



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Παιδαγωγικό τμήμα



Διδρυματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**Επιστήμες της Αγωγής μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών**

**Προσεγγίσεων**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Προβλήματα ανάγνωσης και γραφής.**

POST GRADUATE THESIS

**The development of augmented reality in students with learning disabilities. The problems of reading and writing.**

ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ(ΤΩΝ)/NAME OF STUDENTS

**Ελένη Στρομπούλη**

Eleni Stroumpouli

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

**Μαρία Μουντρίδου**

Maria Moundridou

ΑΙΓΑΛΕΩ/AIGALEO 2023



Faculty of Health and Caring Professions  
Department of Biomedical Sciences  
Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences  
Department of Early Childhood Education and Care



Department of Pedagogy



Inter-Institutional Post Graduate Program  
**Pedagogy through innovative Technologies and Biomedical approaches**

POST GRADUATE THESIS

**The development of augmented reality in students with learning disabilities. The problems of reading kai writing.**

Eleni Stroumpouli

19085

elenistrou@hotmail.com

FIRST SUPERVISOR

Maria Moundridou

SECOND SUPERVISOR

Petros Karkalousos

## Επιτροπή εξέτασης

Ημερομηνία εξέτασης: 17/2/2023

	Ονόματα εξεταστών	Υπογραφή
1 <sup>ος</sup> Εξεταστής	Μαρία Μουντρίδου	
2 <sup>ος</sup> Εξεταστής	Πέτρος Καρκαλούσος	

## Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Ελένη Στρουμπούλη του Τριαντάφυλλου, με αριθμό μητρώου 19085 φοιτήτρια του Διδρυματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων των Τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών/ Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία/Παιδαγωγική τμήμα των Σχολών Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας/Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Ελένη Στρουμπούλη

## Ευχαριστίες

Ευχαριστώ ιδιαίτερω την Α' επιβλέπουσα κυρία Μουντρίδου Μαρία, για την πολύτιμη συμβουλευτική καθοδήγηση, καθώς και την άμεση ανταπόκρισή της και τον κύριο Πέτρο Καρκαλούσο, Β' επιβλέποντα, για τις συμβουλές του.

# Αφιέρωσεις

*Στην οικογένειά μου...*

## Περίληψη

Η αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality) στην εκπαίδευση, αν και καινοτόμος μέθοδος, φαίνεται να έχει μια αυξανόμενη πρόοδο και να κυριαρχεί σε γνωστικά αντικείμενα των θετικών και φυσικών επιστημών, μιας και προσφέρεται για προσομοιώσεις, οπτικοποιήσεις και γενικά αναπαράσταση αφηρημένων εννοιών τρισδιάστατα. Από την άλλη, οι μαθησιακές δυσκολίες έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης για πολλούς ερευνητές εδώ και χρόνια. Κι αυτό γιατί αποτελούν τη μεγαλύτερη κατηγορία ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών, μιας και σύμφωνα με την ελληνική βιβλιογραφία οι μισοί από τους μαθητές έχουν διαγνωστεί με Μαθησιακές Δυσκολίες. Η παρούσα εργασία διερευνά τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί σχετικά με την παιδαγωγική αξία της επαυξημένης πραγματικότητας και τις μαθησιακές δυσκολίες, που εμφανίζονται σε μαθητές. Σκοπός της είναι η διερεύνηση των γενικότερων μαθησιακών δυσκολιών, με αναφορές στην ανάγνωση και στη γραφή, σε συνδυασμό με την αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας, ώστε η τελευταία να προσφέρει και να βελτιώσει τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος μαθαίνει. Μέσω μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης θα παρουσιαστεί ο ρόλος της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στο κομμάτι των μαθησιακών δυσκολιών και πώς αυτή συμβάλλει αποτελεσματικά στη βελτίωση αυτών των μαθητών. Τέλος, προτείνεται να γίνει μια εκτενέστερη έρευνα για την εξαγωγή εγκυρότερων αποτελεσμάτων.

Λέξεις κλειδιά: Επαυξημένη Πραγματικότητα, Μαθησιακές Δυσκολίες

## **Abstract**

The development of Augmented Reality in education, as an innovative method, seems to dominate in natural and physical sciences, since it lends itself to simulations, visualizations and generally representations of abstract concepts in three dimensions. On the other hand, learning disabilities have been the subject of study for a lot of researchers for years. So, they constitute the largest category of special educational needs, since according to the Greek literature half of the students have been diagnosed with Learning Difficulties. This paper explores researches that have been conducted on the pedagogical value of augmented reality and the learning difficulties that appear in students. Its purpose is the investigation of learning difficulties, in reading and writing, in combination with the development of augmented reality, so that the latter offers and improves the way in which people learn. Through a literature review, the role of augmented reality in education will be presented, specifically in the area of learning difficulties and how it effectively contributes to the improvement of these students. Finally, it is suggested that more extensive research is needed in order to draw more valid conclusions.

Keywords: Augmented reality, Learning Disabilities



## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	v
Αφιερώσεις .....	vi
Περίληψη .....	vii
Abstract .....	viii
Συνομογραφίες .....	x
Πρόλογος.....	1
<b>Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....</b>	<b>3</b>
<b>Κεφάλαιο 2. Επαυξημένη πραγματικότητα .....</b>	<b>5</b>
2.1 Ορισμός και ταξινομίες της επαυξημένης πραγματικότητας .....	5
2.2 Ιστορική Αναδρομή .....	7
2.3 Τεχνολογίες της επαυξημένης πραγματικότητας .....	12
2.4 Εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας .....	15
2.4.1 Κατηγορίες συσκευών .....	17
2.4.2 Μέθοδοι και τεχνικές της Επαυξημένης Πραγματικότητας .....	19
<b>Κεφάλαιο 3. Αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία .....</b>	<b>20</b>
3.1 Χαρακτηριστικά επαυξημένης πραγματικότητας και εκπαίδευσης.....	21
3.2 Προστιθέμενη αξία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση .....	23
<b>Κεφάλαιο 4. Μαθησιακές δυσκολίες .....</b>	<b>24</b>
4.1 Ορισμός και περιεχόμενο.....	25
4.2 Χαρακτηριστικά μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες .....	26
4.2.1 Αντίληψη .....	26
4.2.2 Γλώσσα .....	27
4.2.3 Μνήμη .....	27
4.2.4 Προσοχή και συγκέντρωση .....	28
4.2.5 Μεταγνώση .....	28
4.2.6 Συμπεριφορά.....	28
4.3 Ταξινόμηση μαθησιακών δυσκολιών.....	29
<b>Κεφάλαιο 5. Επαυξημένη πραγματικότητα και μαθησιακές δυσκολίες.....</b>	<b>30</b>
5.1 Έρευνες για την αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες .....	31
<b>Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα.....</b>	<b>41</b>
<b>Αναφορές.....</b>	<b>44</b>

## Συντομογραφίες

	Αγγλική ορολογία	Ελληνική ορολογία
AR/ ΕΠ	Augmented Reality	Επαυξημένη Πραγματικότητα
VR	Virtual Reality	Εικονική Πραγματικότητα
ΤΠΕ	Information and Communication Technologies	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών
ΔΕΠΥ	Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)	Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας

## Πρόλογος

Μέσα από την πλειοψηφία των ερευνών, σχετικά με την αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας και συγκεκριμένα της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση, γίνεται αντιληπτός ο ρόλος και η χρήση της, τόσο στη γενική όσο και στην ειδική εκπαίδευση. Η θετική ανατροφοδότηση που λαμβάνει η χρήση της εικονικής και της επαυξημένης πραγματικότητας από το σύνολο της σχολικής κοινότητας, δίνει την ευκαιρία για επιπλέον διερεύνηση. Κι αυτό είναι εύλογο, αν σκεφτεί κανείς τον ενθουσιασμό των μαθητών μέσω της διαδραστικότητας που τους προσφέρουν αυτά τα νέα μέσα και τη δυνατότητα περιήγησης και εξερεύνησης ενός ασφαλούς περιβάλλοντος (Τζιβινίκου, 2015). Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι ένας σημαντικός αριθμός μαθητών αντιμετωπίζει προβλήματα μαθησιακών δυσκολιών, κρίνεται αναγκαία η διαρκής αναζήτηση καινοτόμων και αποτελεσματικών μεθόδων, με σκοπό την καλύτερη ένταξή τους στη σχολική τάξη.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα λοιπόν, αναμένεται να μεταμορφώσει την εκπαίδευση και να εναποθέσει πληροφορίες που θα εμπλουτίσουν τον πραγματικό κόσμο. Μέσω των οπτικοποιήσεων, των προσομοιώσεων και των τρισδιάστατων αναπαραστάσεων αφηρημένων εννοιών δίνεται η δυνατότητα εστίασης σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα, καθώς και η αλληλεπίδραση με διαφορετικούς τρόπους (Βερυκόκου, 2013).

Η παρούσα διπλωματική εργασία, μέσα από μία βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία, διερευνά την παιδαγωγική αξία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, για την ενίσχυση παιδιών με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και συγκεκριμένα προβλήματα στον γραπτό λόγο και στην ανάγνωση. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται ποικίλες έρευνες στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας και ειδικότερα προσανατολισμένες στις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Εξετάζοντας λοιπόν, τα συμπτώματα και τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές αυτών των κατηγοριών, αναδεικνύονται πρακτικές εφαρμογές μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας που βελτιώνουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Αρχικά, πέρα από την αποσαφήνιση του όρου, θα παρατεθούν τα βασικά χαρακτηριστικά της, καθώς και η εξέλιξη των συστημάτων τεχνολογίας με την πάροδο των χρόνων. Στη συνέχεια, θα προσεγγιστεί η επαυξημένη πραγματικότητα στον τομέα της εκπαίδευσης και θα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά της που σχετίζονται με την εκπαίδευση αναδεικνύοντας τον τρόπο που μπορεί να αξιοποιηθεί αυτός ο τομέας. Έπειτα, θα γί-

νει αναφορά στις μαθησιακές δυσκολίες και στα προβλήματα που παρουσιάζουν οι μαθητές με προβλήματα λόγου, ανάγνωσης και γραφής, όπως και η μέχρι τώρα συσχέτιση με τον συγκεκριμένο τεχνολογικό τομέα. Τέλος, θα γίνει ένας συσχετισμός της επαυξημένης πραγματικότητας και των μαθησιακών δυσκολιών, μέσα από τη μελέτη σχετικών ερευνών που έχουν διεξαχθεί.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι μέσα από διάφορες έρευνες, να μελετηθεί η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, καθώς και των δυνατοτήτων που αυτή προσφέρει, ώστε να βελτιώσει και να ενισχύσει τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες.

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις κατέχουν τη σπουδαιότερη θέση στη σύγχρονη κοινωνία, χωρίς να αφήνουν ανεπηρέαστη και την εκπαίδευση. Η συνεχής ανάπτυξη στον τομέα των φορητών συσκευών, έξυπνα κινητά τηλέφωνα και tablets, επιφέρουν σημαντικές αλλαγές σε όλους τους τομείς του ανθρώπου, έτσι και ενσωματώνονται στην εκπαίδευση, καθώς χρησιμοποιούνται από την πλειοψηφία των μαθητών με μεγάλη ευκολία (Tsiavos & Sofos , 2019). Η επαυξημένη πραγματικότητα δύναται να μεταμορφώσει την εκπαίδευση και να τη μετατρέψει σε διάδραση και αλληλεπίδραση. Η δυνατότητα που παρέχει, να εμπλουτίζει τον πραγματικό κόσμο και να προσφέρει ποικίλες πληροφορίες, την καθιστά κατάλληλη για αξιοποίηση στον τομέα της εκπαίδευσης και ειδικότερα σε αυτόν της ειδικής αγωγής. Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα (2008), η προσαρμογή του σχολείου και των διδακτικών προσεγγίσεων στις σύγχρονες ανάγκες της κοινωνίας, καθιστούν ζωντανή την εκπαιδευτική διαδικασία. Οι εναλλακτικές μορφές διδασκαλίας βασίζονται σε συγκεκριμένες παραδοχές, που ακολουθούν την εξέλιξη των κοινωνικό-οικονομικών αλλαγών και μεταβάλλονται (Ματσαγγούρας, 2008). Έτσι λοιπόν και η συνεχής πρόοδος, στον τομέα των συσκευών και της τεχνολογίας, έρχεται να εδραιώσει την εφαρμογή των Τ.Π.Ε. και των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση.

Η δυνατότητα ενίσχυσης του πραγματικού κόσμου με ψηφιακά αντικείμενα και πληροφορίες πραγματοποιείται με τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας. Με αυτό τον τρόπο, τα ψηφιακά αντικείμενα μοιάζουν να συνυπάρχουν στον χώρο, συνδυάζοντας την πραγματικότητα με την ψηφιακή τεχνολογία (Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G., 2011). Ως εξέλιξη της εικονικής πραγματικότητας (Virtual Reality, VR), όπου το αλληλεπιδραστικό περιβάλλον είναι διαμορφωμένο αποκλειστικά και μόνο στον υπολογιστή, η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality, AR) φέρνει στοιχεία του ψηφιακού κόσμου στον πραγματικό, ενισχύοντας τη δυναμική του. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, είναι εύλογο ότι το εκπαιδευτικό σύστημα δε θα μπορούσε να μείνει ανεπηρέαστο, καθώς δίνεται η δυνατότητα σε μαθητές να εξοικειώνονται και να αλληλεπιδρούν, εδραιώνοντας πρακτικά, πολλές φορές, τη γνώση. Κι αυτό δεν είναι πρωτοφανές, αν σκεφτεί κανείς είσοδο των Τ.Π.Ε. στην εκπαίδευση και τη δημιουργία μιας νέας δυναμικής στη σχολική αίθουσα. Προσφέροντας λοιπόν, ποικίλες αναπαραστάσεις γνώσεων και

δυσνόητων πληροφοριών, δημιουργείται ένα αναβαθμισμένο περιβάλλον για τη μαθητή με διαδραστικότητα (Ράπτης & Ράπτη, 2013).

Έτσι, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια προσπάθεια εισαγωγής και ένταξης των σύγχρονων εφαρμογών στην εκπαιδευτική διαδικασία, με σκοπό την ενσωμάτωση και την ανταπόκριση του σχολείου στις τεχνολογικές εξελίξεις (Ματσαγγούρας, 2008). Η μάθηση μέσα από τη χρήση έξυπνων συσκευών, προσφέρει έναν πρωτότυπο τρόπο μάθησης και διεγείρει το ενδιαφέρον και τη φαντασία των μαθητών σε όλη τη διδακτική ώρα, με πράγματα που χωρίς αυτές τις συσκευές δε θα έρχονταν σε επαφή (Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017).

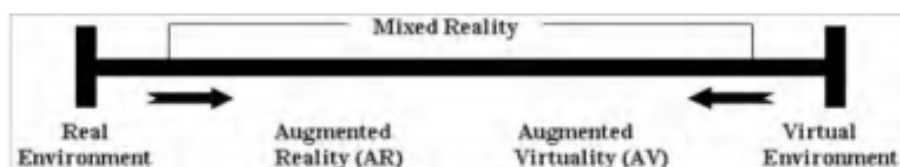
## Κεφάλαιο 2. Επαυξημένη πραγματικότητα

### 2.1 Ορισμός και ταξινομίες της επαυξημένης πραγματικότητας

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει ορισθεί με ποικίλους τρόπους, όπου όλοι συμφωνούν στο διαχωρισμό της σε πραγματικό και εικονικό κόσμο, αλλά και στην ταυτόχρονη αλληλεπίδρασή τους. Μέχρι τον 20ο αιώνα, ο μοναδικός τρόπος προσθήκης μια πληροφορίας σε φυσικό χώρο ήταν μέσω ενός φυσικού αντικειμένου, το οποίο θα διέθετε πληροφορίες για αναπαράσταση (Τσιόπελα & Τζιμογιάννης, 2017).

