

## Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

Τόμ. 13, Αρ. 1/2 (2020)

Ανοικτοί Εκπαιδευτικοί Πόροι και Ηλεκτρονική Μάθηση: Σύγχρονες ερευνητικές τάσεις και προοπτικές



### Βιώνοντας το αόρατο και το διαφορετικό: Επαύξηση της πραγματικότητας στη γενική και στην ειδική εκπαίδευση

*Ιωάννης Βρέλλης, Παύλος Γκαϊντατζής, Μιχάλης Δελημήτρος, Γεωργία Ιατράκη, Αναστάσιος Μικρόπουλος, Ιωάννα Μπέλλου, Αικατερίνη Στεργιούλη, Αγγελική Τσιάρα, Παναγιώτα Χαλκή*

doi: [10.12681/thete.39979](https://doi.org/10.12681/thete.39979)

### Βιβλιογραφική αναφορά:

Βρέλλης Ι., Γκαϊντατζής Π., Δελημήτρος Μ., Ιατράκη Γ., Μικρόπουλος Α., Μπέλλου Ι., Στεργιούλη Α., Τσιάρα Α., & Χαλκή Π. (2020). Βιώνοντας το αόρατο και το διαφορετικό: Επαύξηση της πραγματικότητας στη γενική και στην ειδική εκπαίδευση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 13(1/2), 49–62.  
<https://doi.org/10.12681/thete.39979>

## Βιώνοντας το αόρατο και το διαφορετικό: Επαύξηση της πραγματικότητας στη γενική και στην ειδική εκπαίδευση

Ιωάννης Βρέλλης, Παύλος Γκαϊντατζής, Μιχάλης Δελημήτρος, Γεωργία Ιατράκη, Αναστάσιος Μικρόπουλος, Ιωάννα Μπέλλου, Αικατερίνη Στεργιούλη, Αγγελική Τσιάρα, Παναγιώτα Χαλκή  
ivrellis@uoi.gr, paulgai@yahoo.gr, mdlhnhm@uoi.gr, gviatraki@gmail.com, amikrop@uoi.gr, ibellou@uoi.gr, katerinastergiouli91@gmail.com, atsiara@cc.uoi.gr, pahalki@gmail.com

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Περίληψη.** Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ) παρουσιάζει διαρκώς αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον, με ενδείξεις για θετική συνεισφορά στη διδακτική πράξη και τη μαθησιακή διαδικασία. Οι περισσότερες εκπαιδευτικές εφαρμογές αξιοποιούν συστήματα ΕΠ βασισμένα σε φορητές τεχνολογίες χειρός, ενώ ελάχιστες χρησιμοποιούν φορητά συστήματα με δυνατότητα ταυτόχρονης παρατήρησης του πραγματικού και του εικονικού περιβάλλοντος. Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί το σύστημα ΕΠ MagicLeap® για το οποίο υλοποιήθηκαν δύο εφαρμογές. Η «βίωση του αοράτου» αναφέρεται στην οπτικοποίηση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων προερχόμενων από συστήματα ασύρματης επικοινωνίας. Η «αισθητοποίηση του διαφορετικού» αναφέρεται στην ενίσχυση της ενσυναίσθησης ανθρώπων του περιβάλλοντος ατόμων με Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) και την υπερευαισθησία αυτών των ατόμων σε διάφορα οπτικοακουστικά ερεθίσματα. Οι εφαρμογές χρησιμοποιήθηκαν σε αντίστοιχες πιλοτικές μελέτες με ειδικούς χρήστες και στόχο τη διαμόρφωση εργαλείων αξιολόγησης για τους παράγοντες της παρουσίας, της νόσου της προσομοίωσης και της αποδοχής της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Τα αποτελέσματα δείχνουν υψηλό βαθμό ευχρηστίας και πως οι χρήστες διάκεινται ιδιαίτερα θετικά ως προς την αξιοποίησή τους στη διδακτική πράξη. Η εφαρμογή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων θεωρήθηκε εύστοχη όσον αφορά στον επιστημονικό γραμματισμό. Η εφαρμογή για τη ΔΑΦ θεωρήθηκε ότι μπορεί να ενισχύσει την ενσυναίσθηση εκπαιδευτικών, φροντιστών και γονέων παιδιών με ΔΑΦ.

**Λέξεις κλειδιά:** επαυξημένη πραγματικότητα, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος

### Εισαγωγή

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (ΕΠ, Augmented Reality-AR) αναφέρεται σε τεχνολογίες που επιτρέπουν την ενσωμάτωση ψηφιακού περιεχομένου (όπως κείμενο, εικόνα, ήχος, βίντεο ή τρισδιάστατα ψηφιακά αντικείμενα) στον πραγματικό κόσμο. Αυτό το περιεχόμενο δεν επικάθεται απλά στο οπτικό πεδίο του χρήστη, αλλά συνδέεται με τα αντικείμενα του τρισδιάστατου πραγματικού κόσμου με αποτέλεσμα ο χρήστης να μπορεί να το δει από πολλές διαφορετικές οπτικές γωνίες και να αλληλεπιδράσει με αυτό (Azuma, 1997· Beckmann, Menke, & Weber, 2019· Ibáñez et al., 2016). Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα (Virtual Reality - VR) η οποία με τον κατάλληλο εξοπλισμό εμβυθίζει το χρήστη σε ένα εντελώς συνθετικό ψηφιακό περιβάλλον αποκόπτοντάς τον από τον πραγματικό κόσμο, η ΕΠ δημιουργεί εμπειρίες που εμπλουτίζουν τον πραγματικό κόσμο και δεν τον αντικαθιστούν (Azuma, 1997).

Τα σύγχρονα συστήματα ΕΠ συνήθως βασίζονται σε φορητές συσκευές (smartphones και tablets) που επιτρέπουν στους χρήστες να κινούνται στον πραγματικό κόσμο. Σε αυτές οι χρήστες βλέπουν τον εμπλουτισμένο πραγματικό κόσμο μέσα από την οθόνη της συσκευής

τους. Υπάρχουν ωστόσο περισσότερο εξειδικευμένες και προηγμένες συσκευές που έχουν την μορφή γυαλιών (AR glasses). Οι συσκευές αυτές διαθέτουν διαφανείς οθόνες στις θέσεις των φακών στις οποίες εμφανίζουν ψηφιακό υλικό στο οπτικό πεδίο του χρήστη. Τα συστήματα ΕΠ διαθέτουν εκτός από υπολογιστική ισχύ και δικτύωση, επιπλέον εξοπλισμό που τους επιτρέπει να ανιχνεύουν τη θέση του χρήστη και των αντικειμένων του πραγματικού περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται (Ibáñez et al., 2016). Στην περίπτωση των συσκευών χειρός η ανίχνευση γίνεται με τη βοήθεια της κάμερας και/ή του συστήματος γεωγραφικών συντεταγμένων GPS. Στα πιο προηγμένα γυαλιά ΕΠ η ανίχνευση γίνεται επιπλέον με ειδικές κάμερες βάθους (depth cameras) που έχουν τη δυνατότητα να μετρούν αποστάσεις και να δημιουργούν τρισδιάστατα μοντέλα του περιβάλλοντος χώρου.

