



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

***Επαυξημένη Πραγματικότητα και
Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση:
μελέτη αποδοχής και ένα μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών***

Διδακτορική Διατριβή

Μιχάλης Ε. Δελημήτρος

Ιωάννινα, 2023

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

1. Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, επιβλέπων
2. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
3. Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Καθηγητής, Τ.Κ.Ε.Π. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. Αναστάσιος Μικρόπουλος, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Επιβλέπων
2. Κωνσταντίνος Κώτσης, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλος τριμελούς
3. Αθανάσιος Τζιμογιάννης, Καθηγητής, Τ.Κ.Ε.Π. του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου, μέλος τριμελούς
4. Σπυρίδων–Γεώργιος Σούλης, Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
5. Θαρρενός Μπράτιτσης, Καθηγητής, Π.Τ.Ν. του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας
6. Δημήτριος Μαυρίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
7. Γεώργιος Κουτρομάνος, Επίκουρος Καθηγητής, Π.Τ.Δ.Ε. του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ευχαριστίες

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στους χώρους και με τον εξοπλισμό του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση (EarthLab) του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτα από όλους, τον Επιβλέποντά μου, Καθηγητή Αναστάσιο Μικρόπουλο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για την καθημερινή καθοδήγηση και υποστήριξή του αλλά και την διάθεση πόρων του εργαστηρίου του για την εκπόνηση της διατριβής. Η βοήθειά του υπήρξε και συνεχίζει να είναι καθοριστική όχι μόνον όσον αφορά την παρούσα εργασία αλλά και πολλές άλλες πτυχές της επαγγελματικής και προσωπικής μου ζωής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τους Καθηγητές Κωνσταντίνο Κώτση και Αθανάσιο Τζιμογιάννη, μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής, κυρίως για την ενθάρρυνση που μου παρείχαν και για τις χρήσιμες προτάσεις και συμβουλές τους, τον Καθηγητή Σπύρο Σούλη ιδιαίτερα για τη συμβολή του στις πιλοτικές μελέτες και τον Καθηγητή Θαρρενό Μπράτιτση, τον Αναπληρωτή Καθηγητή Δημήτριο Μαυρίδη και τον Επίκουρο Καθηγητή Γεώργιο Κουτρομάνο που, ως μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής, μπήκαν στον κόπο να μελετήσουν τη διατριβή και να κάνουν χρήσιμες παρατηρήσεις.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω σε όλα τα μέλη της Ερευνητικής Ομάδας του EarthLab και ιδιαίτερα στην Γιούλη Ιατράκη και την Κατερίνα Στεργιούλη με τις οποίες συνυπήρξαμε υποψήφιοι διδάκτορες και στον συνάδελφο Γιάννη Βρέλλη. Και οι τρεις τους συμμετείχαν σε δεκάδες συναντήσεις που πραγματοποιήθηκαν υπό την καθοδήγηση του κ. Μικρόπουλου και οι παρατηρήσεις τους ήταν καθοριστικές για την πορεία αυτής της εργασίας.

Σημαντική ήταν και η βοήθεια των φοιτητριών και των φοιτητών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στις έρευνες που διεξήχθησαν στα πλαίσια της παρούσας διατριβής, ειδικά των τεταρτοετών φοιτητών του Ακ. Έτους 2021-22.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία Magic Leap που παραχώρησε τον Αύγουστο του 2019 τα γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες οφείλω να εκφράσω στην οικογένεια και τους φίλους που με υποστηρίζουν και με ενθαρρύνουν συνεχώς. Χωρίς τη συμβολή τους η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη.

"It consists of this pair of spectacles. While you wear them every one you meet will be marked upon the forehead with a letter indicating his or her character. The good will bear the letter 'G,' the evil the letter 'E.' The wise will be marked with a 'W' and the foolish with an 'F.' The kind will show a 'K' upon their foreheads and the cruel a letter 'C. Thus you may determine by a single look the true natures of all those you encounter."

Lyman Frank Baum

The Master Key

Στις Γυναίκες Μου
Ειδικά Σε Εκείνη Που Παλεύει

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	4
Περιεχόμενα	8
Ευρετήριο Σχημάτων	12
Ευρετήριο Πινάκων	16
Εισαγωγή	20
Περίληψη	24
Συμβολή της διατριβής	24
Δομή της διατριβής	25
Δημοσιευθείσες εργασίες	26
Abstract	28
Κεφάλαιο 1 ^ο : Η Επαυξημένη Πραγματικότητα	32
1.1 Ορισμός	32
1.2 Ιστορική Αναδρομή	33
1.3 Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα	37
1.4 Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας	38
1.5 Συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας	43
1.6 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας	47
1.7 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαίδευση	52
Κεφάλαιο 2 ^ο : Μελέτη σχεδιαστικών πρακτικών	56
2.1 Νοητική Αναπηρία (NA)	56
2.2 Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)	57
2.3 Ενσυναίσθηση	59
2.4 Ψηφιακή Τεχνολογία σε παρεμβάσεις για άτομα με NA	60

2.5 Ψηφιακά Εργαλεία, ΔΑΦ και Ενσυναίσθηση	84
2.5.1 Ενσυναίσθηση προς τα άτομα με ΔΑΦ	84
2.5.2 Ενσυναίσθηση των ατόμων με ΔΑΦ	88
Κεφάλαιο 3 ^ο : Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση	95
3.1 Παροχές των τεχνολογιών εμβύθισης	96
3.2 Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση: Αρχές και Κατευθυντήριες Γραμμές	97
3.3 Το προτεινόμενο μοντέλο για τη Σχεδίαση Εμβυθιστικών Μαθησιακών Εμπειριών για μαθητές με Αναπηρίες	103
Κεφάλαιο 4 ^ο : Μεθοδολογία και Εργαλεία	108
4.1 Η Έρευνα Βασισμένη Στο Σχεδιασμό	108
4.2 Ο Συμμετοχικός Σχεδιασμός	110
4.3 Εργαλεία Ανάπτυξης	112
4.3.1 Μηχανή ανάπτυξης Unity	112
4.3.2 Η γλώσσα προγραμματισμού C#	114
4.3.3 Λογισμικό ανάπτυξης GeoGebra	115
4.3.4 Λογισμικό Sweet Home 3D	117
4.3.5 Λογισμικό επεξεργασίας εικόνας Pixlr	118
4.3.6 Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας Magic Leap One	118
4.4 Εργαλεία Μετρήσεων	122
4.4.1 Temple Presence Inventory / Spatial Presence	123
4.4.2 Technology Acceptance Model	124
4.4.3 Simulator Sickness Questionnaire	128
Κεφάλαιο 5 ^ο : Οι πιλοτικές μελέτες	131
5.1 Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και Νοητική Αναπηρία	132
5.2 Προσομοίωση Αισθητηριακής Υπερφόρτωσης των παιδιών με ΔΑΦ	136

Κεφάλαιο 6 ^ο : Περιγραφή των εφαρμογών – Διαδικασία	141
6.1 Μελέτη Δομής της Ύλης: Διδάσκοντας έννοιες Φυσικών Επιστημών σε παιδιά με Νοητική Αναπηρία	141
6.2 Αύξηση της ενσυναίσθησης στο περιβάλλον των παιδιών με ΔΑΦ	146
Κεφάλαιο 7 ^ο : Αποτελέσματα	155
7.1 Ανάλυση των ερωτηματολογίων	155
7.1.1 Έλεγχοι Κανονικότητας	155
7.1.2 Έλεγχοι Αξιοπιστίας	159
7.1.3 Περιγραφή των χαρακτηριστικών των τριών ειδικών ομάδων	160
7.1.4 Παρουσία	164
7.1.5 Αποδοχή	168
7.1.6 Νόσος προσομοίωσης	176
7.1.7 Ειδικότερα θέματα και συνολική εμπειρία	183
7.1.8 Σύγκριση των δύο ομάδων στη μελέτη της δομής της ύλης	186
7.1.9 Σύγκριση των δύο ομάδων στη μελέτη της ενσυναίσθησης	187
7.1.10 Συσχετίσεις παραγόντων αδιαθεσίας, αποδοχής, και παρουσίας	189
7.2 Σχόλια συμμετεχόντων	206
7.2.1 Εκπαιδευτικοί για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	206
7.2.2 Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου για τη μελέτη της δομής της ύλης	213
7.2.3 Φοιτητές για τη μελέτη της δομής της ύλης	215
7.2.4 Φοιτητές για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	220
Κεφάλαιο 8 ^ο : Συμπεράσματα – Περιορισμοί - Προοπτικές	225
8.1 Αποδοχή	226
8.2 Αίσθηση παρουσίας	232
8.3 Νόσος προσομοίωσης	234

8.4 Συνολική εμπειρία	235
8.5 Περιορισμοί της Έρευνας	236
8.6 Προοπτικές	237
Παράρτημα Α: Οι δημογραφικές ερωτήσεις	240
Παράρτημα Β: Γενικές Παρατηρήσεις	242
Παράρτημα Γ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TPI/SP	243
Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM	247
Παράρτημα Ε: Το ερωτηματολόγιο SSQ	256
Παράρτημα ΣΤ: Σχόλια από την πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης	259
Παράρτημα Ζ: Αποτελέσματα πιλοτικής μελέτης της ενσυναίσθησης	262
Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach	265
Παράρτημα Θ: Σενάριο για την μελέτη της ενσυναίσθησης	272
Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel	274
Βιβλιογραφία και λοιπές πηγές	282

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Sensorama	33
Σχήμα 1.2: Η Δαμόκλειος Σπάθη	34
Σχήμα 1.3: NaviCam & CyberCode	35
Σχήμα 1.4: Η εξέλιξη της ΕΠ	36
Σχήμα 1.5: Το συνεχές του Milgram	37
Σχήμα 1.6: ΕΠ βασισμένη σε φυσικό δείκτη	39
Σχήμα 1.7: ΕΠ βασισμένη στην τοποθεσία	40
Σχήμα 1.8: ΕΠ βάσει περιγράμματος	41
Σχήμα 1.9: ΕΠ αναγνώρισης αντικειμένων/προσώπου	42
Σχήμα 1.10: ΕΠ Αναγνώρισης χώρου με τα γυαλιά Magic Leap	43
Σχήμα 1.11: Παράδειγμα συσκευής ημιπερατού τύπου (Optical see-through)	44
Σχήμα 1.12: Παράδειγμα ΕΠ με Συσκευή χειρός	45
Σχήμα 1.13: ΕΠ με οθόνη υπολογιστή	46
Σχήμα 1.14: Παράδειγμα Οθόνης Χώρου	47
Σχήμα 1.15: Συσκευές ΕΠ και απόσταση από τον χρήστη	47
Σχήμα 1.16: Στρατιωτική εφαρμογή της ΕΠ	48
Σχήμα 1.17: Ιατρική εφαρμογή της ΕΠ	49
Σχήμα 1.18: Εμπορική εφαρμογή της ΕΠ	49
Σχήμα 1.19: ΕΠ στην πλοήγηση	50
Σχήμα 1.20: Βιομηχανική εφαρμογή της ΕΠ	51
Σχήμα 1.21: ΕΠ σε αρχαιολογικούς χώρους	51
Σχήμα 1.22: Ψυχαγωγική εφαρμογή της ΕΠ με επαύξηση της μπάλας του χόκεϊ	52
Σχήμα 3.1: Παράδειγμα Καθολικού Σχεδιασμού στην αρχιτεκτονική στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια	98
Σχήμα 3.2: Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση: κατευθυντήριες γραμμές και σημεία ελέγχου	101
Σχήμα 3.3: τα δίκτυα αναγνώρισης (Recognition Networks)	102
Σχήμα 3.4: τα δίκτυα στρατηγικής (Strategic Networks)	102
Σχήμα 3.5: τα συναισθηματικά δίκτυα (Affective Networks)	103
Σχήμα 3.6: Το μοντέλο MILES-D	105
Σχήμα 4.1: Ο κύκλος της βασισμένης στο σχεδιασμό έρευνας	109

Σχήμα 4.2: Αποσαφήνιση προβλημάτων, λύσεων, μεθόδων και αρχών σχεδιασμού	109
Σχήμα 4.3: Οι κλασικοί-διακριτοί ρόλοι χρηστών, ερευνητών και σχεδιαστών στη διαδικασία σχεδιασμού και πώς συγχωνεύονται στον Συμμετοχικό Σχεδιασμό	111
Σχήμα 4.4: Η μηχανή Unity	113
Σχήμα 4.5: Παράδειγμα 3D ήχου στο Unity	114
Σχήμα 4.6: Η γλώσσα C# στο IDE Visual Studio	115
Σχήμα 4.7: Το GeoGebra στην έκδοση 6.0.620	116
Σχήμα 4.8: Το τετράεδρο του πάγου στο Unity	116
Σχήμα 4.9: Τμήμα του Εκπαιδευτικού Εργαστηρίου στο Unity	117
Σχήμα 4.10: Η Μονάδα Τεχνολογιών Αγωγής στο Unity	117
Σχήμα 4.11: Η εικόνα του κίτρινου ποδηλάτου στο Pixlr χωρίς και με ενεργοποιημένα φίλτρα	118
Σχήμα 4.12: Το σύστημα Magic Leap One	119
Σχήμα 4.13: Ένα PCF στο χώρο της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής	121
Σχήμα 4.14: Ένα ψηφιακό αντικείμενο σε σταθερή θέση/προσανατολισμό	122
Σχήμα 4.15 Βαθμολόγηση του SSQ	130
Σχήμα 5.1: Η μονόχρωμη έκδοση της εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας	133
Σχήμα 5.2: Η έγχρωμη έκδοση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας	133
Σχήμα 5.3: Οι αλλοιωμένες εικόνες μέσα από τα γυαλιά	136
Σχήμα 5.4: Φύλλα που πέφτουν (μέσα απο τα γυαλιά)	137
Σχήμα 5.5: Σκουπίζοντας	137
Σχήμα 5.6: Λάμπεις από τις λάμπες	138
Σχήμα 5.7: Ψηφιακή κανάτα που πέφτει προς τον χρήστη	138
Σχήμα 5.8: Συνομιλία	139
Σχήμα 6.1: Το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση	142
Σχήμα 6.2: Το μόριο του νερού στο Unity	143
Σχήμα 6.3: Το χειριστήριο και η σκανδάλη του Magic Leap	144
Σχήμα 6.4: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του στερεού νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap	144

Σχήμα 6.5: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του υγρού νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap	145
Σχήμα 6.6: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του αέριου νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap	145
Σχήμα 6.7: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά απελευθερωμένα μόρια του αέριου νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap	146
Σχήμα 6.8: Η Μονάδα Τεχνολογιών Αγωγής	148
Σχήμα 6.9: Ο ήχος από την ηλεκτρική σκούπα ακούγεται σε πενταπλάσια ένταση	149
Σχήμα 6.10: Η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	149
Σχήμα 6.11: Κατά τη χρήση το σεσουάρ, ακούγεται σαν αεροπλάνο που απογειώνεται	150
Σχήμα 6.12: Τα μαλλιά της κούκλας στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	150
Σχήμα 6.13: Κατά τις ομιλίες μεταξύ δύο ατόμων ακούγονται ήχοι από πολλές συνομιλίες που υπερκαλύπτουν ο ένας τον άλλο	151
Σχήμα 6.14: Ο κίτρινος τοίχος και η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	151
Σχήμα 6.15: Τα χειροκροτήματα ακούγονται σαν βροντές	152
Σχήμα 6.16: Τα σωματίδια της σκόνης στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	152
Σχήμα 6.17: Το σπάσιμο ενός μπαλονιού ακούγεται σαν έκρηξη	153
Σχήμα 6.18: Η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	153
Σχήμα 6.19: Η σειρήνα του περιπολικού ακούγεται σαν σφυριά που χτυπάνε	154
Σχήμα 6.20: Κατά το ανακάτεμα στα μακαρόνια ακούγεται ένας «ζουληχτός» ήχος	154
Σχήμα 6.21: Η αφίσα με το κίτρινο ποδήλατο στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)	154
Σχήμα Η.3: Το τρέμουλο του πάγου στο Visual Studio:	266
Σχήμα Η.4: Η αρχική κατάσταση των μορίων του υγρού νερού στο Unity (καταλαμβάνουν μόνο μέρος του δοχείου)	267
Σχήμα Η.5: Η εκκίνηση των μορίων του υγρού νερού στο Visual Studio	267
Σχήμα Η.6: Η διατήρηση της κίνησης των μορίων του υγρού νερού στο Visual Studio	268

Σχήμα Η.7: Η αρχική κατάσταση των μορίων του αέριου νερού στο Unity (καταλαμβάνουν ολόκληρο το δοχείο)	268
Σχήμα Η.8: Η εκκίνηση των μορίων του αέριου νερού στο Visual Studio:	269
Σχήμα Η.9: Η διατήρηση της κίνησης των μορίων του αέριου νερού στο Visual Studio	270
Σχήμα Η.10: Αφαίρεση του ψηφιακού καπακιού, προσαρμογή της ενίσχυσης της κίνησης και ενεργοποίηση “αντιβαρύτητας” στο Visual Studio ώστε τα μόρια να κινούνται ελεύθερα στο δωμάτιο	270
Σχήμα Η.11: Τμήμα το βασικού script που ελέγχει το σύνολο το αντικειμένων του έργου	271
Σχήμα Ι.1: Γενική εικόνα του έργου στο Unity	274
Σχήμα Ι.2: Ο ενισχυμένος τρισδιάστατος ήχος ηλεκτρικής σκούπας στο Unity	274
Σχήμα Ι.3: Το αναβόσβημα της λάμπας φθορισμού στο Visual Studio:	275
Σχήμα Ι.4: Ο τρισδιάστατος ήχος απογείωσης αεροπλάνου στο Unity	275
Σχήμα Ι.5: Τα μαλλιά της κούκλας στο Unity	276
Σχήμα Ι.6: Ο τρισδιάστατος ήχος ομιλιών στο Unity	276
Σχήμα Ι.7: Οι ανακλάσεις φωτός στον κίτρινο τοίχο στο Unity	277
Σχήμα Ι.8: Ο τρισδιάστατος ήχος βροντής στο Unity	277
Σχήμα Ι.9: Τα σωματίδια της σκόνης στο Unity	278
Σχήμα Ι.10: Ο τρισδιάστατος ήχος εκρήξεων στο Unity	278
Σχήμα Ι.11: Οι μπάλες λευκού φωτός στο Unity	279
Σχήμα Ι.12: Ο τρισδιάστατος ήχος σφυριών στο Unity:	279
Σχήμα Ι.13: Ο τρισδιάστατος ήχος «ζουλήγματος» στο Unity	280
Σχήμα Ι.14: Η «πειραγμένη» αφίσα του ποδηλάτου στο Unity	280
Σχήμα Ι.15: Τμήμα του βασικού script που ελέγχει το σύνολο το αντικειμένων του έργου στο Visual Studio	281

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 3.1: Συνιστώσες του MILES-D και σχεδιαστικές προτάσεις	106
Πίνακας 4.1: Οι ερωτήσεις του TPI/SP	123
Πίνακας 4.2: Οι ερωτήσεις του τροποποιημένου TAM	125
Πίνακας 6.1: Ερεθίσματα και αντίστοιχη αισθητηριακή υπερφόρτωση	147
Πίνακας 7.1: Έλεγχος κανονικότητας για τη νόσο προσομοίωσης (ερωτηματολόγιο SSQ) στη μελέτη για τη δομή της ύλης, «Φοιτητές»	155
Πίνακας 7.2: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	156
Πίνακας 7.3: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TPI/SP για τη μελέτη δομής της ύλης	156
Πίνακας 7.4: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TPI/SP για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	156
Πίνακας 7.5: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης	157
Πίνακας 7.6: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	157
Πίνακας 7.7: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	157
Πίνακας 7.8: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	158
Πίνακας 7.9: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο TPI/SP για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	158
Πίνακας 7.10: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο SSQ για τη μελέτη δομής της ύλης	158
Πίνακας 7.11: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης	159
Πίνακας 7.12: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο TPI/SP για τη μελέτη δομής της ύλης	159
Πίνακας 7.13: Έλεγχοι αξιοπιστίας	160
Πίνακας 7.14: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Φοιτητών»	161
Πίνακας 7.15: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Εκπαιδευτικών»	162
Πίνακας 7.16: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»	164

Πίνακας 7.17: Απαντήσεις «Φοιτητών», Μελέτη Δομής της Ύλης	165
Πίνακας 7.18: Απαντήσεις «Φοιτητών», μελέτη της ενσυναίσθησης	165
Πίνακας 7.19: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»	166
Πίνακας 7.20: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών»	166
Πίνακας 7.21. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του Presence	168
Πίνακας 7.22: Απαντήσεις «Φοιτητών», Μελέτη Δομής της Ύλης	168
Πίνακας 7.23: Απαντήσεις «Φοιτητών», μελέτη της ενσυναίσθησης	170
Πίνακας 7.24: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»	171
Πίνακας 7.25: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών»	172
Πίνακας 7.26: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης	174
Πίνακας 7.27: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	174
Πίνακας 7.28: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών» στο TAM	175
Πίνακας 7.29: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» στο TAM	175
Πίνακας 7.30: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο SSQ για τη μελέτη δομής της ύλης	176
Πίνακας 7.31: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	177
Πίνακας 7.32: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών» στο SSQ	178
Πίνακας 7.33 Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» στο SSQ	179
Πίνακας 7.34 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της δομής της ύλης.	180
Πίνακας 7.35 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της ενσυναίσθησης	181
Πίνακας 7.36 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Εκπαιδευτικούς»	182
Πίνακας 7.37 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»	182
Πίνακας 7.38 Απαντήσεις στα ειδικότερα θέματα για τη μελέτη της δομής της ύλης	184
Πίνακας 7.39 Απαντήσεις στα ειδικότερα θέματα για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	184
Πίνακας 7.40 Απαντήσεις για τη συνολική εμπειρία για την μελέτη της δομής της ύλης	185

Πίνακας 7.41 Απαντήσεις για τη συνολική εμπειρία για τη μελέτη της ενσυναίσθησης	185
Πίνακας 7.42 Σύγκριση Ομάδων για τη νόσο προσομοίωσης, μελέτη δομής της ύλης	186
Πίνακας 7.43 Σύγκριση Ομάδων για την αποδοχή, μελέτη δομής της ύλης	186
Πίνακας 7.44 Σύγκριση Ομάδων για τη νόσο προσομοίωσης, μελέτη ενσυναίσθησης	187
Πίνακας 7.45 Σύγκριση Ομάδων για την αποδοχή, μελέτη ενσυναίσθησης	188
Πίνακας 7.46: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης	189
Πίνακας 7.47: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης	190
Πίνακας 7.48: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης	191
Πίνακας 7.49: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης	192
Πίνακας 7.50: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Εκπαιδευτικούς»	193
Πίνακας 7.51: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Εκπαιδευτικούς»	194
Πίνακας 7.52: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»	195
Πίνακας 7.53: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»	196
Πίνακας 7.54: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης	197
Πίνακας 7.55: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης	198
Πίνακας 7.56: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Εκπαιδευτικούς»	199
Πίνακας ΣΤ.1: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Στάση	259
Πίνακας ΣΤ.2: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Σύγκριση Εικονικού με Επαυξημένο Περιβάλλον	259
Πίνακας ΣΤ.3: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Παρουσία	261
Πίνακας Ζ.1: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Χωρική Παρουσία	262
Πίνακας Ζ.2: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Νόσος προσομοίωσης	262
Πίνακας Ζ.3: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Αποδοχή	263
Πίνακας Ζ.4: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Cronbach's Alpha για το TAM	263

Εισαγωγή

Η πιο σημαντική κίνηση ενίσχυσης των ατόμων με αναπηρία, ώστε να διασφαλιστούν οι ίσες ευκαιρίες που δικαιούνται, είναι η ολοκληρωμένη και συνεχής εκπαίδευσή τους. Το γεγονός αυτό αποτυπώνεται ακόμα και σε σχετικά ψηφίσματα του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών αναφορικά με την ισότητα των ευκαιριών των ατόμων με αναπηρία [1]. Για να γίνει αυτό η εκπαιδευτική κοινότητα οφείλει να τους παρέχει όλες τις διευκολύνσεις που χρειάζονται ώστε να εξασφαλίζεται η ισότιμη συμμετοχή τους στο εκπαιδευτικό γίγνεσθαι.

Τρεις εκ των βασικών στόχων της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης είναι η βελτίωση των δεξιοτήτων και δυνατοτήτων των μαθητών με αναπηρία, η επιδίωξη της αλληλοαποδοχής και της αρμονικής συμβίωσης και η συμπερίληψή τους στο εκπαιδευτικό σύστημα και την κοινωνική ζωή του τόπου. Οι στόχοι αυτοί, κατά το νομοθέτη, εκτός των άλλων μπορούν να επιτευχθούν με την «προώθηση και εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας στην ειδική αγωγή», με τη «χρησιμοποίηση ειδικού εξοπλισμού συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού εξοπλισμού και του λογισμικού»¹ και με «υπηρεσίες προηγμένης τεχνολογίας που μπορούν να υποστηρίξουν τη λειτουργικότητα και τη συμμετοχή του κάθε μαθητή με αναπηρία και με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες στη διαδικασία της συνεκπαίδευσης με τους μαθητές του γενικού εκπαιδευτικού πλαισίου»².

Όσον αφορά τα παιδιά με Νοητική Αναπηρία, τα οποία εμφανίζουν περιορισμούς ή δυσκολίες στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ακαδημαϊκού περιεχομένου, απαιτείται η χρήση μέσων που θα διεγείρουν το ενδιαφέρον τους αφενός και θα διευκολύνουν την πρόσληψη νέων πληροφοριών αφετέρου. Η ερευνητική κοινότητα έχει επικεντρώσει το ενδιαφέρον της στη διδασκαλία γνώσεων του πρακτικού τομέα και δεξιοτήτων ανεξάρτητης διαβίωσης στα παιδιά με ΝΑ αφήνοντας, όμως, σε δεύτερη μοίρα την ανάπτυξη γνώσεων ακαδημαϊκού περιεχομένου και αντίστοιχων δεξιοτήτων.

Από την άλλη, όσον αφορά τα παιδιά με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) η ανάδειξη της κοινωνικοπολιτικής υπόστασής τους και η συνεπαγόμενη μετάβαση από το

¹ Νόμος 2817/2000

² Νόμος 3699/2008

ιατρικό στο κοινωνικό μοντέλο, έφερε στην επιφάνεια την ανάγκη για την ανάπτυξη μεγαλύτερης ενσυναίσθησης αλλά και παρέμβασης στις στάσεις όλων των εμπλεκομένων. Το ίδιο το κοινωνικό μοντέλο αποτέλεσε την αφετηρία ώστε να αναζητηθούν μέθοδοι άρσης των προκαταλήψεων των ατόμων δίχως αναπηρία απέναντι στα παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, μηδέ των εκπαιδευτικών εξαιρουμένων, αλλά και χρήσης των νέων τεχνολογιών για την αποτελεσματική εκπαίδευσή τους.

Οι νέες τεχνολογίες, ειδικότερα η Επαυξημένη Πραγματικότητα έρχεται σήμερα να δώσει στα άτομα με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες μεγαλύτερη αυτονομία ώστε να πετύχουν τη σχολική και την κοινωνική τους συμπερίληψη. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μια αναδυόμενη τεχνολογία που ενισχύει την ανθρώπινη αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον τοποθετώντας ψηφιακά αντικείμενα στο φυσικό κόσμο για να «επαυξήσει» το περιβάλλον του χρήστη. Αναμειγνύοντας τα δύο περιβάλλοντα μπορεί να βελτιώσει την προσωπική αντίληψη του χρήστη για τον κόσμο.

Στις μέρες μας υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον από την επιστημονική κοινότητα για την Επαυξημένη Πραγματικότητα και τις προοπτικές της στον χώρο της εκπαίδευσης. Η δυνατότητά της να δημιουργεί διαδραστικές εμπειρίες ενισχύοντας το πραγματικό περιβάλλον με εικονικά στοιχεία όχι μόνο κάνει πιο προσβάσιμα τα γνωστικά αντικείμενα, ειδικά όσα εμπλέκουν αφηρημένες έννοιες και πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα, σε παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, αλλά μπορεί να κάνει πιο προσβάσιμη και την ίδια τους την εμπειρία και στους εκπαιδευτικούς, δημιουργώντας το αναγκαίο υπόβαθρο για έμπρακτη μετακίνηση της εκπαιδευτικής κοινότητας στο κοινωνικό μοντέλο.

Για να επιτευχθεί αυτό είναι αναγκαία η μελέτη της αποδοχής³ εκ μέρους των εκπαιδευτικών της νέας αυτής τεχνολογίας. Η αναφερόμενη αποδοχή, ως σημαντικός κοινωνικός θεσμός κοινωνικοποίησης, καθώς και άρσης του κοινωνικού αποκλεισμού, αφορά το σύνολο όχι μόνο της εκπαιδευτικής κοινότητας αλλά και της ευρύτερης κοινωνίας. Η παρούσα εργασία επικεντρώθηκε στη Νοητική Αναπηρία και τη Διαταραχή Αυτιστικού

³ Στην παρούσα εργασία για να γίνεται διάκριση των δύο εννοιών χρησιμοποιείται ο όρος «αποδοχή» όταν αναφερόμαστε στην αποδοχή εκ μέρους των χρηστών της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας και «αλληλοαποδοχή» όταν αναφερόμαστε στο σχετικό στόχο της ΕΑΕ

Φάσματος (ΔΑΦ) γιατί πρόκειται για συνήθεις περιπτώσεις που απαντώνται σε σημαντικό τμήμα του μαθητικού πληθυσμού. Σχετικά με τη νοητική αναπηρία, υπάρχει η πρόταση τόσο από τους ερευνητές όσο και από διεθνείς οργανισμούς για την ανάπτυξη και ενίσχυση ακαδημαϊκών δεξιοτήτων και ιδίως στις Φυσικές Επιστήμες [2]. Όσον αφορά στη Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος υπάρχουν ερευνητικά αποτελέσματα σχετικά με την κοινωνική εκπαίδευση (social training) των ατόμων με ΔΑΦ, αλλά πολύ λίγα έχουν γίνει για την αντίστοιχη εκπαίδευση μη αυτιστικών ατόμων του περιβάλλοντος τους και την αλληλεπίδρασή τους με άτομα με ΔΑΦ [3]. Από τη μια η αναγνώριση και η αποδοχή των νέων δυνατοτήτων μπορεί να οδηγήσει στην υιοθέτηση των καινούργιων μέσων στην σχολική πράξη και από την άλλη η υπέρβαση των αντιλήψεων των εκπαιδευτικών μέσα από την Επαυξημένη Πραγματικότητα σε σχέση με το 'πώς' βιώνουν τον κόσμο τα παιδιά με ΔΑΦ στη δυννητική προσαρμογή της συμπεριφοράς τους προς τα διάφορα φαινόμενα του κοινωνικού τους περιβάλλοντος.

Η παρούσα διατριβή συμβάλλει στην έρευνα σχετικά με τις εμπυθιστικές τεχνολογίες μάθησης και τη μεθοδολογία ανάπτυξης εφαρμογών για το πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης. Με εφαλτήριο τις μοναδικές τεχνολογικές και μαθησιακές δυνατότητες της Επαυξημένης Πραγματικότητας, δηλαδή τις παροχές της (affordances), η διατριβή αξιοποιεί τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση και αποτελεί μία από τις πρώτες μελέτες που επικεντρώνονται στη δημιουργία ενός πλαισίου σχεδίασης εκπαιδευτικών εφαρμογών στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης.

Με τη βιβλιογραφική επισκόπηση αναφορικά με τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας σε διδακτικές παρεμβάσεις για άτομα με Νοητική Αναπηρία (ΝΑ) αφενός και τη συμβολή της στην ενίσχυση της ενσυναίσθησης γύρω από την κατάσταση της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) αφετέρου, αναδείχθηκαν τα πλεονεκτήματά της. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ένα ερευνητικό κενό καθώς δεν εντοπίστηκε κάποια μελέτη που να ασχολείται με την αξιοποίηση Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) και ιδιαίτερα συστήματος ημιπερατών γυαλιών ΕΠ για την καλλιέργεια δεξιοτήτων ακαδημαϊκού τομέα σε άτομα με ΝΑ ή με την ενίσχυση της ενσυναίσθησης για άτομα του περιβάλλοντος παιδιών με ΔΑΦ.

Εστιάζοντας στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση, η διατριβή τοποθετεί την αποδοχή των τεχνολογιών Επαυξημένης Πραγματικότητας ως βασική προϋπόθεση για την

καταλληλότητά τους. Υπό το πρίσμα αυτό, μελετώνται επιπλέον η αίσθηση παρουσίας και η νόσος προσομοίωσης που μπορεί να αισθάνονται οι χρήστες συστημάτων ΕΠ σε παρεμβάσεις στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση συμβάλλοντας στην περαιτέρω διερεύνηση της καταλληλότητάς τους στο πεδίο αυτό με την παρουσίαση νέων εμπειρικών δεδομένων. Επιπρόσθετα, οι δύο εμπειρικές μελέτες της παρούσας διατριβής με διαφορετικά δείγματα, φοιτητών και εκπαιδευτικών, μπορεί να συνεισφέρει στην καθολικότητα των συμπερασμάτων που αποτελεί ένα πάγιο ζητούμενο από την έρευνα στην εκπαιδευτική τεχνολογία [4]. Τα αποτελέσματα της κύριας μελέτης έχουν πρόσθετη παιδαγωγική αξία λόγω αυτής της επιλογής.

Η εργασία βασίστηκε μεθοδολογικά στην «Έρευνα Βασισμένη Στο Σχεδιασμό» και στο «Συμμετοχικό Σχεδιασμό». Οι δύο αυτές προσεγγίσεις εξασφαλίζουν συνδυαστικά την ενεργό συμμετοχή των χρηστών στη διαδικασία σχεδιασμού που μέσα από επαναληπτικούς κύκλους οδηγούν στην παραγωγή σχεδιαστικών αρχών και τη δημιουργία καινοτόμων λύσεων. Κατά τη φάση υλοποίησης των εμπειρικών μελετών χρησιμοποιήθηκαν εργαλεία και τεχνολογίες αιχμής όπως τα ημιπερατά γυαλιά Επαυξημένης Πραγματικότητας που εμφανίστηκαν μόλις την τελευταία πενταετία, γεγονός που προσθέτει και τεχνολογική αξία στη διατριβή.

Συνοψίζοντας, η διατριβή συμβάλλει στη σχεδίαση εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης προτείνοντας ένα νέο μοντέλο σχεδίασης, και υλοποιώντας το με τη σχεδίαση και ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών με αναδυόμενες τεχνολογίες αναδεικνύοντας την ιδιαίτερη συμβολή τους.

Λέξεις κλειδιά: Επαυξημένη πραγματικότητα, Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση (ΕΑΕ), Νοητική Αναπηρία (ΝΑ), Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ), Σχεδίαση Εφαρμογών, Διδακτική Φυσικών Επιστημών, Ενσυναίσθηση

Περίληψη

Συμβολή της διατριβής

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των δυνατοτήτων της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) για την πληρέστερη αξιοποίηση των μοναδικών χαρακτηριστικών – παροχών της στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (ΕΑΕ).

Για την υλοποίηση αυτού του σκοπού προτείνεται ένα πλαίσιο σχεδίασης για τη δημιουργία σχετικών εφαρμογών, βασισμένο στη βιβλιογραφία. Με βάση το μοντέλο σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν δύο εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας για το σύστημα MagicLear (γυαλιά ΕΠ) και την αξιοποίησή τους σε δύο περιοχές της ΕΑΕ:

1. Στην ήπια Νοητική Αναπηρία (ΝΑ) με παράδειγμα εφαρμογής τη διδασκαλία Φυσικής και συγκεκριμένα τη δομή της ύλης (εφαρμογή ARTeach).
2. Στη Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) με στόχο την ενίσχυση της ενσυναίσθησης των ατόμων που εμπλέκονται με παιδιά με ΔΑΦ (εφαρμογή ARFeel).

Οι άξονες διερεύνησης στις μελέτες που διενεργήθηκαν με τις δύο εφαρμογές αφορούσαν:

1. Την αίσθηση της παρουσίας των χρηστών όταν χρησιμοποιούν τις δύο εφαρμογές.
2. Τον βαθμό αποδοχής της σχετικής τεχνολογίας.
3. Τη νόσο προσομοίωσης που μπορεί να νιώθουν οι χρήστες.

Υλοποιήθηκαν δύο πιλοτικές και αντίστοιχα δύο κύριες εμπειρικές μελέτες. Στη μία πιλοτική μελέτη που αφορούσε την εκπαίδευση ατόμων με Νοητική Αναπηρία συμμετείχαν 11 άτομα ενώ στη δεύτερη για την ενίσχυση της ενσυναίσθησης στο περιβάλλον των παιδιών με ΔΑΦ 70 άτομα. Στις κύριες μελέτες που ακολούθησαν συμμετείχαν τρεις ομάδες χρηστών:

1. Πενήντα τέσσερις (54) εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που είχαν διδάξει το αντικείμενο «Καταστάσεις της Ύλης» και εκπαιδευτικοί

δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου ΠΕ04.01 (Φυσικής) για την εκπαίδευση παιδιών με ΝΑ στη μελέτη της δομής της ύλης.

2. Εκατόν οκτώ (108) εν ενεργεία εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων στη μελέτη της ενσυναίσθησης.
3. Πενήντα πέντε (55) τελειόφοιτοι Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης που συμμετείχαν και στις δύο μελέτες.

Δομή της διατριβής

Η παρούσα διατριβή δομείται σε 8 κεφάλαια, τα οποία περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω:

Στην Εισαγωγή περιγράφονται συνοπτικά ο σκοπός της διατριβής, η δόμησή της σε κεφάλαια, οι δημοσιευθείσες εργασίες που προέκυψαν και οι σχετικές λέξεις-κλειδιά.

Στο 1ο Κεφάλαιο (Η Επαυξημένη Πραγματικότητα) παρουσιάζονται ορισμοί, γίνεται μια ιστορική αναδρομή, παρουσιάζονται τύποι, συσκευές και εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας καθώς και τα πλεονεκτήματά της στον χώρο της εκπαίδευσης και ειδικά στην ΕΑΕ.

Στο 2ο Κεφάλαιο (Μελέτη σχεδιαστικών πρακτικών) δίνονται ορισμοί και βασικά χαρακτηριστικά της Νοητικής Αναπηρίας και της Διαταραχής Αυτιστικού Φάσματος και παρουσιάζεται η έννοια της ενσυναίσθησης. Πρόσθετα, παρουσιάζεται η βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με την αξιοποίηση της Ψηφιακής Τεχνολογίας αφενός σε παρεμβάσεις για άτομα με ΝΑ και αφετέρου με στόχο την αύξηση της ενσυναίσθησης ατόμων σχετικά με τη ΔΑΦ.

Στο 3ο Κεφάλαιο (Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση) παρουσιάζεται το Model for the design of Immersive Learning Enactments for Students with Disabilities (MILES-D) ένα θεωρητικό μοντέλο που συνδυάζει τις παροχές των τεχνολογιών εμβύθισης με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση.

Στο 4ο Κεφάλαιο (Μεθοδολογία και Εργαλεία) περιγράφονται η Βασισμένη Στο Σχεδιασμό Έρευνα και ο Συμμετοχικός Σχεδιασμός και παρουσιάζονται τα τεχνολογικά

εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των εφαρμογών καθώς και τα ερωτηματολόγια που αξιοποιήθηκαν στις εμπειρικές μελέτες.

Στο 5ο Κεφάλαιο (Οι πιλοτικές μελέτες) περιγράφονται οι δύο πιλοτικές μελέτες.

Στο 6ο Κεφάλαιο (Περιγραφή των εφαρμογών – Διαδικασία) περιγράφονται αναλυτικά οι δύο εφαρμογές καθώς και η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε.

Στο 7ο Κεφάλαιο (Αποτελέσματα) περιγράφονται τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των εμπειρικών δεδομένων της κύριας έρευνας καθώς και η αξιολόγηση των σχολίων των συμμετεχόντων.

Τέλος στο 8ο Κεφάλαιο (Συμπεράσματα – Περιορισμοί - Προοπτικές) παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, οι περιορισμοί της διατριβής και οι προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

Μετά το κύριο σώμα της εργασίας παρατίθενται σε μορφή παραρτήματος τα αποτελέσματα των πιλοτικών μελετών, το σενάριο που υλοποιήθηκε για τη μελέτη της ενσυναίσθησης, τα ερωτηματολόγια όπως δόθηκαν στους συμμετέχοντες και κάποιες χαρακτηριστικές φάσεις από την ανάπτυξη των τεχνολογικών περιβαλλόντων που υλοποιήθηκαν.

Δημοσιευθείσες εργασίες

Κατά την πορεία αυτής της εργασίας προέκυψαν οι παρακάτω σχετικές δημοσιεύσεις:

- Mikropoulos, T.A., Delimitros, M., Gaintatzis, P., Iatraki, G., Stergiouli, A., Tsiara A., Kalyvioti, K. (2020). Acceptance and User Experience of an Augmented Reality System for the Simulation of Sensory Overload in Children with Autism. In Economou, D., Klippel, A., Dodds, H., Peña-Rios, A., Lee, M. J. W., Beck, D. E., Pirker, J., Dengel, A., Peres, T. M., & Richter, J. (eds.), 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN 2020) (pp. 86-92). Immersive Learning Research Network, IEEE.
- Vrellis, I., Delimitros, M., Chalki, P., Gaintatzis, P., Bellou, I., Mikropoulos, T.A. (2020). Seeing the unseen: user experience and technology acceptance in Augmented Reality

science literacy. In M. Chang, D. G. Sampson, R. Huang, D. Hooshyar, N-S. Chen, Kinshuk, M. Pedaste (eds.), 20th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies – ICALT2020 (pp 333-337). CA: IEEE

- Βρέλλης, Ι., Γκαϊντατζής, Π., Δελημήτρος, Μ., Ιατράκη, Γ., Μικρόπουλος, Α., Μπέλλου, Ι., Στεργιούλη, Α., Τσιάρα, Α., Χαλκή, Π. (2019). «Βιώνοντας» το αόρατο και το διαφορετικό: επαύξηση της πραγματικότητας στη γενική και ειδική εκπαίδευση. Στο Α. Τζιμογιάννης & Π. Τσιωτάκης (επ.) Περιλήψεις εργασιών, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι και Ηλεκτρονική Μάθηση (σ. 8). Κόρινθος, http://epri.korinthos.uop.gr/eloer2019/?page_id=214
- G. Iatraki, M. Delimitros, I. Vrellis and T. A. Mikropoulos, "Augmented and virtual environments for students with intellectual disability: design issues in Science Education," 2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2021, pp. 381-385, doi: 10.1109/ICALT52272.2021.00122.
- T. A. Mikropoulos, M. Delimitros and G. Koutromanos, "Investigating the Mobile Augmented Reality Acceptance Model with Pre-Service Teachers," 2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN), 2022, pp. 1-8, doi: 10.23919/iLRN55037.2022.9815972.
- Delimitros, M., Stergiouli, A., Iatraki, G., Mikropoulos, T.A. Koutromanos, G. " A model for the design of immersive learning enactments for students with disabilities", the 10th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2022

Abstract

The purpose of this thesis is to study the potential of Augmented Reality (AR) for the optimum utilization of its unique characteristics, namely its affordances in the field of Special Education.

For this purpose, a design framework for the creation of relevant applications, based on the literature, is proposed. Based on this model, two Augmented Reality applications were designed and developed for the MagicLeap system (AR glasses). used in two areas of Special Education:

The first application (ARTeach) was an intervention to teach the structure of matter to students with mild Intellectual Disability (ID)..

The second application (ARFeel) was especially designed to enhance empathy to people involved with children in Autism Spectrum Disorder (ASD)..

The research axes for the two empirical studies conducted were the investigation of::

1. The sense of presence the users of the two applications felt.
2. The degree of acceptance of the ARtechnology and the specific applications under the certain conditions.
3. The simulator sickness the users of the two applications felt.

Two pilot and two main empirical studies were carried out. The pilot study concerning the structure of matter with intellectual disabilities students, 11 people participated. The sample of the other pilot study regarding the enhancement of empathy concerning children with ASD, consisted of 70 adults. The main studies followed the pilot ones and involved three user groups:

1. Fifty-four (54) primary school teachers who had taught the subject "structure of matter" and secondary school Physics teachers, concerning the children with ID.
2. One hundred and eight (108) teachers of various specialties for the study of empathy.

3. Fifty-five (55) graduates of the Department of Primary Education who participated in both studies.

The contribution of this dissertation is twofold. Firstly, this work shows that the development of effective digital learning environments for Special Education, requires the collaboration of teams of experts from different scientific fields who contribute with their pedagogical, academic and design knowledge and experience. These results supported by recent studies which have attempted collaborative workshops based on an interdisciplinary approach to scientific fields related to ID [104, 118] and ASD [140]. Secondly, and toward the above direction, design models, such as the one proposed in this work, provide an important contribution to the design of effective learning environments in Special Education. The proposed model (Model for the design of Immersive Learning Enactments for Students with Disabilities (MILES-D)) combines the technological and learning affordances of AR together with the principles of the Universal Design for Learning, which is in line with relevant literature.

This study also shows that the design of immersive learning technologies based on certain models such the one proposed, have positive effects on the acceptance of this technology by in-service and future teachers in the field of special education.

The acceptance of the specific technology and the applications developed based on the proposed model MILES-D, as well the high sense of presence and low simulation sickness the specific immersive learning environments provoke, are key factors that highlight the power of the proposed model and the design of the specific learning environments for the study of the mater by students with ID on the one hand and for the study of empathy towards students with ASD on the other.

This dissertation is structured in 8 chapters, which are briefly described below.

The Introduction briefly describes the purpose of the dissertation, its structure in chapters, the published papers that emerged and the relevant keywords.

Chapter 1 (Augmented Reality) presents definitions, makes a historical review, presents types, devices and applications of Augmented Reality as well as its advantages in the field of education and especially in Special Education.

Chapter 2 (Study of design practices) presents the definitions and the basic characteristics of ID and ASD as well as the concept of empathy. In addition, the literature review on the use of Digital Technology on the one hand in interventions for people with ID and on the other hand with the aim of increasing people's empathy regarding ASD is presented.

Chapter 3 (Immersion Technologies and Universal Design for Learning) presents the Model for the design of Immersive Learning Enactments for Students with Disabilities (MILES-D), a theoretical model that combines the affordances of immersion technologies with the principles of Universal Design for Learning.

Chapter 4 (Methodology and Tools) describes Design-Based Research and Participatory Design and presents the technological tools used for the development of the applications as well as the questionnaires used in the empirical studies.

Chapter 5 (The pilot studies) describes the two pilot studies.

Chapter 6 (Description of applications – Procedure) describes in detail the two applications as well as the experimental procedure followed.

Chapter 7 (Results) describes the results of the statistical processing of the empirical data of the main survey as well as the evaluation of the participants' comments.

Finally, Chapter 8 (Conclusions – Limitations – Perspectives) presents the conclusions, limitations of the dissertation and proposals for further research.

After the main body of work, the results of the pilot studies, the scenario implemented for the study of empathy, the questionnaires as given to the participants and some characteristic phases from the development of the technological environments implemented are presented in appendix.

In the course of this work, the following relevant publications emerged:

- Mikropoulos, T.A., Delimitros, M., Gaintatzis, P., Iatraki, G., Stergiouli, A., Tsiara A., Kalyvioti, K. (2020). Acceptance and User Experience of an Augmented Reality System for the Simulation of Sensory Overload in Children with Autism. In Economou, D., Klippel, A., Dodds, H., Peña-Rios, A., Lee, M. J. W., Beck, D. E., Pirker, J., Dengel, A., Peres, T. M., & Richter,

J. (eds.), 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN 2020) (pp. 86-92). Immersive Learning Research Network, IEEE.

- Vrellis, I., Delimitros, M., Chalki, P., Gaintatzis, P., Bellou, I., Mikropoulos, T.A. (2020). Seeing the unseen: user experience and technology acceptance in Augmented Reality science literacy. In M. Chang, D. G. Sampson, R. Huang, D. Hooshyar, N-S. Chen, Kinshuk, M. Pedaste (eds.), 20th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies – ICALT2020 (pp 333-337). CA: IEEE

- Vrellis, I., Gaidatzis, P., Delimitros, M., Iatraki, G., Mikropoulos, A., Bellou, I., Stergiouli, A., Tsiara, A., Chalki, P. (2019). "Experiencing" the invisible and the different: augmentation of reality in general and special education. In A. Tzimogiannis & P. Tsiotakis (eds.) Abstracts, 2nd Panhellenic Conference Open Educational Resources and E-Learning (p. 8). Korinthos, http://epri.korinthos.uop.gr/eloer2019/?page_id=214

- G. Iatraki, M. Delimitros, I. Vrellis and T. A. Mikropoulos, "Augmented and virtual environments for students with intellectual disability: design issues in Science Education," 2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), 2021, pp. 381-385, doi: 10.1109/ICALT52272.2021.00122.

- T. A. Mikropoulos, M. Delimitros and G. Koutromanos, "Investigating the Mobile Augmented Reality Acceptance Model with Pre-Service Teachers," 2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN), 2022, pp. 1-8, doi: 10.23919/iLRN55037.2022.9815972.

- Delimitros, M., Stergiouli, A., Iatraki, G., Mikropoulos, T.A. Koutromanos, G. " A model for the design of immersive learning enactments for students with disabilities", the 10th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion, DSAI 2022

Κεφάλαιο 1^ο: Η Επαυξημένη Πραγματικότητα

1.1 Ορισμός

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ, Augmented Reality, AR) μπορεί να οριστεί ως η παράθεση ψηφιακών αντικειμένων (κείμενα, εικόνες, ήχοι, video, κλπ.) στο φυσικό περιβάλλον.

Σύμφωνα με τον Azuma [5] η ΕΠ πρέπει να έχει τα εξής τρία χαρακτηριστικά:

1. να συνδυάζει το πραγματικό με το εικονικό
2. να υπάρχει αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο
3. η επιπρόσθετη πληροφορία να χωροθετείται σε άμεση «ευθυγράμμιση» με τον πραγματικό χώρο

Παρόλο που ο όρος υπάρχει εδώ και πάνω από 30 χρόνια - πρωτοεμφανίστηκε το 1990 και αποδίδεται στον Thomas P. Caudell [6]- μόλις τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί αξιόπιστες υλοποιήσεις της ΕΠ. Την τελευταία πενταετία μάλιστα η ΕΠ έχει φτάσει στο μέσο χρήστη/καταναλωτή με πλήθος συσκευών και εφαρμογών που την υποστηρίζουν. Αυτό οφείλεται σε τρεις κυρίως λόγους:

1. Υπάρχουν οικονομικοί και αξιόπιστοι αισθητήρες και κάμερες υψηλής ανάλυσης διαθέσιμες ακόμα και σε εμπορικά κινητά τηλέφωνα που επιτρέπουν την ακριβή αναγνώριση αντικειμένων, προσώπων, τοπίων, κλπ.
2. Οι σημερινές «έξυπνες» συσκευές διαθέτουν επαρκή υπολογιστική ισχύ και διαχειρίζονται αποδοτικά τις απαιτήσεις σε κατανάλωση.
3. Πολλές συσκευές έχουν τη δυνατότητα για ταχύτατες και οικονομικές ασύρματες συνδέσεις στο διαδίκτυο. Με την αναμενόμενη ανάπτυξη του «Διαδικτύου των Πραγμάτων» (Internet of Things) η τάση αυτή θα επεκταθεί αναπόφευκτα σε πλήθος ετερόκλιτων συσκευών που θα δημιουργήσουν στο άμεσο μέλλον ένα νέο πεδίο εφαρμογών και για την ΕΠ.

Δεν είναι τυχαίο ότι τεχνολογικοί κολοσσοί όπως η Microsoft (με το project HoloLens [7]), η Apple (με την εξαγορά το 2015 της Metaio και της Flyby Media το 2016), η Google (με τα projects Tango [8] και ARCore [9]) και το Facebook (με την εξαγορά του Oculus Rift [10]) έχουν επενδύσει τα τελευταία χρόνια τεράστια ποσά στην έρευνα αναφορικά με την Επαυξημένη Πραγματικότητα.

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Παρουσιάζεται επιγραμματικά μια σύντομη ιστορική αναδρομή της εξέλιξης της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Το Σχήμα 1.4 παρουσιάζει την εξέλιξη αυτή με τη μορφή χρονογραμμής.

1957: Ο προσομοιωτής Sensorama (Σχήμα 1.1) του Morton Heilig, του “πατέρα” της Εικονικής Πραγματικότητας, πρόσθεσε για πρώτη φορά δονήσεις, οσμές και την αίσθηση του ανέμου σε μια κινηματογραφική ταινία μικρού μήκους. Η εφεύρεσή του ήταν τόσο μπροστά από την εποχή της που απέτυχε να την αξιοποιήσει εμπορικά.



Σχήμα 1.1: Sensorama [11]

1966: Ο Ivan Sutherland [12] επινόησε την Δαμόκλειο Σπάθη του (Σχήμα 1.2), την πρώτη συσκευή ΕΠ που μέσω ενός μηχανικού βραχίονα αξιοποίησε μια οθόνη προσαρμοσμένη στο κεφάλι (head-mounted display [13]) για τη σύνθεση του εικονικού με τον πραγματικό κόσμο. Τα πρωτόγονα γραφικά, το μεγάλο βάρος και η δυσκολία χειρισμού έκαναν τη συσκευή κατάλληλη μόνο για εργαστηριακή χρήση, χωρίς να μειώνεται στο ελάχιστο η τεράστια συνεισφορά της στην εξέλιξη της ΕΠ.



Σχήμα 1.2: Η Δαμόκλειος Σπάθη

1992: Ο Thomas Caudell και ο David Mizell εισήγαγαν τον όρο Επαυξημένη Πραγματικότητα. Εκείνη την εποχή εργάζονταν για την εταιρεία Boeing και αξιοποίησαν την ΕΠ στις βιομηχανικές κατασκευές.

1994: Ο Paul Milgram παρουσίασε το συνεχές εικονικότητας-πραγματικότητας.

1995-1996: Ο Jun Rekimoto δημιούργησε το πρώτο φορητό σύστημα ΕΠ το NaviCam [14] καθώς και ένα σύστημα barcode με βάση τα ασπρόμαυρα τετράγωνα το CyberCode, που κατά βάση χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα (Σχήμα 1.3).



Σχήμα 1.3: NaviCam [15] & CyberCode [16]

1997: Ο Ronald Azuma δημοσιεύει τη διάσημη έρευνά του με τίτλο “A Survey of Augmented Reality”.

1999: Ο Hirokazu Kato αναπτύσσει τη βιβλιοθήκη ARToolKit που αποτελεί τη βάση για πολλές εφαρμογές ΕΠ και χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα.

2000: Κυκλοφορεί το ARQuake [17], το πρώτο παιχνίδι ΕΠ για εξωτερικό χώρο.

2001: Οι Kooper και MacIntyre δημιουργούν το Real-World Wide Web [18] τον πρώτο φυλλομετρητή ΕΠ.

2009: Το περιοδικό Esquire γίνεται το πρώτο που κυκλοφορεί με εξώφυλλο που περιέχει δείκτη ΕΠ.

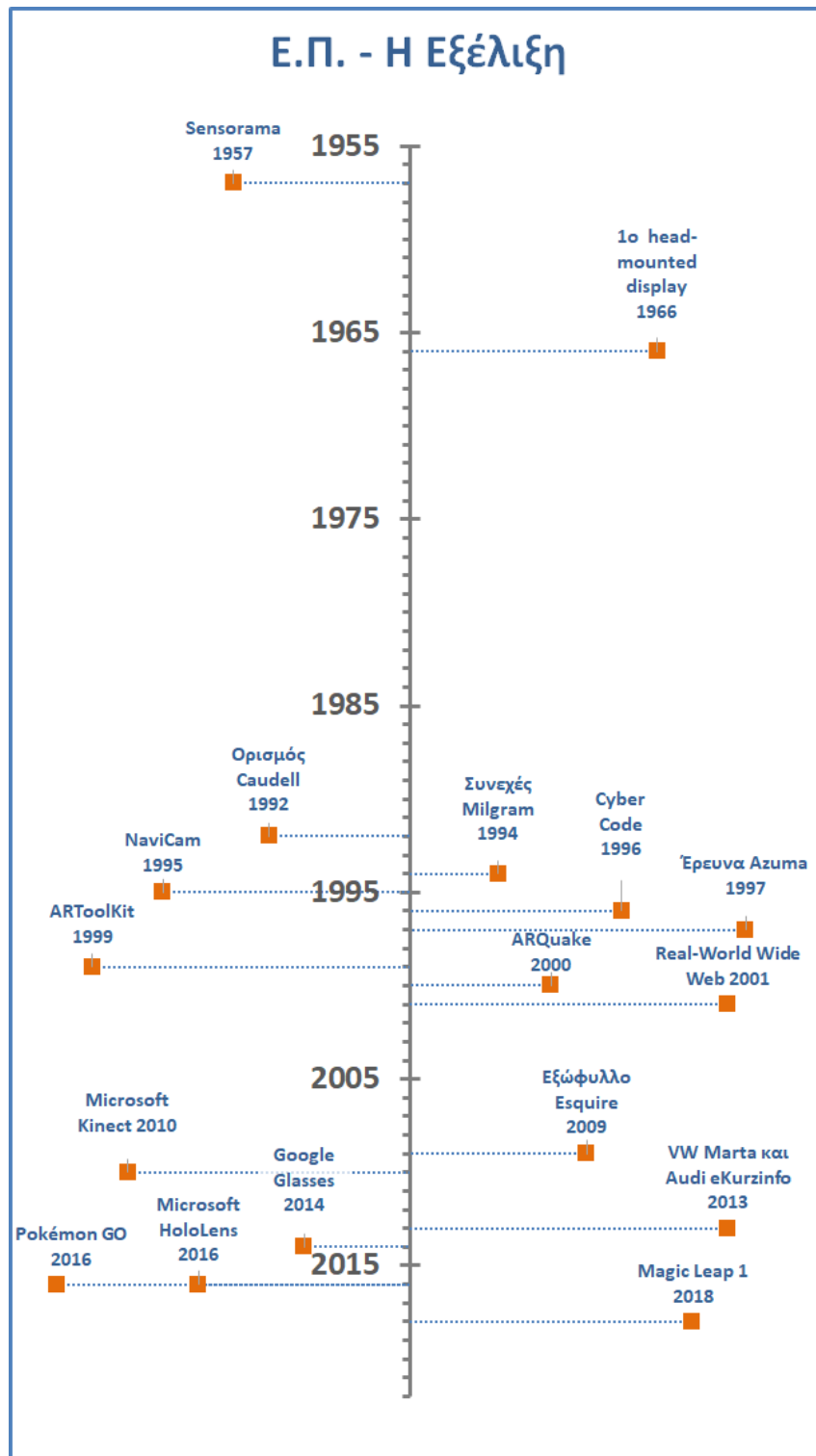
2010: Η Microsoft δημιουργεί τη συσκευή Kinect.

2013: Η Metaio δημιουργεί τα VW Marta και Audi eKurzinfor εισάγοντας την ΕΠ στην καθημερινή πρακτική στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας.

2014: Κυκλοφορούν τα Google Glasses.

2016: Η Microsoft δημιουργεί τα HoloLens και κυκλοφορεί το Pokemon Go, το παιχνίδι που αποτέλεσε την αφορμή για την παρούσα εργασία.

2018: Κυκλοφορεί το Magic Leap 1.

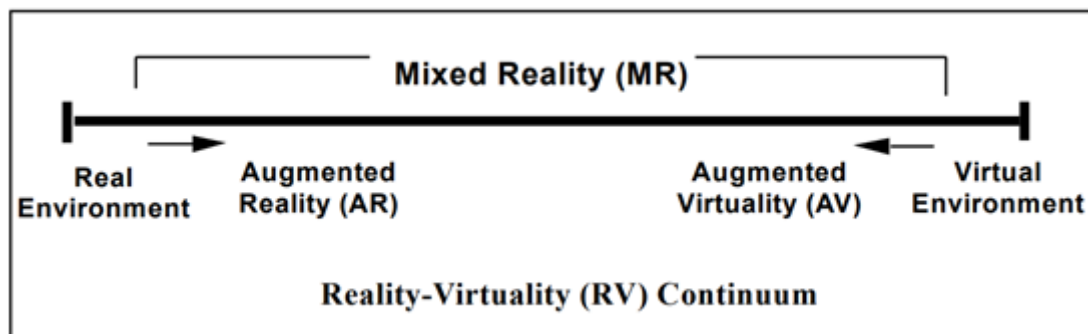


Σχήμα 1.4: Η εξέλιξη της ΕΠ

1.3 Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα

Η εικονική πραγματικότητα είναι ένας συνδυασμός υπολογιστικών συστημάτων υψηλής επίδοσης, διεπαφών ανθρώπου-υπολογιστή, γραφικών, αισθητήρων και δικτύωσης που επιτρέπει στο χρήστη να εμπιστευτεί, να αλληλεπιδράσει και να βιώσει σε πραγματικό χρόνο ένα τρισδιάστατο τεχνητό περιβάλλον που αναπαριστά ρεαλιστικές ή μη καταστάσεις [19].

Από τον παραπάνω ορισμό προκύπτει και η βασικότερη διαφορά των δύο τεχνολογιών. Η Εικονική Πραγματικότητα αποσκοπεί στη δημιουργία ενός εναλλακτικού κόσμου μέσα στον οποίο ο χρήστης αποκόπτεται από το φυσικό περιβάλλον ενώ η Επαυξημένη Πραγματικότητα βασίζεται κατά κύριο λόγο στον πραγματικό κόσμο, τον οποίο εμπλουτίζει και με τον οποίο αλληλεπιδρά. Όπως καταδεικνύεται και από το κλασικό διάγραμμα των Milgram, Takemura, Utsumi και Kishino [20] (Σχήμα 1.5) οι δύο έννοιες διαχωρίζονται σαφώς μεταξύ τους:



Σχήμα 1.5: Το συνεχές του Milgram

Το συνεχές του Milgram εκτείνεται από το πραγματικό περιβάλλον μέχρι το πλήρως εικονικό περιβάλλον. Σύμφωνα με το συνεχές η Επαυξημένη Πραγματικότητα αποτελεί μίξη φυσικών και ψηφιακών αντικειμένων στην οποία κυριαρχούν τα φυσικά αντικείμενα ενώ στην Επαυξημένη Εικονικότητα (Augmented Virtuality) ένα εικονικό περιβάλλον συμπληρώνεται από στοιχεία του πραγματικού κόσμου και περιέχει περισσότερο ψηφιακό περιεχόμενο.

Ενώ η Εικονική Πραγματικότητα βρίσκεται “μακριά” από τον πραγματικό κόσμο επιτρέποντας να επαναπροσδιοριστούν έννοιες όπως ο χώρος, ο χρόνος και οι νόμοι που

τους διέπουν, η Επαυξημένη Πραγματικότητα οφείλει να λαμβάνει υπόψη τον φυσικό κόσμο και τους νόμους του, να αλληλεπιδρά μαζί του και να εντάσσει στον πραγματικό χώρο και σε πραγματικό χρόνο τα πρόσθετα αντικείμενα της.

Από τεχνικής άποψης θα μπορούσε να ειπωθεί ότι οι εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας είναι πιο απαιτητικές όσον αφορά την αναπαράσταση (πχ ανάλυση, εύρος γωνίας θέασης, φωτορεαλισμός) ενώ οι εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας δίνουν μεγάλη έμφαση στην παρακολούθηση των αντικειμένων (tracking), στην ανίχνευση του περιβάλλοντος (sensing) και στη σωστή ευθυγράμμιση πραγματικών και εικονικών αντικειμένων (registration).

1.4 Τύποι Επαυξημένης Πραγματικότητας

Παρόλο που υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς τις κατηγοριοποιήσεις της ΕΠ και τα όρια μεταξύ των τύπων της είναι πολλές φορές δυσδιάκριτα, η πιο ευρέως διαδεδομένη κατηγοριοποίηση κάνει το διαχωρισμό μεταξύ ΕΠ βασισμένη σε φυσικό δείκτη και ΕΠ χωρίς την απαίτηση φυσικού δείκτη.

- **ΕΠ βασισμένη σε φυσικό δείκτη (Marker-based)**

Στη βασισμένη σε φυσικό δείκτη ΕΠ υπάρχει ένα χαρακτηριστικό φυσικό αντικείμενο ή μια εικόνα με το οποίο συνδέεται το ψηφιακό αντικείμενο. Κύρια λειτουργία των σχετικών εφαρμογών είναι η συνεχής σάρωση των εικόνων που συλλαμβάνει η κάμερα της συσκευής για τον εντοπισμό του προκαθορισμένου αυτού δέκτη και η εν συνεχεία προσκόλληση των εικονικών αντικειμένων σε αυτόν. Για να διευκολύνεται η αναγνώριση των δεικτών από τα συστήματα υπολογιστικής όρασης (Computer Vision) οι δείκτες θα πρέπει να περιέχουν στοιχεία με έντονη αντίθεση, αλλαγές φωτεινότητας και ευδιάκριτες γωνίες και ακμές. Για το λόγο αυτό η πιο συνηθισμένη μορφή δείκτη είναι οι κώδικες άμεσης απόκρισης (QR, Quick Response codes), ασπρόμαυρα τετράγωνα που είναι εύκολα στην ανίχνευσή τους ακόμα και από κάμερες χαμηλής ανάλυσης χωρίς να απαιτείται μεγάλη υπολογιστική ισχύς. Τα συστήματα ΕΠ αυτή της κατηγορίας είναι, στη γενική περίπτωση, πιο γρήγορα [21], και δεν απαιτούν πρόσθετους αισθητήρες πέρα από την κάμερα. Μειονέκτημά τους αποτελεί η ανάγκη για εκτύπωση του δείκτη και τοποθέτησή του στην κατάλληλη φυσική θέση και η

μέριμνα ώστε να μην υπάρξει κάλυψη από άλλα αντικείμενα. Φοιτητές του ΠΤΔΕ Ιωαννίνων στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση έχουν υλοποιήσει λύσεις χωρίς QR codes αλλά με δείκτες γενικής μορφής [22] (Σχήμα 1.6).



Σχήμα 1.6: ΕΠ βασισμένη σε φυσικό δείκτη

- **ΕΠ χωρίς φυσικό δείκτη (Markerless)**

Οι εφαρμογές ΕΠ χωρίς φυσικό δείκτη βασίζονται σε μια ποικιλία άλλων μεθόδων που έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε υπολογιστικούς πόρους και περισσότερο εξειδικευμένο υλικό, όπως κάμερες βάθους, επιταχυνσιόμετρα, γυροσκόπια, πυξίδες και GPS, συστήματα laser, ραδιοφάρους και ηχοεντοπιστικά συστήματα sonar. Οι εφαρμογές αυτής της κατηγορίας γίνονται πολύ απαιτητικές σε πόρους ειδικά όταν αναφέρονται σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου.

Η ΕΠ που δεν απαιτεί δείκτη διακρίνεται σε τέσσερις τύπους.

- 1. ΕΠ χωρίς δείκτη βασισμένη στην τοποθεσία (Location-based)**

Η πιο διαδεδομένη μορφή ΕΠ χωρίς δείκτη βασίζεται σε τεχνολογίες γεωεντοπισμού (GPS). Αξιοποιώντας τους δέκτες GPS υπάρχει η δυνατότητα ακριβούς εντοπισμού της θέσης που φτάνει τα λίγα εκατοστά του μέτρου όταν συνδυάζεται και με σήμα κινητής τηλεφωνίας GSM ή μεταγενέστερο. Η ακρίβεια αυτή μπορεί να επιτευχθεί αν η συσκευή λαμβάνει σήμα από τουλάχιστον τέσσερις εκ των συνολικά εικοσιτεσσάρων δορυφόρων που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος 20.000χλμ. Χρησιμοποιείται συνήθως για την παροχή οδηγιών πλοήγησης, την εύρεση κοντινών στη θέση του χρήστη σημείων ενδιαφέροντος, όπως επιχειρήσεις, μουσεία και αξιοθέατα και γενικά σε εφαρμογές για κινητά που εστιάζουν στην τοποθεσία.

Μερικές από τις πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα, όπως οι «οδηγίες» του Google Maps και το SkyView, ανήκουν σ' αυτή την κατηγορία (Σχήμα 1.7).



Σχήμα 1.7: ΕΠ βασισμένη στην τοποθεσία

Μιας και τα συστήματα GPS λειτουργούν μόνο σε εξωτερικούς χώρους έχουν αναπτυχθεί και συστήματα εντοπισμού θέσης για εσωτερικούς χώρους. Στην περίπτωση αυτή το ρόλο των δορυφόρων παίζουν ηλεκτρονικές συσκευές εσωτερικού χώρου. Οι τρεις πιο διαδεδομένες είναι:

- Οι ραδιοφάροι (radio frequency ή RF beacons)
Οι ραδιοφάροι είναι ραδιοπομποί χαμηλής ισχύος που βρίσκονται σε προκαθορισμένη θέση και λειτουργούν σε σταθερή συχνότητα.
- Οι χαμηλής ισχύος πομποί Bluetooth
Παρόμοια λειτουργία με τους ραδιοφάρους έχουν και οι χαμηλής ισχύος πομποί Bluetooth (Bluetooth Low Energy-BLE), συσκευές που εκπέμπουν συνεχώς το αναγνωριστικό τους (Bluetooth ID) σε κοντινές ηλεκτρονικές συσκευές
- Οι συσκευές WiFi
Αν και λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο ο εντοπισμός θέσης βάσει των δρομολογητών WiFi έχει αρκετά μικρότερη ακρίβεια, παρέχει όμως το πλεονέκτημα της αξιοποίησης ήδη υπάρχοντος εξοπλισμού.

2. ΕΠ χωρίς δείκτη βάσει περιγράμματος (Outlining)

Στη δεύτερη αυτή υποκατηγορία ανήκουν εφαρμογές που προβάλλουν όρια και γραμμές που θα ήταν αδύνατο ή πολύ δύσκολο λόγω των συνθηκών να γίνουν αντιληπτά από το ανθρώπινο μάτι. Για παράδειγμα τέτοιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται στις κάμερες οπισθοπορείας των αυτοκινήτων και βοηθούν στην οδήγηση τη νύχτα, στην εξάλειψη των τυφλών σημείων ή/και στη στάθμευση (Σχήμα 1.8)

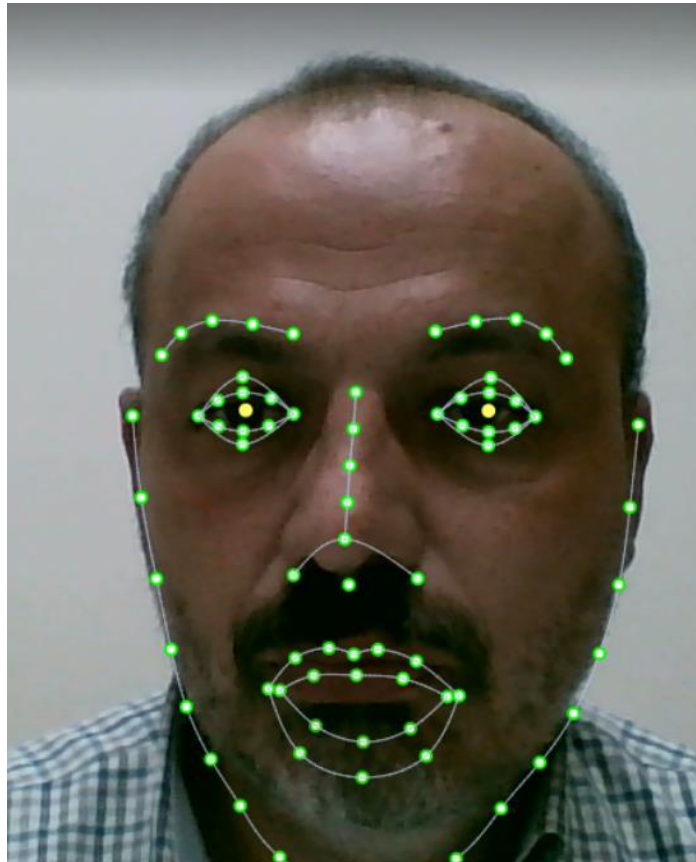


Σχήμα 1.8: ΕΠ βάσει περιγράμματος [23]

3. ΕΠ χωρίς δείκτη βασισμένη στην αναγνώριση αντικειμένων/προσώπου (Object/Face Recognition)

Πρόκειται για εφαρμογές που αναγνωρίζουν και παρακολουθούν αντικείμενα ή ανθρώπινα πρόσωπα. Εντοπίζοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους μπορεί να γίνει σύγκριση με προκαθορισμένα πρότυπα αναφοράς ώστε να γίνει η σχετική ταυτοποίηση. Ειδικά όσον αφορά την αναγνώριση προσώπων υπάρχει πληθώρα αλγορίθμων, βιβλιοθηκών και εργαλείων καθώς άπτεται του τομέα της ασφάλειας στον οποίο έχουν επενδυθεί τεράστια χρηματικά ποσά (Σχήμα 1.9). Τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα χρησιμοποιούν μια προσέγγιση που βασίζεται στη μηχανική μάθηση (machine learning) και περιλαμβάνουν νευρωνικά δίκτυα που είναι εκπαιδευμένα να ανιχνεύουν πρόσωπα κοιτάζοντας μεγάλους αριθμούς εικόνων και λαμβάνοντας

αποφάσεις σχετικά με το εάν ένα μέρος μιας εικόνας είναι επίσης μέρος ενός ανθρώπινου προσώπου. Αυτή είναι σήμερα η πιο αποδοτική μορφή υπολογιστικής όρασης, προσφέροντας μάλιστα λύσεις σε πραγματικό χρόνο.

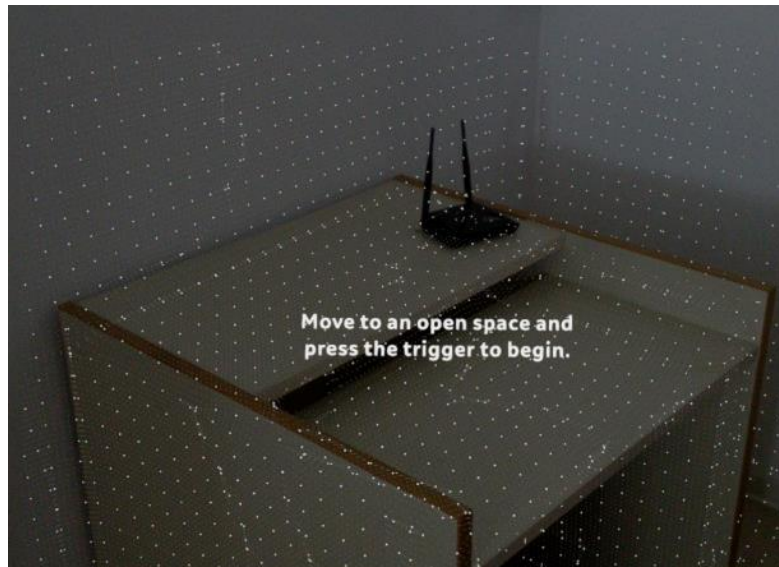


Σχήμα 1.9: ΕΠ αναγνώρισης αντικειμένων/προσώπου [24]

4. ΕΠ χωρίς δείκτη βασισμένη στην αναγνώριση χώρου

Στη γενική περίπτωση απαιτείται η δημιουργία ενός χάρτη του φυσικού χώρου στον οποίο βρίσκεται ο χρήστης και η συνεχής παρακολούθηση της θέσης και του προσανατολισμού του στον χώρο αυτό. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι γνωστή ως SLAM [25] (Simultaneous Localization And Mapping) (Σχήμα 1.10). Λόγω της πολυπλοκότητας του προβλήματος έχουν προταθεί διάφοροι αλγόριθμοι, τα βασικά βήματα κάθε υλοποίησης όμως είναι σε γενικές γραμμές κοινά. Αρχικά καθορίζονται κάποια χαρακτηριστικά

τοπόσημα του χώρου, κατόπιν καθορίζεται η θέση της συσκευής σε σχέση με τα σημεία αυτά και συνεχίζεται η περιήγηση στην υπό εξέταση περιοχή μέχρι να έχει αρκετά τοπόσημα για να δημιουργήσει έναν ολοκληρωμένο χάρτη της περιοχής. Χρησιμοποιώντας αυτή τη μέθοδο, μια συσκευή με δυνατότητα SLAM μπορεί ταυτόχρονα να χαρτογραφήσει μια τοποθεσία και να προσδιορίσει τη θέση και τον προσανατολισμό της μέσα σε αυτήν. Υπάρχουν όμως και πιο απλές περιπτώσεις εφαρμογών στις οποίες αρκεί ο εντοπισμός κάποιας επίπεδης επιφάνειας (Plane Detection [26]), όπως το πάτωμα ενός δωματίου ή η επιφάνεια ενός τραπεζιού πάνω στην οποία τοποθετούνται τα ψηφιακά αντικείμενα.



Σχήμα 1.10: ΕΠ Αναγνώρισης χώρου με τα γυαλιά Magic Leap

1.5 Συσκευές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Παρόλο που στις εφαρμογές ΕΠ χρησιμοποιείται πληθώρα διαφορετικών συσκευών όπως διάφορα είδη αισθητήρων, συσκευές αναπαραγωγής ήχων, γάντια αλληλεπίδρασης και άλλες, η κύρια αίσθηση που αξιοποιείται είναι η όραση. Για αυτό και όλες οι σχετικές συσκευές στοχεύουν κυρίως στην οπτική απεικόνιση και δευτερευόντως στις υπόλοιπες αισθήσεις. Τα τέσσερα κυριότερα είδη συσκευών είναι οι προσαρμοσμένες στο κεφάλι, οι χειρός, οι βασισμένες σε οθόνες υπολογιστών και οι οθόνες χώρου.