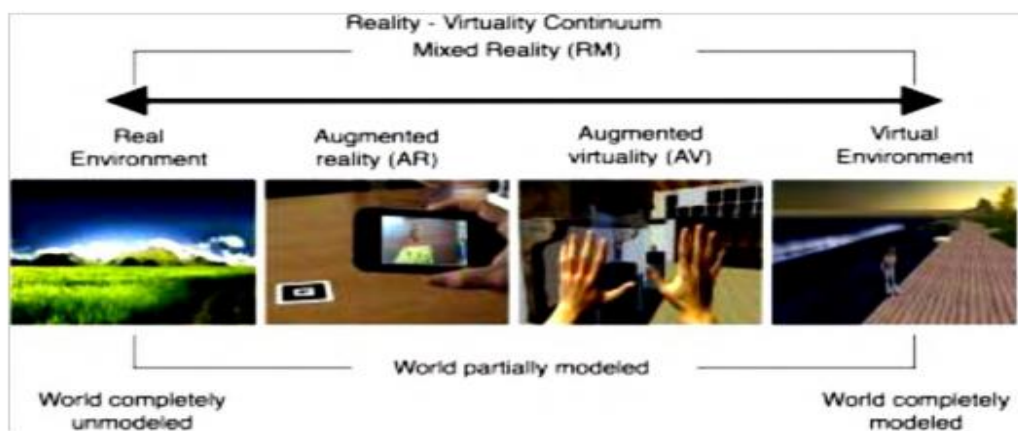
Με την είσοδο της ψηφιακής αναπαράστασης των πληροφοριών, δημιουργείται ένας ισχυρός τρόπος αναπαράστασης, τροποποίησης και επαύξεσης του φυσικού περιβάλλοντος. Οι τρισδιάστατες απεικονίσεις σε πραγματικό χρόνο δημιουργούν σκηνικά που εμπλουτίζουν το πραγματικό περιβάλλον και δημιουργούν απεικονίσεις με τόση ακρίβεια, που ξεγελούν τις ανθρώπινες αισθήσεις. Στη σύγχρονη εποχή βέβαια, οι άνθρωποι έχουν εξοικειωθεί με τέτοιου είδους εικόνες μέσα από τρισδιάστατες εικόνες, ταινίες ή και ηλεκτρονικά παιχνίδια (Μουστάκας, Παλιόκας, Τζοβάρας, & Τσακίρης, 2015). Αναφερόμενοι στον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality) συνδυάζουμε ποικίλες εφαρμογές, όπου ενσωματώνονται στον πραγματικό κόσμο και εμπλουτίζουν τις πληροφορίες που αντιλαμβάνεται ο χρήστης ή και του τονίζουν ορισμένες συνθήκες που πρέπει να προσδιορίσει.

Σε μια μελέτη τους οι Camigniani & Furht (2011), ορίζουν την επαυξημένη πραγματικότητα ως μια θέαση του φυσικού περιβάλλοντος, το οποίο έχει εμπλουτιστεί με την προσθήκη εικονικών πληροφοριών. Σε παλαιότερες μελέτες, οι Milgram και Kishino (1994) όρισαν την Επαυξημένη Πραγματικότητα χρησιμοποιώντας δύο προσεγγίσεις. Η ευρεία, σχετίζεται με τον εμπλουτισμό της ανατροφοδότησης για τον χρήστη, ενώ η περιορισμένη, αναφέρεται στο τεχνολογικό μέρος, όπου συνδυάζει την Εικονική και την Επαυξημένη Πραγματικότητα, μέσω μιας συσκευής, με την οποία ο χρήστης μπορεί να δει εμπλουτισμένο το περιβάλλον στο οποίο ζει (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Virtuality Continuum Το συνεχές εικονικού – πραγματικού (Milgram & Kishino, 1994)

Πιο συγκεκριμένα, θεώρησαν την επαυξημένη πραγματικότητα τμήμα της μεικτής (Mixed Reality MR). Σύμφωνα με αυτό, στην αριστερή άκρη τοποθετείται το πραγματικό περιβάλλον, όπου αποτελείται από πραγματικά αντικείμενα που αντιλαμβανόμαστε απευθείας. Κινούμενοι προς τα δεξιά, η επαυξημένη πραγματικότητα σχετίζεται με την υπέρθεση ψηφιακών στοιχείων και τρισδιάστατων αναπαραστάσεων πάνω στο πραγματικό περιβάλλον. Τέλος, στο δεξί άκρο, βρίσκεται το περιβάλλον της εικονικής πραγματικότητας, όπου είναι αποκλειστικά ψηφιακό, χωρίς καμία συσχέτιση με τον πραγματικό κόσμο (Εικόνα 2).



**Εικόνα 2** Οπτικοποιώντας το συνεχές των Milgram & Kishino (Παναγοπούλου, 2016)

Αναφορικά με τον διαχωρισμό της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented reality, AR) και της Επαυξημένης Εικονικότητας (Augmented virtuality, AV), που παρατηρείται στα μέσα του διαγράμματος, βασικό κριτήριο είναι ο βαθμός επαύξεσης. Πρόκειται δηλαδή για τον τρόπο με τον οποίο το εικονικό στοιχείο προβάλλεται στον χρήστη και σχετίζεται με την αξιοποίηση αυτού μέσα στον πραγματικό κόσμο (Allagui, 2021). Αν αξιοποιούνται περισσότερα δεδομένα από τον πραγματικό κόσμο, τότε η επαύξεση είναι ελαφριά (AR), ενώ όταν υπάρχει έντονη επαύξεση, αξιοποιείται στο έπακρο η εικονική πληροφορία.

Ο συνδυασμός πραγματικού και εικονικού κόσμου, επισημάνθηκε και από τον (Azuma, 1997), όπου τόνισε το συνδυασμό των δύο κόσμων, τη διάδραση σε πραγματικό χρόνο και την εμπλοκή αντικειμένων σε τρεις διαστάσεις. Στη μελέτη τους, οι Klopfer και Squire (2008), τόνισαν ότι ο όρος δεν πρέπει να τίθεται σε αυστηρά εννοιολογικά πλαίσια, αλλά να επισημάνεται ο δυναμικός εμπλουτισμός του πραγματικού κόσμου με εικο-



νικά στοιχεία και πληροφορίες. Η επαύξηση του πραγματικού περιβάλλοντος που αντιλαμβάνεται έμμεσα ή άμεσα ένας άνθρωπος επιτυγχάνεται μέσα από πληροφορίες που ψηφιοποιούνται σε μορφή βίντεο, εικόνας και ήχου, ώστε να εμφανίζονται σε πραγματικό χρόνο στον χρήστη (Carmigniani & Furht, 2011). Η ανάμειξη της τεχνολογίας, με σκοπό τον συνδυασμό του εικονικού και του πραγματικού κόσμου, παρέχει στον χρήστη ένα πολυμεσικό περιεχόμενο για διάδραση και εμπλοκή (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

Στην Εικονική Πραγματικότητα, ο άνθρωπος εμβαθύνει σε ένα σύνθετο, μη πραγματικό περιβάλλον, χωρίς να επικοινωνεί με τον πραγματικό κόσμο και τα γεγονότα που διαδραματίζονται γύρω του. Σε αντίθεση με αυτή, η Επαυξημένη Πραγματικότητα εμφανίζει ή αφαιρεί εικονικά αντικείμενα μέσα στον πραγματικό κόσμο του ατόμου, χωρίς να τον αποκόβει από αυτόν. Αυτή η διαφορά εδραιώνει κάθε προσπάθεια για ορισμό κι αυτό είναι εύλογο αν σκεφτεί κανείς τον τρόπο με τον οποίο η μία συμπληρώνει την άλλη και ο χρήστης όχι μόνο επεξεργάζεται τις πληροφορίες, αλλά τις συνδυάζει εμπλουτίζοντας το πραγματικό του περιβάλλον. Αξίζει να σημειωθεί ότι ορισμένοι επιστήμονες έχουν δώσει το όνομα Μειωμένη Πραγματικότητα (Diminished Reality), σε τέτοιου είδους συστήματα, εξαιτίας της αφαίρεσης αντικειμένων από τον πραγματικό κόσμο, με στόχο την εμπέδωση μέσω της αφαιρετικής διαδικασίας (Azuma, 1997).

Επομένως, η Επαυξημένη Πραγματικότητα ενσωματώνει κυρίως την πληροφορία στο περιβάλλον, εμπλουτίζοντάς το και δημιουργώντας εικονικά στοιχεία προάγει μια μικτή πραγματικότητα, στην οποία συνυπάρχουν εικονικά και υλικά στοιχεία ταυτόχρονα (Badilla- Quintana, Sepulveda-Valenzuela , & Arias, 2020). Η έμφαση που δίνουν ορισμένοι επιστήμονες στα τεχνολογικά μέσα που απαιτούνται για την εφαρμογή της Επαυξημένης Πραγματικότητας, την ορίζουν ως ένα μέσο που δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να αλληλεπιδρά με ψηφιακά δημιουργημένα στοιχεία, όπου προβάλλονται στο φυσικό περιβάλλον (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

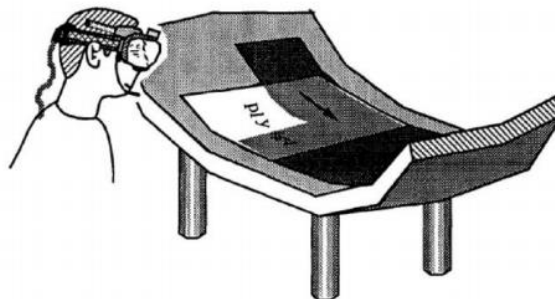
## 2.2 Ιστορική Αναδρομή

Η εξέλιξη και η προοδευτική τάση που παρουσιάζει η Επαυξημένη Πραγματικότητα, την καθιστά ικανή να εισχωρήσει σε πολλούς τομείς, να επεκταθεί και να τους αναδείξει. Αποτελεί εξάλλου, όπως ήδη αναφέρθηκε, μια παραλλαγή της Εικονικής Πραγματικότητας, ώστε να συμπληρώσει το πραγματικό περιβάλλον και να συνδυάσει πραγματικά με

εικονικά στοιχεία. Η ιδέα για αυτόν τον συνδυασμό μετρά κάποιες δεκαετίες και αφήνει να εννοηθεί ότι τα ποικίλα τεχνολογικά επιτεύγματα εδραιώνονται και αξιοποιούνται με την πάροδο των χρόνων. Κι αυτό είναι εύλογο, αν σκεφτεί κανείς τις αναφορές της επιστημονικής φαντασίας, που μιλούσαν για ένα είδος ενισχυμένης πραγματικότητας, χωρίς να έχει γίνει αναφορά στον όρο «επαυξημένη».

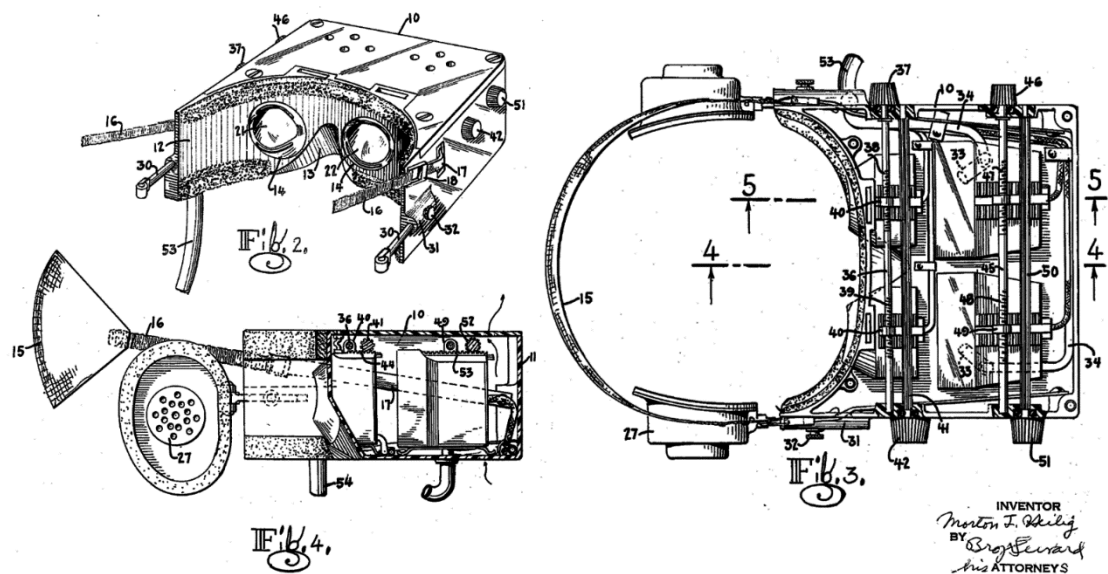
Σύμφωνα με τη (Βερυκόκου, 2013), ο πρώτος υπαινιγμός της Επαυξημένης Πραγματικότητας έγινε από τον συγγραφέα Frank Baum, το 1901, όταν περιέγραφε ένα ζευγάρι ειδικών γυαλιών, «character marker», στο εικονογραφημένο του μυθιστόρημα «The Master Key», όπου δινόταν η δυνατότητα να προβάλλονται δεδομένα πάνω σε ανθρώπους. Έτσι έγινε η πρώτη αναφορά σε ηλεκτρονικά γυαλιά, τα οποία εμπλουτίζουν την οπτική του χρήστη.

Αρκετά χρόνια αργότερα, κατασκευάστηκε από τον Morton Heilig μια συσκευή που συνδύαζε τρεις από τις αισθήσεις του ανθρώπου και μετέφερε δονήσεις στον χρήστη. Ήταν το 1962, όπου το «Sensorama», μια μηχανή πολυαισθητηριακής τεχνολογίας, έμελλε να γίνει ο προπομπός του ηλεκτρονικού υπολογιστή και της εικονικής πραγματικότητας και η αρχική προσπάθεια επαύξεσης μια εμπειρίας με πρόσθετη πληροφορία εικονικών στοιχείων (Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017). Ο Ivan Sutherland κατασκεύασε λίγα χρόνια αργότερα, το 1968, μια συσκευή απεικόνισης «Head Mounted Display», όπου κρέμεται από το ταβάνι και ο χρήστης την τοποθετεί στο κεφάλι για να του προστεθούν τρισδιάστατες πληροφορίες (Εικόνα 3). Ο όρος Επαυξημένη Πραγματικότητα αναφέρθηκε και από τους Caudell και Mizell, το 1992, όπου περιγράφηκε ένα σύστημα για βοήθεια στην αεροναυπηγική βιομηχανία.



**Εικόνα 3.** Σκίτσο εργαζόμενου έχοντας στο κεφάλι προσαρμοσμένη συσκευή, για να εμπλουτίσει με εικονικά διαγράμματα τον πραγματικό κόσμο (Caudell & Mizell, 1992)

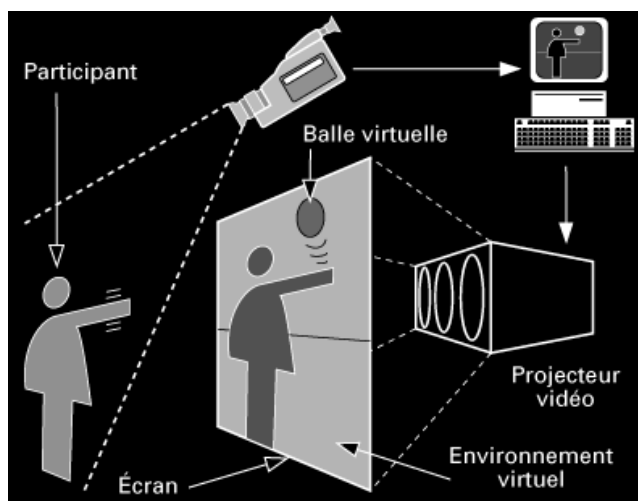
Παρουσιάζεται δηλαδή μια προοπτική εικόνα που αλλάζει, καθώς ο χρήστης κινείται και δημιουργεί την ψευδαίσθηση ότι βλέπει ένα τρισδιάστατο αντικείμενο. Η βασική ιδέα του συστήματος αυτού, με το όνομα «Δαμόκλειος Σπάθη» (The Sword of Damocles), βασίζεται στην τοποθέτηση κατάλληλων δισδιάστατων εικόνων μπροστά στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού του χρήστη, ώστε να δημιουργήσει την ψευδαίσθηση μιας τρίτης διάστασης (Caudell & Mizell, 1992).