Τα γυαλιά ΕΠ, αν και είναι διαθέσιμα, δεν χρησιμοποιούνται ακόμα ευρέως. Το κόστος τους είναι ακόμη υψηλό και το μέγεθός τους αρκετά μεγάλο για να επιτρέψει την καθημερινή άνετη χρήση. Σχετικές έρευνες προβλέπουν ότι η χρήση τους θα αυξηθεί σημαντικά τα επόμενα χρόνια και θεωρείται ότι μπορεί να αποτελούν το επόμενο σημαντικό βήμα στην εξέλιξη των ψηφιακών μέσων (Rauschnabel & Ro, 2016). Η πρόβλεψη αυτή βασίζεται και στο γεγονός ότι οι κορυφαίες εταιρίες του χώρου όπως οι Microsoft, Google και Facebook, έχουν ξεκινήσει σχετικά ερευνητικά έργα ή διαθέτουν ήδη έτοιμα προϊόντα στην αγορά. Τα γυαλιά ΕΠ αναμένεται να έχουν σημαντική επίδραση σε πολλούς τομείς όπως η εκπαίδευση, η ψυχαγωγία, η ιατρική, η βιομηχανία, η αποθήκευση και διανομή προϊόντων (Georgiou & Kyza, 2017· Rauschnabel & Ro, 2016· Vonk et al., 2018). Όμως η τεχνολογία των γυαλιών ΕΠ είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο και για την επιτυχή αξιοποίησή της απαιτείται έρευνα στους τομείς του σχεδιασμού, των εφαρμογών, της εμπειρίας και αποδοχής των χρηστών (Rauschnabel & Ro, 2016· Vonk et al., 2018). Δύο σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εμπειρία των χρηστών συστημάτων VR/AR είναι η αίσθηση της παρουσίας (presence) και η νόσος της προσομοίωσης (simulator sickness) (Beckmann, Menke & Weber, 2019).

Η αίσθηση της παρουσίας είναι μια κεντρική έννοια στα εικονικά περιβάλλοντα και περιγράφει το βαθμό στον οποίο ο χρήστης πιστεύει ότι «βρίσκεται εκεί» στον εικονικό κόσμο, παρόλο που ως φυσική παρουσία βρίσκεται στον πραγματικό κόσμο (Heeter, 1992). Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα όπου ο χρήστης εμβυθίζεται πλήρως σε ένα συνθετικό περιβάλλον, στην ΕΠ βιώνει ταυτόχρονα το πραγματικό περιβάλλον μαζί με εικονικά στοιχεία. Έτσι η αίσθηση παρουσίας σε μια εφαρμογή ΕΠ θα μπορούσε να οριστεί ως ο βαθμός στον οποίο ο χρήστης αισθάνεται ότι βρίσκεται σε ένα μικτό περιβάλλον (πραγματικό και εικονικό) το οποίο όμως εκλαμβάνει ως ενιαίο κόσμο (Georgiou & Kyza, 2017). Μια άλλη παράμετρος που διαφοροποιεί την αίσθηση της παρουσίας μεταξύ VR και AR είναι το γεγονός ότι ενώ στα εικονικά περιβάλλοντα ο χρήστης βρίσκεται σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον (συνήθως ένα δωμάτιο), σε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να βρίσκεται σε πολλούς διαφορετικούς (πιθανά εξωτερικούς) χώρους με ποικίλες αποστάσεις (π.χ. θορύβους, απρόβλεπτα γεγονότα), οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την προσοχή του και επομένως την αίσθηση παρουσίας του (Georgiou & Kyza, 2017· IJsselstein et al., 2000). Η αίσθηση παρουσίας είναι ψυχολογικό φαινόμενο, μπορεί όμως να επηρεαστεί από τεχνολογικούς παράγοντες όπως ο ρυθμός εναλλαγής της εικόνας στις οθόνες (καρέ), το εύρος οπτικού πεδίου, η οπτική πιστότητα και η ανίχνευση θέσης (Beckmann, Menke & Weber, 2019). Η υψηλή αίσθηση παρουσίας θεωρείται ότι επηρεάζει θετικά τη μάθηση, μέσω της αύξησης της εμπλοκής και του ενδιαφέροντος του μαθητή (Dalgarno & Lee, 2010).

Ενώ η αίσθηση παρουσίας θεωρείται ότι επηρεάζει θετικά την εμπειρία του χρήστη σε περιβάλλοντα AR/VR, η νόσος προσομοίωσης την επηρεάζει αρνητικά (Beckmann, Menke & Weber, 2019). Η νόσος προσομοίωσης είναι μια μορφή ναυτίας που προκαλείται σε εικονικά περιβάλλοντα στα οποία η εικονική κίνηση του χρήστη δεν συμβαδίζει με την πραγματική

(Beckmann, Menke & Weber, 2019). Τα συμπτώματα που προκαλεί περιλαμβάνουν γενική δυσφορία, κούραση στα μάτια, δυσκολία εστίασης, πονοκέφαλο, ζαλάδα και ναυτία (Kennedy et al., 1993· Vonk et al., 2018). Τα συμπτώματα αυτά συνήθως είναι λιγότερο συχνά και πιο ήπια στις εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας σε σχέση με της εικονικής πραγματικότητας, δεδομένου ότι ο χρήστης δεν λαμβάνει μόνο εικονικά ερεθίσματα αλλά κυρίως ερεθίσματα από τον πραγματικό κόσμο. Ωστόσο, η πιθανή εμφάνιση τέτοιου τύπου συμπτωμάτων μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποδοχή της τεχνολογίας ΕΠ από τους χρήστες (Vonk et al., 2018).

Οι επιδράσεις, που μπορεί να επιφέρει η χρήση μιας τεχνολογίας αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της. Όταν μια τεχνολογική καινοτομία εμφανίζεται και διατίθεται για χρήση από οργανισμούς ή άτομα είναι σημαντικό να γίνουν κατανοητοί οι λόγοι που αυτή γίνεται αποδεκτή. Το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (Technology Acceptance Model - TAM) είναι πιθανώς η περισσότερο ευρέως διαδεδομένη προσέγγιση για τη μέτρηση της αποδοχής μιας τεχνολογικής καινοτομίας (Beckmann, Menke & Weber, 2019). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η πρόθεση χρήσης μιας τεχνολογίας εξαρτάται κυρίως από την εκλαμβανόμενη χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης της (Davis, 1989).

### **Επαυξημένη πραγματικότητα και γενική εκπαίδευση**

Η επαυξημένη πραγματικότητα φαίνεται να έχει σημαντικές εφαρμογές στην εκπαίδευση. Η δυνατότητα που έχει να ενσωματώνει ψηφιακό περιεχόμενο στο πραγματικό περιβάλλον του χρήστη, μπορεί να μειώσει το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πράξης, να διευκολύνει την κατανόηση και να δημιουργήσει πιο ελκυστικές και διαισθητικές μαθησιακές εμπειρίες (Beckmann, Menke & Weber, 2019). Η τεχνολογία της ΕΠ παρέχει επίσης τη δυνατότητα στο χρήστη να μαθαίνει πραγματοποιώντας δραστηριότητες στο πραγματικό περιβάλλον, αλληλεπιδρώντας ταυτόχρονα με φυσικό τρόπο με ψηφιακό περιεχόμενο (Ibáñez et al., 2016). Η οπτικοποίηση και η ενσωμάτωση σύνθετων πληροφοριών με φυσικό τρόπο στο περιβάλλον του χρήστη μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση δύσκολων εννοιών ή διαδικασιών (Beckmann, Menke & Weber, 2019). Ειδικά τα πιο προηγμένα γυαλιά ΕΠ, σε αντίθεση με τις φορητές συσκευές, αφήνουν ελεύθερα τα χέρια του χρήστη και του επιτρέπουν να εμπλακεί χωρίς περιορισμούς, πιο αποδοτικά και με ασφάλεια και σε πρακτικές μαθησιακές δραστηριότητες (Vonk et al., 2018).