1. Συσκευές προσαρμοσμένες στο κεφάλι (head-mounted)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν εξειδικευμένες συσκευές που φοριούνται στο κεφάλι όπως είναι τα κράνη, τα γυαλιά και οι φακοί ΕΠ. Κύριο πλεονέκτημα των συσκευών αυτών είναι πως αφήνουν ελεύθερα τα χέρια του χρήστη (hands-free). Οι συσκευές της κατηγορίας αυτής μπορεί να είναι αυτόνομες ή να συνδέονται με κάποιον υπολογιστή που τους παρέχει την απαραίτητη υπολογιστική ισχύ. Επιπλέον διακρίνονται σε συσκευές video see-through, στις οποίες η εικόνα του φυσικού κόσμου συλλαμβάνεται μέσω καμερών, όπως το HTC Vive [27] και το Oculus Rift [28], και σε συσκευές ημιπερατού τύπου (Optical see-through, Σχήμα 1.11), στις οποίες ο χρήστης έχει άμεση θέαση του φυσικού κόσμου, όπως τα HoloLens και Magic Leap. Με συσκευές κεφαλής ο χρήστης εμβυθίζεται κατά κάποιον τρόπο στον επαυξημένο κόσμο και τα ψηφιακά αντικείμενα μοιάζουν περισσότερο συνδεδεμένα με το φυσικό κόσμο [29].



Σχήμα 1.11: Παράδειγμα συσκευής ημιπερατού τύπου (Optical see-through)

2. Συσκευές χειρός (hand-held)

Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη κατηγορία συσκευών καθώς σ' αυτήν ανήκουν τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα (smartphones), οι προσωπικοί βοηθοί (PDAs) και τα tablets (Σχήμα 1.12). Χάρη στην τεράστια διάδοση των smartphones πολλές απλές και οικονομικές εφαρμογές ΕΠ, που δεν απαιτούν εξειδικευμένο εξοπλισμό, είναι πλέον διαθέσιμες στο ευρύ κοινό. Επιπλέον ο υψηλός βαθμός αποδοχής, η εξοικείωση των χρηστών και η αναμενόμενη

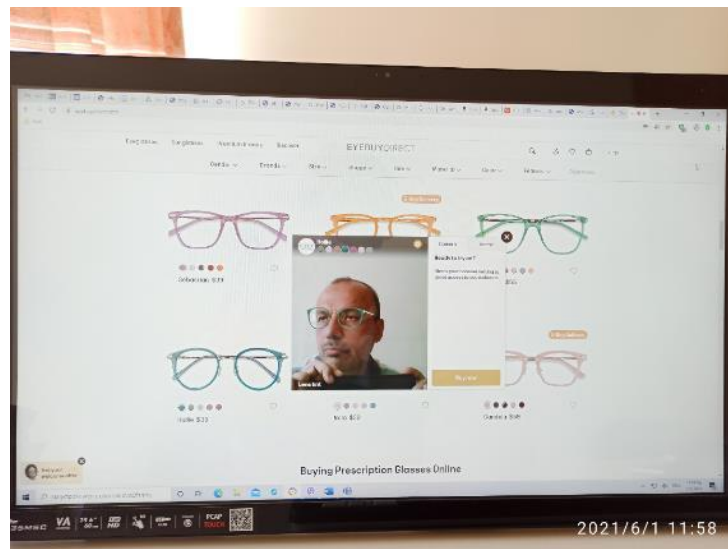
πραιτέρω προσθήκη αισθητήρων και δυνατοτήτων υπολογισμού και δικτύωσης σε οικονομικά προσιτές συσκευές οδηγούν σε ποσοτική και ποιοτική αύξηση των σχετικών εφαρμογών. Μειονέκτημα των συσκευών αυτών είναι ο περιορισμός της ελευθερίας κίνησης του χρήστη καθώς συχνά απαιτούν να κρατάει τη συσκευή και με τα δύο του χέρια για να είναι αποδοτικές. Επίσης έχουν περιορισμένο εύρος θέασης.



Σχήμα 1.12: Παράδειγμα ΕΠ με Συσκευή χειρός

3. Οθόνες υπολογιστών

Οι οθόνες των υπολογιστών χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε εφαρμογές που ακολουθούν τη μεταφορά του καθρέφτη (Mirror metaphor). Στην περίπτωση αυτή ο χρήστης παρακολουθεί στην οθόνη την εικόνα του εμπλουτισμένη με ψηφιακά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο. Οι κυριότερες χρήσεις αφορούν την διασκέδαση, την ιατρική αλλά και το εμπόριο (Σχήμα 1.13).



Σχήμα 1.13: ΕΠ με οθόνη υπολογιστή [30]

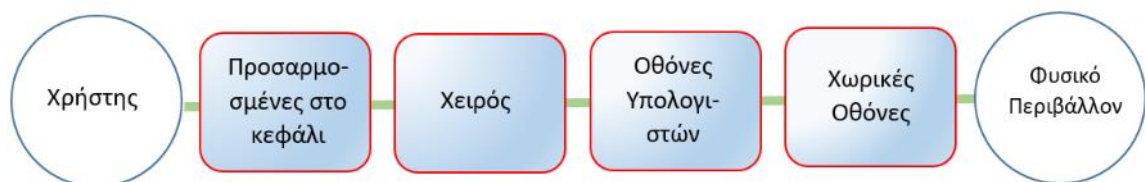
4. Οθόνες χώρου (spatial displays)

Η τελευταία κατηγορία, που συναντάται στη βιβλιογραφία και ως χωρική ΕΠ (Spatial Augmented Reality, SAR), αφορά συστήματα που χρησιμοποιούν βιντεοπροβολείς (projectors) για να προβάλλουν τις επαυξησεις κατευθείαν πάνω στα φυσικά αντικείμενα και οι χρήστες τους δεν χρειάζεται να φοράνε ή να κρατάνε κάποια συσκευή καθώς μπορούν να παρατηρούν “δια γυμνού οφθαλμού” (Σχήμα 1.14). Από τη φύση τους τα συστήματα αυτά απευθύνονται σε ομάδες χρηστών καθώς λειτουργούν ανεξάρτητα από κάποιο συγκεκριμένο άτομο και ευνοούν τη συνεργασία μεταξύ των χρηστών. Στη γενική περίπτωση η προβολή γίνεται πάνω σε σταθερά αντικείμενα χωρίς να λείπουν εφαρμογές στις οποίες οι χρήστες μπορούν να αγγίξουν τα αντικείμενα, να τα μετακινήσουν και να τα περιστρέψουν για να δουν όλες τις διαφορετικές όψεις τους.



Σχήμα 1.14: Παράδειγμα Οθόνης Χώρου [31]

Τα τέσσερα προαναφερθέντα είδη συσκευών χαρακτηρίζονται επίσης από την απόσταση που τα χωρίζει από το χρήστη και τα φυσικά αντικείμενα (Σχήμα 1.15)



Σχήμα 1.15: Συσκευές ΕΠ και απόσταση από τον χρήστη

Μια διεξοδική μελέτη των διαφόρων συσκευών απεικόνισης, που ξεφεύγει όμως από τους σκοπούς της παρούσας εργασίας, πραγματοποιεί ο Peddie [32].

1.6 Εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας

Η ΕΠ βρίσκει εφαρμογές σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων. Οι κυριότερες από αυτές αναφέρονται επιγραμματικά παρακάτω.

1.6.1 Στρατιωτικές εφαρμογές και εφαρμογές ασφάλειας

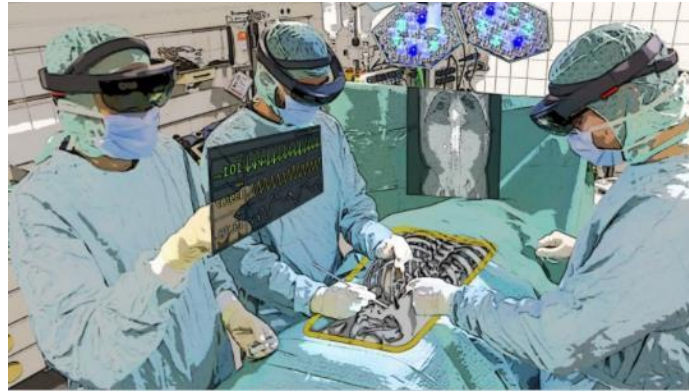
Στον τομέα αυτό έχουν γίνει κατά το παρελθόν και εξακολουθούν να γίνονται και σήμερα τεράστιες επενδύσεις. Η συνεχής και σε πραγματικό χρόνο ενημέρωση για την κατάσταση σε ένα πεδίο μάχης καθώς και η εκπαίδευση των στρατιωτικών σε ρεαλιστικά σενάρια είναι μόνο δύο από τις σχετικές εφαρμογές της ΕΠ (Σχήμα 1.16). Μια από τις πρώτες εφαρμογές, τη δεκαετία του 1980, υπήρξε το Super Cockpit, ο πρόδρομος των σημερινών head-up displays, που βοήθησε τους πιλότους να αντιμετωπίσουν την διαρκώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα στον χειρισμό των μαχητικών αεροσκαφών. Δεν είναι τυχαίο αλλά χαρακτηριστικό της ωριμότητας της τεχνολογίας ΕΠ, ότι την ώρα που γράφονται αυτές οι γραμμές ολοκληρώνεται μια συμφωνία 20 δισεκατομμυρίων δολαρίων των αμερικανικών ενόπλων δυνάμεων με την Microsoft για την προμήθεια δεκάδων χιλιάδων συσκευών βασισμένων στο HoloLens 2 [33].



Σχήμα 1.16: Στρατιωτική εφαρμογή της ΕΠ [34]

1.6.2 Ιατρικές εφαρμογές

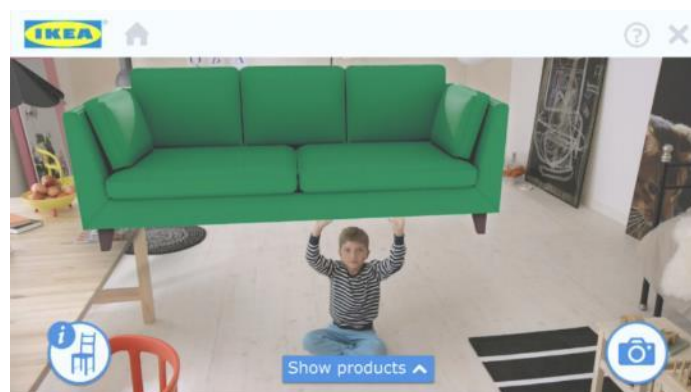
Η ΕΠ αποτελεί αναμφισβήτητα ένα εξαιρετικό εργαλείο για γιατρούς και φοιτητές ιατρικής [35]. Ο συνδυασμός, σε πραγματικό χρόνο, δεδομένων από κάποια απεικονιστική εξέταση, όπως ο υπέρηχος ή η μαγνητική τομογραφία, με τη φυσική εξέταση του ασθενούς οδηγεί σε πιο εμπειριστατωμένες διαγνώσεις. Ειδικά στο χώρο της χειρουργικής η ΕΠ μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση οργάνων, στον εντοπισμό των βλαβών και στην καθοδήγηση για την αντιμετώπισή τους.



Σχήμα 1.17: Ιατρική εφαρμογή της ΕΠ [36]

1.6.3 Εμπορικές εφαρμογές και εφαρμογές διαφήμισης

Χαρακτηριστική εφαρμογή στην κατηγορία αυτή αποτελεί, τα τελευταία χρόνια, ο κατάλογος της εταιρείας ΙΚΕΑ. Χρησιμοποιώντας ως δείκτη τις φωτογραφίες του καταλόγου η αντίστοιχη εφαρμογή για έξυπνες συσκευές προβάλλει στο χώρο του χρήστη τα έπιπλα εταιρείας, δίνοντάς του τη δυνατότητα να τα παρατηρήσει από όλες τις οπτικές γωνίες και σε τρεις διαστάσεις. Επιπλέον μεγάλος αριθμός ηλεκτρονικών καταστημάτων δίνει πλέον τη δυνατότητα στους υποψήφιους πελάτες τους να «δοκιμάσουν» ρούχα, παπούτσια και αξεσουάρ από την άνεση του σπιτιού τους αξιοποιώντας την ΕΠ.



Σχήμα 1.18: Εμπορική εφαρμογή της ΕΠ [37]

1.6.4 Τουριστικές εφαρμογές

Η ΕΠ μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τους ταξιδιώτες με εφαρμογές πλοήγησης, εντοπισμού σημείων ενδιαφέροντος, ενημέρωσης για την κίνηση στους δρόμους, μετάφρασης πινακίδων και οδηγιών κ.α. Ενδεικτικές εφαρμογές είναι η Google Maps (Σχήμα 1.19), η Google Translate και η Word Lens.



Σχήμα 1.19: ΕΠ στην πλοήγηση

1.6.5 Βιομηχανικές και κατασκευαστικές εφαρμογές

Η ΕΠ βρίσκει εφαρμογή στο σχεδιασμό, την επισκευή και τη συντήρηση πολύπλοκων μηχανημάτων και κατασκευών. Οι σχετικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται κυρίως για να οπτικοποιήσουν στον φυσικό χώρο του έργου και στις τρεις διαστάσεις αρχιτεκτονικά και μηχανολογικά σχέδια και για να καθοδηγούν στα βήματα συναρμολόγησης και συντήρησης σύνθετων κατασκευών (Σχήμα 1.20). Όταν ο Caudell εισήγαγε την έννοια της ΕΠ εργαζόταν σε project σχετικό με την τοποθέτηση καλωδίων σε αεροσκάφη της εταιρείας Boeing. Χαρακτηριστικές εφαρμογές αυτής της κατηγορίας αποτελούν οι Sketchwalk, Augment, UtilityAR και Skylight.



Σχήμα 1.20: Βιομηχανική εφαρμογή της ΕΠ [38]

1.6.6 Αρχαιολογικές εφαρμογές

Ορισμένες εφαρμογές ΕΠ χρησιμοποιούνται σε αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικά μνημεία. Στην περίπτωση αυτή οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να δουν στο φυσικό τους χώρο τις ιστορικές φάσεις των διαφόρων κατασκευών αλλά και του φυσικού περιβάλλοντος που τις περιβάλλει. Πολλές τέτοιες εφαρμογές έχουν αναπτυχθεί και από ελληνικές ερευνητικές ομάδες και εταιρείες και αξιοποιούνται σήμερα σε χώρους όπως η Ακρόπολη των Αθηνών και η Ολυμπία (Σχήμα 1.21)



Σχήμα 1.21: ΕΠ σε αρχαιολογικούς χώρους [39, 40]

1.6.7 Ψυχαγωγικές εφαρμογές

Στο χώρο της ψυχαγωγίας η ΕΠ έχει να επιδείξει πληθώρα καινοτόμων εφαρμογών. Από το μακρινό 1996 το FoxTrax [41] επαύξανε τη μπάλα του χόκεϊ (το λεγόμενο χόκεϊ πακ) ώστε

να είναι εύκολα ορατή από τους τηλεθεατές (Σχήμα 1.22). Πλήθος παιχνιδιών με χαρακτηριστικότερα το Pokemon GO και το ARQuake, που προαναφέρθηκαν, έχουν αναπτυχθεί που αξιοποιούν τις δυνατότητες της ΕΠ.



Σχήμα 1.22: Ψυχαγωγική εφαρμογή της ΕΠ με επαύξηση της μπάλας του χόκεϊ [42]

1.7 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαίδευση

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα ερευνών που υποστηρίζουν ότι η ΕΠ συνεισφέρει θετικά στη διδακτική πράξη και τη μαθησιακή διαδικασία. Η συνηθέστερη θεωρητική προσέγγιση στην οποία βασίζονται οι εφαρμογές ΕΠ είναι οι Γνωστικές και Κοινωνιογνωστικές Θεωρίες Μάθησης, οι θεωρίες που πρεσβεύουν την οικοδόμηση της γνώσης με ποικιλία διδακτικών μοντέλων.

Για τη διερεύνηση των μοναδικών χαρακτηριστικών – παροχών (affordances) της ΕΠ και για το πώς αυτές αξιοποιούνται στην εκπαίδευση έχουν δημοσιευθεί σχετικές μελέτες.

Το 2013 ο Wu και οι συνεργάτες του [43] απαρίθμησαν πέντε χαρακτηριστικά της ΕΠ για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Σύμφωνα με τη μελέτη τους η ΕΠ μπορεί να:

1. βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία χρησιμοποιώντας τρισδιάστατα αντικείμενα τα οποία οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν από διαφορετικές οπτικές γωνίες και να αλληλεπιδράσουν μαζί τους
2. ενισχύσει την πανταχού παρούσα (ubiquitous), τη συνεργατική και την πλασιοθετημένη μάθηση με τη χρήση κινητών συσκευών, ασύρματων δικτύων και συστημάτων ΕΠ βασισμένων στην τοποθεσία

3. αυξήσει την αίσθηση παρουσίας, όταν δίνει στους μαθητές την αίσθηση ότι βρίσκονται στο ίδιο μέρος με άλλους ή/και με τα ψηφιακά αντικείμενα, την αμεσότητα, όταν παρέχει τη δυνατότητα για πραγματικού χρόνου αλληλεπίδραση και την εμπύθιση
4. βοηθήσει στην οπτικοποίηση αόρατων εννοιών ή γεγονότων
5. γεφυρώσει το κενό ανάμεσα στην τυπική και την άτυπη μάθηση όταν αξιοποιεί συνδυαστικά μαθησιακές εμπειρίες του εικονικού και του συμβατικού κόσμου.

Όπως καταγράφονται από τον Radu [44] τα βασικά πλεονεκτήματα που προσφέρει η ΕΠ σε σχέση με άλλα μέσα, όπως είναι τα βιβλία, τα βίντεο ή οι εφαρμογές για προσωπικούς υπολογιστές, θα μπορούσαν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Αυξημένη κατανόηση περιεχομένου.

Μεγάλος αριθμός ερευνών έχει καταδείξει ότι η ΕΠ είναι πιο αποτελεσματική στη διδασκαλία διαφόρων θεμάτων όπως ενδεικτικά η αστρονομία, η γεωλογία, η μηχανολογία, η ανατομία και η κατανόηση του γραπτού λόγου.

2. Ενίσχυση της μακροπρόθεσμης μνήμης.

Οι σχετικές μελέτες έδειξαν πως μετά την πάροδο μιας εβδομάδας οι μαθητές ήταν πιο πιθανό να ανακαλέσουν στη μνήμη τους το περιεχόμενο που είχαν διδαχτεί με χρήση της ΕΠ παρά με άλλα μέσα.

3. Βελτιωμένη απόδοση σε χειρωνακτικές (physical) δραστηριότητες.

Όσον αφορά δραστηριότητες όπως η δημιουργία παζλ ή η επισκευή ή συναρμολόγηση μηχανημάτων μελέτες έδειξαν ότι οι εκπαιδευόμενοι με τεχνολογίες ΕΠ πέτυχαν μικρότερους χρόνους εκτέλεσης των δραστηριοτήτων και λιγότερα λάθη.

4. Βελτιωμένη συνεργατικότητα.

Η ΕΠ μπορεί να ενισχύσει τη συνεργατικότητα των μαθητών σύμφωνα με μελέτες που έχουν γίνει αναφορικά με εφαρμογές πλοήγησης (navigation) σε

εξωτερικούς χώρους ενώ θετική είναι η συμβολή της όταν χρησιμοποιείται από κοινού η οθόνη προβολής του επαυξημένου περιεχομένου (shared display).

Τα παραπάνω πλεονεκτήματα επιβεβαιώνονται και από τη μεταγενέστερη (2017) βιβλιογραφική μελέτη των Τζόρτζογλου και Σοφού [45]. Σύμφωνα με την επισκόπηση οι τομείς της εκπαιδευτικής διαδικασίας στους οποίους έχει θετική επίδραση η ΕΠ είναι σε φθίνουσα σειρά:

1. Μαθησιακά οφέλη
2. Κινητοποίηση
3. Συνεργασία
4. Προσοχή μαθητών στο μάθημα
5. Δημιουργία θετικής προδιάθεσης για το μάθημα
6. Ενθουσιασμός
7. Ανυπομονησία
8. Ευκολία στη συγκράτηση γνώσεων
9. Χωρική αντίληψη
10. Παρατηρητικότητα

Όπως καταγράφεται από τους Yen, Tsai και Wu [46] η χρήση της ΕΠ στην εκπαίδευση ενδείκνυται και για τους παρακάτω λόγους:

- οι έννοιες ορισμένων μαθημάτων μπορεί να είναι υπερβολικά αφηρημένες
- ορισμένα μαθήματα απαιτούν επικίνδυνα ή πολύ δύσκολο να πραγματοποιηθούν πειράματα
- ένα συγκεκριμένο μάθημα μπορεί να απαιτεί μεγάλα χρονικά διαστήματα παρατήρησης
- υπάρχουν έννοιες, αντικείμενα και περιβάλλοντα τα οποία είναι πολύ απομακρυσμένα, μη προσβάσιμα ή προσβάσιμα έναντι μεγάλου κόστους.

Ειδικά όσον αφορά την Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση αναφέρονται σημαντικά πλεονεκτήματα από την χρήση της ΕΠ:

- Βελτίωση των δεξιοτήτων αυτόνομης διαβίωσης [47]

- Αύξηση της άνεσης και της αυτοπεποίθησης [48]
- Υποστήριξη της μάθησης [49, 50]
- Βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων και των δεξιοτήτων πλοήγησης [51, 52]
- Βελτίωση των κοινωνικών δεξιοτήτων [53].

Παρόλα τα σημαντικά πλεονεκτήματα της ΕΠ στην ΕΑΕ, στη βιβλιογραφία συναντώνται και αναφορές για τα αρνητικά σημεία της ΕΠ στην εκπαίδευση. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη των σχετικών εφαρμογών απαιτεί εξειδικευμένη τεχνογνωσία, ενώ η χρήση της μπορεί να είναι χρονοβόρα και δαπανηρή. Επίσης, ενδέχεται να μην είναι δυνατή η χρήση ΕΠ όταν δεν υπάρχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο [54]. Επιπλέον, στο σχεδιασμό των σχετικών εφαρμογών θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και θέματα ευχρηστίας [55] καθώς και η αποφυγή της γνωστικής υπερφόρτωσης [56].

Κεφάλαιο 2^ο: Μελέτη σχεδιαστικών πρακτικών

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας μελετήθηκαν οι δυνατότητες που παρέχονται από την ΕΠ σε δύο πεδία της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (ΕΑΕ). Συγκεκριμένα η εργασία αναφέρεται στην:

1. αξιοποίηση της ΕΠ στη διδασκαλία της Φυσικής σε παιδιά με ήπια Νοητική Αναπηρία (ΝΑ) και
2. στη διερεύνηση των δυνατοτήτων της ΕΠ για την αύξηση της ενσυναίσθησης ατόμων - φροντιστών παιδιών με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) (γονείς, επαγγελματίες υγείας και εκπαιδευτικοί).

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχει πληθώρα εφαρμογών ΕΠ που χρησιμοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία, και λίγες που αφορούν στην ΕΑΕ. Απουσιάζουν όμως μελέτες αναφορικά με τις σχεδιαστικές αρχές που πρέπει να διέπουν τις εφαρμογές ΕΠ στην εκπαίδευση και ιδιαίτερα στην ΕΑΕ. Για το λόγο αυτό υλοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση σε δύο άξονες:

1. στη μελέτη των ψηφιακών εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί για παρεμβάσεις για άτομα με ΝΑ και
2. στη μελέτη των ψηφιακών εφαρμογών που χρησιμοποιούνται για την αύξηση της ενσυναίσθησης απέναντι σε άτομα με ΔΑΦ.

2.1 Νοητική Αναπηρία (ΝΑ)

Σύμφωνα με την τελευταία έκδοση του Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) [57] της Αμερικανικής Ψυχιατρικής Ένωσης (American Psychiatric Association - APA) ο όρος Νοητική Αναπηρία (ΝΑ, Intellectual Disability - ID) έχει αντικαταστήσει τον όρο Νοητική Υστέρηση (Mental Retardation).

Η νοητική αναπηρία ορίζεται στο εγχειρίδιο ως «μια διαταραχή που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της αναπτυξιακής περιόδου που περιλαμβάνει περιορισμούς στη νοητική και προσαρμοστική λειτουργικότητα, σε αντιληπτικούς, κοινωνικούς και πρακτικούς τομείς». Η

NA συνεπάγεται διαταραχές γενικών νοητικών ικανοτήτων που επηρεάζουν την προσαρμοστική λειτουργία σε καθημερινές εργασίες σε τρεις τομείς [57]:

- στον αντιληπτικό-γνωστικό (conceptual) τομέα, ο οποίος περιλαμβάνει δεξιότητες στη γλώσσα, την ανάγνωση, τη γραφή, τα μαθηματικά, τη συλλογιστική σκέψη, τη γνώση και τη μνήμη.
- στον κοινωνικό (social) τομέα, ο οποίος αναφέρεται στην ενσυναίσθηση, την κοινωνική κρίση, τις δεξιότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας, την ικανότητα του ατόμου να δημιουργεί και να διατηρεί φιλίες και παρόμοιες ικανότητες.
- στον πρακτικό (practical) τομέα, ο οποίος επικεντρώνεται στην αυτοδιαχείριση, σε περιοχές όπως η προσωπική φροντίδα, η επαγγελματική υπευθυνότητα, η διαχείριση χρημάτων, η αναψυχή και η οργάνωση σχολικών και εργασιακών καθηκόντων.

Τα διάφορα επίπεδα της NA καθορίζονται με βάση την προσαρμοστική λειτουργία των ατόμων και όχι τις βαθμολογίες στα τεστ νοημοσύνης (IQ), επειδή η προσαρμοστική λειτουργία είναι εκείνη που καθορίζει και το επίπεδο των απαιτούμενων παρεμβάσεων/υποστηρίξεων. Επιπλέον, οι μετρήσεις IQ θεωρούνται λιγότερο έγκυρες στα χαμηλότερα επίπεδα της σχετικής κλίμακας [57].

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την πιο συχνή μορφή NA, την ήπια. Η NA απαντάται στο 2-3% του γενικού πληθυσμού και η ήπια μορφή της αποτελεί το 75-90% των ατόμων αυτών [58]. Η νοητική ηλικία των ατόμων με ήπια NA είναι αντίστοιχη με τα 9 έως 12 έτη [59,60]. Ειδικά στον εννοιολογικό/αντιληπτικό (conceptual) τομέα τα άτομα αυτά παρουσιάζουν δυσκολίες στη σχολική τους πορεία αναφορικά με την ανάγνωση, τη γραφή, τις αριθμητικές πράξεις, τις έννοιες του χώρου, του χρόνου και του χρήματος (DSM-5). Στους τομείς αυτούς απαιτείται επιπλέον υποστήριξη για να φτάσουν τα άτομα τα αναμενόμενα για την χρονολογική ηλικία τους επίπεδα.

2.2 Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)

Σύμφωνα με το DSM-5, η Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος αποτελεί μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στην κοινωνική

επικοινωνία και την κοινωνική αμοιβαιότητα, καθώς και στερεοτυπικές, επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές, ενδιαφέροντα και δραστηριότητες [57]. Τα διαγνωστικά κριτήρια εστιάζουν στα συνεχή ελλείμματα αμοιβαίας κοινωνικής επικοινωνίας και κοινωνικής αλληλεπίδρασης σε πολλαπλά πλαίσια όπως εκδηλώνονται επί του παρόντος ή και από το ιστορικό του ατόμου:

- ελλείμματα στην κοινωνική επικοινωνία και κοινωνική αλληλεπίδραση αφορούν ελλείμματα στη κοινωνική συγκινησιακή αμοιβαιότητα, ποιοτικές βλάβες στη δημιουργία ή την ανταπόκριση κοινωνικών σχέσεων, στην προσέγγιση και διατήρηση μιας κανονικής συζήτησης με τους άλλους, τη μειωμένη συμμετοχή σε συναλλαγή συναισθημάτων και ενδιαφερόντων.
- ελλείμματα σε μη λεκτικές επικοινωνιακές συμπεριφορές κατά την κοινωνική αλληλεπίδραση, συγκεκριμένα στη λεκτική και μη επικοινωνία, παρουσιάζονται εκπτώσεις στη βλεμματική επαφή και γλώσσα του σώματος ή ελλείμματα στην κατανόηση και χρήση χειρονομιών, έως και παντελή έλλειψη εκφράσεων προσώπου και μη λεκτικής επικοινωνίας.
- ελλείμματα στην ανάπτυξη, διατήρηση και κατανόηση σχέσεων, δυσκολίες προσαρμογής της συμπεριφοράς, ώστε να ταιριάζουν σε κάποιο κοινωνικό πλαίσιο, σε δυσκολίες συμμετοχής σε παιχνίδι φαντασίας, στη δημιουργία φίλων και τη γενικότερη απουσία ενδιαφέροντος για τους συνομηλίκους τους [57].

Η ΔΑΦ αφορά περίπου ένα στα 54 παιδιά και είναι τέσσερις φορές συχνότερη στα αγόρια από ότι στα κορίτσια [61]. Χωρίς να υπάρχει τεκμηριωμένη αιτία φαίνεται να συναρτάται σε μεγάλο βαθμό από γενετικούς παράγοντες [62]. Τα άτομα με ΔΑΦ εκτός των άλλων αντιμετωπίζουν συχνά και

- δυσκολίες στην αισθητηριακή επεξεργασία
- βιώνουν υπέρ ή υπό-διέγερση από αισθητηριακά εισερχόμενες πληροφορίες
- δείχνουν ασυνήθιστο ενδιαφέρον σε αισθητηριακές διαστάσεις του περιβάλλοντος.

2.3 Ενσυναίσθηση

Ως ενσυναίσθηση ορίζεται η συναισθηματική ταύτιση με την ψυχική κατάσταση του άλλου. Μέσα από αυτή μπορεί να κατανοηθεί καλύτερα η συμπεριφορά αλλά και τα κίνητρα των άλλων ανθρώπων [63]. Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντάται με τον όρο empathy, που δεν θα πρέπει να συγχέεται με την εμπάθεια η οποία δηλώνει την προκατειλημμένη και αρνητική στάση απέναντι στον άλλο. Η ενσυναίσθηση από τους επαγγελματίες υγείας έχει αναγνωριστεί πως είναι απαραίτητη στην παροχή φροντίδας με επίκεντρο τον ασθενή (patient-centered) και περιγράφεται ως η ικανότητα κατανόησης της κατάστασης, των προοπτικών και των συναισθημάτων του ασθενούς [64]. Υπάρχει σημαντικός αριθμός μελετών που ασχολούνται με την ενσυναίσθηση των ατόμων με ΔΑΦ, η παρούσα εργασία όμως θα ασχοληθεί με την αύξηση της ενσυναίσθησης των ατόμων του περιβάλλοντος των παιδιών με ΔΑΦ και με το πως αυτή μπορεί να βοηθήσει στην καθημερινή επαφή μαζί τους. Ουσιαστικά επιχειρείται να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της ΕΠ στο πρόβλημα που όρισε ο Damian Milton ως πρόβλημα της διπλής ενσυναίσθησης [65]. Όπως το θέτει ο ίδιος «είναι αλήθεια ότι τα αυτιστικά άτομα συχνά στερούνται επίγνωσης σχετικά με τις αντιλήψεις και την κουλτούρα όσων είναι εκτός του φάσματος του αυτισμού, ωστόσο συμβαίνει εξίσου ότι τα άτομα που είναι εκτός του φάσματος του αυτισμού να μην έχουν επίγνωση για το μυαλό και την κουλτούρα των “αυτιστικών ατόμων”».

2.4 Ψηφιακή Τεχνολογία σε παρεμβάσεις για άτομα με ΝΑ

Για τη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας σε παρεμβάσεις ατόμων με ΝΑ έγινε βιβλιογραφική επισκόπηση μέσω των πιο διαδεδομένων ψηφιακών βάσεων δεδομένων (ScienceDirect/Elsevier, Google Scholar, SpringerLink, Wiley Interscience και IEEE). Στην επισκόπηση αναζητήθηκαν οι όροι (ICT V Digital V Technology V Computer V mobile) Λ (teaching V learning V intervention) Λ (mentally retarded V mental retardation V intellectual disability V mental disorder V cognitive impairments) ενώ χρησιμοποιήθηκαν και βιβλιογραφικές αναφορές από τα άρθρα που εντοπίστηκαν. Τα ευρήματα της βιβλιογραφικής επισκόπησης καταγράφονται συνοπτικά παρακάτω.

Οι Zheng και Motti [66] (2018) διερεύνησαν το πώς μπορούν να αξιοποιηθούν τα “έξυπνα” ρολόγια για να βοηθήσουν τα παιδιά με ΝΑ. Η εφαρμογή που ανέπτυξαν απευθύνεται στη μετα-δευτεροβάθμια εκπαίδευση και σκοπό έχει να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς χρησιμοποιώντας κατάλληλες ειδοποιήσεις προς τους μαθητές με ΝΑ κατά τη διάρκεια του μαθήματος χωρίς να παρακωλύεται η εκπαιδευτική διαδικασία και χωρίς να γίνεται αντιληπτή η παρέμβαση από την υπόλοιπη τάξη. Ο σχεδιασμός της εφαρμογής έγινε σε τρεις φάσεις:

1. Όσον αφορά την καταγραφή των απαιτήσεων διερευνήθηκαν οι δραστηριότητες που εκτελούνται από τους βοηθούς κατά την υποστήριξη στους μαθητές, το πλαίσιο στο οποίο οι δραστηριότητες αυτές λαμβάνουν χώρα και οι δυνατότητες των φορετών (wearable) συσκευών για τη διευκόλυνση τέτοιων δραστηριοτήτων. Οι κύριες απαιτήσεις που προέκυψαν αφορούν τη διατήρηση της προσοχής και της ηρεμίας των μαθητών, τη διευκόλυνση της επικοινωνίας και συνεργασίας στην τάξη, τη ρύθμιση της έντασης της ομιλίας, τον περιορισμό των ακατάλληλων για την τάξη συμπεριφορών και την παροχή βοήθειας ώστε να αντιλαμβάνονται ποια είναι η κατάλληλη στιγμή για να παίρνουν τον λόγο αλλά και για να σιωπούν.
2. Αναφορικά με το σχεδιασμό της πιλοτικής μελέτης δημιουργήθηκε μια εφαρμογή για το κινητό τηλέφωνο του βοηθού-εκπαιδευτικού που μέσω bluetooth ειδοποιούσε, από απόσταση, τον μαθητή, αρχικά με μια δόνηση και στη συνέχεια με την προβολή στο έξυπνο κινητό κατάλληλου μηνύματος. Για την αξιολόγηση της δημιουργήθηκαν

τέσσερις ομάδες εστίασης (focus groups) από τις οποίες προέκυψε η ανάγκη για επανασχεδιασμό ώστε να προστεθούν νέα χαρακτηριστικά όπως μια λίστας ελέγχου (checklist) για την προετοιμασία των μαθητών, μιας αυτοαξιολόγησης της διάθεσής τους και ειδοποιήσεων για επικείμενα διαλείμματα.

3. Κατά τη διάρκεια της κύριας μελέτης διερευνήθηκε η καταλληλότητα της χρησιμοποιούμενης ορολογίας και τονίστηκε η αναγκαιότητα να προστεθεί το στοιχείο της θετικής ενίσχυσης. Αναφορικά με την ευχρηστία του συστήματος διενεργήθηκαν δύο συνεδρίες μελέτης ευχρηστίας που έδειξαν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά αποδοχής.

Παρέχοντας βοήθεια στους μαθητές και διευκολύνοντας το έργο των βοηθών τους, η εφαρμογή επιτρέπει στους μαθητές να εξαρτώνται λιγότερο από τους βοηθούς στην τάξη και να αυξάνουν την αυτοπεποίθησή τους. Τα αποτελέσματα δείχνουν επίσης ότι ο σχεδιασμός εφαρμογών για μαθητές με ΝΑ απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη για την κάλυψη των εξατομικευμένων αναγκών τους, αλλά και ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν θετικά τη χρήση των τεχνολογιών αυτών παρά τους υπαρκτούς περιορισμούς.

Ο Yasir [67] διερεύνησε επίσης τις δυνατότητες των έξυπνων τηλεφώνων στην πρώιμη παρέμβαση (early intervention) παιδιών με ΝΑ δίνοντας έμφαση στις τοπικές κουλτούρες. Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε για συσκευές Android προσπαθεί να αξιοποιήσει τις κοινωνικές ιστορίες (Social Stories), μία μέθοδο διδασκαλίας κοινωνικών δεξιοτήτων μέσω εξατομικευμένων κειμένων [68], σε συνδυασμό με τα γνωστικά παιχνίδια (cognitive games). Όσον αφορά τις σχεδιαστικές αρχές που ακολουθήθηκαν, μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Ελαχιστοποίηση του γραπτού κειμένου
- Χρήση εικόνων για τα αντικείμενα ελέγχου και τα μενού
- Ελαχιστοποίηση των χρησιμοποιούμενων χρωμάτων
- Επαρκή χρωματική αντίθεση ανάμεσα στα αντικείμενα και το φόντο
- Χρήση μόνο απαλής μουσικής.

Οι Wyeth, Summerville και Adkins [69] (2014) μελέτησαν τις δυνατότητες των απτικών (tangible) μέσων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποίησαν ένα στρώμα με αισθητήρες πάνω στο οποίο προβάλλονταν εικόνες και μέσω του οποίου οι συμμετέχοντες αλληλεπιδρούσαν με το υπολογιστικό σύστημα. Σκοπός της μελέτης ήταν η αξιολόγηση της αύξησης της συμμετοχής όσον αφορά:

1. τη φυσική δραστηριότητα, κατά πόσο δηλαδή το σύστημα διευκολύνει την αλληλεπίδραση με ολόκληρο το σώμα σε πραγματικές καταστάσεις και
2. την κοινωνική δραστηριότητα δηλαδή τον βαθμό στον οποίο διευκολύνει την ομαδική συμπεριφορά και την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Σύμφωνα με τους συγγραφείς τα συμπεράσματα που προέκυψαν όσον αφορά τη σχεδίαση σχετικών εφαρμογών ήταν:

- να υπάρχει άμεση σύνδεση των κινήσεων των συμμετεχόντων με την έξοδο του συστήματος ώστε να δίνεται η αίσθηση του ελέγχου
- να χρησιμοποιούνται αναπαραστάσεις με τις οποίες οι συμμετέχοντες είναι ήδη εξοικειωμένοι
- τα χρώματα και οι κινήσεις που προβάλλονται να δημιουργούν ένα ζωνρό και ευχάριστο περιβάλλον, ελκυστικό για τους συμμετέχοντες.

Οι Wright, Knight και Barton [70] (2020) στην βιβλιογραφική τους επισκόπηση ασχολήθηκαν με τη μοντελοποίηση μέσω video (Video-based modeling) σε παιδιά με ΔΑΦ και ΝΑ. Οι παρεμβάσεις αυτού του είδους στοχεύουν στην επίδειξη μέσω βίντεο μιας δραστηριότητας ή εργασίας πριν ζητηθεί από τους εκπαιδευόμενους να μιμηθούν όσα είδαν και να την επαναλάβουν. Το κύριο ερευνητικό ερώτημα της επισκόπησης αφορούσε την αποτελεσματικότητα της μοντελοποίησης με χρήση video στη διδασκαλία STEM. Η έρευνα κατέδειξε θετικά αποτελέσματα μόνο ως προς την διδασκαλία συγκεκριμένων μαθηματικών δεξιοτήτων, καθώς και την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες και την τεχνολογία.

Στο πανεπιστήμιο του Queensland οι Sitbon, Brown και Fell [71] (2019) μελέτησαν τη δημιουργία βίντεο 360° για την υποστήριξη ατόμων με ΝΑ. Για την έρευνα χρησιμοποιήθηκε

ως κάσκα εικονικής πραγματικότητας ένα κινητό τηλέφωνο (Samsung S6), που παρείχε την οθόνη και την επεξεργαστική ισχύ, προσαρμοσμένο σε ένα σύστημα κεφαλής (headset) (Samsung Gear VR) που λειτουργούσε ως ελεγκτής και περιείχε και την αδρανειακή μονάδα μέτρησης (Inertial Measurement Unit - IMU). Τα βίντεο που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν απλές καθημερινές δραστηριότητες. Από την εργασία αυτή προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα αναφορικά με το σχεδιαστικό μέρος:

- Τα βίντεο που αφορούν δραστηριότητες όπως ο χειρισμός μηχανημάτων και γενικότερα τα κοντινά πλάνα θα πρέπει να έχουν την οπτική του διπλανού ατόμου (Next-to-first person). Για δραστηριότητες σε ανοιχτούς χώρους θα πρέπει να προτιμάται κάποιο σταθερό σημείο λήψης.
- Η γρήγορη περιστροφή της κάμερας θα πρέπει να αποφεύγεται και να προτιμάται αργός και σταθερός ρυθμός.
- Προτείνεται να αποφεύγονται αφηρημένα σύμβολα που υποδηλώνουν ενέργεια. Αντίθετα, ενθαρρύνεται η παρουσία βοηθού μέσα στο βίντεο για τον χειρισμό των διαδραστικών στοιχείων.
- Πιθανές οδηγίες θα πρέπει να δίνονται μέσα από το βίντεο και όχι από το φυσικό περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμη η δυνατότητα κατοπτρισμού (mirroring) που επιτρέπει στους ερευνητές να βλέπουν ό,τι και οι συμμετέχοντες.
- Πριν από την κύρια παρέμβαση συνίσταται η επίδειξη εικόνων από ένα οικείο περιβάλλον καθώς και η σταδιακή εξοικείωση μέσω στοχευμένων οδηγιών.
- Ακόμα και οι ίδιες οι παρεμβάσεις είναι καλύτερα να κινηματογραφούνται με κάμερα 360° ώστε να καταγράφονται όλοι οι συμμετέχοντες συμπεριλαμβανομένων των βοηθών/παρατηρητών.

Οι Sigafoos, O'Reilly, Lancioni και Sutherland [72] (2014) μελέτησαν την Επαυξητική και Εναλλακτική Επικοινωνία (Augmentative and alternative communication - AAC) για άτομα με ΔΑΦ ή/και ΝΑ. Η AAC αναφέρεται σε ένα πεδίο έρευνας εκτεινόμενου σε πολλούς κλάδους όπως η υποστηρικτική τεχνολογία, η ψυχολογία, η αποκατάσταση και η ΕΑΕ. Η εργασία επικεντρώθηκε στη χρήση συσκευών γενικού σκοπού (iPad και iPod Touch) σε

συνδυασμό με λογισμικό παραγωγής προφορικού λόγου (Proloquo2Go) για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας ατόμων με σοβαρά προβλήματα λόγου και ομιλίας.. Η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει στους χρήστες να επιλέγουν εικονίδια μέσω οθόνης αφής και να παράγουν αντίστοιχες προτάσεις προφορικού λόγου. Οι συγγραφείς αναφέρουν ως τα κυριότερα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης την ύπαρξη ενός μεγάλου συνόλου εικονιδίων, την υψηλής ποιότητας παραγόμενη φωνή, τη φορητότητα λόγω του μικρού μεγέθους και βάρους και το χαμηλό κόστος. Από τα αποτελέσματα πάντως δεν προκύπτει σημαντική διαφορά στην ευχρηστία της τεχνολογικής αυτής προσέγγισης σε σχέση με πιο παραδοσιακές παρεμβάσεις όπως η ανταλλαγή εικόνων ή η χρήση νοημάτων. Αντίθετα προκρίνεται η διδασκαλία και των τριών παραπάνω επιλογών, η ατομική αξιολόγηση για την προτιμώμενη μέθοδο και η περαιτέρω συνέχιση της παρέμβασης με την επιλεγμένη μέθοδο.

Οι Sheriff και Boon [73] (2014) μελέτησαν τη χρήση εργαλείου (Kidspiration 3) γραφικού οργανωτή (graphic organizer) στην επίλυση λεκτικών προβλημάτων (word problems) από παιδιά ήπιας ΝΑ. Η ερευνητική διαδικασία περιελάβανε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση, οι μαθητές καλούνταν να λύσουν εννιά προβλήματα με παραδοσιακά μέσα (χαρτί και μολύβι). Στη δεύτερη, έγινε επίδειξη της λειτουργίας του λογισμικού και κλήθηκαν να επιλύσουν τρία νέα προβλήματα ελέγχοντας παράλληλα την απάντησή τους με υπολογιστή τσέπης μέχρι να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Στην τελευταία τους δόθηκαν εκ νέου λεκτικά προβλήματα προς επίλυση με χρήση του λογισμικού. Και οι τρεις μαθητές που συμμετείχαν στις τρεις φάσεις αύξησαν τις επιδόσεις τους σχεδόν κατά 50%. Συνολικά τα ευρήματα δείχνουν ότι η προσέγγιση αυτή μπορεί να είναι μια αποτελεσματική στρατηγική που βοηθάει τους μαθητές να εντοπίσουν και να οργανώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες, να κατανοήσουν το ζητούμενο και να προσδιορίσουν τις απαραίτητες για την επίλυση προβλημάτων ενέργειες.

Στο πανεπιστήμιο του Κατάρ η ομάδα των Saad, Dandashi, Aljaam και Saleh [74] (2015) πρότεινε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί τεχνολογία πολυμέσων για να διδάξει τα παιδιά με ΝΑ συνήθειες καθημερινές δεξιότητες αλλά και βασικές αρχές των φυσικών επιστημών. Οι συγγραφείς δημιούργησαν και συνέκριναν τις δυνατότητες δύο διαφορετικών τεχνικών δημιουργίας πολυμεσικού περιεχομένου για παιδιά με ΝΑ. Στην πρώτη, τη στατική, το περιεχόμενο δημιουργείται συνδυάζοντας κείμενο, εικόνες και μικρά αποσπάσματα

βίντεο πριν την παρέμβαση με τη συνδρομή εκπαιδευτικών ΕΑΕ, γραφιστών και δημιουργών πολυμεσικών εφαρμογών και χρησιμοποιείται από τον εκπαιδευτικό κατά περίπτωση. Στη δεύτερη, τη δυναμική, το πολυμεσικό περιεχόμενο παράγεται περνώντας το κείμενο αρχικά μέσα από μια διαδικασία ανάλυσης (parsing) ώστε να εντοπιστούν οι λέξεις κλειδιά και οι μεταξύ τους σχέσεις. Στη συνέχεια τα παραγόμενα ερωτήματα (queries) μέσω κατάλληλης εφαρμογής λογισμικού (Google API) οδηγούν στη λήψη των πολυμεσικών στοιχείων από το διαδίκτυο. Και οι δύο τεχνικές απέδωσαν θετικά αποτελέσματα καθώς αναφέρθηκαν υψηλότερα επίπεδα κινητοποίησης, αυξημένη απόδοση, ταχύτερη απόκτηση της γνώσης και υψηλά ποσοστά αποδοχής. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της δυναμικής τεχνικής είναι η μεγάλη εξοικονόμηση χρόνου που προσφέρει στους διδάσκοντες γεγονός που την καθιστά, όπως ανέφεραν και οι ίδιοι, πολύ πιο πρακτική.

Οι Pennington, Mohammad, Mims και Muharib [75] (2020, σελ. 37) χρησιμοποίησαν συσκευές iPad και το λογισμικό Clicker Sentences [76] για να βοηθήσουν παιδιά με ΝΑ στη δημιουργία προτάσεων σχετικών με το θέμα ενός κειμένου και στην έκφραση/διατύπωση της γνώμης τους για αυτό. Τα παιδιά στο αρχικό στάδιο της γραμμής βάσης διάβασαν φωναχτά το κείμενο που τους δόθηκε και στη συνέχεια σχημάτισαν τις σχετικές προτάσεις χρησιμοποιώντας το λογισμικό (baseline session). Κατά την κύρια παρέμβαση ο εκπαιδευτικός υποδείκνυε τη σωστή λέξη και οι μαθητές καλούνταν να αγγίξουν την αντίστοιχη γραφική απεικόνιση, ενώ στη συνέχεια τους δινόταν χρονικό περιθώριο πέντε δευτερολέπτων (Constant Time Delay - CTD) να επιλέξουν μόνοι τους την κατάλληλη λέξη. Σε περίπτωση λάθους ή εξάντλησης του χρονικού ορίου ο εκπαιδευτικός υποδείκνυε τη σωστή απάντηση. Όλοι οι συμμετέχοντες μαθητές κατάφεραν άμεσα να βελτιώσουν τις αρχικές τους επιδόσεις, μετά από έναν αριθμό επαναλήψεων να επιτύχουν τον επιθυμητό στόχο αλλά και να τον διατηρήσουν στην τελευταία φάση της διατήρησης.

Οι Park, Bouck και Duenas [77] (2020) στο Michigan State University μελέτησαν τη χρήση της μοντελοποίησης βίντεο στη διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων για την επαγγελματική αποκατάσταση ατόμων με ΝΑ. Για τη δημιουργία και την προβολή των σχετικών βίντεο χρησιμοποιήθηκαν συσκευές iPad ενώ οι ηθοποιοί που πρωταγωνιστούσαν ήταν της ίδιας ηλικίας και φύλου με τους τρεις συμμετέχοντες στην έρευνα. Τα θέματα που επιλέχθηκαν αφορούσαν τις δεξιότητες:

- της προσφοράς βοήθειας
- της κατάλληλης απόκρισης σε ανατροφοδότηση και
- της αναζήτησης διευκρινίσεων για ασαφείς οδηγίες.

Οι αποκρίσεις των συμμετεχόντων βελτιώθηκαν και στα τρία θέματα μετά την παρέμβαση ενώ, με μία μόνο εξαίρεση, διατήρησαν τα υψηλά επίπεδα απόκρισης και μετά την πάροδο δύο εβδομάδων από την παρέμβαση.

Οι Olakanmi, Akcayir, Ishola και Epp [78] (2020) αναθεώρησαν 126 δημοσιεύσεις αναφορικά με τη χρήση της τεχνολογίας για την υποστήριξη μαθητών με γνωστικές και αναπτυξιακές αναπηρίες (cognitive and developmental disabilities). Από τη μελέτη τους προέκυψε ότι η πλειονότητα των εργασιών αφορούσε:

- τις μαθησιακές δυσκολίες (learning disabilities)
- τη διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή (pervasive developmental disorder)
- τη διανοητική αναπτυξιακή διαταραχή (intellectual developmental disorder) και
- τις διαταραχές επικοινωνίας (communication disorders).

Οι τεχνολογικές παρεμβάσεις που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκαν κυρίως για την υποστήριξη ή βελτίωση ορισμένων δεξιοτήτων ή αντικειμένων που αφορούσαν:

- ακαδημαϊκές δεξιότητες, με κυριότερες τη γραφή και την αναγνώριση γραμμάτων αριθμών και σχημάτων
- κοινωνικές δεξιότητες, με έμφαση στις δεξιότητες επικοινωνίας και
- εργασιακές δεξιότητες.

Αναφορικά με τις χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες οι κυριότερες που εντοπίστηκαν ήταν:

- τα παιχνίδια και τα εκπαιδευτικά συστήματα (instructional systems) όπως τα μαζικά ανοικτά διαδικτυακά μαθήματα (Massive Open Online Courses - MOOCS) και τα έξυπνα συστήματα διδασκαλίας (intelligent tutors).
- πανταχού παρούσες (ubiquitous) τεχνολογίες με κυρίαρχες τις κινητές συσκευές ακολουθούμενες από τις φορητές όπως τα έξυπνα ρολόγια.

Τα περισσότερα από τα αποτελέσματα ήταν θετικά ενώ μόνο θετικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν σε διάφορες κατηγορίες, όπως η αποδοχή (adoption), η κοινωνική δέσμευση (social engagement) και η μνήμη. Ιδιαίτερα θετικά κρίθηκαν η διασκέδαση (fun), η προθυμία χρήσης (willingness to use), η αντιληπτή χρησιμότητα (perceived usefulness) και η αντιληπτή ευκολία χρήσης (perceived ease of use).

Οι Mi-seon Kim, Kwang-Sun Cho Blair και Kyoung-won Lim [79] (2014) μελέτησαν την αξιοποίηση των κοινωνικών ιστοριών με χρήση tablet για τη βελτίωση της συμπεριφοράς τριών εφήβων με ΝΑ στο πλαίσιο μιας τάξης ενός ιδιωτικού ειδικού σχολείου. Οι ιστορίες δημιουργήθηκαν με το online λογισμικό δημιουργίας παρουσιάσεων και βίντεο Prezi, ενώ ενεργοποιούνταν μέσω κωδικών QR. Η κύρια παρέμβαση αφορούσε τη διδασκαλία εναλλακτικών συμπεριφορών μέσω κειμένων με προτάσεις αντί ανεπιθύμητων συμπεριφορών (όπως να σηκώνονται οι μαθητές από τη θέση τους ή να φεύγουν από την τάξη τους χωρίς άδεια, να κοιτάζουν τους συμμαθητές αντί τον εκπαιδευτικό και να δαγκώνουν τα νύχια τους). Ο εκπαιδευτικός ζητούσε προφορικά από τον μαθητή να ενεργοποιήσει το tablet, να σαρώσει τον κωδικό QR και να ξεκινήσει την ιστορία στο Prezi αγγίζοντας το κουμπί αναπαραγωγής. Στη συνέχεια διάβαζε την ιστορία μία φορά και έπειτα προέτρεπε τον μαθητή να τη διαβάσει εκείνος φωναχτά και να απαντήσει σε τέσσερις ερωτήσεις: “ποιός”, “τί”, “πότε” και “γιατί”. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση μπορεί να έχει άμεσο θετικό αντίκτυπο, μείωση των ανεπιθύμητων συμπεριφορών και αύξηση της συμμετοχής μέσα στις δύο πρώτες συνεδρίες. Οι αλλαγές αυτές στη συμπεριφορά τους επεκτάθηκαν και σε άλλες διδακτικές ώρες και διατηρήθηκαν για διάστημα δύο εβδομάδων μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης.

Οι McMahon, Cihak, Wright και Bell [80] (2016) εξέτασαν τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη διδασκαλία επιστημονικής ορολογίας σε φοιτητές με ΔΑΦ ή/και ΝΑ σύμφωνα και με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση. Κατά την παρέμβαση ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών και να κάνουν αντιστοιχίσεις λέξεων με σχήματα. Για την υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Augasma για τον εντοπισμό των σχετικών δεικτών (markers) και την προβολή του επαυξημένου περιεχομένου σε συσκευές iPad. Όλοι οι συμμετέχοντες έδειξαν βελτίωση της ικανότητάς τους να ορίζουν και να επισημαίνουν επιστημονικούς όρους μετά από κάθε

εκτέλεση της εφαρμογής ΕΠ σε διαφορετικό πεδίο (ανθρώπινα οστά, όργανα και κύτταρα φυτών).

Οι Maich, Rutherford και Bishop στην πιλοτική τους μελέτη [81] (2019) χρησιμοποίησαν έξυπνα κινητά (Motorola Moto G³) και ρολόγια (Pebble Time) για να βοηθήσουν ενήλικες με ΝΑ ώστε να:

- παίρνουν αποφάσεις για τη διαχείριση χρημάτων μέσω των εφαρμογών Simple Budget και Canadian Activity Coins & Bills
- διαχειρίζονται τον χρόνο μέσω της εφαρμογής Google Calendar
- ασκούνται μέσω της εφαρμογής Google Fit
- ανταποκρίνονται με ηρεμία στις δυσκολίες μέσω της εφαρμογής Breathe και
- αντιμετωπίζουν πιθανούς κινδύνους μέσω της εφαρμογής Magnus Cards.

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι:

1. η συνδεσιμότητα, η μορφή και η λειτουργικότητα (fit, form, and function) είναι ουσιώδεις για την επιτυχία της παρέμβασης
2. η επιτυχία είναι άμεσα συνδεδεμένη με το επίπεδο της προσπάθειας
3. οι πιθανές τεχνικές αστοχίες έχουν αρνητική επίδραση
4. η επίτευξη της επιθυμητής ανεξαρτησίας είναι συνάρτηση του κινήτρου και
5. ακόμα κι αν μια δεξιότητα, ένα αντικείμενο ή μια εφαρμογή δεν βοηθά τόσο πολύ, στο εισαγωγικό αυτό πλαίσιο, υπάρχουν σημαντικές προσδοκίες για το μέλλον.

Οι Lopez-Basterretxea, Mendez-Zorrilla και Garcia-Zapirain [82] (2014) χρησιμοποίησαν ένα εργαλείο τηλεπαρακολούθησης που βασίζεται σε παιχνίδια στον υπολογιστή, με στόχο τη βελτίωση δεξιοτήτων διαχείρισης χρημάτων για άτομα με ΝΑ. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκαν δύο διαφορετικές πλατφόρμες:

1. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που βασίζονται σε σοβαρά παιχνίδια αναπτύχθηκαν για το iPad στο περιβάλλον της Apple Xcode με τα μεταδεδομένα να αποθηκεύονται σε μια τοπική βάση δεδομένων (SQLite).

2. Η βάση δεδομένων (MySQL) στην οποία αποστέλλονται όλα τα μεταδεδομένα μέσω του Διαδικτύου και είναι διαθέσιμη στην πλατφόρμα στην οποία έχουν πρόσβαση (μέσω HTML5) οι ψυχολόγοι και υπόλοιποι ειδικοί της ομάδας.

Η εφαρμογή συλλέγει δεδομένα σχετικά με τον αριθμό των προσπαθειών, το χρόνο που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση κάθε παιχνιδιού και τα λάθη που έκαναν οι χρήστες. Αναλύοντας όλες τις πληροφορίες που παρέχονται από το εργαλείο τηλεπαρακολούθησης, ο ειδικός μπορεί να αποφασίσει ποια παρέμβαση πρέπει να ακολουθήσει για κάθε άτομο. Όλοι οι χρήστες ολοκλήρωσαν τις δοκιμές χωρίς δυσκολία και δήλωσαν ότι απολαύσαν την εφαρμογή και το περιεχόμενό της. Οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν επίσης την ικανοποίησή τους και παρείχαν πρόσθετες ιδέες για μελλοντικές παρεμβάσεις.

Οι Long, Bouck και Domka [83] (2020) συνέκριναν τη χρήση φυσικών και εικονικών πλακιδίων για την υποστήριξη της απόκτησης, της ευχέρειας και γενίκευσης του περιεχομένου γραμμικής άλγεβρας για μαθητές με ΝΑ. Για τα εικονικά πλακίδια χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Brainingcamp σε συσκευές iPad. Τα χειροπιαστά πλακίδια δημιουργήθηκαν κι αυτά σύμφωνα με τις συμβάσεις του λογισμικού ως προς τα χρώματα και τις χρήσεις τους. Και οι τρεις συμμετέχοντες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση όσον αφορά την ακρίβεια, την ανεξαρτησία και τον χρόνο ολοκλήρωσης που επέδειξαν στην επίλυση των σχετικών προβλημάτων που τους δόθηκαν μέσω των πλακιδίων χωρίς όμως να μπορεί να γίνει σαφής διάκριση για τον προτιμητέο τύπο, καθώς δύο συμμετέχοντες επέδειξαν σημαντικότερη βελτίωση με τα ψηφιακά πλακίδια και ένας με τα χειροπιαστά. Όσον αφορά την αποδοχή και οι τρεις συμμετέχοντες δήλωσαν ότι τους άρεσε η χρήση των πλακιδίων, ότι τους βοήθησαν στην επίλυση των προβλημάτων και ότι θα ήθελαν να τα χρησιμοποιήσουν πάλι, ενώ και οι προτιμήσεις τους ήταν μοιρασμένες ανάμεσα στους δύο τύπους.

Οι Lin, Chiang, Shih και Li [84] (2017) χρησιμοποίησαν την προτροπή μέσω βίντεο (video prompting) για να βοηθήσουν τους συμμετέχοντες να εκτελέσουν μια επαγγελματική δραστηριότητα (το στήσιμο ενός τραπέζιου για ένα κινεζικό γεύμα). Για την εργασία αυτή ανέπτυξαν ένα λογισμικό εντοπισμού θέσης σε ένα χαλί χορού (dance pad). Μέσω του συστήματος ενεργοποιείται το βίντεο προτροπής που παρέχει βήμα προς βήμα οδηγίες για τους συμμετέχοντες. Η δραστηριότητα που θα έπρεπε να φέρουν σε πέρας αποτελούταν από

16 διαδοχικά βήματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αυτή η παρέμβαση βελτίωσε σημαντικά την απόδοση των συμμετεχόντων τόσο όσον αφορά την ακρίβεια των κινήσεων τους όσο και το χρόνο που χρειάστηκαν για την ολοκλήρωση της διαδικασίας ακόμα και μετά την πάροδο μιας εβδομάδας από την παρέμβαση.

Οι Lau, Wang και Wang [85] (2020) μελέτησαν κατά πόσο τα Active Video Games (AVGs), βιντεοπαιχνίδια που απαιτούν κίνηση του σώματος, θα μπορούσαν να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος παρέμβασης για παιδιά με NA, βοηθώντας στη βελτίωση της στάσης του σώματός τους και την κινητικότητά τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν συσκευές Xbox 360 Kinect. Παρόλο που δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με την ομάδα ελέγχου όσον αφορά τον Δείκτη Μάζας Σώματος, το ποσοστό λίπους και τις αθλητικές επιδόσεις, καταγράφηκαν σημαντικές επισημάνσεις που μπορεί να αποτελέσουν κατευθυντήριες γραμμές χρήσιμες για μελλοντικές έρευνες:

- Οι μαθητές με NA προτιμούσαν να παίζουν μερικά ή μόνο ένα από τα προτεινόμενα παιχνίδια. Αυτό το χαρακτηριστικό συμπεριφοράς μπορεί να μείωνε το βαθμό προσήλωσής τους και να αύξανε την πλήξη τους όσο προχωρούσε η παρέμβαση.
- Τα παιχνίδια με ανταγωνιστικό χαρακτήρα στα οποία υπάρχουν νικητές και ηττημένοι μπορεί να προκαλέσουν απογοήτευση. Η ίδια απογοήτευση παρατηρήθηκε και σε συνεργατικά παιχνίδια λόγω προβλημάτων στην επικοινωνία και την αλληλεπίδραση. Αντίθετα παιχνίδια στα οποία υπάρχει ατομική/ανεξάρτητη βαθμολογία μπορούν να δημιουργήσουν αισθήματα ικανοποίησης.
- Τα παιχνίδια που απαιτούσαν φαντασία ή/και χειρισμό οργάνων δημιουργούσαν αισθήματα σύγχυσης και πολλές φορές οδηγούσαν στην εγκατάλειψη της προσπάθειας. Ωστόσο, έδειξαν μεγαλύτερη προτίμηση σε παιχνίδια περιπέτειας, γιατί τους άρεσε ο πραγματικός κόσμος ως φόντο (όπως δέντρα, δάση και καταρράκτες), και επειδή απαιτούν λιγότερο ειδικές δεξιότητες. Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τους συγγραφείς, σε μελλοντικές παρεμβάσεις θα πρέπει να επιλέγονται απλές αθλητικές δεξιότητες και όσο το δυνατόν ρεαλιστικές αναπαραστάσεις.

- Στην αρχή της παρέμβασης, οι μαθητές ζήτησαν να είναι δίπλα τους οι εκπαιδευτικοί και να βοηθήσουν στην εκκίνηση των AVGs. Αυτό πιθανότατα, κατά τους συγγραφείς, σχετίζεται με την ανησυχία για πιθανά τεχνικά ζητήματα αλλά και με την εμπιστοσύνη, το αίσθημα ασφάλειας και την κοινωνική υποστήριξη.

Οι Kyriakou, Charitaki και Kotsopoulou [86] (2015) εξέτασαν το κατά πόσο η χρήση πολυ-αισθητηριακής προσέγγισης μέσω ΤΠΕ θα μπορούσε να βοηθήσει έναν μαθητή με σύνδρομο Down, στην πρώτη τάξη γυμνασίου, να παρακολουθήσει το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών στη Βιολογία, τη Γεωγραφία και την Οικιακή Οικονομία καθώς και να συμβάλει στην κοινωνικοποίησή του. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης χρησιμοποιήθηκε από τον μαθητή μία συσκευή iPad όπου προβαλλόταν παρουσιάσεις, βίντεο αλλά και εξειδικευμένα λογισμικά όπως το Interactive Biology Textbook, το Kidspiration, τα διαδραστικά βιβλία και το Online Εκπαιδευτικό Λογισμικό Πρωτοβάθμιας & Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο μαθητής ανταποκρίθηκε στους περισσότερους στόχους του προγράμματος σπουδών των μαθημάτων Βιολογίας και Γεωγραφίας μέσω της χρήσης των ΤΠΕ και της διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Στο μάθημα της Οικιακής Οικονομίας επισημαίνεται ότι ο μαθητής ανταποκρίθηκε χωρίς τη βοήθεια του εκπαιδευτικού της ΕΑΕ. Επιπλέον, οι γονείς του ανέφεραν ότι έγινε πιο αυτόνομος στις σχολικές του εργασίες και ότι κατάφερε να αξιοποιήσει πολλές από τις νέες γνώσεις του στην καθημερινότητά του.

Οι Kossyvaki και Curran [87] (2020) διερεύνησαν τον αντίκτυπο των παρεμβάσεων που συνδυάζουν μουσική και τεχνολογία για παιδιά με διάγνωση ΔΑΦ και ΝΑ όσον αφορά τα επίπεδα δέσμευσης και τις δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας. Για την έρευνα αυτή χρησιμοποιήθηκαν έξι μονάδες Cosmo Switch [88] που παρέχουν ηχητικές και οπτικές ενδείξεις ενώ ταυτόχρονα μέσω αισθητήρα πίεσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την αλληλεπίδραση (μέσω bluetooth) με υπολογιστικά συστήματα. Υλοποιήθηκαν πέντε διαφορετικές δραστηριότητες και συλλέχθηκαν δεδομένα μέσω εγγραφής σε βίντεο των δραστηριοτήτων αυτών και ομαδικών συνεντεύξεων με το προσωπικό του ειδικού σχολείου που συμμετείχε στην έρευνα. Αναφέρθηκαν εν γένει θετικά αποτελέσματα, ιδίως όσον αφορά τις δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας των συμμετεχόντων.

Οι Korozi, Leonidis, Ntoa, Arampatzis, Adami, Antona και Stephanidis [89] (2018) δημιούργησαν το “Home Game” ένα σύνολο διαδραστικών επιτραπέζιων εκπαιδευτικών

παιχνιδιών που υποστηρίζουν την εκπαίδευση στην ανεξάρτητη διαβίωση για παιδιά με ΝΑ. Τα επιμέρους παιχνίδια επαυξάνουν ένα επιτραπέζιο παιχνίδι με κάρτες παρουσιάζοντας το ψηφιακό περιεχόμενο μέσω μια οθόνης αφής. Μέσω των παιχνιδιών αυτών, τα παιδιά μπορούν να αναγνωρίζουν τα δωμάτια ενός σπιτιού και κάποιες συνηθισμένες καθημερινές ρουτίνες και πώς να αποφεύγουν ακατάλληλες ή/και επικίνδυνες συμπεριφορές. Η προκαταρκτική αξιολόγηση από παιδιά χωρίς ΝΑ δεν έδειξε σημαντικά προβλήματα με το περιεχόμενο, την ευχρηστία ή την αλληλεπίδραση, ενώ από τις ημι-δομημένες συνεντεύξεις με τους εκπαιδευτικούς, μετά από ένα χρόνο χρήσης των παιχνιδιών, διαφάνηκε ότι όλα τα παιδιά απολάμβαναν τα παιχνίδια, τα βρήκαν απλά και εύκολα στη χρήση και τα αντιμετώπισαν με ενθουσιασμό.

Οι Kim και Kimm [90] (2017) στη μετανάλυσή τους διερευνήσαν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων που βασίζονται σε κινητές συσκευές για άτομα με ΝΑ. Αναλύθηκαν συνολικά 23 μελέτες στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν συσκευές iPhone, iPod Touch και iPad και αφορούσαν δεξιότητες σχετικές με στόχους ακαδημαϊκού περιεχομένου, δεξιότητες επικοινωνίας, αξιοποίησης του ελεύθερου χρόνου και επαγγελματικής εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής:

- Οι παρεμβάσεις που βασίζονται σε κινητές συσκευές ήταν αποτελεσματικές για την απόκτηση, τη διατήρηση και τη γενίκευση των δεξιοτήτων.
- Τα αποτελέσματα της παρέμβασης δεν επηρεάστηκαν από την ηλικία, το φύλο, την κύρια αναπηρία των συμμετεχόντων ή την συνοδή παρουσία χαρακτηριστικών στο πλαίσιο της ΔΑΦ.
- Όταν οι μελέτες αποτελούνταν και από τις τρεις φάσεις (παρέμβαση, διατήρηση και γενίκευση), το αποτέλεσμα ήταν σημαντικά ισχυρότερο.
- Είναι σημαντικό να επεκταθεί η χρήση κινητών συσκευών στις καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων με ΝΑ.
- Η σωστή χρήση της τεχνολογίας θα αυξήσει τις ευκαιρίες συμπερίληψης των μαθητών με ΝΑ στα σχολεία και θα δημιουργήσει μελλοντικά σχετικές θέσεις εργασίας.

Οι Kellems, Frandsen, Hansen, Gabrielsen, Clarke, Simons και Clements [91] (2016) αξιολογήσαν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας μαθηματικών δεξιοτήτων σε εννέα ενήλικες με ΔΑΦ ή/και ΝΑ χρησιμοποιώντας την προτροπή μέσω βίντεο. Για την παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν συσκευές iPad και το λογισμικό VideoTote [92] ενώ δημιουργήθηκαν τρεις εφαρμογές για τον υπολογισμό φιλοδωρήματος σε ένα εστιατόριο, τη σύγκριση των τιμών με αναγωγή στη μονάδα μέτρησης και την αναπροσαρμογή των υλικών μιας συνταγής βάσει του αριθμού των ατόμων με 19, 22 και 17 βήματα αντίστοιχα. Όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι τα βίντεο ήταν χρήσιμα και ότι θα ήθελαν να παρακολουθήσουν περισσότερα βίντεο στο μέλλον για να τους διδάξουν και άλλες εργασίες. Αν και οκτώ από τους συμμετέχοντες παρουσίασαν σημαντική βελτίωση και στις τρεις δεξιότητες, τα αποτελέσματα για τον ένατο συμμετέχοντα αποκάλυψαν ότι για ορισμένους ενήλικες, πιθανώς για όσους δεν διαθέτουν βασικές σχετικές δεξιότητες, η εφαρμογή αυτή ενδέχεται να μην επαρκεί.

Οι Kawada, Ando, Saito, Uekida, Nagai, Takeshima και Davis [93] (2016) δημιούργησαν δύο εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα για μαθητές με ΔΑΦ ή/και συνοδό αναπηρία όπως ΝΑ ή/και με σωματική αναπηρία. Στην πρώτη χρησιμοποίησαν τον αισθητήρα αναγνώρισης εκφράσεων OMRON HVC-C [94] σε ένα παιχνίδι εκφράσεων ενώ στη δεύτερη το έξυπνο ρολόι Moto 360 [95] το οποίο μετρώντας τους καρδιακούς χτύπους μπορεί να προβάλλει σε ένα κινητό τηλέφωνο σχετικά μηνύματα και οδηγίες όπως “προσπάθησε να ηρεμήσεις” και “ανέπνευσε βαθιά”. Οι συγγραφείς απλά αναφέρουν ότι μπορεί να είναι χρήσιμες.

Οι Kashani-Vahid, Mohajeri, Moradi και Irani [96] (2018) δημιούργησαν ένα παιχνίδι για έξυπνες συσκευές για να βοηθήσουν παιδιά με ΝΑ στην αναγνώριση, την εξωτερίκευση και τη διαχείριση των κυριότερων συναισθημάτων τους (τη χαρά, τη θλίψη, το θυμό και τον φόβο). Οι αντίστοιχες δραστηριότητες περιελάμβαναν την ταυτοποίηση των συναισθημάτων σε προβαλλόμενες φωτογραφίες, την επίδειξη συναισθημάτων με εκφράσεις του προσώπου και χρήση σχετικού λογισμικού αναγνώρισης μορφασμών και ένα παιχνίδι με αφήγηση ιστοριών και ερωταποκρίσεις σχετικές με τη διαχείριση συναισθημάτων. Σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, στην οποία δεν έγινε αντίστοιχη παρέμβαση, οι συμμετέχοντες της

πειραματικής ομάδας επέδειξαν μετά την παρέμβαση σημαντικές διαφορές στις κοινωνικές τους δεξιότητες.

Οι Kang, Chang και Howell [97] (2020) ανέπτυξαν ένα διαδραστικό παιχνίδι που διδάσκει τη στοματική υγιεινή σε παιδιά με ΝΑ και βασίζεται στην τεχνολογία αναγνώρισης χειρονομιών του Kinect V2. Το παιχνίδι Let's brush our teeth! διδάσκει το σωστό τρόπο βουρτσίσματος των δοντιών μέσα από 32 βήματα που προέκυψαν από την ανάλυση έργου (task analysis). Κατά τη φάση της παρέμβασης χρησιμοποιήθηκαν οπτικά ερεθίσματα (μικρόβια που έπρεπε να απομακρυνθούν) καθώς και ανατροφοδότηση μέσω κινουμένων εικόνων (ένα καρτούν που χειροκροτούσε τις επιτυχημένες προσπάθειες). Οι Kang, Chang [98] (2019) πριν από το Let's brush our teeth! δημιούργησαν μια προσομοίωση επαυξημένης πραγματικότητας μιας Αυτόματης Ταμειολογιστικής Μηχανής (ATM) για συσκευές iPad με το λογισμικό HP Reveal [99]. Για την αναπαράσταση της οθόνης ενός ATM δημιουργήθηκε μια εφαρμογή σε HTML5 για μια συσκευή iPad. Μέσω του κινητού οι συμμετέχοντες έβλεπαν τις προσαυξήσεις σε σχέση με τις αντίστοιχες εικόνες στο tablet. Εκτός από τις προτροπές που δίνονταν στους συμμετέχοντες για να εκτελέσουν τα βήματα κάθε διαδικασίας το σύστημα ήλεγχε για τυχόν λάθη και τους καθοδηγούσε να επιστρέψουν στο προηγούμενο βήμα και να ξαναπροσπαθήσουν. Όλοι οι συμμετέχοντες και στις δύο μελέτες βελτίωσαν τις επιδόσεις τους σε σχέση με την γραμμή βάσης (baseline), απέκτησαν και διατήρησαν τις απαραίτητες δεξιότητες για την ολοκλήρωση της εργασίας. Όσον αφορά την αποδοχή τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι γονείς των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι οι συμμετέχοντες απολάμβαναν το παιχνίδι, το βρήκαν ευχάριστο και ενθαρρυντικό, ότι ενίσχυε την αυτενέργεια και βοηθούσε τη διδασκαλία. Ειδικά οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν την επιθυμία για τη δημιουργία πρόσθετων βιντεοπαιχνιδιών για τους μαθητές τους, χαρακτήρισαν το παιχνίδι σύμφωνο με τις σύγχρονες μεθόδους διδασκαλίας και σχολίασαν ότι η εκπαίδευση πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερη τεχνολογία όπου είναι δυνατόν.

Οι Kagohara, van der Meer, Ramdoss, O'Reilly, Lancioni, Davis, Rispoli, Lang, Marschik, Sutherland, Green και Sigafoos [100] (2013) διεξήγαγαν επισκόπηση (n=15) σχετικά με τη χρήση συσκευών iPad, iPhone και iPod για άτομα με αναπτυξιακές αναπηρίες (developmental disabilities). Οι μελέτες κατηγοριοποιήθηκαν ως εξής:

1. μελέτες για τη διδασκαλία ακαδημαϊκών δεξιοτήτων (n=1)

2. μελέτες για τη διδασκαλία δεξιοτήτων επικοινωνίας (n=8)
3. μελέτες για την ανάπτυξη επαγγελματικών δεξιοτήτων (n=2)
4. μελέτες για την διδασκαλία δεξιοτήτων αναψυχής (n=3)
5. μελέτες για την διδασκαλία της αυτόνομης μετακίνησης (n=1).

Συμπερασματικά, οι συγγραφείς ανέφεραν ότι οι συγκεκριμένες τεχνολογίες μπορούν να αποτελέσουν βιώσιμα τεχνολογικά βοηθήματα, να φέρουν σε μεγάλο βαθμό θετικά αποτελέσματα ανά πεδίο μελέτης, είναι ευρέως διαθέσιμες, είναι χαμηλού οικονομικού κόστους, η λειτουργία τους είναι αρκετά διαισθητική (intuitive) και φαίνεται να είναι κοινωνικά αποδεκτές, συνεπώς ίσως λιγότερο στιγματιστικές όταν χρησιμοποιούνται.

Οι Herring, Grindle και Kovshoff [101] (2019) μελέτησαν τις δυνατότητες του λογισμικού Headsprout Early Reading [102] όσον αφορά την εκπαίδευση στην ανάγνωση οκτώ παιδιών με βαριά ΝΑ. Κατά την παρέμβαση χρησιμοποιήθηκε η συνήθης μορφή του προγράμματος καθώς και δύο παραλλαγές του, στις οποίες είχαν αφαιρεθεί οι πιο σύνθετες δραστηριότητες. Τα ευρήματα δείχνουν ότι το Headsprout Early Reading μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των δεξιοτήτων ανάγνωσης καθώς οι μαθητές με λεκτική επικοινωνία βελτίωσαν την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν και να αναπαράγουν τον αρχικό ήχο σε μια λέξη, να διαβάζουν ακατάληπτες λέξεις και να αναγνωρίζουν πραγματικές λέξεις. Αντίστοιχα αποτελέσματα δεν υπήρξαν όμως όσον αφορά τη φωνητική τμηματοποίηση⁴ (phonemic segmentation) και τους μαθητές με μη λεκτική επικοινωνία (non-verbal).