Εικόνα 4. Προσομοιωτής Sensorama, πρωτότυπα έγγραφα διπλώματα ευρεσιτεχνίας και σχέδια

<https://patents.google.com/patent/US3050870A/en>

Οι προσπάθειες που έγιναν τις επόμενες δεκαετίες για να παραχθεί γραφική πληροφορία και να αναδυθούν διαδραστικά γραφικά στον υπολογιστή, οδήγησαν σε μια πιο εξελιγμένη οπτική της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Οι έρευνες που έγιναν στα τέλη της δεκαετίας του 1970, αναφέρονταν στις φωτορεαλιστικές εικόνες που δημιουργούσαν οι υπολογιστές, καθώς και στην κατασκευή μηχανών προσομοίωσης, με αποτέλεσμα να κάνει την είσοδό της η εικονική πραγματικότητα. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1975, δημιουργείται από τον Myron Krueger το πρώτο σύστημα που εισάγει αλληλεπίδραση με εικονικά στοιχεία, Videoplacé (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Videoplace του Myron Krueger

<https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html>

Μέσω της τεχνολογίας του Videoplace, οι χρήστες βλέπουν την εικόνα τους ως σιλουέτα σε μια οθόνη προβολής και μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τις σιλουέτες άλλων χρηστών ή και με γραφικά αντικείμενα της οθόνης. Η εικόνα του κάθε χρήστη μπορεί να υποστεί επεξεργασία και έτσι να αλληλεπιδράσουν όλοι με ποικίλους τρόπους.

Είναι άξιο να σημειωθεί πως μέσα στις δεκαετίες 1970 και 1980 η επαυξημένη πραγματικότητα προσελκύει το ενδιαφέρον πολλών ιδρυμάτων (Armstrong, Nasa, ινστιτούτο της Μασαχουσέτης, Τσάπελ Χιλ.). Αυτό γίνεται αντιληπτό μέσα από την κατασκευή του Tom Furness, όπου ως μέλος της Armstrong, δημιούργησε μια οθόνη υψηλής ευκρίνειας, την οποία φοράνε οι μαχητικοί πιλότοι στο κεφάλι και παράγει τρισδιάστατο ήχο (Feiner, MacIntyre, Hollerer, & Webster, 1997).

Την επόμενη δεκαετία, ο Tom Caudell χρησιμοποιεί τον όρο Επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality) και κάνει συγκρίσεις με την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality), τονίζοντας διαφορές και πλεονεκτήματα. Πιο συγκεκριμένα, οι Caudell και Mizell, το 1992, ως ερευνητές της εταιρίας Boeing, κατασκευάζουν ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας για τη βελτίωση στην κατασκευή αεροσκαφών. Την ίδια χρονιά, αναπτύσσεται το Virtual Fixtures (εικονικό προσάρτημα), από τον Louis B. Rosenberg, ένα σύστημα με αυξημένες αισθητηριακά πληροφορίες, όπου χρησιμοποιήθηκαν δύο πραγματικά φυσικά ρομπότ, τα οποία ελέγχονταν από ένα μηχανισμό που φορούσε ο χρήστης και σκοπό είχαν τη βελτιωμένη απόδοση σε απομακρυσμένες εργασίες (Caudell & Mizell, 1992) (Εικόνα 6).



**Εικόνα 6.** Ο Louis Rosenberg δοκιμάζει τα Virtual Fixtures, ένα από τα πρώτα συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας (1992)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual\\_fixture](https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_fixture)

Το 1994, η επαυξημένη πραγματικότητα εισέρχεται στον χώρο της τέχνης με την θεατρική παραγωγή *Dancing in Cyberspace* της Julie Martin. Υπήρξε η πρώτη παραγωγή θεατρικής επαυξημένης πραγματικότητας, όπου οι ακροβάτες χόρευαν μέσα και γύρω από εικονικά αντικείμενα στη σκηνή. Το 1995, ο Jun Rekimoto, αναπτύσσει το πρώτο φορητό σύστημα χειρός επαυξημένης πραγματικότητας με ονομασία *NaviCam*, που βασίζεται σε έγχρωμους επίπεδους στόχους, γνωστοί ως *markers*, ενώ το 1996 δημιουργεί το *2D barcode*, ένα σύστημα για εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, που βασίζεται σε ασπρόμαυρα τετράγωνα *markers* δύο διαστάσεων, το *Cybercode*. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα (Rekimoto, 1995).

Το 1997, ο Ronald Azuma δημοσίευσε μια αναλυτική έρευνα σχετικά με την επαυξημένη πραγματικότητα, δίνοντας έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό. Πιο συγκεκριμένα, την ορίζει ως οποιοδήποτε σύστημα συνδυάζει το πραγματικό με το εικονικό, είναι διαδραστικό σε πραγματικό χρόνο και σε τρεις διαστάσεις (Azuma, 1997). Παράλληλα, το 1999, ιδρύεται μια από τις πρώτες εταιρίες ανάπτυξης λύσεων επαυξημένης πραγματικότητας, η *Total Immersion*, η οποία παρέχει μια ποικιλία εργαλείων για τη δημιουργία εφαρμογών. Την ίδια χρονιά, ο Hirokazu Kato αναπτύσσει μια βιβλιοθήκη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, *ARToolKit*, ανοιχτού κώδικα, το οποίο χρησιμοποιείται

μέχρι και σήμερα και αποτελεί τη βάση διάφορων εφαρμογών (Adcock, Hutchins, & Gunn, 2003).

Λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης του κλάδου της επαυξημένης πραγματικότητας τα επόμενα χρόνια, οι εταιρίες δημιουργούν συσκευές και εφαρμογές απόλυτα εξελιγμένες, ώστε να μπορούν να αξιοποιηθούν από πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Μέχρι σήμερα έχουν γίνει πολλές απόπειρες για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της και απευθύνεται σε άτομα με διαφορετικά ενδιαφέροντα και ασχολίες.

### 2.3 Τεχνολογίες της επαυξημένης πραγματικότητας

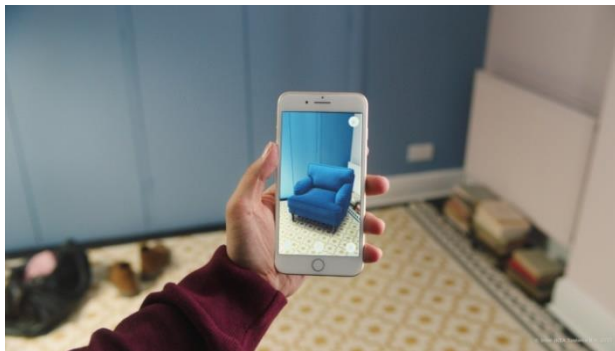
Η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μια παραλλαγή της εικονικής πραγματικότητας, με κύριο στόχο να συμπληρώσει το πραγματικό περιβάλλον και όχι να το αντικαταστήσει (Azuma, 1997). Με δεδομένο την ταχεία ανάπτυξή της και δίνοντας πρωταρχικό ρόλο στην επαύξηση, οι προγραμματιστές αξιοποιούν δημοφιλείς πλατφόρμες, εργαλεία και στηρίζονται στην ύπαρξη βασικού hardware και software εξοπλισμού. Αναφέρονται δηλαδή στη χρήση υπολογιστή ή όποιας φορητής συσκευής με ισχυρό επεξεργαστή και αποθηκευτικό χώρο, στην οθόνη προβολής, στην κάμερα, στα συστήματα αναγνώρισης (GPS, πυξίδα), στη διαδικτυακή υποδομή, καθώς και στα στοιχεία – σημεία όπου θα εκτελεστεί η παρουσίαση των ψηφιακών δεδομένων. Όσον αφορά τα software, μία εφαρμογή (application) επαυξημένης πραγματικότητας και το διαδίκτυο αποτελούν βασικά στοιχεία του λειτουργικού συστήματος (Carmigniani & Furht, 2011).

Η ύπαρξη ποικίλων εργαλείων για τη δημιουργία τέτοιου είδους εφαρμογών επιτρέπει την αλληλεπίδραση με μια πραγματικότητα που είναι μεν εικονική, αλλά δείχνει απόλυτα φυσική και λειτουργική (Adcock, Hutchins, & Gunn, 2003). Ένα σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας βασίζεται σε τρία δομικά στοιχεία, τα οποία είναι η ανίχνευση και η εγγραφή (tracking and registration), η τεχνολογία αναπαράστασης (display technology) και η απόδοση σε πραγματικό χρόνο (real time rendering) (Bimber & Raskar, 2004). Βασικός πυλώνας βέβαια, για τη δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος είναι η συνεχής και γρήγορη ανίχνευση (tracking), καθώς απαιτείται ο προσδιορισμός της θέσης του χρήστη στο περιβάλλον άμεσα και αποτελεσματικά.

Οι πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη τέτοιων τεχνολογιών, καθώς και οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας δίνουν εξαιρετικές δυνατότητες στους χρήστες να επιταχύνουν και να απλοποιήσουν τη διαδικασία ανάπτυξης προγραμμάτων με στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας (Vakaliuk & Pochtoniuk, 2021). Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση των πιο δημοφιλών πακέτων ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, τα οποία προσφέρουν πολλαπλές δυνατότητες στους χρήστες.

- ARKit

Πρόκειται για μια εφαρμογή που κυκλοφόρησε από την Apple το 2017 (<https://developer.apple.com/augmented-reality/>) και έχει σημειώσει σημαντικές αλλαγές στους τομείς της εικονικής και της επαυξημένης πραγματικότητας. Βρίσκεται ήδη στην έκδοση 6 και χρησιμοποιεί τεχνολογία οπτικής αδράνειας για να προσδιορίσει τις διαστάσεις του περιβάλλοντος, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) και να προσαρμόσει τις συνθήκες φωτισμού, με βάση τη θέση των τρισδιάστατων αντικειμένων. Έτσι, με το ARKit οι χρήστες μπορούν να τοποθετούν ψηφιακά αντικείμενα στον χώρο, ώστε να δημιουργούν ένα ρεαλιστικό αποτέλεσμα (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7.** Η Εφαρμογή IKEA Place που έχει αναπτυχθεί με το ARKit

[https://techcrunch.com/2017/09/12/ikea-place-the-retailers-first-arkit-app-creates-lifelike-pictures-of-furniture-in-your-home/?guccounter=1&guce\\_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce\\_referrer\\_sig=AQAAAJtHM\\_xzKZCdQ0PZF0Nywo5t6he6NNzGLJMmIAzliXFIBBQ7SDJvft2s4G0GrmdJB24W4ru3tlv22q9aZx5OkPkM-UASK1hEEydgHH037Wk79yisvLlgKd\\_3119wn3ggBxKdCyElmtYhSi4g\\_xjZE-R\\_TKvsztL\\_JyN\\_ZNB2B8Hc](https://techcrunch.com/2017/09/12/ikea-place-the-retailers-first-arkit-app-creates-lifelike-pictures-of-furniture-in-your-home/?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAJtHM_xzKZCdQ0PZF0Nywo5t6he6NNzGLJMmIAzliXFIBBQ7SDJvft2s4G0GrmdJB24W4ru3tlv22q9aZx5OkPkM-UASK1hEEydgHH037Wk79yisvLlgKd_3119wn3ggBxKdCyElmtYhSi4g_xjZE-R_TKvsztL_JyN_ZNB2B8Hc)

- Vuforia

Είναι ένα από τα μεγαλύτερα πακέτα λογισμικού που επιτρέπει τη δημιουργία εφαρμογών AR (<https://developer.vuforia.com/>). Με την υποστήριξη τόσο για Android όσο και

για iOS, η Vuforia προσφέρει μια σειρά από μοναδικά χαρακτηριστικά. Διαθέτει μια διαδικτυακή πλατφόρμα, δηλαδή ουσιαστικά μια βιβλιοθήκη με συναρτήσεις, για τον εντοπισμό αντικειμένων. Μέσω της τεχνολογίας όρασης υπολογιστή επιτρέπει στον δημιουργό να εντοπίσει αντικείμενα σε ένα πραγματικό περιβάλλον και να προβάλει πάνω τους κάτι ψηφιακό, ώστε να φαίνεται και αυτό τελικά κομμάτι του περιβάλλοντος. Μερικά από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά της περιλαμβάνουν πολλαπλή αναγνώριση αντικειμένων, αναγνώριση κειμένου, 3D γεωμετρικό χάρτη, καθώς και την ικανότητα «έξυπνου» εδάφους. Τέλος, συνδέεται άρρηκτα με την πλατφόρμα Unity, όπου σε αυτή στην πορεία θα σχεδιαστούν τα ψηφιακά αντικείμενα που θα εμφανίζονται (Εικόνα 8) (Vakaliuk & Pochtoniuk, 2021).



**Εικόνα 8.** Παράδειγμα εντοπισμού εικόνας με Vuforia

<https://library.vuforia.com/getting-started/getting-started-vuforia-engine-android-development>

- Unity

Το Unity είναι από τα πιο δημοφιλή εργαλεία για την ανάπτυξη παιχνιδιών και προσομοιώσεων δύο ή τριών διαστάσεων. Συνδέεται με τη Vuforia, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αφού διαθέτει μια βασική σκηνή, πάνω στην οποία ο δημιουργός μπορεί να αναπτύξει την επαυξημένη πραγματικότητα (Vakaliuk & Pochtoniuk, 2021).

- ARCore

Το ARCore της Google (<https://developers.google.com/ar>) είναι ένα πακέτο ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, αντίστοιχο του ARKit. Πρόκειται για μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα για προγραμματιστές. Έχει πολλές δυνατότητες που βοηθούν στην ενσωμάτωση στοιχείων AR στο πραγματικό περιβάλλον, όπως παρακολούθηση κίνησης, ανίχνευση επιφάνειας και εκτίμηση φωτισμού. Συγκεκριμένα, επιτρέπει την ταυτόχρονη απόδοση τρισδιάστατων αντικειμένων σε διαφορετικές συσκευές.



- ARToolkit

Το ARToolkit (<https://github.com/artoolkit>) είναι μια εργαλειοθήκη ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας πλούσια σε δυνατότητες. Πρόκειται για ένα δωρεάν εργαλείο, όμως προσφέρει χαρακτηριστικά που είναι παρόμοια με πολλά εργαλεία επί πληρωμή. Το ARToolkit (Εικόνα 9) υποστηρίζει τόσο μεμονωμένες όσο και διπλές συσκευές κάμερας. Παρέχει επίσης δυνατότητες εντοπισμού βάσει GPS και ψηφιακές δυνατότητες πυξίδας που επιτρέπουν να αποτελεσματική τοποθεσία με βάση εφαρμογές ΕΠ.



Εικόνα 9. Εφαρμογή ARToolkit

<https://alternativeto.net/software/artoolkit/about/>

## 2.4 Εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας

Οι εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας, σύμφωνα με τους Martin (2011), έχουν γίνει ισχυρό και πολύτιμο εργαλείο για τους εκπαιδευτικούς. Οι κυριότεροι τομείς στους οποίους η επαυξημένη πραγματικότητα έχει εφαρμογή, αναφέρονται παρακάτω, με σκοπό να αναδειχθεί η ποικιλία των χρήσεών της. Οι δυνατότητές της φέρνουν πιο κοντά τους χρήστες στο να εξυπηρετήσουν ευκολότερα και γρηγορότερα τις ανάγκες τους (Martin, Diaz, Sancristobal, Gil, Castro, & Peire, 2011).