Η ΕΠ φαίνεται ότι έχει δυνατότητες που μπορούν να συνεισφέρουν θετικά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καθώς παρέχει στους μαθητές νέες εμπειρίες τόσο οπτικής όσο και απτικής αλληλεπίδρασης (Gilbert, 2005). Οι εμπειρίες αυτές θα μπορούσαν να βελτιώσουν σημαντικά τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Για παράδειγμα, σχετικές μελέτες στο πεδίο της μηχανικής έχουν δείξει ότι η ΕΠ μπορεί να βελτιώσει τις χωρικές δεξιότητες των εκπαιδευόμενων (Martín-Gutiérrez et al., 2010). Στη βιβλιογραφία ελάχιστες είναι οι μελέτες που ασχολούνται με τα οφέλη της ΕΠ στην εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013), ενώ απουσιάζουν αντίστοιχες εργασίες για την αξιοποίηση συσκευών όπως τα γυαλιά ΕΠ. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, για παράδειγμα, αποτελεί μία θεματική που διδάσκεται σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, αφού αφορά σε φαινόμενα και εφαρμογές τους στην καθημερινότητα. Θεωρείται ότι αποτελεί ένα αντικείμενο δυσνόητο και απαιτητικό καθώς περιέχει αφηρημένες έννοιες (Dori & Belcher, 2005). Ένας από τους βασικούς λόγους είναι και η αδυναμία του ανθρώπου να αντιληφθεί φυσικά μεγέθη και φαινόμενα για τα οποία δεν έχει αναφορές στην καθημερινή ζωή (Maloney et al., 2001).

### **Επαυξημένη πραγματικότητα και ειδική εκπαίδευση**

Ολοένα αυξανόμενα είναι τα πλεονεκτήματα της ψηφιακής τεχνολογίας και στον τομέα της ειδικής εκπαίδευσης. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων μέσω της χρήσης της

τεχνολογίας στο πλαίσιο της Διαταραχής του Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) παρουσιάζονται ως θετικά και ελπιδοφόρα (Knight, McKissick & Saunders, 2013· Mantziou, Vrellis & Mikropoulos, 2015· Mazon, Fage & Sauzéon, 2019· Ramdoss et al., 2012).

Στην τελευταία έκδοση του διαγνωστικού κριτηρίου APA για τις αναπηρίες (American Psychiatric Association, 2013), περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων για τη νευροαναπτυξιακή διαταραχή ΔΑΦ, αισθητηριακά ελλείμματα που εκδηλώνονται ως «υπερ- ή υποαντιδραστικότητα στην αισθητηριακή εισροή ή ασυνήθιστο ενδιαφέρον για αισθητηριακές πτυχές του περιβάλλοντος». Οι συχνότερα αναφερόμενες αισθητηριακές ευαισθησίες αφορούν ακουστικά και οπτικά ερεθίσματα (Haesen, Boets & Wagemans, 2011· Jones et al., 2009· Little, 2018· Simmons et al., 2009). Αυτές οι αισθητηριακές δυσκολίες προκαλούν δυσφορία, φόβο, άγχος, θυμό, προβλήματα αντίληψης και συγκέντρωσης (O'Neill & Jones, 1997· Robertson & Simmons, 2015), διαταράσσοντας την καθημερινή ζωή των ατόμων με ΔΑΦ και των ανθρώπων στο άμεσο περιβάλλον τους.

Τα γυαλιά ΕΠ αποτελούν μία συσκευή που θα μπορούσε να συμβάλλει σε διάφορες πτυχές της θεραπείας και παρέμβασης παιδιών με ΔΑΦ (Sahin et al., 2018). Ο Lee και οι συνεργάτες του (2018) αναφέρουν ότι τα παιδιά με ΔΑΦ μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες εξομίωσης και να εφαρμόσουν τις συμπεριφορές που διδάσκονται.

### **Η παρούσα μελέτη**

Ένας από τους στόχους αυτής της μελέτης προσανατολίζεται στη διερεύνηση της εμπειρίας των χρηστών και την αποδοχή των γυαλιών ΕΠ στη γενική εκπαίδευση όταν χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση φαινομένων που δεν μπορούν να γίνουν αντιληπτά από τις αισθήσεις μας, προκειμένου να «βιωθεί το αόρατο» και να συνεισφέρουν στη δημιουργία νοητικών μοντέλων.

Λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις δυνατότητες που φαίνεται να έχει η ΕΠ για παρεμβάσεις σχετικά με τη ΔΑΦ και την έλλειψη έρευνας για ρεαλιστικές εμπειρίες για τη ΔΑΦ από άτομα τυπικής ανάπτυξης, και ιδιαίτερα από άτομα του περιβάλλοντός των παιδιών με ΔΑΦ, διερευνάται η χρήση συστήματος ΕΠ στον τομέα της ειδικής εκπαίδευσης μέσω της σχεδίασης μιας πιλοτικής μελέτης βίωσης αντίστοιχων αισθητηριακών (οπτικών και ακουστικών) συνθηκών υπερφόρτωσης, παρόμοιων με αυτές που βιώνουν παιδιά με ΔΑΦ.

Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης στη γενική και την ειδική εκπαίδευση χρησιμοποιήθηκε το σύστημα (γυαλιά) ΕΠ Magic Leap One™. Το σύστημα αυτό επiléχθηκε καθώς επιτρέπει στο χρήστη να παρατηρεί απευθείας τον φυσικό κόσμο, και όχι μέσω βίντεο, επαυξημένο με τις ψηφιακές προσθήκες. Το σύστημα είναι εξοπλισμένο με έναν αυτόνομο φορητό υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Lumin, το οποίο αποτελεί ένα χωρικό λειτουργικό σύστημα που αναγνωρίζει και κατανοεί διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα. Το Magic Leap One™ διαθέτει CPU 64bit με έξι πυρήνες, μία GPU 256 Cuda, χώρο αποθήκευσης 128GB και μια σειρά αισθητήρων και καμερών. Υπάρχουν εννέα αισθητήρες για την αναγνώριση του φυσικού χώρου. Τα γυαλιά έχουν οπτικό πεδίο 50°, ανάλυση 1.3Mpixels ανά μάτι, και ρυθμό ανανέωσης 120Hz. Έχει έξι βαθμούς ελευθερίας, το χειριστήριο (trackpad) που συνοδεύει τα γυαλιά είναι ευαίσθητο στην πίεση ενώ περιλαμβάνει και απτική ανατροφοδότηση. Το περιβάλλον που σχεδιάστηκε για το σκοπό της μελέτης αναπτύχθηκε με την πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού Unity 3D Game Engine και τη γλώσσα αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού C#. Κατά την ανάπτυξη χρησιμοποιήθηκε το πακέτο ανάπτυξης λογισμικού (Software Development Kit) Lumin SDK καθώς και τα πακέτα XR Management και Magic Leap Unity Package. Όλα τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν στις εφαρμογές υλοποιήθηκαν ως ανεξάρτητα αντικείμενα (assets) και ο κώδικας αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση.