Η Seray Olçay Gül [103] (2016) μελέτησε την αποτελεσματικότητα μιας παρέμβασης που συνδύαζε τη μοντελοποίηση μέσω βίντεο και τις κοινωνικές ιστορίες για τη διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων σε τρεις ενήλικες με ΝΑ. Κάθε κοινωνική ιστορία αποτελούνταν από επτά προτάσεις και δημιουργήθηκε ένα βίντεο για κάθε πρόταση. Σύμφωνα με τα ευρήματα:

- οι συμμετέχοντες κατέκτησαν την κοινωνική δεξιότητα-στόχο
- οι συμμετέχοντες μπόρεσαν να διατηρήσουν την αποκτηθείσα δεξιότητα μετά από μία και από τέσσερις εβδομάδες

⁴ η ικανότητα διάσπασης των λέξεων σε μεμονωμένους ήχους

- οι συμμετέχοντες γενίκευσαν αυτή τη δεξιότητα σε διαφορετικούς χώρους, υπό διαφορετικές συνθήκες και παρουσία διαφορετικών ατόμων
- οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι βρήκαν την παρέμβαση διασκεδαστική και ευχάριστη και πως θα ήθελαν να μάθουν και άλλες δεξιότητες χρησιμοποιώντας την ίδια στρατηγική
- οι εκπαιδευτικοί χαρακτήρισαν την παρέμβαση εύχρηστη, οικονομική και διασκεδαστική για τους εκπαιδευόμενους.

Η Falcao [104] (2018) συνέκρινε την ελεύθερη με την καθοδηγούμενη διερεύνηση, σε συνδυασμό με ανατροφοδότηση σε μια απτική διαδραστική επιτραπέζια επιφάνεια (tabletop), σε ένα πλαίσιο διερευνητικής μάθησης για παιδιά με ΝΑ. Η συγκεκριμένη επιφάνεια (LightTable) σχεδιάστηκε για να διδάξει στα παιδιά βασικές ιδιότητες του φωτός και του χρώματος, μέσω διαφορετικών φυσικών αντικειμένων. Στην ελεύθερη διερεύνηση οι μαθητές μπορούσαν ελεύθερα να επιλέξουν αντικείμενα και να τα τοποθετούν και να τα χειρίζονται όπως ήθελαν. Στις καθοδηγούμενες συνεδρίες, ο εκπαιδευτικός καθοδηγούσε τους μαθητές μέσω συγκεκριμένων εργασιών που έπρεπε να εκτελέσουν. Η μελέτη αυτή ανέδειξε:

1. την αξία της ανατροφοδότησης στις διερευνητικές ενέργειες
2. πως η εμπλοκή σε πρακτικές δραστηριότητες δεν σημαίνει ότι νομοτελειακά οι μαθητές θα μπορούν να κατανοήσουν μόνοι τους τα φαινόμενα
3. η καθοδηγούμενη διερεύνηση έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα
4. οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δεχτούν τις ενέργειες των μαθητών ως μέρος της διαδικασίας επικοινωνίας και να ενισχύουν ερωτήσεις που μπορεί να απαντηθούν μέσω ενεργειών
5. οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να δίνουν οι ίδιοι ανατροφοδότηση όταν η εγγενής ανατροφοδότηση που παρέχεται από τα συστήματα δεν επαρκεί για τους μαθητές.

Η ομάδα των Ekin, Cagiltay και Karasu ασχολήθηκε σε δύο εργασίες [105,106] (2018) με τα έξυπνα παιχνίδια. Συγκεκριμένα υλοποίησαν μια εφαρμογή η οποία μέσω ετικετών ραδιοσυχνότητας (RFID tags) και ενός αισθητήρα (RFID reader) αναγνωρίζει φιγούρες ζώων

και προβάλλει αντίστοιχα γραφικά, σχεδιασμένα με το Adobe Flash CS6, σε έναν υπολογιστή. Κατά την κύρια φάση της παρέμβασης οι συμμετέχοντες παρακολουθούσαν ένα μικρό εκπαιδευτικό animation και καλούνταν να τοποθετήσουν την κατάλληλη φιγούρα στον αισθητήρα. Διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα των έξυπνων παιχνιδιών στη διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων σε παιδιά με ΝΑ καθώς και η ευχρηστία τους μέσω μια εμπειρικής μελέτης στην οποία συμμετείχαν έξι παιδιά με ΝΑ και τέσσερις εκπαιδευτικοί ΕΑΕ. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι εφαρμογές που χρησιμοποιούν έξυπνα παιχνίδια έχουν θετική επίδραση στη διδασκαλία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ΕΑΕ για παιδιά με ΝΑ και έχουν υψηλά επίπεδα αποδοχής.

Οι Dekelver, Kultsova, Shabalina, Borblik, Pidoprighora και Romanenko [107] (2015) μελέτησαν τη βιβλιογραφία για την διεπαφή χρήστη (user interface) για κινητές συσκευές για άτομα με ΝΑ. Από την επισκόπηση τους προέκυψε η παρακάτω κατηγοριοποίηση για τις κυριότερες αρχές που πρέπει να διέπουν το σχεδιασμό της διεπαφής.

- Αναφορικά με την πλοήγηση και τα γραφικά:
 - συνεπές και απλό μενού
 - στοιχεία ελέγχου με επεξηγηματικές εικόνες ή σύμβολα και αυξημένο μέγεθος
 - μηνύματα και προειδοποιήσεις πρέπει να παραμένουν εμφανή μέχρι να ανταποκριθεί ο χρήστης
 - ελαχιστοποίηση της εισόδου από τον χρήστη
 - αυξημένη αντίθεση κειμένων και φόντου.
- Αναφορικά με τη χρήση κειμένων:
 - περιορισμένη χρήση και αντικατάσταση με σχετικές εικόνες όπου είναι εφικτό
 - σύντομα και απλά μηνύματα.
- Ως προς την εξατομίκευση:
 - οι λειτουργίες και τα σχετικά μενού να περιορίζονται στα απαραίτητα για τον συγκεκριμένο χρήστη

- ο άμεση πρόσβαση στις προσωπικές επαφές για εύκολη κλήση ή/και αναγνώριση καλούντος.

Οι Contreras, Bauza και Santos [108] (2019) μέσα από ένα συνεργατικό εργαστήριο (workshop) ανέπτυξαν μια μεθοδολογία για τη δημιουργία βιντεοπαιχνιδιών χρήσιμων ως εργαλεία μάθησης για παιδιά με ΝΑ. Τα βασικότερα σημεία της συνοψίζονται ως εξής:

- Η σχεδιαστική ομάδα θα πρέπει να είναι διεπιστημονική και να περιλαμβάνει εκπαιδευτικούς, ειδικούς επαγγελματίες, ερευνητές και προγραμματιστές.
- Οι ερευνητές θα πρέπει να συμμετέχουν στις καθημερινές πρακτικές του σχολείου και οι εκπαιδευτικοί να εξοικειωθούν με την τεχνική πλευρά των διαθέσιμων εργαλείων ώστε να δημιουργηθεί μια κοινή βάση γνώσεων.
- Τα εργαλεία και οι σχετικές πρακτικές πρέπει να βελτιώνονται συνεχώς μέσω διαρκούς ανατροφοδότησης.
- Όλες οι συνεδρίες με το παιχνίδι πρέπει να είναι συνεχώς υπό παρατήρηση (field observation) για την κατανόηση του πλαισίου χρήσης και των απαιτήσεων που προκύπτουν από την πρακτική και τα χαρακτηριστικά των χρηστών.

Βασιζόμενοι στις αρχές αυτές δημιούργησαν ένα σύνολο παιχνιδιών που αξιοποιούν τον αισθητήρα κίνησης Microsoft Kinect. Χάρη στα παιχνίδια αυτά, τα παιδιά μπόρεσαν να αναπτύξουν δεξιότητες στον κινητικό, γνωστικό και κοινωνικο-συναισθηματικό τομέα. Στους περισσότερους συμμετέχοντες παρατηρήθηκε:

- σημαντική ενίσχυση στις δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας
- ανάπτυξη αισθημάτων ηρεμίας, υπομονής και σεβασμού
- βελτίωση της αίσθησης για το σώμα τους και τον χώρο καθώς και του συντονισμού των άκρων
- ανάπτυξη της προσοχής, της ικανότητας σχεδιασμού, απόκτησης νέου λεξιλογίου και εκμάθησης νέων εννοιών.

Οι Conti, Di Nuono, Trubia, Buono και Di Nuono [109] (2018) μελέτησαν τις δυνατότητες της χρήσης ενός ανθρωποειδούς ρομπότ [110] στη βελτίωση των δεξιοτήτων

μίμησης παιδιών με ΔΑΦ και ΝΑ. Στην προκαταρκτική τους αυτή έρευνα με κριτήρια τη βλεματική επαφή, την ενεργητική μίμηση και τον βαθμό εμπλοκής των εκπαιδευτικών φάνηκε ότι αυτή η μορφή παρέμβασης μπορεί να ενταχθεί επιτυχώς στο συνηθισμένο πακέτο εκπαιδευτικών παρεμβάσεων στην πλειονότητα των περιπτώσεων.

Οι Constantin, Johnson, Smith, Lengyel και Brosnan [111] (2017) μελέτησαν τα βασισμένα σε υπολογιστή συστήματα επιβράβευσης για παιδιά με ΔΑΦ ή/και ΝΑ. Στην έρευνα μελετήθηκαν οι προτιμήσεις των παιδιών αυτών ως προς το είδος της παρεχόμενης επιβράβευσης καθώς και η εξέλιξη των επιβραβεύσεων κατά τη διάρκεια μιας εργασίας. Τα παιδιά με ΔΑΦ ανέφεραν σε πρώτη φάση ότι:

- Θα ήθελαν να λαμβάνουν επιβραβεύσεις ανεξάρτητα από την τεχνολογία που χρησιμοποιείται
- Θα προτιμούσαν να επιλέξουν την επιβράβυσή τους μέσω μιας ποικιλίας επιλογών (εικόνες, κείμενα, ήχοι, κινούμενα σχέδια)
- Θα ήθελαν η επιβράβευση να αντανakλά την πρόοδο που σημειώνουν (κυρίως μέσω μεγέθυνσης των προβαλλομένων εικόνων ή με προθήκη επιπλέον εικόνων ή μηνυμάτων).

Στη συνέχεια διερευνήθηκαν πιθανές διαφοροποιήσεις σε σύγκριση με παιδιά με ΝΑ χωρίς να προκύψουν όμως ξεκάθαρα συμπεράσματα.

Οι Colpani και Homem [112] (2015) μελέτησαν τις δυνατότητες της ΕΠ και της παιχνιδοποίησης (gamification) για να βοηθήσουν τα παιδιά με ΝΑ. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε μια παιγνιώδης εφαρμογή που υπερθέτει τρισδιάστατα αντικείμενα σε δείκτες (markers) και επιβραβεύει τους συμμετέχοντες όταν καταφέρνουν να αντιστοιχίσουν εικόνες φυσικών αντικειμένων με τις αντίστοιχες ομάδες τους (ζώα, φυτά, χρώματα). Η εφαρμογή επιτρέπει στα παιδιά μέσα από απλές δραστηριότητες να ανακαλύψουν χαρακτηριστικά καθημερινών αντικειμένων, χρησιμοποιώντας ένα ευχάριστο και διαδραστικό περιβάλλον. Επιπλέον παρέχει φωνητικές οδηγίες για τα παιδιά που δεν μπορούν να διαβάσουν, διαθέτει θετική ανατροφοδότηση και είναι φιλική στη χρήση ακόμα και για παιδιά με μειωμένες δεξιότητες.

Οι Lin και συνεργάτες [113] (2016) μελέτησαν εφαρμογές της ΕΠ σε παιδιά με αναπηρία. Για τη διευκόλυνση της διδασκαλίας της γεωμετρίας κατασκευάστηκε μια εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα με χρήση του λογισμικού Aurasma [114] που περιελάμβανε δύο παιχνίδια παζλ. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή όλοι οι συμμετέχοντες μπόρεσαν να συμπληρώσουν τα παζλ χωρίς άλλη βοήθεια και η απόδοση τους βελτιώθηκε σημαντικά. Όσον αφορά την αποδοχή όλοι οι συμμετέχοντες βρήκαν την εφαρμογή ενδιαφέρουσα και το περιεχόμενο της επαρκές και συμφώνησαν ότι η υποστηρικτική αυτή τεχνολογία θα μπορούσε να τους βοηθήσει να μάθουν.

Οι Chan, Sato-Shimokawara, Bai, Yukiharu, Kuo και Chung [115] (2020) μελέτησαν τη χρήση συσκευών Bluetooth χαμηλής ενέργειας (BLE) για τον ακριβέστερο εντοπισμό θέσης σε εσωτερικούς χώρους και την αξιοποίησή τους μέσω της προβολής αντίστοιχου περιεχομένου σε κινητές συσκευές για τη διευκόλυνση συνηθισμένων, καθημερινών, σχολικών δραστηριοτήτων. Η εφαρμογή που ανέπτυξαν δοκιμάστηκε στους χώρους ενός ειδικού σχολείου με παιδιά μέτριας ΝΑ ως προς τον χρόνο και την ακρίβεια απόκρισης. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντικά καλύτερη επίδοση σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον παρατηρήθηκε ότι οι συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα επέδειξαν πιο αυθόρμητη συμπεριφορά και χρειάστηκαν λιγότερες παροτρύνσεις, δεν χρειάστηκαν ιδιαίτερη εκπαίδευση στη χρήση της εφαρμογής και ένας μαθητής με μη λεκτική επικοινωνία κατάφερε να προφέρει μια λέξη.

Οι Cano, Fernandez-Manjon και Garcia-Tejedor (2018) [116] εξέτασαν τη χρήση σοβαρών παιχνιδιών (serious games) στην εκπαίδευση παιδιών με ΝΑ. Δημιούργησαν ένα παιχνίδι κατασκοπείας, το Downtown - a Subway Adventure, που βοηθά στην εκπαίδευση για τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς προσομοιώνοντας το μετρό της Μαδρίτης. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε ότι:

- παρόλο που τους δόθηκε η δυνατότητα να διαλέξουν τον χαρακτήρα τους (avatar) δεν παρατηρήθηκε διαφορά στην επίδοση ανάμεσα στα παιδιά που άφησαν τον προεπιλεγμένο χαρακτήρα και αυτά που τον άλλαξαν
- τα παιδιά υψηλής λειτουργικότητας είχαν αισθητά καλύτερες επιδόσεις

- οι επιδόσεις των παιδιών δεν συσχετίζονταν με την προηγούμενη εμπειρία τους με τα μέσα μαζικής μεταφοράς
- τα παιδιά που ασχολούνταν με βιντεοπαιχνίδια είχαν καλύτερους χρόνους απόκρισης και έκαναν λιγότερα λάθη
- όσον αφορά τη δέσμευση στη δραστηριότητα (engagement) οι χρόνοι αδράνειας μειώθηκαν σημαντικά κατά την εξέλιξη του παιχνιδιού γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι όσο περισσότερο έπαιζαν τόσο πιο αφοσιωμένα στο παιχνίδι ήταν.

Η Bendak (2018), στο πανεπιστήμιο της Βηρυτού [117] μελέτησε την επίδραση του παιχνιδιού Monster Numbers [118] στη διδασκαλία απλών μαθηματικών πράξεων σε παιδιά με ήπια ΝΑ. Χρησιμοποιώντας το εργαλείο Woodcock-Johnson III Test of Achievement [119] βρέθηκε ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας έδειξαν σημαντική βελτίωση στις δεξιότητες αριθμητικών υπολογισμών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Ο Bayor [120] (2019) ασχολήθηκε με τις δεξιότητες κοινωνικής συμμετοχής (social participation skills) ατόμων με ΝΑ και την ενίσχυσή τους μέσω της εφαρμογής HowToApp. Η εφαρμογή αναζητά, προβάλλει και διαμοιράζει βίντεο για ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσω διεπαφής χρήστη που χρησιμοποιεί γνώριμά τους εικονίδια και λειτουργίες παρόμοιες με εκείνες των κοινωνικών δικτύων με τα οποία είναι ήδη εξοικειωμένοι αυξάνοντας έτσι την ευχρηστία. Η εφαρμογή μέσω της δυνατότητας διαμοιρασμού διευκόλυνε τη συνεργατική δέσμευση (collaborative engagement) καθώς οι συμμετέχοντες έδειξαν ιδιαίτερο ενθουσιασμό με το χαρακτηριστικό αυτό. Ο οργανισμός στους χώρους του οποίου διενεργήθηκε η έρευνα έδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την εφαρμογή και προχώρησε στη δημιουργία επιπλέον βίντεο για την κατάρτιση σε ποικίλες δεξιότητες.

Η διεπιστημονική ομάδα [121] του Di Lieto και συνεργατών μελέτησε το 2019 τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε παιδιά με σύνδρομο Down, αφού προηγήθηκε αντίστοιχη μελέτη [122] με παιδιά τυπικής ανάπτυξης. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν τα εκπαιδευτικά ρομπότ Bee-Bot [123] με τις διαδρομές να γίνονται προοδευτικά πιο απαιτητικές και την παρέμβαση των ενηλίκων να βαίνει μειούμενη. Τα

τυποποιημένα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν έδειξαν κάποια θετικά αποτελέσματα αλλά και μεγάλες αποκλίσεις όσον αφορά τα επίπεδα αποδοχής.

Οι Balasuriya, Sitbon, Brereton και Korlick [124] το 2019 διερεύνησαν τις δυνατότητες των κοινωνικών ρομπότ (social robots) στην πρόκληση αλληλεπίδρασης και συνεργασίας σε ομάδες ατόμων με ΝΑ. Κατά τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Cozmo [125] που έχει την εμφάνιση ενός οχήματος αλλά και ανθρωπόμορφα χαρακτηριστικά όπως “μάτια” που κινούνται ώστε να προσομοιάζει ανθρώπινα συναισθήματα και δυνατότητα αναγνώρισης προσώπων. Η ομάδα παρατήρησε πολλές περιπτώσεις:

- συνεργασίας καθώς οι συμμετέχοντες βοηθούσαν ο ένας τον άλλον, έπαιζαν εναλλάξ, μοιράζονταν πληροφορίες και δίδασκαν ο ένας τον άλλο πώς να παίξει κάποιο παιχνίδι
- επικοινωνίας με γέλια, σχόλια για τις επιδόσεις και συμβουλές
- υψηλού επιπέδου δέσμευσης και
- υψηλής αποδοχής από τους συμμετέχοντες.

Μέλη της ίδιας ερευνητικής ομάδας το 2018 μελέτησαν επίσης [126] τις ενεργοποιούμενες με φωνή διεπαφές (Voice Activated Interfaces) όπως η Siri [127] και ο Google Assistant [128] και τη χρήση τους από άτομα με ΝΑ σε καθημερινές δραστηριότητες. Τα σημαντικότερα ευρήματα της εργασίας ήταν ότι:

- με την εξαίρεση όσων είχαν προβλήματα άρθρωσης, όλοι οι συμμετέχοντες κατάφεραν να φέρουν εις πέρας επιτυχώς τις δραστηριότητες
- οι μεγαλύτερης ηλικίας συμμετέχοντες δυσκολεύτηκαν από τα πολύ μικρά εικονίδια που ενεργοποιούν τις φωνητικές λειτουργίες
- σχεδόν όλοι δήλωσαν ότι τους άρεσαν οι φωνητικές λειτουργίες και θα τις χρησιμοποιούσαν ξανά στο μέλλον
- οι συμμετέχοντες βίωσαν την εμπειρία όπως μια πραγματική συζήτηση, χρησιμοποιούσαν μακροσκελείς προτάσεις που δυσκολεύουν τα συστήματα αναγνώρισης φωνής και περίμεναν ηχητικές απαντήσεις.

Ο Alqahtani το 2020 [129] μελέτησε τη χρήση ενός iPad για την ανάγνωση και κατανόηση κειμένου από άτομα με ΝΑ. Στην εργασία αυτή έγινε σύγκριση της επαναλαμβανόμενης ανάγνωσης (repeated reading) από τους συμμετέχοντες με την ανάγνωση κειμένου (text-to-speech) από το iPad. Αν και δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην απόδοση των συμμετεχόντων ανάμεσα στις δύο μεθόδους, η χρήση του iPad μείωσε δραστικά τον χρόνο της παρέμβασης.

Ομάδα του Universitas Komputer Indonesia[130] (2019) συνδύασε τη μέθοδο της Gillingham[131] (πολυαισθητηριακή μέθοδος) με την ΕΠ για να βοηθήσουν άτομα με ΝΑ να αναγνωρίζουν και να γράφουν τα γράμματα του αραβικού αλφαβήτου. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκε μια εφαρμογή βασισμένη σε δείκτη για συσκευές android που προβάλλει τρισδιάστατες αναπαραστάσεις των αντίστοιχων γραμμάτων και καλεί τους χρήστες να τα σχεδιάσουν συμπληρώνοντας προκαθορισμένες διαδρομές στην οθόνη του κινητού τους. Τα αποτελέσματα της μελέτης ήταν ενθαρρυντικά ειδικά για άτομα με μεγάλες δυσκολίες στη συγκέντρωση.

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση προκύπτει ότι η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ουσιαστικά σε παρεμβάσεις για άτομα με ΝΑ. Ειδικότερα αναδεικνύεται ότι η τεχνολογία:

- αντιμετωπίζεται θετικά από τους μαθητές
- επιτρέπει στους μαθητές να εξαρτώνται λιγότερο από τους βοηθούς τους
- βοηθάει τους μαθητές να αυξήσουν την αυτοπεποίθησή τους
- μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των συμμετεχόντων
- μπορεί να μειώσει πιθανές ανεπιθύμητες συμπεριφορές
- μπορεί να αυξήσει τη συμμετοχή.

Καταγράφονται όμως στη βιβλιογραφία και σημεία που χρήζουν προσοχής. Αναλυτικότερα τονίζεται πως ο σχεδιασμός εφαρμογών για άτομα με ΝΑ απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη για να απαντά στις εκπαιδευτικές ανάγκες τους. Επιπλέον αναφέρεται ότι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αναπαραστάσεις με τις οποίες οι συμμετέχοντες είναι ήδη εξοικειωμένοι, να δημιουργείται ένα ευχάριστο περιβάλλον, ελκυστικό για τους συμμετέχοντες, χρησιμοποιώντας κατάλληλα χρώματα ή/και κινήσεις και να αποφεύγονται

αφηρημένα σύμβολα. Τονίζεται, επίσης, αφενός, πως η σχεδιαστική ομάδα θα πρέπει να είναι διεπιστημονική και να περιλαμβάνει όσο το δυνατόν περισσότερα μέλη από όλες τις κατηγορίες των εμπλεκόμενων: εκπαιδευτικούς και ειδικούς παιδαγωγούς, ειδικούς επαγγελματίες (όπου συμπεριλαμβάνονται αναπτυξιολόγοι, λογοθεραπευτές κλπ), άτομα του περιβάλλοντος, ερευνητές και προγραμματιστές και, αφετέρου, πως τα εργαλεία και οι σχετικές πρακτικές πρέπει να βελτιώνονται συνεχώς μέσω διαρκούς ανατροφοδότησης.

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση δεν εντοπίστηκε κάποια μελέτη που να ασχολείται με την αξιοποίηση γυαλιών ΕΠ για την καλλιέργεια δεξιοτήτων ακαδημαϊκού τομέα σε άτομα με ΝΑ.

2.5 Ψηφιακά Εργαλεία, ΔΑΦ και Ενσυναίσθηση

Αντίστοιχα, αναφορικά με τη συμβολή της τεχνολογίας στην αύξηση της ενσυναίσθησης γύρω από την κατάσταση της ΔΑΦ, για τη βιβλιογραφική επισκόπηση χρησιμοποιήθηκαν οι όροι (ICT OR Digital OR Technology OR Computer OR mobile) AND (autism OR ASD) AND (empathy). Κατά τη μελέτη της βιβλιογραφίας έγινε διάκριση ανάμεσα στις μελέτες που αφορούν την ενσυναίσθηση προς τα άτομα με ΔΑΦ από τον περίγυρό τους και στην ενσυναίσθηση των ίδιων των ατόμων με ΔΑΦ. Οι δύο αυτές κατηγορίες μελετών παρουσιάζονται ξεχωριστά παρακάτω.

2.5.1 Ενσυναίσθηση προς τα άτομα με ΔΑΦ

Ο Murakami [132] (2015) μελέτησε ένα συγκεκριμένο αισθητηριακό χαρακτηριστικό της ΔΑΦ: τη δυσκολία στον εντοπισμό της πηγής του ήχου. Χρησιμοποίησε ένα διφωνικό μικρόφωνο⁵ για να καταγράψει ήχους τους οποίους στη συνέχεια μετέδιδε ασύρματα σε φορητά ακουστικά. Οι συμμετέχοντες χωρίς ΔΑΦ φορώντας τα ακουστικά άκουγαν μεν τον ήχο αλλά δεν αντιλαμβάνονταν σωστά την προέλευσή του. Στη συνέχεια ανέφεραν ότι χρησιμοποιώντας τη συσκευή:

⁵ Το διφωνικό μικρόφωνο (binaural microphone) είναι ένα ειδικό στερεοφωνικό μικρόφωνο που αποτελείται από δύο μικρόφωνα με απόσταση μεταξύ τους όση η διάμετρος ενός ανθρώπινου κρανίου. Προσομοιώνει έτσι καλύτερα τη λειτουργία της ανθρώπινης ακοής και επιτρέπει στον εγκέφαλο να αντιληφθεί την κατεύθυνση από την οποία προέρχεται ο ήχος.

- μπερδεύτηκαν οι αισθήσεις τους
- ένιωθαν σαν «ένα από τα άλλα παιδιά»
- αναγνώρισαν ότι χρησιμοποιώντας τη συσκευή βιώνουν τον χώρο με τρόπο παρόμοιο με τα άτομα με ΔΑΦ.

Ο Μπράτιτσης [3] (2016) στο Πανεπιστήμιο της Δυτικής Μακεδονίας χρησιμοποίησε τις πολυτροπικές ψηφιακές αναπαραστάσεις (multimodal digital representations) με τη μορφή μια αλληλεπιδραστικής ιστορίας προκειμένου να καλλιεργηθεί η ενσυναίσθηση προς τα παιδιά με ΔΑΦ. Οι συμμετέχοντες ήταν οι μαθητές μιας τάξης νηπιαγωγείου στην οποία φοιτούσαν και δύο παιδιά με ΔΑΦ. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι:

- οι αφηγηματικές προσεγγίσεις λειτουργούν σε τέτοιες παρεμβάσεις
- η ψηφιακή τεχνολογία παρέχει προστιθέμενη αξία όταν έχει και διαδραστικά στοιχεία
- η αλληλεπίδραση δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη
- οι συμμετέχοντες μπόρεσαν να καταλάβουν τα συναισθήματα των παιδιών με ΔΑΦ και να προσδιορίσουν την κατάλληλη ανά περίπτωση προσέγγιση.

Ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Μάλτας [133] μελέτησε τις δυνατότητες της απτικής ανατροφοδότησης σε εικονικά περιβάλλοντα για να αναπαράξουν την ενόχληση που νιώθει ένα άτομο με ΔΑΦ από την σωματική επαφή. Χρησιμοποιήθηκαν υπέρηχοι που δημιουργούν την αίσθηση της πίεσης όταν έρχονται σε επαφή με το δέρμα. Η τεχνολογία αυτή προστέθηκε σε προηγούμενο έργο τους στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν τρισδιάστατοι ήχοι και απτική αλληλεπίδραση. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι οι μισοί από τους συμμετέχοντες δήλωσαν ότι κατανοούν πλέον καλύτερα τα παιδιά με ΔΑΦ.

Ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου της Δυτικής Μακεδονίας [134] δημιούργησε ένα εκπαιδευτικό ρομπότ (το EI-EDUROBOT) για την καλλιέργεια της ενσυναίσθησης και άλλων κοινωνικών δεξιοτήτων παιδιών τυπικής ανάπτυξης αλλά και παιδιών με ΔΑΦ. Το ρομπότ μπορεί να προσομοιώσει τις ενέργειες ενός παιδιού με ΔΑΦ και τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης μπόρεσαν να αλληλεπιδράσουν μαζί του. Για τον χειρισμό του ρομπότ αναπτύχθηκε ένα σχετικό πληροφοριακό web-based σύστημα και μια εφαρμογή για κινητές συσκευές android. Σε μεταγενέστερη εργασία τους [135] οι ίδιοι συγγραφείς εξειδίκευσαν

περαιτέρω την έρευνά τους στην περιβαλλοντική ενσυναίσθηση. Δοκιμάστηκαν δύο εκπαιδευτικά σενάρια σχετικά με την κλιματική αλλαγή και την τεχνητή νοημοσύνη. Οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν ανέφεραν αύξηση του ενδιαφέροντος των παιδιών λόγω των δυνατοτήτων της πλατφόρμας και αξιοσημείωτη ευχρηστία του εκπαιδευτικού ρομπότ.

Η ομάδα των de Cote, Herrera, Giorgi και Cattaneo [136] μελέτησαν περιπτώσεις χρήσης της Εικονικής και της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως εργαλεία ενδυνάμωσης ευάλωτων κοινωνικών ομάδων. Όσον αφορά τα άτομα με ΔΑΦ μελέτησαν:

- Το Autism Empathy Tools μια εργαλειοθήκη τριών εργαλείων: ένα cardboard και μια εφαρμογή για κινητά που προσομοιώνει την αλλοιωμένη από οπτικά ερεθίσματα όραση, ακουστικά που προκαλούν ήχους που προσομοιώνουν την ακουστική υπερευαισθησία και μια καραμέλα που δυσκολεύει την ομιλία. Τα εργαλεία αυτά αξιολογήθηκαν ως «γέφυρα ενσυναίσθησης» και κατανόησης των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν τα άτομα με ΔΑΦ.
- Το My Mom's Favorite Restaurant μέσω του οποίου οι χρήστες «μετατρέπονται» σε άτομα με ΔΑΦ που εμφανίζουν προβλήματα αισθητηριακής επεξεργασίας μέσα σε ένα εστιατόριο γεμάτο με ενοχλητικά οπτικά και ηχητικά ερεθίσματα. Το 2019 περισσότερα από 1000 άτομα συμμετείχαν στη σχετική μελέτη, ανέφεραν ότι επηρεάστηκαν θετικά και μπόρεσαν να βιώσουν για λίγο τις αισθητηριακές δυσκολίες των ατόμων με ΔΑΦ.

Το Prism [137] αναπτύχθηκε για να βοηθήσει παιδιά τυπικής ανάπτυξης να συναισθανθούν συνομηλίκους τους με ΔΑΦ. Το ψηφιακό παιχνίδι που δημιουργήθηκε χρησιμοποιεί ζώα του δάσους που βιώνουν αισθητηριακή υπερφόρτωση και αντιδρούν ανάλογα. Η τριπλή στόχευση του παιχνιδιού είναι να βοηθήσει τον παίκτη να:

1. κατανοήσει το φαινόμενο της αισθητηριακής υπερφόρτωσης
2. αντιληφθεί τη δυσκολία στην καθημερινή επικοινωνία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με ΔΑΦ
3. συνειδητοποιήσει πως υπάρχουν τρόποι να γίνουν «καλύτεροι φίλοι».

Από την αρχική αξιολόγηση της εφαρμογής προέκυψε ότι ο ζωικός κόσμος που απεικονιζόταν πυροδότησε εκτενείς συζητήσεις για το θέμα κατά τη διάρκεια των πιλοτικών δοκιμών που έγιναν. Αυτό δείχνει ότι η μεταφορική αυτή προσέγγιση ενέπλεξε τους παίκτες και πιθανώς τους διευκόλυνε να κατανοήσουν την ύπαρξη διαφορετικών συμπεριφορών.

Στο [138] οι Camilleri, Montebello, Dingli και Briffa μελέτησαν τις δυνατότητες των γυαλιών Εικονικής Πραγματικότητας για την αύξηση της ενσυναίσθησης σε γονείς, βοηθούς και εκπαιδευτικούς παιδιών με ΔΑΦ. Στην εφαρμογή τους οι χρήστες έβλεπαν τον εαυτό τους ως το παιδί που περιβάλλεται από μια «κακοφωνία» ήχων και οπτικών ερεθισμάτων. Για να γίνει αυτό βιντεοσκοπήθηκαν κατάλληλα σενάρια από την καθημερινή σχολική πρακτική συνολικής διάρκειας 6 λεπτών και προβλήθηκαν στους συμμετέχοντες μέσω του Samsung Gear VR. Για την μέτρηση της ενσυναίσθησης μοιράστηκε πριν και μετά την παρέμβαση ένα ερωτηματολόγιο 11 ερωτήσεων:

1. Βλέπω την άποψη των άλλων.
2. Όταν δεν καταλαβαίνω την άποψη κάποιου, κάνω ερωτήσεις για να μάθω περισσότερα.
3. Όταν διαφωνώ με κάποιον, μου είναι δύσκολο να δω την οπτική του.
4. Λαμβάνω υπόψη τις συνθήκες των ανθρώπων όταν μιλάω μαζί τους.
5. Προσπαθώ να φανταστώ πώς θα ένιωθα στην κατάσταση κάποιου άλλου.
6. Όταν κάποιος είναι αναστατωμένος προσπαθώ να θυμηθώ μια κατάσταση που ένιωσα το ίδιο.
7. Όταν διαβάζω ένα βιβλίο ή παρακολουθώ μια ταινία σκέφτομαι πώς θα αντιδρούσα αν ήμουν ένας από τους χαρακτήρες.
8. Μερικές φορές αναρωτιέμαι πώς θα ένιωθα αν ήμουν μαθητής σε μια τάξη.
9. Όταν βλέπω έναν από τους μαθητές μου αναστατωμένο, προσπαθώ να του μιλήσω.
10. Αισθάνομαι εύκολα λυπημένος όταν οι άνθρωποι γύρω μου είναι λυπημένοι.
11. Αναστατώνομαι όταν βλέπω κάποιον να του φέρονται με ασέβεια.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως:

- οι συμμετέχοντες ένιωθαν σαν να ήταν πραγματικά στην τάξη ως μαθητές
- ένιωθαν να συσχετίζονται με όσα συμβαίνουν μέσα στην τάξη
- αυτό που είδαν από την εμπειρία τους απείχε κατά πολύ από τη θεωρητική αντίληψη που είχαν για την κατάσταση της ΔΑΦ

- εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις ερωτήσεις σχετικά με την ενσυναίσθηση πριν και μετά την παρέμβαση

Στην εργασία τους [139] οι Pavanatto και συνεργάτες δημιούργησαν μια εφαρμογή για το HTC Vive Pro που επιτρέπει στο χρήστη να βιώσει κάποια, συνηθισμένα ζητήματα υπερ και υποευαισθησίας που εμφανίζουν τα άτομα με ΔΑΦ ενώ προσπαθεί να φέρει σε πέρας μια καθημερινή δραστηριότητα. Η εμπειρία αφορά την προσπάθεια κάποιου που πρόκειται να πάει σε συνέντευξη για δουλειά και κατακλύζεται από αισθητηριακές πληροφορίες. Μετά τη δημιουργία του πρωτοτύπου οι ερευνητές σχεδιάζουν να αξιολογήσουν την εγκυρότητα και την αποτελεσματικότητα αυτής της εμπειρίας.

2.5.2 Ενσυναίσθηση των ατόμων με ΔΑΦ

Ομάδα ερευνητών σε πανεπιστήμια της Γερμανίας (2016) δημιούργησαν το παιχνίδι Zirkus Empathico για συσκευές android [140]. Η εφαρμογή εστιάζει στην αναγνώριση και έκφραση των συναισθημάτων των ίδιων των παιδιών με ΔΑΦ, στην αναγνώριση των συναισθημάτων των άλλων μέσα από βίντεο με εκφράσεις τρίτων προσώπων αλλά και του σχετικού πλαισίου και στην περιγραφή των συναισθημάτων ως αντίδραση στα συναισθήματα τρίτων. Τα παιδιά που συμμετείχαν απάντησαν σε ερωτήσεις σχετικά με την κατανόηση του παιχνιδιού, τις προτιμήσεις τους για τα επιμέρους στοιχεία του παιχνιδιού και την επιθυμία τους να ξαναπαίξουν. Τα αποτελέσματα έδειξαν:

- επαρκή κατανόηση όλων των στοιχείων
- αυξημένο κίνητρο να παίξουν ξανά το παιχνίδι
- πως η χρήση της εφαρμογής είναι διαισθητική και αυτοκαθοριζόμενη (self-determined).

Η ομάδα των Hughes, Vasquez και Nicsinger από την Φλόριντα των ΗΠΑ [141] δημιούργησε ένα παιχνίδι για προσωπικούς υπολογιστές με στόχο να αυξήσει την ενσυναίσθηση των παιδιών με ΔΑΦ. Μέσω της οθόνης αφής τα παιδιά έπρεπε να φροντίσουν ένα avatar βοηθώντας το να ικανοποιήσει βασικές ανάγκες όπως η τροφή, το νερό και η ξεκούραση. Η διάθεση του avatar (χαρούμενο, ανήσυχο, λυπημένο κ.λπ.) απεικονιζόταν στο πρόσωπό του ανάλογα με τον βαθμό στον οποίο ένιωθε ικανοποιημένο. Αν και η έρευνα δεν έδειξε αξιοσημείωτη βελτίωση στην αναγνώριση των συναισθημάτων,

σημειώθηκε πρόοδος όσον αφορά την κατανόηση του παιχνιδιού, την αναγνώριση των αναγκών του avatar και την συνεπακόλουθη αντίδραση των παιδιών με ΔΑΦ.

Οι Walker και Weidenbenner [142] στη βιβλιογραφική τους επισκόπηση μελέτησαν τη σύνδεση της τεχνολογίας και ειδικότερα των εικονικών περιβαλλόντων με την ανάπτυξη της ενσυναίσθησης. Εξετάζοντας προηγούμενες ερευνητικές εργασίες, εμπειρικές και θεωρητικές, κατέληξαν στις παρακάτω βασικές παρατηρήσεις:

- Τα παιδιά μπορούν να αναπτύξουν ενσυναίσθηση μέσω του εικονικού παιχνιδιού ειδικά όταν συνυπάρχει ένας άνθρωπος (εκπαιδευτικός, γονέας, συνομήλικος, κ.λπ.) μεσολαβητής.
- Τα εικονικά περιβάλλοντα πρέπει να προσαρμόζονται στις δυνατότητες των εκάστοτε χρηστών. Για παράδειγμα θα πρέπει να προτιμώνται ακουστικές και γραφικές διεπαφές παρά βασισμένες σε κείμενο και θα πρέπει να ελαχιστοποιούνται οι κινητικές δεξιότητες που απαιτούνται από τους χρήστες.
- Τα εικονικά περιβάλλοντα των παιδιών δεν θα πρέπει να στοχεύουν μόνο τις τεχνολογικές ικανότητές τους αλλά και κοινωνικές δεξιότητες και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.
- Οι μαθητές πρέπει να διδάσκονται την ενσυναίσθηση και εκτός των εικονικών χώρων.

Ομάδα ερευνητών από πανεπιστήμια της Χιλής, του Μεξικού και της Βραζιλίας [143] ανέπτυξαν μια εφαρμογή για φορητές συσκευές android με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων ενσυναίσθησης παιδιών από τις χώρες της Λατινικής Αμερικής. Μέσα από σχετικές εικόνες οι χρήστες καλούνται να αναγνωρίσουν συναισθήματα και προθέσεις και να εξάγουν συμπεράσματα. Μεθοδολογικά οι συγγραφείς χρησιμοποίησαν το User-centered design (UCD). Ως χρήστες συμμετείχαν τόσο ειδικοί με πολύχρονη εμπειρία με παιδιά με ΔΑΦ όσο και παιδιά με ΔΑΦ. Μέσα από τον συνεργατικό σχεδιασμό (co-design) δημιουργήθηκε μια εφαρμογή κατάλληλη για παιδιά με ΔΑΦ από άποψη περιεχομένου και χρηστικότητας που μπορεί να ενσωματωθεί σε καθημερινές δραστηριότητες χωρίς προβλήματα.

Οι Chung και Ghinea [144] ασχολήθηκαν με τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με ΔΑΦ στην αναγνώριση των συναισθημάτων των άλλων και στην έκφραση των δικών τους συναισθημάτων. Για το σκοπό αυτό μετά από σχετική βιβλιογραφική επισκόπηση ως προς τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών που απευθύνονται σε παιδιά με ΔΑΦ, οι συγγραφείς κατέγραψαν τις παρακάτω τέσσερις κατευθυντήριες γραμμές:

1. τα γραφικά να είναι όσο το δυνατό πιο απλά, οι γραμματοσειρές να είναι ευανάγνωστες, τα χρώματα να είναι απαλά χωρίς μεγάλες αντιθέσεις και να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα κείμενα και επεξηγηματικές εικόνες
2. η πλοήγηση μέσα στις εφαρμογές θα πρέπει να είναι απλή και λογική
3. η χρησιμοποιούμενη γλώσσα να είναι απλή και ακριβής και να χρησιμοποιούνται εικόνες και σύμβολα με τα οποία είναι ήδη εξοικειωμένα τα παιδιά
4. για την αλληλεπίδραση να χρησιμοποιούνται απλά και ευμεγέθη κουμπιά και να δίνονται σύντομες, απλές και ξεκάθαρες οδηγίες για την επεξήγηση των αναγκαίων λειτουργιών.

Με βάση τις αρχές αυτές οι συγγραφείς δημιούργησαν μια σχετική εφαρμογή για κινητά τηλέφωνα και εξέτασαν την ευχρηστία και την αποδοχή της χρησιμοποιώντας τρεις ειδικούς και δύο γονείς παιδιών με ΔΑΦ. Από τις απαντήσεις τους προέκυψε ότι η πρωτότυπη εφαρμογή θα μπορούσε να γίνει αποδεκτή, ότι η σχετική τεχνολογία έχει νόημα για την αύξηση της ενσυναίσθησης των παιδιών με ΔΑΦ και πως τα παιδιά θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή εφόσον έχουν μια ευχέρεια στη χρήση ψηφιακών μέσων.

Οι Francese, Guercio και Rossano [145] παρουσίασαν μια εφαρμογή που υποστηρίζει την ημιαυτόματη δημιουργία κοινωνικών ιστοριών για παιδιά με ΔΑΦ. Στόχος είναι η καλλιέργεια της ενσυναίσθησης και της εκφραστικής και λεκτικής επικοινωνίας τους. Το σύστημα μαθαίνει τις ανάγκες του χρήστη-στόχου με την πάροδο του χρόνου και προσαρμόζεται ανάλογα δημιουργώντας κοινωνικές ιστορίες προσαρμοσμένες στο επίπεδο του. Στο πρώτο επίπεδο, που απαιτεί ελάχιστη υποστήριξη, δημιουργούνται κοινωνικές ιστορίες που είναι περιγραφικές και η πολυπλοκότητα τους κυμαίνεται ανάλογα με το επίπεδο της εκπαίδευσης και της ηλικίας. Στο δεύτερο επίπεδο, που απαιτεί ουσιαστική

υποστήριξη σε αρκετούς τομείς, οι ιστορίες απλοποιούνται και ενσωματώνουν εκτεταμένη χρήση ήχου για όσους δεν μπορούν να διαβάσουν. Στο τρίτο επίπεδο, που απαιτεί πολύ ουσιαστική υποστήριξη για την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων, οι ιστορίες γίνονται πολύ σύντομες και χρησιμοποιούν πολύ απλοποιημένη δομή. Επιπλέον η διάρκεια της ιστορίας, το λεξιλόγιο, η γραμματοσειρά και το μέγεθός της, καθώς και η εικονογράφηση ποικίλουν ανάλογα με το προαναφερόμενο επίπεδο. Παρόλο που η σχετική υπηρεσία Software as a Service (SaaS) φαίνεται πολλά υποσχόμενη δεν υπάρχουν ακόμα εμπειρικά δεδομένα για την αξιολόγησή της.

Ερευνητική ομάδα [146] του Πανεπιστημίου Ανθρωπιστικών Επιστημών στη Foggia της Ιταλίας διερεύνησε τις δυνατότητες της «Θεραπείας» του Αυτισμού με τη Βοήθεια Ρομπότ (Robot-Assisted Autism Therapy / RAAT) μέσα από σχετική επισκόπηση. Σύμφωνα με τις πρωτογενείς μελέτες που παρουσιάζονται στην εργασία αυτή:

- η RAAT συνδυάζει ομιλία, εικόνες, λέξεις και κινούμενα σχέδια με διαδραστικούς τρόπους για να δομήσει τις έννοιες κατάλληλα για το επίπεδο κατανόησης των εκπαιδευόμενων και ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους.
- τα χρώματα, τα ρούχα και η συμπεριφορά του ρομπότ θα πρέπει να επιλέγονται σύμφωνα με τις προτιμήσεις του παιδιού και τυχούσες υπερδιεγερτικές λεπτομέρειες του αισθητηριακού συστήματος θα πρέπει να αποφεύγονται
- η φωνή θα πρέπει να είναι απαλή και να ακούγεται φιλική
- οι προτάσεις θα πρέπει να είναι σύντομες και ο ρυθμός ομιλίας πρέπει να είναι αργός
- η γενικότερη συμπεριφορά των ρομπότ πρέπει να είναι συνεκτική, απλή χωρίς να γίνονται πολύπλοκες κινήσεις
- τα παιχνίδια, οι αλληλεπιδράσεις, τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα και ο χρόνος πρέπει να είναι προσαρμοσμένα στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε παιδιού.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μέσω της RAAT:

- αυξήθηκε η αλληλεπίδραση και η αυθόρμητη λεκτική επικοινωνία

- βελτιώθηκαν οι σχετικές με τις διαπροσωπικές σχέσεις ικανότητες και η ενσυναίσθηση
- αυξήθηκε η διάθεση των παιδιών για φυσική εγγύτητα.

Ομάδα ερευνητών από πανεπιστήμια της Βραζιλίας [147] εξέτασαν τη διαδικασία δημιουργίας απαιτήσεων λογισμικού για άτομα με ΔΑΦ χαμηλής λειτουργικότητας και πρότειναν τη χρήση του ACF (Autistic's Characterization Form). Το ACF είναι μια συλλογή χαρακτηριστικών των ατόμων με ΔΑΦ χωρισμένα σε τέσσερις ομάδες: την κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία, τη συμπεριφορά και τον γνωστικό τομέα. Το ACF αξιολογήθηκε από ομάδα προγραμματιστών, σχεδιαστών και διευθυντικών στελεχών μιας εταιρείας που είχε αναλάβει τη δημιουργία μια εφαρμογής που βοηθάει γονείς και φροντιστές να προετοιμαστούν εκ των προτέρων για γεγονότα που είναι έξω από την καθημερινή ρουτίνα των παιδιών με ΔΑΦ. Κανείς από τους συμμετέχοντες δεν είχε προηγούμενη επαφή με την κατάσταση της ΔΑΦ. Από τις απαντήσεις τους προέκυψε ότι το ACF:

- είναι εύχρηστο
- τα χαρακτηριστικά που περιγράφει είναι ακριβή και
- μπορεί να βοηθήσει ομάδες μη ειδικών στη ΔΑΦ να συναισθανθούν και να κατανοήσουν τον τελικό χρήστη.

Στο Εργαστήριο Εργονομίας και Σχεδιασμού Αλληλεπιδραστικών Συστημάτων στην Ταϊβάν [148] χρησιμοποίησαν ένα παιχνίδι ρόλων τρίτου προσώπου (third-person perspective role-playing game / TPP-RPG) σε έναν θόλο εικονικής πραγματικότητας (CAVE, Cave Automatic Virtual Environment) με στόχο την κατανόηση έξι βασικών ανθρώπινων συναισθημάτων (θυμός, αηδία, φόβος, ευτυχία, θλίψη και έκπληξη) από παιδιά με ΔΑΦ. Στο παιχνίδι χρησιμοποιήθηκαν έξι εικονικοί τρισδιάστατοι χαρακτήρες που έδειχναν τα αντίστοιχα συναισθήματα μέσω εκφράσεων του προσώπου και της γλώσσας του σώματός τους και οι παίκτες είχαν τη δυνατότητα εναλλαγής ανάμεσα σε λειτουργίες πρώτου και τρίτου προσώπου. Μετά τη σχετική παρέμβαση σε τρία παιδιά με ΔΑΦ παρατηρήθηκε:

- μετρήσιμη αλλαγή στην ικανότητα τους να αναγνωρίζουν και να κατανοούν τις εκφράσεις του προσώπου και τη γλώσσα του σώματος των πραγματικών και εικονικών συνομιλητών τους
- πως η όλη διαδικασία ήταν ενδιαφέρουσα και ευχάριστη και ήταν σαφώς πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους
- τα παιδιά μπόρεσαν να διατηρήσουν τη συγκέντρωσή τους κατά τη διάρκεια της παρέμβασης.

Οι Wang και Lee [149] χρησιμοποίησαν την Επαυξημένη Πραγματικότητα ως εργαλείο για την κοινωνική εκπαίδευση παιδιών με ΔΑΦ. Για το σκοπό αυτό δημιούργησαν μια εφαρμογή για κινητές συσκευές με την οποία ένα παιδί με ΔΑΦ αλληλεπιδρά όσο συμμετέχει σε μια θεατρική παράσταση ώστε να κατανοήσει αφηρημένες κοινωνικές ιστορίες και κοινωνικές καταστάσεις και να έχει απλή κοινωνική αλληλεπίδραση. Μέσω δεικτών ΕΠ προβάλλονται στην οθόνη του παιδιού τρισδιάστατα σύμβολα που αντιστοιχούν στις έννοιες της σοφίας, του θάρρους και της αυτοπεποίθησης. Μέσω της εφαρμογής:

- το παιδί με ΔΑΦ κατανοεί και δίνει προσοχή στα συμβολικά νοήματα πίσω από αφηρημένες έννοιες
- οι εκπαιδευτικοί και οι ειδικοί επαγγελματίες μπορούν να εξηγήσουν με άμεσο και απλό τρόπο κοινωνικές και γνωστικές δεξιότητες.

Οι Lin et al. [150] αξιοποίησαν την τεχνολογία της ΕΠ σε συνδυασμό με αλγορίθμους αναγνώρισης συναισθημάτων μέσω ανάλυσης εκφράσεων του προσώπου και του ύφους της ομιλίας. Η εφαρμογή που δημιούργησαν για τα γυαλιά Vuzix Blade προβάλλει, στο οπτικό πεδίο του χρήστη, σε πραγματικό χρόνο, ένα χαρακτηριστικό εικονίδιο ανάλογα με το συναίσθημα που αναγνωρίζει. Το σύστημα φαίνεται να έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τη διαπροσωπική επικοινωνία, μέσω της ανίχνευσης συναισθημάτων σε πραγματικό χρόνο αλλά και στην εκπαίδευση. Δοκιμές σε άτομα με ΔΑΦ ανέδειξαν την ανάγκη παραμετροποίησης της εφαρμογής ώστε να προσαρμόζεται στις προτιμήσεις και τις υπερευαίσθησιες του χρήστη. Επίσης αναφέρθηκε πως δε χρειάζονται όλα τα άτομα στο φάσμα αυτή τη βοήθεια αλλά, εφόσον λειτουργεί με ακρίβεια, θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά αρκετά άτομα με ΔΑΦ στη διαπροσωπική τους επικοινωνία.

Η επισκόπηση αναδεικνύει πως την επιστημονική κοινότητα έχει απασχολήσει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό η αξιοποίηση της τεχνολογίας για την αύξηση της ενσυναίσθησης των ίδιων των ατόμων με ΔΑΦ παρά των ατόμων του περιβάλλοντός τους. Αυτό θα μπορούσε να είναι αναμενόμενο μιας και η έλλειψη ενσυναίσθησης θεωρείται εκ των βασικότερων χαρακτηριστικών των ατόμων με ΔΑΦ. Επίσης, παρατηρείται ότι μεγάλο μέρος της ερευνητικής προσπάθειας έχει επικεντρωθεί στην αναγνώριση συναισθημάτων ως μέσο για τη βελτίωση της διαπροσωπικής επικοινωνίας.

Σε κάθε περίπτωση η συμβολή της τεχνολογίας στην αύξηση της ενσυναίσθησης καταγράφεται με θετικό πρόσημο. Αφενός για τα ίδια τα άτομα με ΔΑΦ αναφέρεται πως μπορούν πράγματι να αναπτύξουν ενσυναίσθηση, να αναγνωρίζουν και να κατανοούν εκφράσεις του προσώπου και τη γλώσσα του σώματος και να βελτιώσουν τις διαπροσωπικές τους σχέσεις και αφετέρου για τα άτομα του περιβάλλοντός τους πως μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τα άτομα με ΔΑΦ και να προσδιορίσουν την κατάλληλη ανά περίπτωση προσέγγιση ώστε να αλληλεπιδρούν πιο αποτελεσματικά αναγνωρίζοντας τη δυσκολία στην καθημερινή επικοινωνία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με ΔΑΦ και ειδικά το φαινόμενο της αισθητηριακής υπερφόρτωσης.

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση δεν εντοπίστηκε κάποια μελέτη που να ασχολείται με την αξιοποίηση γυαλιών ΕΠ για την αύξηση της ενσυναίσθησης γονέων, παιδαγωγών και φροντιστών παιδιών με ΔΑΦ.

Κεφάλαιο 3^ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση

Από την επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας που προηγήθηκε αναδεικνύεται η συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην ΕΑΕ τόσο όσον αφορά τις παρεμβάσεις σε άτομα με ΝΑ όσο και τις δυνατότητες για αύξηση της ενσυναίσθησης γύρω από τις ΔΑΦ. Ειδικά όσον αφορά τις εμβυθιστικές τεχνολογίες η βιβλιογραφία δείχνει ότι η Εικονική και η Επαυξημένη Πραγματικότητα:

- προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες για την επικοινωνιακή ανάπτυξη των μαθητών με αναπηρία, καθώς και οφέλη στην αυτορρύθμισή τους⁶ και τις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις [151, 152]
- παρέχουν ελκυστικά, διαδραστικά και παρακινητικά εκπαιδευτικά πλαίσια [153, 154]
- φαίνεται να ελαχιστοποιούν τους περιορισμούς των μαθητών με αναπηρία καθώς μπορούν να εξερευνήσουν συνθήκες και καταστάσεις που είναι κοντά στον πραγματικό κόσμο [153].

Λαμβάνοντας υπόψη την έλλειψη οδηγιών ή κατευθυντήριων γραμμών (guidelines) για το σχεδιασμό εμβυθιστικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και μαθησιακών δραστηριοτήτων για μαθητές με αναπηρίες, η παρούσα εργασία προτείνει ένα μοντέλο για το σχεδιασμό τους. Το προτεινόμενο μοντέλο, το «Model for the design of Immersive Learning Enactments for Students with Disabilities» (MILES-D) είναι ένα θεωρητικό μοντέλο που ενσωματώνει τις τεχνολογικές και μαθησιακές δυνατότητες των εμβυθιστικών τεχνολογιών με τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση. Οι δύο αυτές συνιστώσες του μοντέλου παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

⁶ Η αυτορρύθμιση είναι η ικανότητα να κατανοείς και να διαχειρίζεσαι τη συμπεριφορά σου και τις αντιδράσεις σου σε συναισθήματα και πράγματα που συμβαίνουν γύρω σου

3.1 Παροχές των τεχνολογιών εμβύθισης

Προερχόμενος από το χώρο της οικολογικής ψυχολογίας ο όρος παροχές (affordances-στην εργασία αυτή υιοθετείται η απόδοση των Μπέλλου και Μικρόπουλου [155] ενώ στην ελληνική βιβλιογραφία συναντάται και ως προσφορές) εισήχθη αρχικά από τον Gibson [156] για να περιγράψει τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών και του περιβάλλοντός τους⁷ Ο όρος αναφέρεται σε αυτό που «το περιβάλλον προσφέρει είτε για καλό είτε για κακό». Στην αρχική μελέτη του Gibson, οι παροχές ορίζονται ως λανθάνουσες ενδείξεις στο περιβάλλον. Για παράδειγμα, μια σταθερή οριζόντια επιφάνεια, σε ύψος πάνω από το γόνατο παρέχει τη δυνατότητα σε κάποιον να καθίσει. Η πιθανότητα η επιφάνεια αυτή να γίνει κάθισμα είναι λανθάνουσα, υπάρχει μόνο σε σχέση με πιθανές ενέργειες. Οι παροχές δεν σχετίζονται μόνο με το περιβάλλον ή το άτομο, αλλά κυρίως με τη σχέση μεταξύ του ατόμου και της αντίληψής του για το περιβάλλον και αυτή η σχέση παρέχει μια άμεση σύνδεση μεταξύ αντίληψης και δράσης[157]. Σύμφωνα με τον Norman[158] οι παροχές περιγράφουν τις δυνατές ενέργειες που μπορούν να πραγματοποιηθούν και τους τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τα αντικείμενα και το περιβάλλον τους. Η Michaels [159] συμπληρώνει πως οι παροχές υφίστανται ακόμα και όταν δεν γίνονται αντιληπτές.

Οι τεχνολογικές παροχές των τεχνολογιών εμβύθισης που ουσιαστικά αναφέρονται στα μοναδικά χαρακτηριστικά τους είναι [160]:

- Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο (multisensory intuitive and real time interaction)
- Εμβύθιση (immersion)
- Παρουσία (presence)
- Αυτονομία (autonomy)
- Φυσική Σημασιολογία (natural semantics for the representation of objects and facts inside the virtual environments and worlds)

⁷ Σύμφωνα με το λεξικό της κοινής νεοελληνικής του Κέντρου Ελληνικής Γλώσσας παροχή είναι «η ενέργεια ή το αποτέλεσμα του παρέχω: ~ υπηρεσιών / εγγυήσεων / δυνατοτήτων / διευκολύνσεων σε κπ»

- Αναπαράσταση χρηστών μέσω avatar (users' representation through avatars)
- Οπτική πρώτου προσώπου για τον χρήστη (first-person user point of view)
- Εμπειρίες πρώτης τάξης (first-order experiences)
- Προσαρμογή στο χώρο και τον χρόνο των ψηφιακών αντικείμενων και γεγονότων (size in space and time)
- Μεταφορά αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων (transduction)
- Πραγμάτωση αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων. (reification)

Βασιζόμενοι σε αυτές τις τεχνολογικές παροχές οι Mantziou, Papachristos και Mikropoulos [161] εισήγαγαν τις μαθησιακές παροχές των εμβυθιστικών τεχνολογιών, «τις ενέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία και τη μάθηση και κατά συνέπεια να οδηγήσουν σε μαθησιακά οφέλη», ως ακολούθως:

- Ελεύθερη πλοήγηση (free navigation)
- Δημιουργία (creation)
- Μοντελοποίηση και Προσομοίωση (modeling and simulation)
- Πολυκαναλική Επικοινωνία (multichannel communication)
- Σύμπραξη και συνεργασία (collaboration and cooperation)
- Παρουσίαση Περιεχομένου (content presentation and/or delivery)

3.2 Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση: Αρχές και Κατευθυντήριες Γραμμές

Ο όρος Καθολικός Σχεδιασμός προέρχεται από το χώρο της αρχιτεκτονικής. Σύμφωνα με τον αρχικό εισηγητή του όρου, αρχιτέκτονα Ron Mace [162], πρόκειται για τον σχεδιασμό προϊόντων και δομών με τρόπο που να μπορούν να εξυπηρετήσουν όλους τους ανθρώπους στο μέγιστο βαθμό. Αφορούσε στην αρχική του μορφή, εν πολλοίς, τη διευκόλυνση της πρόσβασης σε κτίρια και υποδομές ατόμων με σωματικές/κινητικές αναπηρίες (Σχήμα 3.1).



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα Καθολικού Σχεδιασμού στην αρχιτεκτονική στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνια

Ο Mace δημιούργησε στο North Carolina State University το Κέντρο για τον Καθολικό Σχεδιασμό (Center for Universal Design). Το Κέντρο προχώρησε στη διατύπωση των επτά θεμελιωδών αρχών του Καθολικού Σχεδιασμού [163]:

1. Ισότιμη χρήση (Equitable Use).
Ο σχεδιασμός είναι χρήσιμος σε άτομα με διαφορετικές ικανότητες.
2. Ευελιξία στη χρήση (Flexibility in Use).
Ο σχεδιασμός χρησιμοποιεί ένα ευρύ φάσμα ατομικών προτιμήσεων και ικανοτήτων.
3. Απλή και διαισθητική χρήση (Simple and Intuitive Use).
Ο τρόπος χρήσης είναι εύκολο να κατανοηθεί, ανεξάρτητα από την εμπειρία του χρήστη, τις γνώσεις, τις γλωσσικές δεξιότητες ή το επίπεδο συγκέντρωσής του.
4. Αντιληπτή με τις αισθήσεις πληροφόρηση (Perceptible Information).
Ο σχεδιασμός επικοινωνεί αποτελεσματικά τις απαραίτητες πληροφορίες στο χρήστη, ανεξάρτητα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος ή τις αισθητηριακές ικανότητες του χρήστη.
5. Ανοχή στα λάθη (Tolerance for Error).
Ο σχεδιασμός ελαχιστοποιεί τους κινδύνους και τις αρνητικές συνέπειες από τυχαίες ή ακούσιες ενέργειες.
6. Μικρή φυσική προσπάθεια (Low Physical Effort).
Ο σχεδιασμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά και άνετα και με ελάχιστη κόπωση.

7. Παροχή ικανοποιητικού μεγέθους και χώρου για προσέγγιση και χρήση (Size and Space for Approach and Use).

Παρέχεται κατάλληλο μέγεθος και χώρος για προσέγγιση, χειρισμό και χρήση ανεξάρτητα από το μέγεθος του σώματος, τη στάση ή την κινητικότητα του χρήστη.

Συνοπτικά όπως το θέτει ο Mace και οι συνεργάτες του [164] ο Καθολικός Σχεδιασμός «σημαίνει απλά να σχεδιάζουμε όλα τα προϊόντα, τα κτίρια και τους εξωτερικούς χώρους ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από όλους τους ανθρώπους στο μέγιστο δυνατό βαθμό» και αποτελεί «έναν λογικό και οικονομικό τρόπο συμφιλίωσης της καλλιτεχνικής ακεραιότητας ενός σχεδίου με τις ανθρώπινες ανάγκες».

Επεκτεινόμενος στο χώρο της εκπαίδευσης ο Καθολικός Σχεδιασμός εμφανίζεται στη βιβλιογραφία με τρία μοντέλα που υποδεικνύουν τρόπους με τους οποίους οι εκπαιδευτικοί πόροι και ο ευέλικτος σχεδιασμός του προγράμματος σπουδών και της ίδιας της διδασκαλίας μπορούν να απαντήσουν στις ποικίλες εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών και να υποστηρίξουν ως εκ τούτου διαφορετικούς μαθητές [165]. Αυτά είναι ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση (Universal Design for Learning - UDL) που έχει κερδίσει μεγάλη προσοχή στον τομέα της ΕΑΕ και για αυτό αναλύεται περισσότερο παρακάτω, ο Καθολικός Σχεδιασμός της Διδασκαλίας (Universal Design of Instruction - UDI) και ο Καθολικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός (Universal Instructional Design - UID). Τα δύο τελευταία μοντέλα παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω:

Οι κατευθυντήριες γραμμές του Καθολικού Σχεδιασμού της Διδασκαλίας αφορούν [166]:

- τη δημιουργία φιλόξενων τάξεων
- τον προσδιορισμό των βασικών στοιχείων ενός μαθήματος
- την κοινοποίηση σαφών προσδοκιών
- την παροχή έγκαιρης και εποικοδομητικής ανατροφοδότησης
- τη διερεύνηση χρήσης υποστηρικτικών της μάθησης όπως είναι η τεχνολογία
- το σχεδιασμό μεθόδων διδασκαλίας που λαμβάνουν υπόψη διαφορετικά στυλ μάθησης, διαφορετικές ικανότητες και τρόπους απόκτησης της γνώσης και τις προηγούμενες εμπειρίες και το γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση

- την αξιοποίηση πολλαπλών τρόπων για να επιδείξουν οι μαθητές τις γνώσεις τους
- την προώθηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών.

Αντίστοιχα ο Καθολικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός δίνει έμφαση [167]:

- στο κλίμα της τάξης
- στην αλληλεπίδραση
- στα φυσικά περιβάλλοντα και προϊόντα
- στις μεθόδους παρουσίασης περιεχομένου
- στις πηγές πληροφοριών και την τεχνολογία
- στην ανατροφοδότηση
- στην αξιολόγηση
- στις διαφοροποιήσεις (τροποποιήσεις και προσαρμογές) κατά τη διδασκαλία

Ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση ορίζει πως τα φυσικά, κοινωνικά και εκπαιδευτικά πλαίσια σχεδιάζονται με τρόπο που ενισχύουν όλους τους μαθητάνοντες, ανεξάρτητα από τις ιδιαιτερότητές τους, να συμμετέχουν στο μέγιστο δυνατό βαθμό στην εκπαιδευτική διαδικασία [168]. Σύμφωνα με το Higher Education Opportunities Act του 2008 ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση είναι «το επιστημονικά έγκυρο πλαίσιο για την καθοδήγηση της εκπαιδευτικής πρακτικής, το οποίο:

- i. παρέχει ευελιξία στους τρόπους με τους οποίους παρουσιάζονται οι πληροφορίες, στους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές απαντούν ή επιδεικνύουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους, καθώς και στους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία
- ii. μειώνει τις προκλήσεις στη διδασκαλία, παρέχει τις κατάλληλες διευκολύνσεις, υποστηρίξεις και προκλήσεις και διατηρεί υψηλές προσδοκίες επίτευξης για όλους τους μαθητές, συμπεριλαμβανομένων των μαθητών με αναπηρία και των μαθητών με περιορισμένη γνώση της επικρατούσας (Αγγλικής στο πρωτότυπο) γλώσσας.

Ήδη από τη δεκαετία του 1990 στο Κέντρο Εφαρμοσμένης Ειδικής Τεχνολογίας στη Βοστώνη των Η.Π.Α (Center for Applied Special Technology – CAST) οι Anne Meyer και David

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση

Rose εισήγαγαν τον όρο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση (Universal Design for Learning - UDL). Οι τρεις βασικές αρχές που προεβλέπει ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση είναι σύμφωνα με το CAST:

1. η παροχή πολλαπλών μορφών αναπαράστασης του εκπαιδευτικού υλικού (τι μαθαίνουμε) για την προετοιμασία μαθητών με βαθιές γνώσεις
2. η παροχή πολλαπλών μέσων δράσης και έκφρασης του εκπαιδευομένου (πώς μαθαίνουμε) για την προετοιμασία μαθητών με δεξιότητες στοχοπροσανατολισμού και
3. η παροχή πολλαπλών μέσων για την εμπλοκή του εκπαιδευομένου στη μαθησιακή διαδικασία (γιατί μαθαίνουμε) για την προετοιμασία μαθητών που διαθέτουν κίνητρα και δεξιότητες λήψης αποφάσεων.

Οι τρεις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση διαγραμματικά εξειδικεύονται περαιτέρω σε εννέα κατευθυντήριες γραμμές και 31 συγκεκριμένα σημεία ελέγχου [169] (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2: Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση: κατευθυντήριες γραμμές και σημεία ελέγχου

Σύμφωνα με τους Meyer και Rose οι τρεις αυτές βασικές αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση πηγάζουν από το ερευνητικό πεδίο της νευροεπιστήμης και τα τρία είδη νευρωνικών δικτύων που συνδυαζόμενα συνθέτουν τον εγκέφαλο που μαθαίνει:

- τα δίκτυα αναγνώρισης (ΤΙ μαθαίνουμε):

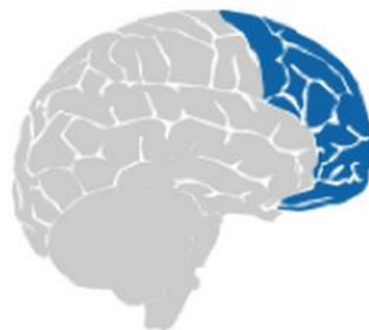
εδράζονται στο πίσω μέρος του εγκεφάλου και είναι εξειδικευμένα δίκτυα για την αίσθηση και την απόδοση νοήματος στα πρότυπα που βλέπουμε. Δίνουν τη δυνατότητα εντοπισμού και κατανόησης πληροφοριών, ιδεών και εννοιών (Σχήμα 3.3).



Σχήμα 3.3: τα δίκτυα αναγνώρισης (Recognition Networks)[170]

- τα δίκτυα στρατηγικής (ΠΩΣ μαθαίνουμε):

εδράζονται στο μπροστινό μέρος του εγκεφάλου και δίνουν τη δυνατότητα να σχεδιασμού, εκτέλεσης και παρακολούθησης ενεργειών και δεξιοτήτων (Σχήμα 3.4).



Σχήμα 3.4: τα δίκτυα στρατηγικής (Strategic Networks) [171]

- τα συναισθηματικά δίκτυα (ΓΙΑΤΙ μαθαίνουμε):
εδράζονται στο κέντρο του εγκεφάλου και είναι εξειδικευμένα στο να αξιολογούν πρότυπα και να τους αποδίδουν συναισθηματική σημασία (Σχήμα 3.5).



Σχήμα 3.5: τα συναισθηματικά δίκτυα (Affective Networks) [172]

3.3 Το προτεινόμενο μοντέλο για τη Σχεδίαση Εμβυθιστικών Μαθησιακών Εμπειριών για μαθητές με Αναπηρίες

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος εφαρμογής οποιασδήποτε υλοποίησης ψηφιακών, και ιδιαίτερα των εμβυθιστικών, τεχνολογιών στην εκπαίδευση είναι η αξιοποίηση των μοναδικών χαρακτηριστικών τους, δηλαδή των τεχνολογικών και των επακόλουθων μαθησιακών τους παροχών. Αυτές οι παροχές οδηγούν στις κατάλληλες μαθησιακές εργασίες σε ψηφιακά μαθησιακά περιβάλλοντα [173].

Υπάρχει σήμερα αυξημένο ενδιαφέρον και πληθώρα υλοποιήσεων μαθημάτων που βασίζονται σε εμβυθιστικές τεχνολογίες, γεγονός που οδήγησε σε πολλές μελέτες για το θέμα. Υπάρχουν μάλιστα αρκετές πρόσφατες ανασκοπήσεις που συνοψίζουν αυτή την έρευνα. Όμως, ειδικά όσον αφορά τους μαθητές με αναπηρίες, η βιβλιογραφική έρευνα έδειξε την απουσία ενός συστηματικού μοντέλου, ενός πλαισίου που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως πυξίδα στη δημιουργία σχετικών υλοποιήσεων.

Το μοντέλο για τη Σχεδίαση Εμβυθιστικών Μαθησιακών Εμπειριών για μαθητές με Αναπηρίες [174] συνδυάζει τις τεχνολογικές και μαθησιακές δυνατότητες των εμβυθιστικών τεχνολογιών με τις αρχές και τις κατευθυντήριες γραμμές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη

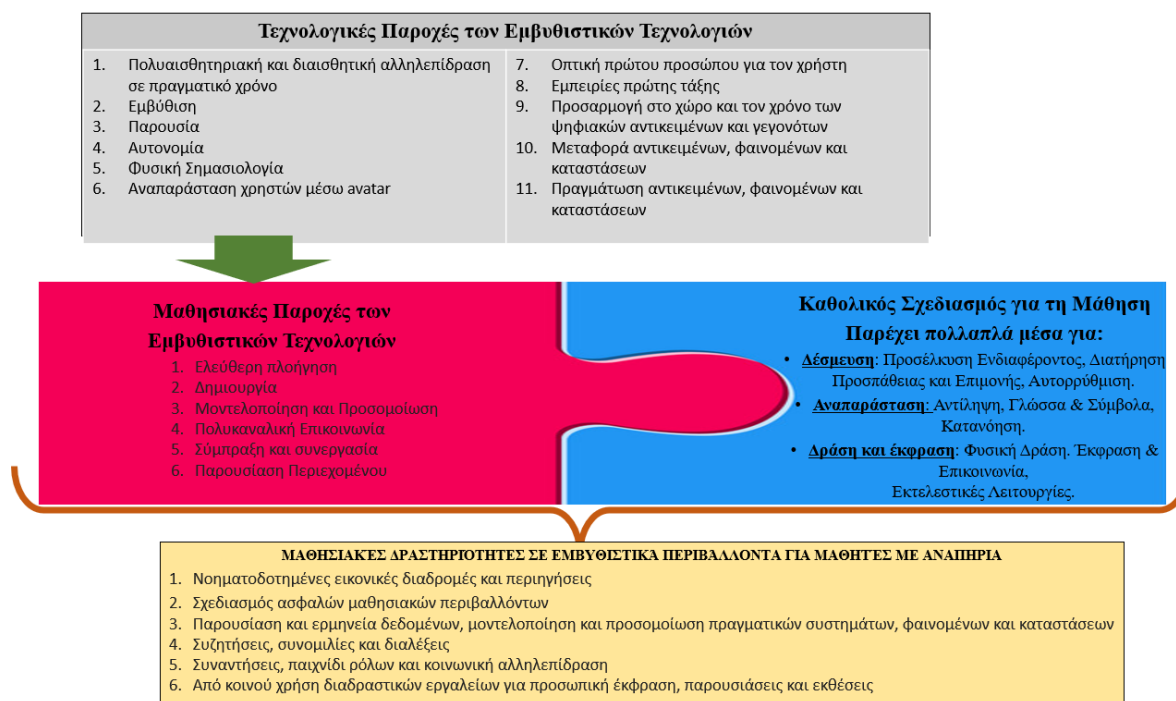
Μάθηση με στόχο να προτείνει μια σειρά μαθησιακών δραστηριοτήτων σε εμβυθιστικά περιβάλλοντα για μαθητές με αναπηρία.

Το μοντέλο προτείνει τις παρακάτω έξι κατηγορίες μαθησιακών δραστηριοτήτων:

1. Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις. Η δραστηριότητα προκύπτει ως απόρροια της οπτικής πρώτου προσώπου για το χρήστη, των εμπειριών πρώτης τάξης και της ελεύθερης πλοήγησης
2. Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων. Οι δραστηριότητες της κατηγορίας αυτής εδράζονται στην αρχή της ανοχής στα λάθη.
3. Παρουσίαση και ερμηνεία δεδομένων, μοντελοποίηση και προσομοίωση πραγματικών συστημάτων, φαινομένων και καταστάσεων. Οι δραστηριότητες αυτές προκύπτουν από το συνδυασμό όλων των παροχών και περιλαμβάνουν εκτός των άλλων τα εικονικά πειράματα.
4. Συζητήσεις, συνομιλίες και διαλέξεις. Οι δραστηριότητες αυτές βασίζονται στην παροχή της πολυκαναλικής επικοινωνίας.
5. Συναντήσεις, παιχνίδι ρόλων και κοινωνική αλληλεπίδραση. Οι δραστηριότητες αυτές βασίζονται στις παροχές της σύμπραξης και της συνεργασίας και γίνονται πιο αποτελεσματικές όσο αυξάνεται η αίσθηση της παρουσίας.
6. Από κοινού χρήση διαδραστικών εργαλείων για προσωπική έκφραση, παρουσιάσεις και εκθέσεις. Οι δραστηριότητες αυτές βασίζονται στην ανάγκη για προώθηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών και αξιοποιούν την παροχή της παρουσίασης περιεχομένου.

Διαγραμματικά το μοντέλο παρουσιάζεται στο Σχήμα 3.6.

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση



Σχήμα 3.6: Το μοντέλο MILES-D

Παρόλο που, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στη βιβλιογραφία δεν αναφέρεται κάποιο συγκεκριμένο σχεδιαστικό μοντέλο, οι συνιστώσες που συνθέτουν το MILES-D και ορισμένες από τις δραστηριότητες που προτείνει χρησιμοποιούνται, πολλές φορές χωρίς να αναφέρονται ρητά, από τους σχεδιαστές εφαρμογών Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Ο αρχικός έλεγχος για το προτεινόμενο μοντέλο έγινε μέσω συστηματικής βιβλιογραφικής επισκόπησης για το σχεδιασμό εμβυθιστικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για μαθητές με ΝΑ. Στη σχετική βιβλιογραφική αναζήτηση χρησιμοποιήθηκαν οι βάσεις δεδομένων Scopus, ScienceDirect, ERIC, ACM και IEEE ενώ για την αναζήτηση οι όροι (“augmented reality” OR “virtual reality”) AND (“intellectual disability”) AND (intervention OR instruction OR teaching OR learning) AND (immersive OR immersion). Στην επισκόπηση συμπεριλήφθηκαν μόνο μελέτες που αφορούσαν παρεμβάσεις για μαθητές με ΝΑ, με χρήση εμβυθιστικών τεχνολογιών και που δημοσιεύτηκαν ανάμεσα στα έτη 2013 και 2021. Τα άρθρα που εντοπίστηκαν συνοψίζονται στον Πίνακα 3.1.

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση

Πίνακας 3.1: Συνιστώσες του MILES-D και σχεδιαστικές προτάσεις

Τίτλος Μελέτης	Τεχνολογικές Παροχές	Μαθησιακές Παροχές	Μαθησιακές Δραστηριότητες
Turning Heads: Designing Engaging Immersive Video Experiences to Support People with Intellectual Disability When Learning Everyday Living Skills. [175]	Εμβύθιση	Ελεύθερη πλοήγηση	Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις
Virtual Reality Travel Training Simulator for People with Intellectual Disabilities [176]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία		Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις, Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων
Using Virtual Reality and Music in Cognitive Disability Therapy [177]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία	Πολυκαναλική Επικοινωνία	
From e-learning to VR-learning: an example of learning in an immersive virtual world [178]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία, Αναπαράσταση χρηστών μέσω avatar	Ελεύθερη πλοήγηση	
Training Pedestrian Safety Skills in Youth with Intellectual Disabilities Using Fully Immersive Virtual Reality - A Feasibility Study [179]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία	Ελεύθερη πλοήγηση	Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις, Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων
A study of the use of virtual reality headsets in Chinese adolescents with intellectual disability [180]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Παρουσία		
HoloLearn: Wearable Mixed Reality for People with Neurodevelopmental Disorders (NDD) [181]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία		
Wildcard: A wearable virtual reality storytelling tool for children with intellectual developmental disability [182]	Εμβύθιση, Φυσική Σημασιολογία		Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις

Κεφάλαιο 3ο: Τεχνολογίες Εμβύθισης και Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση

Better education opportunities for students with autism and intellectual disabilities through digital technology [183]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία		Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων
Virtual Reality Based Independent Travel Training System for Children with Intellectual Disability [184]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία, Αναπαράσταση χρηστών μέσω avatar, Οπτική πρώτου προσώπου	Ελεύθερη πλοήγηση	Νοηματοδοτημένες εικονικές, διαδρομές και περιηγήσεις, Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων
Design Insights into Embedding Virtual Reality Content into Life Skills Training for People with Intellectual Disability. [185]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία, Αναπαράσταση χρηστών μέσω avatar	Ελεύθερη πλοήγηση	Νοηματοδοτημένες εικονικές διαδρομές και περιηγήσεις, Σχεδιασμό ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων
The effect of smart mirror environment on proprioception factors of children with Down syndrome [186]	Εμβύθιση, Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο, Αυτονομία, Φυσική Σημασιολογία, Αναπαράσταση χρηστών μέσω avatar		

Από την επισκόπηση των μελετών του Πίνακα 3.1 προκύπτει ότι ορισμένες από τις παροχές των εμβυθιστικών τεχνολογιών, είτε εικονικής είτε επαυξημένης πραγματικότητας, δεν φαίνεται να χρησιμοποιούνται. Αυτές είναι:

- Προσαρμογή στο χώρο και τον χρόνο των ψηφιακών αντικείμενων και γεγονότων
- Μεταφορά αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων
- Πραγμάτωση αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων.