Στον χώρο της ψυχαγωγίας, βιντεοπαιχνίδια και τρόποι διαφήμισης, έχει χρησιμοποιηθεί κατά κόρον τα τελευταία χρόνια, με σκοπό να προσελκύσει και να εντυπωσιάσει τον χρήστη. Οι δυνατότητες που προσφέρει, ώστε να αλληλεπιδρά ο χρήστης με το φυσικό περιβάλλον, αλλά και να πραγματεύεται εικονικά αντικείμενα μέσα σε αυτό,

έχει οδηγήσει πολλές εταιρίες στη δημιουργία καινοτόμων παιχνιδιών. Έτσι, προσφέρονται μοναδικές εμπειρίες στους χρήστες και βιώνουν καταστάσεις που θα ήταν αδύνατον να εξερευνήσουν στον πραγματικό κόσμο. Το 2000 δημιουργήθηκε το πρώτο παιχνίδι που βασιζόταν αποκλειστικά στην επαυξημένα πραγματικότητα. Ο λόγος γίνεται για το ARQuake (Εικόνα 10), που αποτελούσε μια παραλλαγή ενός διάσημου παιχνιδιού.



**Εικόνα 10.** Παράδειγμα ARQuake

<http://www.tinmith.net/arquake/>

Πέρα από τα παραδείγματα της ψυχαγωγίας, ένα από τα σημαντικότερα πεδία εφαρμογών ήταν αυτό της ιατρικής. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για σκοπούς διάγνωσης, θεραπείας ή και εκτέλεσης χειρουργικών επεμβάσεων, βελτίωσαν σημαντικά τον τομέα της ιατρικής και εξέλιξαν τον συγκεκριμένο τομέα, μιας και πολλοί είναι οι επιστήμονες που προσπαθούν να συνδυάσουν τη χρήση της μέσω δημιουργίας εφαρμογών.

Τέλος, η χρήση της σε στρατιωτικές υπηρεσίες έχει ξεκινήσει από τη δεκαετία του '70 και μέχρι σήμερα πολλά είναι τα ερευνητικά κέντρα που ασχολούνται με την αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη δημιουργία εφαρμογών χρήσιμων για τις ανάγκες του στρατού, του ναυτικού και της αεροπορίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι αναπτύχθηκαν πολλές εφαρμογές για τα μαχητικά αεροσκάφη, με σκοπό να παρέχουν οπτικές ενδείξεις στους πιλότους επαυξάνοντας τη σκηνή που παρατηρούν. Πιο συγκεκριμένα, το Head-Up Displays (HUD) (Εικόνα 11) είναι διαφανής οθόνη που παρουσιάζει δεδομένα και επιπρόσθετες πληροφορίες, ώστε σε περίπτωση μάχης να προβάλλονται χρήσιμα δεδομένα στους πιλότους.



**Εικόνα 11.** Παράδειγμα HUD

[https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up\\_display](https://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display)

Φυσικά και οι δυνατότητες ανάπτυξης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας εντοπίζονται σε ποικίλους τομείς και σε πολλά επιστημονικά πεδία. Με την πάροδο του χρόνου θα γίνεται αντιληπτό ότι οι εφαρμογές της θα διεισδύουν όλο και περισσότερο στη ζωή του ανθρώπου με σκοπό να τη βελτιώσουν, όπως σε τομείς τουρισμού, κατασκευών, αλλά και στην εκπαίδευση όπως θα δούμε παρακάτω.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα εξελισσόμενα τεχνολογικά επιτεύγματα φέρνουν πιο κοντά τον μέσο άνθρωπο στη χρήση των δυνατοτήτων της επαυξημένης πραγματικότητας. Κι αυτό γίνεται προκειμένου να ικανοποιήσει ευκολότερα, γρηγορότερα και διασκεδαστικά τις ανάγκες του, όπως προαναφέρθηκε. Η λειτουργία ενός συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας βασίζεται στην ύπαρξη ενός βασικού εξοπλισμού hardware και σε software, καθώς επίσης το διαδίκτυο (Carmigniani & Furht, 2011).

### 2.4.1 Κατηγορίες συσκευών

Οι συσκευές απεικόνισης κατατάσσονται σε κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο όπου τις διαχειρίζεται ο χρήστης, παρουσιάζοντας πληροφορίες και αποτελέσματα. Από τα πρώτα κιόλας χρόνια της δημιουργίας συσκευών χρησιμοποιήθηκαν οι φορητές συσκευές απεικόνισης (Head-Mounted Displays), που αποτελούν και την πρώτη κατηγορία. Το 1994, οι Milgram και Kishimo μιλούν για συσκευές που προσαρμόζονται στο κεφάλι (see-through AR Displays) και επιτρέπουν στους χρήστες να παρατηρήσουν το πραγματικό περιβάλλον, προβάλλοντας εικονικά στοιχεία. Μέσα σε αυτή την κατηγορία, ο Azuma συνέχισε την κατηγοριοποίηση, μιλώντας για οπτική τεχνολογία (Optical see-through Displays) και τεχνολογία βίντεο (Video see-through Displays) (Azuma, 1997).

Στις πρώτες συσκευές από την κατηγοριοποίηση του Azuma, οπτικής απεικόνισης, υπάρχει ένα κάτοπτρο, που ταυτίζεται ακριβώς με τη θέση των ματιών του χρήστη και αντανακλά το φως, ώστε πάνω στη γραφική πληροφορία να περνιέται και να τοποθετείται η εικόνα του πραγματικού κόσμου (Carmigniani & Furht, 2011). Στην επόμενη κατηγορία, οι βιντεοσυσκευές απεικόνισης (Head-Mounted Displays HMD – monitor based) χρησιμοποιούν την κάμερα για να βιντεοσκοπήσουν το πραγματικό περιβάλλον και στην πορεία να προστεθεί η ψηφιακή πληροφορία, μέσα από επεξεργασία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία στον χρήστη, συνδυάζοντας άρτια το πραγματικό με το φανταστικό (Νικολαΐδης, 2003).

Στην επόμενη κατηγορία χρήσης ανήκουν οι φορητές συσκευές ή απεικόνισης χειρός (Handheld Displays - HDs). Μιλώντας για το γάντι επαυξημένης πραγματικότητας (Data Glove), δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη μέσω απτικών αισθητήρων ή και ανίχνευσης της θέσης, να αλληλεπιδρούν με εικονικά αντικείμενα. Όμοια και τα Head-Up Displays (HUD), όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, αναφέρονται σε φορητές οθόνες LCD, με ενσωματωμένη κάμερα, όπου βιντεοσκοπείται το περιβάλλον για να επαυξηθεί με τη γραφική πληροφορία, ώστε τα εικονικά στοιχεία να καλύπτουν τα πραγματικά. Με αυτόν τον τρόπο, προβάλλεται στον χρήστη η σύνθεση πραγματικού και εικονικού (Klopfer & Squire , Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations., 2007).

Όσον αφορά τις φορητές συσκευές, όπως είναι οι προσωπικοί οδηγοί (Personal Digital Assistances PDA), τα κινητά τηλέφωνα (smart phones) και τα τάμπλετς (tablet), έχουν μικρό μέγεθος και είναι λειτουργικές, μιας και διαθέτουν οθόνη και δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να δει την επαύξηση του εκάστοτε περιβάλλοντος. Πρόκειται για συσκευές με χαρακτηριστικά ηλεκτρονικού υπολογιστή, που διαθέτουν έγχρωμες οθόνες αφής, ισχυρές ενσωματωμένες κάμερες, συστήματα GPS και πυξίδες, επεξεργαστές και δίνουν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις (Carmigniani & Furht, 2011).

Σχετικά με τις συσκευές χωρικής επαύξησης, η χρήση κατοπτρικών συνδυαστών δέσμης (Mirror Beam Combiners), διάφανων οθονών, ολογραμμάτων (holograms), βιντεοπροβολέων και διάφορων ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Tags) ευθυγραμμίζονται σε ένα χωρικό πλαίσιο (Bimber & Raskar, 2004). Οι χωρικές συσκευές διακρίνονται σε προβολικά μηχανήματα, όπου οι πληροφορίες προβάλλονται με τη χρήση προβολικών μηχανημάτων (projector) σε φυσικά αντικείμενα και σε οθόνες, οι οποίες είναι με-

γάλες σε μέγεθος και προβάλλονται εκεί ψηφιακές πληροφορίες, όπου ο χρήστης έρχεται σε άμεση επαφή.

## 2.4.2 Μέθοδοι και τεχνικές της Επαυξημένης Πραγματικότητας

Εξαιτίας των πολλαπλών συσκευών που αξιοποιούν τις δυνατότητες της επαυξημένης πραγματικότητας, δίνεται ιδιαίτερη αξία στην επιλογή κατάλληλων μεθόδων και τεχνικών της, ώστε να αναδεικνύονται κάθε φορά τα προτερήματα της χρήσης και να ελαχιστοποιούνται τα μειονεκτήματά της. Σύμφωνα με την Βερυκόκου (2013), οι μέθοδοι μπορεί να είναι AR βάσει προτύπου (Pattern), AR βάσει περιγράμματος (Outline), AR βάσει θέσης (Location) και AR βάση επιφάνειας (Surface) (Βερυκόκου, 2013).

Σύμφωνα με την πρώτη μέθοδο, χρησιμοποιείται ένα πρότυπο, όπου μπορεί να είναι ένας δείκτης ή μια εικόνα και αναγνωρίζεται από το σύστημα και τοποθετείται στη σκηνή εντός πραγματικότητας. Το σύστημα αναγνωρίζει το πρότυπο μιας εικόνας και την επαυξάνει με ποικίλα εικονικά στοιχεία. Εμπλουτίζει δηλαδή την εικόνα με βίντεο, τρισδιάστατα μοντέλα, ήχους κ.ά. Όσον αφορά την επαυξημένη πραγματικότητα βάσει περιγράμματος, βασίζεται κατά κύριο λόγο στην αλληλεπίδραση και χρησιμοποιείται κατά βάση για διαφημιστικούς λόγους. Σχετικά με τη μέθοδο βάσει θέσης, χρησιμοποιούνται δεδομένα από τοποθεσίες και GPS, ως αποτέλεσμα τον συνδυασμό με άλλα μέσα αισθητήρων και την προβολή εικονικών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο. Τέλος, η επαυξημένη πραγματικότητα σε επιφάνεια χρησιμοποιεί οθόνες, τοίχους και γενικότερα επιφάνειες, όπως αποκαλύπτει και το όνομά της, ώστε να μπορεί ο χρήστης να αλληλεπιδράσει σε πραγματικό περιβάλλον με εικονικά στοιχεία (Βερυκόκου, 2013).

Για την άρτια δημιουργία εφαρμογών και μεθόδων επαυξημένης πραγματικότητας, σημαντικό ρόλο παίζει ο σωστός συνδυασμός πραγματικής εικόνας και εικονικών στοιχείων μέσα σε αυτή. Έτσι, πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στον ευθυγραμμισμό των εικονικών στοιχείων και στην αρμονική τους τοποθέτηση στο πραγματικό περιβάλλον, καθώς και στην τεχνική ανίχνευσης που έχει επιλεχθεί (Azuma, 1997).

### **Κεφάλαιο 3. Αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία**

Η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί αναμφίβολα ένα σημαντικό τεχνολογικό επίτευγμα, το οποίο βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς επιστημονικούς τομείς. Η προσέγγισή της στον τομέα της εκπαίδευσης δείχνει να λειτουργεί προοδευτικά, αν και δεν έχει αξιοποιηθεί ακόμα σε μεγάλο βαθμό και τα σχετικά προγράμματα βρίσκονται σε αρχικό και δοκιμαστικό στάδιο. Εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας έρχονται να συμπληρώσουν τον παιδαγωγικό σχεδιασμό και να εισάγουν καινοτόμες δράσεις, με σκοπό να βελτιωθεί η μάθηση και οι μαθητές να εισχωρήσουν σε καινοτόμες τεχνολογίες.

Πιο συγκεκριμένα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο συνδυασμός του εικονικού με τον πραγματικό κόσμο, μέσω της χρήσης μια συσκευής (smartphone, tablet), δίνει την ευκαιρία στον χρήστη να αποκτήσει νέες εμπειρίες, να αλληλεπιδράσει και να εμβαθύνει μέσα στο περιεχόμενο και τη μάθηση (Klopfer & Sheldon, 2011). Μέσα από ποικίλες μορφές άτυπης μάθησης, σε συνδυασμό με τη χρήση της τεχνολογίας πέρα από τα πλαίσια του σχολείου έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στον τρόπο μάθησης. Η εξοικείωση των παιδιών πλέον με την τεχνολογία και πιο συγκεκριμένα με εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας, που συναντούν στα περισσότερα ηλεκτρονικά παιχνίδια, αποδεικνύουν την επιτακτική ανάγκη της τεχνολογίας και των εφαρμογών της στην εκπαίδευση. Η πλειοψηφία των μαθητών διαθέτει και ξέρει να χειρίζεται φορητές συσκευές κι αυτό είναι εύλογο αν σκεφτεί κανείς ότι οι εκπαιδευτικές εφαρμογές προτιμούνται κατά κόρον, ως παιχνίδια, αλλά και ως ψηφιακά εργαλεία ανακάλυψης και αναζήτησης μέσα στον πραγματικό κόσμο (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009).

Στις μέρες μας έχει βελτιωθεί ο τρόπος που χρησιμοποιείται η επαυξημένη πραγματικότητα, σε σχέση με το πώς αντιλαμβάνεται ο χρήστης τις έννοιες του χώρου, του χρόνου και τη σύνδεση εικονικού και πραγματικού κόσμου (Savitha & Renumol, 2019). Η χρήση των εφαρμογών της στην εκπαίδευση συμβάλλει στη βιωματική μάθηση και αποτελεί το συνδετικό κρίκο που ενώνει τη σχολική αίθουσα με το εξωτερικό περιβάλλον και αναπτύσσει τις δεξιότητες αντίληψης της πραγματικότητας των μαθητών (Martin, Diaz, Sancristobal, Gil, Castro, & Peire, 2011).

Σύμφωνα με τον εποικοδομισμό (constructivism), μια γνωσιακή θεωρία μάθησης με ευρύτερη επίδραση στον χώρο της εκπαίδευσης και στη σχεδίαση εκπαιδευτικών

λογισμικών, ενισχύεται η μάθηση μέσω της διάδρασης κι αυτό έρχεται να ενισχυθεί από την επαυξημένη πραγματικότητα και τις εφαρμογές της. Η νέα γνώση εντάσσεται σε κατάλληλο πλαίσιο, με σκοπό οι μαθητές να αλληλεπιδράσουν με άλλα άτομα, αντικείμενα ή και ποικίλα υλικά, καθώς και να αναπτύξουν παιδαγωγικές ιδέες μέσα από την ανακάλυψη και τη διερεύνηση (Lee, 2012). Όσον αφορά τη συγκεκριμένη θεωρία, οι επιστήμονες συγκλίνουν στην άποψη ότι δεν υπάρχει μια μοναδική αναπαράσταση της γνώσης, αλλά η επίδραση προσωπικών εμπειριών οδηγεί το άτομο στην κατασκευή δικών του αναπαραστάσεων (Ράπτης & Ράπτη, 2013). Κατά τον Arvanitis (2012), στο άρθρο του για τη συνεισφορά της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία της ξένης γλώσσας, μπορούν να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες όπου οι μαθητές, από κονστрукτιβιστική άποψη, να έχουν έλεγχο της γνώσης και να επιλέγουν μαθησιακά μοντέλα που τους ταιριάζουν (P, 2012).

### 3.1 Χαρακτηριστικά επαυξημένης πραγματικότητας και εκπαίδευσης

Πολλές έρευνες μελετούν τα οφέλη των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. Δίνεται βάση σε δύο τύπους εφαρμογών, αυτόν μέσω της χρήσης φορητών συσκευών και τις εφαρμογές τύπου θέσης.