Με βάση τις ενδείξεις για θετικά αποτελέσματα προηγμένων συστημάτων ΕΠ στη γενική και ειδική εκπαίδευση καθώς και την έλλειψη πλαισίων αξιολόγησης τους, σκοπός της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της αξιοποίησης ενός συστήματος γυαλιών ΕΠ συνοδευόμενου από κατάλληλα σχεδιασμένες εφαρμογές, στη γενική και ειδική εκπαίδευση.

## **Μεθοδολογία**

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει δύο εμπειρικές μελέτες με άξονα διερεύνησης την ανάπτυξη ενός πλαισίου αξιολόγησης συστημάτων γυαλιών ΕΠ και εφαρμογών για τη γενική και ειδική εκπαίδευση. Η αξιολόγηση αφορά στην αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας ΕΠ, στην αίσθηση της παρουσίας, και στη νόσο της προσομοίωσης.

### **Ανάλυση δεδομένων**

Για τη διερεύνηση της επίδρασης των εφαρμογών στα υπό μελέτη θέματα, επιλέχθηκε η τεχνική ομάδας εστίασης, μια μορφή ομαδικής ποιοτικής συνέντευξης, η οποία επικεντρώνεται σε ένα ειδικό θέμα προς ενδελεχή διερεύνηση (Bryman, 2016). Κατά τη διαμόρφωση ενός σχετικά μη δομημένου πλαισίου, οι αρχικές ερευνητικές ιδέες παρουσιάστηκαν ως ανοικτές και ευέλικτες, με εστίαση του ενδιαφέροντος στην οπτική των συνεντευξιαζόμενων. Συμπληρωματικές ερωτήσεις έδωσαν τη δυνατότητα ανάδυσης ζητημάτων σε συνάφεια με το θέμα που οι ίδιοι οι συμμετέχοντες θεώρησαν σημαντικό. Το πλεονέκτημα της τεχνικής ομάδας εστίασης, έδωσε τη δυνατότητα νοηματοδότησης των υπό μελέτη φαινομένων και καταστάσεων και της σημασίας που επενδύθηκε σε αυτά.

Η διάσταση της χωρικής παρουσίας (Spatial Presence) έχει σημαίνοντα ρόλο στην ΕΠ αφού η τεχνολογία αξιοποιεί το φυσικό χώρο για την επαύξηση του με ψηφιακά αντικείμενα και τη σύνδεσή τους με αυτόν. Στην παρούσα μελέτη, η μέτρηση της χωρικής παρουσίας βασίστηκε στο εργαλείο «Temple Presence Inventory (TPI)». Στο TPI, η χωρική παρουσία μετρείται με επτά ερωτήσεις σε κλίμακα Likert επτά σημείων. Επειδή το εργαλείο έχει σχεδιαστεί για εικονικά περιβάλλοντα, απαιτείται τροποποίηση και προσαρμογή του στη συγκεκριμένη τεχνολογία ΕΠ. Αυτό προτείνει σε πιλοτική φάση η παρούσα εργασία.

Ο παράγοντας αποδοχής του συστήματος ΕΠ βασίζεται στο εργαλείο Technology Acceptance Model (TAM). Η μόνη μεταφορά του για συστήματα ΕΠ που εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία αναφέρεται στη στρατιωτική εκπαίδευση (Mao, Sun & Chen, 2017). Για την εκτίμηση της αποδοχής της ΕΠ, οι συγγραφείς χρησιμοποιούν τους παράγοντες της διεπαφής, της εκλαμβανόμενης χρησιμότητας, της εκλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης, της επίγνωσης της κατάστασης, της στάσης ως προς τη χρήση, και της πρόθεσης χρήσης. Το μοντέλο υποθέτει ότι οι δύο τελευταίοι παράγοντες που αφορούν την αποδοχή της τεχνολογίας επηρεάζονται από τους τέσσερις πρώτους. Το εργαλείο TAM για την ΕΠ αναφέρεται σε συστήματα βασισμένα σε φορητές τεχνολογίες και έτσι απαιτείται τροποποίηση του στο σύστημα ΕΠ με γυαλιά. Η τροποποίηση προτείνεται σε πιλοτική φάση στην παρούσα εργασία.

Για τη νόσο της προσομοίωσης χρησιμοποιείται το εργαλείο Simulator Sickness Questionnaire (SSQ), το οποίο μετρά την ένταση 16 συμπτωμάτων σε κλίμακα κλίμακα Likert τεσσάρων σημείων (Παράρτημα Α). Το SSQ ομαδοποιεί τα συμπτώματα σε τρεις διακριτές ομάδες: ναυτίας (π.χ. ναυτία, ευαισθησία στο στομάχι, αυξημένη σιελόρροια, ρέψιμο), οφθαλμικές (π.χ. κούραση ματιών, δυσκολία εστίασης, θολή όραση, πονοκέφαλος) και αποπροσανατολισμού (π.χ. ζάλη, ίλιγγος). Οι βαθμολογίες κάθε ομάδας και η συνολική βαθμολογία υπολογίζονται ως σταθμισμένα αθροίσματα (Kennedy et al., 1993) και κυμαίνονται ως εξής: ναυτία 0-200.34, οφθαλμικές 0-159.18, αποπροσανατολισμός 0-292.32 και συνολική βαθμολογία 0-235.62. Το συγκεκριμένο εργαλείο δεν εξαρτάται από

συγκεκριμένη τεχνολογία ή περιεχόμενο και χρησιμοποιήθηκε αυτούσιο και στις δύο εφαρμογές της παρούσας εργασίας.

Τα παραπάνω εργαλεία συνοδεύονται από δημογραφικό ερωτηματολόγιο σχετικά με την ηλικία, το φύλο και την εμπειρία χρήσης υπολογιστών, βιντεοπαιχνιδιών και τεχνολογιών AR/VR. Επίσης, υπάρχουν ερωτήσεις για την καταγραφή της εμπειρίας των συμμετεχόντων, καθώς και μια ερώτηση ανοικτού τύπου για την εκτίμηση της ικανοποίησή τους (Παράρτημα Β).

### **Πιλοτική μελέτη για την εφαρμογή «βιώνοντας το αόρατο»**

Για τη διερεύνηση της αξιοποίησης της ΕΠ στη γενική εκπαίδευση δημιουργήθηκε μια εφαρμογή σχετικά με ένα φυσικό φαινόμενο που επηρεάζει την καθημερινότητα, χωρίς να επιτρέπει την άμεση αντίληψη των σχετικών φυσικών μεγεθών. Η εφαρμογή και η αντίστοιχη δραστηριότητα αφορούν στην οπτικοποίηση των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων που εκπέμπονται από διάφορες συσκευές επικοινωνίας καθημερινής χρήσης (κινητό τηλέφωνο, ασύρματο τηλέφωνο, φορητός υπολογιστής και δρομολογητής). Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα αναπαριστάνονται ως σύνολο ομόκεντρων σφαιρών προερχόμενων από κάθε συσκευή που διαδίδονται στο φυσικό χώρο χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες χαρτογράφησης του Magic Leap One™ (Σχήμα 1).

