στις δραστηριότητές τους ξεπερνούν τους μαθητές με εξωτερικά κίνητρα όσον αφορά τη μάθηση (Gunawan et. al., 2020). Στην περίπτωση των μαθητών με εγγενή κίνητρα, τα επίπεδα δέσμευσης και αλληλεπίδρασης στη μαθησιακή διαδικασία είναι υψηλά. Επιπλέον, οι εκπαιδευτές θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη γνωστική, συναισθηματική και ψυχολογική ωριμότητα των μαθητών, προκειμένου να δημιουργήσουν εγγενή κίνητρα στη μάθηση (Gunawan et. al., 2020). Διαφορετικά, θα είναι δύσκολο για αυτούς να αναπτύξουν εγγενή κίνητρα στη μάθηση. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν διάφορες μεθόδους στη μάθηση για να εξασφαλίσουν ότι οι μαθητές έχουν εγγενή κίνητρα. Αυτές οι μέθοδοι παρουσιάζονται παρακάτω:

- Συσχέτιση των μαθησιακών στόχων με τους στόχους των μαθητών, έτσι ώστε οι μαθησιακοί στόχοι να γίνουν στόχοι μαθητών.
- Επιτρέποντας στους μαθητές να διευρύνουν τις μαθησιακές τους δραστηριότητες και εμπειρίες, παραμένοντας εντός των ορίων των κύριων τομέων μάθησης.
- Διαθέτοντας αρκετό επιπλέον χρόνο στους μαθητές για να σχεδιάσουν τα έργα τους και να χρησιμοποιήσουν τους υπάρχοντες πόρους μάθησης στο σχολείο.
- Περιστασιακά βραβεία εργασιών μαθητών.
- Επιτρέποντας στους μαθητές να εξηγήσουν και να διαβάσουν τις εργασίες που δημιούργησαν, εάν το επιθυμούν.

Το εξωτερικό κίνητρο ορίζεται ως ενεργές επιθυμίες που λειτουργούν ως απόκριση σε εξωτερικά ερεθίσματα (Gunawan et. al., 2020). Η ύπαρξη του εξωτερικού κινήτρου που προέρχεται από τον πρωταρχικό στόχο των ανθρώπων να εκτελούν εργασίες που

δεν σχετίζονται με μαθησιακές δραστηριότητες (Bafadal et. al., 2020). Πιο συγκεκριμένα, το εξωτερικό κίνητρο είναι μια παρόρμηση για τη δραστηριότητα κάποιου που είναι ανεξάρτητη από την πράξη που εκτελεί. Ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί εξωτερικά κίνητρα επειδή τα μαθήματα δεν είναι εμπνευσμένα από μόνα τους και ο δάσκαλος είναι λιγότερο ικανός να κεντρίσει την προσοχή των παιδιών. Το εξωτερικό κίνητρο εμφανίζεται όταν ένα άτομο σπουδάζει με στόχο να κερδίσει καλούς βαθμούς, να ανέβει βαθμό, να λάβει δίπλωμα και να βρει βραβεία με τη μορφή αριθμών και μεταλλίων.

#### **2.2.4 Μαθησιακά οφέλη από τη χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση**

Με βάση τις βιβλιογραφικές πηγές, συμπεραίνεται πως τα οφέλη από την Επαυξημένη Πραγματικότητα είναι ποικίλα και δε γίνεται να διαμφισβητηθούν. Κυρίως, η Επαυξημένη Πραγματικότητα δίνει τη δυνατότητα της αυξημένης κατανόησης του περιεχομένου στο οποίο εντάσσεται. Αρκετές έρευνες έχουν αποδείξει πως το AR είναι αποτελεσματικότερο κατά τη διδασκαλία των νεαρών μαθητών σε διάφορους τομείς, όπως για παράδειγμα της γεωμετρίας, της χημείας, της αστρονομίας ή της χωρικής διαμόρφωσης των οργάνων του ανθρώπινου σώματος, σε σύγκριση με τα πιο παραδοσιακά μέσα, όπως τα βιβλία, τα βίντεο ή οι υπολογιστές.

Οι Lindgren and Moshell (2011), εξέτασαν και σύγκριναν τη μάθηση των νεαρών στο μάθημα της αστρονομίας, με βάση δύο συστήματα: Μίας εφαρμογής η οποία βασίστηκε σε υπολογιστές, εκεί που τα παιδιά αλληλοεπιδρούσαν με ένα ποντίκι και ένα προβολέα μίας AR εφαρμογής στην οποία οι μαθητές αλληλοεπιδρούσαν περπατώντας πάνω σε επιφάνεια δαπέδου. Η ποιοτική ανάλυση της έρευνάς τους απέφερε διαφορές στον τρόπο με βάση τον οποίον οι μαθητές αντιλαμβάνονταν το

περιεχόμενο της διδασκαλίας. Η ομάδα της Επαυξημένης Πραγματικότητας εστίασε στη δυναμική των κινήσεων των πλανητών, ενώ αντίθετα η ομάδα που έκανε χρήση του υπολογιστή εστίασε πιο πολύ σε επιφανειακές λεπτομέρειες, όπως για παράδειγμα την επιφάνεια από τους πλανήτες.

Σε μία σειρά από μελέτες, οι Vincenzi et al και συν., το 2013, ζήτησαν από νεαρούς μαθητές να μάθουν τα στοιχεία που απαρτίζουν έναν αεροστρόβιλο κινητήρα, κάνοντας χρήση εφαρμογών AR, άλλων βίντεο και σχολικών εγχειριδίων. Έπειτα από τη λήξη της έρευνας, απεδείχθη πως οι μαθητές οι οποίοι έκαναν χρήση των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, παρουσίασαν καλύτερη βραχυπρόθεσμη αλλά και μακροχρόνια μνήμη.

Ο Hedley (2003), συνέκρινε μαθητές που σπούδαζαν γεωγραφία και μάθαιναν κάτω υπό συνθήκες επαυξημένης πραγματικότητας και μαθητές οι οποίοι εξασκούσαν πάνω σε υπολογιστές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η πρώτη ομάδα, εκείνη δηλαδή που έκανε χρήση AR, κατέληξε στο χτίσιμο περισσότερων λεπτομερών διανοητικών αναπαραστάσεων, σε αντίθεση με τη δεύτερη ομάδα.

Σε έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε από τους Sin και Zaman το 2010, οι μαθητές που διδάχτηκαν πάνω στα χαρακτηριστικά που απαρτίζουν το ηλιακό σύστημα με τη βοήθεια εφαρμογών AR, έδειξαν βελτίωση στη βαθμολογία τους κατά 46% έναντι εκείνων οι οποίοι χρησιμοποίησαν για το ίδιο αντικείμενο διδασκαλίας κάποιο σχολικό εγχειρίδιο και οι οποίοι βελτιώθηκαν κατά 17%.

Επίσης, η εκμάθηση γλωσσικών συσχετίσεων είναι ένα ακόμη σημαντικό όφελος της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι Chen και συν., το 2007, περιέγραψαν ένα πρόγραμμα διδασκαλίας Επαυξημένης Πραγματικότητας που απευθύνονταν σε μαθητές της Κίνας, με στόχο να κατανοήσουν εικονογράμματα. Η μνήμη από τους μαθητές,

καθώς και τα αποτελέσματα γραφής και ανάγνωσης, βελτιώθηκαν πιο πολύ μέσα από τη μέθοδο του AR, σε σχέση με ένα απλό σχολικό εγχειρίδιο.

Σε παράλληλη τροχιά κινήθηκαν και οι Freitas και Campos το 2008, που κατασκεύασαν ένα σύστημα για τη διδασκαλία των λέξεων – εννοιών σχετικών με ζώα και οχήματα σε Άγγλους μαθητές Δημοτικού. Μέσα σε μια τάξη ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές δίνοντας τους οδηγίες χρησιμοποιώντας είτε το σύστημα Επαυξημένης Πραγματικότητας είτε ένα παραδοσιακό εγχειρίδιο. Μέσα από την εφαρμογή αναδείχθηκε ότι φοιτητές χαμηλού και μεσαίου επιπέδου έμαθαν περισσότερα μέσα με τη βοήθεια της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η μακροπρόθεσμη διατήρηση της μνήμης συγκαταλέγεται και αυτή στα θετικά της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι έρευνες δείχνουν ότι το περιεχόμενο που αποκτήθηκε μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας απομνημονεύεται πιο έντονα από αυτό που απομνημονεύεται με οποιονδήποτε άλλο τρόπο. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η μελέτη των Vincenzi et al. (2003), δείχνει ότι όταν οι μαθητές έμαθαν για τον αεροστρόβιλο κινητήρα μέσω ενός συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας είναι πιο πιθανόν να ανακαλέσουν όσα έμαθαν μια εβδομάδα αργότερα συγκριτικά με όσους διδάχθηκαν το ίδιο αντικείμενο μέσω ενός βιβλίου ή βίντεο.

Εξίσου σημαντική είναι και η ανάπτυξη της ομαδικής συνεργασίας που επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης συστημάτων Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι Morrison et al. (2009), παρατηρώντας σπουδαστές να πλοηγούνται σε μια γειτονιά κάνοντας χρήση από τη μια ενός χάρτη Επαυξημένης Πραγματικότητας μέσω μιας κινητής συσκευής κι από την άλλη ενός ψηφιακού χάρτη κάνοντας χρήση GPS, διαπίστωσαν ότι πιο αποτελεσματική συνεργασία μεταξύ των σπουδαστών, επιτεύχθηκε στην ομάδα που έκανε χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας. Τα μέλη αυτής της

ομάδας κατάφεραν, δημιουργώντας έναν κοινό χώρο, να ανακαλύψουν από κοινού ορισμένες έννοιες σε αντίθεση με τη δεύτερη ομάδα που η χρήση του GPS παρείχε ατομική εμπειρία στους μαθητές.

Τέλος, στα θετικά της Επαυξημένης Πραγματικότητας εντάσσεται και το αυξημένο κίνητρο των μαθητών. Σε πολλά έγγραφα αναφέρεται ο ενθουσιασμός των χρηστών μέσω της αλληλεπίδρασης με την επαυξημένη Πραγματικότητα καθώς η όλη διαδικασία προσφέρει μεγάλη ικανοποίηση, χαρά καθώς και διασκέδαση. Ο Kaufmann (2007) αναφέρει, ότι οι σπουδαστές που μαθαίνουν 3D δομές μέσω Επαυξημένης Πραγματικότητας έναντι ενός προγράμματος υπολογιστή, ένιωθαν μεγαλύτερη ικανοποίηση .

Δημοσίευση	Κατηγορία & Δείγμα Χρηστών	Παρέμβαση & Υλικό	Παράγοντες & Εργαλεία συλλογής & Ανάλυσης	Αποτελέσματα
Baran, B., Yecan, E., Kaptan, B., Pasayigit, O. (2020)	Μαθητές ηλικίας 10 – 12 ετών	Τα παιδιά έκαναν χρήση της εφαρμογής προκειμένου να εξοικειωθούν με τα ηλεκτρικά κυκλώματα και έπειτα εξετάστηκε η συμμετοχή τους. Οι πλατφόρμες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι: Unity 3D, 3DSMax, QRcodeGenerator και VuforiaSDK.	Στόχος ήταν η ανάλυση της μεταγενέστερης συμμετοχής των μαθητών στο δοθέν μάθημα ανάλογα με το αν η συμμετοχή τους ήταν ομαδική ή σε ατομικό επίπεδο.	Απεδείχθη πως οι μαθητές οι οποίοι εργάστηκαν πάνω στο αντικείμενο της επαυξημένης πραγματικότητας σε ατομικό επίπεδο παρουσίασαν πιο ενεργή συμμετοχή μετέπειτα, αφού οι μαθητές που ασχολήθηκαν ομαδικά, δεν αφιέρωναν αρκετό χρόνο πάνω στο αντικείμενο διδασκαλίας.

Muhammad , K., Khan, N., Lee, M.-Y., Imran, A.S. Sajjad, M. (2021)	Ηλικιακό εύρος μαθητών 8 – 12	Οι μαθητές ασχολήθηκαν με την Επαυξημένη Πραγματικότητα πάνω σε διαφορετικά μαθήματα, μέσω των πλατφορμών ARNumbers, NurseryRhymeAR , ARGlobekαι ARZoo.	Σκοπός ήταν η μελέτη της επίδρασης της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην επίδοση, το κίνητρο και τη συμμετοχή τους στα μαθήματα. Η εξακρίβωση έγινε μετέπειτα από τους δασκάλους τους.	Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές παρουσίασαν αυξημένη δραστηριότητα και ζήλο για τα μαθήματα, αφού συνδύασαν τα μαθήματα με μία πιο παιγνιώδη μορφή. Συνέβαλε επίσης το γεγονός πως οι μαθητές μπορούσαν να εργαστούν πάνω στις εφαρμογές αυτές οπουδήποτε και οποτεδήποτε, αφού δεν ήταν αναγκαία η χρήση διαδικτύου.
Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., Yáñez, D. F. (2019)	Ηλικίες των παιδιών 11 – 14	Έγινε χρήση των εφαρμογών Gemotryκαι Quiver, με την ασχολία των μαθητών να λαμβάνει χώρα πάνω στο μάθημα της Γεωμετρίας μέσα από μοντέλα 3D γεωμετρικών σχημάτων.	Στόχος ήταν η βοήθεια στην κατανόηση των σχημάτων και τον υπολογισμό γεωμετρικών συναρτήσεων μέσω της βοήθειας της Επαυξημένης Πραγματικότητας .	Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στην κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές στην έκτη τάξη, συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης.

Nordin, N., Majid, N., Zainal, N. (2020)	Εδώ περιλαμβάνονται ηλικίες μεταξύ 13 και 15 ετών.	Η εφαρμογή ονομάστηκε LongPoleGame, βασισμένη σε ένα παραδοσιακό παιχνίδι της Μαλαισίας, πάνω στο μάθημα της ρομποτικής.	Στόχος ήταν η κάλυψη της δυσκολίας η οποία παρατηρήθηκε στους μαθητές και αφορούσε τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ των ρομπότ στα εκπαιδευτικά παιχνίδια ρομποτικής.	Με την προβολή του εικονικού 3D χάρακα πάνω στην οθόνη του τάμπλετ μέσω του οποίου οι μαθητές παρακολουθούσαν τις κινήσεις των ρομπότ, οι μαθητές κατάφεραν να υπολογίσουν με ακρίβεια την απόσταση μεταξύ των ρομπότ ανά πάσα στιγμή και να προγραμματίσουν καλύτερα τις επόμενες κινήσεις τους.
---	--	--	--	---

Οι Juanetal. (2010), συμπέραναν ότι μαθητές βρήκαν πιο διασκεδαστικό ένα headmounted παιχνίδι, όντας πρόθυμοι να το επαναλάβουν, παρά το γεγονός ότι αντιμετώπισαν δυσκολία στην εφαρμογή του έναντι ενός συμβατικού παιχνιδιού.