Σύμφωνα με τον πρώτο τύπο, η επαυξημένη πραγματικότητα βασίζεται στην εικόνα (image based) των φορητών συσκευών (smartphones, tablets), όπου οι εκπαιδευόμενοι τοποθετούν τη συσκευή στο κατάλληλο περιβάλλον και επιτυγχάνεται η επαύξηση. Πιο συγκεκριμένα, παρέχεται η δυνατότητα για αλληλεπίδραση με το διαδραστικό περιεχόμενο μέσω ενσωματωμένων καμερών, δημιουργώντας νέες ευκαιρίες στον χώρο της εκπαίδευσης (Tsiavos & Sofos , 2019). Στις εφαρμογές αυτές ο μαθητής γίνεται δέκτης πληροφοριών αρκεί να φέρει την κάμερα της συσκευής μπροστά στο αντικείμενο που φέρει την επαύξηση.

Ο δεύτερος τύπος σχετίζεται με τις εφαρμογές βάσει θέσης (location based). Εδώ ο εκπαιδευόμενος έχει τη δυνατότητα να κινείται στο φυσικό περιβάλλον και να συλλέγει ψηφιακές πληροφορίες με τη βοήθεια βίντεο, τρισδιάστατων αντικειμένων, GPS. Η είσοδος στο περιβάλλον της Επαυξημένης Πραγματικότητας διαμορφώνει ένα νέο τρόπο μάθησης. Ο χρήστης αλληλεπιδρά με ποικίλα φυσικά και εικονικά αντικείμενα,

ανθρώπους και περιβάλλοντα, δίνοντάς του την ψευδαίσθηση ότι ανήκουν στον πραγματικό κόσμο. Έτσι βιώνει μια εμπειρία μέσα από διαφορετικές οπτικές (Cheng & Tsai, 2016).

Οι οπτικοποιήσεις και προσομοιώσεις αφηρημένων εννοιών και φαινομένων είναι ιδιαίτερα χρήσιμες, όταν μελετούνται φαινόμενα που είναι δυσνόητα από τον κόσμο. Ο άνθρωπος πάντα χρησιμοποιούσε τις οπτικοποιήσεις προκειμένου να κατανοήσει καλύτερα μία έννοια, ένα γεγονός ή ένα φαινόμενο. Αποτελούν ουσιαστικά εκφραστικά μέσα δόμησης νοήματος και ελέγχου πάνω σε διχαζόμενες καταστάσεις (Ράπτης & Ράπτη, 2013). Η προσομοίωση προσπαθεί να ταυτιστεί όσο το δυνατόν περισσότερο με το πραγματικό περιβάλλον. Η εισαγωγή των οπτικοκοποιήσεων και των προσομοιώσεων στον τομέα της εκπαίδευσης, διαμέσου της επαυξημένης πραγματικότητας, ενισχύουν το ενδιαφέρον και το κίνητρο για μάθηση των μαθητών, καθώς δημιουργείται μια εικονική πραγματικότητα που σχετίζεται με τον πραγματικό κόσμο και δίνονται δυνατότητες αλληλεπίδρασης σε αυτόν.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό σχετίζεται με την αίσθηση παρουσίας, την εμπύθιση και την εμπλοκή. Όταν αναφέρουμε τον όρο αίσθηση παρουσίας εννοούμε τον βαθμό που αντιδρά ο χρήστης στα αντικείμενα και στα γεγονότα ενός εικονικού περιβάλλοντος, σε σύγκριση με την ανάλογη ανταπόκρισή του κάτω από τις ίδιες συνθήκες στον πραγματικό κόσμο. Ακριβέστερα, η αντίδραση αυτή μπορεί να είναι είτε συναισθηματική είτε σωματική είτε συμπεριφορική (Μεσσήνης, Βρέλλης, Μικρόπουλος, & Πιντέλας, 2008). Η εμπύθιση, περιγράφει τις αισθήσεις που δημιουργούνται στον χρήστη όταν εμπλέκεται σε μια ολοκληρωμένη και ρεαλιστική εμπειρία, η οποία όμως χαρακτηρίζεται από εικονικά στοιχεία, διαμορφώνοντας ένα νέο τρόπο μάθησης. Σχετικά με την εμπλοκή, αναφέρεται στην ψυχολογική κατάσταση στην οποία βρίσκεται ο χρήστης ως συνέπεια της εστίασης της προσοχής του σε ένα συνεκτικό σύνολο ερεθισμάτων. Η εμπλοκή είναι συνδεδεμένη με την εμπύθιση, μια και επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να βιώσει μια εμπειρία μέσα από διαφορετικές οπτικές γωνίες ενώ ταυτόχρονα του δίνει τη δυνατότητα να βρίσκεται στο περιβάλλον που ερευνάται (Μεσσήνης, Βρέλλης, Μικρόπουλος, & Πιντέλας, 2008).



## 3.2 Προστιθέμενη αξία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση

Η εκπαίδευση που βασίζεται στην τεχνολογία και χρησιμοποιεί τις εφαρμογές της για να ενθαρρύνει τους μαθητές να εμβαθύνουν σε νέες γνώσεις και έννοιες, αποτελεί μια προχωρημένη εκπαιδευτική προσέγγιση. Η πλαισιοθετημένη μάθηση και αυτή που βασίζεται στην έρευνα ενεργοποιείται από την επαφή των μαθητών με νέες εμπειρίες, ερευνώντας ένα θέμα που προέρχεται από μια συγκεκριμένη επιστήμη από τον πραγματικό κόσμο στη σχολική αίθουσα (Νικολαΐδης, 2003). Μαθητές όλων των ηλικιών μπορούν να χρησιμοποιήσουν συνδυαστικά το τυπικό πρόγραμμα σπουδών με τις εφαρμογές της επαυξημένης πραγματικότητας. Η χρήση των εφαρμογών ενισχύει τη διαδικασία της μάθησης και ενεργοποιεί το κίνητρο για μάθηση και δημιουργικότητα.

## Κεφάλαιο 4. Μαθησιακές δυσκολίες

Ο χώρος της ειδικής αγωγής έχει γίνει αντικείμενο μελέτης πολλών επιστημόνων τις τελευταίες δεκαετίες, αν και απασχόλησε την κοινωνία πολλά χρόνια πριν και θα συνεχίσει να απασχολεί πληθώρα ερευνητών από το χώρο της ιατρικής, της ψυχολογίας και της παιδαγωγικής (Νότας, 2005). Η πολλαπλότητα της αιτιολογίας των μαθησιακών δυσκολιών και οι ποικίλες μορφές της, την καθιστούν δύσκολη ως προς τον ορισμό της. Κι αυτό είναι εύλογο, αν σκεφτεί κανείς την εμπλοκή διαφόρων επιστημονικών ειδικοτήτων και κατευθύνσεων, ώστε να προσεγγίσουν όσο το δυνατόν καλύτερα τον συγκεκριμένο χώρο. Επιπλέον, έχει αποτελέσει αγχογόνο παράγοντα για τους εμπλεκόμενους γονείς και εκπαιδευτικούς, λόγω της ύπαρξης αρκετών κατηγοριών, της μη αποσαφήνισης αυτών και της πληθώρας ορισμών και παρεμβάσεων (Στασινός, 2016).

Η εκπαίδευση είναι ένας κοινωνικός μηχανισμός που διαμορφώνει νέα πρόσωπα, τα οποία θα χαρακτηρίσουν μελλοντικά την κοινωνία με βάση τις αρχές και τις ηθικές αξίες της (Elliott, Kratochwill, Littlefield Cook, & Travers, 2008). Όλοι οι μαθητές ανήκουν σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο που τους προετοιμάζει να αποκτήσουν κοινωνικό προφίλ με συγκεκριμένες αντιλήψεις. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο επικρατεί και η διάκρισή τους, ως μαθητές με ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες ή ιδιαιτερότητες, ανάλογα με τις δυσκολίες και την επιπρόσθετη υποστήριξή τους. Ως προς τον πληθυσμό των ατόμων αυτών με μαθησιακές δυσκολίες που φοιτούν σε κάποια βαθμίδα της εκπαίδευσης, παρουσιάζει και εδώ ανομοιογένεια. Κι αυτό γιατί η ακαδημαϊκή εξέλιξη ενός ατόμου εξαρτάται εξίσου από τη μαθησιακή δυσκολία και το πλήθος ποικίλων παραγόντων, όπως ο δείκτης νοημοσύνης.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες οφείλουν να ενισχύουν τη μάθηση και τις μεθόδους διδασκαλίας, με σκοπό να γίνεται πιο εύκολα αντιληπτός ένας μαθησιακός στόχος σε όλους τους μαθητές, ανεξαρτήτως των μαθησιακών δυσκολιών ή των ιδιαίτερων αναγκών τους. Ο Lee (2012) αναφέρει ότι η πλοήγηση εικόνων και οι έξυπνες συσκευές πρέπει να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαίδευσης, καθώς οι δυνατότητες διδασκαλίας μέσα από την επαυξημένη πραγματικότητα έχουν αναγνωριστεί ως οι καταλληλότερες (Lee, 2012).

Παρακάτω παρουσιάζονται εκτενέστερα τα στοιχεία των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες, τα χαρακτηριστικά τους και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σε μα-

θησιακό επίπεδο. Τέλος, γίνεται αναφορά στη διάκριση των μαθησιακών δυσκολιών και στα συχνά προβλήματα που οι συγκεκριμένοι μαθητές αντιμετωπίζουν στη σχολική κοινότητα.

## 4.1 Ορισμός και περιεχόμενο

Οι μαθησιακές δυσκολίες συνιστούν τη μεγαλύτερη κατηγορία ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών, όπου οι μισοί από τους μαθητές που φοιτούν σε δομές ειδικής αγωγής μέσα στην εκπαίδευση, έχουν αυτή τη διάγνωση, με την πλειοψηφία αυτών να επικεντρώνεται σε δυσκολίες στην ανάγνωση (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007). Πιο συγκεκριμένα, αφορούν μια νευροβιολογική διαταραχή με πολυπαραγοντική αιτιολογία, όπου ένα άτομο έχει δυσκολία να μάθει με τον καθιερωμένο, συμβατικό τρόπο (Τζιβινίκου, 2018β). Σύμφωνα με την Εθνική Συλλογική Επιτροπή Μαθησιακών Δυσκολιών των ΗΠΑ (NJCLD) πρόκειται για έναν γενικό όρο, με πολλαπλά χαρακτηριστικά, που σχετίζεται με τις λειτουργίες της κατανόησης, της μάθησης, της ομιλίας, της γραφής και των μαθηματικών εννοιών (Τζιβινίκου, 2015). Οι δυσχέρειες αυτές είναι εγγενείς στα άτομα και αφορούν δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και μπορούν να παρατηρηθούν σε όλη τη διάρκεια ζωής του ατόμου.

Οι όροι μαθησιακή αναπηρία (*learning disability*), μαθησιακή διαταραχή (*learning disorder*) και μαθησιακή δυσκολία (*learning difficulty*) χρησιμοποιούνται συχνά εναλλακτικά για να αποσαφηνίσουν τον όρο, όμως διαφέρουν ως προς το περιεχόμενο. Κι αυτό γιατί μιλώντας για αναπηρία αναφερόμαστε σε μια αποκλειστικά κλινική διάγνωση με συγκεκριμένα κριτήρια, ενώ η διαταραχή αφορά μια ομάδα μαθησιακών προβλημάτων σε γλωσσικές δεξιότητες ακαδημαϊκού επιπέδου (Τζιβινίκου, 2015).

Οι πρώτες αναφορές για δυσκολίες στη μάθηση εμφανίζονται στην αρχαία Ελλάδα και το 1963 ο ψυχολόγος και ειδικός παιδαγωγός Samuel Kirk, κάνει την πρώτη αναφορά στον όρο μαθησιακές δυσκολίες, σε ένα συνέδριο γονέων με μαθητές που είχαν προβλήματα μάθησης. Η πορεία βέβαια της μελέτης των μαθησιακών δυσκολιών διακρίνεται σε έξι χρονικές περιόδους, με τις δύο πρώτες να αναφέρονται στη προσπάθεια των επιστημόνων να τις προσεγγίσουν μέσω της σύνδεσής τους με άλλες καταστάσεις και δυσλειτουργίες. Η τρίτη χρονική περίοδος ουσιαστικά είναι αυτή που αρχίζει να προσεγγίζει και να θεμελιώνει τον όρο, παράλληλα με τις προσπάθειες του Kirk να ορίσει αυτό

το φαινόμενο, ώστε να ακολουθήσουν τα επόμενα χρόνια για περαιτέρω διερεύνηση και αμφισβήτηση. Στην τελευταία περίοδο μέχρι και σήμερα, πολλά στοιχεία των μαθησιακών δυσκολιών αποτελούν στοιχείο αντιπαράθεσης και μελέτης, όπως είναι οι αιτίες πρόκλησης, αλλά και ο τρόπος παρέμβασης, όμως η γενικότερη τάση αποδόμησής τους συμβάλλει στην επανατοποθέτηση όλων των παραγόντων που την αφορούν (Παντελιάδου & Μπότσα, 2007).

## 4.2 Χαρακτηριστικά μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες

Ο όρος των μαθησιακών δυσκολιών είναι πολύπλοκος και αφορά το γνωστικό, το μαθησιακό και το ψυχοκοινωνικό τομέα των ατόμων ( Πολυχρόνη, 2011). Εξαιτίας λοιπόν αυτής της πολυμορφίας, συγκροτούν ανομοιογενείς ομάδες παιδιών με κοινά χαρακτηριστικά, όπως η φυσιολογική νοημοσύνη, οι επαρκείς αισθητηριακές ικανότητες, η κατώτερη σχολική επίδοση, η φωνολογική ανεπάρκεια και οι αντιληπτικές δυσλειτουργίες (Πολυχρονοπούλου, 2012).

### 4.2.1 Αντίληψη

Οι αντιληπτικές λειτουργίες ατόμων με μαθησιακές δυσκολίες φάνηκαν ελλειμματικές από τις πρώτες μελέτες που έγιναν και θεωρήθηκαν ως βασικός παράγοντας αιτίας (Παντελιάδου & Μπότσα, 2007). Οι τελευταίες έρευνας, σύμφωνα με τους ίδιους, φαίνεται να έχουν επικεντρωθεί στις διεργασίες επεξεργασίας των οπτικών και των ακουστικών ερεθισμάτων, παρόλο που οι μαθητές δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα όρασης και ακοής, διαφέρουν τυπικά στην οπτική και ακουστική αντίληψη και επεξεργασία. Η οπτική αντίληψη περιλαμβάνει δεξιότητες ανάγνωσης, ολοκλήρωσης και αναπαραγωγής οπτικών αναπαραστάσεων με λογική αλληλουχία και οπτική μνήμη (Πολυχρονοπούλου, 2012). Οι μαθητές φαίνεται να σκέφτονται με εικόνες και να συνδυάζουν τις πληροφορίες πολυδιάστατα, καθώς σύμφωνα με τον Στασινό (2016) η μάθηση μέσω ακοής φαίνεται να δυσκολεύει τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και κυρίως αυτούς με ελλείμματα ακουστικής αντίληψης. Αυτές οι δυσκολίες επηρεάζουν κυρίως τη σχολική επίδοση στο νηπιαγωγείο και στην πρώτη σχολική ηλικία, με κύριο έλλειμμα τη διαδικασία της ανάγνωσης, καθώς υπάρχει δυσκολία στην κατάκτηση της φωνολογικής δομής της γλώσσας, στην ανάλυση και σύνθεση λέξεων σε φωνήματα (Στασινός, 2016).