#### **Δείγμα**

Στην πιλοτική εφαρμογή που παρουσιάζεται στην παρούσα εργασία συμμετείχαν 11 μεταπτυχιακοί φοιτητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική και Τεχνολογίες Μάθησης των Φυσικών Επιστημών» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

#### **Διαδικασία**

Η εμπειρική μελέτη διεξήχθη σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο στο Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Κάθε συμμετέχων έμπαινε στην αίθουσα όπου ο ερευνητής τον ενημέρωνε ότι επρόκειτο να συμμετάσχει σε ένα πείραμα με χρήση ΕΠ. Στη συνέχεια, ο ερευνητής βοηθούσε κάθε συμμετέχοντα να φορέσει το σύστημα και ξεκινούσε η πειραματική διαδικασία. Κατά τη διάρκεια της, κάθε συμμετέχοντας στέκονταν όρθιος χωρίς να απαιτείται να εκτελέσει ενέργειες ελέγχου, εκτός από την έναρξη της εφαρμογής.



**Σχήμα 1.** Οπτικοποίηση διάδοσης ηλεκτρομαγνητικού κύματος από κινητό τηλέφωνο

Μια σειρά από ασύρματες συσκευές, συγκεκριμένα ένα κινητό τηλέφωνο, ένα τηλέφωνο DECT, ένας φορητός υπολογιστής και ένας δρομολογητής ενεργοποιούνταν διαδοχικά, καθώς ο συμμετέχων κινούνταν ελεύθερα μέσα στο δωμάτιο και παρατηρούσε το φυσικό περιβάλλον. Όταν ενεργοποιούνταν μια συσκευή, εμφανίζονταν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα που εκπέμπονταν από αυτήν (Σχήμα 1). Η διάρκεια της δραστηριότητας ήταν περίπου 10 λεπτά. Στο τέλος της διαδικασίας, ο ερευνητής βοηθούσε το συμμετέχοντα να αφαιρέσει το σύστημα ΕΠ και τον οδηγούσε σε παρακείμενο χώρο για τη συμπλήρωση των online ερωτηματολογίων και τη συνέντευξη για την εμπειρία του.

### **Αποτελέσματα**

Η εμπειρία των 11 συμμετεχόντων όπως προέκυψε μέσω της τεχνικής ομάδας εστίασης, χαρακτηρίστηκε ως εύστοχη αναφορικά με τον επιστημονικό γραμματισμό, και υψηλού βαθμού ευχρηστίας. Οι συμμετέχοντες ανέφεραν πως διάκεινται ιδιαίτερα θετικά ως προς την αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας ΕΠ στην καθημερινή διδακτική πράξη. Παράλληλα, προέκυψαν παρατηρήσεις για τη βελτίωση της εμπειρίας, οι οποίες αφορούσαν τη διάρκεια της εμπειρίας, την οποία χαρακτήρισαν ως μικρή, καθώς και τους φυσικούς ήχους των συσκευών, τους οποίους θεώρησαν ότι μπορεί να αποπροσανατολίσουν τους συμμετέχοντες από το κύριο αντικείμενο της έρευνας.

Τα ερωτηματολόγια για τη μέτρηση της χωρικής παρουσίας και την αποδοχή του συστήματος ΕΠ, προσαρμόστηκαν από κάθε μέλος της ερευνητικής ομάδας, και προέκυψε αυτό που χρησιμοποιήθηκε στην πιλοτική μελέτη. Κατά τη συμπλήρωσή τους από τους συμμετέχοντες προέκυψαν και άλλες τροποποιήσεις.

Στην περίπτωση μέτρησης της χωρικής παρουσίας, οι αναφορές του TPI σε «αντικείμενα ή ανθρώπους» αντικαταστάθηκαν από τον όρο «εικονικά κύματα». Η ερώτηση που αξιολογεί την ομοιότητα της εικονικής εμπειρίας με την παρατήρηση μιας οθόνης ή της θέας μέσω ενός παραθύρου, αντικαταστάθηκε από το δίπολο παρατήρηση από οθόνη ή βίωση πραγματικότητας. Η ερώτηση σχετικά με την κατευθυντικότητα του ήχου δεν χρησιμοποιήθηκε καθώς η εφαρμογή δεν περιλάμβανε τρισδιάστατα ηχητικά εφέ. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει το προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο κλίμακας Likert 7 σημείων για τη μέτρηση της χωρικής παρουσίας αναφορικά με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Για την αποδοχή της τεχνολογίας, το προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο TAM περιλαμβάνει 18 ερωτήσεις κλίμακας Likert 7 σημείων με τις οποίες συγκεντρώνονται πληροφορίες για τη χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης των γυαλιών ΕΠ, τη στάση και την πρόθεση χρήσης τους. Επίσης, διατυπώθηκαν ερωτήσεις ως προς την επίγνωση της κατάστασης που βίωσαν οι συμμετέχοντες (τα εικονικά κύματα βοηθούν στην κατανόηση του τρόπου επικοινωνίας των ασύρματων συσκευών) (Πίνακας 2).

### **Πίνακας 1. Ερωτηματολόγιο χωρικής παρουσίας για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία**

#### **Χωρική παρουσία (προσαρμοσμένο TPI-SP)**

- 
- Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι τα εικονικά κύματα που έβλεπες βρίσκονταν στο μέρος που βρισκόσουν κι εσύ;
  - Σε ποιο βαθμό είχες την εντύπωση ότι θα μπορούσες να πλησιάσεις και να αγγίξεις τα εικονικά κύματα που έβλεπες;
  - Πόσο συχνά, αισθάνθηκες την ανάγκη να αποφύγεις κάποιο εικονικό κύμα;
  - Σε ποιο βαθμό αισθανόσουν ότι βρισκόσουν ανάμεσα στα εικονικά κύματα που είδες;
  - Πόσο συχνά θέλησες ή προσπάθησες να αγγίξεις κάποιο εικονικό κύμα που είδες;
  - Πως θα περιέγραφες την εμπειρία σου: σαν να έβλεπες μέσα από οθόνες ή σαν να παρακολουθούσες τα γεγονότα στο πραγματικό περιβάλλον;
-

## Πίνακας 2. Προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο TAM για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Αποδοχή (Technology Acceptance Model)
Η αναπαράσταση των κυμάτων είναι πειστική.
Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα.
Τα εικονικά κύματα βοηθούν στην κατανόηση του τρόπου επικοινωνίας των ασύρματων συσκευών;
Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση.
Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος.
Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.
Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου.
Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοώ το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον.
Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση με το υπό μελέτη θέμα.
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον.
Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.
Θα σύστηνα τα γυαλιά σε συναδέλφους μου.