Αυτό είναι μάλλον αναμενόμενο, καθώς τα εμβυθιστικά περιβάλλοντα των μελετών αυτών αναφέρονται κυρίως σε αναπαραστάσεις του φυσικού κόσμου και καθημερινών δραστηριοτήτων που στοχεύουν κυρίως στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, ενώ δεν εντοπίστηκαν μελέτες που στοχεύουν σε δεξιότητες ακαδημαϊκού τομέα. Αυτό αποτέλεσε έναν επιπλέον λόγο για τον οποίο η εφαρμογή για παιδιά με ΝΑ, που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, επικεντρώθηκε στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.

Κεφάλαιο 4^ο: Μεθοδολογία και Εργαλεία

Η παρούσα εργασία βασίστηκε μεθοδολογικά στην «Έρευνα Βασισμένη Στο Σχεδιασμό» και στον «Συμμετοχικό Σχεδιασμό». Οι δύο αυτές μεθοδολογικές προσεγγίσεις καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν, τόσο για την ανάπτυξη των εφαρμογών όσο και για τις μετρήσεις, παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

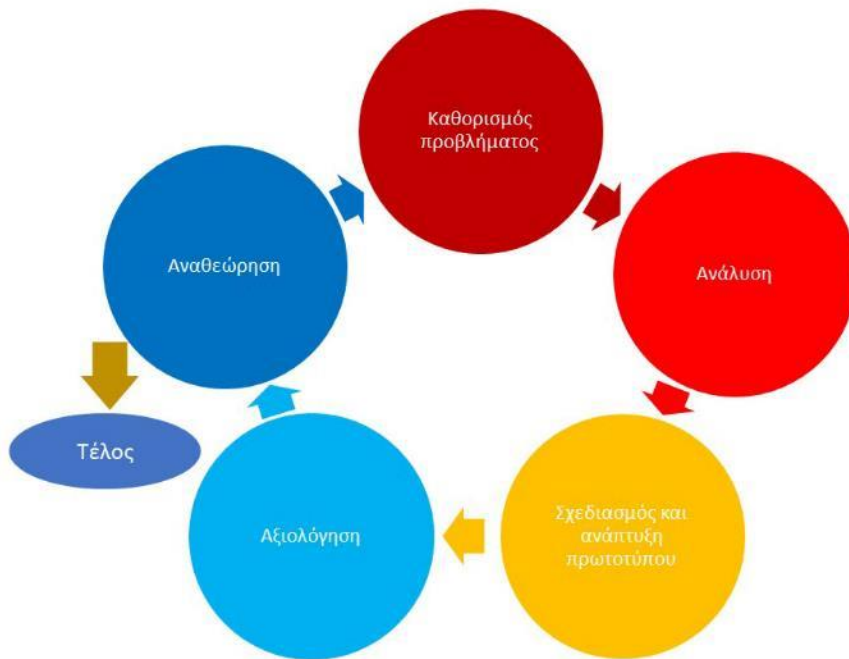
4.1 Η Έρευνα Βασισμένη Στο Σχεδιασμό

Η βασισμένη στο σχεδιασμό έρευνα (Design Based Research) μπορεί να οριστεί ως η συστηματική ανάλυση, σχεδίαση και αξιολόγηση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με στόχο αφενός την ανάπτυξη λύσεων, βασισμένων στην έρευνα, για σύνθετα προβλήματα στην εκπαιδευτική πρακτική και αφετέρου την προώθηση της γνώσης σχετικά με τα χαρακτηριστικά αυτών των παρεμβάσεων και τις διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξής τους [187].

Οι τρεις βασικές αρχές της βασισμένης στο σχεδιασμό έρευνας, που την καθιστούν πρόσφορη για την παρούσα εργασία, αφορούν:

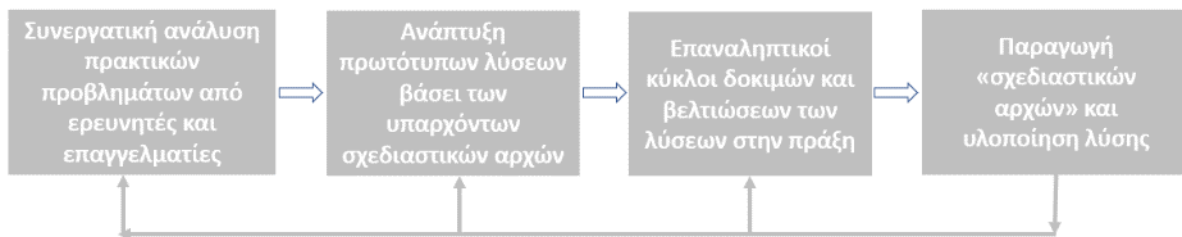
1. την αντιμετώπιση πολύπλοκων προβλημάτων σε πραγματικό πλαίσιο σε συνεργασία με όλες τις εμπλεκόμενες ειδικότητες
2. το συνδυασμό γνωστών και υποθετικών αρχών σχεδιασμού με τις τρέχουσες τεχνολογικές εξελίξεις για τη δημιουργία αξιόπιστων λύσεων
3. τη διεξαγωγή αυστηρής και αναστοχαστικής έρευνας για τον έλεγχο και τη βελτίωση των νέων καινοτόμων μαθησιακών περιβαλλόντων καθώς και για τον καθορισμό νέων αρχών σχεδιασμού.

Ανεξάρτητα από το σκοπό της βασισμένης στο σχεδιασμό έρευνας, η ερευνητική διαδικασία ενσωματώνει συστηματικές εκπαιδευτικές διαδικασίες σχεδιασμού. Οι δραστηριότητες ανάλυσης, σχεδιασμού, αξιολόγησης και αναθεώρησης επαναλαμβάνονται συνεχώς μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα (Σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1: Ο κύκλος της βασισμένης στο σχεδιασμό έρευνας

Ο Reeves [188] αναπαριστά τη διαδικασία που ακολουθείται στη βασισμένη στο σχεδιασμό έρευνα δίνοντας έμφαση στη συνεργασία των συμμετεχόντων στο σχεδιασμό (Σχήμα 4.2).



Σχήμα 4.2: Αποσαφήνιση προβλημάτων, λύσεων, μεθόδων και αρχών σχεδιασμού

Η πρώτη φάση της διαδικασίας αυτής, μέσω της στενής συνεργασίας ερευνητών και επαγγελματιών, στοχεύει

- στην κατανόηση του πλαισίου
- στην καταγραφή των αναγκών των ενδιαφερομένων και
- στον εντοπισμό των σχετικών προϋπαρχόντων πρακτικών

Η δεύτερη φάση εμβαθύνει στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη των θεωρητικών ή/και πρακτικών λύσεων στα προβλήματα που προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη φάση.

Η τρίτη φάση περιλαμβάνει επαναληπτικούς κύκλους εφαρμογής των λύσεων που έχουν αναπτυχθεί και τη βελτίωσή τους με βάση τα διδάγματα που προκύπτουν από κάθε επανάληψη.

Η τελευταία φάση αφορά το παραγόμενο αποτέλεσμα μετά την ολοκλήρωση των κύκλων της βασισμένης στο σχεδιασμό έρευνας. Ένα τέτοιο αποτέλεσμα μπορεί να αφορά είτε την παραγωγή σχεδιαστικών αρχών είτε τον σχεδιασμό νέων λύσεων.

Σύμφωνα με τον Edelson [189] «ο σχεδιασμός είναι μια ακολουθία αποφάσεων που λαμβάνονται για την εξισορρόπηση στόχων και περιορισμών» και οι αποφάσεις αυτές αφορούν:

1. το πώς θα προχωρήσει η διαδικασία σχεδιασμού
2. το ποιες ανάγκες θα καλυφθούν και ποιες δυνατότητες θα αξιοποιηθούν
3. τη μορφή που θα πάρει ο σχεδιασμός που προκύπτει.

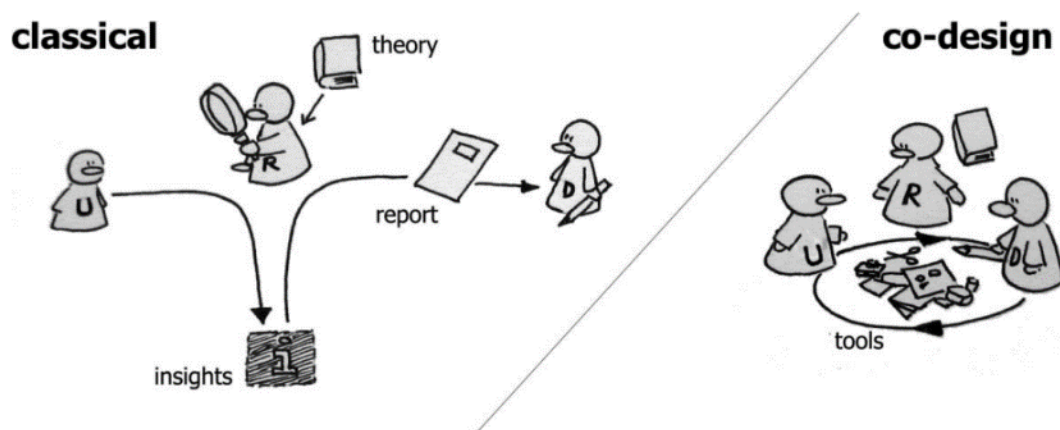
4.2 Ο Συμμετοχικός Σχεδιασμός

Ο Συμμετοχικός Σχεδιασμός που απαντάται ως Participatory Design και σε πρόσφατα άρθρα ως Co-operative Design και co-design είναι μια προσέγγιση σχεδιασμού που προσπαθεί να εμπλέξει ενεργά όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη. Η συνεργατική αυτή διαδικασία μεταξύ των ειδικών και των τελικών χρηστών για το σχεδιασμό και την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών ή συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα αποτελέσματα μιας και οι σχεδιαστές δεν μπορούν από μόνοι τους να διακρίνουν πλήρως τις ανάγκες των τελικών χρηστών και τις πιθανές χρήσεις που μπορεί να έχει το προς σχεδίαση προϊόν [190].

Οι πρώτες μέθοδοι συνεργατικού σχεδιασμού ξεκίνησαν στη Σκανδιναβία τις δεκαετίες του 1970 και του '80, όταν τα συνδικάτα των εργαζομένων αντέδρασαν ενάντια στην εξαίρεσή τους από τη διαδικασία σχεδιασμού για την εισαγωγή νέων τεχνολογιών στους χώρους εργασίας τους [191]. Το έργο Utopia (Training, Technology And Product In Quality of work perspective) οδήγησε την ερευνητική κοινότητα στη μεθοδολογία του

Συμμετοχικού Σχεδιασμού, για την εμπλοκή των τελικών χρηστών από κοινού με τους σχεδιαστές διεπαφών και προγραμματιστές, με ίσους όρους, σε έργα ανάπτυξης υπολογιστικών εφαρμογών.

Στον Συμμετοχικό Σχεδιασμό αλλάζουν οι ρόλοι των άμεσα εμπλεκομένων. Στην κλασική σχεδίαση [192] ο χρήστης είναι παθητικό αντικείμενο μελέτης, ο ερευνητής κατέχει τη θεωρητική γνώση και δημιουργεί νέα μέσω παρατήρησης και συνεντεύξεων, ενώ ο σχεδιαστής λαμβάνει αυτή τη γνώση με τη μορφή αναφοράς και προσθέτει την κατανόηση της τεχνολογίας και τη δημιουργική σκέψη που απαιτείται για τη δημιουργία των νέων προϊόντων. Στον Συμμετοχικό Σχεδιασμό αντίθετα οι ρόλοι αναμιγνύονται, όπως φαίνεται στο χαρακτηριστικό σκαρίφημα των Sanders και Stappers (Σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3: Οι κλασικοί-διακριτοί ρόλοι χρηστών, ερευνητών και σχεδιαστών στη διαδικασία σχεδιασμού και πώς συγχωνεύονται στον Συμμετοχικό Σχεδιασμό

Ο Συμμετοχικός Σχεδιασμός διέπεται από τις εξής βασικές αρχές:

1. Ο σχεδιασμός στηρίζεται στην εμπειρία του χρήστη και η ομάδα σχεδιασμού περιλαμβάνει διεπιστημονικές δεξιότητες
2. Ο σχεδιασμός πρέπει να βασίζεται σε μια σαφή κατανόηση των χρηστών αλλά και του περιβάλλοντος στο οποίο αυτοί θα δράσουν και στο οποίο θα αναπτυχθεί το τελικό προϊόν.
3. Οι χρήστες συμμετέχουν στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη του προϊόντος και το προϊόν αξιολογείται με βάση τις απαιτήσεις που έχει θέσει ο τελικός χρήστης.

4. Ο σχεδιασμός οδηγείται και επαληθεύεται από την αξιολόγηση η οποία επικεντρώνεται στον χρήστη.
5. Η διαδικασία είναι επαναληπτική μέχρι να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Στην παρούσα εργασία συμμετείχαν ως τελικοί χρήστες των σχεδιαζόμενων εφαρμογών και συμμετείχαν στις σχετικές συναντήσεις με τον ερευνητή-σχεδιαστή δύο εκπαιδευτικοί της ΕΑΕ και δύο ειδικοί στις Τεχνολογίες Μάθησης. Ο ρόλος τους ήταν πολλαπλός καθώς ήταν εκείνοι που:

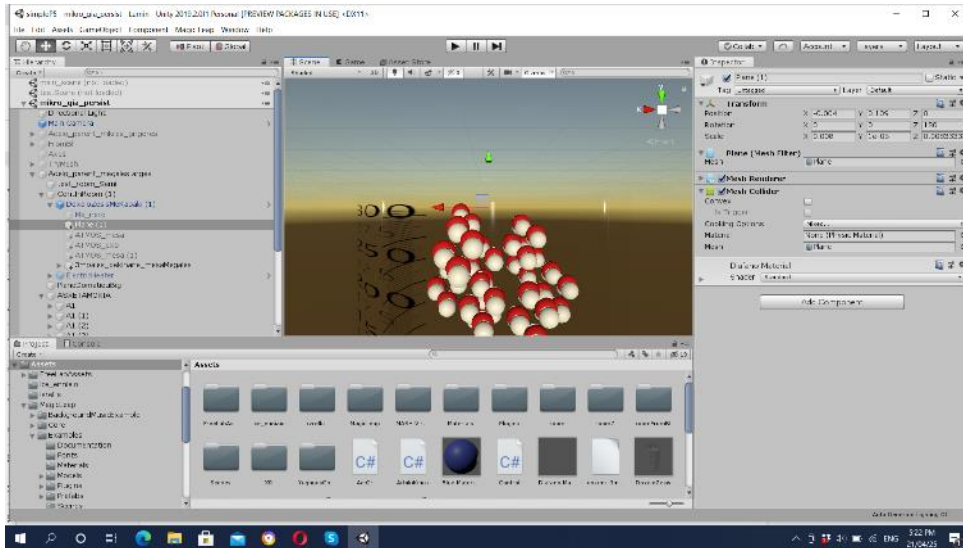
- συνετέλεσαν στην κατανόηση του σχετικού πλαισίου
- προσδιόρισαν επακριβώς τις απαιτήσεις για τις δύο εφαρμογές
- οδήγησαν μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης σε βελτιώσεις και στην παραγωγή των τελικών σχεδιαστικών λύσεων.

4.3 Εργαλεία Ανάπτυξης

Όλες οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στην παρούσα εργασία δημιουργήθηκαν σε υπολογιστή Dell Inspiron 7580 με επεξεργαστή Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz, 16GB μνήμη RAM, δίσκο 512GB SSD και λειτουργικό Windows 10 Pro 64-bit. Οι κυριότερες τεχνολογικές λύσεις που χρησιμοποιήθηκαν περιγράφονται συνοπτικά στις επόμενες ενότητες.

4.3.1 Μηχανή ανάπτυξης Unity

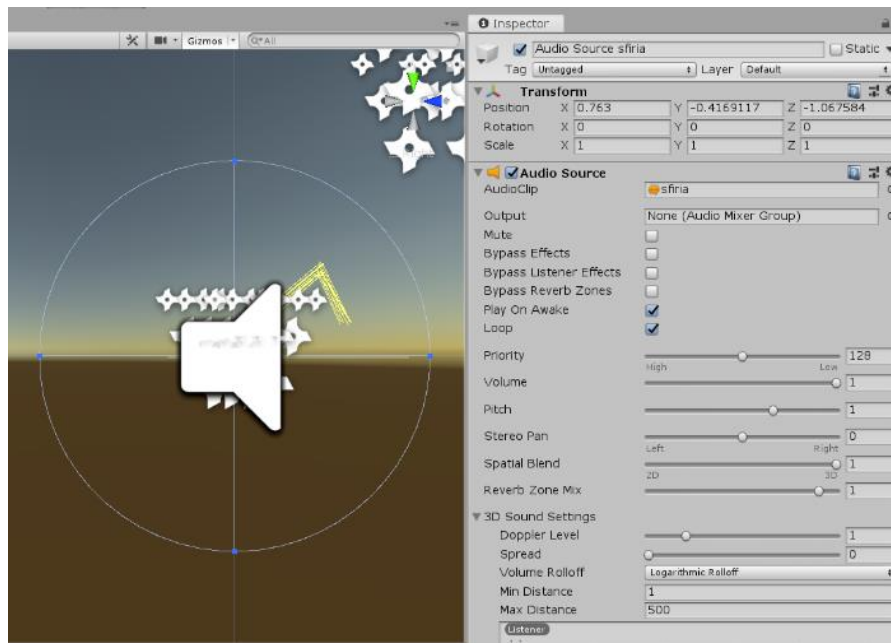
Το Unity [193] είναι μια μηχανή ανάπτυξης παιχνιδιών (game engine) που εμφανίστηκε το 2005 για το λειτουργικό σύστημα Mac OS X. Πλέον χρησιμοποιείται για δημιουργία δισδιάστατων (2D) και τρισδιάστατων (3D) εφαρμογών, όπως παιχνίδια, κινούμενα σχέδια και κινηματογραφικές ταινίες, στην αυτοκινητοβιομηχανία, τις μεταφορές, την αρχιτεκτονική και τον κατασκευαστικό τομέα σε περισσότερες από 25 διαφορετικές πλατφόρμες. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε κατά κύριο λόγο η έκδοση 2019.2.0f1 (Σχήμα 4.4).



Σχήμα 4.4: Η μηχανή Unity

Δύο χαρακτηριστικά του Unity είναι το Asset Store και η Physics Engine. Το Asset Store είναι μια τεράστια συλλογή δωρεάν και επί πληρωμή πόρων που διατίθενται είτε από την ίδια την εταιρεία είτε από την κοινότητα χρηστών και περιέχει μεγάλη ποικιλία στοιχείων, όπως υφές, μοντέλα, κινούμενα σχέδια, ολόκληρα παραδείγματα έργων και εκπαιδευτικά σεμινάρια. Η Physics Engine επιτρέπει στα αντικείμενα να ανταποκρίνονται όπως στον φυσικό κόσμο. Προσομοιώνει φυσικά μεγέθη όπως η βαρύτητα, η τριβή, η ταχύτητα, η επιτάχυνση και φυσικά φαινόμενα όπως οι κρούσεις. Επιπλέον, επιτρέπει σε ένα ευρύ φάσμα αντικειμένων με διάφορες φυσικές ιδιότητες να αλληλεπιδρούν δυναμικά με άλλα αντικείμενα.

Στην πλειοψηφία των εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας γίνεται χρήση οπτικών ψηφιακών στοιχείων. Το Unity όμως, δίνει επίσης τη δυνατότητα παρουσίασης ήχων σαν να προέρχονται από καθορισμένες θέσεις στον τρισδιάστατο χώρο γύρω από τον ακροατή. Το χαρακτηριστικό αυτό χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη της ενσυναίσθησης ώστε να συνδέει τους ήχους με τα φυσικά αντικείμενα που προκαλούν τα ηχητικά ερεθίσματα. Για παράδειγμα για το ηχητικό εφέ των σφυριών χρησιμοποιήθηκε το GameObject Audio Source «sfiria» που αναπαράγει το αντίστοιχο ακουστικό απόσπασμα (AudioClip) όταν ενεργοποιηθεί (Σχήμα 4.5).



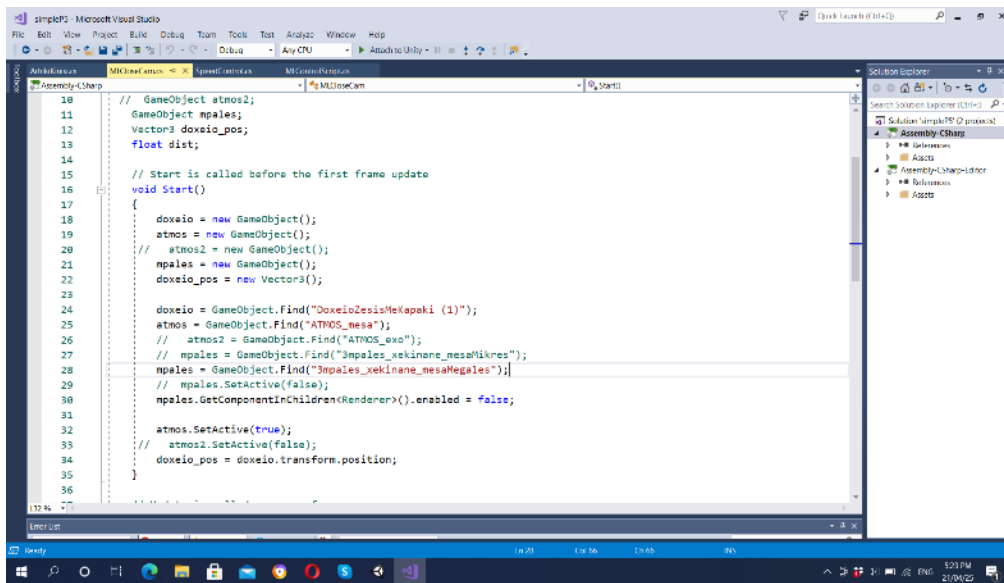
Σχήμα 4.5: Παράδειγμα 3D ήχου στο Unity

4.3.2 Η γλώσσα προγραμματισμού C#

Η C# [194] είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού η οποία έχει αναπτυχθεί και υποστηρίζεται από την εταιρία Microsoft. Η γλώσσα C# είναι:

- γενικού σκοπού και χρησιμοποιείται για ποικιλία εφαρμογών για μεμονωμένα συστήματα, τον παγκόσμιο ιστό, ή/και φορητές συσκευές
- υψηλού επιπέδου
- μοιάζει με την Java και την C++.

Για να δημιουργηθούν οι εφαρμογές που αναπτύχθηκαν στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το Visual Studio Community 2017 στην έκδοση 15.9.31 (Σχήμα 4.6).

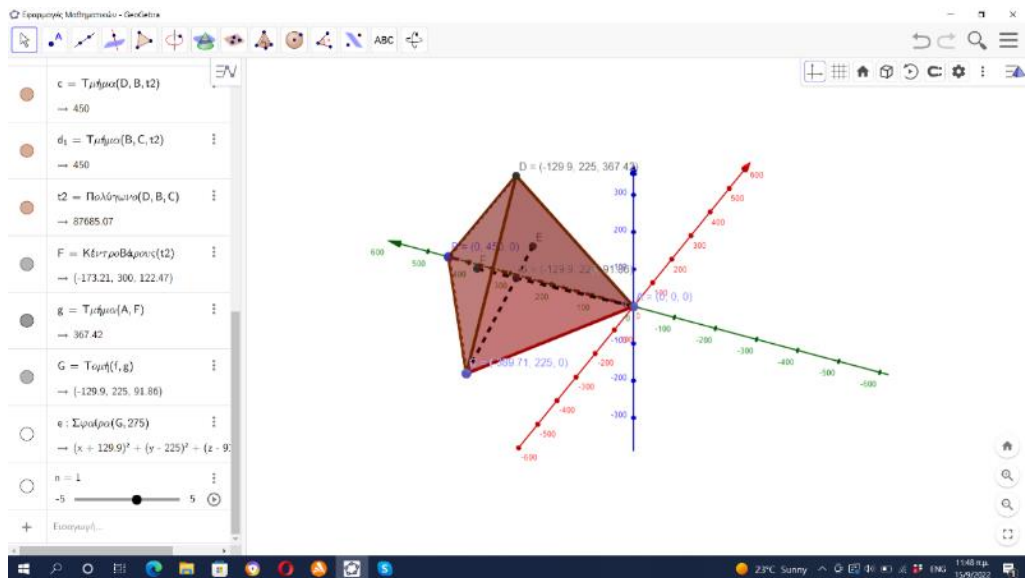


Σχήμα 4.6: Η γλώσσα C# στο IDE Visual Studio

4.3.3 Λογισμικό ανάπτυξης GeoGebra

Το GeoGebra είναι μια σουίτα αλληλεπιδραστικών εφαρμογών που αξιοποιούν αλγεβρικά και γεωμετρικά στοιχεία για εκπαιδευτικούς κυρίως λόγους. Οι περισσότερες εφαρμογές είναι δωρεάν διαθέσιμες και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη διδασκαλία των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών. Το GeoGebra δημιουργήθηκε αρχικά από τον Markus Hohenwarter στο πανεπιστήμιο του Salzburg.

Στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν οι δυνατότητες που δίνει για τον υπολογισμό συντεταγμένων στον τρισδιάστατο χώρο. Αυτό απαιτήθηκε κατά την απεικόνιση της στερεάς κατάστασης του νερού στην οποία τα γειτονικά μόρια καταλαμβάνουν τις κορυφές και το γεωμετρικό κέντρο ενός κανονικού τετραέδρου (τριγωνική πυραμίδα) (Σχήμα 4.7).



Σχήμα 4.7: Το GeoGebra στην έκδοση 6.0.620

Με τη χρήση του GeoGebra υπολογίστηκε ότι αν το «κεντρικό» μόριο έχει συντεταγμένες G (-130,225,92) και με την παραδοχή πως τα άτομα του οξυγόνου απέχουν μεταξύ τους 275pm τότε οι γείτονές του, στις κορυφές του τετραέδρου, θα έχουν συντεταγμένες:

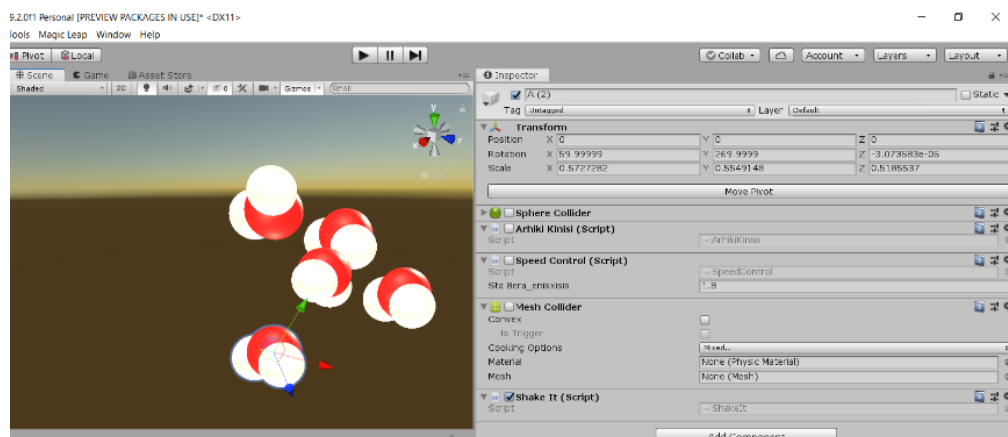
A(0,0,0)

B(0,450,0)

C(-390,225,0) και

D (-130,225,367).

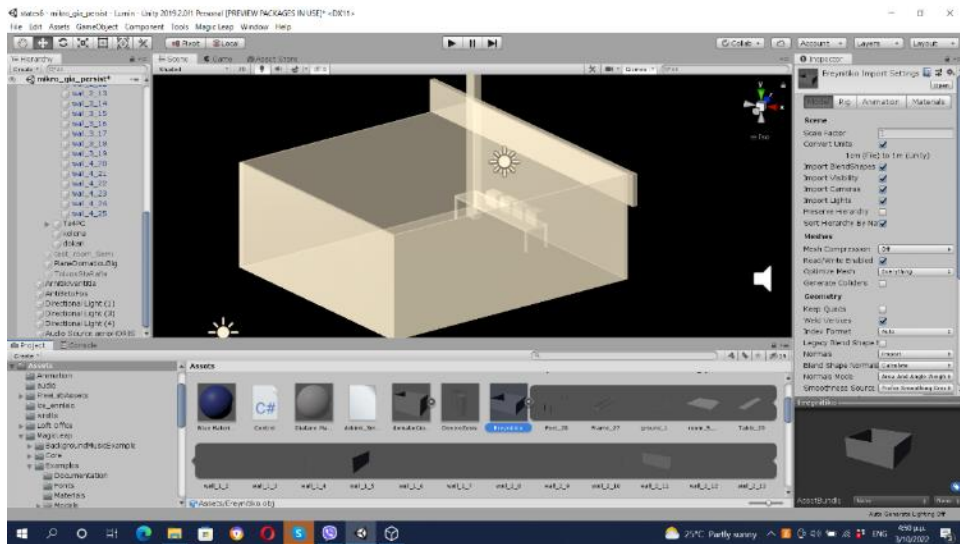
Με αυτές τις τιμές δημιουργήθηκε στο Unity το αντίστοιχο τετραέδρου (Σχήμα 4.8).



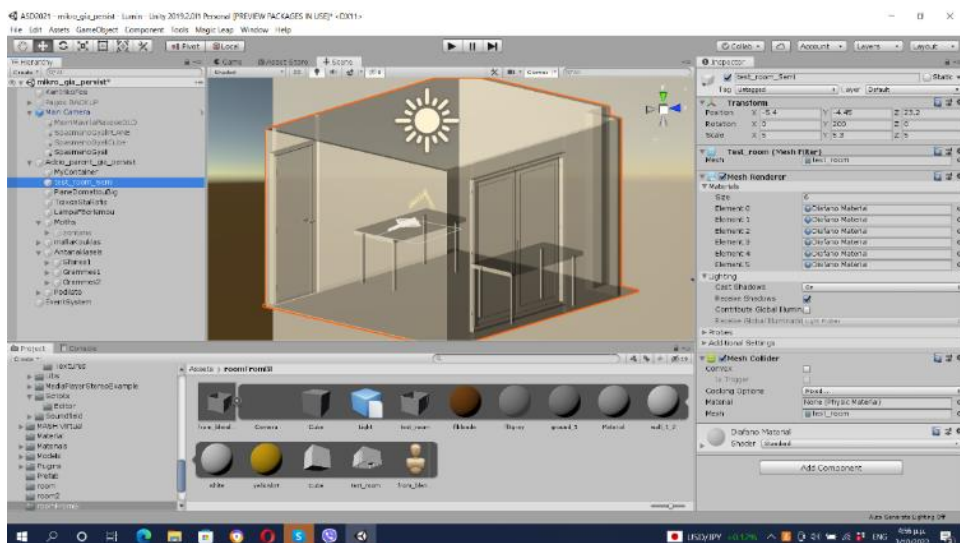
Σχήμα 4.8: Το τετραέδρου του πάγου στο Unity

4.3.4 Λογισμικό Sweet Home 3D

Το Sweet Home 3D [195] είναι λογισμικό για τρισδιάστατη αναπαράσταση εσωτερικών χώρων που χρησιμοποιείται κυρίως από διακοσμητές και αρχιτέκτονες. Διατίθεται δωρεάν και στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ώστε να δημιουργηθούν τα δύο εικονικά δωμάτια των χώρων όπου έγιναν οι μελέτες, του Εκπαιδευτικού Εργαστηρίου και της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής (Σχήματα 4.9 και 4.10).



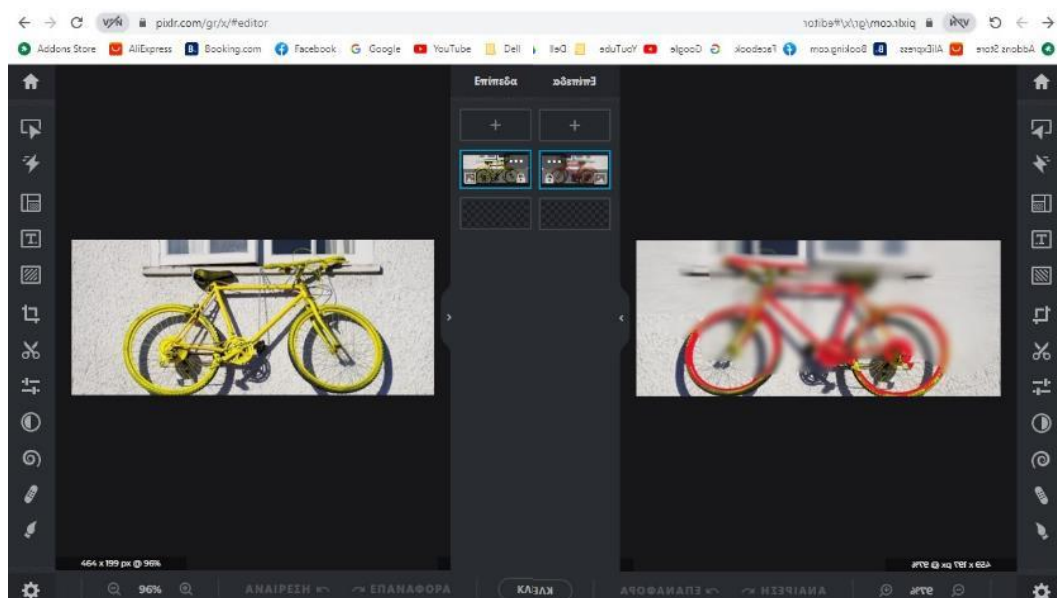
Σχήμα 4.9: Τμήμα του Εκπαιδευτικού Εργαστηρίου στο Unity



Σχήμα 4.10: Η Μονάδα Τεχνολογιών Αγωγής στο Unity

4.3.5 Λογισμικό επεξεργασίας εικόνας Pixlr

Το Pixlr⁸ είναι ένα σύνολο δωρεάν εργαλείων που βασίζεται σε τεχνολογίες νέφους (cloud-based), για επεξεργασία και κοινή χρήση φωτογραφιών. Χρησιμοποιήθηκε, λόγω των φίλτρων που διαθέτει για την επεξεργασία εικόνων στη μελέτη της ενσυναίσθησης (Σχήμα 4.11).



Σχήμα 4.11: Η εικόνα του κίτρινου ποδηλάτου στο Pixlr χωρίς και με ενεργοποιημένα φίλτρα

4.3.6 Σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας Magic Leap One

Το σύστημα ή γυαλιά ΕΠ Magic Leap One[196] είναι μια φορητή, ελαφριά συσκευή (Σχήμα 4.12). Επιλέχθηκε για την παρούσα μελέτη επειδή αποτελεί ανεξάρτητη υπολογιστική συσκευή που επιτρέπει την άμεση θέαση του πραγματικού κόσμου κατά την προβολή των πρόσθετων ψηφιακών αντικειμένων, λόγω των ημιπερατών φακών της. Έτσι ο χρήστης κινείται ελεύθερα στον χώρο και μπορεί να παρατηρεί τα προβαλλόμενα αντικείμενα χωρίς περιορισμούς. Η συσκευή παρέχει επιπλέον ευρύτερο οπτικό πεδίο (FOV: Field Of View) από αντίστοιχες συσκευές. Το χαρακτηριστικό που την καθιστά όμως περισσότερο ελκυστική είναι η επίγνωση του χώρου στον οποίο βρίσκεται καθώς αξιοποιεί αποτελεσματικά ένα σύνολο από αισθητήρες και κάμερες για την αναγνώριση του χώρου.

⁸ <https://pixlr.com/gr/e/>

. Η συσκευή διαθέτει:

- κεντρικό επεξεργαστή με έξι 64-bit πυρήνες
- μονάδα γραφικών NVIDIA Pascal με 256 πυρήνες Cuda
- 128GB δίσκο SSD
- μνήμη RAM 8 GB
- χειριστήριο με 6 βαθμούς ελευθερίας (6 DoF) με ψηφιακή και αναλογική είσοδο
- αδρανειακούς αισθητήρες θέσης και προσανατολισμού
- δυνατότητα προβολής με πεδίο θέασης 50⁰, ανάλυση 1.3Μpixel σε κάθε μάτι, ρυθμό ανανέωσης 120Hz και 16.8 εκατομμύρια χρώματα
- δύο ενσωματωμένα στερεοφωνικά ηχεία, ένα σε κάθε πλευρά της συσκευής, ακριβώς πάνω από το αυτί.

Οι δύο συσκευές ΕΠ, που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αυτή, παραχωρήθηκαν στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση από την κατασκευάστρια εταιρεία.



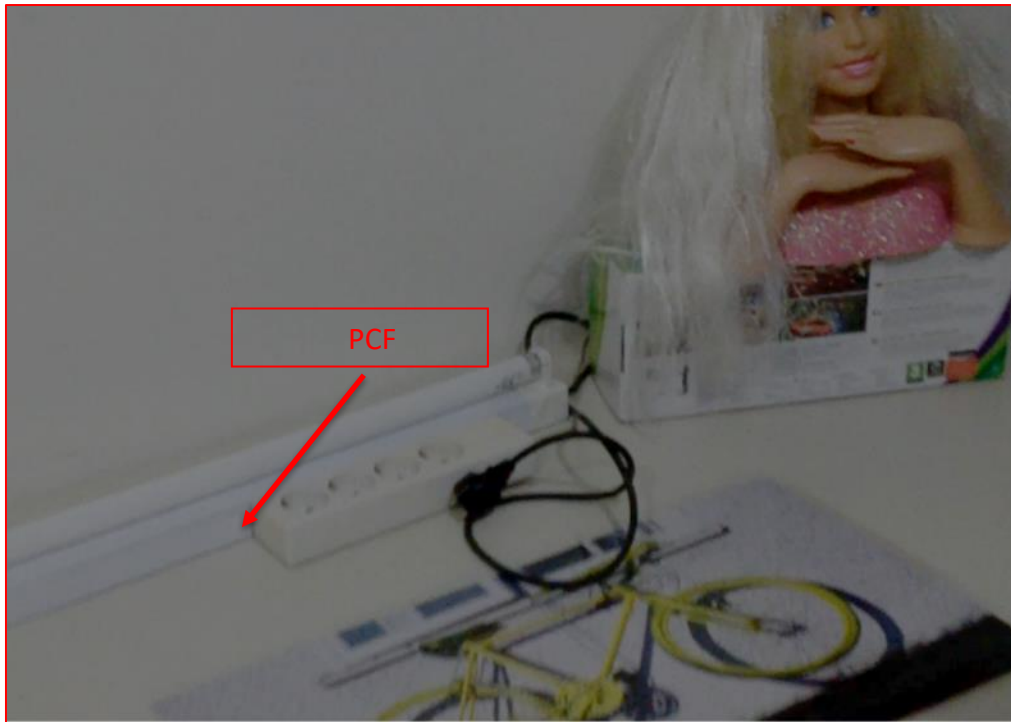
Σχήμα 4.12: Το σύστημα Magic Leap One

Μία σημαντική καινοτομία που εισάγει η συσκευή Magic Leap (ML) One είναι η δυνατότητα που δίνει προγραμματιστικά να τοποθετούνται ψηφιακά αντικείμενα σε σταθερά και προκαθορισμένα σημεία στο φυσικό κόσμο ακόμα και αν μεσολαβήσει επανεκκίνηση της εφαρμογής ή ακόμα και της ίδιας της συσκευής (Content Persistence). Η

τοποθέτηση αυτή αφορά τόσο τις συντεταγμένες του ψηφιακού αντικειμένου όσο και τον προσανατολισμό του σε σχέση πάντα με τον φυσικό κόσμο.

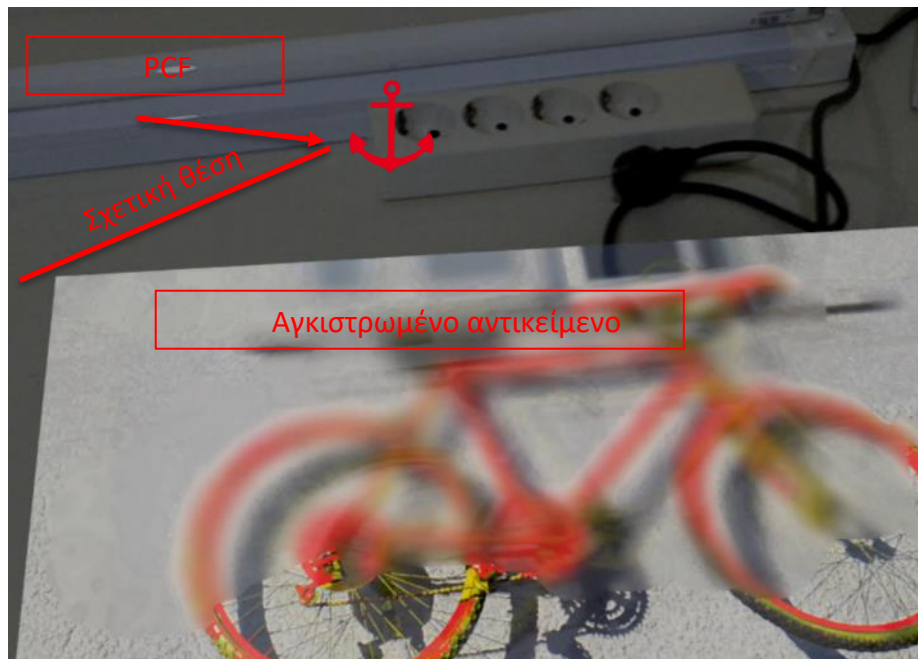
Η συσκευή ML επαναρχικοποιεί την αρχή των αξόνων σε κάθε εκκίνησή της. Ορίζει ως σημείο (0,0,0) το σημείο ακριβώς στο οποίο γίνεται η εκκίνηση. Αυτό καθιστά σχετικά απλή την τοποθέτηση αντικειμένων σε θέσεις σχετικές ως προς την αρχική θέση του χρήστη, δυσκολεύει όμως πολύ την ανάπτυξη εφαρμογών που απαιτούν, όπως αυτές της παρούσας εργασίας, την εμφάνιση αντικειμένων σε σταθερές θέσεις ως προς το φυσικό χώρο.

Η σταθερότητα των ψηφιακών αντικειμένων καθίσταται δυνατή χάρη στα σταθερά πλαίσια συντεταγμένων (Persistent Coordinate Frames - PCF). Τα PCF δρουν σαν άγκυρες στον φυσικό χώρο και αποκαθίστανται αυτόματα στη σωστή θέση κάθε φορά που η συσκευή αναγνωρίζει ότι βρίσκεται σε χώρο που έχει ήδη χαρτογραφηθεί. Οποιοδήποτε ψηφιακό αντικείμενο μπορεί να προσκολληθεί σε μια τέτοια άγκυρα εξασφαλίζοντας ότι και το ίδιο το ψηφιακό αντικείμενο θα εμφανίζεται σε σταθερή θέση και με σταθερό προσανατολισμό. Για παράδειγμα στο χώρο της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση όπου έγινε η ανάπτυξη των εφαρμογών αλλά και το μεγαλύτερο μέρος της εμπειρικής έρευνας έστω ότι το PCF βρίσκεται στη γωνία του πολύμπριζου (Σχήμα 4.13).



Σχήμα 4.13: Ένα PCF στο χώρο της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής

Οι συντεταγμένες του PCF για τη συσκευή αλλάζουν μετά από κάθε επανεκκίνηση της, αφού είναι σχετικές ως προς την αρχή των αξόνων που ορίζει κάθε φορά η συσκευή, αλλά παραμένουν σταθερές στον φυσικό χώρο. Έτσι, στο παράδειγμα μπορεί να προστεθεί σε σταθερή θέση η εικόνα του ψηφιακού-αλλοιωμένου ποδηλάτου που έχει αγκιστρωθεί στο PCF εφόσον η εφαρμογή μας υπολογίζει τη σχετική θέση και τον προσανατολισμό του ψηφιακού αντικειμένου ως προς αυτό το PCF (Σχήμα 4.14).



Σχήμα 4.14: Ένα ψηφιακό αντικείμενο σε σταθερή θέση/προσανατολισμό

4.4 Εργαλεία Μετρήσεων

Κατά την εμπειρική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τρία ευρέως διαδεδομένα ερωτηματολόγια:

1. για τη μέτρηση της χωρικής παρουσίας το Temple Presence Inventory / Spatial Presence (TPI/SP)
2. για τη μέτρηση της αποδοχής μια παραλλαγή του Technology Acceptance Model (TAM) και
3. για τη μέτρηση συμπτωμάτων αδιαθεσίας το Simulator Sickness Questionnaire (SSQ).

Εκτός των παραπάνω ερωτηματολογίων ζητήθηκαν από τους συμμετέχοντες και δημογραφικά στοιχεία όπως το φύλο, η ηλικία και ο βαθμός εξοικείωσης με τις σχετικές ψηφιακές τεχνολογίες ([Παράρτημα Α](#)). Επίσης τους ζητήθηκε να αξιολογήσουν γενικά την εμπειρία τους αλλά και να καταγράψουν (με ελεύθερο κείμενο) τα θετικά και τα αρνητικά της ([Παράρτημα Β](#)).

Όλα τα ερωτηματολόγια διαμοιράστηκαν με χρήση της εφαρμογής Google Forms μετά την ολοκλήρωση της εκάστοτε πειραματικής διαδικασίας. Χρησιμοποιήθηκαν δύο

φορητοί υπολογιστές με πρόσβαση στις αντίστοιχες φόρμες ενώ η στατιστική ανάλυση έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS. Τα τρία αυτά εργαλεία καθώς και οι μικρές αλλαγές που απαιτήθηκαν κατά την παρούσα μελέτη παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

4.4.1 Temple Presence Inventory / Spatial Presence

Η χωρική παρουσία μπορεί να οριστεί αναφορικά με την ΕΠ ως «ο βαθμός στον οποίο τα εικονικά αντικείμενα βιώνονται ως πραγματικά αντικείμενα (ενσωματωμένα) στο φυσικό περιβάλλον (του χρήστη)» [197]. Η μέτρηση της χωρικής παρουσίας βασίστηκε στο Temple Presence Inventory (TPI). Το ερωτηματολόγιο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως για την μέτρηση της παρουσίας σε εικονικά περιβάλλοντα [198],[199]. Η πλήρης έκδοση του αποτελείται από 42 ερωτήσεις και είναι διαθέσιμο δωρεάν online⁹. Όσον αφορά τη χωρική παρουσία (Spatial Presence) στο TPI χρησιμοποιούνται 7 ερωτήσεις (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1: Οι ερωτήσεις του TPI/SP

Ερώτηση	Κλίμακα
How much did it seem as if the objects and people you saw/heard had come to the place you were?	(Not at all - Very much [7 points])
How much did it seem as if you could reach out and touch the objects or people you saw/heard?	(Not at all - Very much [7 points])
How often when an object seemed to be headed toward you did you want to move to get out of its way?	(Never - Always [7 points])
To what extent did you experience a sense of being there inside the environment you saw/heard?	(Not at all - Very much [7 points])
To what extent did it seem that sounds came from specific different locations?	(Not at all - Very much [7 points])
How often did you want to or try to touch something you saw/heard?	(Never - Always [7 points])

⁹ Στη διεύθυνση http://matthewlombard.com/research/p2_ab.html

Did the experience seem more like looking at the events/people on a movie screen or more like looking at the events/people through a window?	(Like a movie screen - Like a window [7 points])
--	--

Οι ερωτήσεις αυτές μεταφράστηκαν στα ελληνικά ενώ έγιναν και οι παρακάτω αλλαγές:

- Ο όρος object αποδόθηκε ως εικονικό αντικείμενο στην περίπτωση της μελέτης της ενσυναίσθησης ενώ χρησιμοποιήθηκε ο όρος εικονικό μόριο στην περίπτωση της μελέτης της δομής της ύλης.
- Η 5^η ερώτηση δεν χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της δομής της ύλης καθώς δεν υπήρχαν καθόλου ήχοι.

Το ερωτηματολόγιο όπως παρουσιάστηκε στους συμμετέχοντες παρατίθεται στο [Παράρτημα Γ](#).

4.4.2 Technology Acceptance Model

Για τη μέτρηση της αποδοχής της συγκεκριμένης τεχνολογίας χρησιμοποιήθηκε η παραλλαγή του Technology Acceptance Model (TAM) που δημιουργήθηκε από τους Mao, Sun και Chen [200], οι οποίοι το προσάρμοσαν ώστε να είναι κατάλληλο για εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας. Στην εργασία τους η παραλλαγή του TAM υλοποιήθηκε για την αξιολόγηση της αποδοχής της ΕΠ σε ένα σύστημα εκπαίδευσης στη λήψη αποφάσεων για στρατιωτικούς σκοπούς (Military Decision Making Process Training System). Χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία καθώς είναι το μοναδικό εργαλείο που εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση της αποδοχής της ΕΠ στο χώρο της εκπαίδευσης. Το ερωτηματολόγιο που δημιούργησαν αξιολογεί επεκτείνοντας το αρχικό TAM:

- το στυλ διεπαφής (Interface Style-IS)
- την αντιληπτή χρησιμότητα (Perceived Usefulness-PU)
- την αντιληπτή ευκολία χρήσης (Perceived Ease of Use-PEU)
- την αντιληπτή επίγνωση της κατάστασης (Perceived Situation Awareness-PSA)

- τη στάση απέναντι στη χρήση (Attitude Toward Using-ATU)
- την πρόθεση χρήσης (Intention to Use-ITU).

Για να ανταποκρίνεται το ερωτηματολόγιο στις ανάγκες της παρούσας μελέτης μεταφράστηκε στα ελληνικά και προσαρμόστηκε κατάλληλα για τις δύο εφαρμογές που αξιολογήθηκαν:

- Προστέθηκαν αρχικά ερωτήσεις αναφορικά με την εκάστοτε εφαρμογή
- Όσον αφορά το στυλ διεπαφής (IS) αντικαταστάθηκε η ερώτηση για την ευκολία χειρισμού των εικονικών αντικειμένων με ερώτηση για την πειστικότητα της αναπαράστασης
- Ο όρος εικονικά αντικείμενα αποδόθηκε στην μελέτη της δομής της ύλης ως εικονικά μόρια και στη μελέτη της ενσυναίσθησης ως ψηφιακά ερεθίσματα

Έτσι οι ερωτήσεις του TAM αποδόθηκαν όπως φαίνονται στον Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Οι ερωτήσεις του τροποποιημένου TAM

	Μελέτη Δομής της Ύλης	Διερεύνηση Ενσυναίσθησης
Πρόσθετες Ερωτήσεις	Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον βοήθησε στην κατανόηση της δομής της ύλης;	Σε βοήθησε η εμπειρία με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας να αλλάξεις τις αντιλήψεις σου για το πώς τα αυτιστικά άτομα αντιλαμβάνονται ή αισθάνονται οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα;
	Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον προκάλεσε σύγχυση όσον αφορά στη δομή της ύλης;	Σου φάνηκε με την εμπειρία σου ότι «μπήκες στη θέση» ενός αυτιστικού ατόμου;

	<p>Η αναπαράσταση των μορίων ταιριάζει με τον τρόπο που διδάσκεται σε παιδιά 9-12 ετών;</p>	
	<p>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον πάγο είναι επιστημονικά σωστή;</p>	
	<p>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στο υγρό νερό είναι επιστημονικά σωστή;</p>	
	<p>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον υδρατμό είναι επιστημονικά σωστή;</p>	
<p>Στυλ διεπαφής (Interface Style-IS)</p>	<p>Η αναπαράσταση των μορίων είναι πειστική.</p>	<p>Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο.</p>
	<p>Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα.</p>	<p>Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ είναι καλή ιδέα.</p>
	<p>Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης;</p>	<p>Τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ.</p>

Αντιληπτή χρησιμότητα Perceived usefulness (PU)	Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποιήσα βελτιώνει τη μάθηση.	Η χρήση των γυαλιών αυτών βελτιώνει την ενσυναίσθηση για παιδιά με ΔΑΦ.
	Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος.	Η αξιοποίηση των γυαλιών που φόρεσα ενισχύει την κατανόηση της κατάστασης παιδιών με ΔΑΦ.
	Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση.	Τα γυαλιά που φόρεσα συνεισφέρουν στη γνώση.
Αντιληπτή ευκολία χρήσης Perceived ease of use (PEU)	Τα γυαλιά που χρησιμοποιήσα είναι εύκολα στη χρήση τους.	
	Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποιήσα δεν αποτελεί πρόβλημα.	
	Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποιήσα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.	
Αντιληπτή επίγνωση της κατάστασης Perceived situation awareness (PSA)	Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου.	Είναι εύκολο να πάρω σημαντικές πληροφορίες από αυτό το πείραμα για την κατάσταση που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.
	Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποιήσα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό.	Μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανοώ το πραγματικό περιβάλλον και την κατάσταση που περιγράφεται.
	Τα γυαλιά που χρησιμοποιήσα με βοηθούν	Η εφαρμογή που χρησιμοποιήσα με βοηθά

	να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον.	να βελτιώσω τον τρόπο που προσεγγίζω τα παιδιά με ΔΑΦ.
Στάση απέναντι στη χρήση Attitude toward using (ATU)	Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.	
	Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.	
	Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην τάξη.	Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδρασή μου με παιδιά με ΔΑΦ.
Πρόθεση χρήσης Intention to use (ITU)	Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον.	
	Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.	
	Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση	

Το ερωτηματολόγιο όπως παρουσιάστηκε στους συμμετέχοντες παρατίθεται στο [Παράρτημα Δ](#).

4.4.3 Simulator Sickness Questionnaire

Όσον αφορά τη μέτρηση πιθανών συμπτωμάτων της νόσου προσομοίωσης το Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) αξιολογεί:

1. την αίσθηση ναυτίας (nausea)
2. την οφθαλμοκινητική διαταραχή (oculomotor disturbance) και
3. τον αποπροσανατολισμό (disorientation).

Το εργαλείο SSQ προήλθε από την ανάγκη για αξιολόγηση των συμπτωμάτων ναυτίας σε προσομοιωτές πτήσης [201] και χρησιμοποιείται ευρέως σε σχετικές με την Εικονική και την Επαυξημένη Πραγματικότητα έρευνες.

Οι 16 ερωτήσεις του SSQ αναλυτικότερα εξετάζουν:

- την γενική ενόχληση (General discomfort)
- την κόπωση (Fatigue)
- τον πονοκέφαλο (Headache)
- την καταπόνηση των ματιών (Eye strain)
- τη δυσκολία εστίασης (Difficulty focusing)
- την αυξημένη σιελόρροια (Increased salivation)
- την εφίδρωση (Sweating)
- τη ναυτία (Nausea)
- τη δυσκολία συγκέντρωσης (Difficulty concentrating)
- την πληρότητα κεφαλιού (Fullness of head)
- τη θολή όραση (Blurred vision)
- τη ζάλη με ανοιχτά μάτια (Dizzy - eyes open)
- τη ζάλη με κλειστά μάτια (Dizzy - eyes closed)
- τον ίλιγγο (Vertigo)
- τη στομαχική ενόχληση (Stomach awareness)
- την ερυγή/ρέψιμο (Burping)

Σύμφωνα με τους δημιουργούς του ερωτηματολογίου οι τρεις συστάδες (clusters) συμπτωμάτων όπως και η συνολική αξιολόγηση της αδιαθεσίας βαθμολογούνται όπως στο Σχήμα 4.15.

The calculations in the Simulator Sickness Questionnaire

None = 0
 Slight = 1
 Moderate = 2
 Severe = 3

Symptoms	Weights for Symptoms		
	Nausea	Oculomotor	Disorientation
General discomfort	1	1	
Fatigue		1	
Headache		1	
Eye strain		1	
Difficulty focusing		1	1
Increased salivation	1		
Sweating	1		
Nausea	1		1
Difficulty concentrating	1	1	
Fullness of head			1
Blurred vision		1	1
Dizzy (eyes open)			1
Dizzy (eyes closed)			1
Vertigo			1
Stomach awareness	1		
Burping	1		
Total*	[1]	[2]	[3]

Score

$$\text{Nausea} = [1] \times 9.54$$

$$\text{Oculomotor} = [2] \times 7.58$$

$$\text{Disorientation} = [3] \times 13.92$$

$$\text{Total Score} = ([1] + [2] + [3]) \times 3.74$$

* Total is the sum obtained by adding the symptoms scores. Omitted scores are zero

Σχήμα 4.15 Βαθμολόγηση του SSQ

Το ερωτηματολόγιο αφού μεταφράστηκε στα ελληνικά δόθηκε στους συμμετέχοντες μέσω της εφαρμογής Google Forms και παρατίθεται στο [Παράρτημα Ε](#).

Κεφάλαιο 5^ο: Οι πιλοτικές μελέτες

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στην παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν οι επαναληπτικές διαδικασίες που απαιτούνται τόσο από τον Συμμετοχικό Σχεδιασμό όσο και από την Βασισμένη Στο Σχεδιασμό Έρευνα. Η πρόοδος της εργασίας, η αξιολόγησή της και ο επανασχεδιασμός της υπήρξε το αντικείμενο τακτικών συναντήσεων της ερευνητικής ομάδας του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση καθ' όλο το διάστημα εκπόνησής της.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά οι δύο πιλοτικές μελέτες. Κοινοί στόχοι και των δύο μελετών ήταν:

- Αξιολόγηση της δραστηριότητας ως προς τη δυσκολία της, την καταλληλότητα του χώρου και τη διαδικασία διεξαγωγής
- Αρχική εκτίμηση της αίσθησης παρουσίας, της αποδοχής και της νόσου προσομοίωσης
- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων που παρέχουν τα διαθέσιμα τεχνολογικά εργαλεία
- Απόκτηση εμπειρίας τόσο σε τεχνικό όσο και εκπαιδευτικό επίπεδο.

Ειδικά για τη μελέτη της δομής της ύλης επιπλέον στόχοι ήταν:

- Επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας για την υλοποίηση της αντίστοιχης κύριας μελέτης
- Επιλογή της μορφής των αναπαριστώμενων αντικειμένων ως προς το χρώμα, το μέγεθος και την ταχύτητα κίνησης.

Ενώ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης επιπλέον στόχοι ήταν:

- Αξιολόγηση των δυνατοτήτων της τεχνολογίας για την αλλαγή των αντιλήψεων των συμμετεχόντων αναφορικά με τη ΔΑΦ
- Αρχική εκτίμηση του κατά πόσο η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία μπορεί να βάλει το συμμετέχοντα στη θέση ενός παιδιού με ΔΑΦ.

5.1 Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και Νοητική Αναπηρία

Η πιλοτική μελέτη της Μελέτης της Δομής της Ύλης αφορούσε την αναπαράσταση των μορίων του νερού στην αέρια κατάσταση. Η μελέτη έλαβε χώρα κατά τη διάρκεια της πανδημίας του COVID-19 και για αυτό ελήφθησαν όλα τα απαραίτητα μέτρα προστασίας¹⁰. Ο εξοπλισμός, οι βασικές παραδοχές για τη μορφή και τη συμπεριφορά των μορίων του νερού και η σχετική διαδικασία παρέμειναν κατά βάση ίδιες και στην κύρια μελέτη για αυτό και παρουσιάζονται αναλυτικά στα αντίστοιχα επόμενα κεφάλαια.

Στην πιλοτική μελέτη συμμετείχαν ειδικοί που προέρχονται από τα ερευνητικά πεδία της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (n=3), των Τεχνολογιών Μάθησης (n=3) και της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (n=4), προκειμένου να αποκτηθεί μια ολιστική άποψη για το σχεδιασμό της υποστήριξης της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών για όλους τους μαθητές. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν μέλη του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ή ερευνητικοί συνεργάτες του Τμήματος. Επιπλέον, ένας δεκαοκτάχρονος μαθητής με ήπια Νοητική Αναπηρία, που φοιτούσε σε ειδικό γυμνάσιο, συμμετείχε στην έρευνα. Στην περίπτωση του μαθητή, η διαδικασία ήταν η ίδια, ωστόσο αξιοποιήθηκαν συμπληρωματικές τεχνικές καθοδήγησης και ανάλυσης έργου για την περιγραφή του φαινομένου.

Για τις ανάγκες της πιλοτικής μελέτης δημιουργήθηκαν τέσσερις εκδοχές της εφαρμογής. Αναπτύχθηκαν και δοκιμάστηκαν δύο εκδόσεις, μία μονόχρωμη και μία έγχρωμη όσον αφορά στις ψηφιακές αναπαραστάσεις, για σύστημα Εικονικής Πραγματικότητας Oculus (Σχήμα 5.1) και για σύστημα Επαυξημένης Πραγματικότητας Magic Leap (Σχήμα 5.2).

¹⁰ Οι ερευνητές και οι συμμετέχοντες φορούσαν συνεχώς μάσκες και χρησιμοποιούσαν αντισηπτικό. Τα δωμάτια αερίζονταν κάθε μισή ώρα ανοίγοντας παράθυρα και πόρτες. Όλες οι συσκευές (HMD, συσκευή AR, χειριστήρια, πληκτρολόγια, ποντίκια) καλύπτονταν με διαφανές φιλμ που άλλαζε για κάθε συμμετέχοντα.



Σχήμα 5.1: Η μονόχρωμη έκδοση της εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας



Σχήμα 5.2: Η έγχρωμη έκδοση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας

Οι 11 συμμετέχοντες ερωτήθηκαν για τις προτιμήσεις τους αναφορικά με:

- Την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία (Εικονική ή Επαυξημένη Πραγματικότητα):
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο τεχνολογικές προσεγγίσεις προσφέρουν θετικές εμπειρίες και δυνατότητες στην Εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών για μαθητές με ΝΑ. Εννέα από τους συμμετέχοντες δήλωσαν την προτίμησή τους στην Επαυξημένη Πραγματικότητα και μόνο δύο ότι θα προτιμούσαν την Εικονική Πραγματικότητα.
- Την παρουσία ή μη χρώματος στις ψηφιακές αναπαραστάσεις:

Όλοι οι συμμετέχοντες συμφώνησαν ότι η μονόχρωμη έκδοση του μορίου του νερού ήταν κοντά στην επιστημονικά σωστή προσέγγιση. Παρόλα αυτά, θα προτιμούσαν την έγχρωμη έκδοση για εκπαιδευτική χρήση. Ο λόγος που επικαλέστηκαν ήταν ότι οι μαθητές θα πρέπει να αναγνωρίσουν και να διακρίνουν τα διαφορετικά άτομα και μόρια. Οι ειδικοί των Φυσικών Επιστημών επέλεξαν τους χρωματισμούς των ατόμων σε συμφωνία με το μονέλο Corey-Pauling-Koltun (C-P-K Models) [204].

- Το μέγεθος των αναπαραστούμενων μορίων:

Όλοι οι συμμετέχοντες έκριναν ικανοποιητικό το μέγεθος των μορίων. Μοναδική εξαίρεση ο μαθητής με ΝΑ που θα προτιμούσε τα μόρια να εμφανίζονται μεγαλύτερα.

- Την ταχύτητα κίνησης των αναπαραστούμενων μορίων:

Όλοι οι συμμετέχοντες έκριναν ικανοποιητική την ταχύτητα των μορίων. Μόνο ένας ειδικός στην Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες εξέφρασε την προτίμηση σε μικρότερες ταχύτητες.

- Το πλήθος των αναπαραστούμενων μορίων:

Όλοι, εκτός από δύο, οι συμμετέχοντες έκριναν ικανοποιητικό το πλήθος των μορίων. Οι δύο ειδικοί της Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες που διαφώνησαν θα ήθελαν να δουν περισσότερα μόρια του νερού.

Αντιπροσωπευτικά σχόλια των συμμετεχόντων παρατίθενται στο [Παράρτημα ΣΤ](#).

Μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά παρουσιάζονται ενδεικτικά παρακάτω:

- «Φαίνονται (τα εικονικά μόρια) να ανήκουν μέσα στο δωμάτιο. Ένωθα τις συγκρούσεις!» (Ειδικός στην ΕΑΕ)
- «Καταπληκτικό! Αισθάνομαι ότι περιβάλλομαι από αυτά (τα εικονικά μόρια)» (Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης)
- «Μου άρεσε που συγκρούστηκαν (τα εικονικά μόρια)» (ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες)

- «Ουάου! Νομίζεις ότι θα το πιάσεις! (το εικονικό μόριο)» (ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες)
- «Αλληλεπιδρούν (τα μόρια) με φυσικά αντικείμενα! Φοβερό!» (Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης).
- «Ήταν εντυπωσιακό να παρατηρώ την κίνηση των εικονικών μορίων μέσα στο πραγματικό δοχείο!» (Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης).

Πέρα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά που εξετάστηκαν, οι συμμετέχοντες συμμετείχαν και σε ημι-δομημένες συνεντεύξεις σε επίπεδο ομάδας. Οι σχετικές ερωτήσεις βασίστηκαν στα ερωτηματολόγια Temple Presence Inventory (TPI), Technology Acceptance Model (TAM) και Simulator Sickness Questionnaire (SSQ) τα οποία παρουσιάστηκαν σε προηγούμενη ενότητα ([Ενότητα 4.4](#)) και χρησιμοποιήθηκαν με μικρές μετατροπές και στην κύρια έρευνα.

Αναφορικά με την αίσθηση παρουσίας όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι ένιωθαν ότι βρίσκονταν στο ίδιο μέρος με τα εικονικά μόρια. Ένιωθαν επίσης σαν να μπορούσαν να απλώσουν τα χέρια τους και να τα αγγίξουν. Οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι βίωσαν το φαινόμενο σαν να βρίσκονται στον πραγματικό κόσμο όταν αλληλεπιδρούσαν στο επαυξημένο περιβάλλον. Αντίθετα, δήλωσαν ότι ήταν σαν να κοιτούσαν μέσα από οθόνες κατά την αλληλεπίδραση τους με το εικονικό περιβάλλον.

Αναφορικά με την αποδοχή οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι η αναπαράσταση των μορίων του νερού με το μοντέλο Space Filling ήταν πολύ πειστική. Όλοι ανέφεραν ότι τα εικονικά μόρια συμβάλλουν στην κατανόηση της δομής της ύλης. Επιπλέον, συμφώνησαν ότι τόσο τα γυαλιά VR όσο και τα γυαλιά AR ήταν εύχρηστα και τα θεώρησαν πολύ χρήσιμα στις διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης και θα ήθελαν να τα χρησιμοποιήσουν στο μέλλον για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

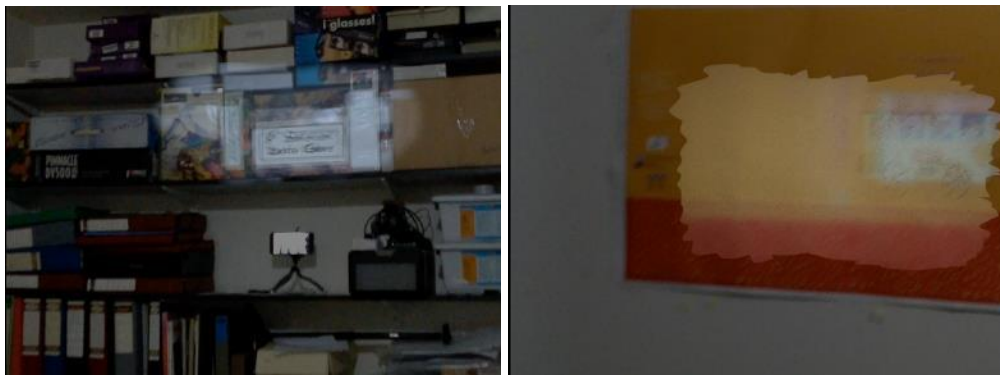
Όσον αφορά τη νόσο προσομοίωσης όλοι οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι η αίσθηση τους για όλες τις ομάδες συμπτωμάτων (ναυτία, οφθαλμοκινητική διαταραχή και αποπροσανατολισμός) ήταν πολύ χαμηλή και στα δύο περιβάλλοντα.

5.2 Προσομοίωση Αισθητηριακής Υπερφόρτωσης των παιδιών με ΔΑΦ

Η πιλοτική μελέτη της δεύτερης εφαρμογής αφορούσε τη χρήση ενός συστήματος Επαυξημένης Πραγματικότητας για την προσομοίωση της αισθητηριακής υπερφόρτωσης που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ. Συνολικά εβδομήντα (N=70) γονείς, ειδικοί παιδαγωγοί και φροντιστές παιδιών με ΔΑΦ συμμετείχαν στη μελέτη αυτή. Και σε αυτή την πιλοτική μελέτη ο εξοπλισμός, οι βασικές παραδοχές και η σχετική διαδικασία παρέμειναν ίδιες και στην αντίστοιχη κύρια μελέτη για αυτό και παρουσιάζονται αναλυτικά στα αντίστοιχα κεφάλαια.

Για την προσομοίωση της αισθητηριακής υπερφόρτωσης που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ ερωτήθηκαν δύο εκπαιδευτικοί ΕΑΕ που εργάζονται με παιδιά με ΔΑΦ καθώς και τρεις διδάσκοντες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με σχετικά γνωστικά αντικείμενα. Από τις απαντήσεις τους δημιουργήθηκαν οι αντίστοιχες οχτώ δραστηριότητες της εφαρμογής, έξι για την οπτική και δύο για την ακουστική υπερευαισθησία. Μία επιπλέον δραστηριότητα για την οπτική υπερευαισθησία που ζητήθηκε από τους ειδικούς δεν κατέστη δυνατόν να υλοποιηθεί λόγω τεχνικών περιορισμών της συσκευής που χρησιμοποιήθηκε.

Τα δύο πρώτα οπτικά ερεθίσματα αφορούσαν δύο εικόνες σε δύο διαφορετικούς τοίχους της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής, που ήταν παραμορφωμένες και θολές και έχαναν κάποια από τα αρχικά τους χαρακτηριστικά τους (Σχήμα 5.3).



Σχήμα 5.3: Οι αλλοιωμένες εικόνες μέσα από τα γυαλιά

Ένα τρίτο οπτικό ερέθισμα είχε να κάνει με μια αφίσα σε έναν τρίτο τοίχο που αναπαριστούσε ένα δέντρο, το οποίο άρχισε να χάνει τα φύλλα του τα οποία γέμιζαν το δωμάτιο (Σχήμα 5.4).



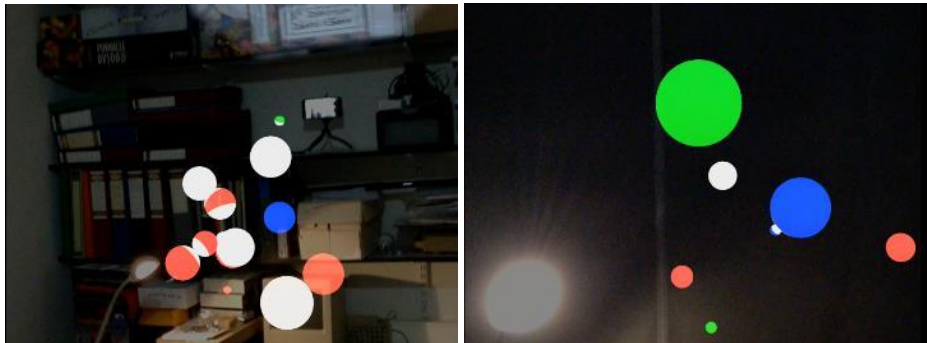
Σχήμα 5.4: Φύλλα που πέφτουν (μέσα απο τα γυαλιά)

Το πρώτο ακουστικό ερέθισμα είχε να κάνει με μια ηλεκτρική σκούπα, η οποία χρησιμοποιήθηκε από τον ερευνητή για να «καθαρίσει τα φύλλα που πέφτουν». Όταν η σκούπα έμπαινε σε λειτουργία, ο χρήστης άκουγε τον ήχο απογείωσης ενός αεροσκάφους (Σχήμα 5.5).



Σχήμα 5.5: Σκουπίζοντας

Τα δύο επόμενα οπτικά ερεθίσματα αφορούσαν δύο φωτιστικά γραφείου. Όταν άναβαν τα δύο επιτραπέζια φωτιστικά σε δύο διαφορετικά τραπέζια, εμφανίζονταν εικονικές πολύχρωμες λάμπες να αναπηδούν (Σχήμα 5.6).



Σχήμα 5.6: Λάμπες από τις λάμπες

Το τελευταίο οπτικό ερέθισμα αφορούσε έναν βραστήρα πάνω σε ένα ράφι. Όταν ο χρήστης τον κοιτούσε ένα ψηφιακό ομοίωμα του έπεφτε, ξεκινώντας από την θέση του φυσικού αντικειμένου, προς τον χρήστη (Σχήμα 5.7).



Σχήμα 5.7: Ψηφιακή κανάτα που πέφτει προς τον χρήστη

Το δεύτερο ακουστικό ερέθισμα ήταν ο δυνατός και ενοχλητικός θόρυβος μιας συγκεκριμένης συζήτησης μεταξύ δύο ερευνητών, ένας θόρυβος που έκανε τον συμμετέχοντα να αισθάνεται άβολα (Σχήμα 5.8).



Σχήμα 5.8: Συνομιλία

Το πείραμα διήρκεσε περίπου δέκα λεπτά. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι συμμετέχοντες μπορούσαν να περιηγηθούν ελεύθερα στην αίθουσα και να κοιτάξουν προς όλες τις κατευθύνσεις. Στο τέλος της περιήγησης, ο ερευνητής αφαιρούσε τη συσκευή AR και οι συμμετέχοντες συμπλήρωναν τα ερωτηματολόγια χρησιμοποιώντας έναν υπολογιστή έξω από το δωμάτιο. Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων εισήχθησαν στο SPSS v26 για στατιστική επεξεργασία ([Παράρτημα Ζ](#)).

Όσον αφορά την εμπειρία χρήστη, ο παράγοντας χωρικής παρουσίας ήταν πάνω από τη μέση τιμή. Οι συμμετέχοντες ισχυρίστηκαν ότι οι δραστηριότητες με τα εικονικά αντικείμενα ήταν ενσωματωμένες στο πραγματικό περιβάλλον και μάλιστα τις χαρακτήρισαν ως εντυπωσιακές. Η χωρική παρουσία δεν ήταν μέγιστη και αυτό πιθανώς οφείλεται στην έλλειψη διαδραστικότητας. Η νόσος προσομοίωσης μετρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα, υποδεικνύοντας ότι το σύστημα AR δεν προκαλούσε δυσφορία.

Όσον αφορά την αποδοχή του συστήματος, οι συμμετέχοντες φάνηκε να το αποδέχονται καλά, σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο TAM. Οι συμμετέχοντες ισχυρίστηκαν ότι η χρήση του συστήματος συμβάλλει στην αύξηση της ενσυναίσθησης και της κατανόησης των βαθύτερων πτυχών της αισθητηριακής επεξεργασίας των ατόμων με ΔΑΦ.

Οι συμμετέχοντες ανέφεραν επίσης ότι:

- άλλαξαν τις αντιλήψεις τους για τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα αναφορικά με τη ΔΑΦ
- μπήκαν στη θέση των παιδιών με ΔΑΦ
- η ικανοποίησή τους ήταν πολύ υψηλή
- εντυπωσιάστηκαν από τον τρόπο που μπόρεσαν να βιώσουν πώς ένα παιδί με ΔΑΦ μπορούσε να αισθανθεί το πολυαισθητηριακό περιβάλλον.

Κεφάλαιο 6^ο: Περιγραφή των εφαρμογών – Διαδικασία

Στην ενότητα αυτή θα γίνει συνοπτική παρουσίαση των δύο βασικών τεχνολογικών εφαρμογών που σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Η ανάπτυξη και των δύο εφαρμογών καθώς και η εμπειρική μελέτη της ενσυναίσθησης έγινε στο χώρο της Μονάδας Τεχνολογιών Αγωγής του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση, ενώ η εμπειρική μελέτη της δομής της ύλης έγινε στον κύριο χώρο του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Και στις δύο μελέτες συμμετείχαν 55 τελειόφοιτοι του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (στο εξής θα αναφέρονται για συντομία ως «Φοιτητές»). Όλοι τους είχαν παρακολουθήσει με επιτυχία το επιλεγόμενο μάθημα «Ανάπτυξη Έργου με Αναδυόμενες Τεχνολογίες Μάθησης». Στο μάθημα αυτό είχαν σχεδιάσει και υλοποιήσει εφαρμογές Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας καθώς και εφαρμογές για κινητές συσκευές. Στην μελέτη της δομής της ύλης συμμετείχαν επίσης και 54 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που είχαν διδάξει το αντικείμενο «Καταστάσεις της Ύλης» και εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου ΠΕ04.01 (Φυσικής) (στο εξής θα αναφέρονται για συντομία ως «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου»). Στη μελέτη της ενσυναίσθησης συμμετείχαν και 108 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης διαφόρων ειδικοτήτων (στο εξής θα αναφέρονται για συντομία ως «Εκπαιδευτικοί»)

6.1 Μελέτη Δομής της Ύλης: Διδάσκοντας έννοιες Φυσικών Επιστημών σε παιδιά με Νοητική Αναπηρία

Για να αξιοποιηθεί η τεχνολογία της ΕΠ στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών δημιουργήθηκαν τα τελευταία χρόνια στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση μια σειρά από εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα λειτουργικού συστήματος android και για τα γυαλιά ΕΠ Magic Leap τόσο για τη Γενική όσο

και για την ΕΑΕ. Τα φαινόμενα που μελετήθηκαν είναι η κίνηση σώματος στο επίπεδο, η διάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας στον τρισδιάστατο χώρο και η δομή του μορίου. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστεί η τελευταία από τις εφαρμογές αυτές που αφορά την αναπαράσταση της δομής του μορίου του νερού στις τρεις συνήθεις καταστάσεις της ύλης (στερεά, υγρή και αέρια) και απευθύνεται σε παιδιά με ήπια νοητική αναπηρία. Η εμπειρική μελέτη για την εφαρμογή έγινε στον κύριο χώρο του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση (Σχήμα 6.1).