#### 4.2.2 Γλώσσα

Με σκοπό την ερμηνεία των μαθησιακών δυσκολιών μελετήθηκε η συνύπαρξη γλωσσικών ελλειμμάτων και διατυπώθηκαν η υπόθεση φωνολογικού ελλείμματος και αυτή του διπλού ελλείμματος (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007). Εκτός από τις δυσκολίες στις δεξιότητες ανάλυσης των λέξεων και των προτάσεων, οι μαθητές αυτοί, αντιμετωπίζουν προβλήματα στη σύνθεση φωνημάτων και στη διάκριση της θέσης τους μέσα στις λέξεις. Ο Στασινός (2016) χαρακτηριστικά αναφέρει ότι οι μαθητές με δυσκολίες στη χρήση της γλώσσας παρουσιάζουν αδυναμίες στη σημασιολογία, στη σύνταξη και στη φωνολογία, τα τρία βασικά συστατικά στοιχεία της γλώσσας. Ακόμη και οι δυσκολίες στην οφθαλμοκίνηση των παιδιών αυτών, καθώς και ο αργός ρυθμός μάθησης συντελούν σε πιθανή αιτία δυσλεξίας (Στασινός, 2016). Εκτός φυσικά από τις δυσκολίες στον προφορικό λόγο και στην ανάγνωση, διαπιστώθηκε ότι οι μαθησιακές δυσκολίες συνδέονται άρρηκτα και με το κομμάτι της γραφής. Τα προβλήματα χρήσης της γλώσσας επικεντρώνονται στην πρόσληψη και στην έκφραση τόσο του γραπτού όσο και του προφορικού λόγου (Πολυχρόνη, 2011). Τα παιδιά που εμφανίζουν μαθησιακές δυσκολίες στον γραπτό λόγο, συχνά χωλαίνουν στην ανάγνωση και στη γραφή των ιδεών τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην ανταπεξέρχονται με επιτυχία στο σχολείο, μιας και μέσω της ανάγνωσης και της γραφής το παιδί προσλαμβάνει τη γνώση και εκφράζει τις ιδέες του (Τσιόπελα & Τζιμογιάννης, 2017).

#### 4.2.3 Μνήμη

Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες αντιμετωπίζουν προβλήματα τόσο στη μακρόχρονη όσο και στη βραχύχρονη μνήμη. Οι δυσκολίες στη μνημονική τους ικανότητα σχετίζονται με την ανάγνωση, την ορθογραφία και τα ποικίλα γλωσσικά προβλήματα (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007). Η αδυναμία αποκωδικοποίησης και αποθήκευσης της πληροφορίας έχει σημαντικό αντίκτυπο στην προσπάθεια ανάκλησης πληροφοριών, αλλά και στην ενεργοποίηση της εργαζόμενης μνήμης. Ιδιαίτερης σημασίας αδυναμία αποτελεί το έλλειμμα στη φωνολογική βραχύχρονη μνήμη και το οποίο σχετίζεται με ακουστικές οδηγίες και με τη δυσκολία κατανόησης ακαδημαϊκού περιεχομένου (Τζιβινίκου, 2015).

#### 4.2.4 Προσοχή και συγκέντρωση

Η διάσπαση προσοχής αποτελεί το πιο σύνηθες χαρακτηριστικό για να αναγνωριστεί ένας μαθητής με μαθησιακές δυσκολίες. Αν και τα προβλήματα συγκέντρωσης είναι έντονα, δε θα πρέπει να θεωρείται πως ανήκουν στην ίδια ομάδα με τους μαθητές με ΔΕΠΥ, μιας και υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην αιτιολογία και στην ποιότητα των δυσκολιών. Οι παράγοντες που επικρατούν ως αιτίες προβλημάτων προσοχής και συγκέντρωσης εστιάζουν κυρίως στην αργή επεξεργασία των πληροφοριών και στην έλλειψη κινήτρων (Πολυχρόνη, 2011). Η επιλεκτική προσοχή και η προσοχή εστίασης σε ένα σημαντικά ενδιαφέρον αντικείμενο καθιστούν δύσκολη την παρακολούθηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας και κρίνουν αναγκαία τη χρήση πρωτότυπων μέσων, ως τρόπο παρέμβασης για τη μετάδοση της γνώσης (Στασινός, 2016).

#### 4.2.5 Μεταγνώση

Η μεταγνώση αποτελεί το βασικό στοιχείο της αναλυτικής, κριτικής και δημιουργικής σκέψης, αφού σχετίζεται με την ικανότητα των μαθητών να επιλέγουν μεταξύ των στρατηγικών που γνωρίζουν, ποια είναι η κατάλληλη σε κάθε περίπτωση. Η έλλειψη του αναστοχασμού και της χρήσης στρατηγικών για την επίλυση προβλημάτων από τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες δείχνει να επηρεάζουν τη σχολική τους επίδοση (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007). Οι μεταγνωστικές αδυναμίες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την επίδοση των μαθητών σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα της σχολικής τους ζωής και στο βάθος των χρόνων επιδεινώνεται η διαφορά τους σε σχέση με τους τυπικούς μαθητές (Στασινός, 2016).

#### 4.2.6 Συμπεριφορά

Είναι γεγονός ότι τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες εμφανίζουν έντονα προβλήματα στην καθημερινή τους συμπεριφορά. Τόσο θεωρητικά όσο και ερευνητικά, έχει γίνει συσχετισμός της συμπεριφοράς και της διαγωγής, αν και δεν αποτελούν απόλυτο συστατικό στοιχείο για να προσδιοριστούν οι μαθησιακές δυσκολίες (Τζιβινίκου, 2015). Τα προβλήματα στη συμπεριφορά είναι απόρροια των δυσκολιών που οι μαθητές αντιμετωπίζουν μέσα στο σχολικό περιβάλλον και της σχολικής τους αποτυχίας (Παντελιάδου &

Μπότσας, 2007). Προσπαθούν δηλαδή να τραβήξουν την προσοχή έχοντας μια παραβατική συμπεριφορά ή και μέσω της απάθειας και της εσωστρέφειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι κοινωνικές τους συναναστροφές, μιας και δεν είναι εύκολα αποδεκτά και υιοθετούν μια κοινωνική συμπεριφορά κατώτερης ηλικίας, που τα εμποδίζει να εξελιχθούν κοινωνικά.

### 4.3 Ταξινόμηση μαθησιακών δυσκολιών

Για την ταξινόμηση των μαθησιακών δυσκολιών έχουν προταθεί ποικίλες απόψεις. σύμφωνα με το DSM-IV, την τέταρτη έκδοση του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών διαταραχών, οι μαθησιακές δυσκολίες ταξινομούνται στις κατηγορίες δυσλεξίας, δυσαριθμσίας, δυσγραφίας και μαθησιακής διαταραχής.

Στη δυσλεξία δίνεται λόγος για διαταραχές ανάγνωσης με ελλείμματα στην ακριβή αναγνώριση των λέξεων και προβλήματα στην κατανόηση και στη γνώση του λεξιλογίου. Χαρακτηρίζεται από μεγάλη διαφορά μεταξύ ανώτερης προφορικής και χαμηλότερης γραπτής επίδοσης, καθώς και μεταξύ ανώτερων πνευματικών δυνατοτήτων και μειωμένης σχολικής επίδοσης (Στασινός, 2016).

Η δυσαριθμσία παρουσιάζεται με ελλείμματα στη γραφή και στην αντίληψη των αριθμών. Η δυσκολία στην εκτέλεση νοερών πράξεων, εξισώσεων, εφαρμογής κανόνων και γενικότερα της διαχείρισης των αριθμών αποτελούν κύριο κομμάτι των μαθησιακών δυσκολιών. Αυτό αφορά την ύπαρξη θεμάτων δυσλεξίας και συμβαίνει γιατί το παιδί βασίζεται σε έναν τρόπο συλλογισμού και απουσιάζει η μεταγνωστική δεξιότητα (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007).

Οι δύο τελευταίες ταξινομίες, της δυσγραφίας και της δυσορθογραφίας, αφορούν διαταραχές γραπτής έκφρασης. Σχετίζονται με τις μαθησιακές διαταραχές και τη δυσλεξία, καθώς παρουσιάζονται προβλήματα στην ορθογραφία, αλλά και στην σύνταξη προτάσεων και παραγράφων (Πολυχρόνη, 2011).

## Κεφάλαιο 5. Επαυξημένη πραγματικότητα και μαθησιακές δυσκολίες

Οι τεχνολογικές εξελίξεις συμβάλλουν στη δημιουργία δυναμικών προϊόντων, τα οποία χρησιμοποιούνται με μεγάλη επιτυχία σε εκπαιδευτικά προγράμματα για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες (Turan & Atila, 2021). Οι ίδιοι υποστηρίζουν ότι η βελτίωση των μεθόδων διδασκαλίας είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τις σύγχρονες τεχνολογίες, καθώς για να γίνει πιο εύκολα κατανοητός ένας μαθησιακός στόχος κρίνεται απαραίτητη η χρήση εικόνων και η πλοήγηση – εξερεύνηση μέσω μιας επαυξημένης πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, όταν η μάθηση χρησιμοποιεί νέες μορφές αναπαράστασης περιεχομένου, με σκοπό την ενίσχυση της οπτικής αντίληψης για το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη, ευνοείται η εκπαιδευτική διαδικασία και δίνονται περισσότερες δυνατότητες διδασκαλίας και μάθησης.

Η σύγκλιση της εκπαίδευσης με τη διασκέδαση και η δυνατότητα που οι εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας παρέχουν στους μαθητές για αλληλεπίδραση δημιουργούν μια νέα διάσταση στην εκπαιδευτική διαδικασία (Allagui, 2021). Όμοια και η Βερυκόκου (2013) καταλήγει σε παρόμοια συμπεράσματα, όταν συνδυάζει τη μάθηση με γραφικά στοιχεία του κειμένου, βίντεο και εικόνες, με αποτέλεσμα να αναφέρεται η διαδικασία της μάθησης και του διαβάσματος με πιο ενδιαφέρον και αποτελεσματικό τρόπο. Η διαδικασία της εκπαίδευσης με παιχνιδιώδη τρόπο μπορεί να συμβάλλει στη νοητική και συναισθηματική ανάπτυξη των ατόμων. Έτσι, όταν η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιείται συνεργατικά στη μάθηση μπορεί να συνεισφέρει στη θετική αλληλεπίδραση των μαθητών, στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους και στον διαμοιρασμό ευχάριστων εμπειριών και παιχνιδιών (Βερυκόκου, 2013).

Πολλές μελέτες έχουν στοχεύσει στη διερεύνηση τομέων ειδικής αγωγής μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας στα πλαίσια της σχολικής τάξης. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι η AR τεχνολογία μπορεί να ενισχύσει τις αναγνωστικές δεξιότητες, την ανάπτυξη της φωνολογικής ενημερότητας, καθώς και να συμβάλλει στη βελτίωση της αδρής και της λεπτής κινητικότητας που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες (Badilla- Quintana, Sepulveda-Valenzuela , & Arias, 2020). Οι μαθησιακοί στόχοι επιτυγχάνονται γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα, μιας και κατακτούνται δεξιότητες που φαινομενικά έμοιαζαν δυσνόητες για το αναπτυξιακό στάδιο των παιδιών αυτών. Η



συμβολή της επαυξημένης πραγματικότητας στην ανάπτυξη γλωσσικών και κοινωνικών δεξιοτήτων αποτελεί τεράστια παιδαγωγική αξία, καθώς οι μαθητές ενισχύουν τη λογι-κομαθηματική τους σχέση και εξοικειώνονται με τα ψηφιακά μέσα, μέσω ενός φιλικού περιβάλλοντος. Οι δομημένες δραστηριότητες σέβονται το μαθησιακό προφίλ των μαθη-τών με μαθησιακές δυσκολίες και προσαρμόζονται στις ιδιαιτερότητες μέσω ενός πλού-σιου σε ερεθίσματα εικονικό παιδαγωγικό περιβάλλον. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνε-ται η αλληλεπίδραση ισότιμα και αποτελεσματικά (Tosto, Hasegawa, Mangina, & Chifari, 2021).

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν ενδεικτικά κάποιες μελέτες, που ερευνούν τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με ιδιαιτερότητες μάθησης και μα-θησιακές δυσκολίες.

## 5.1 Έρευνες για την αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες

Στη διεθνή βιβλιογραφία γίνεται συχνά αναφορά στη χρήση της επαυξημένης πραγματι-κότητας στην εκπαίδευση και αποδεικνύεται η αποτελεσματικότητά της στην υποστήριξη της μάθησης. Οι καινοτόμες και ελκυστικές εφαρμογές αυτής της τεχνολογίας φαίνεται να ενισχύουν τις δεξιότητες ανάγνωσης και γραφής των μαθητών και να χρησιμοποιούν μια ολιστική προσέγγιση για τη δυσλεξία.

Τα άρθρα που μελετήθηκαν, ταξινομούνται με χρονολογική σειρά στον παρακά-τω πίνακα και αφορούν μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και μαθησιακές δυσκολίες.

Πίνακας άρθρων.

A/A	Συγγραφέας	Τίτλος Άρθρου	Αντικείμενο Έρευνας	Δείγμα	Αποτελέσματα έρευνας
1	(Turan & Atila, 2021)	Augmented reality technology in science education for students with specific learning difficulties: its effect on students' learning and views	Προσδιορισμός των επιπτώσεων της Ε.Π. στην εκμάθηση φυσικών εννοιών σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες.	4 μαθητές έκτης τάξης με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες	Θετικό
2	(Tosto, Hasegawa, Mangina, & Chifari, 2021)	Exploring the effect of an augmented reality literacy programme for reading and spelling difficulties for children diagnosed with ADHD	Ενσωμάτωση συστήματος ΑΗΑ σε μαθητές με ΔΕΠΥ, για την απόκτηση δεξιοτήτων γραμματισμού.	117 μαθητές σχολικής ηλικίας	-
3	(Allagui, 2021)	Writing a Descriptive Paragraph Using an Augmented Reality Application: An Evaluation of Students' Performance and Attitudes	Αξιολόγηση χρήσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την ανάπτυξη δεξιοτήτων γραφής.	32 φοιτητές πανεπιστημιακής εκπαίδευσης	Θετικό
4	(Badilla-Quintana, Sepulveda-Valenzuela, & Arias, 2020)	Augmented Reality as a Sustainable Technology to Improve Academic Achievement in Students with and without Special Educational Needs	Αξιολόγηση εφαρμογών Ε.Π. στο μάθημα Χημείας για ενίσχυση της μάθησης σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και χωρίς.	60 μαθητές σχολικής ηλικίας (λύκειο)	Θετικό
5	(Kellems, και συν., 2020)	Using Video-Based Instruction via Augmented Reality to Teach Mathematics to Middle School Students With Learning Disabilities	Η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των μαθηματικών μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες.	7 μαθητές γυμνασίου με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες	Θετικό
6	(Savitha & Renumol, 2019)	Effects of Integrating Augmented Reality in Early Childhood Special Education	Αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση ξένης γλώσσας μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες και ήπια διανοητική αναπηρία.	8 μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης με μαθησιακές δυσκολίες και ήπια νοητική αναπηρία	Θετικό
7	(Cakir & Korkmaz, 2018)	The effectiveness of augmented reality environments on individuals with	Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η αποτελεσματικότητα των περιβαλλόντων Επαυξη-	6 μαθητές δημοτικού σχολείου με μαθησιακές δυσκολίες	Θετικό

		special education needs	μένης Πραγματικότητας (AR) που στοχεύουν στην παροχή ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών σε μαθητές.		
8	(Rega & Mennitto, 2017)	Augmented reality as an educational and rehabilitation support for developmental dyslexia	Η επαυξημένη πραγματικότητα στη δυσλεξία.	86 μαθητές δευτέρας τάξης δημοτικού, 3 από τους οποίους είχαν διάγνωση εξελικτικής δυσλεξίας	Θετικό
9	(Cascales-Martínez, Martínez Segura, Pérez López, & Contero, 2016)	Using an Augmented Reality Enhanced Tabletop System to Promote Learning of Mathematics: A Case Study with Students with Special Educational Needs	Η χρήση μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση εφαρμοσμένων μαθηματικών.	22 μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες	Θετικό
10	(Bipin Singh, Shah, Annice Peter, Sahu, & Kapoor, 2015)	Augmented Reality Education Tool for Children with Learning Disabilities	Σχεδιασμός εφαρμογής Ε.Π. (ARET) για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες σύμφωνα με την τεχνολογία της Ινδίας.	60 μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες	Θετικό

Κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση αναφορικά με τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στο πεδίο των μαθησιακών δυσκολιών χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά οι όροι «augmented reality», «learning disabilities» και «dyslexia» με χρονικό περιορισμό από το 2015 έως σήμερα. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, επιλέχθηκαν συνολικά 10 άρθρα, τα οποία παρουσιάζουν και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Η ανάλυση των άρθρων έδειξε ότι αφορούν μεμονωμένες πρακτικές αξιοποίησης της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση των μαθησιακών δυσκολιών, στοχεύοντας κάθε φορά σε διαφορετική πτυχή, μιας και οι μαθησιακές δυσκολίες έχουν πολυπλοκότητα και μεγάλο εύρος.

- **Εκπαιδευτικά επαυξημένα περιβάλλοντα και φυσικές επιστήμες**

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στον γνωστικό τομέα που απευθύνονται, δύο εξ αυτών ασχολούνται με τις φυσικές έννοιες και επικεντρώνονται στον τρόπο με τον οποίο η επαυξημένη πραγματικότητα ενσωματώνεται στο πρόγραμμα σπουδών και επηρεάζει μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες ως προς την επίδοσή τους. Στους μαθητές με μαθησι-

ακές δυσκολίες μπορεί να αποσπαστεί η προσοχή και χρειάζονται μεγαλύτερη στήριξη κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Επομένως, η χρήση οποιασδήποτε τεχνολογίας θα μπορούσε να έχει θετικό αντίκτυπο στη μάθηση. Η επαυξημένη πραγματικότητα, συνδυάζοντας πραγματικά και εικονικά στοιχεία, προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών, καθώς τους προσφέρει ένα αποτελεσματικότερο περιβάλλον μάθησης. Τα συμπεράσματα και των δύο ερευνών, όπως γίνεται αντιληπτό παρακάτω, καταλήγουν στη σημασία της συνύπαρξης εικονικού και πραγματικού κόσμου και στην αποτελεσματικότητα των τεχνολογικών εφαρμογών για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, μιας και ελκύουν το ενδιαφέρον τους και γίνονται πιο αποτελεσματικοί και αποδοτικοί.

Οι Turan & Atila (2021) μελέτησαν τις επιπτώσεις της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εκμάθηση των εννοιών φυσικών επιστημών μέσω πολλαπλών ανιχνευτών και το πώς η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας συμβάλλει στην εκμάθηση επιστημονικών εννοιών από μαθητές με συγκεκριμένη μαθησιακή δυσκολία. Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από τέσσερις μαθητές έκτης τάξης που διαγνώστηκαν με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα ήταν αποτελεσματική στην υποστήριξη της μάθησης και οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερη προθυμία να χρησιμοποιήσουν τη συγκεκριμένη τεχνολογία (Turan & Atila, 2021).

Αντίστοιχα, οι Badilla Quintana et al (2020) αναφέρονται στην ανάγκη της συμπερίληψης της επαυξημένης πραγματικότητας στο πρόγραμμα σπουδών και στα αναλυτικά προγράμματα του σχολείου. Στη έρευνά τους, χρησιμοποίησαν το ερωτηματολόγιο Instructional Material Motivation Survey (IMMS) του Keller (2010) και εξετάζοντας 60 μαθητές σχολικής ηλικίας με και χωρίς εκπαιδευτικές ανάγκες και σύμφωνα με την κοινωνικο – κονστρουκτιβιστική θεωρία μάθησης και τη συνεργατικότητα, εφάρμοσαν την AR VR Molecules Editor (Εικόνα 12), μια εφαρμογή για το μάθημα της χημείας. Σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η αξιολόγηση του γνωστικού φορτίου μετά την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας (Badilla- Quintana, Sepulveda-Valenzuela , & Arias, 2020).



Εικόνα 12. AR VR Molecules Editor

<https://i.ytimg.com/vi/oJ5tli1JDd8/maxresdefault.jpg>

- **Η διδασκαλία των μαθηματικών μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας**

Σχετικά με το γνωστικό κομμάτι των μαθηματικών, οι Kellems et al (2020) και οι Cascales-Martínez et al (2016) ερευνούν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των μαθηματικών μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες παρουσίασαν σημαντικά βελτιωμένες δεξιότητες στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, μέσω της χρήσης ενός πακέτου επαυξημένης πραγματικότητας και βίντεο για τη μοντελοποίηση των επιμέρους βημάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια λειτουργική σχέση μεταξύ της μαθηματικής παρέμβασης που βασίζεται σε βίντεο και του ποσοστού των βημάτων που ολοκληρώθηκαν σωστά για κάθε τύπο προβλήματος (Kellems, και συν., 2020). Έτσι, οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες επωφελούνται πλήρως, διεγείροντας τη φαντασία τους και αναπτύσσοντας δεξιότητες μαθηματικής λογικής.

Στη μελέτη τους, οι Cascales-Martínez et al (2016), χρησιμοποίησαν ένα επιτραπέζιο σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας (Εικόνα 13) για την κατανόηση και τη διαχείριση χρημάτων και νομισμάτων, με σκοπό τη βελτίωση της γνώσης, τις εκπαιδευτικές ανάγκες του μαθητή και τα κίνητρα για μάθηση. Τα συμπεράσματά τους αποδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του εργαλείου σε σχέση με παραδοσιακές μεθόδους, καθώς οι μαθητές έδειξαν σημαντική βελτίωση στη διαχείριση χρημάτων αναπτύσσοντας τις δεξιότητές τους (Cascales-Martínez, Martínez Segura, Pérez López, & Contero, 2016).

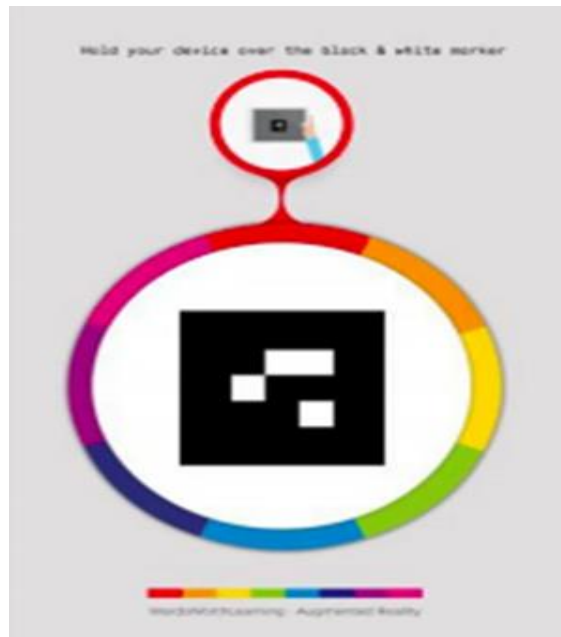


**Εικόνα 13.** Οι μαθητές χρησιμοποιούν tabletop system

[https://www.researchgate.net/publication/311273685\\_Using\\_an\\_Augmented\\_Reality\\_Enhanced\\_Tabletop\\_System\\_to\\_Promote\\_Learning\\_of\\_Mathematics\\_A\\_Case\\_Study\\_with\\_Students\\_with\\_Special\\_Educational\\_Needs](https://www.researchgate.net/publication/311273685_Using_an_Augmented_Reality_Enhanced_Tabletop_System_to_Promote_Learning_of_Mathematics_A_Case_Study_with_Students_with_Special_Educational_Needs)

- **Εκμάθηση ανάγνωσης και γραφής με εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας**

Μια άλλη προσέγγιση ενσωμάτωσης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας έγινε από τους Tosto, Hasegawa et al (2021) σε μαθητές με ΔΕΠΥ, για την απόκτηση δεξιοτήτων γραμματισμού. Η ποικιλία και η πολυπλοκότητα των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι συγκεκριμένοι μαθητές επηρεάζουν αρνητικά την ακαδημαϊκή και κοινωνική τους επίδοση. Η έρευνά τους στοχεύει στην εφαρμογή μιας παρέμβασης, βασισμένης σε στοιχεία για τη βελτίωση των ικανοτήτων ανάγνωσης και ορθογραφίας μέσω της ενίσχυσης ενός υπάρχοντος προγράμματος αλφαριθμητισμού με λειτουργικότητα επαυξημένης πραγματικότητας. Κύριος σκοπός της μελέτης τους ήταν να παρουσιαστούν ευρήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης περιεχομένου AR σε ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα αλφαριθμητισμού βασισμένο στο διαδίκτυο για την υποστήριξη της απόκτησης δεξιοτήτων γραμματισμού, σε ένα δείγμα παιδιών με διάγνωση ΔΕΠΥ. Ο σχεδιασμός και η μεθοδολογία της παρέμβασης του AHA project, που αυτοί εφάρμοσαν, ενσωματώνει το σύνολο των τεχνολογιών επαυξημένης πραγματικότητας στο εκπαιδευτικό περιεχόμενο (Εικόνα 14). Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον μάθησης AR βασισμένο στο διαδίκτυο και στοχεύει στην εφαρμογή μια ολοκληρωμένης παρέμβασης στις επιδόσεις ανάγνωσης και ορθογραφίας μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες (Tosto, Hasegawa, Mangina, & Chifari, 2021).



Εικόνα 14. AHA AR marker

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-020-00485-z#Tab2>

Ομοίως και ο Allagui (2021), στη δική του μελέτη, αξιολόγησε τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στη συγγραφική απόδοση των μαθητών. Η συγκεκριμένη έρευνα αξιολογεί τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε ένα πανεπιστημιακό περιβάλλον, συγκρίνοντας την ποιότητα των περιγραφικών παραγράφων που γράφτηκαν από τρεις διακριτές ομάδες φοιτητών, αδύναμης, μέσης και καλής επίδοσης. Συμπερασματικά, δείγματα εργασίας και ανατροφοδότησης των μαθητών καταδεικνύουν τη χρησιμότητα του AR ως αποτελεσματικής παρέμβασης για την ενίσχυση του ενδιαφέροντος για τη γραφή και τη βελτίωση της απόδοσης γραφής των μαθητών (Allagui, 2021).

- **Η χρήση επαυξημένων βιβλίων σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες**

Δύο σημαντικές μελέτες αναφέρονται σε μια νέα μορφή βιβλίων, που φαίνεται να κάνουν δυναμική παρουσία στον τομέα της εκπαίδευσης και διερεύνησαν τον σχεδιασμό και τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες και δυσλεξία. Οι δυσλεκτικοί πρέπει να διεγείρονται περισσότερο στο οπτικο-αντιληπτικό επίπεδο (Rega & Mennitto, 2017). Βασισμένοι λοιπόν και αυτοί στην κονστрукτιβιστική θεωρία μάθησης, πρότειναν το Augmented SmartBook (ASB), που βασίζεται σε ένα τεχνολογικό εργαλείο που αποτελείται από ένα tablet, μια εφαρμογή και

κωδικούς QR για επαυξημένη πραγματικότητα (Εικόνα 15). Ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιώντας το παραδοσιακό βιβλίο σε όλους τους μαθητές και το smartbook στα παιδιά με δυσλεξία σημείωνε τις απαντήσεις των μαθητών στα τεστ πολλαπλής επιλογής σε ειδικά φύλλα αξιολόγησης. Τα συμπεράσματα της μελέτης τους ήταν ενθαρρυντικά, καθώς η καινοτομία της εφαρμογής έκανε τους μαθητές με δυσλεξία πιο προσεκτικούς και αποδοτικούς.



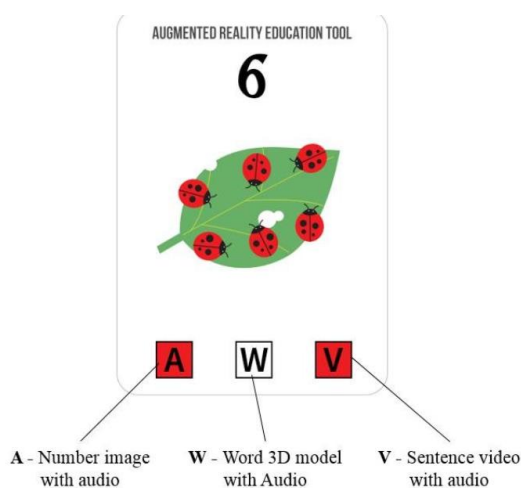
Εικόνα 15. Augmented SmartBook (ASB)

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.nexgi.com%2Ftechnology%2Faugmented-reality%2Fbest-augmented-reality-companies-in-india%2F&psig=AOvVaw3fgKP0DEloGFfmWgg50Htl&ust=1673215582798000&source=images&cd=vfe&ved=0CBAQjRxqFwoTCJj81vW7twvCFQAAAAAdAAAAABAE>

Ανάλογα με το είδος της μαθησιακής δυσκολίας, κάθε παιδί έχει και διαφορετικές απαιτήσεις. Η μελέτη των Savitha & Renumol (2019) στοχεύει να αναλύσει τις βελτιώσεις σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, όταν χρησιμοποιούν μια εκπαιδευτική εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για την εκμάθηση ονομάτων ζώων στα αγγλικά. Σκοπός, ήταν να ελέγξουν αν το AR ως εργαλείο διδασκαλίας βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα, την προσοχή, τα κίνητρα και τη μνήμη των μαθητών. Μέσω της εφαρμογής οι μαθητές βελτιώνουν την ικανότητα αντίληψης και προσπαθούν να οπτικοποιήσουν και να αλληλεπιδράσουν με το 4D ζώο. Με τη χρήση λοιπόν της επαυξημένης τεχνολογίας οι συγκεκριμένοι μαθητές βελτιώνονται ακαδημαϊκά και συμπεριφορικά (Savitha & Renumol, 2019).



Τέλος, το Aret Project σχεδιάστηκε κι αυτό για να επηρεάσει την αίσθηση της όρασης και για να ενεργοποιεί την ακοή στο επίπεδο εκπαίδευσης, με σκοπό να διεγείρει τις αισθήσεις των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες (Birpin Singh, Shah, Annice Peter, Sahu, & Karoor, 2015). Στη συγκεκριμένη μελέτη, παρέχεται μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την εκπαίδευση των παιδιών που χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής, η οποία αποτελεί μια βασική εργαλειοθήκη για να προστεθούν επιπλέον πληροφορίες και να επεκταθεί το εύρος χρήσης παγκοσμίως. Γίνεται χρήση της τεχνολογίας Vuforia SDK και της Unity, για να δημιουργηθούν τρισδιάστατα βιβλία, με διαδραστικά παιχνίδια και αναδυόμενα κουίζ (Εικόνα 16). Η συγκεκριμένη μελέτη φαίνεται να περιορίζεται εντός ορίων της χώρας, με τους ερευνητές να προσπαθούν να επεκτείνουν τα σημεία προσέγγισης της επαυξημένης πραγματικότητας μέσω του ARET project μελλοντικά.



**Εικόνα 16.** Virtual Buttons in alphabet flashcard - Aret Project

[https://www.researchgate.net/figure/a-Virtual-Buttons-in-alphabet-flashcard\\_fig2\\_333697247](https://www.researchgate.net/figure/a-Virtual-Buttons-in-alphabet-flashcard_fig2_333697247)

Ο μαθησιακός τομέας που σύμφωνα με τις παραπάνω μελέτες φαίνεται πως ενισχύεται περισσότερο από τη χρήση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας είναι αυτός με τα περισσότερα μαθησιακά οφέλη. Η ομάδα στόχος δείχνει να κατανοεί καλύτερα το περιεχόμενο της διδασκαλίας. Το αναπτυγμένο διδακτικό υλικό AR πιστεύεται ότι είναι χρήσιμο από την άποψη ότι επιτρέπει στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες να ικανοποιούν τις βασικές τους ανάγκες με τις δικές τους προσπάθειες χωρίς να εξαρτώνται από άλλους (Cakir & Korkmaz , 2018). Σύμφωνα με τους ίδιους στη μελέτη

τους χρησιμοποιήθηκαν φόρμες παρατήρησης σχεδιασμού, φόρμες παρατήρησης προσοχής μαθητή και εργαλεία αξιολόγησης και κατέληξαν ότι το διδακτικό υλικό μέσω επαύξεσης είναι κατάλληλο και χρήσιμο, όταν οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μεταφέρουν εμπειρίες από την πραγματική ζωή. Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές ήταν πιο πρόθυμοι και ενθουσιώδεις για το μάθημα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής.

## Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Όπως φάνηκε παραπάνω και αναλύοντας όλα τα στοιχεία των ερευνών της τελευταίας οχταετίας, σημειώνεται μια αύξηση στο σχεδιασμό και στην αξιοποίηση των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση και συγκεκριμένα στον τομέα των μαθησιακών δυσκολιών. Κι αυτό είναι εύλογο αν σκεφτούμε το αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον στους τρόπους παρέμβασης στην εκπαίδευση ατόμων με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017). Οι ίδιοι υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα της χρήσης εκπαιδευτικών λογισμικών, περιβαλλόντων εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας, πολυμέσων, ρομποτικής και φορητών συσκευών, με σκοπό ένα πλαίσιο αποτελεσματικότερης παρέμβασης.

Η τεχνολογία έχει χαρακτηριστεί ως ένα σημαντικό εργαλείο μάθησης για τη γνωστική και την κοινωνική ανάπτυξη των μαθητών. Οι συνεχείς τεχνολογικές εξελίξεις καθιστούν αναγκαία τη συνεχή ανανέωση του εκπαιδευτικού συστήματος, την εύρεση και εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων ένταξης των εφαρμογών των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στη μαθησιακή διαδικασία, προκειμένου αυτό να μπορεί να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις της εποχής. Με αυτόν τον τρόπο δίνουν σημαντικά πλεονεκτήματα, αλλά και πολλές ευκαιρίες με σκοπό τη βελτίωση της μάθησης (Φωκίδης & Φωνιαδάκη, 2017).

Η σημασία της προσφοράς της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες φαίνεται να επιβεβαιώνεται και μετά από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς ο παιγνιώδης χαρακτήρας των εφαρμογών, η συνύπαρξη εικονικού και πραγματικού περιβάλλοντος, καθώς και η ευκολία χειρισμού τους, ενεργοποιούν τα κίνητρα για μάθηση και παρέχουν ίσες ευκαιρίες εμπέδωσης της γνώσης από το σύνολο των μαθητών. Επιπλέον, ενεργοποιούνται τα κίνητρα συμμετοχής, ενισχύεται η συνεργατικότητα και παρέχονται δυνατότητες διάδρασης και ανάδρασης.

Αναμφισβήτητα, οι συσκευές επαυξημένης πραγματικότητας ενισχύουν τη συγκέντρωση και τονώνουν τα κίνητρα μάθησης, καθώς μπορούν να υποστηρίξουν την προσέγγιση πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση των νέων τεχνολογιών στις περιπτώσεις με δυσκολίες γραφής, βοηθά στην πολυαισθητηριακή προσέγγιση των διδακτικών αντικειμένων και στην ενίσχυση της ανακάλυψης και της αλληλεπίδρασης. Με

αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται στο μέγιστο βαθμό η κατάκτηση δεξιοτήτων γραφής και τα κίνητρα μέσω ποικίλων προσεγγίσεων (Ράπτης & Ράπτη, 2013).

Σε ότι αφορά τους εκπαιδευτικούς, η πολλαπλά υποσχόμενη χρήση των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας αποτελεί πρόκληση. Η δημιουργία λογισμικών και διδακτικού υλικού μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας είναι βοηθητικά και αποτελούν τη γέφυρα του πραγματικού με τον εικονικό κόσμο. Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο είναι οι εφαρμογές cloud και τα υλικά που μπορούν να μοιραστούν μέσω αυτών εκπαιδευτικοί και μαθητές και να αλληλεπιδρούν σε προφορικό, αλλά και γραπτό επίπεδο (Νικολαΐδης, 2003). Επίσης, σημαντικό κλειδί στα χέρια των εκπαιδευτικών είναι η χρήση βιβλίων επαυξημένης πραγματικότητας (AR BOOKS), τα οποία χρησιμοποιούν ένα φυσικό βιβλίο και μια συσκευή προβολής του επαυξημένου περιεχομένου (Rega & Mennitto, 2017).

Αυτή η νέα μορφή βιβλίων φαίνεται να κάνει δυναμική την παρουσία της στον χώρο της λογοτεχνίας και την εκπαίδευσης. Σχετικά με την κατανόηση των κειμένων μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας και κατ' επέκταση τη βελτίωση της αναγνωστικής ικανότητας, έχουν δημιουργηθεί βιβλία, τα οποία προσέφεραν σημαντική βοήθεια στους μαθητές. Τα επαυξημένα βιβλία είναι τυπωμένα, όπου με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων (κάμερα, tablets) ο χρήστης μπορεί να ζωντανέψει διαδραστικά στοιχεία και εικονικά περιβάλλοντα, που έχουν ενσωματωθεί στο συμβατικό βιβλίο. Με αυτό τον τρόπο ο αναγνώστης έρχεται σε επαφή ταυτόχρονα με φυσικά και ψηφιακά περιβάλλοντα (Savitha & Renumol, 2019).

Η διέγερση της φαντασίας, η συγκέντρωση κατά τη διάρκεια χρήσης των εφαρμογών και η εξάσκηση βραχύχρονης και μακρόχρονης μνήμης αποτελούν κύριους παράγοντες που αποδεικνύουν τη σπουδαιότητα των εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές με δυσκολίες ανάγνωσης (Bipin Singh, Shah, Annice Peter, Sahu, & Karoor, 2015). Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο της επαυξημένης πραγματικότητας σχετικά με την αλληλεπίδραση των εικονικών στοιχείων και του χρήστη είναι ότι δημιουργεί το κατάλληλο πλαίσιο προκειμένου να παρουσιάσει τις πληροφορίες εστιάζοντας στη βέλτιστη αξιοποίησή τους (Savitha & Renumol, 2019). Αυτό οδηγεί τόσο στην ευκολότερη κατανόηση από τους μαθητές όσο και στην αναβάθμιση της ποιότητας της προσλαμβανόμενης πληροφορίας. Έτσι, ο μαθητής να μπορεί να οικοδομήσει ευκολότερα σωστές γνωστικές δομές και να επεξεργαστεί τη νέα γνώση (Lee, 2012).

Οι έρευνες για την επαυξημένη πραγματικότητα στις μαθησιακές δυσκολίες και ειδικότερα στην παραγωγή γραπτού λόγου δεν είναι διαδεδομένη ιδιαίτερα και υστερεί στην ελληνική κυρίως βιβλιογραφία. Οι μελέτες στοχεύουν κυρίως στην αξιοποίησή της γενικότερα στον χώρο της τυπικής εκπαίδευσης και κυρίως στους τομείς των θετικών επιστημών. Για τους παραπάνω λόγους, κρίνεται απαραίτητος ο σχεδιασμός εφαρμογών και η μελέτη αποτελεσματικότητας αυτών που θα επικεντρώνεται στην αξιοποίηση της γραφής και της ανάγνωσης, μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες.

## Αναφορές

- Adcock, M., Hutchins, M., & Gunn, C. (2003). Augmented Reality Haptics: Using ARToolKit for Display of Haptic Applications. *International Augmented Reality Toolkit*, σσ. τ, 3, 1-2.
- Aivazoglou, E., & Griva, E. (2014). Reading skills and strategies: Assessing primary school students' awareness in L1 and EFL strategy use. *International Journal of Applied Linguistics & English Literature*, 239-250.
- Allagui, B. (2021). Writing a Descriptive Paragraph Using an Augmented Reality Application: An Evaluation of Students' Performance and Attitudes. *Technology, Knowledge and Learning*.
- Arvanitis, P. (2012). AUGMENTED REALITY IN SECOND LANGUAGE TEACHING AND LEARNING., (σσ. 2768-2772). Barcelona. Azuma, R. T. (1997). *A survey of augmented reality. Presence Q Teleoperators and Virtual environments*, 6(4), 355-385. Ανάκτηση 11/19/2020, από <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Azuma, R., Billinghurst, M., & Klinker, G. (2011). Special section on mobile augmented reality. *Computers & Graphics* (σσ. 35(4), 34-47).
- Badilla- Quintana, M., Sepulveda-Valenzuela, E., & Arias, M. (2020). Augmented Reality as a Sustainable Technology to Improve Academic Achievement in Students with and without Special Educational Needs. *Inclusive Education and Sustainability*.
- Bimber, O., & Raskar, R. (2004). *Spatial augmented reality. In ISMAR*.
- Bipin Singh, D., Shah, K., Annice Peter, S., Sahu, S., & Kapoor, M. (2015). Augmented Reality Education Tool for Children with Learning Disabilities. *International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR)*, σσ. 311-317.
- Bruce, T., Ben, C., Donoghue, J., Squires, J., Philip de Bondi, Morris, M., και συν. (2000). Arquake: An outdoor/indoor augmented reality first person application. *In Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on Wearable Computers, ISWC '00*, σ. page 139.
- Cakir, R., & Korkmaz, O. (2018). The effectiveness of augmented reality environments on individuals with special education needs. *Education and Information Technologies*, σσ. 1631-1659.
- Carmigniani, J., & Furht, B. (2011). *Augmented reality: An overview. In B. Furht (Ed.), Handbook of augmented reality. New York*, 3 - 46. Ανάκτηση Δεκέμβριος 12, 2020, από <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4614-0064-6>
- Cascales-Martínez, A., Martínez Segura, M.-J., Pérez López, D., & Contero, M. (2016). Using an Augmented Reality Enhanced Tabletop System to Promote Learning of

- Mathematics: A Case Study with Students with Special Educational Needs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, σσ. 355-380.
- Caudell, P. T., & Mizell, D. W. (1992). Augmented Reality: An Application of Heads-Up Display Technology to Manual Manufacturing Processes. *Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences*, σσ. 659-669.
- Cheng, K., & Tsai, C. (2016). The interaction of child–parent shared reading with an augmented reality (AR) picture book and parents' conceptions of AR learning. *British Journal of Educational Technology*, *47*(1), σσ. 203-222.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, σσ. v18 n1 p7-22.
- Elliott, S., Kratochwill, T., Littlefield Cook, J., & Travers, J. (2008). *Εκπαιδευτική Ψυχολογία. Αποτελεσματική διδασκαλία. Αποτελεσματική μάθηση*. Αθήνα: Gutenberg.
- Feiner, S., MacIntyre, B., Hollerer, T., & Webster, A. (1997). A Touring Machine: Prototyping 3D Mobile Augmented Reality Systems for Exploring the Urban Environment. *In proceedings of the ISWC '97*, σσ. 74–81.
- Guanglun, M. M., Yang, H., & Yan, W. (2017, October). Building resilience of students with disabilities in China: The role of inclusive education teachers. *Teacher and Teaching Education*, σσ. 125-134.
- Kamarainen, A., Metcalf, S., Grotzer, T., Mazzuca, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, σσ. 545-556.
- Karamanoli, P., & Tsinakos, A. (2015). Use of Augmented Reality in Terms of Creativity on School Learning. *Workshop of Making as a Pathway to Foster Joyful Engagement and Creativity in Learning (Make2Learn)*. Trondheim, Norway.
- Kellems, R., Eichelberger, C., Cacciatore, G., Jensen, M., Frazier, B., Simons, K., και συν. (2020). Using Video-Based Instruction via Augmented Reality to Teach Mathematics to Middle School Students With Learning Disabilities. *J Learn Disabil*, σσ. 277-291.
- Klopfer, E., & Sheldon, J. (2011, January 14). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. . Retrieved from *New Directions for Student Leadership*.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2007, April). Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*(56(2)), σσ. 203-228.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*. σσ. 56(2), 13-21.

- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). Ανάκτηση Δεκέμβριος 12, 2020, από A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329: [http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d\\_12\\_1321](http://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321) Nation.
- Rega, A., & Mennitto, A. (2017). Augmented reality as an educational and rehabilitation support for developmental dyslexia. *10th annual International Conference of Education, Research and Innovation*, (σσ. 6969-6972). Σεβίλλη.
- Rekimoto, J. (1995). *Augmented Interaction: Interacting with the real world through a computer*. HCI International.
- Savitha, K., & Renumol, V. (2019). Effects of Integrating Augmented Reality in Early Childhood Special Education. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(3), σσ. 2277-3878.
- Tosto, C., Hasegawa, T., Mangina, E., & Chifari, A. (2021). Exploring the effect of an augmented reality literacy programme for reading and spelling difficulties for children diagnosed with. *Virtual Reality*, σσ. 879–894.
- Tsiavos, P., & Sofos, A. (2019). The use of Augmented Reality in Education: Development and use of Application for the Course "Physics - Explore and Discover" in the 5th Class of the Primary School. *Journal of Education and Human Development*, 8(4), σσ. 149-158.
- Turan, Z., & Atila, G. (2021). Augmented reality technology in science education for students with specific learning difficulties: its effect on students' learning and views. *Research in Science & Technological Education*, σσ. 506-524.
- Vakaliuk, T., & Pochtoviuk, S. (2021). Analysis of tools for the development of augmented reality technologies. *International Workshop on Augmented Reality in Education*, σσ. 119-130.
- Wikipedia. (n.d.). Ανάκτηση Ιανουαρίου 5, 2021, από The Free Encyclopedia: [en.wikipedia.org/wiki/The\\_Sword\\_of\\_Damocles\\_\(virtual\\_reality\)](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Sword_of_Damocles_(virtual_reality))
- Βερυκόκου, Σ. (2013). Ανάπτυξη Εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας Βάσει Επιπέδου Προτύπου. Αθήνα.
- Ματσαγγούρας, Η. (2008). *Η σχολική τάξη. Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας: Χώρος, ομάδα, πειθαρχία, μέθοδος*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Μεσσήνης, Γ., Βρέλλης, Γ., Μικρόπουλος, Τ., & Πιντέλας, Π. (2008). *Οπτικός Ρεαλισμός και Αίσθηση Παρουσίας σε εκπαιδευτικά Εικονικά Περιβάλλοντα: Υπάρχει σχέση;*
- Μουστάκας, Κ., Παλιόκας, Ι., Τζοβάρης, Δ., & Τσακίρης, Α. (2015). *Γραφικά και εικονική πραγματικότητα*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελλήνων Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.



- Νικολαΐδης, Δ. (2003). Επαυξημένη Πραγματικότητα. Πολλαπλασιάζοντας τις δυνατότητες των αισθήσεων. *Περισκόπιο της Επιστήμης*, σσ. 50-61.
- Νότας, Σ. (2005). *Το Φάσμα του Αυτισμού. Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές. Ένας οδηγός για την οικογένεια*. Λάρισα: Έλλα.
- Παντελιάδου, Σ., & Μπότσας, Γ. (2007). *Μαθησιακές δυσκολίες: Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά*. Θεσσαλονίκη: Γράφημα.
- Πολυχρόνη, Φ. (2011). *Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες*. Πεδίο.
- Πολυχρονοπούλου, Σ. (2012). *Παιδιά και έφηβοι με ειδικές ανάγκες και δυνατότητες*. Ιδιωτική.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2013). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας. Α΄ τόμος*. Αθήνα.
- Στασινός, Δ. Π. (2016). *Η ειδική εκπαίδευση 2020 plus. Για μια συμπεριληπτική ή ολική εκπαίδευση το νέο-ψηφιακό σχολείο με ψηφιακούς πρωταθλητές*. Αθήνα: Παπαζήση.
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). *Μαθησιακές δυσκολίες - διδακτικές παρεμβάσεις*. [ηλεκτρ. βιβλ.]. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Τσιόπελα, Δ., & Τζιμογιάννης, Α. (2017). Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση ατόμων με Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος: Βιβλιογραφική επισκόπηση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 10(1). σσ. 19-35.
- Φωκίδης, Ε., & Φωνιαδάκη, Ι. (2017). Tablets, Επαυξημένη Πραγματικότητα και Γεωγραφία στο δημοτικό σχολείο. *E-Journal of Science & Technology*, σσ. 7-23.