### Πιλοτική μελέτη για την εφαρμογή «βιώνοντας το διαφορετικό»

Για τη διερεύνηση της αξιοποίησης της ΕΠ στην ειδική εκπαίδευση αναπτύχθηκε μια εφαρμογή οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων στο πλαίσιο της ΔΑΦ. Τα συγκεκριμένα οπτικοακουστικά ερεθίσματα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν αντιδράσεις υπερευαισθησίας σε παιδιά με ΔΑΦ επιλέχθηκαν με βάση τη σχετική βιβλιογραφία, καθώς και από συνεντεύξεις με άτομα από το περιβάλλον ατόμων με ΔΑΦ, αλλά και συνεντεύξεις με άτομα ΔΑΦ υψηλής λειτουργικότητας (Little, 2018· Simmons et al. 2009). Ειδικότερα, δημιουργήθηκαν αισθητήρια ερεθίσματα που προσομοιώνουν καταστάσεις πολλαπλής οπτικοακουστικής υπερευαισθησίας.

Τα τέσσερα ήταν οπτικά ψηφιακά ερεθίσματα. Τα δύο αφορούσαν την παραμόρφωση δύο εικόνων στους τοίχους του δωματίου. Ένα αφορούσε το «ζωντάνεμα» μιας αφίσας με φύλλα τα οποία έπεφταν μέσα σε όλο το δωμάτιο όταν ο συμμετέχων κοίταζε την αφίσα (Σχήμα 2). Το τρίτο οπτικό ερέθισμα ήταν μια σειρά από ακανόνιστες μικρές φωτεινές λάμπες οι οποίες προέρχονταν από το άναμμα ενός επιτραπέζιου φωτιστικού.

Αναφορικά με τα ψηφιακά ακουστικά ερεθίσματα, αυτά προέρχονταν από τον ήχο του τηλεφώνου ο οποίος προσομοίαζε με τον ήχο μιας σειρήνας και από τον ήχο μιας μικρής ηλεκτρικής σκούπας της οποίας ο ήχος έμοιαζε με τον ήχο ενός αεροπλάνου.

#### Δείγμα

Πέντε ειδικοί παιδαγωγοί, διδάσκοντες στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων κλήθηκαν να συμμετάσχουν στην πιλοτική έρευνα. Τους ζητήθηκε να συνδέσουν την εμπειρία της ΕΠ με τις εμπειρίες τους από τον επαγγελματικό τους χώρο αναφορικά με τη ΔΑΦ και τα αισθητηριακά ερεθίσματα.



Σχήμα 2. Αφίσα στον πραγματικό τοίχο και εικονικά φύλλα που πέφτουν στο δωμάτιο

### **Διαδικασία**

Κάθε συμμετέχων έμπαινε στην κατάλληλα διαμορφωμένη αίθουσα, ηχομονωμένη και καλά φωτισμένη, όπου μπορούσε να κινηθεί με ασφάλεια. Δύο ερευνητές συμμετείχαν στη διαδικασία. Ο ένας βοηθούσε κάθε συμμετέχοντα να φορέσει τη συσκευή ΕΠ, τον ενημέρωνε για το σκοπό της μελέτης και εκκινούσε την πειραματική διαδικασία. Τα ψηφιακά ερεθίσματα ενεργοποιούνταν από τον ερευνητή μέσω του χειριστηρίου του συστήματος Magic Leap One™. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, ο δεύτερος ερευνητής παρακολούθησε την εξέλιξη του πειράματος κρατώντας σημειώσεις.

Τα οπτικά και τα ακουστικά ερεθίσματα ενεργοποιούνταν διαδοχικά καθώς ο συμμετέχων περπατούσε μέσα στο δωμάτιο και παρατηρούσε το φυσικό περιβάλλον. Το πείραμα διήρκεσε περίπου δέκα λεπτά. Στο τέλος της διαδικασίας, ο ερευνητής βοηθούσε τον συμμετέχοντα να αφαιρέσει το σύστημα ΕΠ και τον οδηγούσε σε παρακείμενο χώρο για τη συμπλήρωση των online ερωτηματολογίων και τη συνέντευξη για την εμπειρία του.

### **Αποτελέσματα**

Οι πέντε συμμετέχοντες αξιολόγησαν την εμπειρία τους ως μια επιτυχή προσέγγιση μιας αντίστοιχης εμπειρίας την οποία ενδέχεται να βιώνουν τα άτομα με ΔΑΦ, όπως προκόπτει από τις γνώσεις τους και τη σχετική βιβλιογραφία. Σύμφωνα με τους συμμετέχοντες, τα ψηφιακά οπτικά αντικείμενα δήλωναν τη χωρική παρουσία, καθώς υπήρχε η αίσθηση συνύπαρξης τους στο φυσικό περιβάλλον. Χαρακτήρισαν την προσαρμογή του χώρου ως επιτυχή ρεαλιστική αναπαράσταση και εστίασαν στην ανάδειξη ενός περισσότερο «υπερφορτωμένου» πολυαισθητηριακού περιβάλλοντος, του οποίου τα ερεθίσματα ενδέχεται να προκαλέσουν εντονότερες αντιδράσεις στο χρήστη. Για παράδειγμα, τονίστηκε η ανάγκη για σύνθετη οπτική πληροφορία μέσω πολλαπλών διαφορετικών ερεθισμάτων, τα οποία θα συμπεριελάμβαναν έντονη εναλλαγή χρωμάτων, περισσότερες παραμορφωμένες εικόνες, διαφορετικά τρισδιάστατα σχήματα με τυχαία συχνότητα εμφάνισης στο χώρο.

Όσον αφορά στα ακουστικά ερεθίσματα, επισημάνθηκε η αναγκαιότητα προσθήκης χαρακτηριστικού θορύβου οχλαγωγίας (όπως είναι μια συγκεχυμένη συζήτηση μέσα στην τάξη η οποία προκαλεί έντονη δυσφορία στο μαθητή με ΔΑΦ καθώς δεν αντιλαμβάνεται την προέλευση κάθε μεμονωμένου ήχου). Οι συμμετέχοντες θεώρησαν τη χρήση της ΕΠ κατανοητή, προσδιορίζοντας την ως μια καλή πρόταση για τη βελτίωση της ενσυναίσθησης στην περίπτωση της ΔΑΦ. Η ανατροφοδότηση από τους συμμετέχοντες λήφθηκε υπόψη για τον εμπλουτισμό και την ανάπτυξη της τελικής εφαρμογής για τη ΔΑΦ.

Πίνακας 3. Προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο TAM για τον αυτισμό

Αποδοχή (Technology Acceptance Model)
Τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο.
Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ είναι καλή ιδέα.
Τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν παιδιά με ΔΑΦ.
Η χρήση των γυαλιών αυτών βελτιώνει την ενσυναίσθηση για παιδιά με ΔΑΦ.
Η αξιοποίηση των γυαλιών που φόρεσα ενισχύει την κατανόηση της κατάστασης παιδιών με ΔΑΦ.
Τα γυαλιά που φόρεσα συνεισφέρουν στη γνώση.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.
Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.
Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη.
Είναι εύκολο να πάρω σημαντικές πληροφορίες από αυτό το πείραμα για την κατάσταση που βιώνουν τα παιδιά με ΔΑΦ.
Μέσω των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κατανοώ το πραγματικό περιβάλλον και την κατάσταση που περιγράφεται
Η εφαρμογή που χρησιμοποίησα με βοηθά να βελτιώσω τον τρόπο που προσεγγίζω τα παιδιά με ΔΑΦ.
Η χρήση των γυαλιών επαυξημένης πραγματικότητας κάνει τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα.
Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση μου με παιδιά με ΔΑΦ.
Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση με το υπό μελέτη θέμα.
Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στο μέλλον.
Τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.
Θα σόστηνα τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας σε συναδέλφους μου.