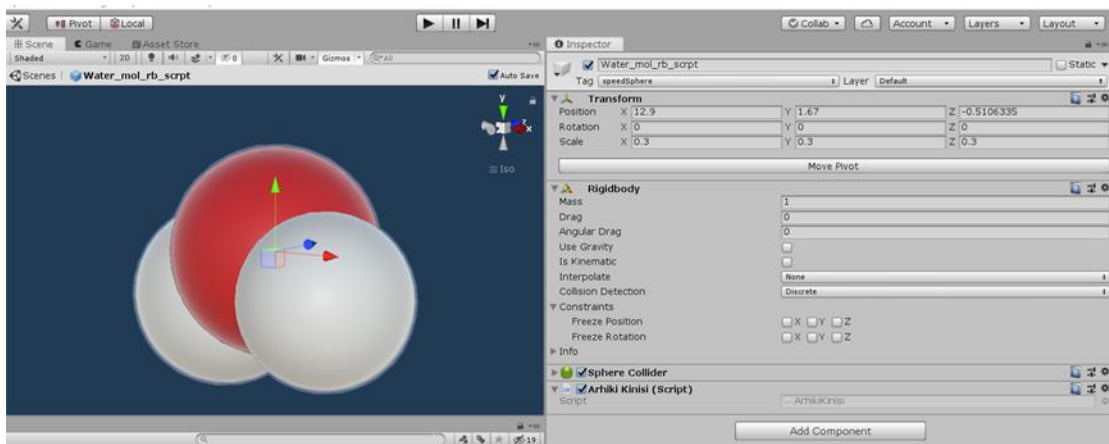


Σχήμα 6.1: Το Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Για την αναπαράσταση του μορίου του νερού στο Unity (Σχήμα 6.2) ακολουθήθηκαν οι παρακάτω συμβάσεις [202]:

- Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο space -filling [203]
- Η ακτίνα του ατόμου του Υδρογόνου θεωρήθηκε ότι είναι 1.2\AA
- Η ακτίνα του ατόμου του Οξυγόνου θεωρήθηκε ότι είναι 1.4\AA
- Το άτομο του Οξυγόνου σχεδιάστηκε με ακτίνα 16% μεγαλύτερη από την ακτίνα του Υδρογόνου.
- Η απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου στο μόριο του νερού θεωρήθηκε ίση με 0.957\AA

- Τα άτομα οξυγόνου και υδρογόνου στο μόριο του νερού σχηματίζουν γωνία 104.5°.
- Για τα χρώματα χρησιμοποιήθηκε το λευκό για το υδρογόνο και το κόκκινο για το οξυγόνο σύμφωνα με το μοντέλο Corey–Pauling–Koltun [204]
- Η δύναμη της βαρύτητας, οι ταχύτητες των μορίων, τα διανύσματα θέσης και προσανατολισμού, η επιτάχυνση, η περιστροφή και οι ελαστικές δυνάμεις κρούσης υπολογίστηκαν κατά προσέγγιση χρησιμοποιώντας τη μηχανή PhysX της Nvidia
- Σε όλες τις καταστάσεις απεικονίστηκαν για ομοιομορφία 40 μόρια νερού. Ο αριθμός αυτός ήταν και ο μέγιστος που μπορούσε να απεικονίσει ομαλά η συσκευή Magic Leap στον περιορισμένο χώρο των 2lt ενός συνηθισμένου εργαστηριακού δοχείου ζέσης.



Σχήμα 6.2: Το μόριο του νερού στο Unity

Κατά την εμπειρική μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δύο δοχεία ζέσης. Στο πρώτο έγινε η απεικόνιση της στερεάς και της υγρής κατάστασης ενώ στο δεύτερο με την προσθήκη ενός πλαστικού διάφανου καπακιού η απεικόνιση της αέριας κατάστασης του νερού.

Οι συμμετέχοντες στη διαδικασία αρχικά ενεργοποιούσαν την εφαρμογή ARTeach χρησιμοποιώντας τη σκανδάλη στο χειριστήριο του Magic Leap (Σχήμα 6.3)



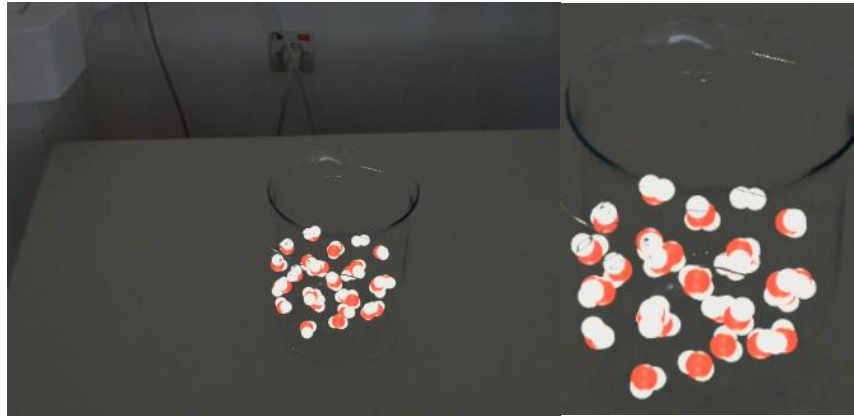
Σχήμα 6.3: Το χειριστήριο και η σκανδάλη του Magic Leap

Στην πρώτη αναπαράσταση οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τη δομή του πάγου. Στην περίπτωση αυτή το δοχείο γέμιζε ολόκληρο με τα μόρια του νερού τα οποία δεν άλλαζαν θέση αλλά μόνο ταλαντώνονταν γύρω από σταθερό σημείο καταλαμβάνοντας τις κορυφές και το κέντρο του κανονικού τετραέδρου όπως περιγράφηκε παραπάνω.



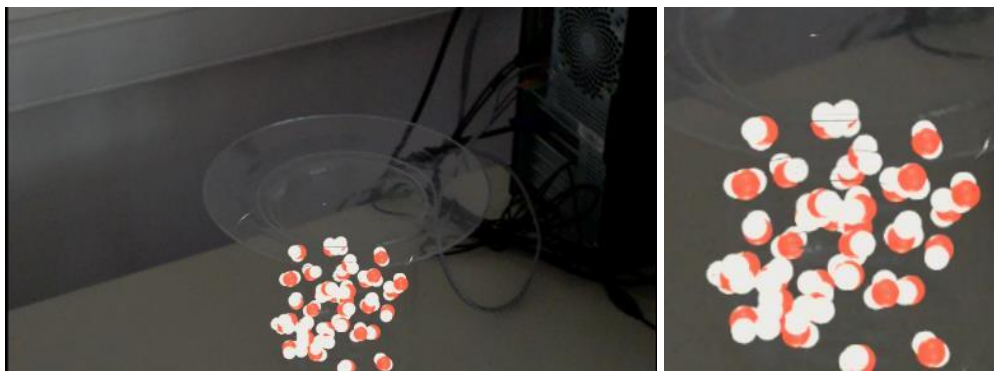
Σχήμα 6.4: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του στερεού νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap

Στην δεύτερη αναπαράσταση οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τη δομή του υγρού νερού μέσα στο ίδιο δοχείο ζέσης. Στην περίπτωση αυτή το δοχείο γέμιζε μόνο τμηματικά με τα μόρια του νερού τα οποία κινούνταν στο χώρο που καταλάμβανε το υγρό, συγκρούονταν μεταξύ τους και με τα τοιχώματα του δοχείου ζέσης, περιστρέφονταν και άλλαζαν θέσεις.



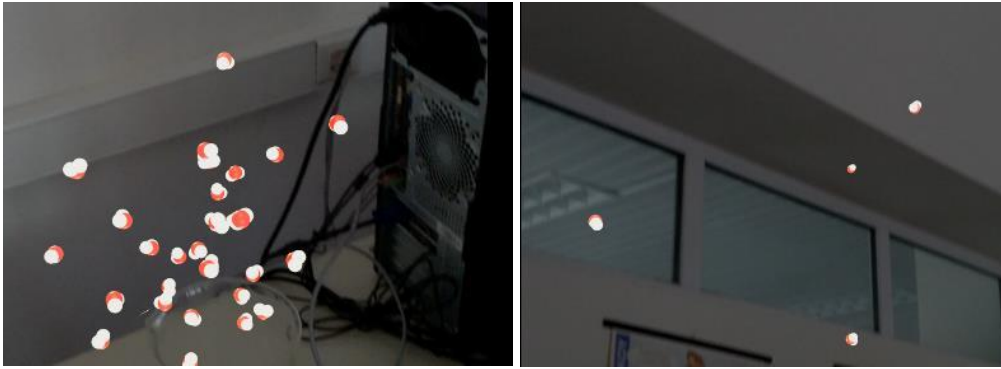
Σχήμα 6.5: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του υγρού νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap

Στην τρίτη κατάσταση οι συμμετέχοντες παρατηρούσαν τη δομή του αέριου νερού μέσα στο δεύτερο δοχείο ζέσης που ήταν σκεπασμένο με ένα διάφανο πλαστικό καπάκι. Τα μόρια κινούνταν σε όλο το χώρο του δοχείου με μεγαλύτερες ταχύτητες, συγκρούονταν συνεχώς μεταξύ τους, με τα τοιχώματα του δοχείου και με το καπάκι με μεγάλη συχνότητα και άλλαζαν ακατάπαυστα θέσεις και προσανατολισμό καταλαμβάνοντας όλο τον όγκο του δοχείου.



Σχήμα 6.6: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά μόρια του αέριου νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap

Στο τέλος της διαδικασίας οι συμμετεχοντες καλούνταν να αφαιρέσουν το καπάκι από το δοχείο ζέσης. Τα μόρια απελευθερώνονταν στον χώρο του δωματίου. Πλέον συγκρούονταν όχι μόνο μεταξύ τους και με το δοχείο ζεσης αλλά και με όλα τα υπόλοιπα φυσικά αντικείμενα του εργαστηρίου (τοιχούς, τραπέζια, καρέκλες και υπολογιστές).



Σχήμα 6.7: Δύο στιγμιότυπα από τα εικονικά απελευθερωμένα μόρια του αέριου νερού μέσα από τα γυαλιά Magic Leap

Σε όλες τις φάσεις οι συμμετέχοντες κινούνταν ελευθερά στον χώρο και είχαν τη δυνατότητα να παρατηρήσουν τα φαινόμενα από όποια οπτική γωνία και για όσο χρόνο επιθυμούσαν.

Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας που διαρκούσε περίπου οκτώ (8) λεπτά οι συμμετέχοντες μετέβαιναν σε διπλανό χώρο όπου με χρήση δύο φορητών υπολογιστών και της εφαρμογής Google Forms συμπλήρωναν τα σχετικά ερωτηματολόγια.

Χαρακτηριστικά στιγμιότυπα από τη διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής ARTeach παρουσιάζονται στο [Παράρτημα Η](#).

6.2 Αύξηση της ενσυναίσθησης στο περιβάλλον των παιδιών με ΔΑΦ

Λαμβάνοντας υπόψη τις παροχές της ΕΠ για τη δημιουργία προσομοιώσεων της αισθητηριακής υπερφόρτωσης που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ και την έλλειψη ερευνών για ρεαλιστικές παρόμοιες εμπειρίες για άτομα χωρίς ΔΑΦ, διερευνήθηκε η χρήση γυαλιών ΕΠ για το σχεδιασμό τέτοιων αισθητηριακών προσομοιώσεων.

Για την υλοποίηση των προσομοιώσεων αυτών έγινε σχετική βιβλιογραφική αναζήτηση. Επιλέχθηκαν άρθρα που περιέγραφαν εμπειρίες ατόμων με ΔΑΦ είτε όπως τις αφηγήθηκαν τα ίδια είτε άτομα του άμεσου περιβάλλοντός τους. Τα ερεθίσματα που εντοπίστηκαν καθώς και η αντίστοιχη αισθητηριακή υπερφόρτωση που αναφέρθηκε καταγράφονται συνοπτικά στον Πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Ερεθίσματα και αντίστοιχη αισθητηριακή υπερφόρτωση

A/A	Ερέθισμα	Αισθητηριακή υπερφόρτωση
1	Ηλεκτρική σκούπα σε λειτουργία	Ακούγεται πέντε φορές πιο δυνατά από ότι στην πραγματικότητα [205]
2	Φώτα φθορισμού	Τα φώτα αναβοσβήνουν με ρυθμό 60Hz [206]
3	Στεγνωτήρας μαλλιών σε λειτουργία	Ακούγεται σαν αεροπλάνο που απογειώνεται [207]
4	Οι τρίχες στα μαλλιά	Κάθε τρίχα ξεχωρίζει καθαρά [208]
5	Ομιλίες	Οι ήχοι των συνομιλιών υπερκαλύπτουν ο ένας τον άλλο [209]
6	Φώτα φθορισμού που φωτίζουν έναν κίτρινο τοίχο	Το φως φθορισμού αναπηδάει από τους κίτρινους τοίχους [210]
7	Χειροκρότημα	Τα παλαμάκια ακούγονται σαν βροντές [205]
8	Η σκόνη που αιωρείται σε ένα δωμάτιο	Τα μόρια της σκόνης πετούν και κυριαρχούν στο περιβάλλον [211]
9	Μπαλόνια που σκάνε	Ακούγονται σαν έκρηξη μέσα στο αυτί μου [207]
10	Φώτα φθορισμού	Πετάγονται αντανάκλασεις φωτός [209]
11	Σειρήνα περιπολικού σε λειτουργία	Ακούγεται σαν να χτυπάνε σφυριά [207]
12	Μακαρόνια που ανακατεύονται μέσα σε μια κατσαρόλα	Ακούγεται ένας φρικτός «ζουληχτός» ήχος [212]
13	Ένα κίτρινο ποδήλατο	Σαν να προστέθηκε επιπλέον κόκκινο στο χρώμα που το έκανε να φαίνεται πορτοκαλί και

		θόλωνε προς τα πάνω κάνοντάς το να φαίνεται σαν να φλέγεται [209]
14	Λάμψη ¹¹	Ήταν σαν να «κοιτάζω μέσα από σπασμένο γυαλί» [212]

Η εμπειρική μελέτη της ενσυναίσθησης έλαβε χώρα στη Μονάδα Τεχνολογιών Αγωγής του Εργαστηρίου Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση (Σχήμα 6.8).



Σχήμα 6.8: Η Μονάδα Τεχνολογιών Αγωγής

Κατά την εμπειρική μελέτη απαιτήθηκε η ταυτόχρονη συμμετοχή δύο ερευνητών ώστε να προκληθούν με φυσικό, κατά το μέτρο του δυνατού, τρόπο τα αντίστοιχα ερεθίσματα. Το σχετικό σενάριο σύμφωνα και με τη σειρά του Πίνακα 6.1 παρατίθεται στο [Παράρτημα Θ](#).

¹¹ Λόγω τεχνικών περιορισμών της συσκευής ML δεν κατέστη δυνατό να υλοποιηθεί η αντίστοιχη προσομοίωση. Η συσκευή χρησιμοποιεί ορθογώνιες οθόνες μέσα σε διάφανους οβάλ φακούς, έτσι αφήνει κενά στο οπτικό πεδίο του χρήστη στα οποία δεν είναι δυνατή η προβολή ψηφιακού περιεχομένου.

Στη συνέχεια παρατίθενται σε αντιπαραβολή τα φυσικά ερεθίσματα, όπως αυτά αποτυπώθηκαν φωτογραφικά με τα αντίστοιχα ψηφιακά μέσα από τα ίδια τα γυαλιά Magic Leap¹². Η σειρά που παρουσιάζονται αντιστοιχεί επίσης στη σειρά του Πίνακα 6.1 (Σχήματα 6.9-6.21).



Σχήμα 6.9: Ο ήχος από την ηλεκτρική σκούπα ακούγεται σε πενταπλάσια ένταση

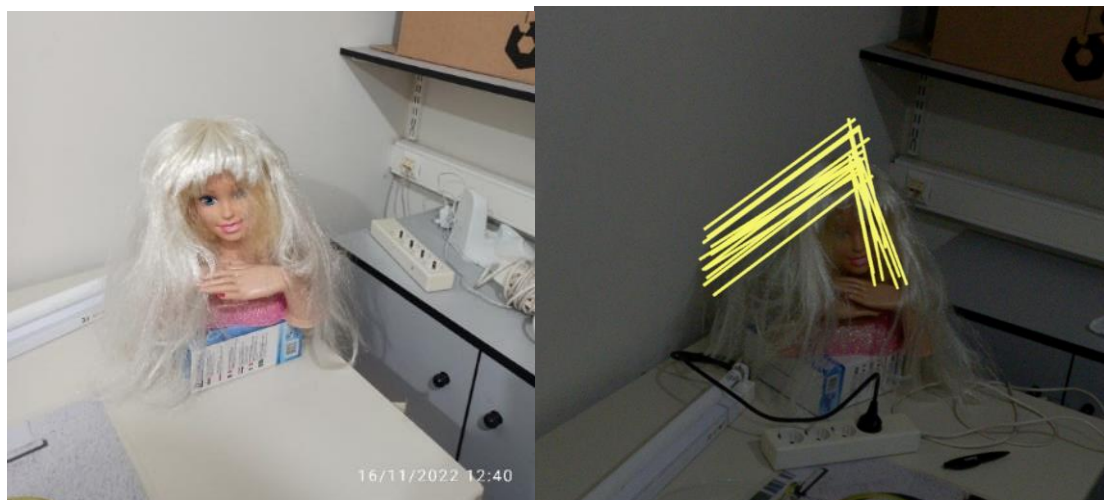


Σχήμα 6.10: Η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)

¹² Όλο το σχετικό υλικό, φωτογραφίες, ήχοι και βίντεο είναι δημόσια διαθέσιμο στη διεύθυνση https://drive.google.com/drive/folders/1CQbPCWALhSn9LqujUkYrzSdp8zP4tKqx?usp=share_link



Σχήμα 6.11: Κατά τη χρήση το σεσουάρ, ακούγεται σαν αεροπλάνο που απογειώνεται



Σχήμα 6.12: Τα μαλλιά της κούκλας στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)



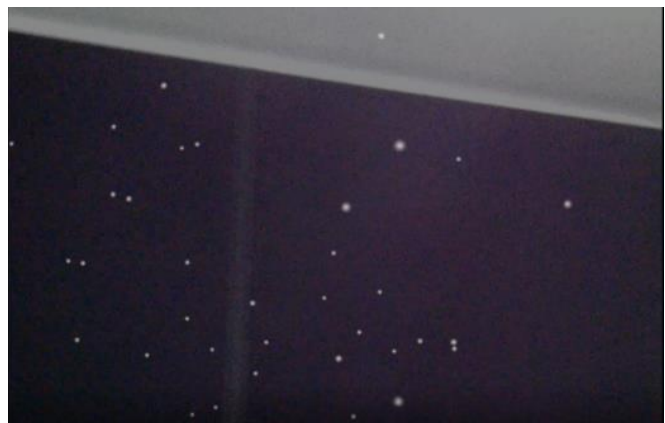
Σχήμα 6.13: Κατά τις ομιλίες μεταξύ δύο ατόμων ακούγονται ήχοι από πολλές συνομιλίες που υπερκαλύπτουν ο ένας τον άλλο



Σχήμα 6.14: Ο κίτρινος τοίχος και η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)



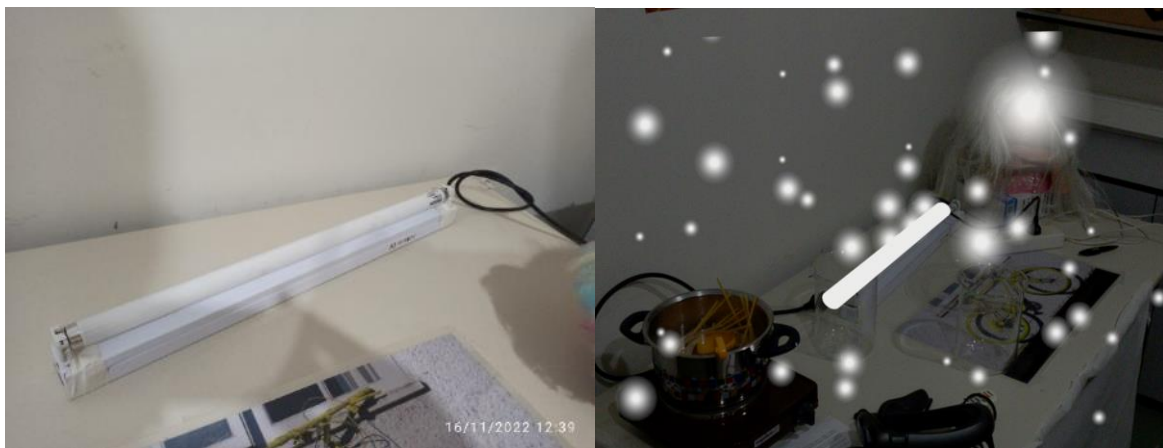
Σχήμα 6.15: Τα χειροκροτήματα ακούγονται σαν βροντές



Σχήμα 6.16: Τα σωματίδια της σκόνης στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)



Σχήμα 6.17: Το σπάσιμο ενός μπαλονιού ακούγεται σαν έκρηξη



Σχήμα 6.18: Η λάμπα φθορισμού στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)



Σχήμα 6.19: Η σειρήνα του περιπολικού ακούγεται σαν σφυριά που χτυπάνε



Σχήμα 6.20: Κατά το ανακάτεμα στα μακαρόνια ακούγεται ένας «ζουληχτός» ήχος



Σχήμα 6.21: Η αφίσα με το κίτρινο ποδήλατο στον φυσικό χώρο (αριστερά) και μέσα από τα γυαλιά (δεξιά)

Χαρακτηριστικά στιγμιότυπα από τη διαδικασία δημιουργίας της εφαρμογής ARFeel παρουσιάζονται στο [Παράρτημα I](#).

Κεφάλαιο 7^ο: Αποτελέσματα

7.1 Ανάλυση των ερωτηματολογίων

Για την περιγραφή των δημογραφικών χαρακτηριστικών και συγκεκριμένα των κατηγορικών μεταβλητών, χρησιμοποιήθηκαν πλήθη και ποσοστά, ενώ για την περιγραφή των ηλικιών των «Φοιτητών», των «Εκπαιδευτικών» και των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» χρησιμοποιήθηκαν μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις. Παράλληλα, έγιναν τεστ κανονικότητας Shapiro Wilk για όλες τις μεταβλητές και για την αναλυτική περιγραφή όλων των ερωτήσεων και των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκαν μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις. Στην συνέχεια έγινε έλεγχος αξιοπιστίας των μεταβλητών και εφαρμόστηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι Mann Whitney για τις εκάστοτε διαφορές μεταξύ των ομάδων. Τέλος, για την εξέταση των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Spearman. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό SPSS v26 και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε ίσο με 0,05 σε όλες τις περιπτώσεις.

7.1.1 Έλεγχοι Κανονικότητας

Το τεστ κανονικότητας Shapiro Wilk εφαρμόστηκε σε όλες τις μεταβλητές που καταγράφηκαν στα πειράματα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μεταβλητές δεν είναι κανονικές. Για αυτό και στη συνέχεια έγιναν μη παραμετρικοί έλεγχοι που δεν προϋποθέτουν την ύπαρξη κανονικής κατανομής των υπό εξέταση δεδομένων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 7.1-7.12.

Πίνακας 7.1: Έλεγχος κανονικότητας για τη νόσο προσομοίωσης (ερωτηματολόγιο SSQ) στη μελέτη για τη δομή της ύλης, «Φοιτητές»

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NAYTIA	,405	55	<,001	,588	55	<,001

ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,259	55	<,001	,684	55	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,253	55	<,001	,708	55	<,001
ΣΥΝΟΛΟ	,251	55	<,001	,712	55	<,001

Πίνακας 7.2: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΝΑΥΤΙΑ	,258	55	<,001	,685	55	<,001
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,214	55	<,001	,791	55	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,203	55	<,001	,836	55	<,001
ΣΥΝΟΛΟ	,202	55	<,001	,809	55	<,001

Πίνακας 7.3: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TPI/SP για τη μελέτη δομής της ύλης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,150	55	,003	,912	55	<,001

Πίνακας 7.4: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TPI/SP για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,117	55	,058	,946	55	,016

Πίνακας 7.5: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interface Style-IS	,198	55	<,001	,775	55	<,001
Perceived Usefulness-PU	,325	55	<,001	,685	55	<,001
Perceived Ease of Use-PEU	,247	55	<,001	,848	55	<,001
Perceived Situation Awareness-PSA	,172	55	<,001	,892	55	<,001
Attitude Toward Using-ATU	,188	55	<,001	,863	55	<,001
Intention to Use-ITU	,301	55	<,001	,643	55	<,001

Πίνακας 7.6: Έλεγχος κανονικότητας για τους φοιτητές στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interface Style-IS	,174	55	<,001	,864	55	<,001
Perceived Usefulness-PU	,281	55	<,001	,625	55	<,001
Perceived Ease of Use-PEU	,268	55	<,001	,795	55	<,001
Perceived Situation Awareness-PSA	,225	55	<,001	,773	55	<,001
Attitude Toward Using-ATU	,249	55	<,001	,824	55	<,001
Intention to Use-ITU	,389	55	<,001	,673	55	<,001

Πίνακας 7.7: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
NAYTIA	,258	108	<,001	,701	108	<,001

Κεφάλαιο 7ο: Αποτελέσματα

ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,237	108	<,001	,776	108	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,234	108	<,001	,748	108	<,001

Πίνακας 7.8: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interface Style-IS	,142	108	<,001	,913	108	<,001
Perceived Usefulness-PU	,305	108	<,001	,571	108	<,001
Perceived Ease of Use-PEU	,328	108	<,001	,504	108	<,001
Perceived Situation Awareness-PSA	,278	108	<,001	,646	108	<,001
Attitude Toward Using- ATU	,280	108	<,001	,725	108	<,001
Intention to Use-ITU	,376	108	<,001	,496	108	<,001

Πίνακας 7.9: Έλεγχος κανονικότητας για τους εκπαιδευτικούς στο TPI/SP για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,080	108	,089	,961	108	,003

Πίνακας 7.10: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο SSQ για τη μελέτη δομής της ύλης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΝΑΥΤΙΑ	,427	54	<,001	,441	54	<,001

ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,322	54	<,001	,623	54	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,327	54	<,001	,625	54	<,001
ΣΥΝΟΛΟ	,293	54	<,001	,610	54	<,001

Πίνακας 7.11: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Interface Style-IS	,300	54	<,001	,645	54	<,001
Perceived Usefulness-PU	,368	54	<,001	,686	54	<,001
Perceived Ease of Use- PEU	,309	54	<,001	,640	54	<,001
Perceived Situation Awareness-PSA	,204	54	<,001	,801	54	<,001
Attitude Toward Using- ATU	,213	54	<,001	,782	54	<,001
Intention to Use-ITU	,451	54	<,001	,574	54	<,001

Πίνακας 7.12: Έλεγχος κανονικότητας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο TPI/SP για τη μελέτη δομής της ύλης

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,161	54	,001	,904	54	<,001

7.1.2 Έλεγχοι Αξιοπιστίας

Ο δείκτης Cronbach's alpha, που δείχνει την εσωτερική συνοχή, το κατά πόσον οι ερωτήσεις που συνιστούν μία έννοια είναι συνεκτικές μεταξύ τους, εκτιμήθηκε σε κάθε

περίπτωση για να ελεγχθεί η αξιοπιστία των μεταβλητών. Ο δείκτης Cronbach alpha αποτελεί έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη, από τους δείκτες αξιοπιστίας που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, και είναι γενικά αποδεκτό ότι η τιμή του θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0,7. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.13 και οι δοκιμές αξιοπιστίας έδειξαν ότι οι μεταβλητές είναι αποδεκτές για στατιστική ανάλυση.

Πίνακας 7.13: Έλεγχοι αξιοπιστίας

		«Φοιτητές»		«Εκπαιδευτικοί»		«Εκπαιδευτικοί αντικειμένου»	
		Cronbach's Alpha	N of Items	Cronbach's Alpha	N of Items	Cronbach's Alpha	N of Items
Νόσος προσομοίωσης	Δομή της ύλης	,841	3			,942	3
	Ενσυναίσθηση	,921	3	,908	3		
Παρουσία	Δομή της ύλης	,663	6			,833	6
	Ενσυναίσθηση	,768	7	,832	7		
Αποδοχή	Δομή της ύλης	,901	6			,918	6
	Ενσυναίσθηση	,775	6	,906	6		

7.1.3 Περιγραφή των χαρακτηριστικών των τριών ειδικών ομάδων

Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των τριών ομάδων συμμετεχόντων παρατίθενται παρακάτω. Οι «Φοιτητές» συμμετείχαν και στα δύο πειράματα, οι «Εκπαιδευτικοί» μόνο στο σχετικό με τη μελέτη της ενσυναίσθησης πείραμα και οι «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» μόνο στο σχετικό με τη μελέτη της δομής της ύλης πείραμα.

Στην μελέτη συμμετείχαν πενήντα πέντε (55) τελιόφοιτοι του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, «Φοιτητές». Όλοι τους είχαν παρακολουθήσει με επιτυχία το επιλεγόμενο μάθημα «Ανάπτυξη Έργου με Αναδυόμενες Τεχνολογίες Μάθησης». Στο μάθημα αυτό είχαν σχεδιάσει και υλοποιήσει εφαρμογές Επαυξημένης και Εικονικής Πραγματικότητας καθώς και εφαρμογές για κινητές

συσκευές. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους παρατίθενται στον Πίνακα 7.14. Πιο αναλυτικά, πρόκειται για 17 (30,91%) άνδρες και 38 (69,09%) γυναίκες. Από αυτούς, οι 6 (10,19%) θεωρούν ότι έχουν μικρή εμπειρία χρήσης υπολογιστή, 32 (58,18%) θεωρούν ότι η εμπειρία χρήσης υπολογιστή είναι μέτρια, 17 (30,91%) θεωρούν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία χρήσης υπολογιστή, ενώ κανείς δεν θεωρεί ότι δεν έχει εμπειρία χρήσης υπολογιστή. Όσον αφορά την εμπειρία τους με βιντεοπαιχνίδια οι 11 (20,00%) θεωρούν ότι δεν έχουν εμπειρία, 22 (40,00%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 11 (20,00%) θεωρούν ότι η εμπειρία τους είναι μέτρια και 11 (20,00%) θεωρούν ότι έχουν πολύ εμπειρία στα βιντεοπαιχνίδια. Σχετικά με το πόσο έμπειρο θεωρούν τον εαυτό τους στις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας, οι 9 (16,36%) θεωρούν ότι δεν έχουν καθόλου εμπειρία, 32 (58,18%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 13 (23,64%) θεωρούν μέτρια την εμπειρία τους και μόλις 1 (1,82%) δήλωσε ότι έχει πολύ μεγάλη εμπειρία. Επίσης οι 31 (56,36%) φοιτητές δεν φορούνε γυαλιά οράσεως, ενώ οι 24 (43,64%) φορούνε. Τέλος, καταγράφηκε ότι η μέση τιμή της ηλικίας των φοιτητών είναι 23,91 έτη με μέγιστη ηλικία 46 και ελάχιστη τα 21 έτη.

Πίνακας 7.14: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Φοιτητών»

		N	%
Φύλο	Άνδρας	17	30,91%
	Γυναίκες	38	69,09%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	Καθόλου	0	0,00%
	Λίγο	6	10,91%
	Μέτρια	32	58,18%
	Πολύ	17	30,91%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στα βιντεοπαιχνίδια;	Καθόλου	11	20,00%
	Λίγο	22	40,00%
	Μέτρια	11	20,00%
	Πολύ	11	20,00%
	Καθόλου	9	16,36%
	Λίγο	32	58,18%

Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στις τεχνολογίες εικονικής/επαυξημένης πραγματικότητας;	Μέτρια	13	23,64%
	Πολύ	1	1,82%
Φοράς γυαλιά οράσεως;	Όχι	31	56,36%
	Ναι	24	43,64%

Στη μελέτη της ενσυναίσθησης συμμετείχαν 108 εν ενεργεία «Εκπαιδευτικοί», των οποίων τα δημογραφικά χαρακτηριστικά παρατίθενται στον Πίνακα 7.15. Πιο αναλυτικά, πρόκειται για 23 (21,30%) άνδρες και 85 (78,70%) γυναίκες. Από αυτούς, οι 17 (15,74%) θεωρούν ότι έχουν μικρή εμπειρία χρήσης υπολογιστή, 60 (55,56%) θεωρούν ότι η εμπειρία χρήσης είναι μέτρια, 31 (28,70%) θεωρούν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία χρήσης υπολογιστή, ενώ κανείς δεν θεωρεί ότι δεν έχει εμπειρία χρήσης υπολογιστή. Όσον αφορά την εμπειρία τους με βιντεοπαιχνίδια οι 43 (39,81%) θεωρούν ότι δεν έχουν εμπειρία, 39 (39,11%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 16 (14,81%) θεωρούν ότι η εμπειρία τους είναι μέτρια και 10 (9,26%) θεωρούν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία στα βιντεοπαιχνίδια. Σχετικά με το πόσο έμπειρο θεωρούν τον εαυτό τους στις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας, οι 52 (48,15%) θεωρούν ότι δεν έχουν καθόλου εμπειρία, 38 (35,19%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 16 (14,81%) θεωρούν μέτρια την εμπειρία τους και μόλις 2 (1,85%) δήλωσε ότι έχει πολύ μεγάλη εμπειρία. Επίσης 39 (36,11%) δεν φοράνε γυαλιά οράσεως, ενώ οι 69 (63,89%) φοράνε. Τέλος, καταγράφηκε ότι η μέση τιμή της ηλικίας των εκπαιδευτικών είναι 42,98 έτη με μέγιστη ηλικία 66 και ελάχιστη τα 24 έτη.

Πίνακας 7.15: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Εκπαιδευτικών»

		N	%
Φύλο	Άνδρας	23	21,30%
	Γυναίκες	85	78,70%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	Καθόλου	0	0,00%
	Λίγο	17	15,74%
	Μέτρια	60	55,56%

	Πολύ	31	28,70%
	Καθόλου	43	39,81%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στα βιντεοπαιχνίδια	Λίγο	39	36,11%
	Μέτρια	16	14,81%
	Πολύ	10	9,26%
	Καθόλου	52	48,15%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στις τεχνολογίες εικονικής/επαυξημένης πραγματικότητας;	Λίγο	38	35,19%
	Μέτρια	16	14,81%
	Πολύ	2	1,85%
	Όχι	39	36,11%
Φοράς γυαλιά οράσεως;	Ναι	69	63,89%

Στην μελέτη της δομής της ύλης συμμετείχαν επίσης και 54 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που είχαν διδάξει το αντικείμενο «Καταστάσεις της Ύλης» και εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου ΠΕ04.01 (Φυσικής), των οποίων τα δημογραφικά χαρακτηριστικά παρατίθενται στον Πίνακα 7.16. Πιο αναλυτικά, πρόκειται για 26 (48,15%) άνδρες και 28 (51,85%) γυναίκες. Οι 22 (40,74%) δεν έχουν διδάξει το αντικείμενο “Καταστάσεις της ύλης” ενώ 32 (59,26%) το έχουν διδάξει. Από αυτούς, οι 7 (12,96%) θεωρούν ότι έχουν μικρή εμπειρία χρήσης υπολογιστή, 21 (38,89%) θεωρούν ότι η εμπειρία χρήσης υπολογιστή είναι μέτρια, 26 (48,15%) θεωρούν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία χρήσης, ενώ κανείς δεν θεωρεί ότι δεν έχει καθόλου εμπειρία χρήσης υπολογιστή. Όσον αφορά την εμπειρία τους με τα βιντεοπαιχνίδια, οι 16 (29,63%) θεωρούν ότι δεν έχουν εμπειρία, 19 (35,19%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 8 (14,81%) ότι η εμπειρία τους είναι μέτρια και 11 (20,37%) θεωρούν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία με τα βιντεοπαιχνίδια. Σχετικά με το πόσο έμπειρο θεωρούν τον εαυτό τους στις τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας, οι 23 (42,59%) θεωρούν ότι δεν έχουν καθόλου εμπειρία, 19 (35,19%) θεωρούν ότι έχουν μικρή, 10 (18,52%) θεωρούν μέτρια την εμπειρία τους και μόλις 2 (3,70%) δήλωσαν ότι έχουν πολύ μεγάλη εμπειρία. Επίσης παρατηρείται ότι οι 26 (48,15%) δεν φορούνε γυαλιά οράσεως, ενώ

οι 28 (51,85%) φορούνε. Τέλος, η μέση τιμή της ηλικίας τους είναι 40,19 έτη με μέγιστη ηλικία τα 63 και ελάχιστη τα 22 έτη.

Πίνακας 7.16: Πλήθη και ποσοστά για το φύλο και την εμπειρία των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»

		N	%
Φύλο	Άνδρας	26	48,15%
	Γυναίκες	28	51,85%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	Καθόλου	0	0,00%
	Λίγο	7	12,96%
	Μέτρια	21	38,89%
	Πολύ	26	48,15%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στα βιντεοπαιχνίδια	Καθόλου	16	29,63%
	Λίγο	19	35,19%
	Μέτρια	8	14,81%
	Πολύ	11	20,37%
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στις τεχνολογίες εικονικής/επαυξημένης πραγματικότητας;	Καθόλου	23	42,59%
	Λίγο	19	35,19%
	Μέτρια	10	18,52%
	Πολύ	2	3,70%
Φοράς γυαλιά οράσεως;	Όχι	26	48,15%
	Ναι	28	51,85%

7.1.4 Παρουσία

Αναφορικά με την αίσθηση της παρουσίας τα περιγραφικά στατιστικά δεδομένα παρουσιάζονται στους πίνακες 7.17-7.20.

Πίνακας 7.17: Απαντήσεις «Φοιτητών», Μελέτη Δομής της Ύλης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά μόρια που έβλεπες βρίσκονταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;	5,69	1,20
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά μόρια που έβλεπες;	5,51	1,35
Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό μόριο;	2,95	1,93
Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά μόρια που είδες;	5,18	1,53
Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό μόριο που είδες;	5,73	1,48
Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον;	5,73	1,25

Πίνακας 7.18: Απαντήσεις «Φοιτητών», μελέτη της ενσυναίσθησης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά αντικείμενα (οπτικά ερεθίσματα) που έβλεπες βρισκόταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;	6,02	1,16
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά αντικείμενα που έβλεπες;	6,02	1,15
Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό αντικείμενο;	4,62	1,97
Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά αντικείμενα που είδες;	5,67	1,20
Σε ποιο βαθμό ένιωθες ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις;	5,22	1,75

Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό αντικείμενο που είδες;	5,00	1,64
Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον;	5,95	1,15

Πίνακας 7.19: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά μόρια που έβλεπες βρίσκονταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;	6,11	1,38
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά μόρια που έβλεπες;	6,04	1,49
Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό μόριο;	3,35	2,35
Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά μόρια που είδες;	5,48	1,77
Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό μόριο που είδες;	5,56	1,85
Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον;	5,83	1,53

Πίνακας 7.20: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά αντικείμενα (οπτικά ερεθίσματα) που έβλεπες βρισκόταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;	5,82	1,44

Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά αντικείμενα που έβλεπες;	5,75	1,45
Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό αντικείμενο;	3,85	2,20
Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά αντικείμενα που είδες;	5,15	1,81
Σε ποιο βαθμό ένιωθες ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις;	4,86	1,91
Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό αντικείμενο που είδες;	3,95	2,06
Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον;	4,96	1,94

Λόγω της ισοκατανομής της κλίμακας Likert οι τιμές από 1 ως 1,86 αναφέρονται στο «καθόλου», οι τιμές από 1,87 ως 2,72 στο «πολύ λίγο», οι τιμές 2,73 ως 3,58 στο «λίγο», οι τιμές 3,59 ως 4,44 στο «μέτρια», οι τιμές 4,45 ως 5,3 στο «αρκετά», οι τιμές 5,31 ως 6,16 στο «πολύ» και οι τιμές 6,17 ως 7 στο «πάρα πολύ». Στις περισσότερες περιπτώσεις οι συμμετέχοντες τείνουν προς την επιλογή «Πολύ». Εξάιρεση αποτελεί η τρίτη ερώτηση που αφορούσε την ανάγκη να αποφύγουν οι συμμετέχοντες τα εικονικά μόρια/αντικείμενα, για την οποία οι συμμετέχοντες τείνουν προς την επιλογή «Λίγο».

Συνολικά ως προς την αίσθηση της παρουσίας, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 7.21, παρατηρούμε ότι:

1. Για τη μελέτη της δομής της ύλης
 - η μέση τιμή της ερώτησης που σχετίζεται με τα εικονικά μόρια, είναι ίση με 5,13 και δεδομένου της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι «Φοιτητές» έχουν απαντήσει τείνοντας προς την επιλογή “Αρκετά”.
 - η μέση τιμή της ερώτησης που σχετίζεται με τα εικονικά μόρια, είναι ίση με 5,40 και δεδομένου της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι

«Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» έχουν απαντήσει τείνοντας προς την επιλογή «Πολύ».

2. Για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

- η μέση τιμή της παρουσίας που σχετίζεται με τα εικονικά αντικείμενα στη μελέτη της ενσυναίσθησης, είναι ίση με 5,50 και δεδομένου της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι «Φοιτητές» έχουν απαντήσει τείνοντας προς την επιλογή «Πολύ».
- η μέση τιμή της ερώτησης που σχετίζεται με τα εικονικά αντικείμενα, είναι ίση με 4,91, και δεδομένου της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι «Εκπαιδευτικοί» έχουν απαντήσει τείνοντας προς την επιλογή “Αρκετά”.

Πίνακας 7.21. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του Presence

		«Φοιτητές»		«Εκπαιδευτικοί»		«Εκπαιδευτικοί αντικειμένου»	
		Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Παρουσία	Δομή της ύλης	5,13	,90			5,40	1,30
	Ενσυναίσθηση	5,50	,95	4,91	1,30		

7.1.5 Αποδοχή

Όσον αφορά τις απαντήσεις για την αποδοχή της τεχνολογίας (ερωτηματολόγιο TAM), τα περιγραφικά στατιστικά για τον βαθμό αποδοχής παρουσιάζονται στους πίνακες 7.22-7.25.

Πίνακας 7.22: Απαντήσεις «Φοιτητών», Μελέτη Δομής της Ύλης

		Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα.	6,55	,92
Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης;	6,38	,80
Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση.	6,62	,56
Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος.	6,62	,62
Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση.	6,75	,55
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.	6,44	,74
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.	6,33	,64
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.	6,31	,81
Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου.	6,16	,86
Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό.	6,29	,76
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον.	6,22	,74
Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.	6,36	,73
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.	6,35	,93
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην τάξη	6,38	,71
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον.	6,55	,94
Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.	6,62	,68
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση	6,56	,79

Πίνακας 7.23: Απαντήσεις «Φοιτητών», μελέτη της ενσυναίσθησης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο.	4,53	2,07
Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ είναι καλή ιδέα.	6,42	1,08
Τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ.	6,27	1,13
Η χρήση των γυαλιών αυτών βελτιώνει την ενσυναίσθηση για παιδιά με ΔΑΦ.	6,49	1,05
Η αξιοποίηση των γυαλιών που φόρεσα ενισχύει την κατανόηση της κατάστασης παιδιών με ΔΑΦ.	6,58	,99
Τα γυαλιά που φόρεσα συνεισφέρουν στη γνώση.	6,67	,55
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.	6,45	,79
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.	6,22	1,07
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.	6,55	,63
Είναι εύκολο να πάρω σημαντικές πληροφορίες από αυτό το πείραμα για την κατάσταση που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.	6,60	,66
Μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανοώ το πραγματικό περιβάλλον και την κατάσταση που περιγράφεται.	6,44	,60
Η εφαρμογή που χρησιμοποίησα με βοηθά να βελτιώσω τον τρόπο που προσεγγίζω τα παιδιά με ΔΑΦ.	6,60	,63
Η χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.	6,42	,74
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.	6,75	,89
Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση μου με παιδιά με ΔΑΦ.	6,40	,87

Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στο μέλλον.	6,60	,66
Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.	6,71	,53
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση	6,69	,50

Πίνακας 7.24: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Η αναπαράσταση των μορίων είναι πειστική.	6,43	,79
Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα.	6,87	,44
Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης;	6,78	,54
Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση.	6,57	,66
Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος.	6,65	,59
Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση.	6,59	,71
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.	6,54	1,00
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.	6,39	1,07
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.	6,52	,88
Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου.	6,30	1,11
Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό.	6,43	,81
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον.	6,33	,82

Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.	6,31	,95
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.	6,61	,83
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην τάξη	6,50	,84
Θα ήθελα να χρησιμοποίησω τα γυαλιά στο μέλλον.	6,67	,73
Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.	6,69	,70
Θα ήθελα να χρησιμοποίησω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση	6,63	,76

Πίνακας 7.25: Απαντήσεις «Εκπαιδευτικών»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο.	3,71	2,34
Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ είναι καλή ιδέα.	6,57	,91
Τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ.	6,41	,99
Η χρήση των γυαλιών αυτών βελτιώνει την ενσυναίσθηση για παιδιά με ΔΑΦ.	6,46	1,08
Η αξιοποίηση των γυαλιών που φόρεσα ενισχύει την κατανόηση της κατάστασης παιδιών με ΔΑΦ.	6,51	,97
Τα γυαλιά που φόρεσα συνεισφέρουν στη γνώση.	6,55	,96
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.	6,65	,83
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.	6,60	,89
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.	6,65	,84

Είναι εύκολο να πάρω σημαντικές πληροφορίες από αυτό το πείραμα για την κατάσταση που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.	6,54	,96
Μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανώ το πραγματικό περιβάλλον και την κατάσταση που περιγράφεται.	6,29	1,29
Η εφαρμογή που χρησιμοποίησα με βοηθά να βελτιώσω τον τρόπο που προσεγγίζω τα παιδιά με ΔΑΦ.	6,36	1,16
Η χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.	6,32	1,22
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.	6,54	1,09
Τα γυαλια επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση μου με παιδιά με ΔΑΦ.	6,29	1,14
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλια επαυξημένης πραγματικότητας στο μέλλον.	6,59	1,02
Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.	6,63	,97
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλια επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση	6,50	1,27

Αναφορικά με την αποδοχή της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας με τη χρήση γυαλιών σε όλες τις περιπτώσεις οι συμμετέχοντες κινήθηκαν ανάμεσα στο «Πολύ» και το «Πάρα πολύ». Εξαίρεση η ερώτηση για τη μελέτη της ενσυναίσθησης για το κατά πόσο τα ερεθίσματα είναι όπως τα αντίστοιχα στον πραγματικό κόσμο. Στην ερώτηση αυτή οι απαντήσεις κυμάνθηκαν ανάμεσα στο «Μέτρια» και το «Αρκετά».

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω στο TAM ορίζονται επιμέρους συνιστώσες για την αποδοχή της τεχνολογίας:

- το στυλ διεπαφής (Interface Style-IS)
- την αντιληπτή χρησιμότητα (Perceived Usefulness-PU)
- την αντιληπτή ευκολία χρήσης (Perceived Ease of Use-PEU)

- την αντιληπτή επίγνωση της κατάστασης (Perceived Situation Awareness-PSA)
- τη στάση απέναντι στη χρήση (Attitude Toward Using-ATU)
- την πρόθεση χρήσης (Intention to Use-ITU).

Για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της δομής της ύλης, προέκυψε ο Πίνακας 7.26. Σ' αυτόν παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές όλων των ερωτήσεων που σχετίζονται με το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας, έχουν μέση τιμή κοντά στο 6,5, που δεδομένης της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι «Φοιτητές» σε πολύ μεγάλο βαθμό αποδέχονται την τεχνολογία.

Πίνακας 7.26: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο TAM για τη μελέτη δομής της ύλης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
IS	6,32	,73
PU	6,66	,52
PEU	6,36	,63
PSA	6,22	,70
ATU	6,36	,65
ITU	6,58	,73

Αντίστοιχα για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης, προέκυψε ο Πίνακας 7.27. Εδώ οι μέσες τιμές των ερωτήσεων που σχετίζονται με το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας και συγκεκριμένα οι "PU", "PEU", "PSA", "ATU" και "ITU" είναι κοντά στο 6,5, που δεδομένου της κλίμακας 1 έως 7 σημαίνει ότι οι φοιτητές έχουν απαντήσει την επιλογή «Πάρα Πολύ». Μικρή διαφοροποίηση παρατηρείται για την "IS" όπου η μέση τιμή τείνει στην απάντηση «Πολύ».

Πίνακας 7.27: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο TAM για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
IS	5,74	1,12
PU	6,58	,72
PEU	6,41	,72

PSA	6,55	,54
ATU	6,52	,54
ITU	6,67	,53

Από τις απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών», προέκυψε ο Πίνακας 7.28. Και εδώ έχουμε παρόμοια αποτελέσματα μιας και οι μέσες τιμές των ερωτήσεων που σχετίζονται με το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας και συγκεκριμένα οι “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” είναι κοντά στο 6,5, που σημαίνει ότι οι «Εκπαιδευτικοί» έχουν απαντήσει την επιλογή «Πάρα Πολύ» ενώ και εδώ η “IS” τείνει στην απάντηση «Πολύ». Η διαφοροποίηση οφείλεται προφανώς στην ερώτηση της συνιστώσας “IS” «Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο» στην οποία τόσο οι «Φοιτητές» όσο και οι «Εκπαιδευτικοί» δώσανε χαμηλότερη βαθμολογία.

Πίνακας 7.28: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών» στο TAM

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
IS	5,56	1,06
PU	6,51	,97
PEU	6,64	,81
PSA	6,40	1,02
ATU	6,38	,87
ITU	6,57	1,00

Τέλος, σύμφωνα με τον Πίνακα 7.29 παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές όλων των ερωτήσεων που σχετίζονται με το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας, έχουν μέση τιμή κοντά στο 6,5, που σημαίνει ότι οι «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» έχουν απαντήσει την επιλογή «Πάρα πολύ».

Πίνακας 7.29: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» στο TAM

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
IS	6,69	,51

PU	6,60	,62
PEU	6,48	,91
PSA	6,35	,78
ATU	6,48	,66
ITU	6,66	,68

7.1.6 Νόσος προσομοίωσης

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.30 παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές των απαντήσεων στις ερωτήσεις που αφορούν τα συμπτώματα της νόσου προσομοίωσης που ένιωσαν οι φοιτητές, κυμαίνονται από 0.00-0.50, που υποδεικνύει ότι δεν εκφράστηκε κανένα σύμπτωμα σε έντονο βαθμό δεδομένου ότι το εύρος της καταγραφής ήταν από 0 έως 3 μονάδες.

Πίνακας 7.30: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο SSQ για τη μελέτη δομής της ύλης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;	,29	,66
Ένωσες κούραση;	,29	,66
Ένωσες πονοκέφαλο;	,22	,57
Ένωσες κούραση στα μάτια;	,51	,79
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;	,31	,57
Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου;	,02	,13
Είχες εφίδρωση;	,11	,37
Ένωσες ναυτία;	,04	,19
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης;	,11	,31
Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;	,47	,79
Είχες θολή όραση;	,40	,81

Ένωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια;	,16	,46
Ένωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια;	,09	,35
Ένωσες ίλιγγο;	,05	,23
Ένωσες στομαχική δυσφορία;	,05	,30
Είχες ρέψιμο;	,00	,00

Στον Πίνακα 7.31 καταγράφηκε η μέση τιμή που προέκυψε από τις απαντήσεις που δόθηκαν από τους φοιτητές στο ερωτηματολόγιο για το πείραμα της ενσυναίσθησης, σχετικά με τα συμπτώματα που αισθάνθηκαν. Σε όλες τις περιπτώσεις οι τιμές που καταγράφηκαν είναι μικρότερες από 1 με ορισμένες εξαιρέσεις οι οποίες θα αναφερθούν παρακάτω. Μέσες τιμές μικρότερες του 0.8 δηλώνουν ότι δεν αισθάνθηκαν καθόλου τα συμπτώματα αυτά. Ωστόσο, στις ερωτήσεις “Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά”, “Ένωσες κούραση στα μάτια;” και “Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;”, οι μέσες τιμές βρίσκονται οριακά πάνω από το 0.8 που σημαίνει ότι αισθάνθηκαν τα συμπτώματα αυτά οι φοιτητές αλλά σε σχετικά μικρό βαθμό.

Πίνακας 7.31: Απαντήσεις των «Φοιτητών» στο SSQ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;	,82	1,02
Ένωσες κούραση;	,58	,98
Ένωσες πονοκέφαλο;	,64	,91
Ένωσες κούραση στα μάτια;	,93	1,12
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;	,64	,91
Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου;	,05	,30
Είχες εφίδρωση;	,18	,47
Ένωσες ναυτία;	,22	,63
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης;	,40	,76
Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;	,89	1,12

Είχες θολή όραση;	,62	,87
Ένωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια;	,64	,91
Ένωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια;	,29	,74
Ένωσες ίλιγγο;	,20	,52
Ένωσες στομαχική δυσφορία;	,18	,61
Είχες ρέψιμο;	,00	,00

Όσον αφορά τους εκπαιδευτικούς, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 7.32, προκύπτει ότι οι μέσες τιμές των περισσότερων ερωτήσεων, με ορισμένες εξαιρέσεις, βρίσκονται στο διάστημα 0.00 έως 0.80 που σημαίνει ότι αισθάνθηκαν σε σχεδόν μηδενικό βαθμό τα συμπτώματα των αντίστοιχων ερωτήσεων. Ωστόσο στις ερωτήσεις “Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;”, “Ένωσες κούραση στα μάτια;”, “Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;” και “Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;” καταγράφηκαν μέσες τιμές πάνω από 0.8 που σημαίνει ότι τα συμπτώματα αυτά των ερωτήσεων έγιναν μεν αισθητά, αλλά σε μικρό βαθμό.

Πίνακας 7.32: Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών» στο SSQ

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;	,90	1,08
Ένωσες κούραση;	,56	,91
Ένωσες πονοκέφαλο;	,52	,87
Ένωσες κούραση στα μάτια;	,82	1,14
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;	,83	1,11
Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου;	,15	,51
Είχες εφίδρωση;	,18	,53
Ένωσες ναυτία;	,25	,63
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης;	,54	,96
Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;	,88	1,03

Είχες θολή όραση;	,66	,97
Ένωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια;	,45	,87
Ένωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια;	,27	,65
Ένωσες ίλιγγο;	,21	,63
Ένωσες στομαχική δυσφορία;	,23	,61
Είχες ρέψιμο;	,05	,40

Τέλος, σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 7.33 παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές όλων των ερωτήσεων, ανήκουν στο διάστημα 0.00 έως 0.80 που σημαίνει ότι οι «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» δεν αισθάνθηκαν σχεδόν καθόλου αυτά τα συμπτώματα.

Πίνακας 7.33 Απαντήσεις των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» στο SSQ

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;	,19	,44
Ένωσες κούραση;	,22	,50
Ένωσες πονοκέφαλο;	,11	,42
Ένωσες κούραση στα μάτια;	,33	,61
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;	,35	,65
Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου;	,04	,19
Είχες εφίδρωση;	,04	,19
Ένωσες ναυτία;	,09	,29
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης;	,09	,29
Ένωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου;	,24	,55
Είχες θολή όραση;	,26	,52
Ένωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια;	,06	,23
Ένωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια;	,06	,23
Ένωσες ίλιγγο;	,07	,26
Ένωσες στομαχική δυσφορία;	,06	,23

Είχες ρέψιμο;	,02	,14
---------------	-----	-----

Για να αξιολογήσουμε τις απαντήσεις των συμμετεχόντων παρατηρούμε ότι, όπως προκύπτει από το Σχήμα 4.15, οι τιμές για το “ΝΑΥΤΙΑ” κυμαίνονται από το 0 μέχρι το 200, για το “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” από το 0 μέχρι το 159, για το “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” από το 0 μέχρι το 292 και για τη συνολική αίσθηση ναυτίας “ΣΥΝΟΛΟ” από το 0 μέχρι το 235. Όσο υψηλότερη είναι η βαθμολογία, τόσο μεγαλύτερη είναι η σοβαρότητα των συμπτωμάτων, και επομένως, τόσο μεγαλύτερη είναι η νόσος προσομοίωσης. Για παράδειγμα, συνολική βαθμολογία 20 δείχνει μια αισθητή δυσφορία, ενώ συνολική βαθμολογία πάνω από 100 δείχνει ότι ένα άτομο είναι ουσιαστικά άρρωστο [213].

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 7.34 και δεδομένης της κλίμακας βαθμολόγησης, προκύπτει ότι η μέση τιμή στην “ΝΑΥΤΙΑ” είναι 5,38, που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο οι «Φοιτητές» δεν αισθάνθηκαν συμπτώματα ναυτίας κατά τη μελέτη της δομής της ύλης. Επίσης για την διάσταση “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” η μέση τιμή είναι 16,12, και φαίνεται ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες δεν αισθάνονται συμπτώματα οφθαλμοκινητικής διαταραχής. Επιπλέον η μέση τιμή στην μεταβλητή “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” είναι 21,26, που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες επίσης δεν αισθάνονται συμπτώματα αποπροσανατολισμού. Τέλος η μέση τιμή στην μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” είναι 15,98. Όλες οι τιμές είναι πολύ χαμηλές και επιτρέπουν να συμπεράνουμε ότι οι «Φοιτητές» δεν αισθάνθηκαν αξιοσημείωτα συμπτώματα.

Πίνακας 7.34 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της δομής της ύλης.

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
ΝΑΥΤΙΑ	5,38	11,68
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	16,12	24,93
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	21,26	31,91
ΣΥΝΟΛΟ	15,98	23,88

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 7.35 για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της ενσυναίσθησης και δεδομένης της κλίμακας βαθμολόγησης, προκύπτει ότι η μέση τιμή στην “ΝΑΥΤΙΑ” είναι 17,69, που σημαίνει ότι αισθάνθηκαν σε πολύ μικρό βαθμό συμπτώματα ναυτίας. Επίσης για την “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” η μέση τιμή είναι 35,01, υποδεικνύοντας ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες αισθάνθηκαν ορισμένα συμπτώματα οφθαλμοκινητικής διαταραχής. Επιπλέον η μέση τιμή στην “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” είναι 48,59, δηλαδή κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες αισθάνονται επίσης συμπτώματα αποπροσανατολισμού. Τέλος η μέση τιμή στην “ΣΥΝΟΛΟ” είναι 37,26 με τυπική απόκλιση 44,72. Οι τιμές αυτές είναι αισθητά μεγαλύτερες σε σχέση με τη μελέτη της δομής της ύλης.

Πίνακας 7.35 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
ΝΑΥΤΙΑ	17,69	27,26
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	35,01	39,77
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	48,59	61,37
ΣΥΝΟΛΟ	37,26	44,72

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 7.36 και δεδομένης της κλίμακας βαθμολόγησης προκύπτει ότι η μέση τιμή στην “ΝΑΥΤΙΑ” που είναι 21,93, υποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες αισθάνθηκαν σε μικρό βαθμό συμπτώματα της ναυτίας. Επίσης, στην “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” η μέση τιμή είναι 36,70, δεδομένου της κλίμακας δείχνει ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες αισθάνονται αρκετά συμπτώματα οφθαλμοκινητικής διαταραχής. Επιπλέον, η μέση τιμή στην “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” είναι 49,57, που σημαίνει ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες αισθάνονται επίσης αρκετά συμπτώματα αποπροσανατολισμού. Τέλος η μέση τιμή στην μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” είναι 40,02. Οι τιμές αυτές δείχνουν ότι και οι «Εκπαιδευτικοί» ένιωσαν αρκετά από τα συμπτώματα.

Πίνακας 7.36 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Εκπαιδευτικούς»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
ΝΑΥΤΙΑ	21,93	33,77
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	36,70	47,14
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	49,57	68,44
ΣΥΝΟΛΟ	40,02	53,25

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 7.37 και δεδομένης της κλίμακας βαθμολόγησης προκύπτει ότι η μέση τιμή στην “ΝΑΥΤΙΑ” είναι 4,95, που σημαίνει πως και οι «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» δεν αισθάνθηκαν καθόλου συμπτώματα της ναυτίας. Επίσης, στην “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” η μέση τιμή είναι 11,79, που υποδεικνύει ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες αισθάνθηκαν πολύ λίγα συμπτώματα οφθαλμοκινητικής διαταραχής. Επιπλέον, η μέση τιμή στην “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” είναι 15,72 και δείχνει ότι κατά μέσο όρο οι συμμετέχοντες δεν αισθάνθηκαν συμπτώματα αποπροσανατολισμού. Τέλος η μέση τιμή στην μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” είναι 11,98.

Πίνακας 7.37 Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»

	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
ΝΑΥΤΙΑ	4,95	12,94
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	11,79	21,22
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	15,72	27,58
ΣΥΝΟΛΟ	11,98	21,95

Αξίζει να σημειωθεί πως μία εκπαιδευτικός που συμμετείχε στην κύρια μελέτη για την ενσυναίσθηση μετά από δύο λεπτά αισθάνθηκε έντονη δυσφορία και χρειάστηκε να διακοπεί η διαδικασία. Η εκπαιδευτικός ανέφερε, πέραν της δυσφορίας, ναυτία και ζάλη με ανοιχτά και κλειστά μάτια.

7.1.7 Ειδικότερα θέματα και συνολική εμπειρία

Αναφορικά με ειδικότερα θέματα, συγκεκριμένα για την εκάστοτε εφαρμογή, τέθηκαν και επιπλέον ερωτήσεις πέραν των τυποποιημένων ερωτηματολογίων.

Οι ερωτήσεις αυτές ήταν για τη μελέτη της δομής της ύλης:

- Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον βοήθησε στην κατανόηση της δομής της ύλης;
- Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον προκάλεσε σύγχυση όσον αφορά στη δομή της ύλης;
- Η αναπαράσταση των μορίων ταιριάζει με τον τρόπο που διδάσκεται σε παιδιά 9-12 ετών;
- Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον πάγο είναι επιστημονικά σωστή;
- Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στο υγρό νερό είναι επιστημονικά σωστή;
- Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον υδρατμό είναι επιστημονικά σωστή;

Οι ερωτήσεις για τη μελέτη της ενσυναίσθησης ήταν οι εξής:

- Σε βοήθησε η εμπειρία με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας να αλλάξεις τις αντιλήψεις σου για το πώς τα αυτιστικά άτομα αντιλαμβάνονται ή αισθάνονται οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα;
- Σου φάνηκε με την εμπειρία σου ότι «μπήκες στη θέση» ενός αυτιστικού ατόμου;

Οι απαντήσεις των συμμετεχόντων που αναφέρονται στη μελέτη της δομής της ύλης συνοψίζονται στον Πίνακα 7.38.

Πίνακας 7.38 Απαντήσεις στα ειδικότερα θέματα για τη μελέτη της δομής της ύλης

	Φοιτητές	Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου
Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον βοήθησε στην κατανόηση της δομής της ύλης;	ΝΑΙ (98,1%)	ΝΑΙ (98,1%)
Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον προκάλεσε σύγχυση όσον αφορά στη δομή της ύλης;	ΟΧΙ (74,5%)	ΟΧΙ (92,6%)
Η αναπαράσταση των μορίων ταιριάζει με τον τρόπο που διδάσκεται σε παιδιά 9-12 ετών;	ΝΑΙ (83,6%)	ΝΑΙ (92,3%)
Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον πάγο είναι επιστημονικά σωστή;	ΝΑΙ (98,2%)	ΝΑΙ (94,4%)
Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στο υγρό νερό είναι επιστημονικά σωστή;	ΝΑΙ (100%)	ΝΑΙ (98,1%)
Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον υδρατμό είναι επιστημονικά σωστή;	ΝΑΙ (98,2%)	ΝΑΙ (100%)

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι σχεδόν όλοι συμφωνούν τόσο για τη χρησιμότητα της εφαρμογής στην κατανόηση του υπό εξέταση θέματος όσο και για την καταλληλότητά της για χρήση σε παιδιά χρονολογικής ηλικίας 9-12 ετών, που αντιστοιχεί σε νοητική ηλικία των ατόμων με επίπεδο ήπιας ΝΑ. Επιπλέον σχεδόν όλοι συμφώνησαν ότι η αναπαράσταση και των τριών καταστάσεων της ύλης είναι επιστημονικά σωστή.

Αντίστοιχα για τη μελέτη της ενσυναίσθησης προέκυψε ο Πίνακας 7.39.

Πίνακας 7.39 Απαντήσεις στα ειδικότερα θέματα για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Φοιτητές		Εκπαιδευτικοί	
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Σε βοήθησε η εμπειρία με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας να αλλάξεις τις	3,84	,373	3,69	,606

αντιλήψεις σου για το πως τα αυτιστικά άτομα
αντιλαμβάνονται ή αισθάνονται οπτικά και
ακουστικά ερεθίσματα;

Σου φάνηκε με την εμπειρία σου ότι «μήγκες στη θέση» ενός αυτιστικού ατόμου;	3,76	,429	3,65	,631
---	------	------	------	------

Από τις απαντήσεις προκύπτει ότι σχεδόν όλοι συμφωνούν στον μέγιστο βαθμό για τη χρησιμότητα της εφαρμογής όσον αφορά τόσο την αλλαγή των αντιλήψεών τους όσο και την αύξηση της ενσυναίσθησης για τα άτομα με ΔΑΦ.

Αναφορικά με την αξιολόγηση της συνολικής εμπειρίας των χρηστών σε όλες τις περιπτώσεις ζητήθηκε να αξιολογηθεί συνολικά η εμπειρία με την ερώτηση: «Συνολικά πόσο σου άρεσε η εμπειρία;».

Οι απαντήσεις στη μελέτη της δομής της ύλης παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.40.

Πίνακας 7.40 Απαντήσεις για τη συνολική εμπειρία για την μελέτη της δομής της ύλης

	Φοιτητές		Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου	
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;	3,7818	,41682	3,7037	,46091

Αντίστοιχα, για τη μελέτη της ενσυναίσθησης οι απαντήσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.41.

Πίνακας 7.41 Απαντήσεις για τη συνολική εμπειρία για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

	Φοιτητές		Εκπαιδευτικοί	
	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;	3,98	,135	3,84	,496

Σε κάθε περίπτωση προκύπτει ότι σχεδόν όλοι συμφωνούν πως η συνολική εμπειρία και στις δύο εφαρμογές υπήρξε ιδιαίτερα θετική.

7.1.8 Σύγκριση των δύο ομάδων στη μελέτη της δομής της ύλης

Για τη σύγκριση των δύο ομάδων («Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου»), εφαρμόστηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann Whitney.

Σχετικά με την νόσο προσομοίωσης, και εξετάζοντας τις μεταβλητές «ΝΑΥΤΙΑ», «ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ», «ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ» και «ΣΥΝΟΛΟ» προέκυψε ο Πίνακας 7.42.

Πίνακας 7.42 Σύγκριση Ομάδων για τη νόσο προσομοίωσης, μελέτη δομής της ύλης

	Mann-Whitney U Test	p-value
ΝΑΥΤΙΑ	1386	0,434
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	1272,0	0,179
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	1299,5	0,216
ΣΥΝΟΛΟ	1249,0	0,127

Στον πίνακα παρατηρούμε ότι σε κάθε περίπτωση δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα σε «Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» ($p < 0,05$).

Όσον αφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας, και εξετάζοντας τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προέκυψε ο Πίνακας 7.43.

Πίνακας 7.43 Σύγκριση Ομάδων για την αποδοχή, μελέτη δομής της ύλης

	Mann-Whitney U Test	p-value
IS	2069,0	0,000
PU	1483,5	0,992
PEU	1783,0	0,053
PSA	1710,5	0,162

ATU	1655,5	0,285
ITU	1681,5	0,154

Στον πίνακα παρατηρούμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα σε «Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» ($p < 0,05$). Εξάιρεση αποτελεί η μεταβλητή "IS" ($M-W = 2069,0$; $p = 0,000$). Ενώ δηλαδή και οι δύο ομάδες αξιολογούν το «συλ διεπαφής» με «Πάρα Πολύ» φαίνεται ότι οι «Εκπαιδευτικοί Αντικειμένου» το κρίνουν θετικότερα.

Τέλος, όσον αφορά την αίσθηση παρουσίας συγκρίνοντας τους «Φοιτητές» με τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» προκύπτει ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 η διάμεσος της "ΠΑΡΟΥΣΙΑ" στους «Φοιτητές» οριακά διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των «Εκπαιδευτικών Αντικειμένου» ($M-W = 1839,5$; $p = 0,031$) με τους «Φοιτητές» να τείνουν στο «Αρκετά» και τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» στο «Πολύ».

7.1.9 Σύγκριση των δύο ομάδων στη μελέτη της ενσυναίσθησης

Και σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann Whitney για να συγκριθεί εάν οι κατανομές των τιμών των δύο δειγμάτων, «Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικοί», διαφέρουν στατιστικά σημαντικά ή όχι.

Σχετικά με την νόσο προσομοίωσης, και εξετάζοντας τις μεταβλητές «ΝΑΥΤΙΑ», «ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ», «ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ» και «ΣΥΝΟΛΟ» προέκυψε ο Πίνακας 7.44.

Πίνακας 7.44 Σύγκριση Ομάδων για τη νόσο προσομοίωσης, μελέτη ενσυναίσθησης

	Mann-Whitney U Test	p-value
ΝΑΥΤΙΑ	2959	0,951
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	3096	0,573
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	2545,5	0,147
ΣΥΝΟΛΟ	2812	0,637

Στον πίνακα παρατηρούμε ότι σε κάθε περίπτωση δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα σε «Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικούς» ($p < 0,05$).

Όσον αφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας, και εξετάζοντας τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προέκυψε ο Πίνακας 7.45.

Πίνακας 7.45 Σύγκριση Ομάδων για την αποδοχή, μελέτη ενσυναίσθησης

	Mann-Whitney U Test	p-value
IS	2599,5	0,221
PU	3023	0,749
PEU	3627	0,006
PSA	3102	0,546
ATU	3143,5	0,445
ITU	3067,5	0,589

Στον πίνακα παρατηρούμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα σε «Φοιτητές» και «Εκπαιδευτικούς» ($p < 0,05$). Εξαίρεση αποτελεί η μεταβλητή “PEU” (M-W =3627; $p=0,006$). Όσον αφορά δηλαδή την «αντιληπτή ευκολία χρήσης» ενώ και οι δύο ομάδες την αξιολόγησαν με «Παρα Πολύ» φαίνεται πως οι «Εκπαιδευτικοί» έχουν πιο θετική στάση.

Τέλος, όσον αφορά την αίσθηση παρουσίας μεταξύ των «Φοιτητών» και των «Εκπαιδευτικών» προκύπτει ότι σε επίπεδο σημαντικότητας 0,05 η διάμεσος της “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” στους «Φοιτητές» διαφέρει στατιστικά σημαντικά από αυτή των «Εκπαιδευτικών» (M-W =2150,5; $p=0.005$) με τους «Εκπαιδευτικούς» να κινούνται στο «Αρκετά» και τους «Φοιτητές» να είναι πιο θετικοί με απαντήσεις προς την επιλογή «Πολύ».

7.1.10 Συσχετίσεις παραγόντων αδιαθεσίας, αποδοχής, και παρουσίας

7.1.10.1 Εσωτερικοί έλεγχοι παραγόντων αδιαθεσίας, αποδοχής, και παρουσίας

Όσον αφορά τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της δομής της ύλης στον Πίνακα 7.46 παρουσιάζονται οι εσωτερικές συσχετίσεις των μεταβλητών της αδιαθεσίας (ερωτηματολόγιο SSQ). Στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” ανάλογα με τις μεταβλητές “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καθώς $Rho=0.667$, $p<0.001$, $Rho=0.554$, $p<0.001$ και $Rho=0.695$, $p<0.001$ για κάθε έλεγχο αντίστοιχα. Επίσης στις περιπτώσεις συσχέτισης “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” με τις μεταβλητές “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καθώς $Rho=0.890$, $p<0.001$ και $Rho=0.972$, $p<0.001$ αντίστοιχα για κάθε έλεγχο. Παράλληλα καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καθώς $Rho=0.942$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.46: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
ΝΑΥΤΙΑ	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,667	<,001
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,554	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,695	<,001
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,890	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,972	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	,942	<,001

Αντίστοιχα για τη μελέτη της ενσυναίσθησης στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” με τις μεταβλητές “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ”, από τα στοιχεία του Πίνακα 7.47 παρατηρούμε ότι προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε κάθε περίπτωση ελέγχου καθώς $Rho=0.823$, $p<0.001$, $Rho=0.874$,

$p < 0.001$ και $Rho = 0.908$, $p < 0.001$ για κάθε έλεγχο αντίστοιχα. Επίσης, στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” με τις μεταβλητές “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho = 0.936$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.956$, $p < 0.001$ αντίστοιχα, όπως επίσης και στην περίπτωση ελέγχου της μεταβλητής “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” με την μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” αφού $Rho = 0.986$, $p < 0.001$.

Πίνακας 7.47: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
ΝΑΥΤΙΑ	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,823	<,001
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,874	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,908	<,001
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,936	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,956	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	,986	<,001

Όσον αφορά τις μεταβλητές της αποδοχής της τεχνολογίας (ερωτηματολόγιο TAM) για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης (Πίνακας 7.48) σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “IS” με τις μεταβλητές “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho = 0.574$, $p < 0.001$, $Rho = 0.656$, $p < 0.001$, $Rho = 0.761$, $p < 0.001$, $Rho = 0.526$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.574$, $p < 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Σε όμοια αποτελέσματα καταλήγουμε και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PU” με τις μεταβλητές “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” καθώς $Rho = 0.523$, $p < 0.001$, $Rho = 0.534$, $p < 0.001$, $Rho = 0.461$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.545$, $p < 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PEU” με τις μεταβλητές “PSA”, “ATU” και “ITU” όπου προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho = 0.696$, $p < 0.001$, $Rho = 0.567$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.679$, $p < 0.001$ αντίστοιχα. Επίσης στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “PSA” με τις μεταβλητές “ATU” και “ITU” αφού $Rho = 0.678$, $p < 0.001$ και

$Rho=0.616$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επιπλέον σημαντικά στατιστική συσχέτιση προέκυψε μεταξύ των μεταβλητών “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.575$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.48: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
IS	PU	,574	<,001
	PEU	,656	<,001
	PSA	,761	<,001
	ATU	,526	<,001
	ITU	,574	<,001
PU	PEU	,523	<,001
	PSA	,534	<,001
	ATU	,461	<,001
	ITU	,545	<,001
PEU	PSA	,696	<,001
	ATU	,567	<,001
	ITU	,679	<,001
PSA	ATU	,678	<,001
	ITU	,616	<,001
ATU	ITU	,575	<,001

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.49 έχουμε ότι, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “IS” με τις μεταβλητές “PU”, “PEU”, “PSA” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχέτισεις αφού $Rho=0.476$, $p<0.001$, $Rho=0.519$, $p<0.001$, $Rho=0.374$, $p=0.005$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση με εξαίρεση τον έλεγχο συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών “IS” και “ATU” και “IS” με “ITU” όπου δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση αφού $Rho=0.146$, $p=,0287$ και $Rho=0.206$, $p=0,131$ αντίστοιχα. Παράλληλα στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PU” με τις μεταβλητές “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU”

προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καθώς $Rho=0.539$, $p<0.001$, $Rho=0.609$, $p<0.001$, $Rho=0.466$, $p<0.001$ και $Rho=0.355$, $p<0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PEU” με τις μεταβλητές “PSA”, “ATU” και “ITU” όπου προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.548$, $p<0.001$, $Rho=0.446$, $p<0.001$ και $Rho=0.546$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επίσης στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “PSA” με τις μεταβλητές “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.669$, $p<0.001$ και $Rho=0.586$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επιπλέον, σημαντικά στατιστική συσχέτιση προέκυψε μεταξύ των μεταβλητών “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.550$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.49: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
IS	PU	,476	<,001
	PEU	,519	<,001
	PSA	,374	,005
	ATU	,146	,287
	ITU	,206	,131
PU	PEU	,539	<,001
	PSA	,609	<,001
	ATU	,466	<,001
	ITU	,355	,008
PEU	PSA	,548	<,001
	ATU	,446	<,001
	ITU	,546	<,001
PSA	ATU	,690	<,001
	ITU	,586	<,001
ATU	ITU	,550	,002

Όσον αφορά τους «Εκπαιδευτικούς» και τις μεταβλητές της νόσου προσομοίωσης (SSQ) παρατηρούμε ότι καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε κάθε περίπτωση ελέγχου. Συγκεκριμένα στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” με τις μεταβλητές “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ”, από τα στοιχεία του Πίνακα 7.50, παρατηρούμε ότι προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε κάθε περίπτωση ελέγχου καθώς $Rho=0.902$, $p<0.001$, $Rho=0.871$, $p<0.001$ και $Rho=0.932$, $p<0.001$ για κάθε έλεγχο αντίστοιχα. Επίσης, στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” με τις μεταβλητές “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.950$, $p<0.001$ και $Rho=0.985$, $p<0.001$ αντίστοιχα, όπως επίσης και στην περίπτωση ελέγχου της μεταβλητής “ ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ” με την μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” αφού $Rho=0.970$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.50: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Εκπαιδευτικούς»

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
ΝΑΥΤΙΑ	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,902	<,001
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,871	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,932	<,001
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,950	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,985	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	,970	<,001

Αντίστοιχα για τις μεταβλητές της αποδοχής (TAM) από τα στοιχεία του Πίνακα 7.51 σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “IS” με τις μεταβλητές “PU” , “PEU” , “PSA” , “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.388$, $p<0.001$, $Rho=0.254$, $p=0.008$, $Rho=0.262$, $p=0.006$, $Rho=0.421$, $p<0.001$ και $Rho=0.312$, $p=0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Σε όμοια αποτελέσματα καταλήγουμε και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PU” με τις μεταβλητές “PEU” , “PSA” , “ATU” και “ ITU” καθώς $Rho=0.589$, $p<0.001$, $Rho=0.709$, $p<0.001$, $Rho=0.715$, $p<0.001$ και $Rho=0.614$, $p<0.001$

αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PEU” με τις μεταβλητές “PSA”, “ATU” και “ITU” όπου προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.524$, $p<0.001$, $Rho=0.368$, $p<0.001$ και $Rho=0.440$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επίσης, στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “PSA” με τις μεταβλητές “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.708$, $p<0.001$ και $Rho=0.602$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επιπλέον, σημαντικά στατιστική συσχέτιση προέκυψε μεταξύ των μεταβλητών “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.645$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.51: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Εκπαιδευτικούς»

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
IS	PU	,388	<,001
	PEU	,254	,008
	PSA	,262	,006
	ATU	,421	,000
	ITU	,312	,001
PU	PEU	,589	<,001
	PSA	,709	<,001
	ATU	,715	<,001
	ITU	,614	<,001
PEU	PSA	,524	<,001
	ATU	,368	<,001
	ITU	,440	<,001
PSA	ATU	,708	<,001
	ITU	,602	<,001
ATU	ITU	,645	<,001

Όσον αφορά τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου» και τις μεταβλητές της νόσου προσομοίωσης (SSQ) από τον παρακάτω πίνακα 7.52 παρατηρούμε ότι καταγράφηκαν

στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε κάθε περίπτωση ελέγχου. Συγκεκριμένα στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” με τις μεταβλητές “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ”, από τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα, παρατηρούμε ότι προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις σε κάθε περίπτωση ελέγχου καθώς $Rho=0.781$, $p<0.001$, $Rho=0.811$, $p<0.001$ και $Rho=0.805$, $p<0.001$ για κάθε έλεγχο αντίστοιχα. Επίσης, στον έλεγχο συσχέτισης της μεταβλητής “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” ανάλογα με τις μεταβλητές “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ” και “ΣΥΝΟΛΟ” καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.901$, $p<0.001$ και $Rho=0.966$, $p<0.001$ αντίστοιχα, όπως επίσης και στην περίπτωση ελέγχου της μεταβλητής “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” ανάλογα με την μεταβλητή “ΣΥΝΟΛΟ” αφού $Rho=0.964$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.52: Συσχετίσεις μεταβλητών του SSQ για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
ΝΑΥΤΙΑ	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	,781	<,001
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,811	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,805	<,001
ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	,901	<,001
	ΣΥΝΟΛΟ	,966	<,001
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	,964	<,001

Τέλος, από τα στοιχεία του Πίνακα 7.53 έχουμε ότι, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “IS” ανάλογα με τις μεταβλητές “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.580$, $p<0.001$, $Rho=0.405$, $p=0.002$, $Rho=0.579$, $p<0.001$, $Rho=0.471$, $p<0.001$ και $Rho=0.370$, $p=0.006$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Σε ανάλογα αποτελέσματα καταλήγουμε και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “PU” ανάλογα με τις μεταβλητές “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” καθώς $Rho=0.674$, $p<0.001$, $Rho=0.683$, $p<0.001$, $Rho=0.703$, $p<0.001$ και $Rho=0.697$, $p<0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως, και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής

“PEU” ανάλογα με τις μεταβλητές “PSA”, “ATU” και “ITU” όπου προκύπτουν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις αφού $Rho=0.657$, $p<0.001$, $Rho=0.548$, $p<0.001$ και $Rho=0.606$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επίσης στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “PSA” με τις μεταβλητές “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.636$, $p<0.001$ και $Rho=0.543$, $p<0.001$ αντίστοιχα. Επιπλέον σημαντικά στατιστική συσχέτιση προέκυψε μεταξύ των μεταβλητών “ATU” και “ITU” αφού $Rho=0.647$, $p<0.001$.

Πίνακας 7.53: Συσχετίσεις μεταβλητών του TAM για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»

		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
IS	PU	,580	<,001
	PEU	,405	,002
	PSA	,579	<,001
	ATU	,471	<,001
	ITU	,370	,006
PU	PEU	,674	<,001
	PSA	,683	<,001
	ATU	,703	<,001
	ITU	,697	<,001
PEU	PSA	,657	<,001
	ATU	,548	<,001
	ITU	,606	<,001
PSA	ATU	,636	<,001
	ITU	,543	<,001
ATU	ITU	,647	<,001

7.1.10.2 Έλεγχοι ανάμεσα στα ερωτηματολόγια

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.54, όσον αφορά τους «Φοιτητές» και τη μελέτη της δομής της ύλης, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” με τις μεταβλητές “IS”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις καθώς $Rho=0.373$, $p=0.005$, $Rho =0.339$, $p=0.011$, $Rho =0.292$, $p=0.030$, $Rho =0.316$, $p=0.019$ και $Rho =0.373$, $p=0.005$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση με εξαίρεση τον έλεγχο συσχέτισης μεταξύ της μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” και “PU” όπου δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $Rho =0.040$, $p=0.772$. Παράλληλα στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” με τις μεταβλητές “PU” και “ATU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho =-0.273$, $p=0,045$ και $Rho =-0.278$, $p=0.040$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” με τις μεταβλητές “IS” και “PEU” όπου προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho =-0.330$, $p=0.014$ και $Rho =-0.304$, $p=0.024$ αντίστοιχα. Επίσης στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση καταγράφηκε και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” με την μεταβλητή “IS” καθώς $Rho =-0.295$, $p=0.029$. Επιπλέον, σημαντικά στατιστική αρνητική συσχέτιση προέκυψε μεταξύ των μεταβλητών “ΣΥΝΟΛΟ” και “IS” καθώς $Rho =-0.303$, $p=0.025$.

Πίνακας 7.54: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης

			IS	PU	PEU	PSA	ATU	ITU
Spearman's rho	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	Cor coef	,373	,040	,339	,292	,316	,373
		Sig. (2-tailed)	,005	,772	,011	,030	,019	,005
		N	55	55	55	55	55	55
	ΝΑΥΤΙΑ	Cor coef	-,148	-,272	-,179	-,173	-,278	-,220
		Sig. (2-tailed)	,281	,045	,192	,206	,040	,106
		N	55	55	55	55	55	55
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	Cor coef	-,330	-,175	-,304	-,201	-,188	-,100
		Sig. (2-tailed)	,014	,201	,024	,141	,169	,469

	N	55	55	55	55	55	55
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Cor coef	-,295	-,078	-,227	-,166	-,081	-,019
	Sig. (2-tailed)	,029	,573	,095	,226	,554	,889
	N	55	55	55	55	55	55
ΣΥΝΟΛΟ	Cor coef	-,303	-,160	-,253	-,171	-,170	-,082
	Sig. (2-tailed)	,025	,243	,063	,212	,215	,553
	N	55	55	55	55	55	55

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.55, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις καθώς $Rho = 0.513$, $p < 0.001$, $Rho = 0.371$, $p = 0.005$, $Rho = 0.548$, $p < 0.001$, $Rho = 0.384$, $p = 0.004$, $Rho = 0.398$, $p = 0.003$ και $Rho = 0.308$, $p = 0.022$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση με εξαίρεση την “ATU” όπου $Rho = 0,259$ και $p = 0,056$. Σε όλες τις υπόλοιπες συγκρίσεις των μεταβλητών “ΝΑΥΤΙΑ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $p > 0.050$ σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 7.55: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης

			IS	PU	PEU	PSA	ATU	ITU
Spearman's rho	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	Cor coef	,513	,371	,548	,384	,259	,308
		Sig. (2-tailed)	,000	,005	,000	,004	,056	,022
		N	55	55	55	55	55	55
	ΝΑΥΤΙΑ	Cor coef	,013	,094	-,142	,047	,051	,012
		Sig. (2-tailed)	,927	,494	,303	,734	,710	,931
		N	55	55	55	55	55	55
		Cor coef	-,059	-,025	-,222	,045	,010	,015

Κεφάλαιο 7ο: Αποτελέσματα

ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	Sig. (2-tailed)	,670	,858	,103	,743	,943	,916
	N	55	55	55	55	55	55
	Cor coef	-,044	-,092	-,212	,011	-,002	-,032
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Sig. (2-tailed)	,749	,506	,121	,934	,988	,819
	N	55	55	55	55	55	55
	Cor coef	-,024	-,042	-,201	,028	,010	-,016
ΣΥΝΟΛΟ	Sig. (2-tailed)	,863	,758	,142	,839	,940	,905
	N	55	55	55	55	55	55
	Cor coef	-,024	-,042	-,201	,028	,010	-,016

Αναφορικά με τους «Εκπαιδευτικούς» από τα στοιχεία του Πίνακα 7.56, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις καθώς $Rho = 0.368$, $p < 0.001$, $Rho = 0.282$, $p = 0.003$, $Rho = 0.218$, $p = 0.024$, $Rho = 0.193$, $p = 0.046$, $Rho = 0.411$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.390$, $p < 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Σε όλες τις υπόλοιπες συγκρίσεις των μεταβλητών “ΝΑΥΤΙΑ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” και “ΣΥΝΟΛΟ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $p > 0.050$ σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 7.56: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Εκπαιδευτικούς»

			IS	PU	PEU	PSA	ATU	ITU
Spearman's rho	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	Cor coef	,368	,282	,218	,193	,411	,390
		Sig. (2-tailed)	,000	,003	,024	,046	,000	,000
		N	108	108	108	108	108	108
	ΝΑΥΤΙΑ	Cor coef	-,126	,062	-,013	-,018	,134	-,112
		Sig. (2-tailed)	,197	,523	,893	,850	,168	,250
		N	108	108	108	108	108	108

ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	Cor coef	-,145	,038	-,096	-,014	,125	-,091
	Sig. (2-tailed)	,136	,698	,326	,882	,201	,351
	N	108	108	108	108	108	108
ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Cor coef	-,136	,000	-,104	-,026	,145	-,097
	Sig. (2-tailed)	,162	,996	,285	,790	,136	,321
	N	108	108	108	108	108	108
ΣΥΝΟΛΟ	Cor coef	-,157	,012	-,099	-,037	,140	-,134
	Sig. (2-tailed)	,107	,905	,310	,702	,151	,170
	N	108	108	108	108	108	108

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.57 για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου», σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις καθώς $Rho = 0.448$, $p = 0.001$, $Rho = 0.421$, $p = 0.002$, $Rho = 0.466$, $p < 0.001$, $Rho = 0.501$, $p < 0.001$ και $Rho = 0.449$, $p = 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση με εξαίρεση τον έλεγχο συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” και “PEU” όπου δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $Rho = 0.213$, $p = 0.123$. Παράλληλα στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “ΝΑΥΤΙΑ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho = -0.359$, $p = 0.008$, $Rho = -0.618$, $p < 0.001$, $Rho = -0.702$, $p < 0.001$, $Rho = -0.548$, $p < 0.001$, $Rho = -0.402$, $p = 0.003$ και $Rho = -0.471$, $p < 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Ομοίως και στην περίπτωση συσχέτισης της μεταβλητής “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho = -0.281$, $p = 0.039$, $Rho = -0.564$, $p < 0.001$, $Rho = -0.724$, $p < 0.001$, $Rho = -0.529$, $p < 0.001$, $Rho = -0.434$, $p = 0.001$ και $Rho = -0.494$, $p < 0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Επίσης στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ” με τις μεταβλητές “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho = -0.506$,

$p < 0.001$, $Rho = -0.648$, $p < 0.001$, $Rho = -0.428$, $p < 0.001$, $Rho = -0.373$, $p = 0.006$ και $Rho = -0.484$, $p < 0.001$ αντίστοιχα. Επιπλέον, στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καταγράφηκαν και στις περιπτώσεις συσχέτισης της μεταβλητής “ΣΥΝΟΛΟ” με τις μεταβλητές “ΡΥ”, “ΡΕΥ”, “ΡΣΑ”, “ΑΤΥ” και “ΙΤΥ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho = -0.536$, $p < 0.001$, $Rho = -0.698$, $p < 0.001$, $Rho = -0.480$, $p < 0.001$, $Rho = -0.410$, $p = 0.002$ και $Rho = -0.478$, $p < 0.001$ αντίστοιχα.

Πίνακας 7.57: Συσχετίσεις ερωτηματολογίων για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»

			IS	PU	PEU	PSA	ATU	ITU
Spearman's rho	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	Cor coef	,448	,421	,213	,466	,501	,449
		Sig. (2-tailed)	,001	,002	,123	,000	,000	,001
		N	54	54	54	54	54	54
	ΝΑΥΤΙΑ	Cor coef	-,359	-,618	-,702	-,548	-,402	-,471
Sig. (2-tailed)		,008	,000	,000	,000	,003	,000	
N		54	54	54	54	54	54	
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	Cor coef	-,281	-,564	-,724	-,529	-,434	-,494
Sig. (2-tailed)		,039	,000	,000	,000	,001	,000	
N		54	54	54	54	54	54	
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	Cor coef	-,233	-,506	-,648	-,428	-,373	-,484
Sig. (2-tailed)		,090	,000	,000	,001	,006	,000	
N		54	54	54	54	54	54	
	ΣΥΝΟΛΟ	Cor coef	-,244	-,536	-,698	-,480	-,410	-,478
Sig. (2-tailed)		,075	,000	,000	,000	,002	,000	
N		54	54	54	54	54	54	

7.1.10.3 Έλεγχοι για τη Συνολική εμπειρία

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.58, για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων των συμμετεχόντων στην ερώτηση “Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU” και “ITU” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις καθώς $Rho=0.335$, $p=0.012$, $Rho=0.450$, $p=0.001$, $Rho=0.421$, $p=0.001$, $Rho=0.465$, $p<0.001$, $Rho=0.502$, $p<0.001$ και $Rho=0.542$, $p<0.001$ αντίστοιχα σε κάθε περίπτωση. Στις συγκρίσεις με τις μεταβλητές “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” και “ΣΥΝΟΛΟ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho=-0.323$, $p=0.016$, $Rho=-0.344$, $p=0.010$ και $Rho=-0.339$, $p=0.011$ αντίστοιχα. Στις υπόλοιπες συγκρίσεις με τις μεταβλητές “ΝΑΥΤΙΑ” και “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $p>0.050$ σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 7.58: Συσχετίσεις Συνολικής Εμπειρίας για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της δομής της ύλης

		Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;	
		Correlation	
		Coefficient	Sig. (2-tailed)
Spearman's rho	IS	,335	,012
	PU	,450	,001
	PEU	,421	,001
	PSA	,465	,000
	ATU	,502	,000
	ITU	,542	,000
	ΝΑΥΤΙΑ	-,239	,079
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣ ΜΟΣ	-,323	,016
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	-,344	,010

ΣΥΝΟΛΟ	-,339	,011
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,100	,469

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.59, για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης, σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων των συμμετεχόντων στην ερώτηση “Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU”, “ITU”, “ΝΑΥΤΙΑ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ”, “ΣΥΝΟΛΟ” και “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση καθώς $p > 0.050$ σε όλες τις περιπτώσεις.

Πίνακας 7.59: Συσχετίσεις Συνολικής Εμπειρίας για τους «Φοιτητές» στη μελέτη της ενσυναίσθησης

		Συνολικά πόσο σου άρεσε η εμπειρία;	
		Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
Spearman's rho	IS	-,143	,299
	PU	,061	,658
	PEU	,187	,172
	PSA	,009	,948
	ATU	-,042	,762
	ITU	,096	,484
	ΝΑΥΤΙΑ	-,234	,085
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	-,221	,105
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	-,184	,180
	ΣΥΝΟΛΟ	-,226	,097
	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,031	,823

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.60, για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου», σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων των συμμετεχόντων στην ερώτηση “Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;” με τις μεταβλητές “IS”, “PU”, “PEU”, “PSA”, “ATU”, “ITU” και “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις με $Rho=0.426$, $p=0.001$, $Rho=0.600$, $p<0.001$, $Rho=0.431$, $p=0.001$, $Rho=0.576$, $p<0.001$, $Rho=0.525$, $p<0.001$, $Rho=0.502$, $p<0.001$ και $Rho=0.302$, $p=0.027$ αντίστοιχα. Στις συγκρίσεις με τις μεταβλητές “ΝΑΥΤΙΑ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” και “ΣΥΝΟΛΟ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho=-0.459$, $p<0.001$, $Rho=-0.462$, $p<0.001$, $Rho=-0.499$, $p<0.001$ και $Rho=-0.488$, $p<0.001$ αντίστοιχα.

Πίνακας 7.60: Συσχετίσεις Συνολικής Εμπειρίας για τους «Εκπαιδευτικούς Αντικειμένου»

		Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;	
		Correlation	
		Coefficient	Sig. (2-tailed)
Spearman's rho	IS	,426	,001
	PU	,600	,000
	PEU	,431	,001
	PSA	,576	,000
	ATU	,525	,000
	ITU	,502	,000
	ΝΑΥΤΙΑ	-,459	,000
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	-,462	,000
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	-,499	,000
	ΣΥΝΟΛΟ	-,488	,000
	ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,302	,027

Από τα στοιχεία του Πίνακα 7.61, για τους «Εκπαιδευτικούς», σε κάθε έλεγχο συσχέτισης των απαντήσεων των συμμετεχόντων στην ερώτηση “Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;” με τις μεταβλητές “IS”, “PU” ,“PEU”, “PSA”, “ATU” , “ITU” και “ΠΑΡΟΥΣΙΑ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις με $Rho=0.440$, $p=0.001$, $Rho=0.598$, $p<0.001$, $Rho=0.417$, $p=0.002$, $Rho=0.553$, $p<0.001$, $Rho=0.525$, $p<0.001$, $Rho=0.497$, $p<0.001$ και $Rho=0.292$, $p=0.032$ αντίστοιχα. Στις συγκρίσεις με τις μεταβλητές “ΝΑΥΤΙΑ”, “ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ”, “ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ” και “ΣΥΝΟΛΟ” προκύπτουν στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις καθώς $Rho=-0.417$, $p=0.002$, $Rho=-0.440$, $p=0.001$, $Rho=-0.482$, $p<0.001$ και $Rho=-0.468$, $p<0.001$ αντίστοιχα.

Πίνακας 7.61: Συσχετίσεις Συνολικής Εμπειρίας για τους «Εκπαιδευτικούς»

		Συνολικά πόσο σου άρεσε η εμπειρία;	
		Correlation	
		Coefficient	Sig. (2-tailed)
Spearman's rho	IS	,440	,001
	PU	,598	,000
	PEU	,417	,002
	PSA	,553	,000
	ATU	,525	,000
	ITU	,497	,000
	ΝΑΥΤΙΑ	-,417	,002
	ΑΠΟΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	-,440	,001
	Σ		
	ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΡΑΧΗ	-,482	,000
	ΣΥΝΟΛΟ	-,468	,000
ΠΑΡΟΥΣΙΑ	,292	,032	

7.2 Σχόλια συμμετεχόντων

Με την ολοκλήρωση του εκάστοτε ερωτηματολογίου όλοι οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να σχολιάσουν, προαιρετικά, με ελεύθερο κείμενο, τη συνολική εμπειρία τους με τα γυαλιά ΕΠ. Παρακάτω παρατίθενται τα πρωτογενή σχόλια των συμμετεχόντων, διατηρώντας αυτολεξεί τις εκφράσεις και την ορθογραφία. Μέσα από την ανάλυση των απαντήσεων επιχειρήθηκε να αναδειχθούν και ποιοτικά χαρακτηριστικά της εμπειρίας που βίωσαν οι συμμετέχοντες. Δεδομένου ότι η συντριπτική πλειοψηφία των σχολίων ήταν θετικά έγινε προσπάθεια περαιτέρω κατηγοριοποίησης. Στους πίνακες που ακολουθούν σημειώνονται:

- Με κόκκινο χρώμα οι (ελάχιστες) αρνητικές εντυπώσεις.
- Με μπλε οι αυτοαναφορικές, εκείνες δηλαδή που επικεντρώνονται στο πως βίωσε την εμπειρία και το τί ένωσε ο ίδιος ο συμμετέχων.
- Με πράσινο όσα σχόλια δείχνουν σύνδεση της εμπειρίας με τη γενικότερη χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας στον χώρο της εκπαίδευσης. Αυτοί οι συμμετέχοντες έδωσαν έμφαση στην πρακτική διάσταση της εμπειρίας τους γενικότερα για τους μαθητές, ενώ τόνισαν και τα πλεονεκτήματα που διαβλέπουν από τη χρήση της σχετικής τεχνολογίας.
- Με πορτοκαλί όσα σχόλια εστίασαν σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της κάθε εφαρμογής.
- Με κίτρινο όσα σχόλια επικεντρώθηκαν στα ίδια τα άτομα με ΔΑΦ και το πως αυτά βιώνουν την καθημερινή τους εμπειρία. Εδώ κατατάσσονται και σχόλια που αναφέρουν ρητά ή/και περιγράφουν την αύξηση της ενσυναίσθησης. Η κατηγορία αυτή αφορά, προφανώς, μόνο τους συμμετέχοντες στη μελέτη της ενσυναίσθησης.

7.2.1 Εκπαιδευτικοί για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

Τα σχόλια των «Εκπαιδευτικών» καταγράφονται στον Πίνακα 7.62.

Πίνακας 7.62: Σχόλια των «Εκπαιδευτικών»

A/A Συμμετέχοντα	Προαιρετικά, σημείωσε παρακάτω τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία (θετικό ή αρνητικό).
2	Ξεκαθάρισα το πως νοιώθουν τα άτομα με αυτισμό. Γενικά πως αντιλαμβάνονται τα ερεθίσματα από το περιβάλλον.
5	Ιδιαίτερη εντύπωση μου έκανε ο τρόπος με τον οποίο τα αυτιστικά παιδιά αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω τους και η ένταση που βιώνουν σε κάθε τους κίνηση.
7	Θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται για να δουν τα παιδιά που ασκούν bullying σε παιδιά με ΔΑΦ, ώστε να ευαισθητοποιηθούν και να κατανοήσουν σε τι δυσχερή θέση τους φέρνουν.
10	Αυτό που με αναστάτωσε και θα μου μείνει σαν γνώση από την εμπειρία αυτή είναι η μικρή έστω αίσθηση του κόσμου από τα παιδιά με ΔΑΦ.
11	Το ότι η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να βοηθήσει κάποιον να αισθανθεί διαφορετικά και πιο κοντά σε άτομα με το συγκεκριμένο πρόβλημα και έτσι να μπορεί να κατανοήσει τι πραγματικά βιώνουν ακόμη και στα πιο κοινά οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα και να αποδέχεται συμπεριφορές που ενδεχομένως να του προκαλούσαν δυσφορία.
16	Πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία, θα ήταν πολύ σημαντικό να βιώσουν αυτή την εμπειρία εκπαιδευτικοί, γονείς και παιδιά.
17	Οι αναπαραστάσεις μέσω της εμπειρίας συμβάλλουν καταλυτικά στο να μπει κανείς στη θέση ενός ατόμου με αυτισμό.
18	Η ένταση των ερεθισμάτων
19	Μπήκα στη θέση ενός αυτιστικού ατόμου
22	Κατανοητό και εντυπωσιακό μέσο ευαισθητοποίησης
23	Ήταν σαν να βρέθηκα ο ίδιος στη θέση ενός ατόμου με αυτισμό όσον αφορά τα οπτικοακουστικά του ερεθίσματα.
25	ένιωσα μεγάλη έκπληξη από το πόσο διαφορετικά αντιλαμβάνονται κάποια πράγματα τα παιδιά αυτά και άδικο για τα παιδιά αυτά που δεν το γνώριζα από πριν

28	Αντιλαμβάνεσαι απόλυτα την κατάσταση που βιώνουν τα άτομα αυτά
31	το γεγονός ότι επιτέλους βρίσκουμε τρόπους να "μπαίνουμε στη θέση" των ατόμων με ΔΑΦ
32	Το ότι είδα τον διαφορετικό τρόπο προσέγγισης των εμπειριών από άτομα με ΔΑΦ.
35	Πάρα πολύ καλή εμπειρία που σε βοηθά να κατανοήσεις τα βιώματα ατόμων με ΔΑΦ, καθώς και να έχεις μια καλύτερη άποψη για το πως θα τα βοηθάς.
44	Το ότι μπήκα για λίγο στον κόσμο τους ήταν σημαντικό!!!
45	ΠΟΛΥ ΕΝΤΟΝΗ Η ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΩΝ ΘΟΡΥΒΩΝ.
46	το πόσο έντονα μου αποκαλύφθηκε ένας εντελώς 'άλλος', και τόσο "έντονος" αισθητηριακά κόσμος, στον οποίον αυτά τα παιδιά ζουν κάθε λεπτό!
50	Το πως έβλεπαν το φως
54	Η ένταση των ερεθισμάτων.
55	Μου φάνηκε πάρα πολύ ενδιαφέρουσα η προσομοίωση της εμπειρίας ενός αυτιστικού ατόμου ιδιαίτερα στο οπτικό στοιχείο.
57	Μου έκανε εντύπωση το πόσο η τεχνολογία μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση του πως οι άλλοι μπορεί να βλέπουν τον κόσμο.
58	ΠΟΣΟ ΔΥΣΚΟΛΗ ΕΙΝΑΙ Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ
59	εντύπωση μου προκάλεσε το γεγονός ότι ένα άτομο στο φάσμα του αυτισμού μας επέτρεψε να αντιληφθούμε το πως βιώνει το φωτεινά ερέθισμα (λάμπα)
60	Πολύ κατατοπιστική και ενδιαφέρουσα εμπειρία που καταδεικνύει και τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρουν συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας
61	Τη θεώρησα πολύ ενδιαφέρουσα προσέγγιση.
62	Η ίδια η εμπειρία του να αισθάνεσαι και να νιώθεις ό,τι κι ένα αυτιστικό άτομο είναι εντυπωσιακή.

63	Εξαιρετική εμπειρία. Δίνεται η δυνατότητα να "μπούμε" στον κόσμο των Ατόμων με Αυτισμό, να δούμε σε κάποιο βαθμό πώς βιώνουν την καθημερινότητα και να αντιληφθούμε γιατί πολλές φορές αναστατώνονται χωρίς προφανή για εμάς λόγο. Υπέροχη εμπειρία την οποία θεωρώ χρήσιμη και πιστεύω πως θα μπορούσε να βοηθήσει οποιονδήποτε ο οποίος επιθυμεί να εργαστεί στην Ειδική Αγωγή
64	Μου εκανε εντυπωση πως ενα μεσο τεχνολογιας βοηθαι τοσο πολυ στο να νιωσεις ποσο εντονα ειναι τα οπτικα και τα ακουστικα ερεθισματα που βινων τα ατομα με αυτισμο.
66	Το πόσο διαφορετικά ακούν και βλέπουν
67	Η ένταση των ήχων και των φωτεινών ερεθισμάτων.
68	Τα ερεθίσματα σχεδιάστηκαν βάση των στοιχείων που συλλέχθηκαν από άτομα που βρίσκονται στο φάσμα του αυτισμού. Αυτό αποτέλεσε κίνητρο για τη συμμετοχή μου σε μια τέτοια αυθεντική εμπειρία βίωσης των συνθηκών που αντιμετωπίζει ένα άτομο με ΔΑΦ.
70	Δεν ήταν καθόλου "κοντά" σε ότι είχα υποθέσει πως θα βιώσω και κατανόησα πόσο διαφορετικός και επίπονος είναι ο "κόσμος" μας για τα αυτιστικά παιδιά.
71	Ποτέ δεν μπορούσα να φανταστώ με τέτοια ακρίβεια πώς αντιλαμβάνονται και πώς αισθάνονται τα παιδιά με ΔΑΦ.
72	Δε φανταζόμουν ότι δυσκολεύονται τόσο πολύ σε πράγματα που για μας είναι αυτονόητα.
73	Η αμεσότητα και η συνειδητοποίηση της κατάστασης του αυτιστικού ατόμου.
75	πολύ καλή δουλειά, στοχευμένες ερωτήσεις, κατανόηση της πραγματικότητας
76	Ηταν μια εξαιρετική εμπειρία, έτσι ώστε κάποιος να αποκτήσει ενσυναίσθηση που αφορά σε άτομα με αυτισμό και γενικά σε άτομα που έχουν κάποιες δυσκολίες.
81	Δεν μου άρεσε η αίσθηση που μου άφησε στο στομάχι.
82	Το πώς αντιλαμβάνονται τα οπτικά ερεθίσματα τα άτομα με αυτισμό.
85	Ειναι δυσκολο για τα παιδια αυτα.

86	Το πόσο πιο έντονα και βασανιστικά βιώνουν τα αυτιστικά παιδιά καταστάσεις που για εμάς είναι απλές.
87	Το πόσο δύσκολη είναι η πραγματικότητα για παιδιά με αυτισμό.
88	οι ήχοι μπορεί να μην έχουν σχέση με τους πραγματικούς
89	Η εμπειρία ήταν πολύ ευχάριστη και έδωσε νέες οπτικές στο να καταλάβω πώς μπορούν τα άτομα με αυτισμό να βιώνουν τις καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Δυστυχώς, παρόλο που έχω μία (μικρή) γνώση στο πεδίο των ατόμων με αυτισμό, δεν είχα ιδέα για το πώς βίωναν αντίστοιχες καταστάσεις. Το πείραμα ήταν ιδιαίτερα βοηθητικό, νιώθω ότι δίνει νέες ευκαιρίες για μάθηση στο πεδίο των ατόμων με αυτισμό. Τέλος, ιδιαίτερα βοηθητικά και χρήσιμα βρήκα τα όσα ανέφερε η ερευνήτρια κατά τη διάρκεια του πειράματος, ώστε να κατανοήσω καλύτερα το πλαίσιο κάθε ερεθίσματος.
91	Το βίωσα πολύ έντονα!
92	Μου φάνηκε πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία και θεωρώ ότι θα με βοηθήσει στην αλληλεπίδρασή μου με τα άτομα με ΔΑΦ.
93	Το γεγονός ότι μπήκα στον κόσμο ενός ατόμου με αυτισμό
94	κατα τη διάρκεια του πειράματος βίωνα συνεχώς ρίγος (ανατριχίλα)
98	Η εμπειρία ήταν περισσότερο έντονη από ό,τι περίμενα. Το πείραμα είναι τόσο καλά δομημένο, ώστε μου επέτρεψε να αντιληφθώ την πραγματικότητα όπως οι αυτιστικοί μαθητές μου. Η καλλιέργεια της ενσυναίσθησης θεωρώ ότι αποτελεί την μεγαλύτερη επιτυχία. Είναι χρήσιμο και καινοτόμο εργαλείο για όλους τους εκπαιδευτικούς.
99	μοναδικη εμπειρια ενσυναισθησης!
100	Η συνειδητοποίηση των άπειρων δυσκολιών - ερεθισμάτων που επηρεάζουν τα άτομα με αυτισμό καθώς και η άγνοια των ανθρώπων γύρω τους.
102	Εξαιρετική εμπειρία
103	Όλη η διαδικασία ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρουσα.

107	όσο και αν προσπαθούμε να προσεγγίσουμε το πώς νιώθουν και πώς αισθάνονται αυτά τα παιδιά, είναι πραγματικά πέρα από τη φαντασία μας. Τα γυαλιά αυτά με βοήθησαν να κατανοήσω, έστω και σε τόσο μικρό χρονικό διάστημα που τα φόρεσα ,πώς αντιλαμβάνονται απλές στιγμές της καθημερινότητάς τους τα παιδιά με αυτισμό.
108	ΌΣΟ ΕΠΗΡΕΑΖΟΝΤΑΙ ΤΑ ΑΥΤΙΣΤΙΚΑ ΠΑΙΔΙΑ ΑΠΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.

Από τους 108 συμμετέχοντες σχόλια κατέγραψαν οι 57 (~53%).

Όπως προαναφέρθηκε η πλειοψηφία των σχολίων ήταν θετικά τόσο για την εφαρμογή όσο και για τη διαδικασία. Ενδεικτικά σχόλια:

- «πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία»
- «εξαιρετική εμπειρία»
- «μοναδικη εμπειρια»
- «πολύ καλή δουλειά»
- «στοχευμένες ερωτήσεις»
- «πολύ ενδιαφέρουσα προσέγγιση».

Το μοναδικό αρνητικό σχόλιο ήταν ότι «Δεν μου άρεσε η αίσθηση που μου άφησε στο στομάχι». Και το γεγονός αυτό όμως θα μπορούσε να συμβάλλει στην κατανόηση της κατάστασης που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.

Όσον αφορά τα αυτοαναφορικά (μπλε) σχόλια, αυτά χρησιμοποιήθηκαν από 15 συμμετέχοντες (~26%). Σύμφωνα με αυτά οι συμμετέχοντες, ενδεικτικά, δήλωσαν ότι:

- «με αναστάτωσε και θα μου μείνει σαν γνώση»
- «ένιωσα μεγάλη έκπληξη»
- «το βίωσα πολύ έντονα!»
- «Ξεκαθάρισα το πως νοιώθουν»
- «Ιδιαίτερη εντύπωση μου έκανε».

Αναφορικά με τη χρήση των γυαλιών και τις δυνατότητές τους στον χώρο της Εκπαίδευσης υπήρξαν 6 (~11%) σχόλια. Κάποια χαρακτηριστικά τέτοια σχόλια ήταν:

- «θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται για να δουν τα παιδιά που ασκούν bullying»
- «θα ήταν πολύ σημαντικό να βιώσουν αυτή την εμπειρία εκπαιδευτικοί, γονείς και παιδιά»
- «καταδεικνύει και τις εκπαιδευτικές δυνατότητες που προσφέρουν συστήματα επαυξημένης πραγματικότητας»
- «πως θα μπορούσε να βοηθήσει οποιονδήποτε ο οποίος επιθυμεί να εργαστεί στην Ειδική Αγωγή»
- «ένα μεσο τεχνολογίας βοηθαι τόσο πολύ»
- «χρήσιμο και καινοτόμο εργαλείο για όλους τους εκπαιδευτικούς».

Επτά συμμετέχοντες (~12%) έδωσαν έμφαση σε κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εφαρμογής. Ενδεικτικά αναφέρθηκαν:

- «η ένταση των ερεθισμάτων»
- «ΠΟΛΥ ΕΝΤΟΝΗ Η ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΩΝ ΘΟΡΥΒΩΝ»
- «ένα άτομο στο φάσμα του αυτισμού μας επέτρεψε να αντιληφθούμε το πως βιώνει το φωτεινά ερέθισμα»
- «οι ήχοι μπορεί να μην έχουν σχέση με τους πραγματικούς».

Τέλος 24 σχόλια (~42%) επικεντρώθηκαν στα ίδια τα άτομα με ΔΑΦ και το πως αυτά βιώνουν την καθημερινή τους εμπειρία ή ανέφεραν την αύξηση της ενσυναίσθησης. Κάποια χαρακτηριστικά σχόλια ήταν:

- «η συγκεκριμένη εφαρμογή μπορεί να βοηθήσει κάποιον να αισθανθεί διαφορετικά και πιο κοντά σε άτομα με το συγκεκριμένο πρόβλημα»
- «οι αναπαραστάσεις μέσω της εμπειρίας συμβάλλουν καταλυτικά στο να μπει κανείς στη θέση ενός ατόμου με αυτισμό»
- «κατανοητό και εντυπωσιακό μέσο ευαισθητοποίησης»
- «το γεγονός ότι επιτέλους βρίσκουμε τρόπους να "μπαίνουμε στη θέση" των ατόμων με ΔΑΦ»
- «ποτέ δεν μπορούσα να φανταστώ με τέτοια ακρίβεια πώς αντιλαμβάνονται και πώς αισθάνονται τα παιδιά με ΔΑΦ».

7.2.2 Εκπαιδευτικοί Αντικείμενου για τη μελέτη της δομής της ύλης

Τα σχόλια των «Εκπαιδευτικών Αντικείμενου» καταγράφονται στον Πίνακα 7.63.

Πίνακας 7.63: Σχόλια των «Εκπαιδευτικών Αντικείμενου»

A/A Συμμετέχοντα	Προαιρετικά, σημείωσε παρακάτω τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία (θετικό ή αρνητικό).
1	Η οπτικοποίηση των μορίων και η κίνηση σε κάθε φάση του νερού ήταν εξαιρετική. Η αίσθηση παρουσίας στον ίδιο χώρο με τα εικονικά αντικείμενα παρείχε κίνητρο και συνέβαλε στην εμπειρία για την κατανόηση αφηρημένων εννοιών στη Φυσική.
2	Η ρεαλιστική αναπαράσταση των τριών καταστάσεων του νερού.
11	Έμαθα κάτι που έως τώρα δεν είχα διαβάσει.
12	Σαν να ... "ζωντάνεψε" η ύλη!!!
15	Θεωρώ ότι όλοι οι μαθητές θα έπρεπε να διδάσκονται κάποια αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών με χρήση περιβάλλοντων εικονικής πραγματικότητας.
17	η κίνηση των μορίων
20	Αντιλαμβάνεσαι το φυσικό κόσμο διαφορετικά
22	Πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία και πρωτότυπη δράση
24	η διαδραση ανθρώπου με αντικείμενα
25	Μακάρι να μπορούσα να τα χρησιμοποιήσω και στην διδακτική του αντικείμενου μου... Συγχαρητήρια!
30	Η ΑΠΕΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΔΟΜΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΣΤΙΣ 3 ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ Η ΓΝΩΣΗ ΠΡΟΣΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΝ ΑΒΙΑΣΤΑ ΚΑΙ ΜΕ ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΤΡΟΠΟ
32	Η λεπτομέρεια στην απόδοση της κίνησης των μορίων στη διαφορετική κατάσταση της ύλης.
37	Πάρα πολύ αληθοφανές
38	Εξαιρετική εμπειρία, πολύ διαφωτιστική αναπαράσταση των καταστάσεων του νερού, θα βοηθούσε εξαιρετικά στην κατανόηση των φαινομένων κατά τη διδασκαλία σε σχολεία, αλλά ακόμη και σε πανεπιστημιακά τμήματα.

42	ΑΡΚΕΤΑ ΑΛΗΘΟΦΑΝΕΣ, ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΛΙΓΟ ΒΑΡΙΑ
44	Μου άρεσε η αλληλεπίδραση των μορίων με την υπαρκτή/πραγματική ύλη!
45	Θα ήταν ενδιαφέρουσα η προσθήκη της μετάβασης μεταξύ των διαφόρων φάσεων της ύλης συναρτήσει της θερμοκρασίας
46	Μου έκανε εντύπωση ο τρόπος με τον οποίο μπορείς να μάθεις κάποια πράγματα στο μάθημα της φυσικής μέσα από την αλληλεπίδραση με τον φυσικό κόσμο.
48	Τα μόρια του νερού όταν εξατμίζεται.
49	Η ρεαλιστική προσέγγιση της ύλης
53	Είστε το καλύτερο εργαστήριο Επαυξημένης που υπάρχει!!!
54	Η ρεαλιστική αναπαράσταση των μορίων του και η ευκολία διαφοροποίησής τους μέσα από τις 3 καταστάσεις της ύλης.

Από τους 54 συμμετέχοντες σχόλια κατέγραψαν οι 22 (~40%).

Και στην περίπτωση αυτή η πλειοψηφία των σχολίων ήταν θετικά τόσο για την εφαρμογή όσο και για τη διαδικασία. Ενδεικτικά:

- «η οπτικοποίηση των μορίων και η κίνηση σε κάθε φάση του νερού ήταν εξαιρετική»
- «η αίσθηση παρουσίας στον ίδιο χώρο με τα εικονικά αντικείμενα παρείχε κίνητρο και συνέβαλε στην εμπειρία για την κατανόηση αφηρημένων εννοιών στη Φυσική»
- «πολύ ενδιαφέρουσα εμπειρία και πρωτότυπη δράση»
- «πάρα πολύ αληθοφάνες»
- «εξαιρετική εμπειρία, πολύ διαφωτιστική αναπαράσταση των καταστάσεων του νερού, θα βοηθούσε εξαιρετικά».

Το μοναδικό αρνητικό σχόλιο «ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΛΙΓΟ ΒΑΡΙΑ» αφορούσε το σχετικό τεχνικό χαρακτηριστικό της συσκευής ΕΠ.

Όσον αφορά τα αυτοαναφορικά (μπλε) σχόλια, αυτά έγιναν από τρεις συμμετέχοντες (~13%). Οι συμμετέχοντες αυτοί ανέφεραν πως:

- «Έμαθα κάτι που έως τώρα δεν είχα διαβάσει».
- «Μου άρεσε η αλληλεπίδραση των μορίων με την υπαρκτή/πραγματική ύλη!»
- «Μου έκανε εντύπωση ο τρόπος με τον οποίο μπορείς να μάθεις κάποια πράγματα στο μάθημα της φυσικής μέσα από την αλληλεπίδραση με τον φυσικό κόσμο.»

Αναφορικά με τη χρήση των γυαλιών και τις δυνατότητές τους στον χώρο της Εκπαίδευσης υπήρξαν επίσης τρία (~13%) σχόλια. Αυτά ήταν:

- «Θεωρώ ότι όλοι οι μαθητές θα έπρεπε να διδάσκονται κάποια αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών με χρήση περιβάλλοντων εικονικής πραγματικότητας.»
- «Μακάρι να μπορούσα να τα χρησιμοποιήσω και στην διδακτική του αντικειμένου μου... Συγχαρητήρια!»
- «Εξαιρετική εμπειρία, πολύ διαφωτιστική αναπαράσταση των καταστάσεων του νερού, θα βοηθούσε εξαιρετικά στην κατανόηση των φαινομένων κατά τη διδασκαλία σε σχολεία, αλλά ακόμη και σε πανεπιστημιακά τμήματα.»

Τέλος οκτώ σχόλια (~36%) επικεντρώθηκαν σε κάποια ειδικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής όπως:

- «η κίνηση των μορίων»
- «η διαδραση ανθρώπου με αντικείμενα»
- «η λεπτομέρεια στην απόδοση της κίνησης των μορίων στη διαφορετική κατάσταση της ύλης»
- «τα μόρια του νερού όταν εξατμίζεται.»

7.2.3 Φοιτητές για τη μελέτη της δομής της ύλης

Τα σχόλια των «Φοιτητών» για τη μελέτη της δομής της ύλης καταγράφονται στον Πίνακα 7.64.

Πίνακας 7.64: Σχόλια «Φοιτητών» για τη μελέτη της δομής της ύλης

A/A Συμμετέχοντα	Προαιρετικά, σημείωσε παρακάτω τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία (θετικό ή αρνητικό).
1	θετική
2	Ότ μόρεσα να δω τις κινήσεις των μορίων.
3	μαθαίνεις για τα μόρια με ποιο διασκεδαστικο και ευχάριστο τρόπο
4	Η κίνηση των μορίων στο χώρο και η ρεαλιστική απεικόνισή τους.
5	Πόσο πιο ενδιαφέρον μπορεί να γίνει το μάθημα της φυσικής στο δημοτικό σχολείο.
7	Η οπτικοποίηση ήταν εξαιρετική και κατανοητή.
8	Το γεγονός ότι τα μόρια του νερού κινούνται αβίαστα στο χώρο και συγκρούονται με τον τοίχο. Το γεγονός ότι μπορείς να εμπλουτίσεις τον πραγματικό χώρο με ύλη η οποία δεν είναι ορατή κάτω από άλλες συνθήκες και να κατανοήσεις ευκολότερα τον φυσικό κόσμο.
11	Μου έκανε εντύπωση η σαφήνεια που ήταν καθορισμένα τα μόρια του νερού αλλά σε κούνημα του κεφαλιού δεν προσαρμοζόταν γρήγορα
13	Μου έκανε εντύπωση όταν άνοιξε το καπάκι και τα μόρια του νερού σε αέρια μορφή άρχισαν να φεύγουν προς τα πάνω και να κινούνται στο χώρο ελεύθερα.
14	τα μορια η κινήση τους
19	ήταν τελειο
21	Η φυσικότητα που απορρέει από το πείραμα.
24	Ότι έβλεπες τα μόρια του νερού όχι από ολόκληρη την επιφάνεια των γυαλιών αλλά σχηματιζόταν ένα τετράγωνο που μόνο μέσα σε αυτό εμφανίζονταν.
25	Σαν εμπειρία ήταν όντως κάτι ιδιαίτερο και πρωτότυπο κάτι που δεν έχουμε δει ειδικά στον τομέα της εκπαίδευσης παρόλα αυτά στην διάρκεια του πειράματος έβλεπα τα μόρια του νερού αλλά ξαφνικα εξαφανίζονταν καθώς έβλεπα πάλι το φυσικό περιβάλλον εκεί δηλαδή υπήρξε μια αδυναμία με τα ειδικά γυαλιά.
26	Το πως η νέες τεχνολογίες μπορούν να κάνουν πιο ενδιαφέρουσα την αναπαράσταση των μορίων, όπως επίσης και το γεγονός ότι παρόλο που τα

	γυαλιά είναι οβάλ ο φακός είναι τετράγωνος και η εικόνα σε κάποια σημεία χάνεται .
29	Μπορείς εύκολα να κατανοήσεις δυσνόητες έννοιες όπως πχ της φυσικής
30	καλύτερη κατανόηση, βιωματικός χαρακτήρας
34	ήταν πολύ κοντά με την πραγματικότητα, όσα έβλεπα
35	ΘΕΤΙΚΟ
36	μου εκανε εντυπωση η κινηση των μοριων μεσα στο χωρο
37	Μου έκανε εντύπωση η αιώρηση των μορίων στον αέρα
39	Το θετικό είναι ότι δεν αποκόβεσαι εντελώς από την πραγματικότητα, και βλέπεις αντικείμενα που χωρίς τα γυαλιά δεν υπάρχουν. Τους ανθρώπους γύρω σου όμως και τα πραγματικά αντικείμενα του χώρου, εξακολουθείς να τα βλέπεις κανονικά. Συνεπώς, αυτό προσδίδει μία αίσθηση ρεαλιστικής αναπαράστασης του πειράματος. Σαν να συμβαίνει δηλαδή σε πραγματικές συνθήκες, και όχι σε μία εικονική αναπαράσταση. Αυτό όμως, καθιστά δύσκολη την δημιουργία της κατάλληλης ατμόσφαιρας και μπορεί να αποσπάσει τη προσοχή του συμμετέχοντα από το πείραμα.
41	Μου άρεσε πολύ η μεικτή πραγματικότητα και πως η δομή της ύλης εμφανίστηκε στον πραγματικό κόσμο. Ήταν μια πραγματικά ωραία εμπειρία.
43	Η εμπειρία της επαυξημένης πραγματικότητας ήταν μοναδική, καθώς μπορείς να δεις με άλλο μάτι ορισμένα πράγματα και καταστάσεις. Ήταν λιγάκι δύσκολο στην αρχή για να εμπεδώσω την έννοια της επαυξημένης πραγματικότητας αλλά στην πράξη όλα φάνηκαν πιο εύκολα. Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια μέθοδος που βοηθά περισσότερο και αποτελεί παράγοντα βιωματικής μάθησης και αυτό είναι κάτι που βοηθά τα παιδιά να είναι πιο ενεργοί, να μην βαριούνται την διδασκαλία και να αντιλαμβάνονται καλύτερα και με μεγαλύτερη ευκολία το αντικείμενο διδασκαλίας και μάθησης.
44	Η εμπειρία των γυαλιών ήταν πολύ ξεχωριστή και ως πρώτη εντύπωση μου κίνησε το ενδιαφέρον. Θεωρώ πως είναι μία τεχνική η οποία βοηθά πολύ στην κατανόηση του μαθησιακού αντικειμένου και καθώς έρχομαι πρώτη φορά σε επαφή μαζί της δηλώνω ενθουσιασμένη/-ος. Μου έκανε εντύπωση το γεγονός ότι τα μόρια μπορούσαν να μετακινηθούν σε όλο το χώρο και να "χτυπούν" στους τοίχους. Φοβερή εμπειρία.

45	Ήταν αληθοφανές και θεωρώ πως μια τέτοια διαδικασία βοηθάει τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα τα μαθήματα.
46	Ήταν πολύ αληθοφανές η εμπειρία, και πολύ βοηθητικό στην κατανόηση της ύλης. Νόμιζες οτι μπορείς να αγγίξεις τα μόρια και το πιο εντυπωσιακό για μένα ήταν η αέρια φάση στο σημείο που ανοίξαμε το καπάκι και τα μόρια κινήθηκαν στο χώρο
50	Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΚΑΝΕΙΣ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕΙ ΚΑΙ ΝΑ ΔΕΙ 3D ΕΝΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΓΥΑΛΙΩΝ 3D. Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ
55	ΤΑ ΜΟΡΙΑ ΦΑΙΝΟΝΤΑΙ ΟΝΤΩΣ ΣΑ ΝΑ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΑΥΤΟ ΚΑΝΕΙ ΤΟ ΑΘΗΜΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΒ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΟ

Από τους 55 συμμετέχοντες σχόλια κατέγραψαν οι 29 (~53%).

Και στην περίπτωση αυτή η μεγάλη πλειοψηφία των σχολίων ήταν θετικά τόσο για την εφαρμογή όσο και για τη διαδικασία. Ενδεικτικά:

- «Η οπτικοποίηση ήταν εξαιρετική και κατανοητή».
- «ηταν τελειο»
- «Μπορείς εύκολα να κατανοήσεις δυσνόητες έννοιες όπως πχ της φυσικής»
- «καλυτερη κατανόηση, βιωματικος χαρακτηρας»
- «ήταν πολύ κοντά με την πραγματικότητα, όσα έβλεπα»
- «Φοβερή εμπειρία»

Εδώ όμως καταγράφηκαν και τα περισσότερα αρνητικά σχόλια (4 ή ~14%):

- «σε κούνημα του κεφαλιού δεν προσαρμοζόταν γρήγορα»
- «Ότι έβλεπες τα μόρια του νερού όχι από ολόκληρη την επιφάνεια των γυαλιών αλλά σχηματιζόταν ένα τετράγωνο που μόνο μέσα σε αυτό εμφανίζονταν.»
- «στην διάρκεια του πειράματος έβλεπα τα μόρια του νερού αλλά ξαφνικά εξαφανίζονταν καθώς έβλεπα πάλι το φυσικό περιβάλλον εκεί δηλαδή υπήρξε μια αδυναμία με τα ειδικά γυαλιά.»

- «παρόλο που τα γυαλιά είναι οβάλ ο φακός είναι τετράγωνος και η εικόνα σε κάποια σημεία χάνεται .»

Το γεγονός των αρνητικών σχολίων χρήζει περαιτέρω διερεύνησης. Λόγω της πεπερασμένης υπολογιστικής ισχύος των γυαλιών ΕΠ υπάρχει καθυστέρηση στην ανανέωση της εικόνας στις οθόνες της συσκευής όταν υπάρχει απότομη μετατόπιση του χρήστη στον χώρο. Επιπλέον, όπως επισημαίνεται και στην ενότητα 6.2, η συσκευή χρησιμοποιεί ορθογώνιες οθόνες μέσα σε διάφανους οβάλ φακούς, έτσι αφήνει κενά στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Επίσης, η συγκεκριμένη ομάδα χρηστών έχει εμπειρία στο σχεδιασμό και την υλοποίηση εφαρμογών Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας οπότε ίσως είναι αναμενόμενο να μπορούν να εντοπίσουν αποτελεσματικότερα τεχνικά ζητήματα.

Όσον αφορά τα αυτοαναφορικά (μπλε) σχόλια, αυτά χρησιμοποιήθηκαν από έξι συμμετέχοντες (~20%). Οι συμμετέχοντες αυτοί ανέφεραν πως τους έκανε εντύπωση:

- «... όταν άνοιξε το καπάκι και τα μόρια του νερού σε αέρια μορφή άρχισαν να φεύγουν προς τα πάνω και να κινούνται στο χώρο ελεύθερα»
- «... η κίνηση των μορίων μέσα στο χώρο»
- «... η αιώρηση των μορίων στον αέρα» και
- «Μου άρεσε πολύ η μεικτή πραγματικότητα».

Αναφορικά με τη χρήση των γυαλιών και τις δυνατότητές τους στον χώρο της Εκπαίδευσης υπήρξαν 5 (~17%) σχόλια:

- «μαθαίνεις για τα μόρια με ποιο διασκεδαστικό και ευχάριστο τρόπο»
- «Πόσο πιο ενδιαφέρον μπορεί να γίνει το μάθημα της φυσικής στο δημοτικό σχολείο»
- «... η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μια μέθοδος που βοηθά περισσότερο και αποτελεί παράγοντα βιωματικής μάθησης και αυτό είναι κάτι που βοηθά τα παιδιά να είναι πιο ενεργοί, να μην βαριούνται την διδασκαλία και να αντιλαμβάνονται καλύτερα και με μεγαλύτερη ευκολία το αντικείμενο διδασκαλίας και μάθησης»
- «... θεωρώ πως μια τέτοια διαδικασία βοηθάει τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα τα μαθήματα»

- «Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΕΧΕΙ ΚΑΝΕΙΣ ΝΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΗΣΕΙ ΚΑΙ ΝΑ ΔΕΙ 3D ΕΝΑ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΣΕ ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΓΥΑΛΙΩΝ 3D. Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΕΣΩ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΣΩΝ»

Τέλος, επτά σχόλια (~24%) επικεντρώθηκαν σε κάποια ειδικά χαρακτηριστικά της εφαρμογής όπως:

- «η κίνηση των μορίων στο χώρο και η ρεαλιστική απεικόνισή τους»
- «το γεγονός ότι τα μόρια του νερού κινούνται αβίαστα στο χώρο και συγκρούονται με τον τοίχο»
- «η φυσικότητα που απορρέει από το πείραμα»
- «νόμιζες ότι μπορείς να αγγίξεις τα μόρια και το πιο εντυπωσιακό για μένα ήταν η αέρια φάση στο σημείο που ανοίξαμε το καπάκι και τα μόρια κινήθηκαν στο χώρο».

7.2.4 Φοιτητές για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

Τα σχόλια των «Φοιτητών» για τη μελέτη της ενσυναίσθησης καταγράφονται στον Πίνακα 7.65.

Πίνακας 7.65: Σχόλια «Φοιτητών» για τη μελέτη της ενσυναίσθησης

A/A Συμμετέχοντα	Προαιρετικά, σημείωσε παρακάτω τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία (θετικό ή αρνητικό).
1	η αληθοφάνεια και η πολυαισθητηριακή εμπλοκή
2	Ότι μπόρεσα να μπω στην θέση ενός παιδιού με ΔΑΦ και να διαπιστώσω τι βιώνει καθημερινά.
3	μου έκανε εντύπωση ότι μπήκα στην θέση του παιδιού με ΔΑΦ
4	Η βίωση μιας κατάστασης που υπό άλλες συνθήκες δε θα ήταν εφικτή.
11	Με τα γυαλιά αυτά καταλαβαίνεις ακριβώς πως νιώθει ένα αυτιστικό άτομο και τι δυσφορία του προκαλείται όταν ακούει και βλέπει τόσο έντονα τα ερεθίσματα γύρω του. Αυτά τα γυαλιά θεωρώ πως μπορούν να αποτελέσουν

	ένα πολύ καλό εργαλείο για όλους τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι μπορεί είτε να έχουν είτε όχι μαθητές με αυτισμό. Έχοντας περάσει 5 λεπτά από την εμπειρία μου με τα γυαλιά αυτά ακόμα νιώθω μια ζαλάδα ένα πόνο στα μάτια και γενικά μια ζαλάδα. . Εγώ που βίωσα αυτή την εμπειρία για πολύ λίγο νιώθω ακόμα χάλια , πόσο μάλλον ένα παιδί που ζει συνέχεια με αυτά τα ερεθίσματα
13	μεγαλύτερη εντύπωση μου έκανε το πείραμα με τη συνομιλία δύο ανθρώπων, που μιλάνε φυσιολογικά και τα παιδιά με ΔΑΦ ακούνε μια έντονη βαβούρα
14	γενικά η αισθηση το να προσεγγίζεις τη ζωή των αυτιστικών
15	τρομερή εμπειρία σε βοηθάει να κατανοήσεις τα παιδιά με ΔΑΦ
17	Αυτό που μου έκανε εντύπωση ήταν ο τρόπος που αντιλαμβάνονται τα άτομα με ΔΑΦ τον πραγματικό κόσμο.
18	Ήταν πολύ ενδιαφέρον πείραμα και πολύ βοηθητικό για την κατανόηση των ατόμων με ΔΑΦ
19	ήταν πολύ ωραία εμπειρία να την βιώσουν και άλλα παιδιά θα ήταν ακόμα καλύτερο να έρχονται κατά πάνω σου για να νιωθεις περισσότερο μέσα στο περιβάλλον
21	Η ανταπόκριση στην πραγματικότητα.
24	το πόσο διαφορετικά αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τα αυτιστικά άτομα
25	Μου έκανε εντύπωση ότι τα περισσότερα παιδιά αυτά αντιλαμβάνονται τον κόσμο εικονικά ενώ εμείς για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε αυτό που βλέπουν χρειαζόμαστε την τεχνολογία και ειδικό εξοπλισμό. Επίσης , ότι τις λάμπες φθορίου που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα τις έβλεπα διαφορετικά.
26	Το πως αντιλαμβάνονται τα παιδιά με ΔΑΦ ήχους και εικόνες που σε εμάς φαίνονται απόλυτα απλοί και καθημερινοί.
28	οι δυνατοί ήχοι και η προσομοίωση με για τα παιδιά με ΔΑΦ
30	ο ήχος της σειρήνας και της καταρολας με τα μακαρόνια
34	δεν περιμένα να φαίνονται τα πράγματα τόσο διαφορετικά σε εκείνα τα άτομα
35	ΕΝΤΥΠΩΣΗ ΜΟΥ ΕΚΑΝΕ Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΜΕ ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΕΠΑΥΣΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

36	Ιδιαίτερα μου έκανε εντύπωση το ότι ένα κίτρινο ποδήλατο τα παιδιά το βλέπουν κόκκινο- θολό
37	Μου έκανε εντύπωση η ενόχληση των παιδιών με αυτισμό στο κίτρινο χρώμα και σε διάφορους ήχους
39	Μου έκανε εντύπωση η αντίληψη των ήχων και των χρωμάτων από τα παιδιά με αυτισμό.
43	Αυτό μου έκανε εντύπωση από την εμπειρία μου αυτή ήταν να μπω στην θέση των παιδιών που διακατέχονται από φάσμα αυτισμού και να καταλάβω εν μέρη το πως νιώθουν, το πως αντιλαμβάνονται και το πως βλέπουν και ακούνε ορισμένα από τα πράγματα της καθημερινής τους ζωής. Τα γυαλιά βοήθησαν να αντιληφθώ τα έντονα χρώματα που βλέπουν τα παιδιά αυτά, το πως αντιλαμβάνονται τους ήχους από καθημερινά στοιχεία όπως ο ήχος από το όχημα της αστυνομίας. Αυτά ήταν ορισμένα από τα στοιχεία που διαμόρφωσαν την όμορφη εντύπωση που αποκόμισα από την εμπειρία του 2ου πειράματός μου.
44	Παρά την επαφή που έχω γενικά με παιδιά με αυτισμό και γενικότερα αναπηρίες, δεν είχα έρθει ποτέ στη θέση ενός παιδιού με ΔΑΦ. Ήταν πρωτόγνωρη εμπειρία για εμένα αλλά μου έδωσε τη δυνατότητα να κατανοήσω τον τρόπο που τα παιδιά με αυτισμό αντιλαμβάνονται το περιβάλλον και τον τρόπο που συνεπώς αντιδρούν στα ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα.
46	Είχα την ευκαιρία να βιώσω και να κατανοήσω το πως αντιλαμβάνεται τον κόσμο ένα παιδί με ΔΑΦ, να συνειδητοποιήσω το πόσο διαφορετικά βλέπουν τα αντικείμενα και ακούν τους ήχους. Ήταν εξαιρετική εμπειρία και μπήκα στην θέση ενός τέτοιου παιδιού και να κατανοήσω πραγματικά την καθημερινότητα του ,πέρα από το θεωρητικό κομμάτι.
50	ΤΟ ΠΟΣΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΑΝΤΙΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΝΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΙΔΙ. Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΑ ΔΥΣΚΟΛΗ
52	Ο ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ
55	ΤΟ ΠΟΣΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΒΙΩΝΟΥΝ ΑΥΤΑ ΤΑ ΑΤΟΜΑ ΑΠΛΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΑ ΠΡΑΓΜΑΤΑ

Από τους 55 συμμετέχοντες σχόλια κατέγραψαν οι 28 (~51%).

Και σε αυτή την περίπτωση η πλειοψηφία των σχολίων ήταν θετικά τόσο για την εφαρμογή όσο και για τη διαδικασία, ενώ δεν υπήρξαν αρνητικά σχόλια. Ενδεικτικά στα θετικά αναφέρθηκαν:

- «βίωση μιας κατάστασης που υπό άλλες συνθήκες δε θα ήταν εφικτή.»
- «τρομερη εμπειρία»
- «Ήταν πολύ ενδιαφέρον πείραμα και πολύ βοηθητικό»
- «όμορφη εντύπωση που αποκόμισα από την εμπειρία»
- «ήταν εξαιρετική εμπειρία».

Όσον αφορά τα αυτοαναφορικά (μπλε) σχόλια, αυτά χρησιμοποιήθηκαν από τρεις συμμετέχοντες (~11%). Οι συμμετέχοντες αυτοί ανέφεραν πως τους έκανε εντύπωση:

- «... Η ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΜΕ ΤΑ ΓΥΑΛΙΑ ΕΠΑΓΧΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ»
- «...η αντίληψη των ήχων και των χρωμάτων από τα παιδιά με αυτισμό» και
- «δεν περιμένα να φαινονται τα πραγματα τοσο διαφορετικα σε εκεινα τα ατομα».

Αναφορικά με τη χρήση των γυαλιών και τις δυνατότητές τους στον χώρο της εκπαίδευσης υπήρξαν δύο (~7%) σχόλια:

- «αυτά τα γυαλιά θεωρώ πως μπορούν να αποτελέσουν ένα πολύ καλό εργαλείο για όλους τους εκπαιδευτικούς οι οποίοι μπορεί είτε να έχουν είτε όχι μαθητές με αυτισμό»
- «ήταν πολύ ωραια εμπειρια να την βιωσουν και αλλα παιδια».

Έξι συμμετέχοντες (~21%) έδωσαν έμφαση σε κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της εφαρμογής. Ενδεικτικά αναφέρθηκαν:

- «πολυαισθητηριακή εμπλοκή»
- «οι δυνατοί ήχοι»
- «η ενόχληση των παιδιών με αυτισμό στο κίτρινο χρώμα»

Τέλος, η πλειοψηφία, 15 σχόλια (~54%) επικεντρώθηκαν στα ίδια τα άτομα με ΔΑΦ και το πως αυτά βιώνουν την καθημερινή τους εμπειρία. Ορισμένα σχόλια ήταν:

- «να μπω στην θέση των παιδιών που διακατέχονται από φάσμα αυτισμού και να καταλάβω εν μέρη το πως νιώθουν, το πως αντιλαμβάνονται και το πως βλέπουν και ακούνε ορισμένα από τα πράγματα της καθημερινής τους ζωής»
- «ήταν εξαιρετική εμπειρία και μπήκα στην θέση ενός τέτοιου παιδιού και να κατανοήσω πραγματικά την καθημερινότητα του ,πέρα από το θεωρητικό κομμάτι»
- «γενικά η αισθηση το να προσεγγίζεις τη ζωή των αυτιστικών»
- «τρομερή εμπειρία σε βοηθάει να κατανοήσεις τα παιδιά με ΔΑΦ».

Κεφάλαιο 8^ο: Συμπεράσματα – Περιορισμοί - Προοπτικές

Οι νέες εμπυθιστικές τεχνολογίες, όπως η ΕΠ, υπόσχονται πολλά για την υποστήριξη της διδακτικής πράξης και της μαθησιακής διαδικασίας, ωστόσο η κατανόηση ποιοτικών/τεκμηριωμένων παιδαγωγικών προσεγγίσεων και η δημιουργία συμπεριληπτικών, αποτελεσματικών και υλοποιήσιμων προδιαγραφών σχεδιασμού και μοντέλων σχεδίασης περιβαλλόντων μάθησης με ΕΠ βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο [214, 215, 216, 217, 218, 219, 220]. Ειδικά στο πεδίο της ΕΑΕ θα πρέπει να σχεδιαστούν πιο δημιουργικά, συνεργατικά και βιωματικά περιβάλλοντα μάθησης για το σχολείο του αύριο [221, 222, 223, 224]. Οι καλά σχεδιασμένες σχετικές μαθησιακές εμπειρίες μπορούν να αυξήσουν τις επιλογές στη διδασκαλία και τη μάθηση [161, 165, 173, 225] και να αντιμετωπίσουν τρεις από τις σημαντικότερες προκλήσεις στο πεδίο αυτό, τη διαφορετικότητα, την αλληλοαποδοχή και την συμπερίληψη μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες [185].

Όπως φάνηκε κατά την πορεία της παρούσας εργασίας, αφενός από τις πιλοτικές και αφετέρου από τις κύριες μελέτες που σχεδιάστηκαν και αναπτύχθηκαν, η ανάπτυξη εμπειριών και περιβαλλόντων μάθησης υψηλής ποιότητας αλλά και αποτελεσματικών πρακτικών ΕΑΕ απαιτεί τη συνεργασία ομάδων ειδικών από διαφορετικά επιστημονικά πεδία που θα συνεισφέρουν τις παιδαγωγικές, επιστημονικές και σχεδιαστικές γνώσεις τους για τη χρήση της ΕΠ με ουσιαστικούς τρόπους για την υποστήριξη της μάθησης. Η πρόταση αυτή ενισχύεται από πρόσφατες μελέτες οι οποίες επιχείρησαν συνεργατικά εργαστήρια στη βάση διεπιστημονικής προσέγγισης επιστημονικών πεδίων σχετικών με την ΝΑ τα οποία συμπεριλήφθηκαν στην καθημερινή πρακτική του σχολείου παρέχοντας συνεχή ανατροφοδότηση [108, 122] αλλά και τη ΔΑΦ, με συνεργατικό σχεδιασμό ομάδων ερευνητών, ειδικών επαγγελματιών και ατόμων με ΔΑΦ για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ενσυναίσθησης σε καθημερινές δραστηριότητες [143]. Σε αυτή την κατεύθυνση σημαντική συνεισφορά μπορούν να παρέχουν μοντέλα σχεδίασης περιβαλλόντων, όπως το προτεινόμενο στην παρούσα εργασία, που θα αξιοποιήσουν τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους, δηλαδή τις μοναδικές δυνατότητες, τις παροχές των εμπυθιστικών τεχνολογιών στην

υλοποίηση των αρχών του του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση, οι οποίες οδηγούν σε κατάλληλες μαθησιακές δραστηριότητες με θετικό αντίκτυπο στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών με αναπηρία. Όπως επισημαίνουν οι Carreon και συνεργάτες [226] οι ιδιότητες των εμπυθιστικών τεχνολογιών φαίνεται να πλαισιώνουν περαιτέρω τη διδασκαλία και να προσφέρουν εμπειρίες που υποστηρίζουν την πρακτική και την απόκτηση περιεχομένου.

Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη υποστηρίζει ότι οι τεχνολογικές και μαθησιακές παροχές της ΕΠ μπορούν να έχουν θετικά αποτελέσματα στην αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας από εν ενεργεία και μελλοντικούς εκπαιδευτικούς τόσο για τη συμπερίληψη μαθητών με ΝΑ στις τάξεις των φυσικών επιστημών όσο και από γονείς, φροντιστές και ειδικούς επαγγελματίες παιδιών με ΔΑΦ στο πλαίσιο της κατανόησης των συναισθημάτων των παιδιών με ΔΑΦ κατά τη διάρκεια μιας πολυαισθητηριακής εμπειρίας. Η συμβολή της διατριβής έγκειται αφενός στην παροχή εμπειρικών δεδομένων για τη χρήση της ΕΠ στο πεδίο της Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης, ειδικότερα για τις δύο στοχευμένες μορφές αναπηρίας (ΝΑ και ΔΑΦ αντίστοιχα), και αφετέρου στη δημιουργία ενός θεωρητικού μοντέλου για τη δημιουργία εφαρμογών ΕΠ οι οποίες υποστηρίζουν σχετικές εκπαιδευτικές πρακτικές στο ίδιο πεδίο.

Η αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας και των περιβαλλόντων που αναπτύσσονται με βάση το προτεινόμενο μοντέλο, η αίσθηση της παρουσίας και η αίσθηση αδιαθεσίας, αποτελούν βασικούς παράγοντες που αναδεικνύουν την ισχύ του προτεινόμενου μοντέλου και της σχεδίασης των συγκεκριμένων περιβαλλόντων μάθησης αφενός για τη μελέτη της ύλης από μαθητές με ΝΑ και αφετέρου για τη μελέτη της ενσυναίσθησης απέναντι σε μαθητές με ΔΑΦ. Στη συνέχεια ερμηνεύονται τα αποτελέσματα των προαναφερόμενων παραγόντων και πραγματοποιείται η σύγκρισή τους με την ερευνητική βιβλιογραφία.

8.1 Αποδοχή

Η αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογικής προσέγγισης ως προς τη σχεδίαση των εφαρμογών με βάση το προτεινόμενο μοντέλο και την υλοποίησή της μέσω των γυαλιών ΕΠ,

ήταν ιδιαίτερα υψηλή, όπως προέκυψε από τη μελέτη των επί μέρους παραγόντων της: της αντιληπτής χρησιμότητας, της αντιληπτής ευκολίας χρήσης, της αντιληπτής επίγνωσης της κατάστασης, της στάσης απέναντι στη χρήση και της πρόθεσης χρήσης.

Μικρή διαφοροποίηση αποτέλεσε το στυλ διεπαφής στη μελέτη της ενσυναίσθησης. Η διαφοροποίηση αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί αναμενόμενη από τη φύση της εφαρμογής ARFeel. Και σε αυτή την περίπτωση πάντως οι συμμετέχοντες φαίνεται πως εγκρίνουν σε μεγάλο βαθμό τη χρήση της ΕΠ και αξιολογούν πολύ θετικά τις δυνατότητές της όπως αναδείχθηκαν και από τις δύο εφαρμογές.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναφορικά με τους πέντε προηγούμενους παράγοντες είναι συνεπή με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών [22, 227] σχετικά με την πρόθεση των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν την ΕΠ σε μελλοντική διδασκαλία. Η παρούσα εργασία μέσω της παροχής ευκαιριών για την αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας και την αξιοποίηση των δυνατοτήτων της ανάλογα με τους στόχους της εκπαιδευτικής διαδικασίας, το δυναμικό και τις ανάγκες των μαθητών ενδυναμώνει το στόχο της συμπεριληπτικής πρακτικής και συμβάλλει στην πρόκληση για την απόκτηση εμπειρίας σχεδιασμού και ανάπτυξης εφαρμογών από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς.

Επιπλέον, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας καταγράφουν υψηλά επίπεδα αποδοχής της τεχνολογίας της ΕΠ από τους συμμετέχοντες και επεκτείνουν τα ευρήματα της πιλοτικής μελέτης για τον σχεδιασμό ενός μαθησιακού περιβάλλοντος με αντικείμενο τη δομή της ύλης το οποίο απευθύνεται σε μαθητές με ΝΑ. Οι ομάδες εστίασης που συγκροτήθηκαν ανέφεραν υψηλά επίπεδα αποδοχής και παρουσίας, μηδενικό επίπεδο για τη νόσο προσομοίωσης και υψηλό βαθμό ικανοποίησης από την εμπειρία των τεχνολογιών εμπύθισης. Πρόσθετα, τα ευρήματα της κύριας έρευνας για την μελέτη της δομής της ύλης συμφωνούν με τα ευρήματα προηγούμενων πρωτογενών ερευνών – εμπειρικών μελετών που αξιοποίησαν συστήματα ψηφιακής τεχνολογίας και στις οποίες συμμετείχαν παιδιά με ΝΑ [66, 74, 78, 83, 97, 126].

Ειδικότερα, υψηλά ποσοστά αποδοχής της τεχνολογίας σημειώθηκαν στην πρόσφατη επισκόπηση των Olakanmi, Akcayir, Ishola και Epp [78] (2020) όπου επισημάνθηκαν θετικά αποτελέσματα ως προς την προθυμία χρήσης, την αντιληπτή χρησιμότητα και την ευκολία

χρήσης, καθώς και θετικές εμπειρίες μέσω της καταγραφής του επιπέδου ικανοποίησης των χρηστών σε παρεμβάσεις παιδιών με ΝΑ για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ακαδημαϊκού και κοινωνικού τομέα (ανέφεραν ότι διασκέδασαν στη διάρκεια της εφαρμογής). Σε αντιστοιχία με την προηγούμενη μελέτη, οι πρωτογενείς εργασίες των Zheng και Motti [66] (2018) και των Lopez-Basterretxea και συνεργατών [82] (2014) για την ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτόνομης διαβίωσης (διαχείριση χρημάτων) σε άτομα με ΝΑ κατέγραψαν υψηλά επίπεδα αποδοχής του συστήματος τεχνολογίας πολυμέσων και θετικές εμπειρίες από τους χρήστες.

Βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα καταγράφηκαν στην μελέτη περιεχομένου φυσικών επιστημών μέσω εφαρμογής ΕΠ για μαθητές μεταδευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με ΝΑ από τους McMahon και συνεργάτες [80] (2016), οι οποίοι επεσήμαναν θετικές στάσεις και εμπειρίες από τη χρήση των συσκευών. Η αναφερόμενη μελέτη αξιοποίησε αρχές καθολικού σχεδιασμού για τη μάθηση σε συνάφεια με την παρούσα μελέτη και επέδειξε σημαντική βελτίωση στο μαθησιακό επίπεδο των μαθητών.

Συγκεκριμένα ευρήματα της παρούσας διατριβής για τις στάσεις των συμμετεχόντων απέναντι στη χρήση της εφαρμογής ΕΠ, την αντιληπτή χρησιμότητα της εφαρμογής και την πρόθεση επαναχρησιμοποίησής της συμφωνούν με τα αντίστοιχα ευρήματα της έρευνας των Long, Bouck και Domka [83] (2020). Οι συγγραφείς αναφέρουν ότι οι τρεις συμμετέχοντες δήλωσαν ότι τους άρεσε που χρησιμοποίησαν τα εικονικά πλακίδια, τους βοήθησαν στην επίλυση προβλημάτων γραμμικής άλγεβρας και ότι θα ήθελαν να τα ξαναχρησιμοποιήσουν. Θετικές στάσεις των εκπαιδευτικών και των γονέων παιδιών με ΝΑ κατέγραψε και η μελέτη των Kang, Chang και Howell [97] (2020) για το διαδραστικό παιχνίδι στοματικής υγιεινής παιδιών με ΝΑ, μέσω των οποίων το παιχνίδι προσδιορίστηκε ως ευχάριστο και ενθαρρυντικό, καθώς ενίσχυε την αυτενέργεια και συνέβαλε στη διδασκαλία.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της εργασίας για τον παράγοντα της ευχρηστίας συγκλίνουν με τα ευρήματα των μελετών των Ekin, Cagiltay και Karasu [105] (2018) για τις εφαρμογές που χρησιμοποιούν έξυπνα παιχνίδια, στις οποίες οι μαθητές σημείωσαν υψηλά επίπεδα αποδοχής και βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Αντίστοιχα αποτελέσματα και ενθαρρυντικά σχόλια για την ευχρηστία προέκυψαν και από μελέτες που χρησιμοποίησαν κοινωνικά ρομπότ [126] με στόχευση την κοινωνική αλληλεπίδραση και συνεργασία ατόμων

με ΝΑ και μελέτες που αξιοποίησαν διαδραστικά παιχνίδια [89] για την προώθηση της ανεξάρτητης διαβίωσης των παιδιών με ΝΑ.

Εφαρμογές ΕΠ σε φορητές συσκευές χρησιμοποίησαν οι Lin και συνεργάτες [113] (2016) για τη διδασκαλία της γεωμετρίας σε παιδιά με αναπηρία. Τα ευρήματα των συγγραφέων ευθυγραμμίζονται με τα αντίστοιχα της παρούσας εργασίας ως προς τις στάσεις, την αντιληπτή χρησιμότητα και την πρόθεση χρήσης, καθώς όλοι οι συμμετέχοντες θεώρησαν την εφαρμογή ενδιαφέρουσα, το περιεχόμενό της επαρκές και συμφώνησαν ότι αυτή η τεχνολογία θα μπορούσε να συμβάλλει στη μάθηση. Σε συμφωνία με τις έρευνες των Yen, Tsai και Wu [46] (2013), η ΕΠ μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών, όπως είναι η δομή της ύλης, επιπρόσθετα οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, όπως οι μαθητές με ΝΑ, μπορούν να αυξήσουν την άνεση και την αυτοπεποίθησή τους μειώνοντας τη γνωστική υπερφόρτωση στη διάρκεια μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης [55, 56].

Συνολικά, ο παράγοντας της αποδοχής της τεχνολογίας που αξιοποιείται για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης που απευθύνεται σε μαθητές με ΝΑ διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο τόσο για την έναρξη, μέσω του σταδίου της εξοικείωσης με τον εξοπλισμό, όσο και για την εξέλιξη της μαθησιακής διαδικασίας και τελικά την αποτελεσματικότητά της. Η άποψη αυτή ενισχύεται από την μελέτη των Cano και συνεργατών [116] (2018), η οποία επικεντρώθηκε στην εξοικείωση με την τεχνολογία, ειδικότερα με τα βιντεοπαιχνίδια, για την εκπαίδευση παιδιών με ΝΑ, όπου επισημάνθηκαν βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα, λιγότερα λάθη και καλύτεροι χρόνοι απόκρισης των παιδιών στη διάρκεια της παρέμβασης. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με έρευνες, παιδιά με ΝΑ που χρησιμοποιούν τεχνολογία στην καθημερινότητά τους δε χρειάζονται περισσότερες διευκολύνσεις ή περαιτέρω εξάσκηση με τη χρήση των εφαρμογών (βλ. ενδεικτικό παράδειγμα για την χρήση της εφαρμογής για τον εντοπισμό της θέσης στην έρευνα των Chan et al. [115]).

Η θετική αντιμετώπιση της τεχνολογίας από τα παιδιά με ΝΑ στις περιπτώσεις που έχουν ληφθεί υπόψη τα χαρακτηριστικά του προφίλ της συγκεκριμένης αναπηρίας, ενισχύει την αυτονομία των παιδιών περιορίζοντας την εξάρτηση από άλλα άτομα-βοηθούς, συμβάλλει στην βελτίωση της αυτοπεποίθησής τους με αποτέλεσμα την αύξηση της

ενεργούς συμμετοχής και της συνεργασίας και την επικέντρωσή τους στο μαθησιακό έργο βελτιώνοντας την απόδοσή τους. Η παρούσα έρευνα έρχεται σε συμφωνία με την πλειοψηφία των ερευνητών αναφορικά με την πρόταση της επέκτασης της χρήσης φορητών συσκευών τόσο στη διδασκαλία όσο και στις καθημερινές δραστηριότητες των ατόμων με ΝΑ, καθώς αυξάνει τις ευκαιρίες συμπερίληψης στο σχολείο και σε άλλα εκπαιδευτικά πλαίσια, μέσω της βελτίωσης της κατανόησης περιεχομένου, της συνεργασίας, των διαδικασιών της μνήμης, της ενίσχυσης της προσοχής και της συγκέντρωσης αλλά και της κινητοποίησης και του ενθουσιασμού στη διάρκεια της συμμετοχής τους [44, 45].

Αντίστοιχα είναι τα ευρήματα της παρούσας εργασίας ως προς την αποδοχή της ΕΠ στην περίπτωση της μελέτης της ΔΑΦ. Η κύρια έρευνα της παρούσας εργασίας επιβεβαιώνει και επεκτείνει τα ευρήματα της πιλοτικής έρευνας για την χρήση της ΕΠ στην προσομοίωση εμπειριών αισθητηριακής υπερφόρτωσης παιδιών με ΔΑΦ και στην αντίληψη των αναφερόμενων συνθηκών από άτομα του περιβάλλοντος των παιδιών με ΔΑΦ (γονείς, φροντιστές, ειδικούς επαγγελματίες). Τα υψηλά επίπεδα της αποδοχής της τεχνολογίας ΕΠ συμφωνούν με τα αντίστοιχα ευρήματα των Chung και Ghinea [144] κατά την μελέτη της ενσυναίσθησης παιδιών με ΔΑΦ, όπου τα αποτελέσματα για την ευχρηστία και την αποδοχή της τεχνολογίας ήταν θετικά.

Διάφορες έρευνες στο πεδίο της ΔΑΦ υποστηρίζουν τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, όπου οι συμμετέχοντες μέσω της τεχνολογίας καταφέρνουν να βιώσουν εμπειρίες με παρόμοιο τρόπο με τα άτομα με ΔΑΦ και να κατανοήσουν τα συναισθήματα των ατόμων με ΔΑΦ [Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης., 132]. Η ευχρηστία των συστημάτων τεχνολογίας και η αύξηση του ενδιαφέροντος των παιδιών που συμμετείχαν υπογραμμίστηκε και από τους εκπαιδευτικούς στο πλαίσιο της μελέτης της ενσυναίσθησης μέσω εκπαιδευτικού ρομπότ (EI-EDUROBOT) από την ερευνητική ομάδα του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Αντίστοιχα ευρήματα, που επιβεβαιώνουν αυτά της παρούσας εργασίας, παρουσιάζουν ερευνητικές ομάδες Πανεπιστημίων της Γερμανίας [140] και των Πανεπιστημίων της Χιλής, του Μεξικού και της Βραζιλίας [143] για την αναγνώριση και έκφραση των συναισθημάτων παιδιών με ΔΑΦ και άλλων μέσω εκπαιδευτικών παιχνιδιών όπου καταγράφηκε αυξημένο κίνητρο των συμμετεχόντων για την πρόθεση χρήσης, την αντιληπτή ευκολία χρήσης και την αντιληπτή επίγνωση της κατάστασης (τα αποτελέσματα

έδειξαν ότι η χρήση της εφαρμογής είναι κατανοητή, διαισθητική και αυτοπροσδιοριζόμενη) και αντίστοιχα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ενσυναίσθησης όπου εφάρμοσαν συνεργατικό σχεδιασμό και κατέληξαν σε συμπεράσματα για την καταλληλότητα και τη χρηστικότητα της εφαρμογής. Ακόμη και στην περίπτωση ατόμων με ΔΑΦ χαμηλής λειτουργικότητας, τα συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν σε ευθυγράμμιση με τα χαρακτηριστικά των ατόμων ώστε να είναι εύχρηστα, κατανοητά και να συμβάλλουν σημαντικά στην επίτευξη του στόχου της παρέμβασης (ενδεικτική έρευνα Hiléia da Silva Melo et al. [147] του 2021 όπου το σύστημα τεχνολογίας ACF αξιολογήθηκε από ομάδα εστίασης που περιλάμβανε ομάδα προγραμματιστών, σχεδιαστών και διευθυντικών στελεχών μιας εταιρείας).

Τα υψηλά επίπεδα ευχρηστίας και αποδοχής συμφωνούν με τα αντίστοιχα της πρόσφατης δευτερογενούς μελέτης των Chung και Ghinea [144] (2020) για τα χαρακτηριστικά των εφαρμογών που απευθύνονται σε παιδιά με ΔΑΦ αναφορικά με την αναγνώριση των συναισθημάτων των άλλων και την έκφραση των δικών τους συναισθημάτων. Έχει ενδιαφέρον η επισήμανση των συγγραφέων ότι εφαρμογές για κινητά τηλέφωνα με το προαναφερόμενο περιεχόμενο μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση της ενσυναίσθησης παρά τις δυσκολίες των παιδιών με ΔΑΦ εξαιτίας των ετερογενών χαρακτηριστικών τους εφόσον τα παιδιά αποκτήσουν σχετική ευχέρεια στη χρήση των ψηφιακών μέσων. Με άλλα λόγια, για τις δύο καταστάσεις αναπηρίας που μελετώνται, ΝΑ και ΔΑΦ αντίστοιχα, κρίνεται απαραίτητο και αναγκαίο το στάδιο της εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τον εξοπλισμό.

Για την αξιολόγηση της αποδοχής, ο επιμέρους παράγοντας της στάσης απέναντι στη χρήση, αναλύθηκε στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας και φαίνεται να συγκλίνει με τα αποτελέσματα ερευνών που πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Εργονομίας και Σχεδιασμού Αλληλεπιδραστικών Συστημάτων στην Ταϊβάν [148]. Συγκεκριμένα, η διαδικασία προσδιορίστηκε ως ευχάριστη και ενδιαφέρουσα, καθώς και αποτελεσματικότερη από παραδοσιακές μεθόδους.

Συνολικά, η παρούσα εργασία συνέβαλε στο ερευνητικό πεδίο της διερεύνησης της ενσυναίσθησης για τη ΔΑΦ, κυρίως στην κατεύθυνση της ενσυναίσθησης των ατόμων του περιβάλλοντος (φροντιστές) των ατόμων με ΔΑΦ όπου η έρευνα είναι περιορισμένη, αναδεικνύοντας τη σπουδαιότητα του κοινωνικού μοντέλου για την αναπηρία και τη

συμβολή του περιβάλλοντος υποστήριξης στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και την βελτίωση της ποιότητας ζωής των ατόμων με αναπηρία και των οικογενειών τους.

8.2 Αίσθηση παρουσίας

Η αίσθηση της χωρικής παρουσίας αναφέρεται στο κατά πόσο οι συμμετέχοντες βίωσαν τα εικονικά αντικείμενα ως ενσωματωμένα στον πραγματικό κόσμο [228]. Οι συμμετέχοντες και στις δύο μελέτες αισθάνθηκαν ότι τα εικονικά αντικείμενα ήταν ενσωματωμένα στο πραγματικό περιβάλλον και δήλωσαν υψηλό ποσοστό παρουσίας.

Τα θετικά αυτά αποτελέσματα θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως αναμενόμενα στη μελέτη της δομής της ύλης μιας και τα εικονικά μόρια τους παρουσιάστηκαν σε ευθυγράμμιση και με αλληλεπίδραση με τον φυσικό κόσμο. Αντίθετα, και οι δύο ομάδες χρηστών δήλωσαν πως δεν ένιωσαν την ανάγκη να αποφύγουν τα εικονικά μόρια. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι δεν τα θεώρησαν επικίνδυνα ή απειλητικά. Εξάλλου, μπορούσαν να τα παρατηρήσουν να συγκρούονται με ασφάλεια τόσο μεταξύ τους όσο και με τα φυσικά αντικείμενα του χώρου.

Παρόμοια είναι τα συμπεράσματα και για τη μελέτη της ενσυναίσθησης με τη διαφοροποίηση ότι στην περίπτωση αυτή οι χρήστες ανέφεραν μικρότερη επιθυμία να αγγίξουν τα εικονικά αντικείμενα. Αυτό θα μπορούσε να είναι εν πολλοίς αναμενόμενο μιας και η αισθητηριακή υπερφόρτωση που βιώνουν τα άτομα με ΔΑΦ είναι εκτός της καθημερινότητας των συμμετεχόντων και δεν είχαν οι ίδιοι προηγούμενη παρόμοια εμπειρία.

Όπως έχουν δείξει προηγούμενες μελέτες, μέσω των συσκευών κεφαλής ο χρήστης εμβυθίζεται στον επαυξημένο κόσμο και τα ψηφιακά αντικείμενα μοιάζουν περισσότερο συνδεδεμένα με το φυσικό κόσμο [229], στον οποίο ο χρήστης αισθάνεται παρών. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας είναι συνεπή με τα αντίστοιχα της μελέτης των Wu και συνεργατών [43] για την αύξηση της αίσθησης παρουσίας στις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις, καθώς οι μαθητές φαίνεται να αισθάνονται ότι συνυπάρχουν, είτε με άλλους είτε/και με ψηφιακά αντικείμενα στο ίδιο μέρος, ότι μπορούν να αλληλεπιδράσουν άμεσα και σε πραγματικό χρόνο με το χώρο και τα επιμέρους στοιχεία του.

Η παρούσα έρευνα επεκτείνει τα ευρήματα της πιλοτικής μελέτης για την επιλογή του ψηφιακού περιβάλλοντος (εικονικού ή επαυξημένου) το οποίο θα μπορούσε να υποστηρίξει την εκπαιδευτική διαδικασία με αντικείμενο τη δομή της ύλης σε μαθητές με ΝΑ. Συγκεκριμένα, οι ειδικοί των ομάδων εστίασης επεσήμαναν ότι ένιωσαν σαν να βρίσκονται στο ίδιο μέρος με τα εικονικά μόρια και έτειναν να τα πλησιάσουν ή να απομακρυνθούν από αυτά. Επιπλέον, η υψηλή αίσθηση παρουσίας συμφωνεί με τα συμπεράσματα της πρόσφατης μελέτης των Wang και συνεργατών [230] στην οποία διερευνήθηκε ο συγκεκριμένος παράγοντας μέσω των εμπειριών 49 εφήβων με ΝΑ σε μια σειρά εικονικών περιβαλλόντων. Συνολικά η εμπειρία τους προσδιορίστηκε ως άκρως συναρπαστική καθώς τοποθετήθηκε σε πολύ ρεαλιστικό πλαίσιο. Όπως οι ίδιοι ανέφεραν αισθάνθηκαν να βρίσκονται σε ένα ναυάγιο όπου μπορούσαν να παρατηρήσουν εικονικά ψάρια που άλλοτε τους πλησίαζαν και άλλοτε απομακρύνονταν από αυτούς. Σε αντιστοιχία με την παρούσα μελέτη, οι συμμετέχοντες στα δύο πειράματα (δομή της ύλης και ανάπτυξη της ενσυναίσθησης), ανέφεραν ότι αισθάνθηκαν σα να βρίσκονται ανάμεσα στα εικονικά μόρια στην αέρια φάση των υδρατμών και ανάμεσα στα αισθητηριακά ερεθίσματα στο δεύτερο πείραμα.

Καταληκτικά, οι περιορισμοί των μαθητών με ΝΑ φαίνεται να ελαχιστοποιούνται όταν βρίσκονται σε περιβάλλοντα ΕΠ, καθώς μπορούν να εμπλακούν στη μαθησιακή διαδικασία με ευκολία προσαρμογής και να διατηρήσουν την προσοχή και τη συγκέντρωσή τους ώστε να εξερευνήσουν συνθήκες κοντά στον πραγματικό κόσμο. Και αντίστροφα, σύμφωνα με τους Chen και Wang [231] ένα ικανοποιητικό επίπεδο αντίληψης της ΕΠ (το οποίο προκύπτει μέσω του μαθησιακού περιβάλλοντος με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές του Καθολικού Σχεδιασμού και των παροχών και πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας ΕΠ, όπως προτείνεται από το MILES-D) οδηγεί σε υψηλότερο επίπεδο παρουσίας των μαθητών στο περιβάλλον ΕΠ. Αυτό το συμπέρασμα βρίσκεται σε συνέπεια με τις μελέτες των Dalgarno και Lee [173] και της πιο πρόσφατης των Allcoat και συνεργατών [232] όπου επισημαίνεται ότι η υψηλή αίσθηση παρουσίας φαίνεται να επιδρά θετικά ως προς την εμπλοκή και το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων στη μαθησιακή διαδικασία.

8.3 Νόσος προσομοίωσης

Η νόσος προσομοίωσης, μετρήθηκε και για τις δύο μελέτες σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Ειδικότερα, οι συμμετέχοντες στη μελέτη της δομής της ύλης δεν αισθάνθηκαν αξιοσημείωτα συμπτώματα ναυτίας, οφθαλμοκινητικής διαταραχής και αποπροσανατολισμού, σε αντίθεση με τα συνήθη ευρήματα των μελετών που διεξάγονται σε εικονικά περιβάλλοντα [233, 234]. Ερμηνεύοντας τη συγκεκριμένη συνθήκη, τα ερεθίσματα που προσλαμβάνουν οι χρήστες στο επαυξημένο περιβάλλον λαμβάνονται κυρίως από τον φυσικό κόσμο, με αποτέλεσμα τα πιθανά συμπτώματα της νόσου προσομοίωσης να ελαχιστοποιούνται στις εφαρμογές ΕΠ [202]. Το γεγονός αυτό καθιστά την προτεινόμενη τεχνολογία ασφαλή και άνετη και σε σημαντικό βαθμό αποδεκτή ώστε να χρησιμοποιηθεί στην εκπαιδευτική πράξη, καθώς επιτρέπει στον χρήστη να επικεντρωθεί στο υπό μελέτη φαινόμενο χωρίς δυσάρεστα συμπτώματα. Στην περίπτωση των μαθητών με ΝΑ όπου εμφανίζονται δυσκολίες συγκέντρωσης και παραμονής σε ένα έργο εξαιτίας των χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης αναπηρίας, πιθανά συμπτώματα της νόσου της προσομοίωσης θα δυσχέραιναν την εξοικείωση των μαθητών με το ψηφιακό περιβάλλον και κατ' επέκταση την αποδοχή της τεχνολογίας και θα έθεταν εμπόδια στη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Αντίθετα, η απουσία συμπτωμάτων αδιαθεσίας συμβάλλει στην αύξηση της πιθανότητας για αποτελεσματική διδασκαλία απαιτητικού αφηρημένου περιεχομένου, όπως είναι η δομή της ύλης και στην συνολική ικανοποίηση από την εμπειρία των χρηστών.

Όσον αφορά τη μελέτη της ενσυναίσθησης οι συμμετέχοντες αισθάνθηκαν σε πολύ μικρό βαθμό συμπτώματα ναυτίας ενώ είχαν αρκετά συμπτώματα οφθαλμοκινητικής διαταραχής και αποπροσανατολισμού. Στην περίπτωση αυτή, τα αρνητικά αυτά συμπτώματα μπορούν ερμηνευτούν και να συντελέσουν στην αύξηση της ενσυναίσθησης των συμμετεχόντων προς τα άτομα με ΔΑΦ. Μπορούν δηλαδή να βοηθήσουν τους συμμετέχοντες να «μπουν στη θέση» των ατόμων με ΔΑΦ, να δείξουν κατανόηση ως προς τις αντιδράσεις των ατόμων με ΔΑΦ σε μια κατάσταση έντονης αισθητηριακής εμπειρίας και συνακόλουθα να αλλάξουν τις αντιλήψεις τους για τον τρόπο με τον οποίο τα άτομα με ΔΑΦ αντιλαμβάνονται και αισθάνονται διάφορα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα του

περιβάλλοντος. Επιπλέον το γεγονός της διακοπής της διαδικασίας λόγω αδιαθεσίας μίας εκ των συμμετεχόντων ίσως δείχνει ότι υπάρχει ένα μικρό ποσοστό ατόμων με αυξημένη ευαισθησία.

8.4 Συνολική εμπειρία

Σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες συμφωνούν πως η συνολική εμπειρία και στις δύο εφαρμογές υπήρξε ιδιαίτερα θετική. Αυτό υποδεικνύει ότι οι δραστηριότητες ΕΠ που δημιουργήθηκαν μπορούν να ελκύουν και να εμπλέκουν τους συμμετέχοντες στη σχετική διαδικασία ενισχύοντας την έρευνα των τελευταίων 15 ετών σχετικά με τη χρήση της ΕΠ στην εκπαίδευση και την ανάδειξη της παιδαγωγικής προστιθέμενης αξίας της σε τυπικά και άτυπα μαθησιακά περιβάλλοντα [216, 217, 219]. Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα αυτής της μελέτης για τους παράγοντες της αποδοχής, της παρουσίας και της νόσου προσομοίωσης και τη σύγκρισή τους με τα αποτελέσματα της μελέτης των Mikropoulos και συνεργατών [22] φαίνεται ότι αυτοί προσδιορίζονται ως προγνωστικοί παράγοντες για την συνολικά θετική στάση και προθυμία των εκπαιδευτικών ως προς την ενσωμάτωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στη διδασκαλία. Η πρόσφατη ανάλυση περιεχομένου των Arici και συνεργατών [214] για τη χρήση της ΕΠ υπέδειξε σε σημαντικό αριθμό μελετών ότι τα μαθησιακά αποτελέσματα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τα κίνητρα και τη στάση των συμμετεχόντων στη μαθησιακή διαδικασία, όπως φάνηκε και από τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Τα προηγούμενα συμφωνούν με τη δευτερογενή ανάλυση των Yenioglu και συνεργατών [54] (2021), οι οποίοι διερεύνησαν τις επιπτώσεις της χρήσης της ΕΠ στην εκπαίδευση μαθητών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες και συνέλεξαν τις αντιλήψεις των εμπλεκόμενων για την εφαρμογή ΕΠ και την επίδρασή τους στα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ο υψηλός βαθμός ικανοποίησης από τις δύο δραστηριότητες επιβεβαιώνεται emphaticά και από τα σχόλια των συμμετεχόντων, επικυρώνει τα ευρήματα της πιλοτικής μελέτης και επεκτείνει τα συμπεράσματά της. Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έρχονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για τον τομέα της αυτόνομης διαβίωσης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης όταν χρησιμοποιούνται εφαρμογές τεχνολογίας, όπου οι συμμετέχοντες ανέφεραν ότι απόλαυσαν τις εφαρμογές,

τις βρήκαν ευχάριστες και ενθαρρυντικές, και ότι ενίσχυαν την αυτενέργεια και βοηθούσαν τη διδασκαλία [89, 97, 103].

Ειδικά για τη μελέτη της δομής της ύλης προκύπτει επιπλέον ότι οι συμμετέχοντες συμφωνούν πως η εφαρμογή:

- είναι χρήσιμη για την κατανόηση του υπό εξέταση θέματος
- είναι κατάλληλη για χρήση σε παιδιά χρονολογικής ηλικίας 9-12 ετών, που αντιστοιχεί σε νοητική ηλικία των ατόμων με ήπια ΝΑ
- αναπαριστά με επιστημονικά ορθό τρόπο τις τρεις καταστάσεις της ύλης

Ενώ για τη μελέτη της ενσυναίσθησης προκύπτει ότι σχεδόν όλοι συμφωνούν στον μέγιστο βαθμό για τη χρησιμότητα της εφαρμογής τόσο όσον αφορά την αλλαγή των αντιλήψεών τους όσο και την αύξηση της ενσυναίσθησης για τα άτομα με ΔΑΦ. Και σε αυτή την περίπτωση, τα σχόλια των συμμετεχόντων τεκμηριώνουν και επεκτείνουν τα ευρήματα της πιλοτικής μελέτης για το αντικείμενο.

Σημαντικά οφέλη των εφαρμογών της ΕΠ στη διδακτική πράξη αναφέρονται από τους Sheehy και συνεργάτες [235]. Μέσω μιας επαυξημένης ή πολυαισθητηριακής εμπειρίας οι μαθητές συνδέονται με την πληροφορία και αναπτύσσουν ευκαιρίες εξερεύνησης εντός ασφαλών και ελεγχόμενων μαθησιακών περιβαλλόντων.

Ένα κατάλληλο περιβάλλον εμπύθισης για την μάθηση χρειάζεται να λαμβάνει υπόψη κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό των διδακτικών παρεμβάσεων προσαρμοσμένων στην Ειδική Εκπαίδευση, όπως η εμπλοκή, η αναπαράσταση, η δράση και η έκφραση [236, 99]. Οι τρισδιάστατες οπτικές αναπαραστάσεις συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των ελλειμμάτων μνήμης και των εμποδίων στην κατανόηση εξαιτίας της περιορισμένης διακριτικής ικανότητας μέσω της παρατήρησης ή της προσοχής των αντικειμένων των μαθητών με ΝΑ [237, 238].

8.5 Περιορισμοί της Έρευνας

Όσον αφορά τους περιορισμούς της παρούσας εργασίας αυτοί ήταν κατά κύριο λόγο:

- Μικρά δείγματα συμμετεχόντων

Δείγματα της τάξης των 50 ατόμων όπως αυτά που χρησιμοποιήθηκαν μπορεί να θεωρηθούν σχετικά μικρά.

- Αδυναμία συλλογής πρωτογενών δεδομένων από παιδιά με ΝΑ και παιδιά ή ενήλικες με ΔΑΦ

Παρόλο που έγινε προσπάθεια να συλλεγούν πρωτογενή δεδομένα και από άτομα με ΝΑ ή/και ΔΑΦ αυτό δεν κατέστη τελικά δυνατό κυρίως για πρακτικούς λόγους. Ειδικότερα, εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στις οποίες συμμετέχουν άτομα με αναπηρία υλοποιούνται σε πλαίσιο ένας προς έναν και οι συνεδρίες που σχεδιάζονται είναι πολλές σε αριθμό, μικρής χρονικής διάρκειας και εκτείνονται σε ευρεία χρονική περίοδο.

- Τεχνολογικοί περιορισμοί

Μια αδυναμία του συστήματος που χρησιμοποιήθηκε είναι η χρήση τετράγωνων οθονών για την προβολή του ψηφιακού περιεχομένου. Η αδυναμία αυτή επισημάνθηκε και από κάποιους συμμετέχοντες καθώς αφήνει περιμετρικά κενά στο οπτικό πεδίο του χρήστη.

8.6 Προοπτικές

Πεδία μελλοντικής έρευνας για την πληρέστερη αξιοποίηση της ΕΠ στην ΕΑΕ θα μπορούσαν να είναι:

- Εμπλουτισμός των δύο εφαρμογών με χρήση περισσότερων διαδραστικών στοιχείων. Αυτό είναι ένα στοιχείο που προτείνουν οι ίδιοι οι συμμετέχοντες στα διάφορα στάδια της παρούσας εργασίας. Για παράδειγμα θα μπορούσε να αξιοποιηθεί η δυνατότητα της συσκευής να αναγνωρίζει τις κινήσεις των χεριών για τον χειρισμό ψηφιακών αντικειμένων ώστε τα παιδιά στην προσπάθειά τους να ακουμπήσουν τα μόρια των υδρατμών να βιώσουν αλληλεπιδράσεις με τα ψηφιακά μόρια.
- Εμπλουτισμός της εφαρμογής ARTeach με σειρά εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για τη μετάβαση μεταξύ των διαφόρων φάσεων της ύλης

συναρτήσει της θερμοκρασίας. Και αυτό το στοιχείο προτάθηκε επίσης από τους ίδιους τους συμμετέχοντες.


- Σχεδιασμός εκπαιδευτικών παρεμβάσεων σε παιδιά με ήπια ΝΑ για την μέτρηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων που μπορεί να έχει η χρήση της εφαρμογής ARTeach στην απόκτηση δεξιοτήτων του ακαδημαϊκού τομέα.
- Μέτρηση με χρήση ερωτηματολογίων, όπως το Empathy Questionnaire (EmQue), το Questionnaire of Cognitive and Affective Empathy (QCAE) ή το Interpersonal Reactivity Index της αύξησης της ενσυναίσθησης στην περίπτωση της ΔΑΦ με τη χρήση της εφαρμογής ARFeel.
- Μιας και στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση έχουν γίνει ήδη μελέτες που εξετάζουν την εγκεφαλική λειτουργία [239] υπάρχει διαθέσιμη τεχνογνωσία και εξοπλισμός για τον παραλληλισμό μέσω εγκεφαλογράφου της εμπειρίας με την εφαρμογή ARFeel με τα εγκεφαλογραφήματα παιδιών (όπως για παράδειγμα από την συλλογή Simons Foundation Autism Research Initiative Searchlight¹³).
- Αξιοποίηση των συνεργατικών δυνατοτήτων της ΕΠ με χρήση του Magic Leap Shared World που επιτρέπει τον εξ αποστάσεως διαμοιρασμό εικονικών αντικειμένων.
- Διερεύνηση των δυνατοτήτων του μοντέλου MILES-D μέσα από νέες εμπειρικές μελέτες ή/και σε άλλες μορφές αναπηρίας σε διάφορους τομείς με έμφαση τον ακαδημαϊκό τομέα όπου υπάρχει περιορισμένη έρευνα.
- Εμπλουτισμός των υπαρχόντων μοντέλων για τη μελέτη της αποδοχής ώστε να συμπεριλαμβάνουν και τις τεχνολογικές και μαθησιακές παροχές των εμβυθιστικών τεχνολογιών
- Διερεύνηση των δυνατοτήτων της Μικτής Πραγματικότητας όπου δράσεις και αντικείμενα στον φυσικό κόσμο έχουν αντίκτυπο στον ψηφιακό και αντίστροφα.

¹³ <https://www.sfari.org/resource/simons-searchlight/>

- Αξιοποίηση πιο απλών και οικονομικών τεχνολογικών λύσεων όπως τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Σε αυτή την κατεύθυνση έχει ξεκινήσει ήδη στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση μια προσπάθεια για την οπτικοποίηση μεγεθών της Μηχανικής, όπως η ταχύτητα και η επιτάχυνση, με χρήση συνηθισμένων κινητών android.
- Σχεδιασμός και ανάπτυξη του σταδίου της εξοικείωσης των παιδιών με ΝΑ με τον εξοπλισμό σε κάθε εκπαιδευτική παρέμβαση μέσω του οποίου αξιολογούνται τα επίπεδα αποδοχής, παρουσίας και νόσου της προσομοίωσης και η προσαρμογή του παιδιού με ΝΑ στο νέο μαθησιακό περιβάλλον.
- Επέκταση των ευρημάτων της παρούσας εργασίας ως προς την ενσυναίσθηση μέσω του σχεδιασμού ερευνητικών σχεδίων μεμονωμένου ατόμου με συμμετέχοντες παιδιά με ΔΑΦ και ενσωμάτωση συστημάτων επιβράβευσης στα διάφορα στάδια της παρέμβασης [111]. Για την επίτευξη της συμπερίληψης, ο σχεδιασμός μπορεί να συμπεριλάβει ερευνητικά σχέδια ομάδας συνομηλίκων των παιδιών με ΔΑΦ (συμμαθητές) για την ενίσχυση δεξιοτήτων σε ένα σχολείο που λαμβάνει υπόψη τη διαφορετικότητα και προωθεί την ισοτιμία.

Παράρτημα Α: Οι δημογραφικές ερωτήσεις

Όσον αφορά τις δημογραφικές ερωτήσεις και στις δύο εφαρμογές χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω φόρμα στο Google Forms:



Αναδυόμενες Τεχνολογίες Μάθησης

mdelhmh@uoi.gr (not shared) [Switch account](#)

* Required

Ερωτηματολόγιο Η20

Δημογραφικά στοιχεία

Συμφωνώ να συμμετέχω στην παρούσα έρευνα. *

Συμφωνώ

Φύλο *

Άνδρας

Γυναίκα

Ηλικία *

Your answer

Παράρτημα Α: Οι δημογραφικές ερωτήσεις

Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ; *

	1	2	3	4	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στα βιντεοπαιχνίδια; *

	1	2	3	4	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στις τεχνολογίες εικονικής/επαυξημένης πραγματικότητας; *

	1	2	3	4	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Φοράς γυαλιά οράσεως; *

- Ναι
- Όχι

Back

Next

Clear form

Παράρτημα Β: Γενικές Παρατηρήσεις

Όσον αφορά τις καταληκτικές γενικές παρατηρήσεις για τη μελέτη της ενσυναίσθησης χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω φόρμα στο Google Forms:

Γενικές παρατηρήσεις

Σε βοήθησε η εμπειρία με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας να αλλάξεις τις αντιλήψεις σου για το πως τα αυτιστικά άτομα αντιλαμβάνονται ή αισθάνονται οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα; *

Καθόλου 1 2 3 4 Πάρα πολύ

Σου φάνηκε με την εμπειρία σου ότι «μπήκες στη θέση» ενός αυτιστικού ατόμου; *

Καθόλου 1 2 3 4 Πάρα πολύ

Συνολικά πόσο σου άρεσε η εμπειρία; *

Καθόλου 1 2 3 4 Πάρα πολύ

Προαιρετικά, σημείωσε παρακάτω τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία (θετικό ή αρνητικό).

Your answer

Παράρτημα Γ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο

ΤΡΙ/SP

Για τη μέτρηση της αίσθησης παρουσίας στη μελέτη της δομής της ύλης χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω φόρμα στο Google Forms:

Χωρική παρουσία (ΤΡΙ-SP)

Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά μόρια που έβλεπες βρίσκονταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ; *

1 2 3 4 5 6 7

Καθόλου Πάρα πολύ

Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά μόρια που έβλεπες; *

1 2 3 4 5 6 7

Καθόλου Πάρα πολύ

Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό μόριο; *

1 2 3 4 5 6 7

Καθόλου Πάρα πολύ

Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά μόρια που είδες; *

1 2 3 4 5 6 7

Καθόλου Πάρα πολύ

Παράρτημα Γ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο ΤΡΙ/SP

Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό μόνιο που είδες; *

1 2 3 4 5 6 7

Ποτέ Συνεχώς

Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον; *

1 2 3 4 5 6 7

Οθόνες Πραγματικό περιβάλλον

Back Next Clear form

Ενώ στη μελέτη της ενσυναίσθησης:

Χωρική παρουσία (TPI-SP)							
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά αντικείμενα (οπτικά ερεθίσματα) που έβλεπες βρισκόταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;							*
	1	2	3	4	5	6	7
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							Πάρα πολύ
Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά αντικείμενα που έβλεπες;							*
	1	2	3	4	5	6	7
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							Πάρα πολύ
Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό αντικείμενο;							*
	1	2	3	4	5	6	7
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							Πάρα πολύ
Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά αντικείμενα που είδες;							*
	1	2	3	4	5	6	7
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
							Πάρα πολύ

Παράρτημα Γ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο ΤΡΙ/SP

Σε ποιο βαθμό ένιωθες ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις; *

	1	2	3	4	5	6	7	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πάρα πολύ

Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό αντικείμενο που είδες; *

	1	2	3	4	5	6	7	
Ποτέ	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Συνεχώς

Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον; *

	1	2	3	4	5	6	7	
Οθόνες	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Πραγματικό περιβάλλον

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Για τη μέτρηση της αποδοχής στη μελέτη της δομής της ύλης χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω φόρμα στο Google Forms. Εδώ προστέθηκαν και οι ειδικότερες ερωτήσεις για τη συγκεκριμένη εφαρμογή:

Αποδοχή (Technology Acceptance Model)
<p>Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον βοήθησε στην κατανόηση της δομής της ύλης;</p> <p><input type="radio"/> ΝΑΙ</p> <p><input type="radio"/> ΟΧΙ</p>
<p>Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον προκάλεσε σύγχυση όσον αφορά στη δομή της ύλης;</p> <p><input type="radio"/> ΝΑΙ</p> <p><input type="radio"/> Όχι</p>
<p>Η αναπαράσταση των μορίων ταιριάζει με τον τρόπο που διδάσκεται σε παιδιά 9-12 ετών;</p> <p><input type="radio"/> ΝΑΙ</p> <p><input type="radio"/> ΟΧΙ</p>
<p>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον πάγο είναι επιστημονικά σωστή;</p> <p><input type="radio"/> ΝΑΙ</p> <p><input type="radio"/> ΟΧΙ</p>

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στο υγρό νερό είναι επιστημονικά σωστή;

- ΝΑΙ
 ΟΧΙ

Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον υδρατμό είναι επιστημονικά σωστή;

- ΝΑΙ
 ΟΧΙ

Η αναπαράσταση των μορίων είναι πειστική. *

- 1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα. *

- 1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης; *

- 1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην *
τάξη

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση. *

1 2 3 4 5 6 7
Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Ενώ στη μελέτη της ενσυναίσθησης:

Αποδοχή (Technology Acceptance Model)

Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ είναι καλή ιδέα. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Η χρήση των γυαλιών αυτών βελτιώνει την ενσυναίσθηση για παιδιά με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η αξιοποίηση των γυαλιών που φόρεσα ενισχύει την κατανόηση της κατάστασης παιδιών με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που φόρεσα συνεισφέρουν στη γνώση. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Είναι εύκολο να πάρω σημαντικές πληροφορίες από αυτό το πείραμα για την κατάσταση που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανοώ το πραγματικό περιβάλλον και την κατάσταση που περιγράφεται. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Η εφαρμογή που χρησιμοποίησα με βοηθά να βελτιώσω τον τρόπο που προσεγγίζω τα παιδιά με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Η χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα

Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Δ: Το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο TAM

Η μάθηση μέσω του συστήματος ήταν βαρετή *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση μου με παιδιά με ΔΑΦ. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στο μέλλον. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση. *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση *

1 2 3 4 5 6 7

Διαφωνώ απόλυτα Συμφωνώ απόλυτα

Παράρτημα Ε: Το ερωτηματολόγιο SSQ

Όσον αφορά το ερωτηματολόγιο SSQ και στις δύο εφαρμογές χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω φόρμα στο Google Forms:

Δυσφορία (SSQ)					
Πόση δυσφορία ένιωσης γενικά; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωσης κούραση; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωσης πονοκέφαλο; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονο
Ένιωσης κούραση στα μάτια; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη

Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Είχες εφίδρωση; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωσες ναυτία; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωθες "γεμάτο" το κεφάλι σου; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονα

Είχες θολή όραση; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονα
Ένιωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Ένιωσες ίλιγγο; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονο
Ένιωσες στομαχική δυσφορία; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονη
Είχες ρέψιμο; *					
	0	1	2	3	
Καθόλου	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Έντονο

Παράρτημα ΣΤ: Σχόλια από την πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται κάποια ενδεικτικά σχόλια των συμμετεχόντων στην πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης.

Πίνακας ΣΤ.1: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Στάση

Σχόλιο	Ιδιότητα
“Φαίνεται (τα εικονικά μόρια) να ανήκουν μέσα στο δωμάτιο. Ένωθα τις συγκρούσεις!”	Ειδικός στην ΕΑΕ
“Αυτό είναι καταπληκτικό! Αισθάνομαι ότι περιβάλλομαι από αυτά (τα εικονικά μόρια) “	Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης
“Μου άρεσε που συγκρούονταν (τα εικονικά μόρια) “	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες
"Ουάου! Νομίζεις ότι θα το πιάσεις! (το εικονικό μόριο)»	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες

Πίνακας ΣΤ.2: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Σύγκριση Εικονικού με Επαυξημένο Περιβάλλον

Σχόλιο	Ιδιότητα
«Δεν μπορούσα να ξεχωρίσω το περίγραμμα των μορίων στο AR. Η ανάλυση ήταν χαμηλή. Συγκρίνοντας τα δύο περιβάλλοντα, το VR ήταν σαφώς πολύ καλύτερο»	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες
«Το περιβάλλον VR λειτουργεί πιο ομαλά. Το AR είχε κάποιες καθυστερήσεις»	Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης

<p>«Το VR μου δίνει το κίνητρο να περιπλανώμαι. Κατά τη διάρκεια της εμπειρίας AR έπρεπε να κρατήσω μια απόσταση, για να παρατηρήσω πιο καθαρά. Αν κινούσα το κεφάλι μου πίσω, η θέα κόβονταν και με εμπόδιζε να πλησιάσω. Το VR HMD μου έδωσε μια ευρύτερη εικόνα»</p>	<p>Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες</p>
<p>Το VR αντιπροσωπεύει τα μόρια πιο ζωντανά, αλλά θα επέλεγα το άλλο (AR), γιατί έχω περισσότερη ελευθερία στις κινήσεις μου»</p>	<p>Ειδικός στην ΕΑΕ</p>
<p>«Αισθάνεσαι απομονωμένος στο VR. Είναι παγίδα. Αλλά εδώ (AR) είναι απολύτως φυσικό. Νιώθεις πολύ καλύτερα στο AR, βλέπεις όλο τον χώρο. είναι ένα βήμα παραπέρα»</p>	<p>Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες</p>
<p>«Το VR σε κάνει να νιώθεις πιο χαμένος. Το AR φαίνεται να είναι πιο εύκολο στη χρήση, καθώς τα γυαλιά ήταν ελαφριά»</p>	<p>Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες</p>
<p>«Το AR είναι πιο ενδιαφέρον γιατί μπορούσα επίσης να δω πού ακριβώς βρίσκομαι μέσα στο δωμάτιο. Επιπλέον, μπορούσα να νιώσω τις συγκρούσεις με καλύτερο τρόπο. Ήταν πιο αληθινό! Αντίθετα, το VR έμοιαζε να είναι πιο ψεύτικο»</p>	<p>Ειδικός στην ΕΑΕ</p>

Παράρτημα ΣΤ: Σχόλια από την πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης

«Αυτά (τα μόρια) αλληλεπιδρούν με φυσικά αντικείμενα! Φοβερό!»	Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης
«Ήταν εντυπωσιακό να παρατηρήσεις την κίνηση των εικονικών μορίων μέσα στο πραγματικό δοχείο!»	Ειδικός στις Τεχνολογίες Μάθησης

Πίνακας ΣΤ.3: Πιλοτική μελέτη της δομής της ύλης - Παρουσία

Σχόλιο	Ιδιότητα
«Ήθελα να είμαι ανάμεσά τους (τα εικονικά μόρια)»	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες
"Εντυπωσιακό! Νομίζεις ότι θα τα αγγίξεις (τα εικονικά μόρια)»	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες
«Ήθελα να τα αγγίξω (τα εικονικά μόρια)»	Ειδικός Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες

Παράρτημα Ζ: Αποτελέσματα πιλοτικής μελέτης της ενσυναίσθησης

Στο παράρτημα αυτό παρατίθενται οι πίνακες της στατιστικής ανάλυσης για την πιλοτική μελέτη της προσομοίωσης της αισθητηριακής υπερφόρτωσης που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.

Πίνακας Ζ.1: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Χωρική Παρουσία

TPI QUESTIONS	Mean	SD
Q1. How much did it seem as if the virtual objects you saw were at the same place as you were?	4.86	1.56
Q2. How much did it seem as if you could reach out and touch the virtual objects you saw?	4.91	1.78
Q3. How often when a virtual object seemed to be headed toward you did you want to move to get out of its way?	2.50	1.65
Q4. To what extent did you experience a sense of being there inside the virtual objects you saw?	4.20	1.84
Q5. How much did it seem as if the sounds you listened to were from different directions?	4.91	1.66
Q6. How often did you want to try to touch a virtual wave you saw?	3.64	1.96
Q7. Did the experience seem more like looking at the events through video or more like looking at the events in reality? (1=video, 7=reality)	4.33	1.94
Spatial Presence	4.19	1.28

Πίνακας Ζ.2: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Νόσος προσομοίωσης

SSQ FACTORS	Min	Max	Mean	SD
Ναυτία	0	114.48	17.99	25.09
Oculomotor	0	151.60	33.14	36.98
Disorientation	0	278.40	53.09	62.09
Total Score	0	194.48	37.67	43.09

Παράρτημα Ζ: Αποτελέσματα πιλοτικής μελέτης της ενσυναΐσθησης

Πίνακας Ζ.3: Πιλοτική μελέτη της ενσυναΐσθησης - Αποδοχή

TAM QUESTIONS	Mean	SD
Interface style (IS)	4.99	1.21
The representation of visual and auditory stimuli is convincing.	3.87	1.74
The use of AR for conditions that children with ASD experience is a good idea.	5.66	1.46
Virtual stimuli can help understand similar conditions that children with ASD experience.	5.44	1.44
Perceived usefulness (PU)	5.57	1.27
The use of such AR glasses improves empathy.	5.63	1.29
The use of such AR glasses facilitates understanding of ASD.	5.53	1.38
Such AR glasses are helpful when learning.	5.54	1.39
Perceived ease of use (PEU)	6.17	1.01
The AR glasses are easy to use.	6.24	1.14
Learning to use the AR glasses is not a problem.	6.07	1.05
The operation of the AR glasses is clear and understandable.	6.19	1.21
Perceived situation awareness (PSA)	5.41	1.27
It is easy to get important information about the physical world from the AR experience.	5.46	1.48
Using the AR glasses, I understand the physical environment and its phenomena.	5.37	1.30
The AR glasses I used help me evaluate the conditions of understanding children with ASD.	5.39	1.44
Attitude toward using (ATU)	5.75	1.23
The use of such AR glasses makes learning more interesting.	5.96	1.35
The AR glasses engage me in the learning process	5.60	1.36
The AR glasses can improve the interaction with children with ASD.	5.70	1.28
Intention to use (ITU)	6.00	1.25
I would like to use the AR glasses in the future.	5.94	1.38
The AR glasses can help in education.	5.94	1.27
I would recommend the AR glasses to my colleagues.	6.11	1.29

Πίνακας Ζ.4: Πιλοτική μελέτη της ενσυναΐσθησης - Cronbach's Alpha για το TAM

	Cronbach's Alpha
Interface style	.667
Perceived usefulness	.932

Παράρτημα Ζ: Αποτελέσματα πιλοτικής μελέτης της ενσυναίσθησης

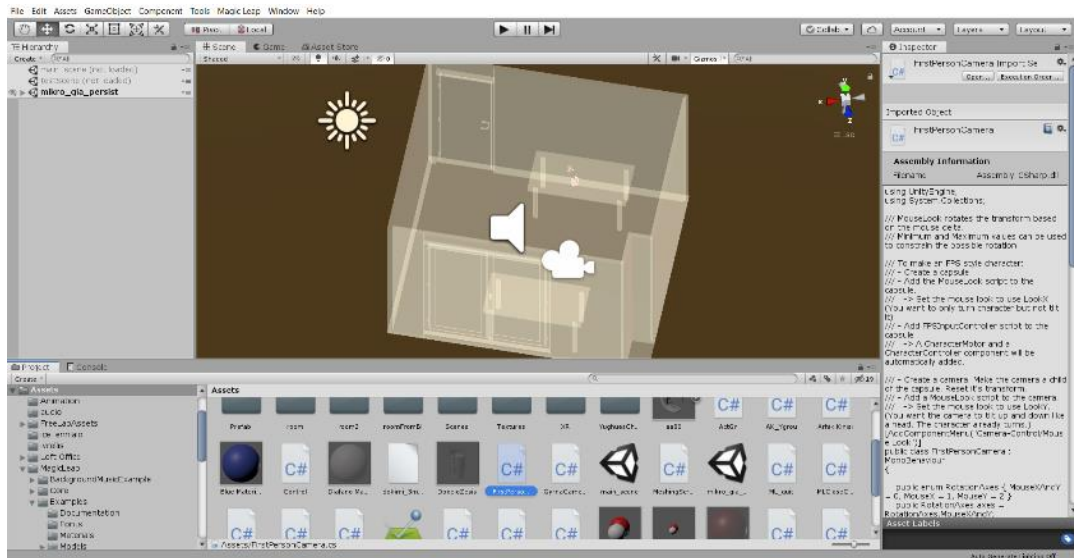
Perceived ease of use	.870
Perceived situation awareness	.887
Attitude toward using	.916
Intention to use	.945

Πίνακας Ζ.5: Πιλοτική μελέτη της ενσυναίσθησης - Συσχετίσεις

	SP	SS	IS	PU	PEU	PSA	ATU	ITU
SP								
SS	.014							
IS	.452*	-,098						
PU	.373*	.014	.558*					
PEU	.319*	.006	.384*	.433*				
PSA	.373*	.037	.487*	.735*	.489*			
ATU	.400*	-,026	.527*	.677*	.486*	.669*		
ITU	.376*	-,017	.502*	.606*	.522*	.609*	.688*	
SAT	.404*	-,054	.409*	.551*	.396*	.396*	.508*	.539*

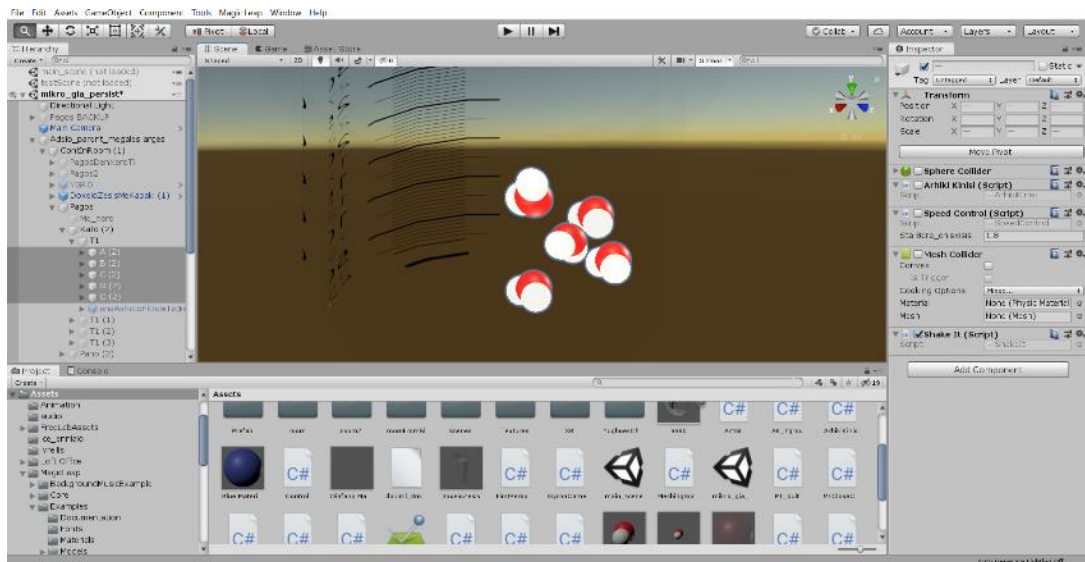
Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά κάποια χαρακτηριστική στιγμιότυπα από τη διαδικασία δημιουργίας του έργου ARTeach1 μέσα από τα αντίστοιχα εργαλεία:

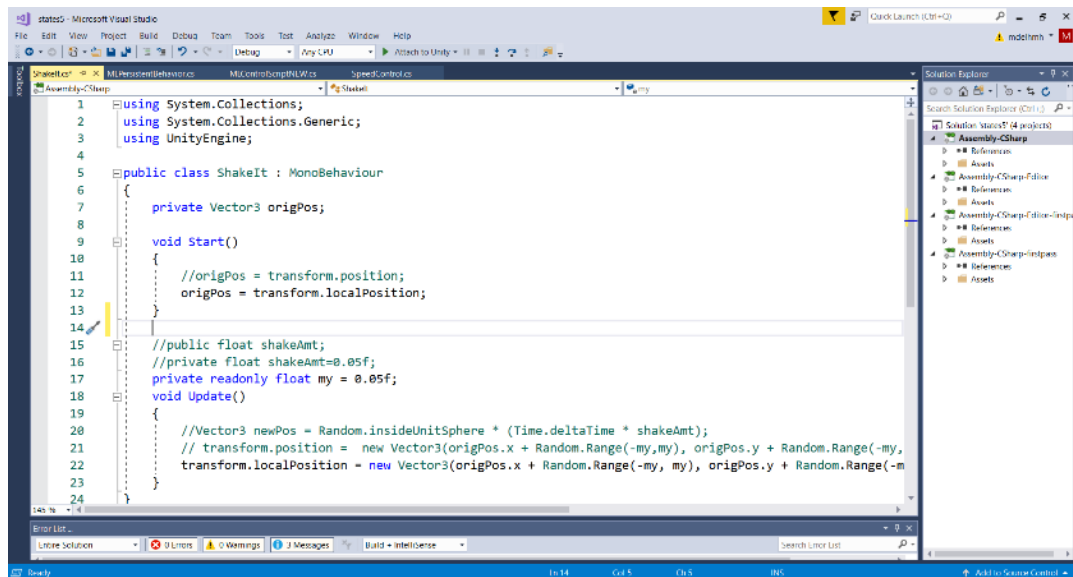


Σχήμα Η.1: Γενική εικόνα του έργου στο Unity

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach



Σχήμα Η.2: Το τετράεδρο του πάγου στο Unity:

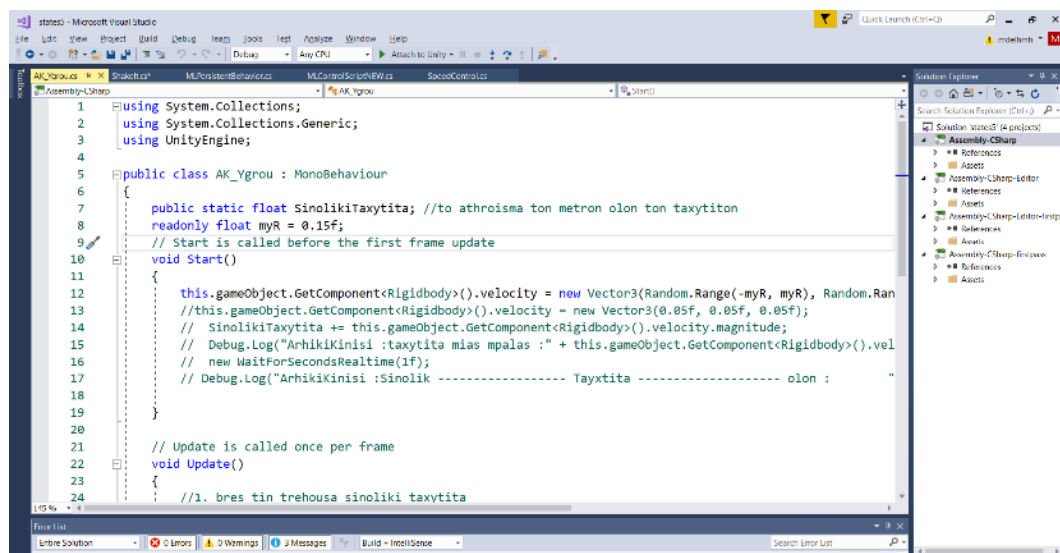


Σχήμα Η.3: Το τρέμουλο του πάγου στο Visual Studio:

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach

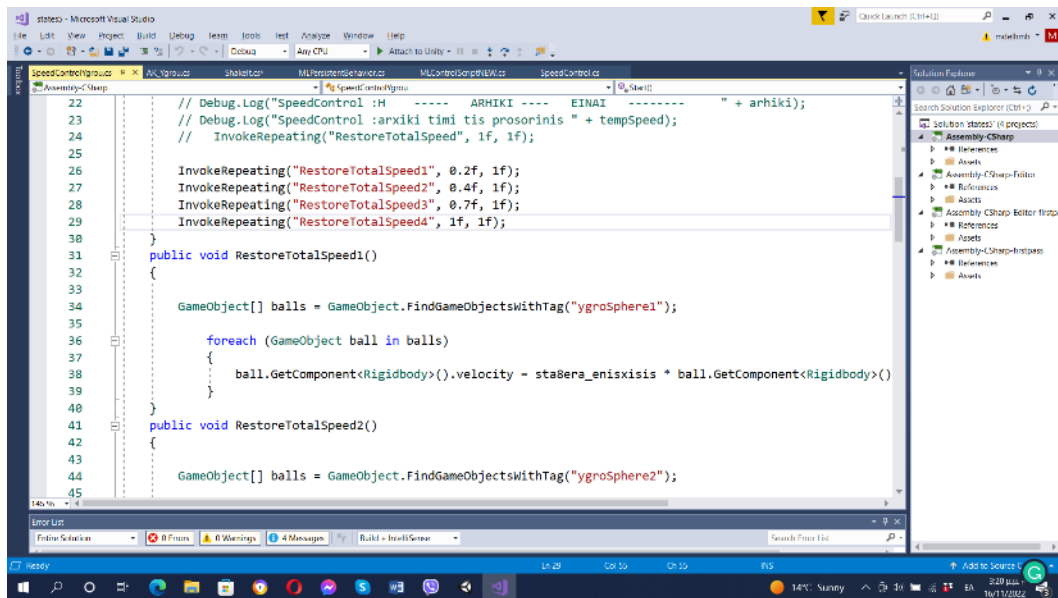


Σχήμα Η.4: Η αρχική κατάσταση των μορίων του υγρού νερού στο Unity (καταλαμβάνουν μόνο μέρος του δοχείου)

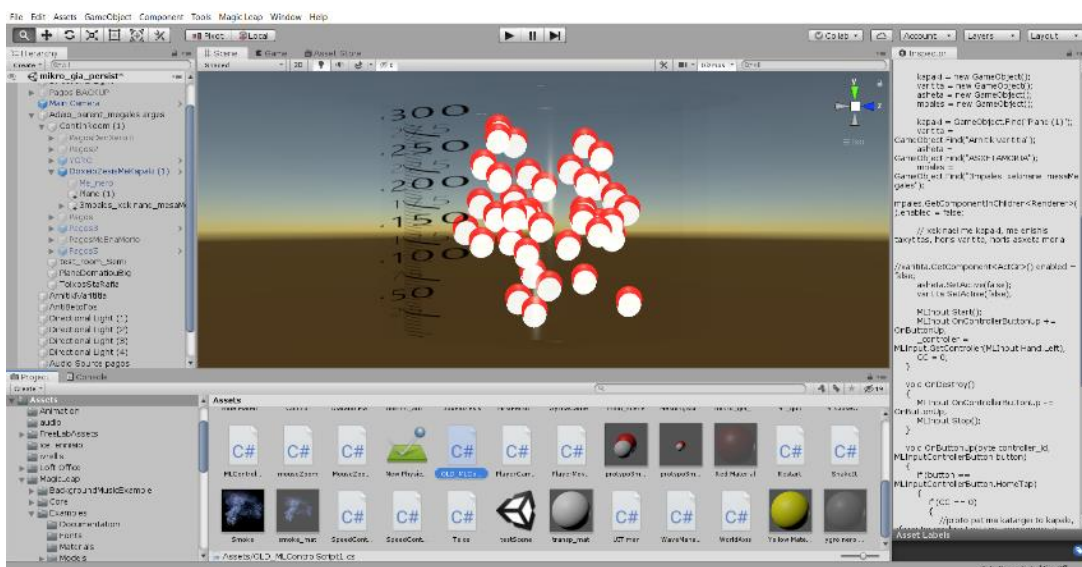


Σχήμα Η.5: Η εκκίνηση των μορίων του υγρού νερού στο Visual Studio

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach



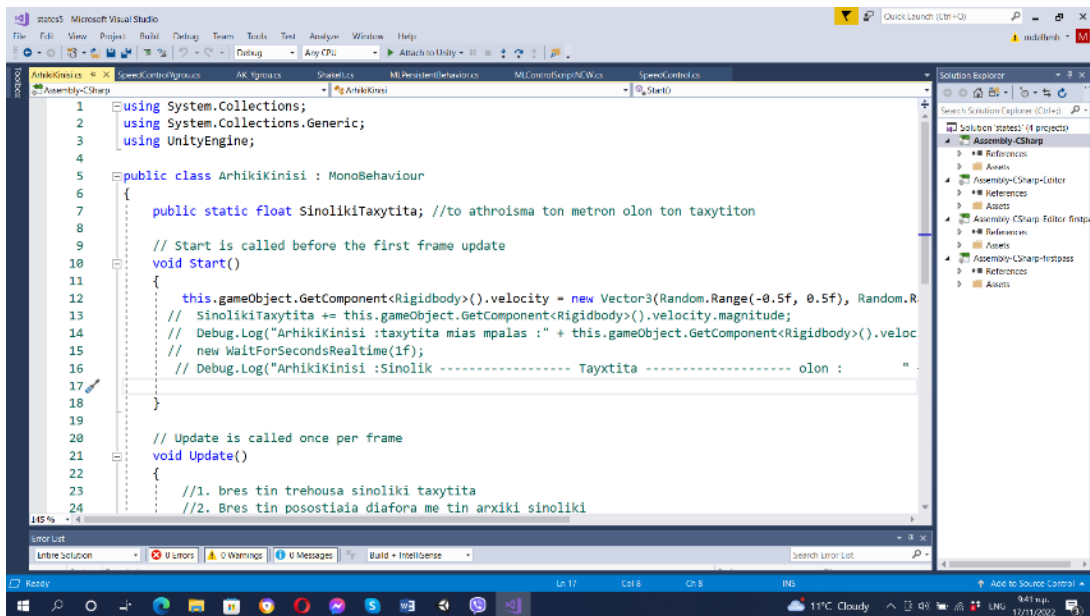
Σχήμα Η.6: Η διατήρηση της κίνησης των μορίων του υγρού νερού στο Visual Studio¹⁴



Σχήμα Η.7: Η αρχική κατάσταση των μορίων του αέριου νερού στο Unity (καταλαμβάνουν ολόκληρο το δοχείο)

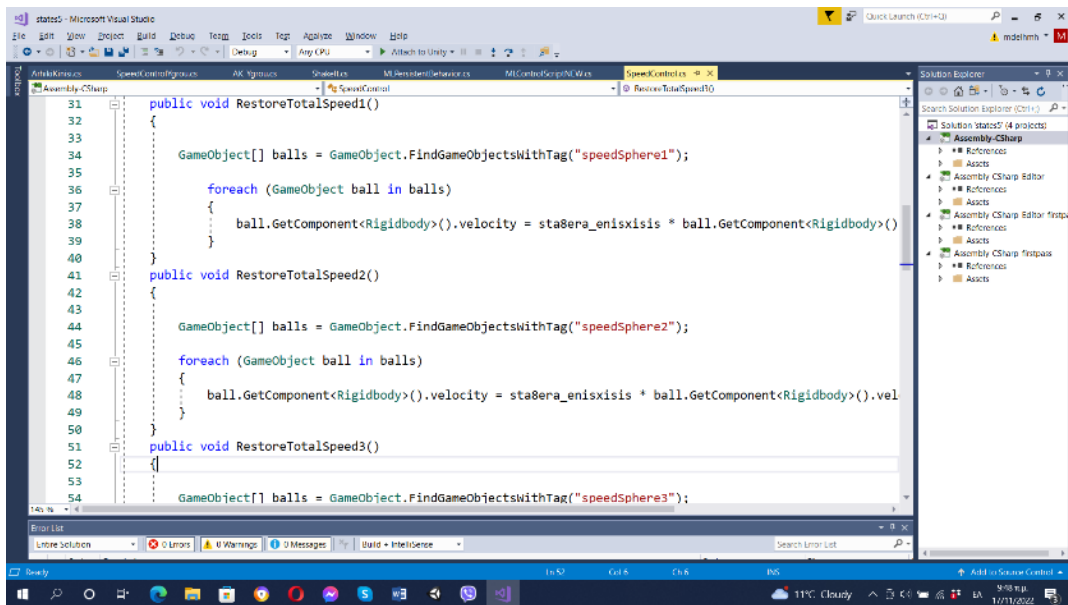
¹⁴ Είναι απαραίτητη λόγω του αθροιστικού υπολογιστικού σφάλματος που προκύπτει από τον μεγάλο αριθμό συγκρούσεων στη μονάδα του χρόνου και την πεπερασμένη υπολογιστική ισχύ των γραφιών Magic Leap. Απαιτείται τόσο για την υγρή όσο και για την αέρια κατάσταση.

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach

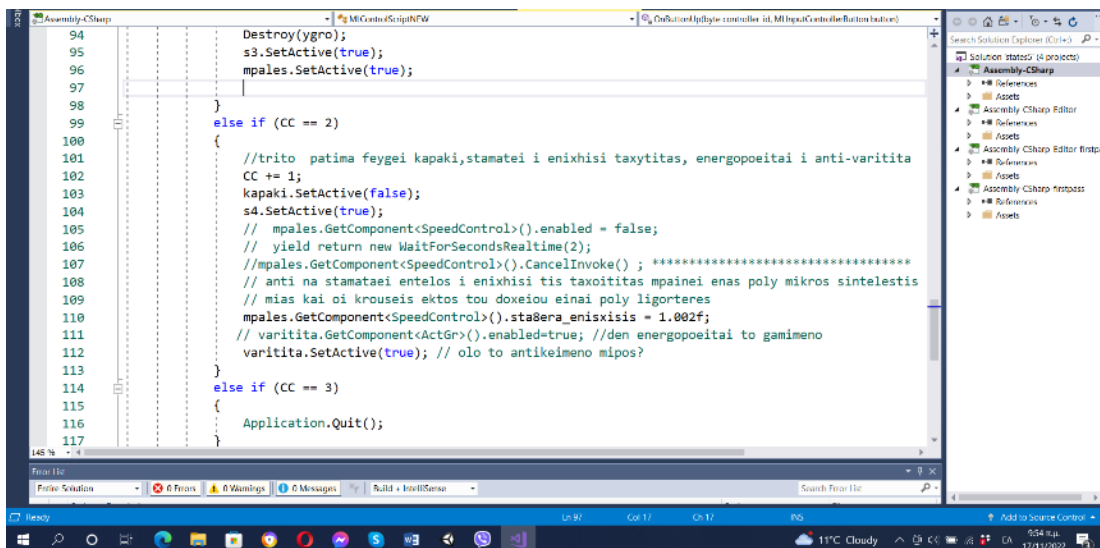


Σχήμα Η.8: Η εκκίνηση των μορίων του αέριου νερού στο Visual Studio:

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach

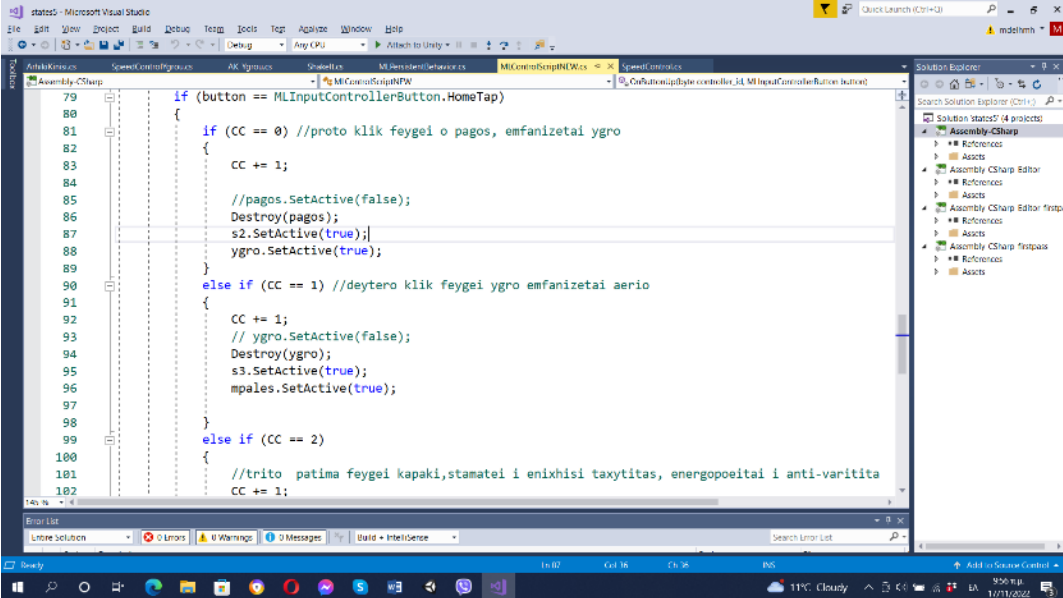


Σχήμα Η.9: Η διατήρηση της κίνησης των μορίων του αέριου νερού στο Visual Studio



Σχήμα Η.10: Αφαίρεση του ψηφιακού κατακτιού, προσαρμογή της ενίσχυσης της κίνησης και ενεργοποίηση “αντιβαρύτητας” στο Visual Studio ώστε τα μόρια να κινούνται ελεύθερα στο δωμάτιο

Παράρτημα Η: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARTeach



```
79
80
81     if (button == MLInputControllerButton.HomeTap)
82     {
83         if (CC == 0) //proto klik feygei o pagos, emfanizetai ygro
84         {
85             CC += 1;
86
87             //pagos.SetActive(false);
88             Destroy(pagos);
89             s2.SetActive(true);
90             ygro.SetActive(true);
91         }
92         else if (CC == 1) //deytero klik feygei ygro emfanizetai aerio
93         {
94             CC += 1;
95             // ygro.SetActive(false);
96             Destroy(ygro);
97             s3.SetActive(true);
98             mpales.SetActive(true);
99         }
100        else if (CC == 2)
101        {
102            //trito patima feygei kapaki, stamatei i enixhisi taxytitas, energopoeitai i anti-varitita
103            CC += 1;
```

Σχήμα Η.11: Τμήμα το βασικού script που ελέγχει το σύνολο το αντικειμένων του έργου

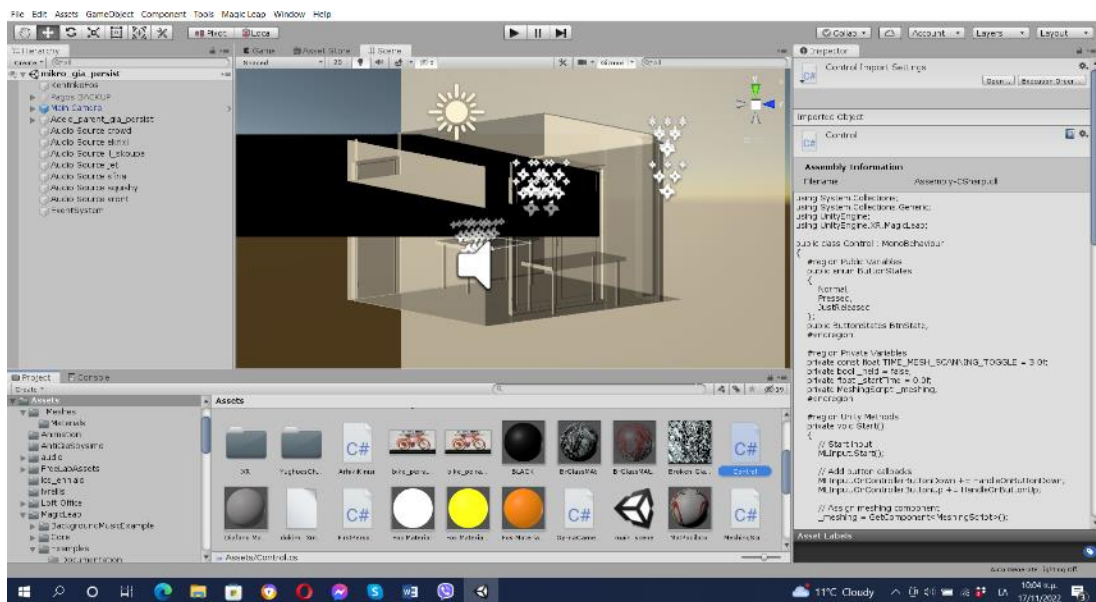
Παράρτημα Θ: Σενάριο για την μελέτη της ενσυναίσθησης

1. Ο χρήστης μπαίνοντας στο δωμάτιο φορά τα γυαλιά και περιεργάζεται γύρω του για 1-2 λεπτά τον φυσικό χώρο του δωματίου.
2. Ενεργοποιεί μόνος του της εφαρμογή ASD2021 με το χειριστήριο και την κεντρική “σκανδάλη”.
3. Ο πρώτος ερευνητής παίρνει ο ίδιος το χειριστήριο και κάνει ο ίδιος όλες τις ενέργειες στο εξής.
4. Ερευνητής: “Ας βάλουμε σε λειτουργία το σκουπάκι”. Ο ερευνητής πατάει ταυτόχρονα το κουμπί του χειριστηρίου και κάνει την αντίστοιχη κίνηση στο σκουπάκι. Ο ήχος ακούγεται ενισχυμένος για συνολικά 5-6 δευτερόλεπτα.
5. Ερευνητής: “Ας ανάψουμε τη λάμπα”. Η ψηφιακή λάμπα φθορισμού αναβοσβήνει στα 60Hz.
6. Ερευνητής: “Ας βάλουμε σε λειτουργία το σεσουάρ”. Ο ερευνητής πατάει ταυτόχρονα το κουμπί του χειριστηρίου. Ο ήχος ακούγεται σαν απογείωση αεροπλάνου για συνολικά 5-6 δευτερόλεπτα.
7. Ερευνητής: “Ας κοιτάξουμε λίγο την κούκλα”. Εμφανίζονται οι τρίχες έντονες σαν μακαρόνια.
8. Οι δύο ερευνητές κάνουν μεταξύ τους διάλογο και ο χρήστης ακούει το πλήθος με τις μπερδεμένες ομιλίες.
9. Ερευνητής: “Ας ανάψουμε τη λάμπα και κοιτάξτε προς τον τοίχο”. Η φυσική λάμπα φθορισμού ανάβει και πετάγονται οι κίτρινες γραμμές από τον κίτρινο τοίχο.
10. Ερευνητής: “Μπράβο τα πάμε καλά” και χειροκροτεί. Ακούγονται οι κεραυνοί
11. Ο ερευνητής χτυπάει την κουρτίνα με το χέρι του και εμφανίζονται σκόνη ή/και σωματίδια.
12. Ο χρήστης σπάει ένα μπαλόني. Ο ήχος του ακούγεται σαν εκρήξεις για συνολικά 10 δευτερόλεπτα.

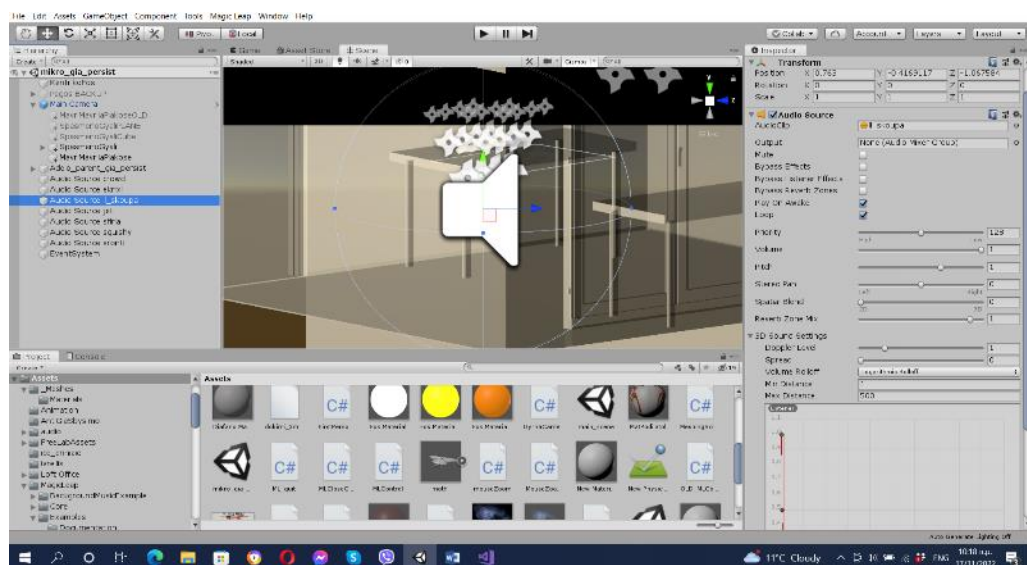
13. Ερευνητής: “Ας ανάψουμε τη λάμπα και παρατηρήσετε την για λίγο”.
Πετάγονται οι φωτεινές άσπρες μπάλες από το ίδιο το φωτιστικό
14. Ερευνητής: “Ας ανάψουμε τη σειρήνα του περιπολικού”. Ακούγονται τα σφυριά που χτυπάνε.
15. Ο ερευνητής ανακατεύει τα μακαρόνια στην κατσαρόλα και ακούγεται ο ήχος squishy για συνολικά 10 δευτερόλεπτα.
16. Ερευνητής: “Ας παρατηρήσουμε λίγο την αφίσα με το ποδήλατο”.
Εμφανίζεται η ψηφιακή εικόνα πάνω από την φυσική
17. Ο ερευνητής πατάει ξανά το κουμπί και η εφαρμογή κλείνει.

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

Παρακάτω παρατίθενται ενδεικτικά κάποια χαρακτηριστική στιγμιότυπα από τη διαδικασία δημιουργίας του έργου ARFeel μέσα από τα αντίστοιχα εργαλεία:

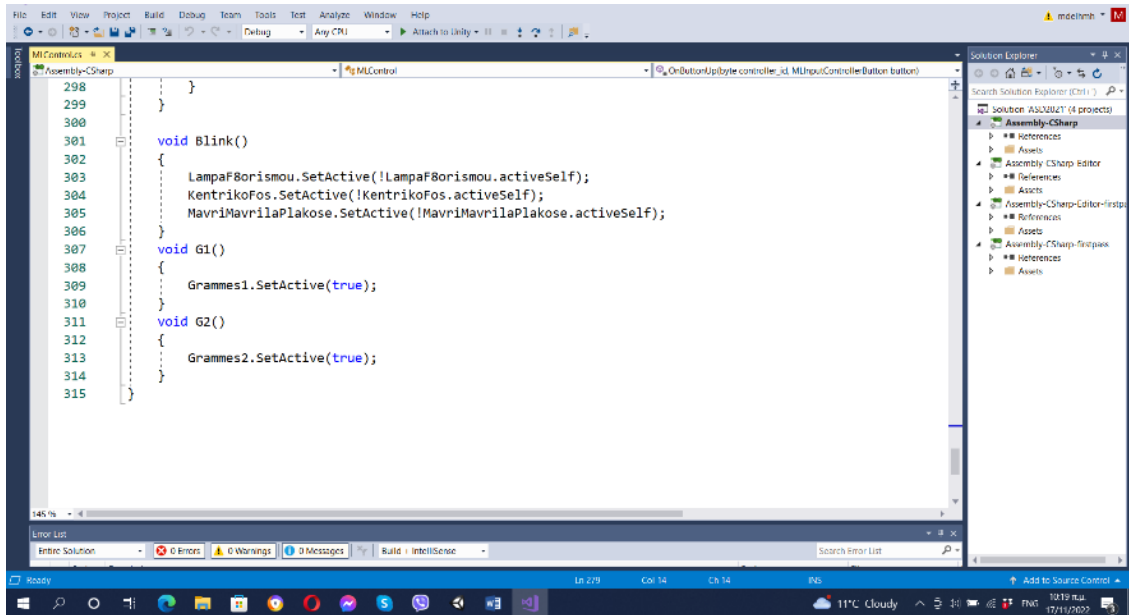


Σχήμα Ι.1: Γενική εικόνα του έργου στο Unity

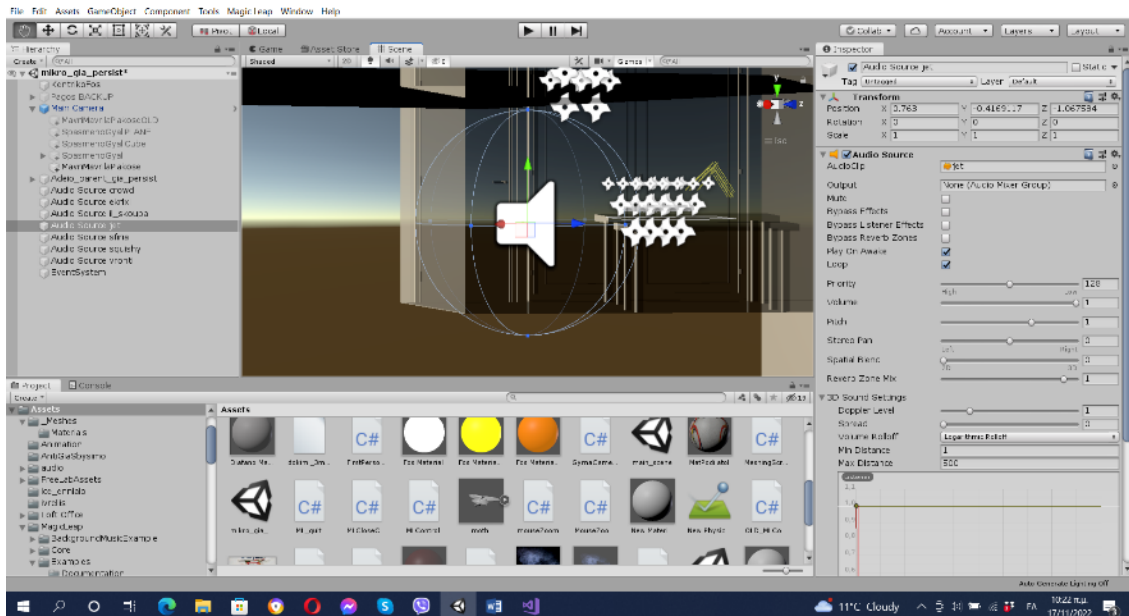


Σχήμα Ι.2: Ο ενισχυμένος τρισδιάστατος ήχος ηλεκτρικής σκούπας στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

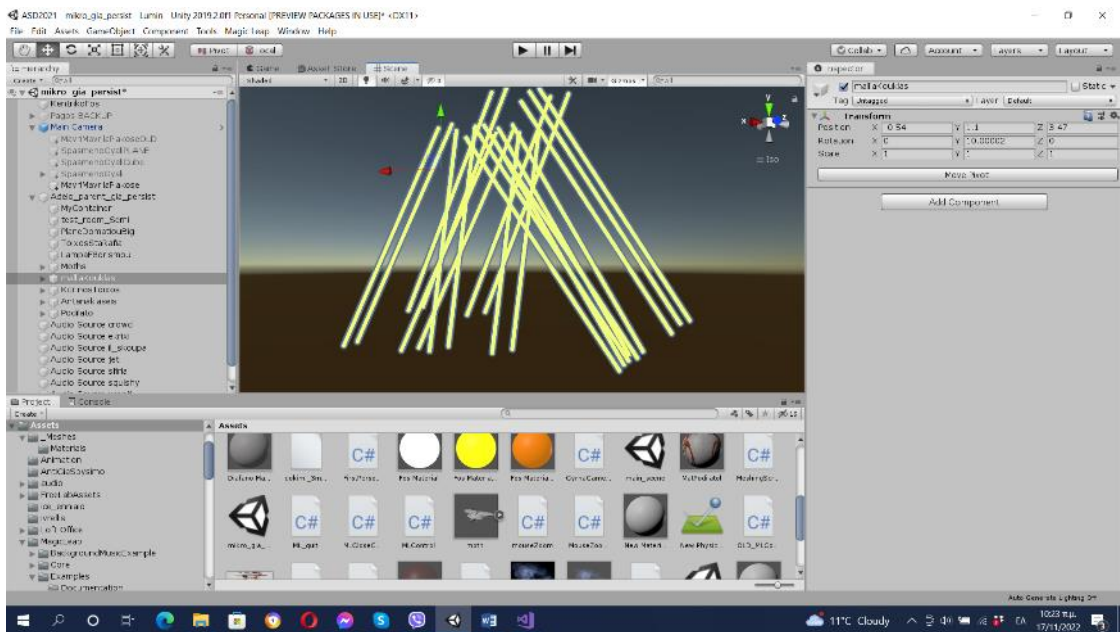


Σχήμα Ι.3: Το αναβόσβημα της λάμπας φθορισμού στο Visual Studio:

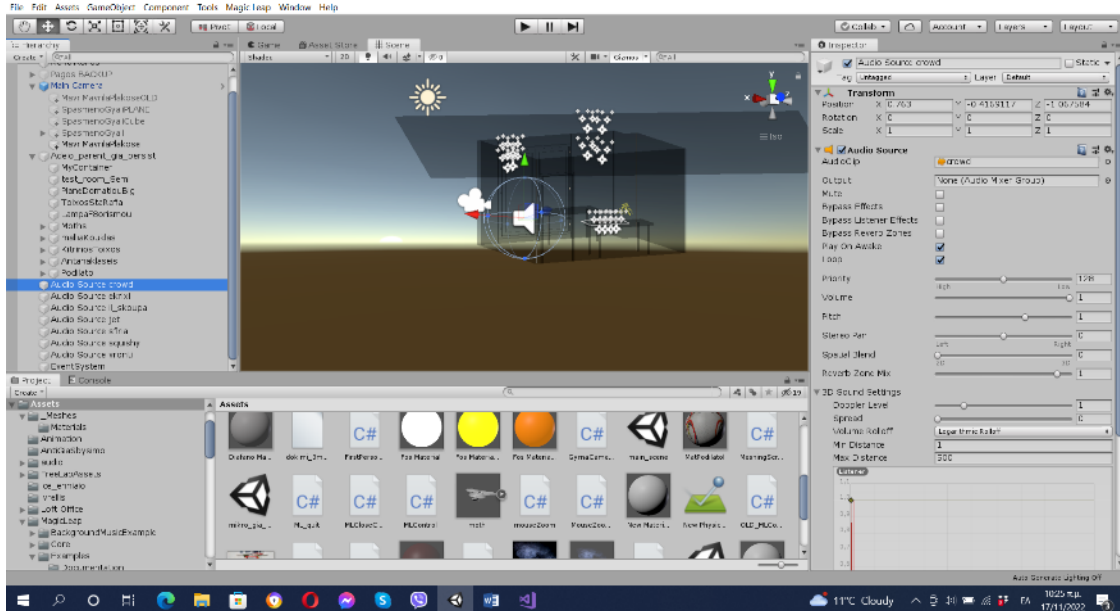


Σχήμα Ι.4: Ο τρισδιάστατος ήχος απογείωσης αεροπλάνου στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

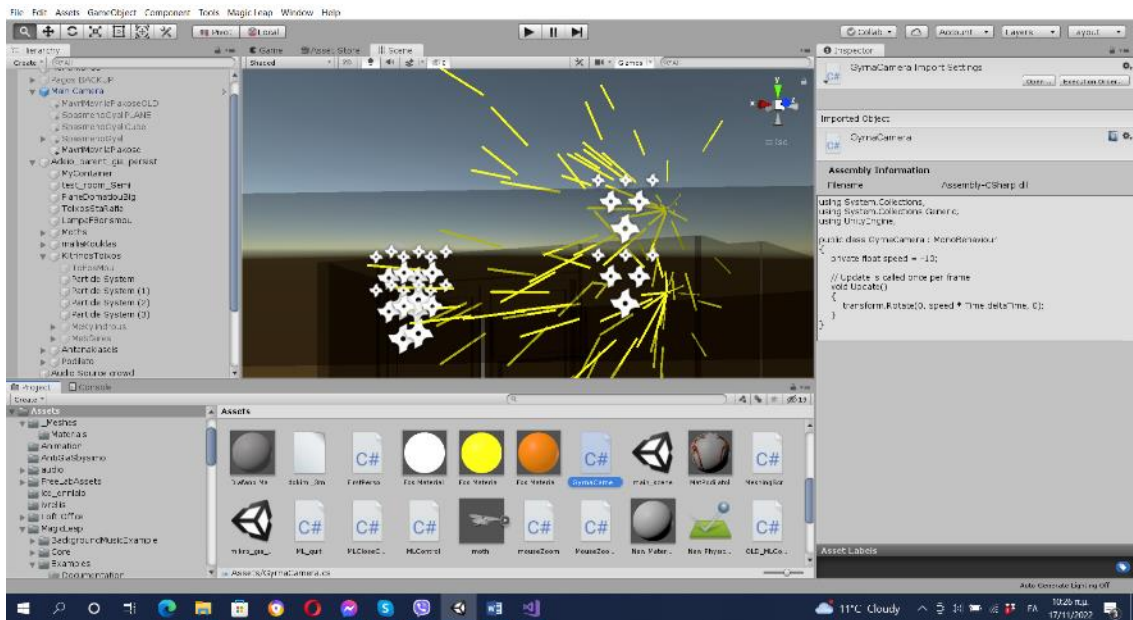


Σχήμα 1.5: Τα μαλλιά της κούκλας στο Unity

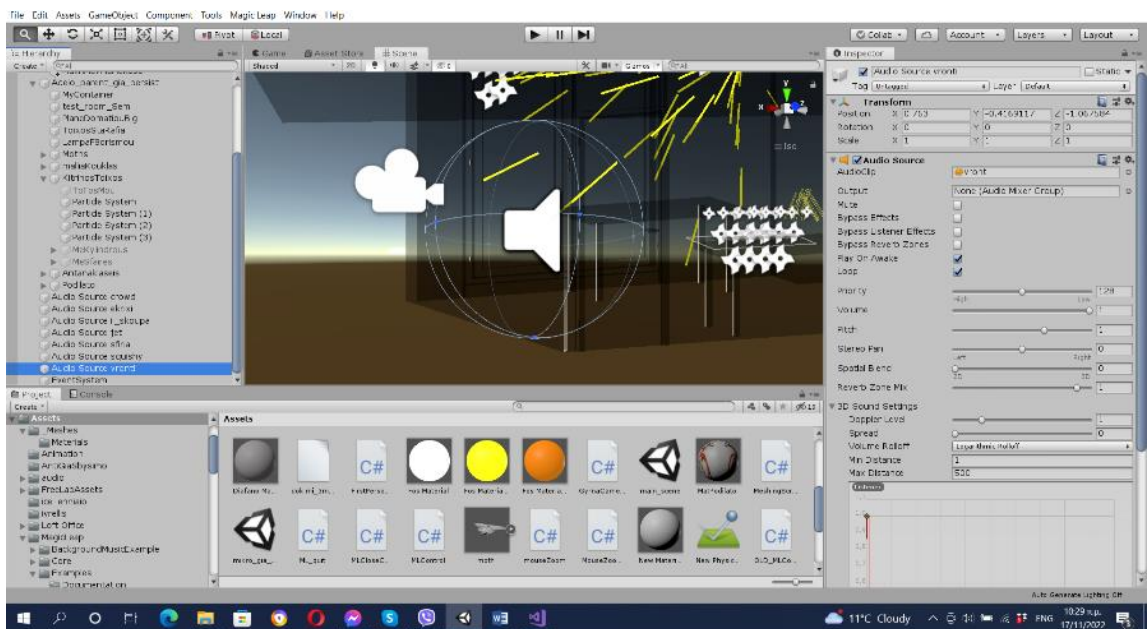


Σχήμα 1.6: Ο τρισδιάστατος ήχος ομιλιών στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

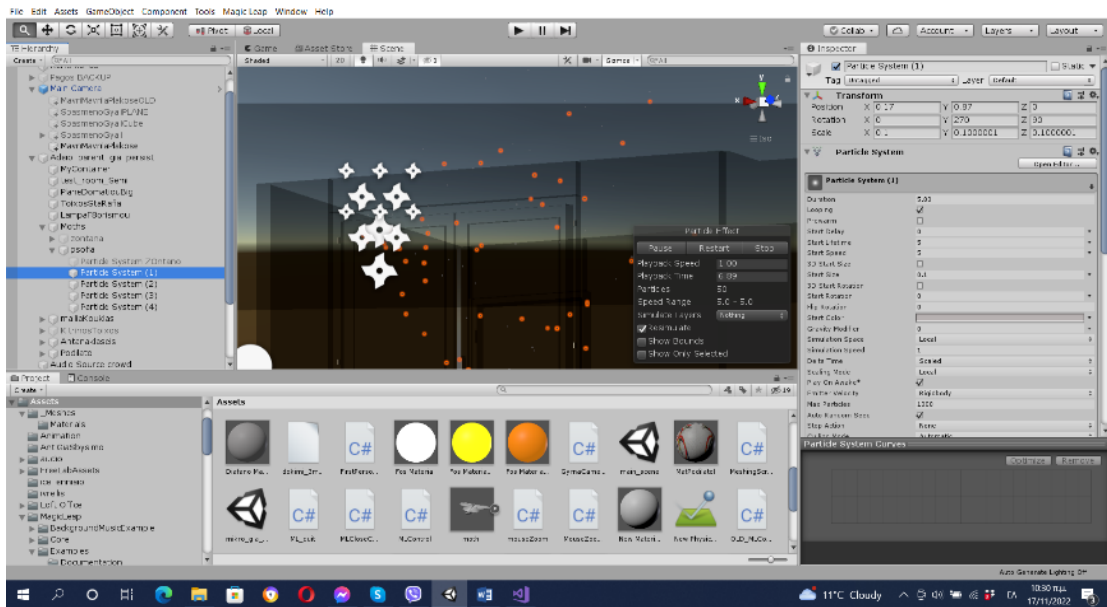


Σχήμα Ι.7: Οι ανακλάσεις φωτός στον κίτρινο τοίχο στο Unity

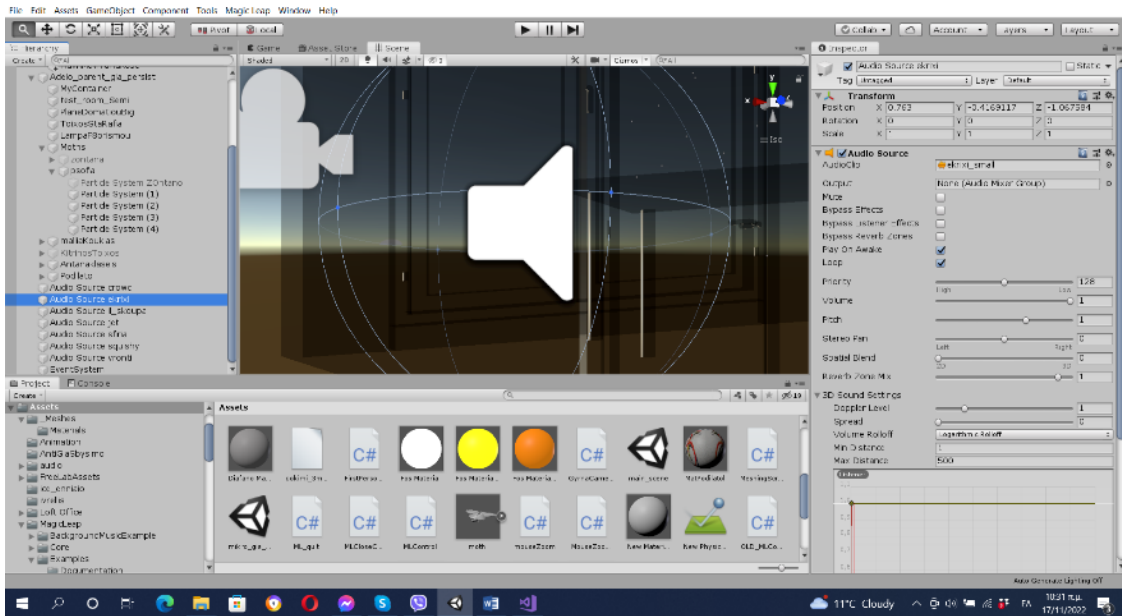


Σχήμα Ι.8: Ο τρισδιάστατος ήχος βροντής στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

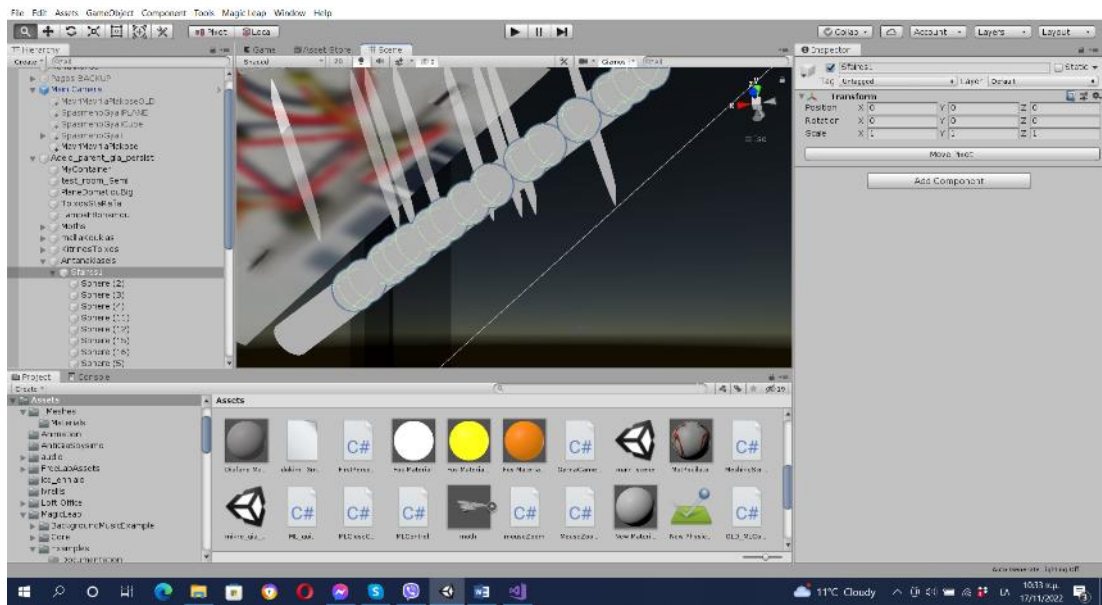


Σχήμα Ι.9: Τα σωματίδια της σκόνης στο Unity

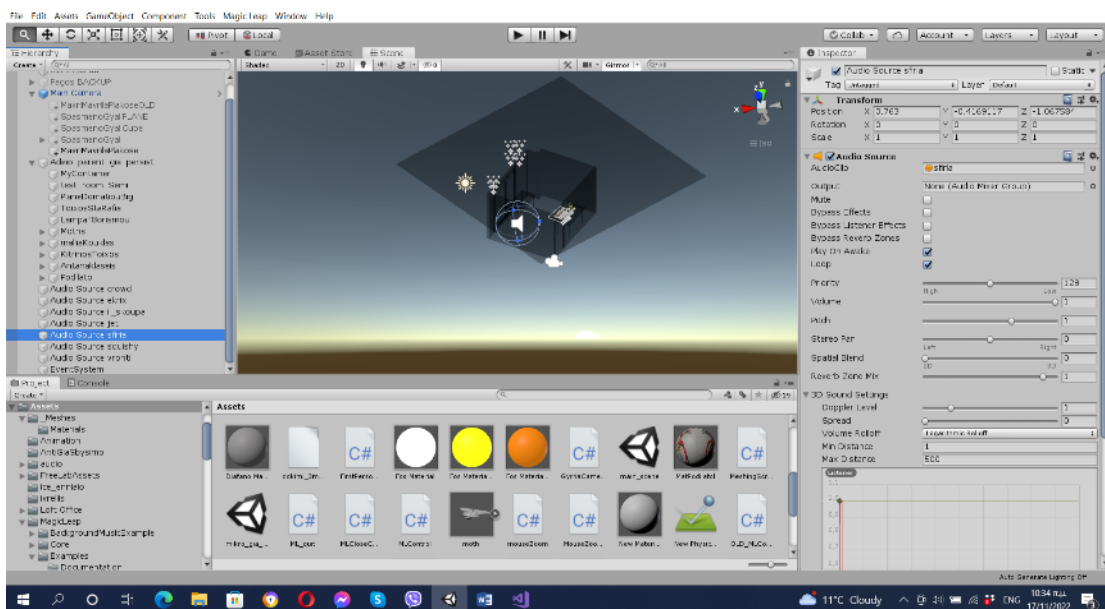


Σχήμα Ι.10: Ο τρισδιάστατος ήχος εκρήξεων στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

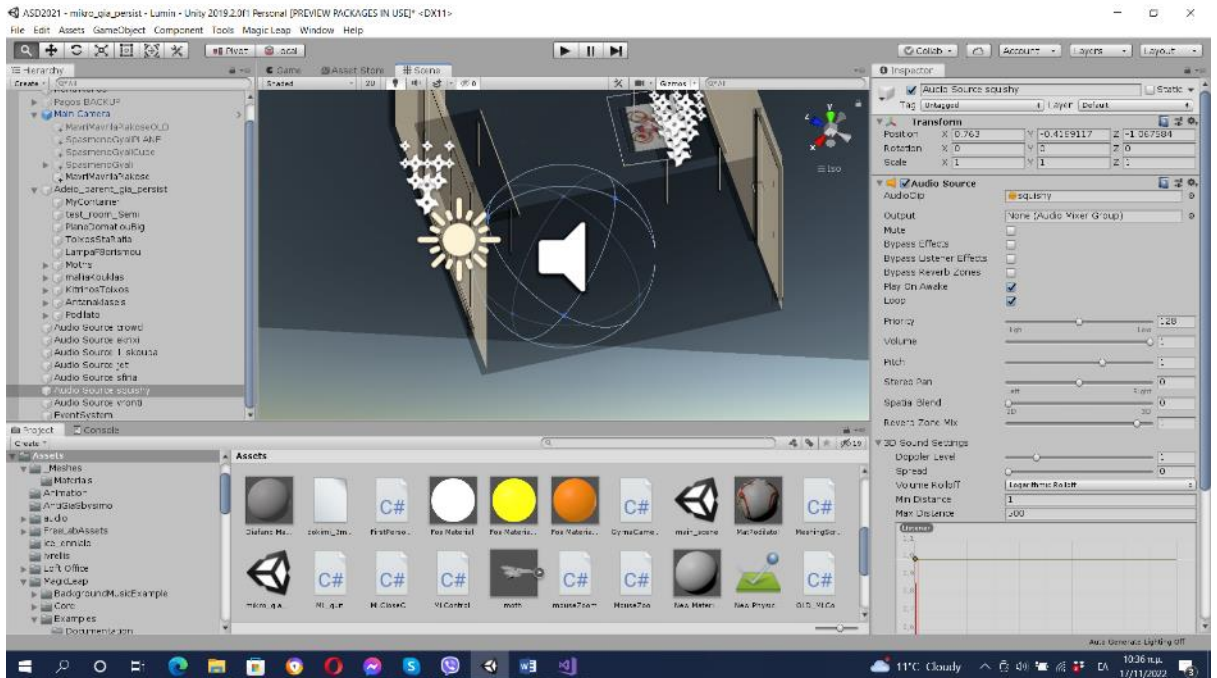


Σχήμα Ι.11: Οι μπάλες λευκού φωτός στο Unity



Σχήμα Ι.12: Ο τρισδιάστατος ήχος σφυριών στο Unity:

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel

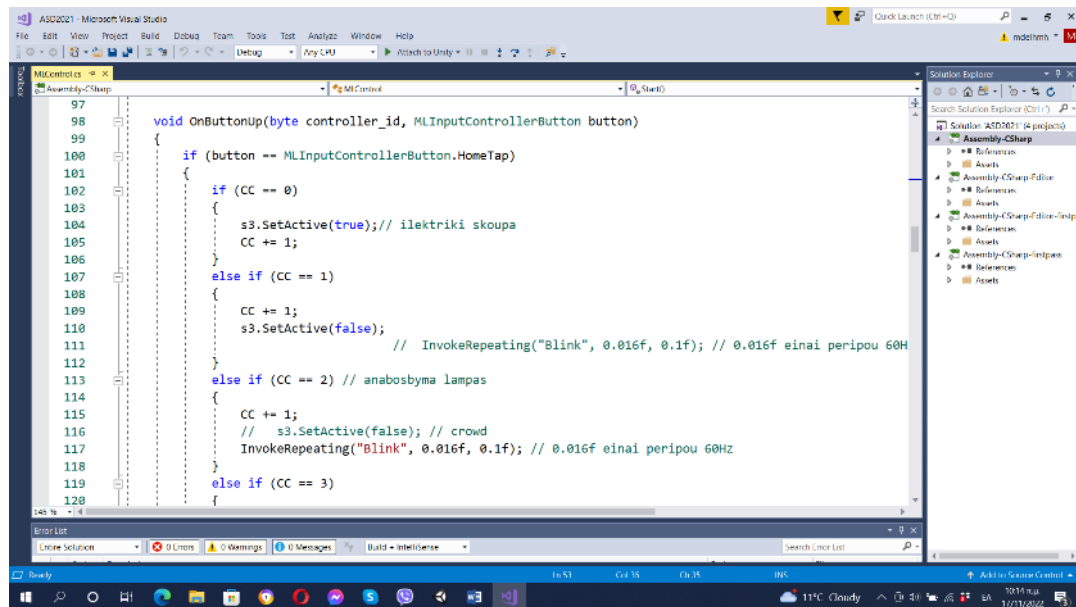


Σχήμα Ι.13: Ο τρισδιάστατος ήχος «ζουλήγματος» στο Unity



Σχήμα Ι.14: Η «πειραγμένη» αφίσα του ποδηλάτου στο Unity

Παράρτημα Ι: Στιγμιότυπα από τη δημιουργία της εφαρμογής ARFeel



The screenshot shows the Microsoft Visual Studio IDE with a C# script named `MLControls` open. The script defines a `void OnButtonUp` method that takes a `byte controller_id` and an `MLInputControllerButton` as parameters. The method uses a series of `if` and `else if` statements to handle different button presses based on the `controller_id` (0, 1, 2, or 3). For each button, it toggles a state variable `CC` and calls `s3.SetActive` to control a light or sound. Additionally, it uses `InvokeRepeating` to trigger a "Blink" event at a specific frequency (0.016f, which is approximately 60Hz).

```
97 void OnButtonUp(byte controller_id, MLInputControllerButton button)
98 {
99     if (button == MLInputControllerButton.HomeTap)
100     {
101         if (CC == 0)
102         {
103             s3.SetActive(true); // elektriki skoupa
104             CC += 1;
105         }
106         else if (CC == 1)
107         {
108             CC += 1;
109             s3.SetActive(false);
110             // InvokeRepeating("Blink", 0.016f, 0.1f); // 0.016f einai peripou 60H
111         }
112         else if (CC == 2) // anabosbyma lampas
113         {
114             CC += 1;
115             // s3.SetActive(false); // crowd
116             InvokeRepeating("Blink", 0.016f, 0.1f); // 0.016f einai peripou 60Hz
117         }
118         else if (CC == 3)
119         {
120         }
```

Σχήμα Ι.15: Τμήμα του βασικού script που ελέγχει το σύνολο το αντικειμένων του έργου στο Visual Studio

Βιβλιογραφία και λοιπές πηγές

-
- [1] “Standard Rules on the Equalization of Opportunities for Persons with Disabilities | United Nations Enable,” Un.org, 2019. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/standard-rules-on-the-equalization-of-opportunities-for-persons-with-disabilities.html>
- [2] T. A. Mikropoulos and G. Iatraki, “Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review,” *Education and Information Technologies*, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9>.
- [3] T. Bratitsis, “A Digital Storytelling Approach for Fostering Empathy Towards Autistic Children,” *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, Dec. 2016, doi: <https://doi.org/10.1145/3019943.3019987>
- [4] I. Jamil et al., “Collaborating around Digital Tabletops,” vol. 24, no. 3, pp. 1–30, May 2017, doi: <https://doi.org/10.1145/3058551>.
- [5] R. T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997, doi: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
- [6] K. Lee, “Augmented Reality in Education and Training,” *TechTrends*, vol. 56, no. 2, pp. 13–21, Feb. 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>.
- [7] Microsoft, “Microsoft HoloLens | Mixed Reality Technology for Business,” Microsoft.com, 2019. <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
- [8] “Project Tango Data Handling - Google Help,” support.google.com. <https://support.google.com/faqs/answer/6122425?hl=en#:~:text=Tango%20brings%20a%20new%20kind> (accessed Feb. 20, 2022).
- [9] “ARCore - Google Developers | Google Developers,” Google Developers, 2019. <https://developers.google.com/ar>
- [10] Oculus, “Oculus,” Oculus.com, 2019. <https://www.oculus.com/>
- [11] “USC Hugh M. Hefner Moving Image Archive» MORTON HEILIG : INVENTOR VR.” <https://www.uschefnerarchive.com/morton-heilig-inventor-vr/>
- [12] “Ivan Sutherland - Head Mounted Display,” www.youtube.com. <https://www.youtube.com/watch?v=NtwZXGprxag&t=21s> (accessed Feb. 20, 2023).
- [13] I. E. Sutherland, “A head-mounted three dimensional display,” in *Proceedings of the December 9-11, 1968, Fall Joint Computer Conference, Part I, AFIPS '68 (Fall, part I)*, (New York, NY, USA), pp. 757–764, ACM, 1968
- [14] J. Rekimoto, “NaviCam: A Magnifying Glass Approach to Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, pp. 399–412, Aug. 1997, doi: <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.399..>
- [15] “NaviCam Images,” www2.sonycl.co.jp. <https://www2.sonycl.co.jp/person/rekimoto/navicam/images.html> (accessed Feb. 20, 2023).
- [16] J. Rekimoto and Y. Ayatsuka, “CyberCode,” *Proceedings of DARE 2000 on Designing augmented reality environments*, Apr. 2000, doi: <https://doi.org/10.1145/354666.354667>.
- [17] W. Piekarski and B. Thomas, “ARQuake: the outdoor augmented reality gaming system,” *Communications of the ACM*, vol. 45, no. 1, Jan. 2002, doi: <https://doi.org/10.1145/502269.502291>.

-
- [18] R. Kooper and B. MacIntyre, "The Real-World Wide Web Browser: An Interface for a Continuously Available, General Purpose, Spatialized Information Space," *smartech.gatech.edu*, 2000, Accessed: Mar. 8, 2021. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/1853/3430>
- [19] T. A. Mikropoulos and V. Strouboulis, "Factors That Influence Presence in Educational Virtual Environments," *CyberPsychology & Behavior*, vol. 7, no. 5, pp. 582–591, Oct. 2004, doi: <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.582>.
- [20] "(PDF) Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum," *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum
- [21] N. A. M. El Sayed, H. H. Zayed, and M. I. Sharawy, "ARSC: Augmented reality student card," *Computers & Education*, vol. 56, no. 4, pp. 1045–1061, May 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.019>.
- [22] T. A. Mikropoulos, M. Delimitros and G. Koutromanos, "Investigating the Mobile Augmented Reality Acceptance Model with Pre-Service Teachers," *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)*, 2022, pp. 1-8, doi: [10.23919/iLRN55037.2022.9815972](https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815972)
- [23] "Advanced driver assistance systems (ADAS) | Overview | TI.com," *Ti.com*, 2021. <https://www.ti.com/applications/automotive/adas/overview.html>
- [24] "Visage Technologies | Showcase Demo," *visagetechnologies.com*. <https://visagetechnologies.com/HTML5/latest/Samples/ShowcaseDemo/ShowcaseDemo.html> (accessed Feb. 20, 2023).
- [25] S. Thrun, "Simultaneous Localization and Mapping," *Robotics and Cognitive Approaches to Spatial Mapping*, pp. 13–41, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-540-75388-9_3.
- [26] D. Kim, S. Chae, J. Seo, Y. Yang and T. Han, "Realtime plane detection for projection Augmented Reality in an unknown environment," *2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2017, pp. 5985-5989, doi: [10.1109/ICASSP.2017.7953305](https://doi.org/10.1109/ICASSP.2017.7953305).
- [27] "Find the right high-end VR system for you | VIVE European Union," *www.vive.com*. <https://www.vive.com/eu/product/>
- [28] "Oculus Quest 2: Our Most Advanced All-in-One VR Headset | Oculus," *www.oculus.com*. <https://www.oculus.com/quest-2/>
- [29] J. Wither, S. DiVerdi, and T. Hollerer, "Evaluating Display Types for AR Selection and Annotation," *2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, Nov. 2007, doi: <https://doi.org/10.1109/ismar.2007.4538832>.
- [30] "Carmel Geometric Green Glasses for Women | Eyebuydirect," *Eyebuydirect.com*. <https://www.eyebuydirect.com/eyeglasses/frames/carmel-green-l-21484> (accessed Sep. 20, 2022).
- [31] M. R. Marner, R. T. Smith, J. A. Walsh, and B. H. Thomas, "Spatial User Interfaces for Large-Scale Projector-Based Augmented Reality," *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 34, no. 6, pp. 74–82, Nov. 2014, doi: <https://doi.org/10.1109/mcg.2014.117>.
- [32] J. Peddie, "Types of Augmented Reality," *Augmented Reality*, pp. 29–46, 2017, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-54502-8_2.
- [33] S. Stein, "US Army is deploying Microsoft HoloLens-based headsets in a \$21.88 billion deal," *CNET*. <https://www.cnet.com/news/the-us-army-is-deploying-microsoft-hololens-based-headsets-in-a-21-88-billion-deal/>
- [34] *Jasoren.com*, 2019. <https://jasoren.com/augmented-reality-military/>

-
- [35] S. S. Jamali, M. F. Shiratuddin, K. W. Wong, and C. L. Oskam, "Utilising Mobile-Augmented Reality for Learning Human Anatomy," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 197, pp. 659–668, Jul. 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.054>.
- [36] "Medical Augmented Reality," www.medicalaugmentedreality.org. <https://www.medicalaugmentedreality.org/>
- [37] "IKEA catalog uses augmented reality to give a virtual preview of furniture in a room," *New Atlas*, Aug. 14, 2013. <https://newatlas.com/ikea-augmented-reality-catalog-app/28703/>
- [38] "Augmented Reality: Transforming Training with Immersive Experiences," *ReadWrite*, Aug. 13, 2019. <https://readwrite.com/2019/08/13/augmented-reality-transforming-training-with-immersive-experiences/> (accessed Jun. 20, 2021).
- [39] P. Chrysopoulos, "Augmented Reality Device Offers Unique 3D View of Acropolis," *GreekReporter.com*, Jan. 15, 2018. Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://greekreporter.com/2018/01/15/augmented-reality-device-offers-unique-3d-view-of-acropolis/>
- [40] "OLYMPIA," *MOPTIL*. <https://moptil.com/apps/olympia/> (accessed Apr. 11, 2022).
- [41] R. Cavallaro, "The FoxTrax Hockey Puck Tracking System" in *IEEE Computer Graphics and Applications*, vol. 17, no. 02, pp. 6-12, 1997. doi: 10.1109/38.574652
- [42] "Glow Puck Footage," www.youtube.com. <https://www.youtube.com/watch?v=grOttsHuuzE> (accessed Feb. 20, 2023).
- [43] H.-K. Wu, S. W.-Y. Lee, H.-Y. Chang, and J.-C. Liang, "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education," *Computers & Education*, vol. 62, pp. 41–49, Mar. 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>.
- [44] I. Radu, "Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis," *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 18, no. 6, pp. 1533–1543, Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>.
- [45] Φ. Τζόρτζογλου et al., "Η επαυξημένη πραγματικότητα στην εκπαίδευση: βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών και προοπτικές." Accessed: Jul. 25, 2022. [Online]. Available: https://www.pre.aegean.gr/wp-content/uploads/2017/02/14.Tzortzoglou_PTDE_PhD_2017.pdf
- [46] J.-C. Yen, C.-H. Tsai, and M. Wu, "Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy," *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 103, pp. 165–173, Nov. 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>.
- [47] D. D. McMahon, D. F. Cihak, M. M. Gibbons, L. Fussell, and S. Mathison, "Using a Mobile App to Teach Individuals with Intellectual Disabilities to Identify Potential Food Allergens," *Journal of Special Education Technology*, vol. 28, no. 3, pp. 21–32, Sep. 2013, doi: <https://doi.org/10.1177/016264341302800302>.
- [48] J. Huang, M. Kinatader, M. J. Dunn, W. Jarosz, X.-D. Yang, and E. A. Cooper, "An augmented reality sign-reading assistant for users with reduced vision," *PLOS ONE*, vol. 14, no. 1, p. e0210630, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210630>.
- [49] D. Pérez-López, A. Cascales-Martínez, M.-J. Martínez-Segura, and M. Contero, "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*, vol. 13, no. 2, Dec. 2016, doi: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00621a>.
- [50] C.-Y. Lin et al., "Augmented reality in educational activities for children with disabilities," *Displays*, vol. 42, pp. 51–54, Apr. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2015.02.004>.
-

-
- [51] C.-Y. Lin and Y.-M. Chang, "Interactive augmented reality using Scratch 2.0 to improve physical activities for children with developmental disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 37, pp. 1–8, Feb. 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.016>.
- [52] C. C. Smith, D. F. Cihak, B. Kim, D. D. McMahon, and R. Wright, "Examining Augmented Reality to Improve Navigation Skills in Postsecondary Students With Intellectual Disability," *Journal of Special Education Technology*, vol. 32, no. 1, pp. 3–11, Nov. 2016, doi: <https://doi.org/10.1177/0162643416681159>.
- [53] C.-H. Chen, I-Jui. Lee, and L.-Y. Lin, "Augmented reality-based self-facial modeling to promote the emotional expression and social skills of adolescents with autism spectrum disorders," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 36, pp. 396–403, Jan. 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.015>.
- [54] B. Y. Yenioglu, F. Ergulec, and S. Yenioglu, "Augmented reality for learning in special education: a systematic literature review," *Interactive Learning Environments*, pp. 1–17, Sep. 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1976802>.
- [55] Y.-S. Chang, Y.-J. Chang, and C.-H. Liao, "Enabling Individuals with Cognitive Impairments to Autonomously Manage Vocational Tasks through Use of a Mobile Augmented Reality System," *www.learntechlib.org*, Jun. 23, 2014. <https://www.learntechlib.org/primary/p/147849/> (accessed Feb. 20, 2023)..
- [56] K.-H. Cheng and C.-C. Tsai, "Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research," *Journal of Science Education and Technology*, vol. 22, no. 4, pp. 449–462, Aug. 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9405-9>.
- [57] American Psychiatric Association, "DIAGNOSTIC AND STATISTICAL MANUAL OF MENTAL DISORDERS DSM-5 TM," American Psychiatric Association, 2013. Available: <https://cdn.website-editor.net/30f11123991548a0af708722d458e476/files/uploaded/DSM%2520V.pdf>
- [58] D. K. Daily, H. H. Ardinger, and G. E. Holmes, "Identification and evaluation of mental retardation," *American Family Physician*, vol. 61, no. 4, pp. 1059–1067, 1070, Feb. 2000, Accessed: Mar. 14, 2022. [Online]. Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10706158/>
- [59] Σ. Σούλης, Σπουδή στη Νοητική Αναπηρία, GUTENBERG, 2020
- [60] S. Bhaumik et al., "Intellectual disability and mental health: an overview†," *International Journal of Culture and Mental Health*, vol. 9, no. 4, pp. 417–429, Oct. 2016, doi: <https://doi.org/10.1080/17542863.2016.1228687>.
- [61] Centers for Disease Control and Prevention, "Data & statistics on autism spectrum disorder," Centers for Disease Control and Prevention, Dec. 02, 2021. <https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/data.html>
- [62] C. M. Freitag, "The genetics of autistic disorders and its clinical relevance: a review of the literature," *Molecular Psychiatry*, vol. 12, no. 1, pp. 2–22, Oct. 2006, doi: <https://doi.org/10.1038/sj.mp.4001896>..
- [63] Lesley University, "The Psychology of Emotional and Cognitive Empathy | Lesley University," *Lesley.edu*, 2019. <https://lesley.edu/article/the-psychology-of-emotional-and-cognitive-empathy>
- [64] S. W. Mercer and W. J. Reynolds, "Empathy and quality of care," *The British Journal of General Practice: The Journal of the Royal College of General Practitioners*, vol. 52 Suppl, pp. S9–12, Oct. 2002, Available: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12389763/>
- [65] D. E. M. Milton, "On the ontological status of autism: the 'double empathy problem,'" *Disability & Society*, vol. 27, no. 6, pp. 883–887, Oct. 2012, doi: <https://doi.org/10.1080/09687599.2012.710008>.
-

- [66] H. Zheng and V. Genaro Motti, "Assisting Students with Intellectual and Developmental Disabilities in Inclusive Education with Smartwatches," *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Apr. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3173574.3173924>.
- [67] T. Yasir, "Smart Phone Based Early Intervention Framework for Intellectually Disable Children of Pakistan," 2018 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT), Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.1109/fit.2018.00033>.
- [68] C. Gray, "What is a social story? - Carol Gray - Social stories," Carol Gray - Social Stories, 2015. <https://carolgraysocialstories.com/social-stories/what-is-it/>
- [69] P. Wyeth, J. Summerville, and B. Adkins, "Playful Interactions for People with Intellectual Disabilities," *Computers in Entertainment*, vol. 11, no. 3, pp. 1–18, Jan. 2015, doi: <https://doi.org/10.1145/2582186.2633435>.
- [70] J. C. Wright, V. F. Knight, and E. E. Barton, "A review of video modeling to teach STEM to students with autism and intellectual disability," *Research in Autism Spectrum Disorders*, vol. 70, p. 101476, Feb. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rasd.2019.101476>.
- [71] L. Sitbon, R. Brown, and L. Fell, "Turning Heads: Designing Engaging Immersive Video Experiences to Support People with Intellectual Disability when Learning Everyday Living Skills," *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Oct. 2019, doi: <https://doi.org/10.1145/3308561.3353787>.
- [72] J. Sigafoos, M. F. O'Reilly, G. E. Lancioni, and D. Sutherland, "Augmentative and Alternative Communication for Individuals with Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability," *Current Developmental Disorders Reports*, vol. 1, no. 2, pp. 51–57, Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.1007/s40474-013-0007-x>.
- [73] K. A. Sheriff and R. T. Boon, "Effects of computer-based graphic organizers to solve one-step word problems for middle school students with mild intellectual disability: A preliminary study," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 35, no. 8, pp. 1828–1837, Aug. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.03.023>.
- [74] S. Saad, A. Dandashi, J. M. Aljaam, and M. Saleh, "The Multimedia-Based Learning System Improved Cognitive Skills and Motivation of Disabled Children with a Very High Rate," *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 18, no. 2, pp. 366–379, 2015, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.2.366>
- [75] R. C. Pennington, M. Mohammad, P. J. Mims, and R. Muharib, "Use of a Technology-based Instructional Package to Teach Opinion Writing to Students with Intellectual Disability," *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, vol. 55, no. 4, pp. 398–408, 2020, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.jstor.org/stable/27077932>
- [76] "Home Page - Crick Software apps," apps.cricksoft.com. <https://apps.cricksoft.com/> (accessed Apr. 6, 2022).
- [77] J. Park, E. C. Bouck, and A. Duenas, "Using Video Modeling to Teach Social Skills for Employment to Youth With Intellectual Disability," *Career Development and Transition for Exceptional Individuals*, p. 216514341881067, Nov. 2018, doi: <https://doi.org/10.1177/2165143418810671>.
- [78] O. A. Olakanmi, G. Akcayir, O. M. Ishola, and C. Demmans Epp, "Using technology in special education: current practices and trends," *Educational Technology Research and Development*, vol. 68, no. 4, pp. 1711–1738, Jun. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09795-0>.
- [79] M. Kim, K.-S. C. Blair, and K. Lim, "Using tablet assisted Social Stories™ to improve classroom behavior for adolescents with intellectual disabilities," *Research in Developmental Disabilities*, vol. 35, no. 9, pp. 2241–2251, Sep. 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.05.011>.
- [80] D. D. McMahon, D. F. Cihak, R. E. Wright, and S. M. Bell, "Augmented Reality for Teaching Science Vocabulary to Postsecondary Education Students With Intellectual Disabilities and Autism,"

-
- Journal of Research on Technology in Education, vol. 48, no. 1, pp. 38–56, Dec. 2015, doi: <https://doi.org/10.1080/15391523.2015.1103149>.
- [81] K. Maich, C. Rutherford, and C. Bishop, “Phones, Watches, and Apps: Engaging Everyday Mobile Assistive Technology for Adults with Intellectual and/or Developmental Disabilities,” *Exceptionality education international*, 2019, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/Phones%2C-Watches%2C-and-Apps%3A-Engaging-Everyday-Mobile-Maich-Rutherford/bc14057264c4119674d9afdd8c9430ed32828128>
- [82] A. Lopez-Basterretxea, A. Mendez-Zorrilla, and B. Garcia-Zapirain, “A Telemonitoring Tool based on Serious Games Addressing Money Management Skills for People with Intellectual Disability,” *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 11, no. 3, pp. 2361–2380, Feb. 2014, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph110302361>.
- [83] H. Long, E. Bouck, and A. Domka, “Manipulating Algebra: Comparing Concrete and Virtual Algebra Tiles for Students with Intellectual and Developmental Disabilities,” *Exceptionality*, pp. 1–18, Nov. 2020, doi: <https://doi.org/10.1080/09362835.2020.1850454>.
- [84] M.-L. Lin, M.-S. Chiang, C.-H. Shih, and M.-F. Li, “Improving the occupational skills of students with intellectual disability by applying video prompting combined with dance pads,” *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, vol. 31, no. 1, pp. 114–119, May 2017, doi: <https://doi.org/10.1111/jar.12368>.
- [85] P. W. Lau, G. Wang, and J. Wang, “Effectiveness of active video game usage on body composition, physical activity level and motor proficiency in children with intellectual disability,” *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, vol. 33, no. 6, pp. 1465–1477, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.1111/jar.12774>.
- [86] T. Kyriakou, G. Charitaki, and A. Kotsopoulou, “Multi-Sensory Approach through the Use of ICT for the School Inclusion of a Child with Down Syndrome,” *Procedia Computer Science*, vol. 65, pp. 158–167, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.104>.
- [87] L. Kossyvakaki and S. Curran, “The role of technology-mediated music-making in enhancing engagement and social communication in children with autism and intellectual disabilities,” *Journal of Intellectual Disabilities*, vol. 24, no. 1, pp. 118–138, May 2018, doi: <https://doi.org/10.1177/1744629518772648>.
- [88] “Cosmo Switch,” *Cosmo by Filisia*. <https://www.filisia.com/product/cosmo-switch/> (accessed Oct. 29, 2022).
- [89] M. Korozi et al., “Designing an augmented tabletop game for children with cognitive disabilities: The ‘Home game’ case,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 49, no. 4, pp. 701–716, Jul. 2018, doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12641>.
- [90] J. Kim and C. Kimm, “Functional Technology for Individuals with Intellectual Disabilities: Meta-Analysis of Mobile Device-Based Interventions,” *The Journal of Special Education Apprenticeship*, vol. 6, no. 1, Jun. 2017, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://scholarworks.lib.csusb.edu/josea/vol6/iss1/3/>
- [91] R. O. Kellems et al., “Teaching multi-step math skills to adults with disabilities via video prompting,” *Research in Developmental Disabilities*, vol. 58, pp. 31–44, Nov. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.08.013>.
- [92] A. S. Author, “VideoTote by The Prevention Group,” *AppAdvice*. <https://appadvice.com/app/videotote/579942799> (accessed Nov. 3, 2022).
- [93] T. Kawada et al., “DEVELOPMENT OF TRAINING/SELF-RECOGNIZING TOOLS FOR DISABILITY STUDENTS USING A FACE EXPRESSION RECOGNITION SENSOR AND A SMART-WATCH.” Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED571595.pdf>
-

-
- [94] “OMRON Global,” OMRON Global. https://www.omron.com/global/en/media/press/2014/10/e1014_2.html (accessed Feb. 2, 2023).
- [95] “Moto360 — Moto360 USA Official Store,” moto360.com. <https://moto360.com/>
- [96] L. Kashani-Vahid, M. Mohajeri, H. Moradi, and A. Irani, “Effectiveness of Computer games of Emotion Regulation on Social skills of Children with Intellectual Disability,” 2018 2nd National and 1st International Digital Games Research Conference: Trends, Technologies, and Applications (DGRC), Nov. 2018, doi: <https://doi.org/10.1109/dgrc.2018.8712024>.
- [97] Y. Kang, Y. Chang, and S. R. Howell, “Using a kinect-based game to teach oral hygiene in four elementary students with intellectual disabilities,” *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, Nov. 2020, doi: <https://doi.org/10.1111/jar.12828>.
- [98] Y. Kang and Y. Chang, “Using an augmented reality game to teach three junior high school students with intellectual disabilities to improve ATM use,” *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, vol. 33, no. 3, pp. 409–419, Nov. 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/jar.12683>.
- [99] “VirtuARealities - HP Reveal,” sites.google.com. <https://sites.google.com/view/virtuarealities/ar-resources/hp-reveal>
- [100] D. M. Kagohara et al., “Using iPods® and iPads® in teaching programs for individuals with developmental disabilities: A systematic review,” *Research in Developmental Disabilities*, vol. 34, no. 1, pp. 147–156, Jan. 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.07.027>.
- [101] E. Herring, C. Grindle, and H. Kovshoff, “Teaching early reading skills to children with severe intellectual disabilities using Headsprout Early Reading,” *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, Apr. 2019, doi: <https://doi.org/10.1111/jar.12603>.
- [102] “Headsprout Early Reading,” www.headsprout.com. <https://www.headsprout.com/main/ViewPage/name/headsprout-early-reading> (accessed Apr. 6, 2022).
- [103] S. Olçay Gül, “The Combined Use of Video Modeling and Social Stories in Teaching Social Skills for Individuals with Intellectual Disability,” *Educational Sciences: Theory & Practice*, vol. 16, no. 1, pp. 83–107, Feb. 2016, doi: <https://doi.org/10.12738/estp.2016.1.0046>.
- [104] T. P. falcão, “Feedback and Guidance to Support Children with Intellectual Disabilities in Discovery Learning with a Tangible Interactive Tabletop,” *ACM Transactions on Accessible Computing*, vol. 11, no. 3, pp. 1–28, Sep. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3226114>.
- [105] C. C. Ekin, K. Çağiltay, and N. Karasu, “Effectiveness of smart toy applications in teaching children with intellectual disability,” *Journal of Systems Architecture*, vol. 89, pp. 41–48, Sep. 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2018.07.001>.
- [106] Cansu Çiğdem Ekin, Kursat Çağiltay, Necdet Karasu, Usability study of a smart toy on students with intellectual disabilities, *Journal of Systems Architecture*, Volume 89, 2018, Pages 95-102, ISSN 1383-7621, <https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2018.08.001>.
- [107] “Design of Mobile Applications for People with Intellectual Disabilities,” in *Creativity in Intelligent Technologies and Data Science*, 2015. Available: https://www.researchgate.net/publication/281774463_Design_of_Mobile_Applications_for_People_with_Intellectual_Disabilities
- [108] M. I. Contreras, C. García Bauza, and G. Santos, “Videogame-based tool for learning in the motor, cognitive and socio-emotional domains for children with Intellectual Disability,” *Entertainment Computing*, vol. 30, p. 100301, May 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100301>.
-

-
- [109] D. Conti, A. Di Nuovo, G. Trubia, S. Buono, and S. Di Nuovo, "Adapting Robot-Assisted Therapy of Children with Autism and Different Levels of Intellectual Disability," Companion of the 2018 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, Mar. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3173386.3176962>.
- [110] SoftBank Robotics, "NAO the humanoid and programmable robot | SoftBank Robotics," www.softbankrobotics.com. <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/nao>
- [111] A. Constantin, H. Johnson, E. Smith, D. Lengyel, and M. Brosnan, "Designing computer-based rewards with and for children with Autism Spectrum Disorder and/or Intellectual Disability," *Computers in Human Behavior*, vol. 75, pp. 404–414, Oct. 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.05.030>.
- [112] R. Colpani and M. R. Petrucelli Homem, "An innovative augmented reality educational framework with gamification to assist the learning process of children with intellectual disabilities," *IEEE Xplore*, Jul. 01, 2015. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7387964> (accessed Feb. 20, 2023)..
- [113] C.-Y. Lin et al., "Augmented reality in educational activities for children with disabilities," *Displays*, vol. 42, pp. 51–54, Apr. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2015.02.004>.
- [114] S. Sprigg, "Aurasma | Auganix.org," Auganix.org, 2021. <https://www.auganix.org/hud/aurasma/>
- [115] R. Y.-Y. Chan, E. Sato-Shimokawara, X. Bai, M. Yukiharu, S.-W. Kuo, and A. Chung, "A Context-Aware Augmentative and Alternative Communication System for School Children With Intellectual Disabilities," *IEEE Systems Journal*, vol. 14, no. 1, pp. 208–219, Mar. 2020, doi: <https://doi.org/10.1109/JSYST.2019.2911671>.
- [116] A. R. Cano, B. Fernández-Manjón, and Á. J. García-Tejedor, "Using game learning analytics for validating the design of a learning game for adults with intellectual disabilities," *British Journal of Educational Technology*, vol. 49, no. 4, pp. 659–672, May 2018, doi: <https://doi.org/10.1111/bjet.12632>.
- [117] L. Bendak, "Using Math App Monster Numbers for Improving Calculation of Mild Intellectual Disability Students," *World Family Medicine Journal/Middle East Journal of Family Medicine*, vol. 16, no. 2, pp. 319–323, Feb. 2018, doi: <https://doi.org/10.5742/mewfm.2018.93277>.
- [118] "Monster Numbers – Action and math game for children aged 4 to 14," monsternumbers.net. <https://monsternumbers.net/> (accessed Apr. 28, 2022).
- [119] "Woodcock-Johnson III Tests," achievement-test.com. <https://achievement-test.com/testing-options/woodcock-johnson-iii-tests>
- [120] A. A. Baylor, "HowToApp: Supporting Life Skills Development of Young Adults with Intellectual Disability," The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, Oct. 2019, doi: <https://doi.org/10.1145/3308561.3356107>.
- [121] S. Bargagna et al., "Educational Robotics in Down Syndrome: A Feasibility Study," *Technology, Knowledge and Learning*, vol. 24, no. 2, pp. 315–323, Jun. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9366-z>.
- [122] M. C. Di Lieto et al., "Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study," *Computers in Human Behavior*, vol. 71, pp. 16–23, Jun. 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>.
- [123] "Bee-Bot® Programmable Floor Robot," TTS. <https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html> (accessed Apr. 9, 2021).
- [124] S. S. Balasuriya, L. Sitbon, M. Brereton, and S. Koplick, "How can social robots spark collaboration and engagement among people with intellectual disability?," Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction, Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.1145/3369457.3370915>.
-

-
- [125] "Meet Cozmo," Digital Dream Labs. <https://www.digitaldreamlabs.com/pages/meet-cozmo>
- [126] S. S. Balasuriya, L. Sitbon, A. A. Bayor, M. Hoogstrate, and M. Brereton, "Use of voice activated interfaces by people with intellectual disability," Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3292147.3292161>.
- [127] "Siri," Apple, 2011. <https://www.apple.com/siri/>
- [128] "Google Assistant," Assistant, 2019. <https://assistant.google.com/>
- [129] S. S. Alqahtani, "iPad and repeated reading to improve reading comprehension for young adults with intellectual disability," Research in Developmental Disabilities, vol. 103, p. 103703, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103703>..
- [130] I. Afrianto, A. Faishal, and S. Atin, "Hijaiyah Letter Interactive Learning for Mild Mental Retardation Children using Gillingham Method and Augmented Reality," International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 10, no. 6, 2019, doi: <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2019.0100643>.
- [131] A. Gillingham and B. Stillman, "The Gillingham Manual Remedial Training for Students with Specific Disability in Reading, Spelling, and Penmanship." Available: https://eps.schoolspecialty.com/eps/media/site-resources/downloads/program-overviews/sog_manual.pdf
- [132] T. Murakami, "Ear ball for empathy," SIGGRAPH Asia 2015 Emerging Technologies, Nov. 2015, doi: <https://doi.org/10.1145/2818466.2818479>.
- [133] F. Haddod, A. Dingli, and L. Bondin, "Feel Autism VR – Adding Tactile Feedback to a VR Experience," Universal Access in Human-Computer Interaction. Multimodality and Assistive Environments, pp. 87–97, 2019, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-23563-5_8.
- [134] D. Ziouzos, M. Ioannou, T. Ioanna, T. Bratitsis, and M. Dasygenis, "Emotional Intelligence and Educational Robotics: The Development of the EI-EDUROBOT," European Journal of Engineering and Technology Research, Dec. 2020, doi: <https://doi.org/10.24018/ejeng.2020.0.cie.2307>.
- [135] D. Ziouzos, D. Rammos, T. Bratitsis, and M. Dasygenis, "Reflecting on the Remote Control of the EI-Edurobot Through an IS and a Mobile Application," New Realities, Mobile Systems and Applications, pp. 1062–1071, 2022, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_97.
- [136] E. P. M. L. M. de Cote, A. M. Flores Herrera, E. Giorgi, and T. Cattaneo, "Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) as Tools to Empower Vulnerable Communities: Opportunities and Challenges for Designers," Design for Vulnerable Communities, pp. 307–321, 2022, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-96866-3_16.
- [137] R. Ramesh et al., "Prism, a Game to Promote Autism Acceptance Among Elementary School Students," Serious Games, pp. 101–106, 2018, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-02762-9_11.
- [138] V. Camilleri, M. Montebello, A. Dingli, and V. Briffa, "Walking in small shoes: Investigating the power of VR on empathising with children's difficulties," 2017 23rd International Conference on Virtual System & Multimedia (VSMM), Oct. 2017, doi: <https://doi.org/10.1109/vsmm.2017.8346253>.
- [139] L. Pavanatto et al., "Get the job! An immersive simulation of sensory overload," 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), Atlanta, GA, USA, 2020, pp. 509–510, doi: 10.1109/VRW50115.2020.00106.
- [140] D. Zoerner, J. Schutze, S. Kirst, I. Dziobek, and U. Lucke, "Zirkus Empathico: Mobile Training of Socio-Emotional Competences for Children with Autism," 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Jul. 2016, doi: <https://doi.org/10.1109/icalt.2016.146>.
-

-
- [141] D. E. Hughes, E. Vasquez, and E. Nicsinger, "Improving perspective taking and empathy in children with autism spectrum disorder," *IEEE Xplore*, May 01, 2016. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7586232> (accessed Jul. 25, 2021).
- [142] G. Walker and J. Venker Weidenbenner, "Social and Emotional Learning in the age of virtual play: technology, empathy, and learning," *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, vol. 12, no. 2, May 2019, doi: <https://doi.org/10.1108/jrit-03-2019-0046>.
- [143] R. Munoz, C. Morales, R. Villarroel, A. Quezada, and V. H. C. De Albuquerque, "Developing a Software That Supports the Improvement of the Theory of Mind in Children With Autism Spectrum Disorder," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 7948–7956, 2019, doi: <https://doi.org/10.1109/access.2018.2890220>.
- [144] S. J. Chung and G. Ghinea, "Towards developing digital interventions supporting empathic ability for children with autism spectrum disorder," *Universal Access in the Information Society*, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00761-4>.
- [145] R. Francese, A. Guercio, and V. Rossano, "An Intelligent System to Support Social Storytelling for People with ASD," *Intelligent Human Computer Interaction*, pp. 372–378, 2022, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98404-5_35.
- [146] F. Doronzo, G. Nardacchione, and G. Peconio, "Teaching environment mediated by Robot-Assisted Autism Therapy (RAAT) to improve soft skills," 2021. Accessed: Feb. 21, 2023. [Online]. Available: <https://ceur-ws.org/Vol-3025/paper13.pdf>
- [147] Á. Hiléia da Silva Melo, A. C. Oran, J. Silva dos Santos, L. Rivero, and R. da Silva Barreto, "ACF: An Autistic Personas' Characteristics Source to Develop Empathy in Software Development Teams," *HCI International 2021 - Late Breaking Papers: Cognition, Inclusion, Learning, and Culture*, pp. 223–236, 2021, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-90328-2_14.
- [148] W.-T. Tsai, I-Jui. Lee, and C.-H. Chen, "Inclusion of third-person perspective in CAVE-like immersive 3D virtual reality role-playing games for social reciprocity training of children with an autism spectrum disorder," *Universal Access in the Information Society*, Jun. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00724-9>.
- [149] W.-Z. Wang and I-Jui. Lee, "Social Intervention Strategy of Augmented Reality Combined with Theater-Based Games to Improve the Performance of Autistic Children in Symbolic Play and Social Skills," *HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Universal Access and Inclusive Design*, pp. 401–411, 2020, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-60149-2_31.
- [150] T. Lin et al., "Empathics system," *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, Jun. 2020, doi: <https://doi.org/10.1145/3389189.3393748>.
- [151] N. Almalki, "What is the Best Strategy 'Evidence-Based Practice' to Teach Literacy Skills for Students with Multiple Disabilities? A Systematic Review," *World Journal of Education*, vol. 6, no. 6, Nov. 2016, doi: <https://doi.org/10.5430/wje.v6n6p18>.
- [152] H. Köse and N. Güner-Yildiz, "Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education," *Education and Information Technologies*, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10326-w>.
- [153] J. Bacca-Acosta, C. Avila-Garzon, Kinshuk, J. Duarte, and J. Betancourt, "Augmented Reality in Education: An Overview of Twenty-Five Years of Research," *Contemporary Educational Technology*, vol. 13, no. 3, p. ep302, Apr. 2021, doi: <https://doi.org/10.30935/cedtech/10865>.
- [154] M. Bower, C. Howe, N. McCredie, A. Robinson, and D. Grover, "Augmented Reality in education – cases, places and potentials," *Educational Media International*, vol. 51, no. 1, pp. 1–15, Jan. 2014, doi: <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>.
-

-
- [155] Ι. Μπέλλου, Α. Μικρόπουλος, «Ομαδοσυνεργατικές διδακτικές τεχνικές στην τριτοβάθμια εκπαίδευση με τη χρήση ψηφιακής τεχνολογίας [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις, 2023, <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-277>
- [156] J.J. Gibson, "The Theory of Affordances," in *Educational design research*, J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen, Eds. Routledge, 2006, p. pp. 52-66.
- [157] Π. Χαλκή, "Technological and learning affordances of augmented reality," Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.12681/eadd/50943>.
- [158] D. Norman, *The Design of Everyday Things : Revised and Expanded Edition*. New York: Basic Books, 2013.
- [159] C. F. Michaels, "Affordances: Four Points of Debate," *Ecological Psychology*, vol. 15, no. 2, pp. 135–148, Apr. 2003, doi: https://doi.org/10.1207/s15326969eco1502_3.
- [160] T. A. Mikropoulos and A. Natsis, "Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009)," *Computers & Education*, vol. 56, no. 3, pp. 769–780, Apr. 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>.
- [161] O. Mantziou, N. M. Papachristos, and T. A. Mikropoulos, "Learning activities as enactments of learning affordances in MUVES: A review-based classification," *Education and Information Technologies*, vol. 23, no. 4, pp. 1737–1765, Jan. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9690-x>.
- [162] "Center for Universal Design NCSU - About the Center - Ronald L. Mace," Ncsu.edu, 2019. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/usronmace.htm
- [163] W. F. E. PREISER and K. H. SMITH, Eds., "THE PRINCIPLES OF UNIVERSAL DESIGN," in *UNIVERSAL DESIGN HANDBOOK*, McGraw-Hill.
- [164] Ronald L. Mace, Graeme J. Hardie, Jaine P. Place, chapter in *Design Intervention: Toward a More Humane Architecture*, W.E. Preiser, J.C. Vischer, E.T. White (Eds.). Van Nostrand Reinhold, New York, 1991
- [165] K. Rao, M. W. Ok, and B. R. Bryant, "A Review of Research on Universal Design Educational Models," *Remedial and Special Education*, vol. 35, no. 3, pp. 153–166, Feb. 2014, doi: <https://doi.org/10.1177/0741932513518980>.
- [166] J. L. Higbee, E. L. Goff, and University Of Minnesota. Center For Research On Developmental Education And Urban Literacy, *Pedagogy and student services for institutional transformation : implementing universal design in higher education*. Minneapolis, Mn: Center For Research On Developmental Education And Urban Literacy, University Of Minnesota, 2008.
- [167] "Universal Design of Instruction (UDI): Definition, Principles, Guidelines, and Examples | DO-IT," Washington.edu, 2012. <https://www.washington.edu/doiit/universal-design-instruction-udi-definition-principles-guidelines-and-examples>
- [168] M. V. Izzo and W. M. Bauer, "Universal design for learning: enhancing achievement and employment of STEM students with disabilities," *Universal Access in the Information Society*, vol. 14, no. 1, pp. 17–27, Oct. 2013, doi: <https://doi.org/10.1007/s10209-013-0332-1>.
- [169] «Κατευθυντήριες Γραμμές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση», CAST, 2011. <https://udlguidelines.cast.org/binaries/content/assets/udlguidelines/udlg-v2-0/udlg-graphicorganizer-v2-0-greek.pdf>
- [170] "Recognition Network," UDL Professional Learning. <http://udlpd.weebly.com/recognition-network.html> (accessed Sep. 21, 2022).
- [171] "Strategic Network," UDL Professional Learning. <http://udlpd.weebly.com/strategic-network.html> (accessed Sep. 21, 2022)
-

-
- [172] “Affective Network,” UDL Professional Learning. <http://udlpd.weebly.com/affective-network.html> (accessed Sep. 21, 2022).
- [173] B. Dalgarno and M. J. W. Lee, “What are the learning affordances of 3-D virtual environments?,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 41, no. 1, pp. 10–32, Dec. 2009, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>.
- [174] M. Delimitros, Aikaterini Stergiouli, G. Iatraki, T. A. Mikropoulos, and G. Koutromanos, “A model for the design of immersive learning enactments for students with disabilities,” Aug. 2022, doi: <https://doi.org/10.1145/3563137.3563145>.
- [175] L. Sitbon, R. Brown, and L. Fell, “Turning Heads: Designing Engaging Immersive Video Experiences to Support People with Intellectual Disability when Learning Everyday Living Skills,” *The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Oct. 2019, doi: <https://doi.org/10.1145/3308561.3353787>.
- [176] D. Checa, L. Ramon, and A. Bustillo, “Virtual Reality Travel Training Simulator for People with Intellectual Disabilities,” *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 385–393, 2019, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-25965-5_29.
- [177] A. Vargas, P. Díaz, and T. Zarraonandia, “Using Virtual Reality and Music in Cognitive Disability Therapy,” *Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces*, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.1145/3399715.3399916>.
- [178] L. Freina, R. Bottino, and M. Tavella, “From e-learning to VR-learning: an example of learning in an immersive virtual world”, *Je-LKS*, vol. 12, no. 2, May 2016.
- [179] R. Cherix, F. Carrino, G. Piérart, O. A. Khaled, E. Mugellini, and D. Wunderle, “Training Pedestrian Safety Skills in Youth with Intellectual Disabilities Using Fully Immersive Virtual Reality - A Feasibility Study,” *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. Driving Behavior, Urban and Smart Mobility*, pp. 161–175, 2020, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-50537-0_13.
- [180] X. Wang, X. Liang, J. Yao, T. Wang, and J. Feng, “A study of the use of virtual reality headsets in Chinese adolescents with intellectual disability”, *International Journal of Developmental Disabilities*, 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/20473869.2021.1970938>
- [181] B. Aruanno, F. Garzotto, E. Torelli, and F. Vona, “HoloLearn,” *Proceedings of the 20th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3234695.3236351>.
- [182] M. Gelsomini, F. Garzotto, D. Montesano, and D. Occhiuto, “Wildcard: A wearable virtual reality storytelling tool for children with intellectual developmental disability,” *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Aug. 2016, doi: <https://doi.org/10.1109/embc.2016.7591896>.
- [183] C. Roberts-Yates and D. Silvera-Tawil, “Better Education Opportunities for Students with Autism and Intellectual Disabilities through Digital Technology,” *International Journal of Special Education*, vol. 34, no. 1, pp. 197–210, 2019, Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1237141>
- [184] Y. Tianwu, Z. Changjiu, and S. Jiayao, “Virtual Reality Based Independent Travel Training System for Children with Intellectual Disability,” *2016 European Modelling Symposium (EMS)*, Nov. 2016, doi: <https://doi.org/10.1109/ems.2016.034>.
- [185] R. Brown, L. Sitbon, L. Fell, S. Koplick, C. Beaumont, and M. Brereton, “Design insights into embedding virtual reality content into life skills training for people with intellectual disability,” *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction - OzCHI '16*, 2016, doi: <https://doi.org/10.1145/3010915.3010956>.
- [186] N. Valencia-Jimenez, S. da Luz, D. Santos, M. Souza, T. Bastos, and A. Frizera, “The effect of smart mirror environment on proprioception factors of children with Down syndrome,” *Research on Biomedical Engineering*, vol. 36, no. 2, pp. 187–195, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s42600-020-00041-3>.
-

- [187] “An Introduction to Educational Design Research SLO • Netherlands institute for curriculum development.” Accessed: Mar. 13, 2022. [Online]. Available: https://research.utwente.nl/files/14472302/Introduction_20to_20education_20design_20research.pdf
- [188] T. C. Reeves, “Design research from a technology perspective,” in *Educational design research*, J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, and N. Nieveen, Eds. London: Routledge, 2006, pp. 52–66.
- [189] D. C. Edelson, “Design Research: What We Learn When We Engage in Design,” *Journal of the Learning Sciences*, vol. 11, no. 1, pp. 105–121, Jan. 2002, doi: https://doi.org/10.1207/s15327809jls1101_4.
- [190] K. Mcrorie, “The Playground Project: A case study in participatory design.” Accessed: May. 12, 2022. [Online]. Available: <https://scholar.uwindsor.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=5158&context=etd>
- [191] S. Bødker, P. Ehn, D. Sjögren, and Y. Sundblad, “Co-operative Design -perspectives on 20 years with ‘the Scandinavian IT Design Model.’” Available: <https://www.lri.fr/~mbl/ENS/DEA-IHM/papers/Utopia.pdf>
- [192] E. B.-N. Sanders and P. J. Stappers, “Co-creation and the new landscapes of design,” *CoDesign*, vol. 4, no. 1, pp. 5–18, Mar. 2008, doi: <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>.
- [193] Unity Technologies, “Unity - Unity,” Unity, 2019. <https://unity.com/>
- [194] BillWagner, “C# docs - get started, tutorials, reference,,” Microsoft.com, 2019. <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/>
- [195] “Sweet Home 3D - Draw floor plans and arrange furniture freely,” www.sweethome3d.com. <https://www.sweethome3d.com/>
- [196] “Magic Leap 1,” www.magicleap.com. <https://www.magicleap.com/en-us/magic-leap-1>
- [197] A. R. Smink, E. A. van Reijmersdal, G. van Noort, and P. C. Neijens, “Shopping in augmented reality: The effects of spatial presence, personalization and intrusiveness on app and brand responses,” *Journal of Business Research*, vol. 118, pp. 474–485, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.018>.
- [198] “Matthew Lombard,” matthewlombard.com. [http://matthewlombard.com/research/p2_ab.html#:~:text=The%20Temple%20Presence%20Inventory%20\(TPI\)%20is%20a%20set%20of%20questionnaire](http://matthewlombard.com/research/p2_ab.html#:~:text=The%20Temple%20Presence%20Inventory%20(TPI)%20is%20a%20set%20of%20questionnaire) (accessed Mar 3, 2021).
- [199] I. Vrellis, M. Delimitros, P. Chalki, P. Gaintatzis, I. Bellou and T. A. Mikropoulos, "Seeing the unseen: user experience and technology acceptance in Augmented Reality science literacy," 2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Tartu, Estonia, 2020, pp. 333-337, doi: 10.1109/ICALT49669.2020.00107.
- [200] C.-C. Mao, C.-C. Sun, and C.-H. Chen, “Evaluate Learner’s Acceptance of Augmented Reality Based Military Decision Making Process Training System,” *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology - ICIET '17*, 2017, doi: <https://doi.org/10.1145/3029387.3029418>.
- [201] R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum, and M. G. Lienthal, “Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness,” *The International Journal of Aviation Psychology*, vol. 3, no. 3, pp. 203–220, Jul. 1993, doi: https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3.
- [202] G. Iatraki, M. Delimitros, I. Vrellis, and T. A. Mikropoulos, “Augmented and virtual environments for students with intellectual disability: design issues in Science Education,” 2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Jul. 2021, doi: <https://doi.org/10.1109/icalt52272.2021.00122>.

-
- [203] D. S. Goodsell and J. Jenkinson, "Molecular Illustration in Research and Education: Past, Present, and Future," *Journal of Molecular Biology*, vol. 430, no. 21, pp. 3969–3981, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2018.04.043>.
- [204] W. L. Koltun, "Precision space-filling atomic models," *Biopolymers*, vol. 3, no. 6, pp. 665–679, Dec. 1965, doi: <https://doi.org/10.1002/bip.360030606>.
- [205] B. B. White and M. S. White, "Autism from the inside," *Medical Hypotheses*, vol. 24, no. 3, pp. 223–229, Nov. 1987, doi: [https://doi.org/10.1016/0306-9877\(87\)90068-5](https://doi.org/10.1016/0306-9877(87)90068-5).
- [206] S. M. Shore, *Beyond the wall : personal experiences with autism and Asperger syndrome*. Shawnee Mission, Kan.: Autism Asperger Pub, 2003.
- [207] T. Grandin, *Thinking In Pictures: And Other Reports From My Life With Autism*. New York Vintage, 2006.
- [208] A. Stehli, *The sound of a miracle : a child's triumph over autism*. Roxbury, Ct: Georgiana Institute, 1996.
- [209] T. Attwood, C. Evans, and A. Lesko, *An Aspie's Guide to Living with Sensory Issues*. Jessica Kingsley Publishers, 2014.
- [210] D. Williams, *Somebody somewhere : breaking free from the world of autism*. London: Kingsley, 2002.
- [211] O. Bogdashina and I. Netlibrary, *Sensory perceptual issues in autism and Asperger Syndrome : different sensory experiences, different perceptual worlds*. London ; New York: Jessica Kingsley, 2003.
- [212] T. Grandin and R. Panek, *The autistic brain : helping different kinds of minds succeed*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2014.
- [213] C. Grandizio, "Theses -Daytona Beach Dissertations and Theses Quantifying the Cognitive, Symptomatic and Neuroendocrine Impact of the Coriolis Illusion; A Countermeasure for Motion Sickness" 2007. Accessed: Dec. 09, 2022. [Online]. Available: <https://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1102&context=db-theses>
- [214] F. Arici, P. Yildirim, Ş. Caliklar, and R. M. Yilmaz, "Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis," *Computers & Education*, vol. 142, p. 103647, Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103647>.
- [215] I. Goksu, "Bibliometric mapping of mobile learning," *Telematics and Informatics*, p. 101491, Aug. 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101491>.
- [216] M. Akçayır and G. Akçayır, "Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature," *Educational Research Review*, vol. 20, pp. 1–11, Feb. 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>.
- [217] Garzón and J. Acevedo, "A Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning effectiveness," *Educational Research Review*, Apr. 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>.
- [218] R. A. Liono, N. Amanda, A. Pratiwi, and A. A. S. Gunawan, "A Systematic Literature Review: Learning with Visual by The Help of Augmented Reality Helps Students Learn Better," *Procedia Computer Science*, vol. 179, pp. 144–152, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.019>.
- [219] G. Koutromanos, A. Sofos, and L. Avraamidou, "The use of augmented reality games in education: a review of the literature," *Educational Media International*, vol. 52, no. 4, pp. 253–271, Oct. 2015, doi: <https://doi.org/10.1080/09523987.2015.1125988>.
-

-
- [220] A. Theodoropoulos and G. Lepouras, "Augmented Reality and programming education: A systematic review," *International Journal of Child-Computer Interaction*, vol. 30, p. 100335, Dec. 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100335>.
- [221] T. A. Mikropoulos and G. Iatraki, "Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review," *Education and Information Technologies*, Oct. 2022, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9>.
- [222] S.-C. Cheng and C.-L. Lai, "Facilitating learning for students with special needs: a review of technology-supported special education studies," *Journal of Computers in Education*, vol. 7, Dec. 2019, doi: <https://doi.org/10.1007/s40692-019-00150-8>.
- [223] M. Manzoor and V. Vimarlund, "Digital technologies for social inclusion of individuals with disabilities," *Health and Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 377–390, Jun. 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s12553-018-0239-1>.
- [224] H. Köse and N. Güner-Yildiz, "Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education," *Education and Information Technologies*, Sep. 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10326-w>.
- [225] "Council for Exceptional Children," *TEACHING Exceptional Children*, vol. 46, no. 6, pp. 206–212, Jul. 2014, doi: <https://doi.org/10.1177/0040059914531389>.
- [226] A. Carreon, S. J. Smith, M. Mosher, K. Rao, and A. Rowland, "A Review of Virtual Reality Intervention Research for Students With Disabilities in K–12 Settings," *Journal of Special Education Technology*, p. 016264342096201, Oct. 2020, doi: <https://doi.org/10.1177/0162643420962011>.
- [227] K. Maccallum and D. Parsons, "Teacher Perspectives on Mobile Augmented Reality: The Potential of Metaverse for Learning." Accessed: Mar. 03, 2023. [Online]. Available: <https://www.learntechlib.org/d/210597>
- [228] Y. Georgiou and E. A. Kyza, "Relations between student motivation, immersion and learning outcomes in location-based augmented reality settings," *Computers in Human Behavior*, vol. 89, pp. 173–181, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.08.011>.
- [229] J. Wither, S. DiVerdi, and T. Hollerer, "Evaluating Display Types for AR Selection and Annotation," 2007 6th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Nov. 2007, doi: <https://doi.org/10.1109/ismar.2007.4538832>.
- [230] X. Wang, X. Liang, J. Yao, T. Wang, and J. Feng, "A study of the use of virtual reality headsets in Chinese adolescents with intellectual disability," vol. 69, no. 4, pp. 524–532, Sep. 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/20473869.2021.1970938>.
- [231] Y.-H. Chen and C.-H. Wang, "Learner presence, perception, and learning achievements in augmented–reality–mediated learning environments," *Interactive Learning Environments*, vol. 26, no. 5, pp. 695–708, Nov. 2017, doi: <https://doi.org/10.1080/10494820.2017.1399148>.
- [232] D. Allcoat, T. Hatchard, F. Azmat, K. Stansfield, D. Watson, and A. von Mühlennen, "Education in the Digital Age: Learning Experience in Virtual and Mixed Realities," *Journal of Educational Computing Research*, p. 073563312098512, Jan. 2021, doi: <https://doi.org/10.1177/0735633120985120>.
- [233] J. Beckmann, K. Menke, and P. Weber, "HOLISTIC EVALUATION OF AR/VR-TRAININGS IN THE ARSUL-PROJECT," *INTED2019 Proceedings*, Mar. 2019, doi: <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1079>.
- [234] A. Vovk, F. Wild, W. Guest, and T. Kuula, "Simulator Sickness in Augmented Reality Training Using the Microsoft HoloLens," *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '18*, 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3173574.3173783>.
-

- [235] Kieron Sheehy, Gill Clough, and R. Ferguson, *Augmented education : bringing real and virtual learning together*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2014.
- [236] J. M. AlRawi and M. A. AlKahtani, "Universal design for learning for educating students with intellectual disabilities: a systematic review," *International Journal of Developmental Disabilities*, pp. 1–9, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1080/20473869.2021.1900505>.
- [237] E. Adadan, "Using Multiple Representations to Promote Grade 11 Students' Scientific Understanding of the Particle Theory of Matter," *Research in Science Education*, vol. 43, no. 3, pp. 1079–1105, Jun. 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9299-9>.
- [238] J. Stephenson and L. Limbrick, "A Review of the Use of Touch-Screen Mobile Devices by People with Developmental Disabilities," *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 45, no. 12, pp. 3777–3791, Jul. 2013, doi: <https://doi.org/10.1007/s10803-013-1878-8>.
- [239] D. Apostolaki, A. Tsiara, S. Soulis, and T. A. Mikropoulos, "Language processing in visually and non-visually impaired individuals," *Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*, Jun. 2018, doi: <https://doi.org/10.1145/3218585.3218663>.