### 2.2.5 Πρόσφατες έρευνες για εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας

Το 2019, οι Baran και συν., δημιούργησαν μία εφαρμογή με θεματικό περιεχόμενο τα ηλεκτρικά κυκλώματα, η οποία απευθύνεται στους μαθητές ηλικίας 10-12 και σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μπορεί να βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν αντίληψη σχετικά με τη μη παρατηρήσιμη έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Η έρευνα αυτή εστίασε στις διαφορές οι οποίες παρουσιάζονταν από τους μαθητές που διδάχθηκαν με το επαυξημένο υλικό ατομικά, συγκριτικά με εκείνους οι οποίοι αλληλοεπίδρασαν με αυτό σε ομαδικό επίπεδο. Τα αποτελέσματα απέδειξαν πως οι μαθητές οι οποίοι εργάστηκαν σε ατομικό επίπεδο, παρουσίασαν πιο ενεργή συμμετοχή και πιο πολύ ενθουσιασμό σε σχέση με τους μαθητές οι οποίοι επέλεξαν την ομαδική συνεργασία. Αυτό οφείλεται στον ελάχιστο χρόνο αλληλεπίδρασης που το κάθε παιδί είχε με την



εφαρμογή στην περίπτωση της ομαδικής εργασίας συγκριτικά με την ατομική εργασία. Οι πλατφόρμες που έλαβαν χρήση για τη δημιουργία της ήταν οι Unity 3D, 3DSMax, QR code generator και VuuforiaSDK.

Οι Muhammad και συν., δημιούργησαν τέσσερις εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας, τις ARNumbers, NurseryRhymeAR, ARGlobe και ARZoo, οι οποίες απευθύνονταν στους μαθητές δημοτικού σε περιοχή του Πακιστάν. Σκοπός ήταν η μελέτη της επίδρασης της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην επίδοση, το κίνητρο και τη συμμετοχή των μαθητών σε διαφορετικά μαθήματα. Ως εξ' ολοκλήρου, οι εφαρμογές αυτές δύναται να λειτουργήσουν δίχως σύνδεση στο διαδίκτυο, έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν να εργαστούν πάνω σε αυτές οπουδήποτε και οποτεδήποτε.

Οι Flores – Bascunana και συν., έκαναν χρήση των εφαρμογών Gemotry και Quiver, θέλοντας να στοχεύσουν στη διδασκαλία της Γεωμετρίας μέσα από μοντέλα 3D γεωμετρικών σχημάτων με τη βοήθεια των δυνατοτήτων που προσφέρει η Επαυξημένη Πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση στην κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές στην έκτη τάξη, συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης.

Οι Nordin και συν., θέλησαν να καλύψουν μία δυσκολία η οποία παρατηρήθηκε στους μαθητές και αφορούσε τη μέτρηση της απόστασης μεταξύ των ρομπότ στα εκπαιδευτικά παιχνίδια ρομποτικής. Με αυτό το σκοπό δημιούργησαν μία εφαρμογή με ένα 3Dχάρακα και την ενσωμάτωσαν σε ένα ρομποτικό παιχνίδι το οποίο ονόμασαν “Long Pole Game”, βασισμένο σε ένα παραδοσιακό παιχνίδι της Μαλαισίας, της χώρας στην οποία η έρευνα διεξήχθη. Με την προβολή του εικονικού 3Dχάρακα πάνω στην οθόνη του τάμπλετ μέσω του οποίου οι μαθητές παρακολουθούσαν τις κινήσεις των ρομπότ, οι μαθητές κατάφεραν να υπολογίσουν με ακρίβεια την απόσταση μεταξύ των ρομπότ ανά πάσα στιγμή και να προγραμματίσουν καλύτερα τις επόμενες κινήσεις

τους. Η εφαρμογή που ανέπτυξαν στο πλαίσιο της έρευνας ονομάστηκε AR Long Pole και συμμετείχαν σε αυτήν μαθητές ηλικίας 13-15 ετών.

### **2.3 Συμπεράσματα Θεωρητικού μέρους**

Η επαυξημένη πραγματικότητα υπερθέτει ήχους, βίντεο και γραφικά σε ένα υπάρχον περιβάλλον. Χρησιμοποιεί τέσσερα κύρια στοιχεία για την τοποθέτηση εικόνων σε τρέχοντα περιβάλλοντα: κάμερες και αισθητήρες, επεξεργασία, προβολή και αντανάκλαση.

Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία παρέχει μια μεμονωμένη λειτουργία. Για παράδειγμα, οι κάμερες και οι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν το βάθος μιας εικόνας ή να υπολογίσουν την απόσταση μεταξύ δύο αντικειμένων πριν τοποθετήσουν ψηφιακό περιεχόμενο στην προβολή του χρήστη. Η προβολή και ο προβληματισμός προσθέτουν εικονικές πληροφορίες σε σχέση με αυτό που βλέπει ένας χρήστης. Για παράδειγμα, μια μέθοδος γνωστή ως χαρτογράφηση προβολής επιτρέπει στις εφαρμογές AR να επικαλύπτουν ψηφιακά το βίντεο σε οποιαδήποτε φυσική επιφάνεια.

Λόγω της χρησιμότητας της επαυξημένης πραγματικότητας, το αντικείμενό της πλέον έχει αρχίσει και διδάσκεται στα σχολεία της Ελλάδας, αφού έχει βρεθεί να αποφέρει σημαντική βελτίωση στη μάθηση ήδη από την εφαρμογή της σε χώρες του εξωτερικού. Το AR υιοθετείται όλο και περισσότερο σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, συχνά για να βοηθήσει τους μαθητές με πολύπλοκα θέματα.

Για παράδειγμα, οι μαθητές που παλεύουν με τη γεωμετρία μπορούν να χρησιμοποιήσουν το AR για να δουν και να χειριστούν τρισδιάστατες γεωμετρικές φόρμες. Μια άλλη εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση περιλαμβάνει τη διδασκαλία παγκόσμιων προοπτικών μέσω εικονικών επιτόπιων

εκδρομών, επιτρέποντας στους μαθητές να εμπλακούν διαδραστικά με άλλους πολιτισμούς.

Όλα δείχνουν πως η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί πλέον ένα αξιοσημείωτο εργαλείο υποβοήθησης της μάθησης, τόσο σε μαθήματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, όσο και σε επιχειρήσεις οι οποίες αποτέλεσαν ως τώρα σημείο αναφοράς στην τεχνολογική εξέλιξη του πλανήτη.

### 3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 3.1 Ερευνητικά Ερωτήματα

Μετά την αναφορά στην τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, στα πλεονεκτήματά της όσον αφορά τη χρήση της στη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί την τελευταία δεκαετία, φάνηκε πως προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων η συμβολή της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία. Βασιζόμενοι στα συμπεράσματα που λέχθηκαν παραπάνω, προκύπτουν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Πώς εξυπηρετεί η επαυξημένη πραγματικότητα στην εξέλιξη και βελτίωση του μαθήματος της τεχνολογίας;
2. Με ποιο τρόπο γίνεται η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας έτσι ώστε να γίνεται ποιο ευχάριστο και προσιτό το μάθημα της τεχνολογίας;
3. Ποια εργαλεία της επαυξημένης πραγματικότητας βοηθούν στην περαιτέρω ανάπτυξη του τρόπου διδασκαλίας του μαθήματος της τεχνολογίας;

Βέβαια υπήρξαν και αλλά ερωτήματα του ίδιου τύπου στα οποία αυτή η έρευνα δεν εμβάθυνε λόγω του περιορισμού χρόνου και πόρων. Ωστόσο αποτελούν σημαντικούς ερευνητικούς παράγοντες για εκτενής έρευνες που θα μπορούσαν να διοργανωθούν στο μέλλον και να συνεισφέρουν τόσο στην τωρινή μας έρευνα όσο και σε έρευνας με παρόμοια θεματολογία και κέντρο μελέτης (δηλαδή την εκπαίδευση και τις χρήσεις της επαυξημένης). Τα ερωτήματα αυτά έχουν πλεονεκτήματα το οποία εμπλουτίζουν το περιεχόμενο της παρούσας έρευνας στα οποία γίνεται μια αναφορά παρακάτω. Τα ερωτήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

1. Γιατί εφαρμόζετε κυρίως στα μαθήματα που αφορούν την ανθρώπινη εξέλιξη όπως η πληροφορική και η τεχνολογία;
2. Πότε θεωρείται κατάλληλη και επιθυμητή η χρήση της επαυξημένη πραγματικότητας στο μάθημα της τεχνολογίας;
3. Πού είναι κατάλληλη η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και πότε αναγκαία στα σύγχρονα περιβάλλοντα διδασκαλίας;
4. Ποιες τεχνικές της επαυξημένης πραγματικότητας βοηθούν τους μαθητές να αποκομίσουν γνώσεις;
5. Πώς καθίσταται η μία ισορροπημένη σχέση αλληλοσεβασμού και αλληλοκατανόησης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας;
6. Γιατί η επαυξημένη πραγματικότητα είναι η προτιμότερη επιλογή σε σχέση με
7. παρόμοια εργαλεία;

### **3.2 Ερευνητική Μεθοδολογία**

Το ερευνητικό μέρος της παρούσας εργασίας βασίζεται στην εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας (AR) με κύριο ενδιαφέρον τον τρόπο προσαρμογής της στην εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα γίνεται μελέτη των δεδομένων που συλλέχθηκαν ώστε να συγκριθούν με τις ερευνητικές ερωτήσεις για την διαπίστωση ή μη της εύστοχης διατύπωσης τους.

Επιπλέον για την διευκόλυνση της έρευνας το παρόν ερευνητικό μέρος έχει οργανωθεί σε τρία κυρία μέρη που αποτελούν το καθένα, ένα κομμάτι της ερευνητικής διαδικασίας με σκοπό την διεξαγωγή συμπερασμάτων. Ακόμα τα αποτελέσματα βασίζονται στα δεδομένα που παράχθηκαν κατά την διερεύνηση των παιδιών των

ερευνητικών ερωτήσεων, την εφαρμογή της εικονικής πραγματικότητας (AR) που επιτεύχθηκε με την συνεργασία των μαθητών και το τελικό ερωτηματολόγιο.

### 3.2.1 Δείγμα

Η ομάδα εστίασης αποτελείται από 23 μαθητές/τριες της Β' (δευτέρας) τάξης Γυμνασίου. Αυτήν η επιλογή έγινε έπειτα από μία σύντομη επισκόπηση στα σχολικά εγχειρίδια και αποτέλεσμα είχε να εντοπιστούν ενότητες οι οποίες δίνονταν για να μετατραπούν σε mini AR εφαρμογές. Ως απαραίτητο κριτήριο είναι η κατοχή της ικανότητας από τη μεριά των παιδιών να αναγνωρίζουν εύκολα την ελληνική γλώσσα, καθώς και η πρόσβαση σε ηλεκτρονικές συσκευές (κινητά και tablets) και έντυπα. Δεν είναι απαραίτητες επιπλέον γνώσεις οι οποίες να έχουν σχέση με το γνωστικό αντικείμενο το οποίο θα διδαχθεί μέσω της παρέμβασης στα παιδιά.

Με βάση δύο άξονες έγινε η επιλογή της ηλικιακής ομάδας. Ο αρχικός άξονας αφορά το επίπεδο των γνώσεων των νεαρών μαθητών, αφού στην ηλικία από 13 έως 14 ετών, με βάση τη θεωρία του Piaget, οι νεαροί μαθητές έχουν ξεπεράσει το στάδιο στο οποίο γίνεται η ανάπτυξη των λογικών σκέψεων και συνειρμών με βάση τις εμπειρίες τους, ενώ τα καινούρια ψηφιακά μέσα κεντρίζουν εκτενέστερα το ενδιαφέρον των μαθητών για την απόκτηση καινούριων εμπειριών (Powell & Kalina, 2009). Ο δεύτερος άξονας έχει σχέση με την εξοικείωση και την πρόσβασή τους στα καινούρια ψηφιακά μέσα, όπως τάμπλετ και κινητά τηλέφωνα, καθώς επίσης και στο Διαδίκτυο. Στη σύγχρονη εποχή, οι ηλεκτρονικές αυτές συσκευές, μαζί με τις κονσόλες παιχνιδιών, βρίσκονται σχεδόν σε κάθε οικία και η χρήση των συσκευών αυτών ξεκινάει από την πολύ νεαρή ηλικία, με αποτέλεσμα τα παιδιά που ανήκουν στο ηλικιακό εύρος των 9 με 14 ετών να γνωματεύονται με ψηφιακό εθισμό (digital addiction), κάτι που επιβεβαιώνει την εξοικείωσή τους με τα ψηφιακά μέσα (Hawi, Samaha, & Griffiths, 2019).

### 3.2.2 Παρέμβαση

Σε αυτό το μέρος του ερευνητικού μέρους της παρούσας εργασίας δίνετε μια ακριβής και λεπτομερή ανάλυση του τρόπου με τον οποίο εφαρμόστηκε η επαυξημένη πραγματικότητα στην διδασκαλία του μαθήματος της τεχνολογίας, την χρήση των αντικειμένων της επαυξημένης προς όφελος των μαθητών και την διαδικασία που ακολούθησαν οι μαθητές κατά την διάρκεια της δράσης. Επιπλέον γίνεται αναφορά για την αξιοποίηση των ερευνητικών ερωτημάτων του πρώτου μέρους του ερευνητικού κομματιού της εργασίας, τον τρόπο εφαρμογής τους στον τρόπο με τον οποίο επρόκειτο να οργανωθεί η δράση και τα οφέλη που θα προσκομίσουν τόσο στην διοργάνωση όσο και στην εφαρμογή της δράσης για μαθητές και καθηγητές.