Σχετικά με το ερωτηματολόγιο για τη χωρική παρουσία, χρησιμοποιήθηκε το TPI, προσαρμοσμένο όπως και στην περίπτωση για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Πίνακας 1). Οι μόνες αλλαγές του για την εφαρμογή της ΔΑΦ ήταν η αντικατάσταση της λέξης «κύματα» από το γενικότερο όρο «αντικείμενα», καθώς και η συμπερίληψη της ερώτησης «σε ποιο βαθμό ένιωθες ότι οι ήχοι ερχόταν από διαφορετικές κατευθύνσεις», αφού η εφαρμογή περιείχε ακουστικά ερεθίσματα.

Για την αποδοχή της τεχνολογίας, το προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο TAM κλίμακας Likert 7 σημείων τροποποιήθηκε κατάλληλα για την περίπτωση των ατόμων με ΔΑΦ. Διατυπώθηκαν ερωτήσεις για την επίγνωση της κατάστασης («τα οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα είναι όπως στον πραγματικό κόσμο», «τα ψηφιακά ερεθίσματα είναι κατάλληλα για τη βίωση καταστάσεων που ζουν τα παιδιά με ΔΑΦ»), όπως και ερωτήσεις για την ενίσχυση της ενσυναίσθησης (Πίνακας 3).

## Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η παιδαγωγική αξιοποίηση «φορετού» συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας με ημιδιαφανή γυαλιά στη γενική και την ειδική εκπαίδευση. Στόχος των δύο πιλοτικών μελετών ήταν η διαμόρφωση εργαλείων για την εκτίμηση παραγόντων όπως η αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας, η αίσθηση παρουσίας και η νόσος της προσομοίωσης. Οι συνεντεύξεις με τους ειδικούς χρήστες έδειξαν ότι το εργαλείο SSQ για τη νόσο της προσομοίωσης ήταν κατανοητό και κατάλληλο για την περίπτωση του προτεινόμενου συστήματος και των εφαρμογών γενικής και ειδικής εκπαίδευσης. Παρότι η μελέτη ήταν πιλοτική και το εργαλείο δεν είχε σχεδιαστεί ειδικά για επαυξημένη

πραγματικότητα, τα αποτελέσματα συμφωνούν με αντίστοιχα ενός παρόμοιου συστήματος ΕΠ (Vonk et al., 2018).

Το εργαλείο TAM για την αποδοχή της τεχνολογίας έχει διαχρονικά προσαρμοστεί για διάφορες τεχνολογίες, αλλά όχι για ειδικά συστήματα ΕΠ. Η διαμόρφωση του με βάση μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για ΕΠ βασισμένη σε κινητές συσκευές (Mao, Sun & Chen, 2017) έγινε κατανοητή από τους ειδικούς χρήστες της γενικής και ειδικής αγωγής, τα σχόλια των οποίων διαμόρφωσαν την έκδοση που προτείνεται στην παρούσα εργασία. Για την αίσθηση της χωρικής παρουσίας προσαρμόστηκε το εργαλείο TPI, αφού δεν υπάρχει αντίστοιχο εργαλείο για την επαυξημένη πραγματικότητα, εξειδικεύοντας τις ερωτήσεις του διακριτά για τη γενικά και την ειδική εκπαίδευση.

Οι ειδικοί χρήστες της γενικής εκπαίδευσης σημείωσαν την προστιθέμενη παιδαγωγική αξία που δίνει το συγκεκριμένο σύστημα στην οπτικοποίηση φαινομένων στο ίδιο το φυσικό περιβάλλον για τα οποία δεν υπάρχει καθημερινή εμπειρία. Οι ειδικοί χρήστες για τη ΔΑΦ, επεσήμαναν την αξία του συστήματος για την ανάπτυξη της ενσυναίσθησης προς άτομα με ΔΑΦ, θέμα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής μελέτης οδήγησαν στην επέκταση των δύο εφαρμογών και την αξιοποίηση των προτεινόμενων εργαλείων μέτρησης. Εμπειρικές μελέτες για τη γενική (Vrellis et al., 2020) και ειδική εκπαίδευση (Mikropoulos et al., 2020) απέδωσαν θετικά αποτελέσματα, αναδεικνύοντας τη λειτουργικότητα των εργαλείων για την εκτίμηση της αποδοχής και της παρουσίας του συστήματος επαυξημένης πραγματικότητας για την εκπαίδευση.

## Παράρτημα Α. Ερωτηματολόγιο για τη νόσο προσομοίωσης SSQ

Ερωτήσεις	0	1	2	3
Πόση δυσφορία ένιωσες γενικά;				
Ένωσες κούραση;				
Ένωσες πονοκέφαλο;				
Ένωσες κούραση στα μάτια;				
Είχες δυσκολία να εστιάζεις με τα μάτια σου;				
Είχες αυξημένη έκκριση σάλιου;				
Είχες εφίδρωση;				
Ένωσες ναυτία;				
Είχες δυσκολία συγκέντρωσης;				
Ένωθες «γεμάτο» το κεφάλι σου;				
Είχες θολή όραση;				
Ένωσες ζαλάδα με ανοιχτά μάτια;				
Ένωσες ζαλάδα με κλειστά μάτια;				
Ένωσες ίλιγγο;				
Ένωσες στομαχική δυσφορία;				
Είχες ρέψιμο;				

## Παράρτημα Β. Δημογραφικά στοιχεία και γενικές ερωτήσεις

Φύλο	Α/Θ
Ηλικία	Αριθμητική τιμή
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στη χρήση Η/Υ;	
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στα βιντεοπαιχνίδια;	Κλίμακα Likert 7 σημείων
Πόσο έμπειρο θεωρείς τον εαυτό σου στις τεχνολογίες εικονικής/επαυξημένης πραγματικότητας;	
Φοράς γυαλιά οράσεως;	Ναι/Όχι
Έχεις στο άμεσο περιβάλλον σου άτομο με ΔΑΦ;*	Ναι/Όχι
Αν Ναι, το άτομο με ΔΑΦ ανήκει*	Στο οικογενειακό/ φιλικό/ εργασιακό σας περιβάλλον
Ποια είναι η ηλικία του ατόμου με ΔΑΦ;*	Αριθμητική τιμή
(Για εκπαιδευτικούς) Έχεις κάποια εκπαίδευση/επιμόρφωση στην Ειδική Αγωγή;*	Σεμινάριο/ Πτυχίο/ Μεταπτυχιακό/ Διδακτορικό
Πόσο εξοικειωμένος/η είσαι με την οπτική αντίληψη ατόμων με ΔΑΦ;*	
Πόσο εξοικειωμένος/η είσαι με την ακουστική αντίληψη των ατόμων με ΔΑΦ;*	Κλίμακα Likert 7 σημείων
Συνολικά πόσο σου άρεσε η εικονική εμπειρία;	Κλίμακα Likert 7 σημείων
Σημείωσε τι σου έκανε εντύπωση από την εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας (θετικό ή αρνητικό).	Ελεύθερο Κείμενο
Σε βοήθησε η εμπειρία με τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας να αλλάξεις τις αντιλήψεις σου για το πως τα άτομα με ΔΑΦ αντιλαμβάνονται ή αισθάνονται οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα;*	Κλίμακα Likert 7 σημείων
Σου φάνηκε με την εμπειρία σου ότι «μπήκες στη θέση» ενός ατόμου με ΔΑΦ;*	Κλίμακα Likert 7 σημείων

\* Ερωτήσεις για τη μελέτη της Ειδικής Αγωγής

## Αναφορές

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5<sup>th</sup> edition). Washington, DC: Author.
- Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Beckmann, J., Menke, K., & Weber, P. (2019). Holistic evaluation of AR/VR-trainings in the ARSuL-Project. In L. Gómez Chova, A. López Martínez & I. Candel Torres (eds.), *Proceedings of the 13th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 4317-4327). Valencia, Spain: IATED Academy.
- Bryman, A. (2016). *Social Research Methods* (5th edition). London: Oxford University Press.
- Dalgarno, B., & Lee, M.J.W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.