Αρχικά πριν την έναρξη της δράσης θα διαμοιραστεί ένα φυλλάδιο το οποίο θα περιλαμβάνουν οδηγίες για τις δραστηριότητες που θα περιλαμβάνει η δράση, της οδηγίες που θα πρέπει να ακολουθούν οι μαθητές κατά την διάρκεια της δράσης με σκοπό την ομαλή διακίνηση του προγράμματος. Στην συνέχεια οι μαθητές θα χωριστούν σε ομάδες των τεσσάρων και θα εργαστούν ως ομάδα. Στην συνέχεια θα τους δοθεί μια συσκευή tablet σε κάθε ομάδα στην οποία οι υπεύθυνοι εκπαιδευτικοί θα έχουν εγκαταστήσει το απαραίτητο λογισμικό και εφαρμογές οι οποίες υποστηρίζουν προγράμματα επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές θα λάβουν ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που θα περιέχει οδηγίες για την εκκίνηση του προγράμματος και τις βασικές λειτουργίες της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές ακολουθώντας της οδηγίες των καθηγητών θα έρθουν σε επαφή με τρία εργαλεία της επαυξημένης πραγματικότητας.

Συνεχίζοντας οι μαθητές μέσω τις καθοδήγησης των εκπαιδευτικών που θα τους παρέχουν βοήθεια για της εντολές που διαθέτει η επαυξημένη και τις ενέργειες που

προσδίδει η κάθε μία θα έρχονται σε επαφή με τη λειτουργία QR της επαυξημένης πραγματικότητας. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει στους μαθητές να αναμείξουν τρισδιάστατα αντικείμενα με τον πραγματικό κόσμο μέσω της χρήσης της κάμερας της συσκευής τους. Αυτό είναι εφικτό μέσω του ειδικού κωδικού QR που επιτρέπει την φόρτιση του προγράμματος και την εκτέλεση του. Συνεχίζοντας θα δοθεί ένας κωδικός QR από τους καθηγητές που θα περιέχει ένα βίντεο φτιαγμένο με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας που θα περιέχει τρισδιάστατα αντικείμενα και σκηνικά βασισμένα σε φωτογραφίες του σχολικού βιβλίου. Οι μαθητές έπειτα από την παρακολούθηση του 5 λεπτού βίντεο θα έχουν την ευκαιρία να πειραματιστούν με τα είδη υπάρχοντα αντικείμενα με στόχο την δημιουργία ενός δικού τους τρισδιάστατου σκηνικού με την χρήση των λειτουργιών που τους δόθηκαν μέσω του μηνύματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που έλαβαν νωρίτερα. Ακολουθώντας οι μαθητές όταν τελειώσουν με την δημιουργία του σκηνικού τους θα πατήσουν στο κουμπί finish και θα εξάγουν έναν νέο κωδικό QR που θα περιέχει την δική τους κατασκευή.

Αφού όλες οι ομάδες τελειώσουν με την διαδικασία της κατασκευής και θα έχουν εξάγει έναν κωδικό QR, θα ακολουθήσει η ανταλλαγή κωδικών QR με τις άλλες ομάδες. Έτσι οι μαθητές θα μπορέσουν να μοιραστούν την δημιουργία τους με την υπόλοιπη τάξη και να εμπνευστούν και από τις ιδέες των συμμαθητές τους. Έτσι θα γίνει η λήψη του πρώτου εργαλείου της επαυξημένης πραγματικότητας. Ακολουθεί στην συνέχεια η εφαρμογή της μίξης της φυσικού κόσμου με ένα επαυξημένη περιβάλλον. Σε αυτό οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν τις δυνατότητες της επαυξημένης για να εμπλουτίσουν τον πραγματικά περιβάλλοντα με ψηφιακά σκηνικά και αντικείμενα.



Για την εφαρμογή της δεύτερου μέρους της επαυξημένης πραγματικότητας, θα γίνει χρήση της λειτουργίας Studio και όχι κωδικού QR. Οι μαθητές με την βοήθεια του studio Θα δημιουργήσουν ένα μεικτό περιβάλλον που θα περιβάλλει τόσο τα στοιχεία του πραγματικού κόσμου και τις δυνατότητες και λειτουργίες ενός ψηφιακού περιβάλλοντος επαυξημένης πραγματικότητας. Με τον τρόπο αυτό θα τους δοθεί η δυνατότητα να πειραματιστούν με αυτό το νέο περιβάλλον και να αφήσουν ελεύθερη την φαντασία τους. Επιπλέον θα μπορούν να ερευνήσουν και να εισάγουν νέα δεδομένα στο φυσικό κόσμο όπως νέα τρισδιάστατα αντικείμενα, σκηνικά και animations. Σε όλη την διάρκεια πειραματισμού με το Studio οι μαθητές θα μπορούν να ανταλλάσσουν μεταξύ τους πληροφορίες και δεδομένα με σκοπό την βελτίωση και αναβάθμιση των δημιουργιών τους. Το studio ουσιαστικά θα συμβάλει στην ανάπτυξη του γνωστικού επιπέδου των μαθητών καθώς εργάζονται σε αυτό το νέο περιβάλλον.

Ακόμα μια τελευταία δράση που θα λάβει μέρος είναι η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας ως υπολογιστικό μέσω αναπαραγωγής σκηνικών. Σε αυτό οι μαθητές θα χρησιμοποιήσουν της βασικές λειτουργίες και εντολές που έμαθαν για να δημιουργήσουν σκηνικά και τοπία που θα εμφανίζονται πάνω στην συσκευή τους. Έτσι οι μαθητές θα έχουν την δυνατότητα να εργαστούν και σε ένα περιβάλλον που εξαίρει της ιδιότητες του πραγματικού κόσμου καθώς και όσους περιορισμούς αυτός φέρει. Ουσιαστικά με αυτή την δράση της υπολογιστική μεθόδου δίνεται στους μαθητές η δυνατότητα να ξεφύγουν από τα καθιερωμένα πλαίσια του μαθήματος και να πειραματιστούν ελεύθερα και να αφήσουν την φαντασία τους να λειτουργήσει προς όφελος τους. Την λήξη της δράσης θα κλείνει με ένα ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο που θα κληθούν να απαντήσουν ατομικά οι μαθητές.

Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε τόσο στα ερευνητικά ερωτήματα αλλά και σε ερωτήματα που αφορούν την δράση και την αρεσκείας της στους μαθητές. Η εικόνα που μας δόθηκε κατά την διάρκεια της προγράμματος επιφέρει μια ξεκάθαρη αποτελεσματικότητα του σχεδιασμού, της οργάνωσης και της εκτέλεσης της που οφείλετε στα ερευνητικά ερωτήματα. Αυτά μέσω των απαντήσεων τους λύνουν τα ανερχόμενα προβλήματα πριν και καθόλη την διάρκεια του προγράμματος.

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα και τα δυο πρώτα από το προαιρέθηκα συνεισφέρουν τόσο στην διαδικασία του σχεδιασμού καθώς, στο αν είναι εφικτή η χρήση της επαυξημένης και αν θα επιφέρει θετικά αποτελέσματα τόσο για το μάθημα της τεχνολογίας όσο και για τους μαθητές. Αρχικά εμφανίζονται μέσω των απαντήσεων τους πως η επαυξημένη μπορεί να εξυπηρετήσει τον σκοπό για τον οποίο επιλέχθηκε λόγο της συμβατότητας της με το μάθημα καθώς αποτελεί ένα προϊόν και εργαλείο της ανθρώπινης τεχνολογίας. Επιπλέον δίνετε έμφαση στο γιατί η εφαρμογή της γίνεται κυρίως στο μάθημα της τεχνολογίας και σε όμοια του όπως η πληροφορική, που όχι μόνο δεν περιορίζεται από το θεωρητικό κομμάτι και το ωριαίο πρόγραμμα αλλά αποτελεί και μια πιο εύχρηστη και εφαρμόσιμη επιλογή για το μάθημα της τεχνολογίας. Επιπλέον γίνετε ξεκάθαρο πως η σωστή δόμηση και οργάνωση είναι σημαντικό κομμάτι, όπως και η ύπαρξη εκσυγχρονισμένων δομών και εκμορφωτικών σεναρίων καθώς και η σωστή καθοδήγηση των εκπαιδευτικών για την αποφυγή σφαλμάτων και ύπαρξη γνωριμιών κενών.

Το 3<sup>ο</sup> προαιρετικό ερώτημα μας δίνει την πληροφορία των κομματιών του μαθήματος στα οποία είναι εφικτή η χρήση της επαυξημένης τα οποία είναι το πρακτικό κομμάτι και το κομμάτι των δράσεων ενώ θέτει και όρια στο κομμάτι της θεωρίας καθώς περιορίζει τόσο την ίδια την έρευνα και δυσχεραίνει την διαδικασία εξαγωγής

ορθώνεται και έγκυρων αποτελεσμάτων. Το 2<sup>ο</sup> κύριο ερώτημα μας δίνει απάντηση για το πως θα γίνει εφικτή η χρήση της έτσι ώστε το μάθημα της τεχνολογίας να γίνει πιο ενδιαφέρον και προσιτό και τονίζει ότι το μοναδικό της όριο είναι η ίδια η φαντασία των μαθητών και όχι ο φυσικός κόσμος, τα εργαλεία, ο εξοπλισμός ή το λογισμικό.

Το 3<sup>ο</sup> κύριο και 4<sup>ο</sup> προαιρετικό ερώτημα καλύπτουν όλα τα πλαίσια της επαυξημένης πραγματικότητας που προσφέρουν στην απόκτηση νέων γνώσεων των μαθητών και στην αναβάθμιση του τρόπου διδασκαλίας του μαθήματος της τεχνολογίας. Συγκεκριμένα γίνεται αναφορά στις τεχνικές χρήσης της επαυξημένης όπως το βίντεο οι εικόνες και ήχοι και τα εργαλεία της όπως είναι ο Editor και το studio. Τα τελευταία δύο προαιρετικά ερωτήματα καλύπτουν τόσο θέματα ηθικής και αμοιβαίας συνεργασίας μεταξύ μαθητών και καθηγητών και απάντηση στο ενός βασικού ερωτήματος που τίθεται στην ίδια την βάση της έρευνας δηλαδή γιατί να χρήση η επαυξημένη και όχι κάποια όμοια της. Ουσιαστικά δίνεται μια σαφής επεξήγηση πως είναι αναγκαία η ύπαρξη ορίων, κανόνων και αλληλοσεβασμού για την ορθή χρήση της τεχνολογίας της επαυξημένης και ομαλή ροή του προγράμματος. Πέρα από αυτό δίνετε έμφαση στο γεγονός ότι η επαυξημένη διαθέτει τόσο τις ρίζες της, δηλαδή της εικονικής πραγματικότητας και δυνατότητες εφαρμογής προγραμμάτων όπως η μεικτή και η υπολογιστική πραγματικότητα ενώ παράλληλα είναι πιο εύκολα προσβάσιμη και λιγότερο απαιτητική στο ζήτημα ύπαρξης κατάλληλου εξοπλισμού.

Τα ερευνητικά ερωτήματα όπως προαναφέρθηκε στην έναρξη της παρούσας εργασίας, αποτέλεσαν το θεμέλιο της έρευνας και εξυπηρέτησαν στην οργάνωση μιας σωστά δομημένης ερευνητικής αρχής που προσέφερε αποτελέσματα βασισμένα σε έγκυρες ερευνητικές διαδικασίες όπως η δράση και αλληλεπίδραση με τους μαθητές και το ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε να απαντήσουν κατά την λήξη της δράσης.

Επιπλέον κάλυψαν όλα τα πεδία πέρα του θεμελιώδους θέματος της παρούσας εργασίας, ηθικά, θεωρητικά και πρακτικά. Ακόμα έδωσαν απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματα που θα μπορούσαν να προξενήσουν περισσότερες απορίες και περαιτέρω αμφιβολίες που θα δυσφορούσαν χωρίς ουσιώδη λόγο την έρευνα.

### **3.2.3 Διδακτικό Σενάριο**

Μία συνηθισμένη διδακτική ώρα η οποία διήρκησε 45 λεπτά, με τη σύμφωνη γνώμη της καθηγήτριας και των μαθητών, αποφασίστηκε το μάθημα της Τεχνολογίας να γίνει με τη μέθοδο της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές/τριες οι οποίες στο συγκεκριμένο τμήμα της Β' Γυμνασίου είναι στον αριθμό 23, χωρίστηκαν σε ομάδες των 4 ατόμων.

Με την καθοδήγηση της καθηγήτριας έφτιαξαν ένα φανταστικό εργοστάσιο παραγωγής μπισκότων. Για την επιτυχή εφαρμογή αυτής της μεθόδου διδασκαλίας, χρειάστηκε να υπάρχουν οι εξής ηλεκτρονικές συσκευές: το κινητό τηλέφωνο της καθηγήτριας η οποία και κατέβασε την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς επίσης και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές από τους οποίους οι μαθητές παρακολουθούσαν τη δημιουργία του εργοστασίου.

Τελειώνοντας η διδασκαλία με τη μέθοδο της επαυξημένης πραγματικότητας, τα παιδιά συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο μέσω του οποίου δόθηκαν οι απαντήσεις που αφορούσαν τη διδασκαλία με αυτή τη μέθοδο.

### 3.2.4 Υλικό

Το λογισμικό εκπαιδευτικού χαρακτήρα το οποίο δημιουργήθηκε με στόχο τη διδακτική ενότητα με τίτλο «Η Δημιουργία εργοστασίου παραγωγής μπισκότων», για το μάθημα της Τεχνολογίας, αφορά τους μαθητές Β' Τάξης Γυμνασίου. Στο Α.Π.Σ.Υ.Π. (Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Υπουργείου Υγείας) βασίζεται το περιεχόμενο του εκπαιδευτικού λογισμικού. Όσον αφορά το περιεχόμενο δηλαδή, εμπλουτίζεται με δεδομένα του σχολικού βιβλίου Τεχνολογίας της Β' Γυμνασίου, με βίντεο τα οποία είναι αναρτημένα στην πλατφόρμα YouTube, όπως επίσης και με ένα άρθρο το οποίο έχει αναρτηθεί στο Διαδίκτυο.

Σε συνδυασμό με το έντυπο σχολικό βιβλίο του μαθητή, η διαδραστική εφαρμογή αποσκοπεί στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης με τρόπο πιο φιλικό, ελκυστικό και πολύπλευρο, στη βιωματική προσέγγιση της γνώσης μέσω της ενεργοποίησης των μαθητών και την ενεργό τους συμμετοχή, στη συμπύκνωση πολλών μακροσκελών κειμένων σε οπτικοακουστικά μηνύματα, με απώτερο σκοπό τη μείωση χρόνου και κόπου που αφιερώνει και καταβάλλει ο μαθητής για την αφομοίωση ογκώδη περιεχομένου. Όλο αυτό γίνεται μέσω της προβολής από εκπαιδευτικά βίντεο, 2D και 3D αντικείμενα.

Το εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο δημιουργήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, εντάσσεται κατά κύριο λόγο στο πλαίσιο της τυπικής εκπαίδευσης, δηλαδή με ενέργειες του εκπαιδευτικού. Ως υπόβαθρο για την πραγματοποίηση της επαύξησης με ψηφιακό περιεχόμενο, επιλέγεται η χρήση του έντυπου σχολικού εγχειριδίου. Αυτήν η ενίσχυση του εντύπου με το AR, ενδέχεται να ενισχύσει το ρόλο του και παράλληλα να δυναμώσει το ενδιαφέρον των νεαρών μαθητών για τη μάθηση, ενεργοποιώντας και

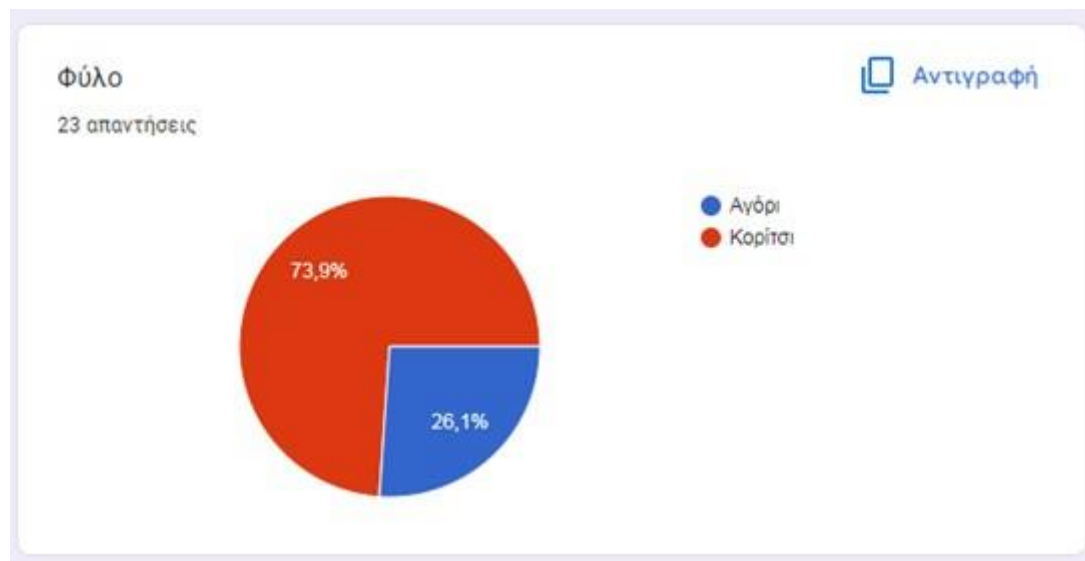
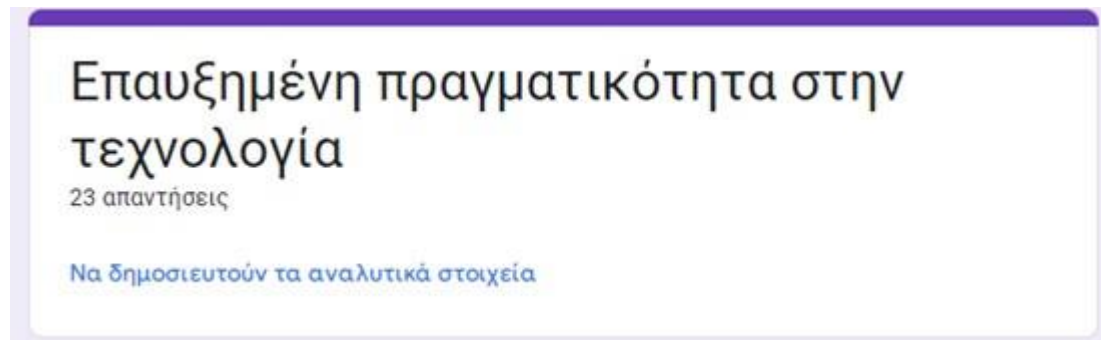
ενισχύοντας υπόλοιπες αισθήσεις, πέρα από την ακοή και την όραση με σκοπό μία πιο βιωματική και ολιστική εμπειρία.

### **3.2.5 Εργαλεία Συλλογής & Ανάλυσης Δεδομένων**

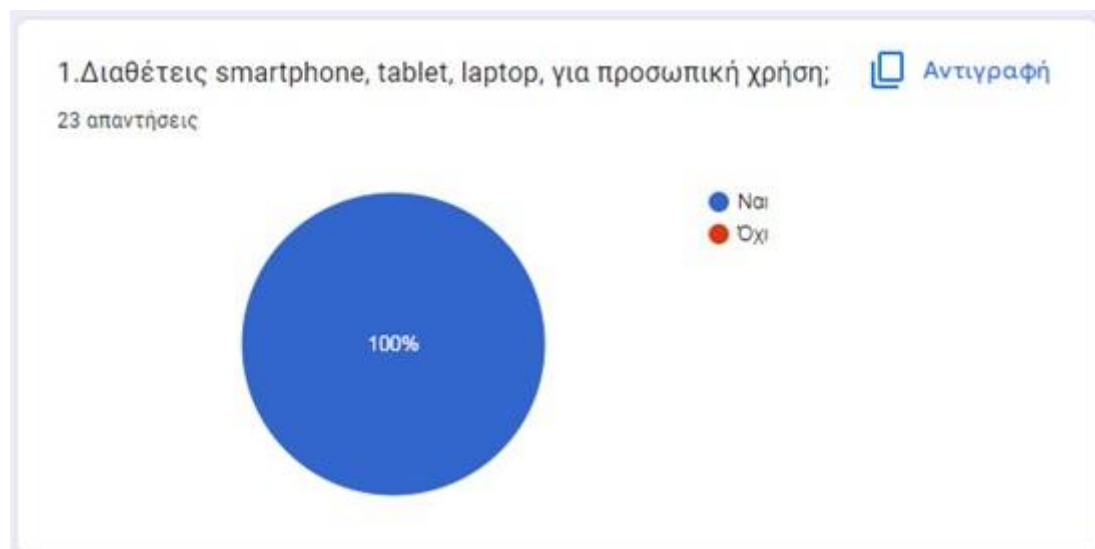
Επιλέγονται τα ερωτηματολόγια προκειμένου να συλλεχθούν τα ερευνητικά δεδομένα, ως ερευνητικά εργαλεία έτσι ώστε να αξιολογηθεί η εφαρμογή σε θέματα που αφορούν την ευχρηστία και την οικονομία. Ως ερευνητικά εργαλεία συλλογής δεδομένων, τα ερωτηματολόγια διευκολύνουν μιας και ενδέχεται να μοιραστούν σε ηλεκτρονική μορφή, σε έντυπη μορφή, ή ακόμη και σε μορφή διαδικτυακών φορμών, όπως το Google Forms, με αποτέλεσμα να αποτελέσουν μία μαζική, άμεση και οικονομική προσέγγιση της ομάδας χρηστών.

Στη παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε από μαθητές/τριες της Β' τάξης Γυμνασίου. Οι ερωτήσεις που περιείχαν ήταν κλειστού τύπου, με μορφή απλής και πολλαπλής επιλογής. Οι τύποι αυτοί ερωτήσεων συμπληρώνονται με ιδιαίτερη ευκολία από τους μαθητές, καθώς τους διευκολύνουν, ενώ παράλληλα, είναι πιο αξιόπιστες και γίνεται ευκολότερη ανάλυση των αποτελεσμάτων.

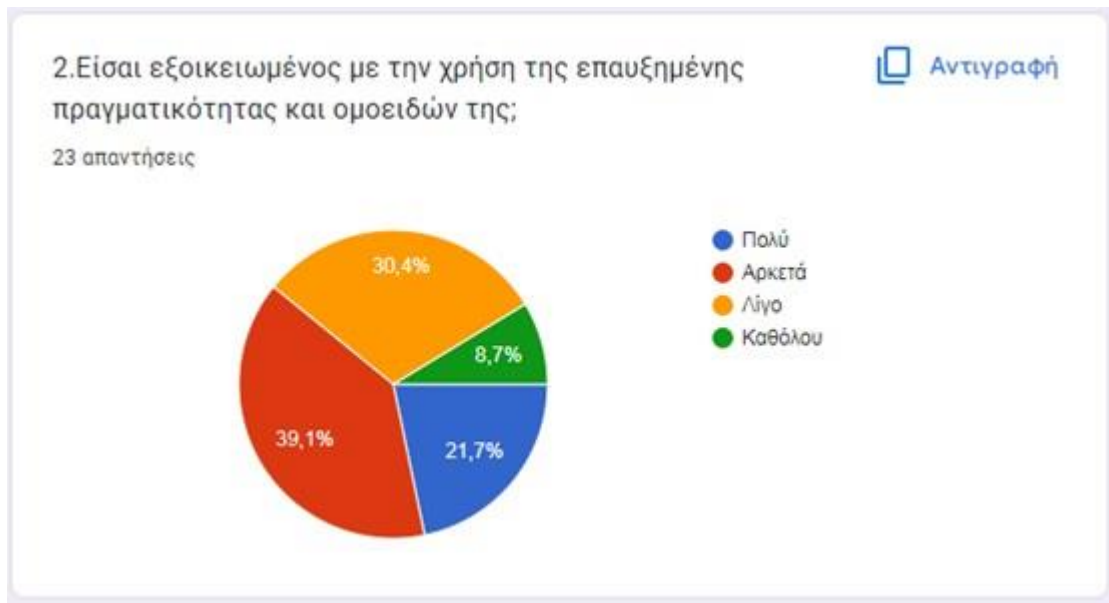
### 3.3 Αποτελέσματα



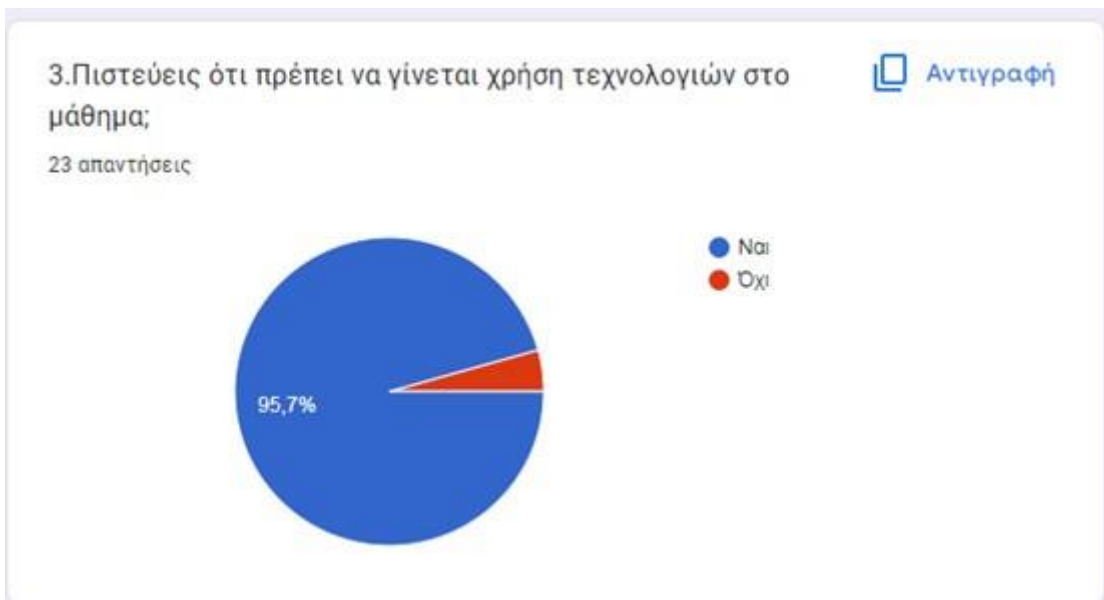
Όπως βλέπουμε το 73,9% που απάντησαν στις ερωτήσεις ήταν κορίτσια και μόλις το 26,1% αγόρια.



Στην συγκεκριμένη ερώτηση όλοι απάντησαν ότι χρησιμοποιούν τις συγκεκριμένες συσκευές για προσωπική χρήση.

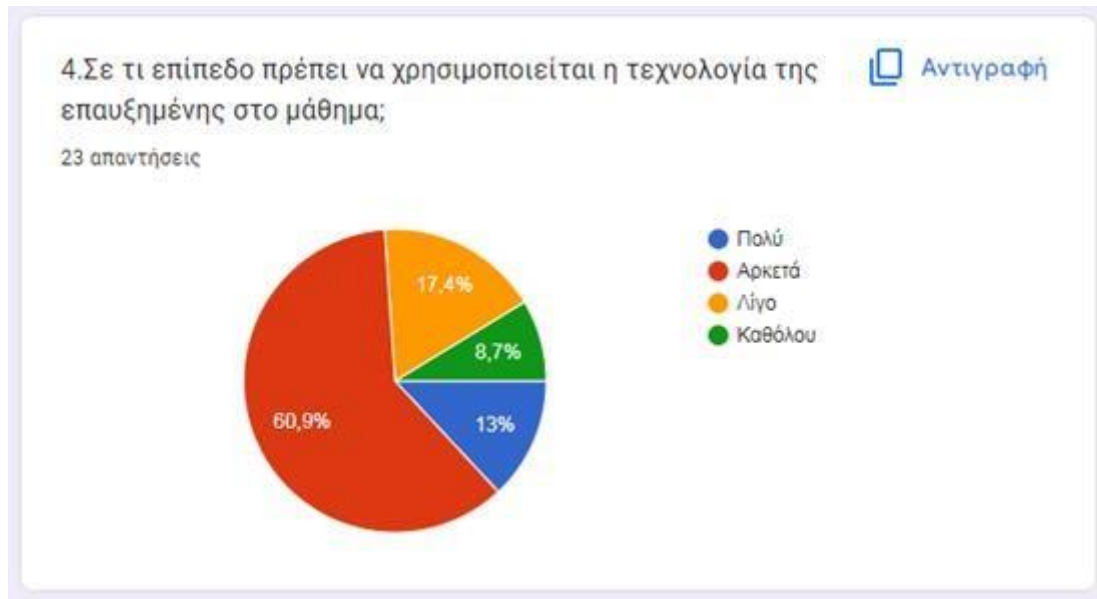


Εδώ όπως βλέπουμε από τα αποτελέσματα οι απαντήσεις των ερωτηθέντων είναι μοιρασμένες. Με μεγαλύτερο ποσοστό να δηλώνει ότι είναι αρκετά εξοικειωμένοι με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.



Και εδώ το σύνολο των ερωτηθέντων απάντησαν θετικά, ότι δηλαδή θα πρέπει να γίνεται η χρήση τεχνολογιών στο μάθημα.

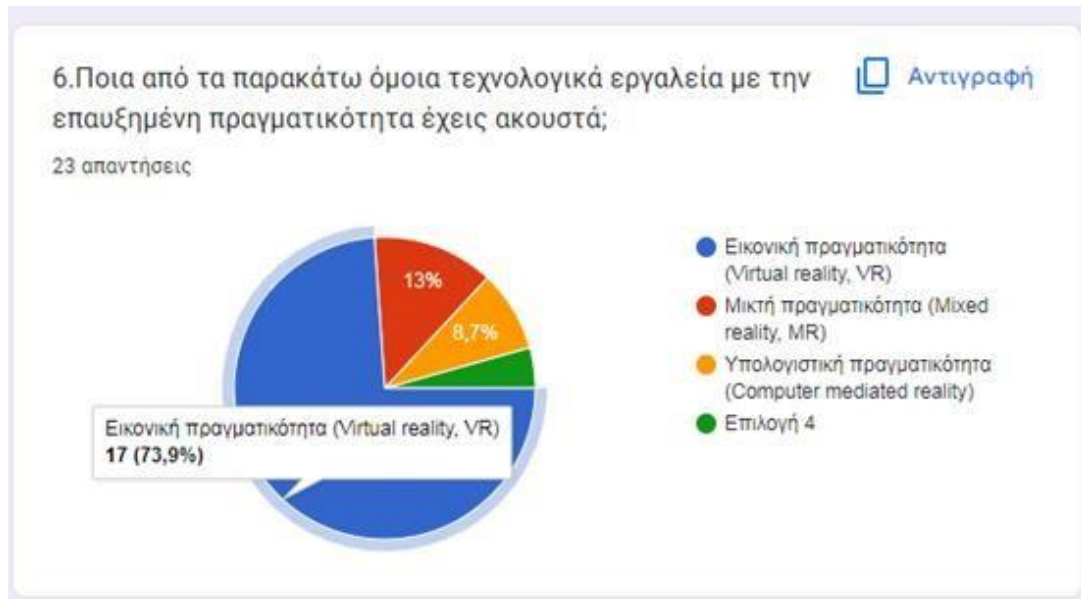




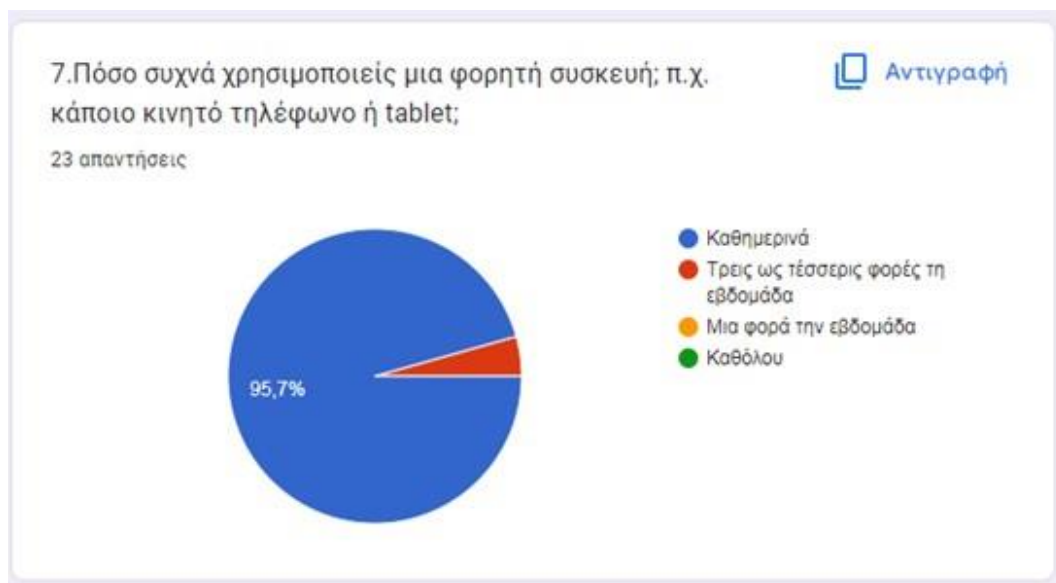
Το ίδιο θετικά απάντησε και στην συγκεκριμένη ερώτηση το σύνολο των ερωτηθέντων, ότι δηλαδή πρέπει να χρησιμοποιείται αρκετά η τεχνολογία της επαυξημένης στο μάθημα.



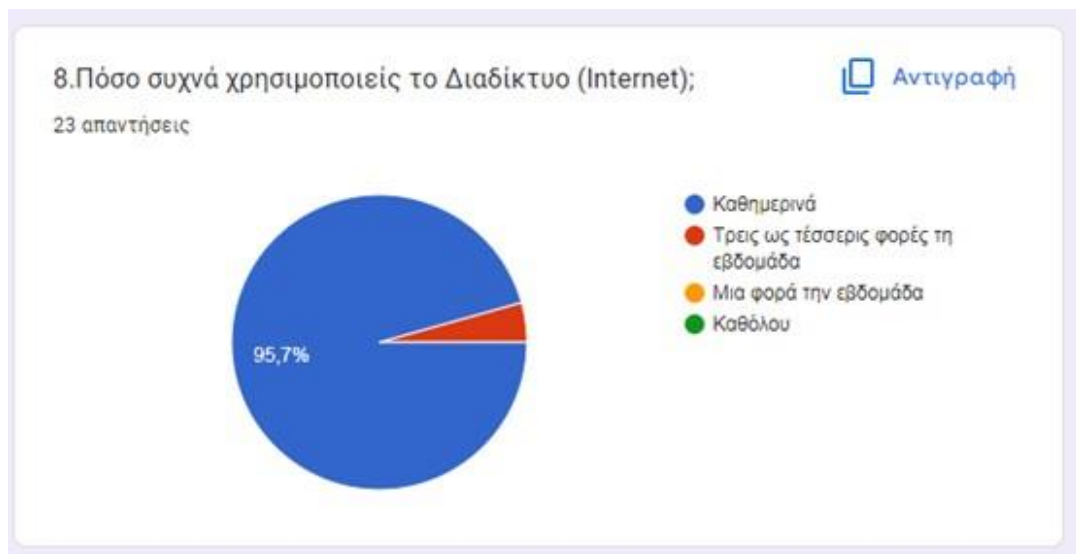
Το σύνολο των μαθητών/τριών με ποσοστό 47,8%, απάντησε ότι το μάθημα γίνεται πιο ευχάριστο και κατανοητό με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας.



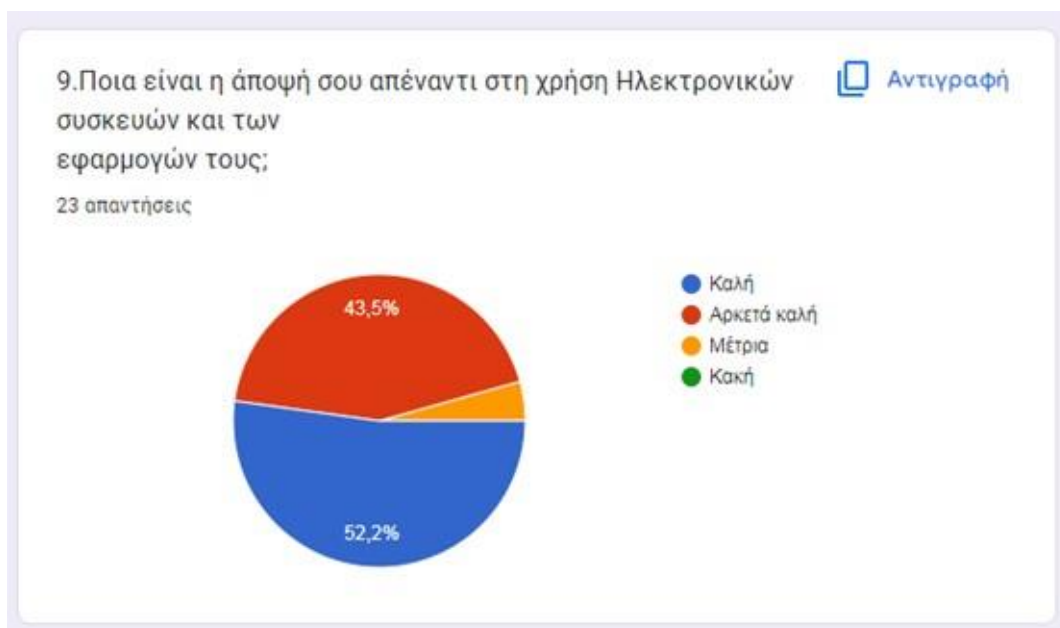
Οι μαθητές/τριες απάντησαν σχεδόν όλοι ότι γνωρίζουν την εικονική πραγματικότητα, ως τεχνολογικό εργαλείο παρόμοιο της επαυξημένης πραγματικότητας.



Εδώ η συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων απάντησε ότι χρησιμοποιεί καθημερινά κάποια συσκευή όπως κινητό τηλέφωνο ή tablet.



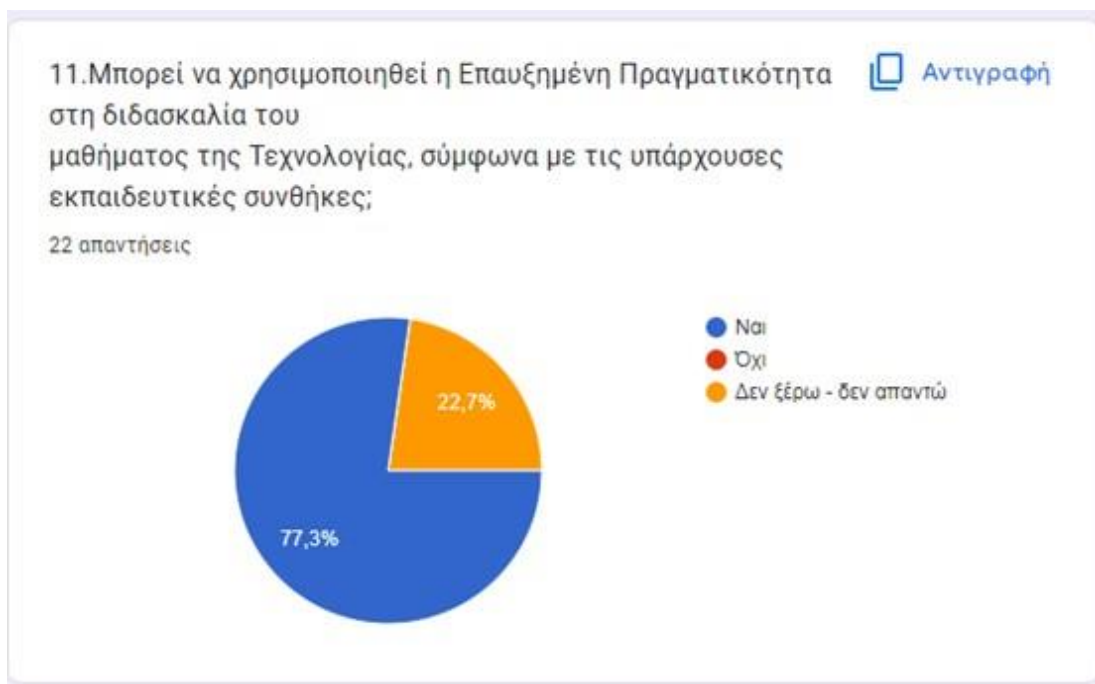
Στην ερώτηση πόσο συχνά χρησιμοποιείς το διαδίκτυο και εδώ το σύνολο των ερωτηθέντων δήλωσε καθημερινή χρήση.



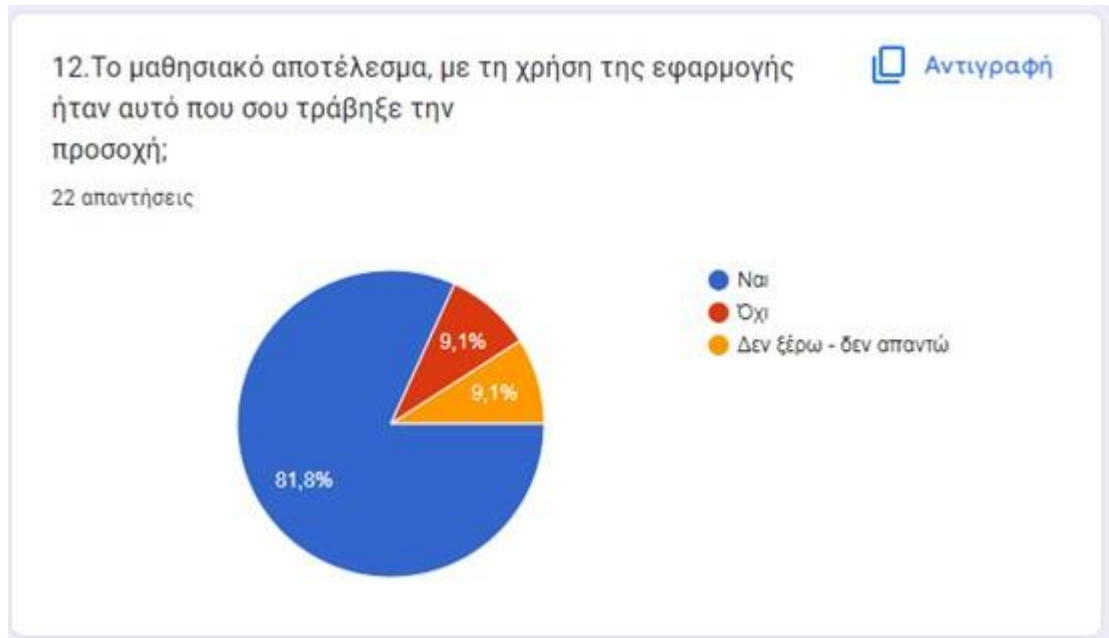
Οι απαντήσεις που δόθηκαν στην συγκεκριμένη ερώτηση ήταν καλή με ποσοστό 52,2%, ενώ ακολουθεί η επιλογή αρκετά καλή με ποσοστό 43,5%.



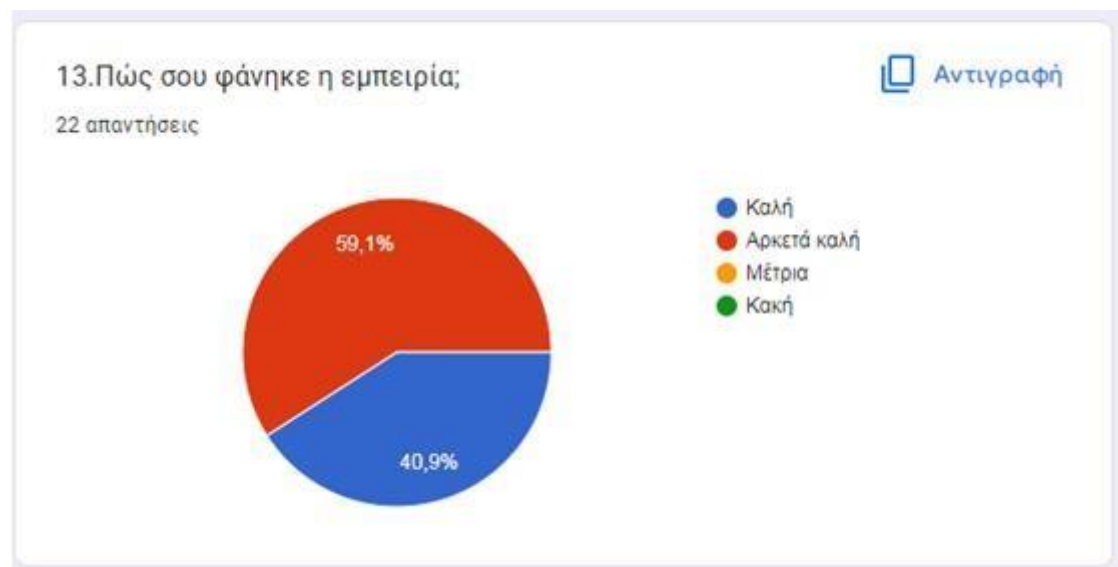
Στην ερώτηση αν ένα σχολικό βιβλίο μπορεί επάξια να αντικατασταθεί με την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, το σύνολο των ερωτηθέντων απάντησε θετικά.



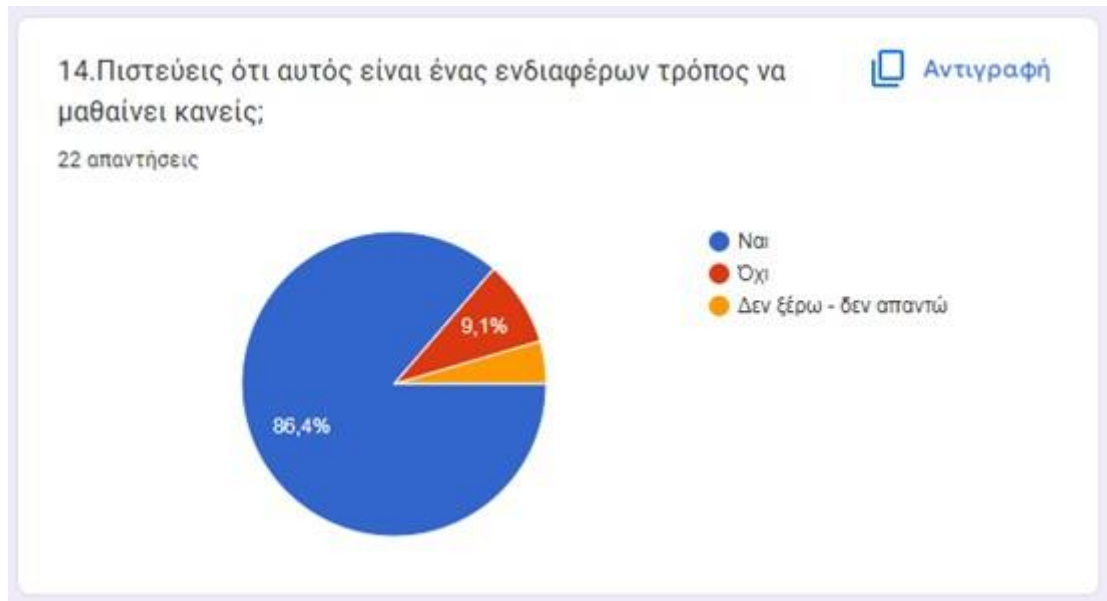
Και εδώ το σύνολο των ερωτηθέντων δηλώνει ότι η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία του μαθήματος της Τεχνολογίας.



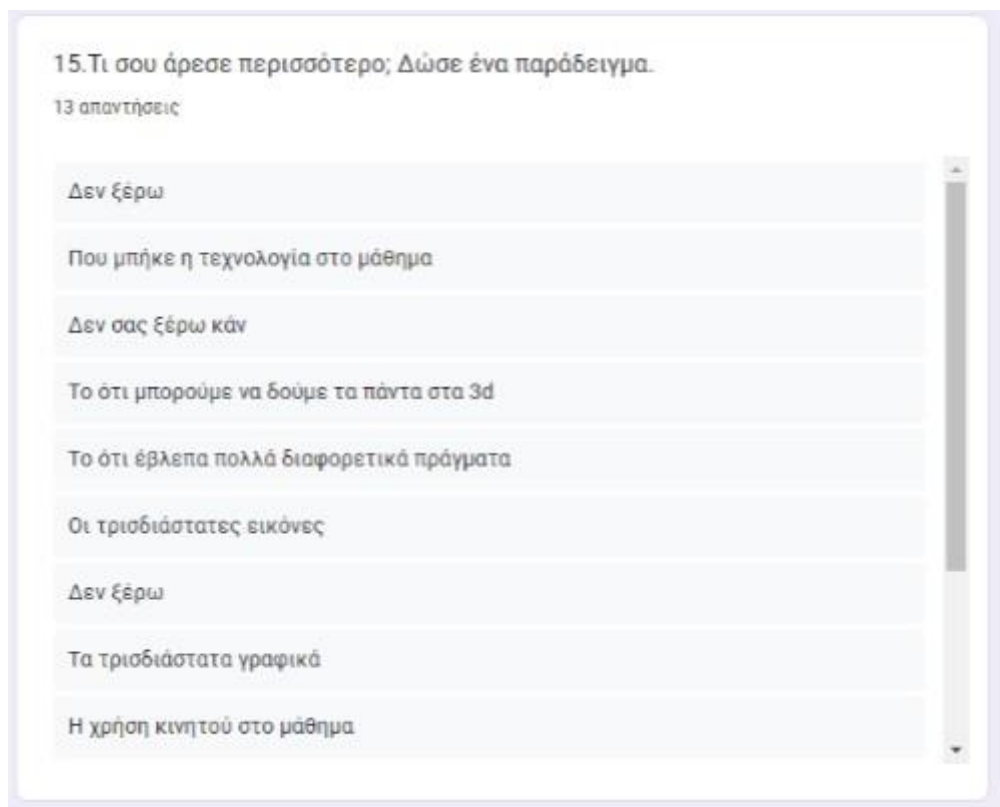
Εδώ το μεγαλύτερο ποσοστό με 81,8%, δηλώνει ότι το μαθησιακό αποτέλεσμα με τη χρήση της εφαρμογής ήταν αυτό που τράβηξε την προσοχή.



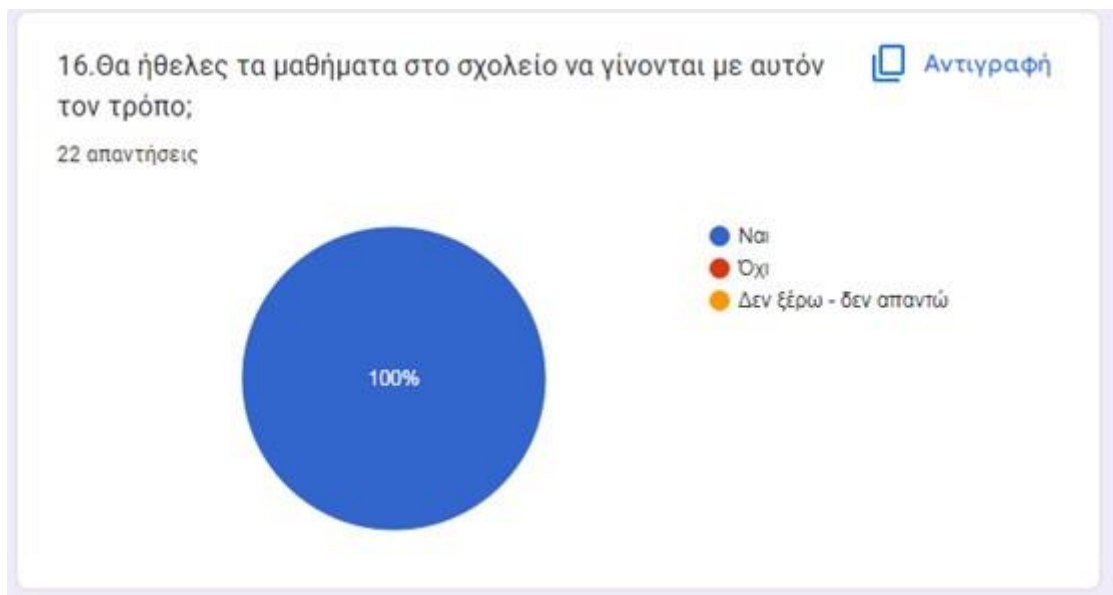
Στην ερώτηση που δόθηκε στους μαθητές, πως τους φάνηκε η εμπειρία, οι απαντήσεις ήταν μοιρασμένες με ποσοστό 40,9 και 59,1%.



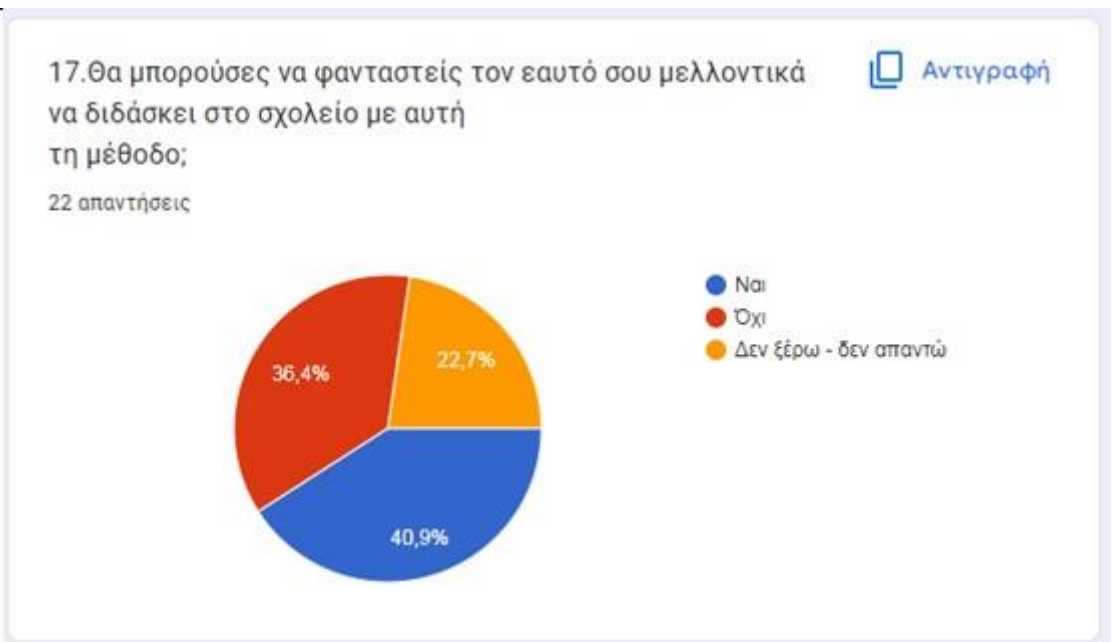
Και εδώ το σύνολο των ερωτηθέντων με ποσοστό 86,4%, δηλώνει ότι ο τρόπος μάθησης με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας έχει μεγάλο ενδιαφέρον.



Εδώ οι μαθητές/τριες απάντησαν διαφορετικά ο καθένας, όπως αυτοί το πίστευαν.



Στην συγκεκριμένη ερώτηση, το 100% των ερωτηθέντων απάντησαν θετικά πως πράγματι θέλουν να γίνεται το μάθημα με την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας.



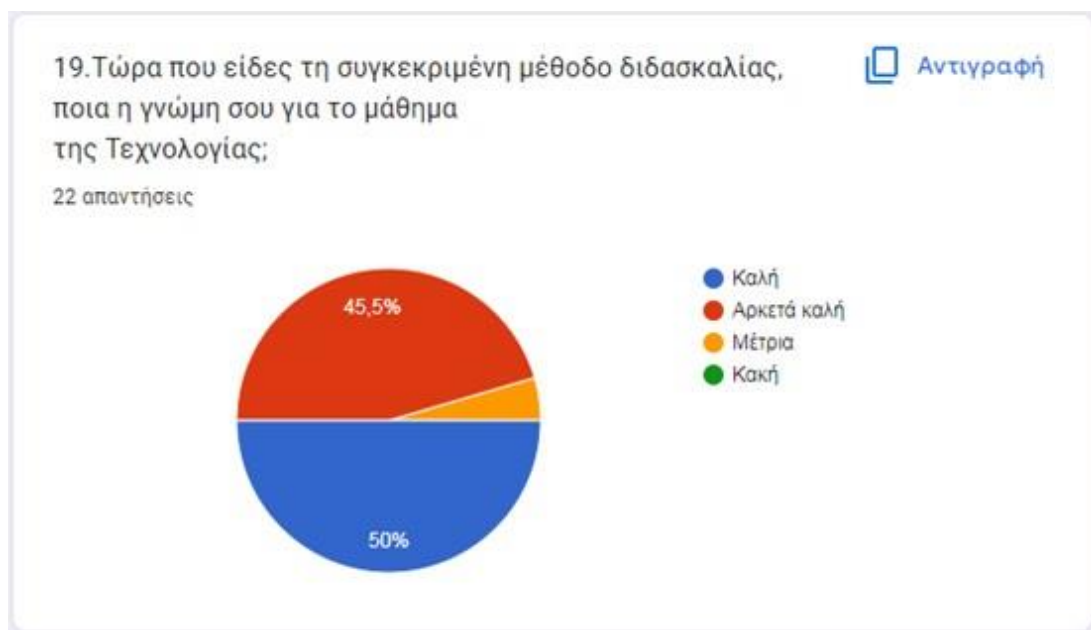
Εδώ οι απαντήσεις ήταν μοιρασμένες. Το 40,9% απάντησε θετικά, το 36,4% δηλώνει όχι, ενώ το ποσοστό 22,7% δήλωσε ότι δεν ξέρει.

18. Αν ναι σε τι μάθημα;

12 απαντήσεις

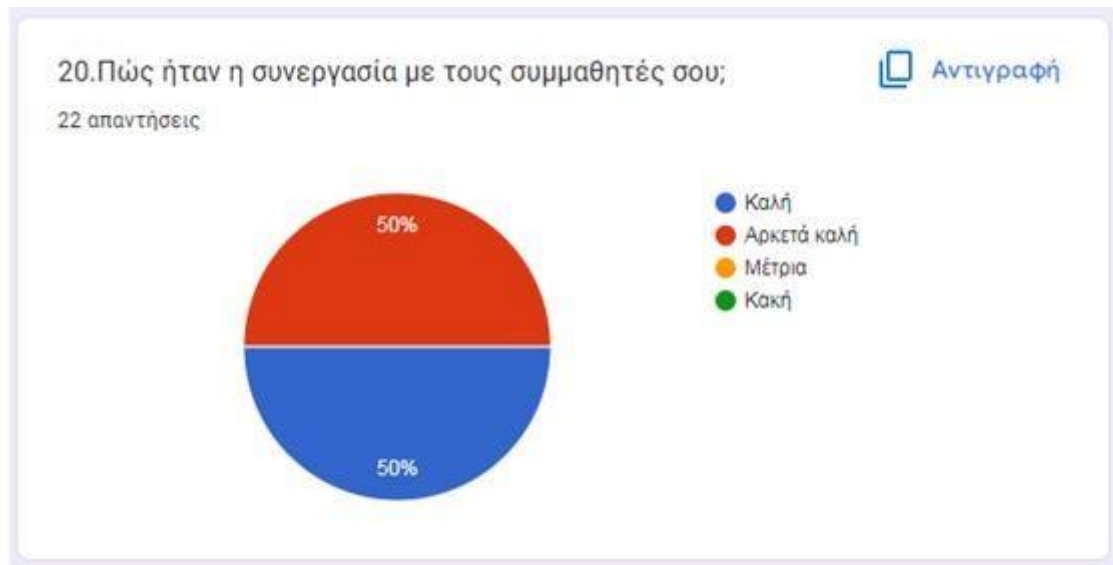
- Αρχαία
- 
- Στα μαθηματικά
- Τεχνολογία
- Πληροφορική
- Μαθηματικά
- Ραμποτική
- Τεχνολογίας
- Γεωγραφία

Οι απαντήσεις από αυτούς που απάντησαν θετικά στην προηγούμενη ερώτηση, περιγράφονται παραπάνω.





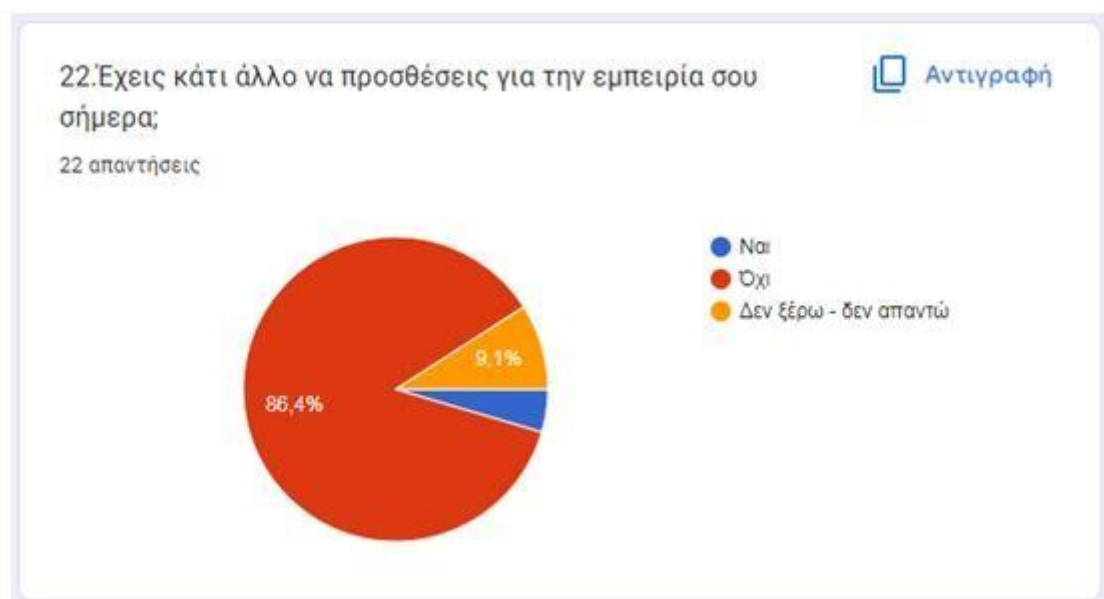
Εδώ οι απαντήσεις είναι μοιρασμένες οι μισοί σχεδόν έχουν καλή γνώμη για το μάθημα της Τεχνολογίας, ενώ οι άλλοι μισοί αρκετά καλή.



Στην ερώτηση για την συνεργασία με τους άλλους μαθητές οι μισοί δήλωσαν καλή, ενώ οι άλλοι μισοί αρκετά καλή.



Στην ερώτηση αν θα συζητήσεις με τους φίλους σου την εμπειρία, το μεγαλύτερο ποσοστό δήλωσε θετικά.



Εδώ οι μαθητές/τριες στο μεγαλύτερο ποσοστό με κλίμακα 86,4%, απάντησε αρνητικά, ότι δηλαδή δεν έχουν κάτι άλλο να προσθέσουν για την εμπειρία που έζησαν.

23. Αν ναι, τι θα ήταν αυτό;

4 απαντήσεις

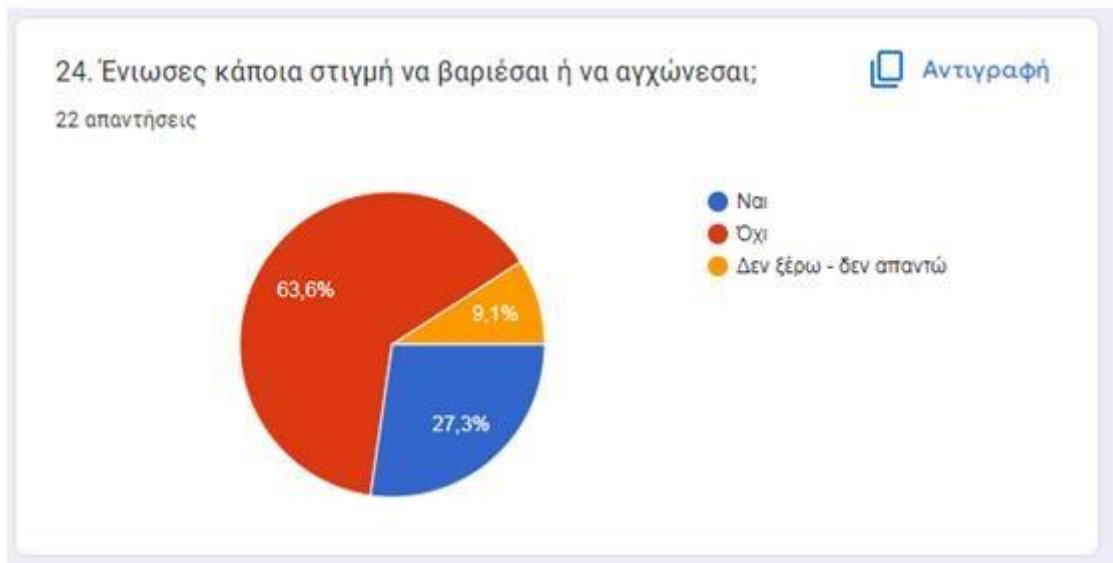
..

Τίποτα

Ωραίο μάθημα

Δεν έχω κτ

Οι λίγοι που απάντησαν θετικά στην προηγούμενη ερώτηση, έδωσαν απαντήσεις, οι οποίες και περιγράφονται παραπάνω.



Στην ερώτηση που δόθηκε στους μαθητές/τριες, αν δηλαδή βαριούνται με τη συγκεκριμένη μέθοδο της διδασκαλίας, το μεγαλύτερο ποσοστό δήλωσε πως όχι, υπάρχει όμως και ένα ποσοστό 27,3%, που δηλώνει πως βαρέθηκε ή αγχώθηκε.



Στην συγκεκριμένη ερώτηση, η πλειοψηφία απάντησε θετικά με ποσοστό 72,7%, ακολουθεί με ποσοστό 18,2%, αυτοί που απάντησαν ότι δε γνωρίζουν, ενώ ακολουθούν με ποσοστό 9,1%, αυτοί που απάντησαν αρνητικά.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στόχος της παρούσης εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της χρήσης Επαυξημένης Πραγματικότητας στη μάθηση και τη διδασκαλία. Τα τελευταία χρόνια, η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας σε διάφορους τομείς της ανθρωπότητας παρουσιάζει ολοένα και μεγαλύτερη εξέλιξη, η οποία συνεχώς αυξάνεται. Ως μορφή τεχνολογίας, αποτελεί πλέον ένα ταχέως αναπτυσσόμενο ερευνητικό πεδίο, το οποίο αποσκοπεί στον εμπλουτισμό των στοιχείων που βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο, με την προσθήκη εικονικών στοιχείων πληροφορίας, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κατάλληλα σχεδιασμένων συσκευών.

Οι καινούριες αυτές συσκευές και πιο συγκεκριμένα τα smartphones, τα tablets και οι υπολογιστές, είναι σε θέση να αποτελέσουν το δίαυλο μεταξύ της επαυξημένης πραγματικότητας και των χρηστών των συσκευών αυτών. Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει αφήσει το στίγμα της και στον τομέα της εκπαίδευσης, αφού έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον αρκετών εκπαιδευτικών και θεωρείτο ως ένα πρωτοπόρο και σημαντικό εργαλείο εκπαίδευσης και μάθησης. Η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει εμπειρίες μάθησης που είναι μοναδικές στους μαθητές, καθώς ενισχύει τα αισθητηριακά ερεθίσματα της όρασης και της ακοής μέσω τρισδιάστατων εικόνων, βίντεο κ.λπ.

Στόχος του θεωρητικού μέρους της παρούσης εργασίας ήταν η διερεύνηση όλων των στοιχείων που απαρτίζουν την επαυξημένη πραγματικότητα, εισάγοντας στην ουσία την έννοιά της κατά τη διαδικασία της μάθησης. Επίσης, μελετήθηκαν εις βάθος τα πλεονεκτήματά της, καθώς και οι διάφορες προκλήσεις που δύναται να εμφανιστούν κατά τη χρήση της από τους μαθητές.

Προκειμένου να υλοποιηθεί ο σκοπός αυτός, έγινε χρήση βιβλιογραφικής ανασκόπησης που αφορούσε τη χρήση τη χρήση του AR στην Εκπαίδευση γενικά, καθώς και πιο ειδικά στη συνέχεια στο μάθημα της Τεχνολογίας σε μαθητές Β΄ Γυμνασίου, τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις τις οποίες χρησιμοποίησαν, καθώς και τους στόχους των ερευνών αυτών έτσι ώστε το πλαίσιο σχεδιασμού να δομηθεί σταδιακά για την εφαρμογή AR που χρησιμοποιήθηκε. Έπειτα υπήρξε ανάλυση των πλεονεκτημάτων από τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνολογίας σαν ένα γνωστικό εργαλείο, στη δόμηση και την κατανόηση του περιεχομένου, ενώ εξετάστηκαν αντίστοιχα παραδείγματα εφαρμογών για παιδιά. Για να διερευνηθεί ο σκοπός και οι στόχοι της εργασίας, συντάχθηκε ερωτηματολόγιο, καθώς και ερευνητικά ερωτήματα. Η εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε σε 23 μαθητές/ριες της Β΄ τάξης Γυμνασίου. Μέσα από τις απαντήσεις των μαθητών/τριων έγινε ξεκάθαρο ότι επικροτούν την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι περισσότερες απαντήσεις που δόθηκαν δείχνουν ότι είναι πιο ευχάριστο για τα παιδιά η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Το μάθημα όπως τονίζουν τα ίδια τα παιδιά γίνεται πιο κατανοητό με την εφαρμογή της επαυξημένης. Βρισκόμαστε σε ένα μεταβατικό στάδιο σε ότι αφορά τη μέθοδο διδασκαλίας, το οποίο όπως φαίνεται θα κυριαρχήσει μέσα στο σχολείο.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amburn, R., Vey, L., Boyce, W., Mize, R., (2015). “*The Augmented Reality Sandtable (ARES)*”. Technical report, US Army Research Laboratory.
- Avilez – Reyes, F., Avilez – Cruz, C., (2018). “*Handheld augmented reality system for resistive electric circuits understanding for undergraduate students*”. Computer Applications English Education.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., MacIntyre, B., (2001). “*Recent advances in augmented reality*”. Computer Graphics and Applications IEEE.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Kinshuk, S., (2015). “*Mobile augmented reality in vocational education and training*”. Procedia Computer Science.
- Bace, M., Leppanen, T., De Gomez, G., Gomez, R., (2016). “*ubiGaze: Ubiquitous augmented reality messaging using gaze gestures*”.
- Bafadal, I., Juharyanto, A., Nurabadi, A., Gunawan, I., (2020). “*Efforts to improve the integrity of the principal with the moral debate model*”. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Education and Management.
- Barsom, Z., Graafland, M., Schijven, P., (2016). “*Systematic review on the effectiveness of augmented reality applications in medical training*”. Surgical Endoscopy.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., (2011). “*Augmented reality technologies, systems and applications*”. Multimed Tools Appl.
- Cedefop, (2014). “*Vocational education and training in Greece: short description*”. Publications Office.

- Estapa, A., Nadolny, L., (2015). *“The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation Journal of STEM Education: Innovations and Research”*.
- Geogebra AR application. <https://www.geogebra.org/m/mvjzzgdw>.
- Gibby, T., Swenson, A., Cvetko, S., (2019). *“Head – mounted display augmented reality to guide pedicle screw placement utilizing computed tomography”*.
- Greenfield, J., Luck, J., Billingsley, L., Heyes, R., Smith, J., Mosahebi, O., (2018). *“Demonstration of the effectiveness of augmented reality telesurgery in complex hand reconstruction in Gaza”*.
- Gunawayn, I., EriKusumaningrum, D., BambangSumarsono, R., (2020). *“Investigation of principal Advances in Social Science, Education and Humanities Research”*.
- Hopp, T., Gangadharbatla, H., (2016). *“Novelty effects in augmented reality advertising environments: The influence of exposure time and self – efficacy”*. Journal of Current Issues & Research in Advertising.
- IKEA AR application. <https://www.ikea.com/au/en/customer-service/mobile-apps/say-hej-to-ikea-place-pub1f8af050>.
- Jaewoon, L., Yeonjin, K., Myeong – Hyeon, H., Dongho, K., Byeong – Seok, S., (2015). *“Real – time projection – based augmented reality system for dynamic objects in the performing arts”*.
- Julianne, C., Turnet, C., Debra, M., (2009). *“Teachers’ Beliefs about Student Learning and Motivation”*. Springer International Handbooks of Education.
- Kamarainen, M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazzuca, D., Tutwiler, S., Dede, C., (2013). *“EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips”*.

- Klopfer, E., Sheldon, J., (2010). “*Augmenting your own reality: student authoring of science – based augmented reality games New Directions for Youth Development*”.
- Meola, A., Cutolo, F., Carbone, M., Cagnazzo, F., Ferrari, M., Ferrari, V., (2017). “*Augmented reality in neurosurgery: A systematic review*”. Neurosurgical Rev.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F., (1994). “*Augmented reality: a class of displays on the reality – virtuality continuum Proceedings the SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies*”.
- Mustapa, S., Ibrahim, M., Yusoff, A., (2015). “*Engaging vocational college students through blended learning: Improving class Attendance and participation*”. Procedia – Social and Behavioral Sciences.
- Palmarini, R., Erkoyuncu, A., Roy, R., Torabmostaedi, H., (2018). “*A systematic review of augmented reality applications in maintenance*”.
- Park, J., Lim, K., Seo, J., Jung, J., Lee, H., (2015). “*Spatial Augmented Reality for Product Appearance Design Evaluation*”. Journal of Computational Design and Engineering.
- Porter, E., Heppelmann, E., (2017). “*Why every organization needs an augmented reality strategy*”. Harvard Business Rev.
- Rapiudin, U., (2019). “*Students’ Perception on Their Motivation in Learning English (The Analysis Sutends’ Motivation Based on Maslow’s Concept)*”.
- UNESCO, (2012). “*International Standard Classification of Education*”.
- Virtuali-tee T-shirt AR application. <https://www.curiscope.com/products/virtuali-tee>.
- Wardani, D., (2020). “*Student learning motivation: A conceptual paper*”. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Early Childhood and Primary Childhood Education.



Wu, K., Lee, Y., Chang, Y., Liang, C., (2013). “*Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education*”. Computers and Education.

## ABSTRACT

For decades, the learning community, and more specifically the school, has been searching for a means to integrate the ever-growing body of research into everyday practice. While simulation and virtual reality dominate the community, the lack of real-world conditions in some systems and the expense of others has imposed many limitations on these methods. Augmented reality (AR) incorporates computer-generated images overlaid on real-world objects. Although this technology appears to have distinct advantages over today's media, it has yet to be determined whether AR is effective for knowledge acquisition purposes. The purpose of this study is to determine whether augmented reality is a viable means through which knowledge acquisition can be effectively carried out during school teaching.

This work aims at the in-depth study of augmented reality as a means of teaching. More specifically, the terminology of augmented reality is analyzed, the applications it has in the era humanity is going through, the ways in which students can use it in order to acquire more specialized knowledge in a specific field, as well as the various advantages and disadvantages it presents.

**Keywords:** Augmented Reality, Virtual Reality, Learning, Secondary Education.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### 1. Ερωτηματολόγιο

#### «Επαυξημένη πραγματικότητα στην τεχνολογία»

Στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών

"Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον" του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών και του Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής της Σχολής Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Σπουδών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, εκπονείται η διπλωματική μου εργασία, η οποία διερευνά τις στάσεις των μαθητών της Β΄ γυμνασίου απέναντι στην αξιοποίηση της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας στην διδασκαλία. Η συμμετοχή σας σε αυτήν την ερευνά μέσω της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου είναι μεγάλης σημασίας.

Το ερωτηματολόγιο είναι καθαρά για ερευνητικό σκοπό και είναι ανώνυμο. Όλα τα στοιχεία που θα καταγράφουν στο ερωτηματολόγιο θα επεξεργαστούν και θα βγουν συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στην βελτίωση της εφαρμογής ή ακόμα και στην σχεδίαση νέων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων με την επαυξημένη πραγματικότητα για το μάθημα της τεχνολογίας στην Β΄ γυμνασίου.

Θα σας παρακαλούσα να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις με ειλικρίνεια για να υπάρξουν σωστά και έγκυρα συμπεράσματα.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων για την πολύτιμη συνεισφορά σας στην παρούσα έρευνα.

Με εκτίμηση

Γκουζιώτη Αθανασία ΠΕ82

Φύλο

Αγόρι

Κορίτσι

1. Διαθέτεις smartphone, tablet, laptop, για προσωπική χρήση;

Ναι

Όχι

2. Είσαι εξοικειωμένος με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και ομοειδών της;

Πολύ

Αρκετά

Λίγο

Καθόλου

3. Πιστεύεις ότι πρέπει να γίνεται χρήση τεχνολογιών στο μάθημα;

Ναι

Όχι

4. Σε τι επίπεδο πρέπει να χρησιμοποιείται η τεχνολογία της επαυξημένης στο μάθημα;

Πολύ

Αρκετά

Λίγο

Καθόλου

5. Το μάθημα στην τάξη με την χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας πιστεύεις ότι είναι πιο κατανοητό και ευχάριστο;

Πολύ

Αρκετά

Λίγο

Καθόλου

6. Ποια από τα παρακάτω όμοια τεχνολογικά εργαλεία με την επαυξημένη πραγματικότητα έχεις ακουστά;

Εικονική πραγματικότητα (Virtualreality, VR)

Μικτή πραγματικότητα (Mixedreality, MR)

Υπολογιστική πραγματικότητα (Computermediatedreality)

Επιλογή 4

7. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς μια φορητή συσκευή; π.χ. κάποιο κινητό τηλέφωνο ή tablet;

Καθημερινά

Τρεις ως τέσσερις φορές τη εβδομάδα

Μια φορά την εβδομάδα

Καθόλου

8. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς το Διαδίκτυο (Internet);

Καθημερινά

Τρεις ως τέσσερις φορές τη εβδομάδα

Μια φορά την εβδομάδα

Καθόλου

9. Ποια είναι η άποψή σου απέναντι στη χρήση Ηλεκτρονικών συσκευών και των εφαρμογών τους;

Καλή

Αρκετά καλή

Μέτρια

Κακή

**10.** Μπορεί η μετατροπή ενός σχολικού βιβλίου σε βιβλίο Επαυξημένης

Πραγματικότητας να

επιδράσει θετικά στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα της Τεχνολογίας

επιφέροντας έτσι καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**11.** Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η Επαυξημένη Πραγματικότητα στη διδασκαλία

του μαθήματος της Τεχνολογίας, σύμφωνα με τις υπάρχουσες εκπαιδευτικές

συνθήκες;Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**12.** Το μαθησιακό αποτέλεσμα, με τη χρήση της εφαρμογής ήταν αυτό που σου τράβηξε

την

προσοχή;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**13.** Πώς σου φάνηκε η

εμπειρία;Καλή

Αρκετά καλή

Μέτρια

Κακή

**14.** Πιστεύεις ότι αυτός είναι ένας ενδιαφέρων τρόπος να μαθαίνει

κανείς; Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**15.** Τι σου άρεσε περισσότερο; Δώσε ένα παράδειγμα.

**16.** Θα ήθελες τα μαθήματα στο σχολείο να γίνονται με αυτόν τον τρόπο;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**17.** Θα μπορούσες να φανταστείς τον εαυτό σου μελλοντικά να διδάσκει στο σχολείο με αυτή

τη μέθοδο;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**18.** Αν ναι σε τι μάθημα;

**19.** Τώρα που είδες τη συγκεκριμένη μέθοδο διδασκαλίας, ποια η γνώμη σου για το μάθημα

της Τεχνολογίας;

Καλή

Αρκετά καλή

Μέτρια

Κακή

**20.** Πώς ήταν η συνεργασία με τους συμμαθητές σου;

Καλή

Αρκετά καλή

Μέτρια

Κακή

**21.** Θα συζητήσεις την εμπειρία σου με τους φίλους σου που δεν έχουν δει τη συγκεκριμένη

μέθοδο διδασκαλίας;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**22.** Έχεις κάτι άλλο να προσθέσεις για την εμπειρία σου σήμερα;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**23.** Αν ναι, τι θα ήταν αυτό;

**24.** Ένωσες κάποια στιγμή να βαριέσαι ή να αγχώνεσαι;

Ναι

Όχι

Δεν ξέρω - δεν απαντώ

**25.** Είχες την αίσθηση ότι μπορούσες να εφαρμόσεις αυτά που σκεφτόσουν στο μάθημα;

Ναι

Όχι



Δεν ξέρω - δεν απαντώ

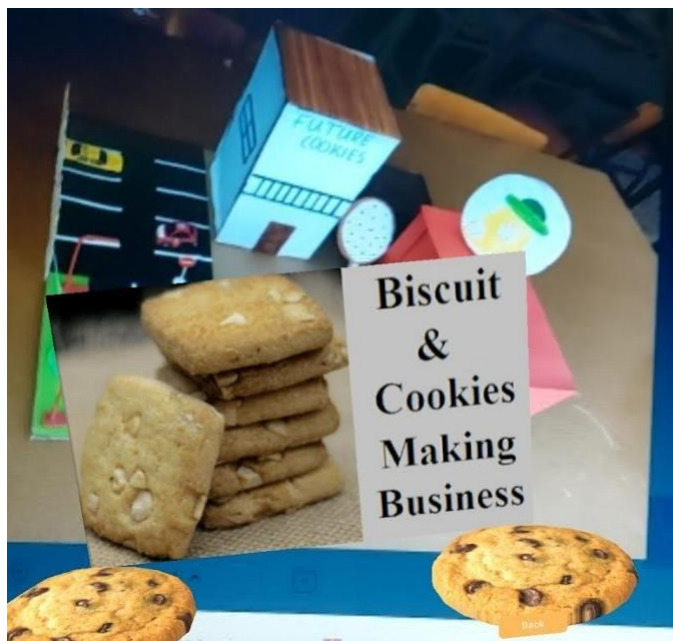
## 2. Ψηφιακό Υλικό Εφαρμογής



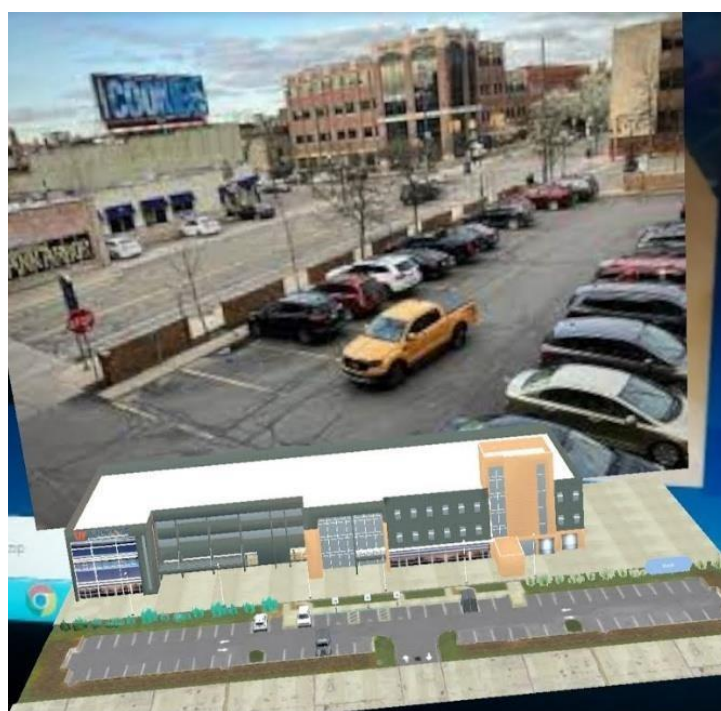
**Εικόνα 15:** Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας του εργοστασίου στο βιβλίο. Επαύξηση  
πρώτης  
εικόνας σχολικού εγχειριδίου



**Εικόνα 16:** Χρήση της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας από τους μαθητές



**Εικόνα 17:** Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας με εφαρμογή της επανξιμένης πραγματικότητας, του εργοστασίου παραγωγής μπισκότων



**Εικόνα 18:** Εμφάνιση τρισδιάστατης εικόνας με εφαρμογή της επανξιμένης πραγματικότητας, του εργοστασίου παραγωγής μπισκότων



**Εικόνα 19:** Πρόσοψη του εργοστασίου με εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας, στο μάθημα της Τεχνολογίας

<https://youtu.be/vLNTcZPYQCE>