- Dori, Y.J., & Belcher, J. (2005). Learning electromagnetism with visualizations and active learning. In J.K. Gilbert (ed.), *Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education* (pp. 187-216). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Georgiou, Y., & Kyza, E.A. (2017). The development and validation of the ARI questionnaire: An instrument for measuring immersion in location-based augmented reality settings. *International Journal of Human-Computer Studies*, 98, 24-37.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in Science and Science Education. In J. K. Gilbert (ed.), *Visualization in Science Education. Models and Modeling in Science Education* (pp. 9-27). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Haesen, B., Boets, B., & Wagemans, J. (2011). A review of behavioural and electrophysiological studies on auditory processing and speech perception in autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 5(2), 701-714.
- Heeter, C. (1992). Being There: The subjective experience of Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1(2), 262-271.
- Ibáñez, M.B., Di Serio, A., Villarán, D., & Delgado-Kloos, C. (2016). The acceptance of learning augmented reality environments: A case study. In J. M. Spector, C-C. Tsai, D. G. Sampson, Kinshuk, R. Huang, N-S. Chen & P. Resta (eds.), *Proceedings of the 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 307-311). Austin, TX, USA: IEEE.
- Ijsselstein, W.A., Ridder, H., Freeman, J., & Avons, S.E. (2000). Presence: Concept, determinants and measurement. In B. E. Rogowitz & T. N. Pappas (eds.), *Proceedings of SPIE 3959, Human Vision and Electronic Imaging* (pp. 520-529). San Jose, CA, USA: SPIE.
- Jones, C.R.G., Happé, F., Baird, G., Simonoff, E., Marsden, A.J., Tregay, J., Phillips, R.J., Goswami, U., Thomson, J.M., & Charman, T. (2009). Auditory discrimination and auditory sensory behaviours in autism spectrum disorders. *Neuropsychologia*, 47(13), 2850-2858.
- Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., & Lilienthal, M.G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203-220.
- Knight, V., McKissick, B., & Saunders, A. (2013). A review of technology-based interventions to teach academic skills to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43(11), 2628-2648.
- Lee, I-J., Lin, L-Y., Chen, C-H., & Chung, C-H. (2018). How to create suitable augmented reality application to teach social skills for children with ASD. In N. Mohamudally (eds.), *State of the Art Virtual Reality and Augmented Reality Knowhow* (Vol. 8, pp. 119-138). London: IntechOpen.
- Little, J-A. (2018). Vision in children with autism spectrum disorder: a critical review. *Clinical and Experimental Optometry*, 101(4), 504-513.
- Maloney, D., O’Kuma, T., Hieggelke, C.J. & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23.
- Mantziou, O., Vrellis, I., & Mikropoulos, T.A. (2015). Do children in the spectrum of autism interact with real-time emotionally expressive human controlled avatars?. *Procedia Computer Science*, 67, 241-251.
- Mao, C-C., Sun, C-C., & Chen, C-H. (2017). Evaluate learner’s acceptance of augmented reality based military decision making process training system. In M. Krishnamurthi, M. Iinuma, H. Chishiro & K. Kaneko (eds.), *Proceedings of the 5th International Conference on Information and Education Technology* (pp. 73-77). New York, NY, USA: ACM.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J.L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D.C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Mazon, C., Fage C., & Sauzón, H. (2019). Effectiveness and usability of technology-based interventions for children and adolescents with ASD: A systematic review of reliability, consistency, generalization and durability related to the effects of intervention. *Computers in Human Behavior*, 93, 235-251.
- 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 D. Economou, A. Klippel, H. Dodds, A. Peña-Rios, M. J. W. Lee, D. E. Beck, J. Pirker, A. Dengel, T. M. Peres & J. Richter (eds.), *Proceedings of the 6th International Conference of the Immersive Learning Research Network-iLRN 2020* (pp. 86-92). Immersive Learning Research Network, IEEE.
- O’Neill, M., & Jones, R.S. (1997). Sensory-perceptual abnormalities in autism: a case for more research?. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 27(3), 283-293.
- Ramdoss, S., Machalicek, W., Rispoli, M., Mulloy, A., Lang R., & O’Reilly, M. (2012). Computer-based interventions to improve social and emotional skills in individuals with autism spectrum disorders: A systematic review. *Developmental Neurorehabilitation*, 15(2), 119-135.
- Rauschnabel, P.A., & Ro, Y.K. (2016). Augmented reality smart glasses: An investigation of technology acceptance drivers. *International Journal of Technology Marketing*, 11(2), 123-148.
- Robertson, A., & Simmons, D. (2015). The sensory experiences of adults with Autism Spectrum Disorder: A qualitative analysis. *Perception*, 44(5), 569-586.

- Sahin, N.T., Keshav, N.U., Salisbury, J. P., & Vahabzadeh, A. (2018). Second version of google glass as a wearable socio-affective aid: positive school desirability, high usability, and theoretical framework in a sample of children with autism. *JMIR Human Factors*, 5(1), e1.
- Simmons, D.R., Robertson, A.E., McKay, L.S., Toal, E., McAleer, P., & Pollick, F.E. (2009). Vision in autism spectrum disorders. *Vision Research*, 49(22), 2705-2739.
- Vovk, A., Wild, F., Guest, W., & Kuula, T. (2018). Simulator sickness in Augmented Reality training using the Microsoft HoloLens. In R. L. Mandryk, M. Hancock, M. Perry, A. L. Cox (eds.), *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems-CHI 2018* (Paper No. 209, pp. 1-9). New York, NY, USA: ACM.
- 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.), *Proceedings of the 20<sup>th</sup> IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies – ICALT2020* (pp 333-337). CA: IEEE.
- Wu, H., Lee, S.W., Chang, H., & Liang, J.C. (2013). Current status, opportunities and challenges of Augmented Reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.

Αναφορά στο άρθρο ως: Βρέλλης, Ι., Γκαϊντατζής, Π., Δελημήτρος, Μ., Ιατράκη, Γ., Μικρόπουλος, Α., Μπέλλου, Ι., Στεργιούλη, Α., Τσιάρα, Α., & Χαλκή, Π. (2020). Βιώνοντας το αόρατο και το διαφορετικό: Επαύξηση της πραγματικότητας στη γενική και στην ειδική εκπαίδευση. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 13(1/2), 49-62.

<http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete>