ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

**Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση**

Τόμ. 17 (2024)

# Μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την ειδική αγωγή και αποδοχή του από εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία σε μαθητές με ήπια νοητική αναπηρία

*Μιχάλης Δελημήτρος, Αναστάσιος Μικρόπουλος*

doi: 10.12681/thete.42220

**Βιβλιογραφική αναφορά:**

Δελημήτρος Μ., & Μικρόπουλος Α. (2024). Μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την ειδική αγωγή και αποδοχή του από εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία σε μαθητές με ήπια νοητική αναπηρία. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, *17*, 23–34. https://doi.org/10.12681/thete.42220

# Μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την ειδική αγωγή και αποδοχή του από εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία σε μαθητές με ήπια νοητική αναπηρία

Μιχάλης Δελημήτρος, Αναστάσιος Μικρόπουλος
mdelhmh@uoi.gr, amikrop@uoi.gr

Εργαστήριο Εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

**Περίληψη**. Η απόκτηση ακαδημαϊκών δεξιοτήτων από μαθητές και φοιτητές με νοητική αναπηρία αποτελεί ένα τρέχον ερευνητικό ζήτημα προσφέροντας γνώσεις για την κατανόηση του κόσμου, και η ψηφιακή τεχνολογία υποστηρίζει αντίστοιχες διδακτικές προτάσεις. Καταγράφεται ερευνητικό κενό στον τρόπο σχεδίασης εκπαιδευτικών εφαρμογών υποστηριζόμενων από την ψηφιακή τεχνολογία για άτομα με νοητική αναπηρία. Η εργασία παρουσιάζει το μοντέλο MILES-D για την ανάπτυξη εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας για την Ειδική Αγωγή. Το μοντέλο εφαρμόζεται για την διδασκαλία της δομής της ύλης και αξιολογείται από εκπαιδευτικούς ως προς την αποδοχή του με ένα εργαλείο προσαρμοσμένο για την επαυξημένη πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα ως προς την αποδοχή από τους εκπαιδευτικούς είναι ιδιαίτερα θετικά και αναδεικνύουν την αξία του μοντέλου για τη σχεδίαση εφαρμογών τεχνολογιών εμβύθισης για άτομα με αναπηρία.

**Λέξεις κλειδιά:** Νοητική Αναπηρία, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Αποδοχή

## Εισαγωγή

Η Νοητική Αναπηρία (ΝΑ) είναι μια «διαταραχή που εμφανίζεται κατά την αναπτυξιακή περίοδο και περιλαμβάνει ελλείμματα στη νοητική και προσαρμοστική λειτουργικότητα σε αντιληπτικούς, κοινωνικούς και πρακτικούς τομείς» (American Psychiatry Association, 2013, σ. 33). Οι μαθητές με Νοητική Αναπηρία (ΝΑ) εμφανίζουν δυσκολίες στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ακαδημαϊκού περιεχομένου, όπως η κατανόηση, η επίλυση προβλημάτων, η ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Chang, Chang, & Liao, 2014· Polloway, Patton, & Marvalin, 2011). Η ερευνητική κοινότητα έχει επικεντρώσει το ενδιαφέρον της στην διδασκαλία κοινωνικών δεξιοτήτων και δεξιοτήτων ανεξάρτητης διαβίωσης, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται έλλειψη εμπειρικών δεδομένων όσον αφορά στην ανάπτυξη γνώσεων ακαδημαϊκού περιεχομένου και αντίστοιχων δεξιοτήτων (Fernández-Batanero, Montenegro-Rueda, & Fernández-Cerero, 2022· Mikropoulos & Iatraki, 2022).

Η ψηφιακή τεχνολογία φαίνεται ότι είναι ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την παροχή κινήτρων και την υποστήριξη απόκτησης ακαδημαϊκών δεξιοτήτων, με στόχο την σχολική και την κοινωνική τους συμπερίληψη ατόμων με αναπηρία (Mikropoulos & Iatraki, 2022). Η συμβολή της αφορά στην ενίσχυση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και ακαδημαϊκών δεξιοτήτων (Barlott et al., 2020), Ιδιαίτερα σε μαθητές με ΝΑ, η ψηφιακή τεχνολογία συνεισφέρει σε θετικά γνωστικά αποτελέσματα και διατήρηση της εμπλοκής τους με τη μαθησιακή διαδικασία σε απαιτητικό περιεχόμενο όπως η Φυσική (Iatraki, Mallidis-Malessas, & Mikropoulos, 2020· Mallidis-Malessas, Iatraki, & Mikropoulos, 2021).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα, ως μία από τις αναδυόμενες τεχνολογίες, προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών και των εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση της ως εκπαιδευτικό εργαλείο σε μαθητές με αναπηρία, με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Τα μοναδικά χαρακτηριστικά – οι παροχές – της για τη δημιουργία διαδραστικών εμπειριών ενισχύοντας τον φυσικό κόσμο με εικονικά στοιχεία κάνει περισσότερο προσβάσιμο το επιστημονικό περιεχόμενο, ειδικά όταν εμπλέκονται αφηρημένες έννοιες και πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα σε παιδιά με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Iatraki & Mikropoulos, 2022). Μετανάλυση της Baragash και των συνεργατών της ανέδειξε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα που αφορούσαν αριθμητικές δεξιότητες και ανεξαρτητοποίηση των μαθητών με ΝΑ που αληλλεπιδρούσαν με περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας (2020). Μελέτες όπως η ανασκόπηση της Avila-Garzon και των συνεργατών της αναδεικνύουν τη θετική συνεισφορά της επαυξημένης πραγματικότητας στην ανάπτυξη κοινωνικών και ακαδημαϊκών δεξιοτήτων, παρέχοντας ελκυστικά μαθησιακά περιβάλλοντα σε μαθητές με ειδικές ανάγκες (2021). Επίσης, ελαχιστοποιούν τους περιορισμούς που παρουσιάζουν οι μαθητές με αναπηρία καθώς μπορούν να εξερευνήσουν συνθήκες και καταστάσεις που είναι κοντά στον πραγματικό κόσμο (Köse & Güner-Yildiz, 2021).

Ένα ζήτημα που αφορά κάθε εμπειρική μελέτη στο πεδίο των κοινωνικών επιστημών, της εκπαίδευσης, και ιδιαίτερα της ειδικής εκπαίδευσης, είναι η εγκυρότητα. Όσον αφορά στην ειδική εκπαίδευση, το συμβούλιο για την έρευνα με χαρισματικά παιδιά (Council for Exceptional Children, 2025) έχει προτείνει τέσσερις τύπους ερευνητικών σχεδίων με σκοπό την εφαρμογή τεκμηριωμένων πρακτικών (Evidence-Based Practices) για την παραγωγή αξιόπιστων εμπειρικών δεδομένων. Κάθε τύπος ερευνητικού σχεδίου βασίζεται σε ένα πλαίσιο δεικτών ποιότητας το οποίο οφείλει να ακολουθείται σε κάθε έρευνα (Odom et al., 2005). Οι δείκτες ποιότητας αναφέρονται σε θέματα του πλαισίου των παρεμβάσεων, των χαρακτηριστικών των υποκειμένων, της πιστότητας, της εσωτερικής εγκυρότητας του σχεδίου έρευνας, της ανάλυσης των εμπειρικών δεδομένων. Τα πλαίσια δεικτών ποιότητας αναδιαμορφώθηκαν, ενέταξαν δείκτες που αφορούν στη χρήση της τεχνολογίας στις διδακτικές παρεμβάσεις, αλλά δεν αξιοποίησαν τις παροχές, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της ώστε να διασφαλιστεί η αποτελεσματικότερη αξιοποίηση της (Ιατράκη, 2023). Προκύπτει δηλαδή ένα ερευνητικό κενό στον τρόπο σχεδίασης διδακτικών και μαθησιακών παρεμβάσεων στην ειδική εκπαίδευση με την αξιοποίηση διαφόρων υλοποιήσεων της ψηφιακής τεχνολογίας.

Επίσης, η αξιοποίηση οποιασδήποτε τεχνολογίας, ιδιαίτερα των αναδυομένων τεχνολογιών όπως οι εμβυθιστικές, προαπαιτούν την αποδοχή τους από εκπαιδευτικούς και μαθητές. Η αποδοχή αποτελεί σημαντικό θεσμό κοινωνικοποίησης και άρσης του κοινωνικού αποκλεισμού, αφορά στο σύνολο όχι μόνο της εκπαιδευτικής κοινότητας αλλά και της ευρύτερης κοινωνίας. Η αναγνώριση και η αποδοχή των νέων δυνατοτήτων μπορεί να οδηγήσει στην υιοθέτηση των καινούργιων μέσων στην εκπαιδευτική διαδικασία (Mikropoulos et al., 2022).

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι υπάρχει έλλειμα στη σχετική βιβλιογραφία που να αναφέρεται σε προδιαγραφές, κατευθυντήριες γραμμές ή οδηγίες για το σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων και δραστηριοτήτων υποστηριζόμενων από αναδυόμενες τεχνολογίες για μαθητές με αναπηρίες. Η παρούσα εργασία προτείνει ένα μοντέλο για τη σχεδίαση μαθησιακών δραστηριοτήτων με την υποστήριξη των τεχνολογιών εμβύθισης για μαθητές με αναπηρία. Το μοντέλο ακολουθείται από την ανάπτυξη ενός μαθησιακού περιβάλλοντος επαυξημένης πραγματικότητας, και της μελέτης αποδοχής του από εκπαιδευτικούς, πριν την αξιοποίηση του από μαθητές.

## Ένα μοντέλο για τη σχεδίαση εμβυθιστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία

Η βιβλιογραφία αναδεικνύει τη θετική προσφορά των τεχνολογιών εμβύθισης στην ανάπτυξη κοινωνικών, επικοινωνιακών, και ακαδημαϊκών δεξιοτήτων στην ειδική εκπαίδευση. Οι τεχνολογίες αυτές παρέχουν παρακινητικά περιβάλλοντα και ελαχιστοποιούν περιορισμούς ατόμων με αναπηρίες για να διερευνήσουν καταστάσεις που πλησιάζουν τον πραγματικό κόσμο (Δελημήτρος, 2023). Με αυτό ως βάση σε συνδυασμό με την έλλειψη προδιαγραφών σχεδίασης, η παρούσα εργασία προτείνει το «μοντέλο για τη σχεδίαση μαθησιακών εμβυθιστικών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία» (Model for the design of Immersive Learning Enactments for Students with Disabilities, MILES-D) (Σχήμα 1) (Delimitros et al., 2022). Από πλευράς τεχνολογικής προσέγγισης, το μοντέλο βασίζεται στις παροχές τεχνολογίας και μάθησης των εμβυθιστικών τεχνολογιών. Από πλευράς παδαγωγικής προσέγγισης, το μοντέλο βασίζεται στον καθολικό σχεδιασμό για την προώθηση της συμπερίληψης (Rao, Ok, & Bryant, 2014).

Το μοντέλο ξεκινά από τις τεχνολογικές παροχές των τεχνολογιών εμβύθισης που περιλαμβάνουν την εικονική, την επαυξημένη, και την μικτή πραγματικότητα, οι οποίες συνοψίζονται ως (Mikropoulos & Natsis, 2011):

- Πολυαισθητηριακή και διαισθητική αλληλεπίδραση σε πραγματικό χρόνο στον εικονικό ή τον πραγματικό κόσμο.
- Εμβύθιση στον εικονικό κόσμο.
- Αίσθηση παρουσίας του χρήστη στον εικονικό κόσμο ή των εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό κόσμο.
- Αυτονομία του εικονικού και του επαυξημένου κόσμου.
- Αναπαράσταση εικονικών αντικειμένων και χώρων χωρίς σύμβολα, όπως στον πραγματικό κόσμο.
- Αναπαράσταση χρηστών στον εικονικό κόσμο μέσω ειδώλων τους (avatars).
- Αλληλεπίδραση μέσω οπτικής πρώτου προσώπου του χρήστη.
- Άμεσες, προσωπικές εμπειρίες του χρήστη.
- Προσαρμογή κλίμακας στο νχώρο και τον χρόνο ψηφιακών αντικείμενων και γεγονότων.
- Μεταφορά αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων σε διαστάσεις αντιληπτές από τον χρήστη.
- Πραγμάτωση αντικείμενων, φαινομένων και καταστάσεων.

Οι τεχνολογικές αυτές παροχές οδηγούν στις παροχές μάθησης των τεχνολογιών εμβύθισης (Mantziou, Papachristos, & Mikropoulos, 2018).

Ο χρήστης πλοηγείται ελεύθερα στον εικονικό κόσμο ή στον πραγματικό στις περιπτώσεις της επαυξημένης και της μικτής πραγματικότητας. Μπορεί να δημιουργήσει αντικείμενα, να αναπαραστήσει καταστάσεις και φαινόμενα. Η δημιουργία και η αναπαράσταση βασίζονται στις περισσότερες των περιπτώσεων στη μοντελοποίηση και την προσομοίωση. Οι χρήστες των περιβαλλόντων εμβύθισης μπορούν να επικοινωνούν μέσω πολλών καναλιών, να συμπράττουν και να συνεργάζονται σε αυτά. Τέλος, οι χρήστες μπορούν να παρουσιάζουν περιεχόμενο στον τρισδιάστατο εικονικό ή πραγματικό κόσμο.

**Σχήμα 1. Το μοντέλο για την σχεδίαση εμβυθιστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία MILES-D**

Ο καθολικός σχεδιασμός σε γενικό επίπεδο προτείνει επτά αρχές. Αυτές αναφέρονται στην ισότιμη, ευέλικτη, διαισθητική χρήση, την άμεσα αντιληπτή πληροφορία, τη μικρή φυσική προσπάθεια, την παροχή κατάλληλου χώρου, την ανοχή στα λάθη (Preiser, Vischer, & White, 1995).

Στο πεδίο της εκπαίδευσης, ο καθολικός σχεδιασμός παρουσιάζεται μέσω τριών παρόμοιων μοντέλων. Ονομαστικά, είναι ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση (Universal Design for Learning - UDL), ο Καθολικός Σχεδιασμός της Διδασκαλίας (Universal Design of Instruction - UDI) και ο Καθολικός Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός (Universal Instructional Design - UID). Ο καθολικός σχεδιασμός παρουσιάζει ένα πλαίσιο που προσφέρει ευελιξία στη διδακτική πρακτική και τη μαθησιακή διαδικασία, μειώνοντας τις προκλήσεις παρέχοντας διευκολύνσεις (Δελημήτρος, 2023).

Ο καθολικός σχεδιασμός για τη μάθηση βασίζεται στις τρεις βασικές αρχές που προτείνει το Κέντρο Εφαρμοσμένης Ειδικής Τεχνολογίας (Center for Applied Special Technology – CAST, https://www.cast.org/):

1. Παροχή πολλαπλών μορφών αναπαράστασης. Περιλαμβάνουν εναλλακτικές επιλογές για την αντίληψη και την κατανόηση με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης.
2. Παροχή πολλαπλών μέσων δράσης και έκφρασης του εκπαιδευόμενου στο πλαίσιο στοχοθετημένων δραστηριοτήτων με στόχο στοχοπροσηλωμένους μαθητές.
3. Παροχή πολλαπλών μέσων για την ανάπτυξη κινήτρων και την εμπλοκή του εκπαιδευόμενου στη μαθησιακή διαδικασία με στόχο ενεργούς μαθητές.

Οι τρεις αυτές αρχές υλοποιούνται κατά την ελεύθερη πλοήγηση, τη δημιουργία, τη μοντελοποίηση και την προσομοίωση, την επικοινωνία και τη συνεργασία, την παρουσίαση περιεχομένου σε χωρικές αναπαραστάσεις που πλησιάζουν τον πραγματικό κόσμο και συντίθεται το «μοντέλο για τη σχεδίαση μαθησιακών εμβυθιστικών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία» που προτείνει έξι κατηγορίες μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Αρχικά προτείνονται στοχοθετημένες και νοηματοδοτημένες διαδρομές και περιηγήσεις στο εικονικό ή επαυξημένο εικονικό περιβάλλον. Οι δραστηριότητες προκύπτουν ως απόρροια της οπτικής πρώτου προσώπου, των εμπειριών πρώτης τάξης, και της ελεύθερης πλοήγησης.

Παρέχεται η δυνατότητα σχεδιασμού ασφαλών μαθησιακών περιβαλλόντων. Οι δραστηριότητες εδράζονται στην αρχή της ανοχής στα λάθη.

Προσφέρονται περιβάλλοντα για παρουσίαση και ερμηνεία δεδομένων, μοντελοποίηση και προσομοίωση πραγματικών συστημάτων, φαινομένων και καταστάσεων. Οι δραστηριότητες προκύπτουν από το συνδυασμό όλων των παροχών και περιλαμβάνουν εκτός των άλλων τα εικονικά πειράματα.

Παρέχεται ένα πλαίσιο για συζητήσεις, συνομιλίες και διαλέξεις. Οι δραστηριότητες βασίζονται στην παροχή της πολυκαναλικής επικοινωνίας.

Παρέχεται επίσης ένας χώρος για συναντήσεις, παιχνίδια ρόλων και κοινωνική αλληλεπίδραση. Οι δραστηριότητες βασίζονται στις παροχές της σύμπραξης και της συνεργασίας.

Τέλος, προσφέρονται κοινόχρηστα διαδραστικά εργαλεία για προσωπική έκφραση, παρουσιάσεις και εκθέσεις. Οι δραστηριότητες βασίζονται στην ανάγκη για προώθηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών και αξιοποιούν την παροχή της παρουσίασης περιεχομένου.

## Εμπειρική μελέτη

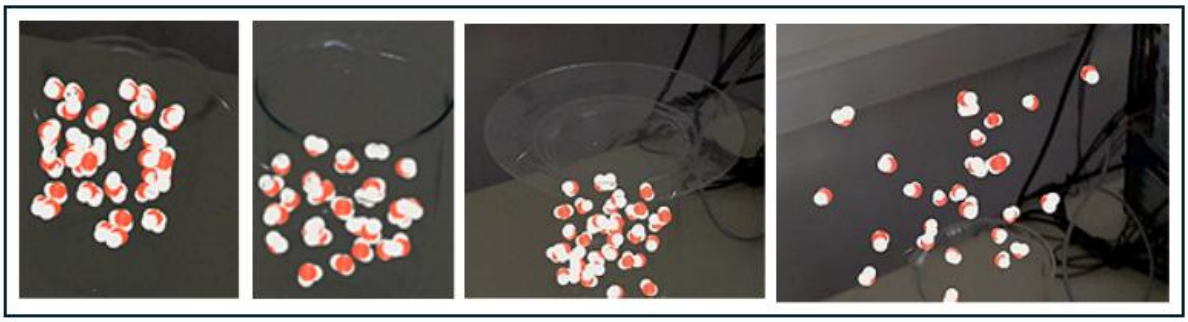
### *Η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας*

Η πρώτη μελέτη του MILES-D αφορά στην αποδοχή του μοντέλου από εκπαιδευτικούς. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μία εφαρμογή εμβυθιστικής επαυξημένης πραγματικότητας με θέμα τη δομή της ύλης για μαθητές με ήπια νοητική αναπηρία. Προσομοιώθηκαν τα μόρια του νερού στις τρεις καταστάσεις, την στερεή, την υγρή, και την αέρια. Οι αναπαραστάσεις που προέκυψαν από την οπτικοποίηση αφορούσαν την εμφάνιση των μορίων και τις κινήσεις τους στις τρεις καταστάσεις.

Η εφαρμογή δημιουργήθηκε στο περιβάλλον Unity 2019.2.0f1 σε συνδυασμό με τα GeoGebra, Sweet Home 3D, Pixlr, και την γλώσσα προγραμματισμού C#. Ως σύστημα επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιήθηκε το αυτόνομο Magic Leap One που αποτελείται από έναν υπολογιστή χώρου και ημιπερατά γυαλιά.

Για την αναπαράσταση του μορίου του νερού ακολουθήθηκε μια σειρά συμβάσεων όπως προτείνονται από την έρευνα στη διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Iatraki et al., 2021). Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο space filling με λευκό χρώμα για το υδρογόνο και κόκκινο για το οξυγόνο σύμφωνα με το μοντέλο Corey–Pauling–Koltun. Η ακτίνα του ατόμου του υδρογόνου θεωρήθηκε ότι είναι 1.2Å και του οξυγόνου 1.4Å. Η απόσταση ανάμεσα στα κέντρα των ατόμων υδρογόνου και οξυγόνου θεωρήθηκε ίση με 0.957Å. Τα άτομα οξυγόνου και υδρογόνου στο μόριο του νερού σχηματίζουν γωνία 104.5$^{o}$. 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 της ύλης απεικονίστηκαν για ομοιομορφία 40 μόρια νερού. Ο αριθμός αυτός ήταν και ο μέγιστος που μπορεί να απεικονίσει ομαλά η συσκευή Magic Leap στον περιορισμένο χώρο των 2lt ενός συνηθισμένου εργαστηριακού δοχείου ζέσης (Σχήμα 2).



**Σχήμα 2. Η θέαση των μορίων του νερού μέσα από τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας. Από αριστερά προς τα δεξιά: στερεό, υγρό, αέριο, αέριο μετά το άνοιγμα του δοχείου**

Η εφαρμογή ακολουθεί τις προτάσεις του MILES-D. Ο χρήστης περιηγείται στοχοθετημένα στον πραγματικό χώρο με ασφάλεια, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις του πάγου και του υδρατμού. Αξιοποιεί τη μοντελοποίηση και την προσομοίωση για την αναπαράσταση του μικρόκοσμου. Επιτρέπει συζητήσεις και κοινωνική αλληλεπίδραση με τον/την εκπαιδευτικό και την από κοινού χρήση εργαλείων, όπως το πραγματικό καπάκι του δοχείου νερού.

### *Δείγμα*

Στην εμπειρική μελέτη για τη διερεύνηση της αποδοχής του μαθησιακού περιβάλλοντος της δομής της ύλης στην εμβυθιστική επαυξημένη πραγματικότητα, συμμετείχαν συνολικά 54 εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης που είχαν διδάξει το θέμα «καταστάσεις της ύλης» και εκπαιδευτικοί δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του κλάδου ΠΕ04.01 (Φυσικής).

### *Εργαλείο αξιολόγησης αποδοχής*

Για τη μέτρηση της αποδοχής του συγκεκριμένου μαθησιακού περιβάλλοντος εμβύθισης χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) προσαρμοσμένο για επαυξημένη πραγματικότητα από τους Mao, Sun, και Chen (2017) και τροποποιημένο από την Iatraki και τους συνεργάτες της (2021). Η κλίμακα των απαντήσεων είναι επταβάθμια Likert, εκτός από τις ερωτήσεις που αφορούν στην δομή της ύλης.

Ο Πίνακας 1 δείχνει τους παράγοντες του μοντέλου και τις αντίστοιχες ερωτήσεις τους.

Έχουν επίσης προστεθεί έξι επιπλέον ερωτήσεις σχετικές με το περιεχόμενο της εφαρμογής.

### *Διαδικασία*

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

Κάθε συμμετέχων/ουσα εισέρχονταν στον χώρο του εργαστηρίου μόνος/η του/της, φορούσε τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας και μπορούσε να κινηθεί ελεύθερα. Η διάρκεια της αλληλεπίδρασης ήταν 8-10 λεπτά και περιελάμβανε τέσσερις φάσεις.

Στην περίπτωση του πάγου τα μόρια του νερού δεν άλλαζαν θέση αλλά μόνο ταλαντώνονταν γύρω από σταθερό σημείο καταλαμβάνοντας τις κορυφές και το κέντρο ενός κανονικού τετραέδρου. Το πραγματικό δοχείο, στην περίπτωση αυτή ήταν γεμάτο από τα μόρια του νερού. Στην περίπτωση του υγρού, το δοχείο γέμιζε 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 αλλάζαν θέσεις. Το αέριο παρατηρήθηκε στο δοχείο ζέσης που ήταν σκεπασμένο με διαφανές πλαστικό καπάκι. Τα μόρια κινούνταν σε όλο το χώρο του δοχείου με μεγαλύτερες ταχύτητες, συγκρούονταν μεταξύ τους, με τα

τοιχώματα του δοχείου και το καπάκι με μεγάλη συχνότητα, άλλαζαν θέσεις και προσανατολισμό καταλαμβάνοντας όλο τον όγκο του δοχείου.

Στο τέλος της διαδικασίας, κατά την τέταρτη φάση της, οι συμμετέχοντες 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 ζέσης αλλά και με όλα τα υπόλοιπα φυσικά αντικείμενα του εργαστηρίου (τοίχους, τραπέζια, καρέκλες και υπολογιστές).

**Πίνακας 1. Το προσαρμοσμένο μοντέλο αποδοχής**

| Παράγοντας αποδοχής | Ερωτήσεις |
|---|---|
| Διεπαφή (Interface Style-IS) | Η αναπαράσταση των μορίων είναι πειστική.<br>Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα.<br>Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης. |
| Αντιληπτή χρησιμότητα (Perceived usefulness, PU) | Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση.<br>Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος.<br>Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση. |
| Αντιληπτή ευκολία χρήσης (Perceived ease of use, PEU) | Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους.<br>Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα.<br>Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα 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.<br>Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό.<br>Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον. |
| Στάση απέναντι στη χρήση (Attitude toward using, ATU) | Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη.<br>Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία.<br>Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην τάξη. |
| Πρόθεση χρήσης (Intention to use, ITU) | Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον.<br>Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση.<br>Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση. |
| Προσαρμοσμένες ερωτήσεις | Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον βοήθησε στην κατανόηση της δομής της ύλης.<br>Η εμφάνιση του μικρόκοσμου (των μορίων) στο πραγματικό περιβάλλον προκάλεσε σύγχυση όσον αφορά στη δομή της ύλης.<br>Η αναπαράσταση των μορίων ταιριάζει με τον τρόπο που διδάσκεται σε παιδιά 9-12 ετών.<br>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον πάγο είναι επιστημονικά σωστή.<br>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στο υγρό νερό είναι επιστημονικά σωστή.<br>Η αναπαράσταση της κίνησης των μορίων στον υδρατμό είναι επιστημονικά σωστή. |

## Αποτελέσματα

Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει τα αποτελέσματα για τους έξι παράγοντες που συνεισφέρουν στην αποδοχή της τεχνολογίας. Η μέση τιμή κάθε παράγοντα προκύπτει από τις τρεις επί μέρους ερωτήσεις του, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 2. Αποτελέσματα για τους παράγοντες του τροποποιημένου TAM**

| Παράγοντας | Μέση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|---|---|
| Στυλ διεπαφής (Interface Style-IS) | 6,69 | ,51 |
| Αντιληπτή χρησιμότητα (Perceived usefulness, PU) | 6,60 | ,62 |
| Αντιληπτή ευκολία χρήσης (Perceived ease of use, PEU) | 6,48 | ,91 |
| Αντιληπτή επίγνωση της κατάστασης (Perceived situation awareness, PSA) | 6,35 | ,78 |
| Στάση απέναντι στη χρήση (Attitude toward using, ATU) | 6,48 | ,66 |
| Πρόθεση χρήσης (Intention to use, ITU) | 6,66 | ,68 |

Όπως φαίνεται, όλοι οι παράγοντες συνεισφέρουν ισχυρά στην αποδοχή του τεχνολογικού μαθησιακού περιβάλλοντος από τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Στον Πίνακα 3 αναλύονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων για κάθε επί μέρους παράγοντα του τροποποιημένου μοντέλου αποδοχής της τεχνολογίας. Οι μεγάλες τιμές της δεύτερης, πέμπτης και ενδέκατης ερώτησης αναδεικνύουν την προστιθέμενη αξία της εφαρμογής που σχεδιάστηκε με βάση το μοντέλο MILES-D όσον αφορά στην ανάπτυξη ακαδημαϊκών δεξιοτήτων. Οι τιμές της έβδομης, δέκατης τέταρτης, και δέκατης έβδομης ερώτησης αναδεικνύουν τη συνεισφορά της στη διδακτική πράξη.

**Πίνακας 3. Αναλυτικές απαντήσεις των παραγόντων της αποδοχής**

| | Ερωτήσεις τροποποιημένου TAM | Μέση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|---|---|---|
| 1 | Η αναπαράσταση των μορίων είναι πειστική. | 6,43 | ,79 |
| 2 | Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας για την οπτικοποίηση εννοιών της Φυσικής είναι καλή ιδέα. | 6,87 | ,44 |
| 3 | Τα εικονικά μόρια είναι κατάλληλα για την κατανόηση της δομής της ύλης; | 6,78 | ,54 |
| 4 | Η χρήση των γυαλιών που χρησιμοποίησα βελτιώνει τη μάθηση | 6,57 | ,66 |
| 5 | Η αξιοποίηση τέτοιων γυαλιών στην εκπαίδευση ενισχύει την κατανόηση του υπό μελέτη θέματος. | 6,65 | ,59 |
| 6 | Τέτοια γυαλιά συνεισφέρουν στη μάθηση. | 6,59 | ,71 |
| 7 | Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα είναι εύκολα στη χρήση τους. | 6,54 | 1,00 |
| 8 | Η εκμάθηση χρήσης των γυαλιών που χρησιμοποίησα δεν αποτελεί πρόβλημα. | 6,39 | 1,07 |
| 9 | Η λειτουργία των γυαλιών που χρησιμοποίησα είναι κατανοητή και ξεκάθαρη. | 6,52 | ,88 |
| 10 | Είναι εύκολο να πάρω σημαντική πληροφορία για τον φυσικό κόσμο από την εμπειρία μου. | 6,30 | 1,11 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | Μέσω των γυαλιών που χρησιμοποίησα κατανοείς το πραγματικό περιβάλλον και τα φαινόμενα σε αυτό. | 6,43 | ,81 |
| 12 | Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με βοηθούν να αξιολογήσω την κατάσταση στο φυσικό περιβάλλον. | 6,33 | ,82 |
| 13 | Η χρήση τέτοιων γυαλιών κάνει τη μάθηση πιο στοχοθετημένη. | 6,31 | ,95 |
| 14 | Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα με εμπλέκουν με τη μαθησιακή διαδικασία. | 6,61 | ,83 |
| 15 | Τα γυαλιά που χρησιμοποίησα μπορούν να βελτιώσουν την αλληλεπίδραση στην τάξη | 6,50 | ,84 |
| 16 | Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά στο μέλλον. | 6,67 | ,73 |
| 17 | Τα γυαλιά μπορούν να βοηθήσουν στην εκπαίδευση. | 6,69 | ,70 |
| 18 | Θα ήθελα να χρησιμοποιήσω τα γυαλιά επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση | 6,63 | ,76 |

Ο Πίνακας 4 παρουσιάζει τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών που αφορούν στο περιεχόμενο της εφαρμογής.

**Πίνακας 4. Απαντήσεις στις ερωτήσεις περιεχομένου**

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

Τα ποσοστά συμφωνίας των εκπαιδευτικών όσον αφορά στην ποιότητα του περιεχομένου και την καταλληλόλητα του για μαθητές ηλικίας 9-12 ετών που ανταποκρίνεται σε άτομα με ήπια νοητική αναπηρία είναι εξαιρετικά υψηλά.

## Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία προτείνει το μοντέλο για την σχεδίαση εμβυθιστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία MILES-D για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για μαθητές με αναπηρία. Η αποδοχή του μοντέλου από εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και Φυσικών Επιστημών υλοποιήθηκε μέσω εφαρμογής που σχεδιάστηκε με βάση το μοντέλο.

Η αποδοχή της συγκεκριμένης προσέγγισης ως προς τη σχεδίαση των εφαρμογών με βάση το προτεινόμενο μοντέλο και την υλοποίησή της μέσω της εμβυθιστικής επαυξημένης

πραγματικότητας ήταν ιδιαίτερα υψηλή, όπως προέκυψε από τη μελέτη των επί μέρους παραγόντων της: της διεπαφής, της αντιληπτής χρησιμότητας, της αντιληπτής ευκολίας χρήσης, της αντιληπτής επίγνωσης της κατάστασης, της στάσης απέναντι στη χρήση και της πρόθεσης χρήσης. Τα αποτελέσματα αναφορικά με τους έξι παραπάνω παράγοντες είναι συνεπή με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών (Maccallum & Parsons, 2023· Mikropoulos et al., 2022) σχετικά με την πρόθεση των εκπαιδευτικών να χρησιμοποιήσουν την αναδυόμενη τεχνολογία της εμβυθιστικής επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία. Επίσης, τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τα ευρήματα μελέτης για τον σχεδιασμό μαθησιακού περιβάλλοντος με το ίδιο αντικείμενο τη δομή της ύλης, σε μαθητές με νοητική αναπηρία (Iatraki et al., 2021). Επιπλέον, τα ευρήματα συμφωνούν με αντίστοιχα άλλων μελετών που αξιοποίησαν συστήματα ψηφιακής τεχνολογίας σε μαθητές με νοητική αναπηρία (Balasuriya et al., 2019· Sigafoos et al., 2014).

Η παρουσίαση του μοντέλου MILES-D θεωρείται μια από τις πρώτες προσπάθειες για τη σχεδίαση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων με την υποστήριξη της τεχνολογίας για άτομα με αναπηρία, καλύπτοντας ένα ερευνητικό κενό που αναφέρεται στην επέκταση των πλαισίων με τους δείκτες ποιότητας που αφορούν τη μεθοδολογία έρευνας στην ειδική εκπαίδευση (Mikropoulos, & Iatraki, 2022).

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 κατά τη διάρκεια της συμμετοχής τους (Radu, 2014).

Η αποδοχή της συγκεκριμένης προσέγγισης από εκπαιδευτικούς φαίνεται να παρέχει ευκαιρίες για την αξιοποίηση της στην εκπαιδευτική διαδικασία, το δυναμικό και τις ανάγκες των μαθητών και ενδυναμώνει το στόχο της συμπεριληπτικής πρακτικής.

Ως πρώτη παρουσίαση και διερεύνηση της αποδοχής από εκπαιδευτικούς του μοντέλου για τη σχεδίαση εμβυθιστικών μαθησιακών δραστηριοτήτων για άτομα με αναπηρία, η μελέτη παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς. Το μοντέλο απευθύνεται γενικότερα σε νευροαναπτυξιακές αναπηρίες, αλλά στην παρούσα εργασία εφαρμόστηκε για μαθητές με νοητική αναπηρία. Ο περιορισμός μετριάζεται μερικώς από το δείγμα της εμπειρικής έρευνας που ήταν εκπαιδευτικοί οι οποίοι απευθύνονται και σε άλλες αναπηρίες. Η χρήση εμβυθιστικής τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας περιορίζει πιθανώς τη χρήση της στη διδακτική πράξη λόγω κόστους .

Μελλοντικές έρευνες αφορούν στη σχεδίαση εφαρμογών με βάση το μοντέλο MILES-D σε άλλες αναπηρίες, διαφορετικές θεματικές περιοχές, και άλλου τύπου τεχνολογίες εμβύθισης, περισσότερο προσιτές στην καθημερινή διδακτική πράξη.

## Αναφορές

Almalki, N. (2016). What is the Best Strategy "Evidence-Based Practice" to Teach Literacy Skills for Students with Multiple Disabilities? A Systematic Review. *World Journal of Education, 6*(6), 18-30. https://doi.org/10.5430/wje.v6n6p18

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. American Psychiatric Association. Retrieved 5 May 2025, from https://psychiatryonline.org/doi/book/10.1176/appi.books.9780890425596

Avila-Garzon, C., Bacca-Acosta, J., Kinshuk, Duarte, J., & Betancourt, J. (2021). Augmented Reality in Education: An Overview of Twenty-Five Years of Research. *Contemporary Educational Technology, 13*(3), ep302. https://doi.org/10.30935/cedtech/10865

Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355–385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Balasuriya, S. S., Sitbon, L., Brereton, M., & Koplick, S. (2019). How can social robots spark collaboration and engagement among people with intellectual disability? In A. Lugmayr, M. Masek, M. Reynolds, M. Brereton (eds.), *Proceedings of the 31st Australian Conference on Human-Computer-Interaction* (pp. 209–220). NY: ACM. https://doi.org/10.1145/3369457.3370915

Baragash, R. S., Al-Samarraie, H., Alzahrani, A. I., & Alfarraj, O. (2020). Augmented reality in special education: a meta-analysis of single subject design studies. *European Journal of Special Needs Education, 35*(3), 382–397. https://doi.org/10.1080/08856257.2019.1703548

Barlott, T., Aplin, T., Catchpole, E., Kranz, R., Le Goullon, D., Toivanen, A., & Hutchens, S. (2020). Connectedness and ICT: Opening the door to possibilities for people with intellectual disabilities. *Journal of intellectual disabilities, 24*(4), 503–521. https://doi.org/10.1177/1744629519831566

CAST (2011). Κατευθυντήριες Γραμμές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση. Ανακτήθηκε στις 21 Απριλίου 2025 από https://udlguidelines.cast.org/binaries/content/assets/udlguidelines/udlg-v2-0/udlg-graphicorganizer-v2-0-greek.pdf

Chang, Y.-S., Chang, Y.-J., & Liao, C.-H. (2014). Enabling individuals with cognitive impairments to autonomously manage vocational tasks through use of a mobile augmented reality system. In J. Viteli & M. Leikomaa (eds.), *Proceedings of EdMedia & Innovate Learning 2014* (pp. 2612-2617). Waynesville, NC: AACE.

Council for Exceptional Children (2025). Division for Research, https://exceptionalchildren.org

Delimitros, M., Stergiouli, A., Iatraki, G., Mikropoulos, T. A., & Koutromanos, G. (2022). A model for the design of immersive learning enactments for students with disabilities. A literature review-based validation for students with intellectual disability. In J. Barroso, M Neto and S. Besio (eds.), *Proceedings of the 10th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion – DSAI* (pp. 141-145). NY: ACM. https://doi.org/10.1145/3563137.3563145

Fernández-Batanero, J.M., Montenegro-Rueda, M., & Fernández-Cerero, J. (2022). Use of Augmented Reality for Students with Educational Needs: A Systematic Review (2016–2021). *Societies, 12*(36). https://doi.org/10.3390/soc12020036

Iatraki, G., Mallidis-Malessas, P., Mikropoulos, T.A. (2020). Digital learning objects support grade-aligned Physics instruction for high school students with mild intellectual disability. In A. Pereira, M. Ribera, C.-K. Yang (eds.), *Proceedings of the 9th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion*. (pp. 213-218).NY: ACM.

Iatraki, G., Delimitros, M., Vrellis, I., & Mikropoulos, T. A. (2021). Augmented and virtual environments for students with intellectual disability: design issues in Science Education. In M. Chang, D. G. Sampson, A. Tlili, N-S. Chen, Kinshuk, (eds.), *21st IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies – ICALT2021* (pp. 381-385). CA: IEEE. https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00122

Iatraki, G., & Mikropoulos, T. A. (2022). Augmented reality in physics education: Students with intellectual disabilities inquire the structure of matter. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality, 31*(1), 89–106. https://doi.org/10.1162/pres_a_00374

Köse, H., & Güner-Yildiz, N. (2021). Augmented reality (AR) as a learning material in special needs education. Education and Information *Technologies, 26*(2), 1921–1936. https://doi.org/10.1007/s10639-020-10326-w

Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends, 56*(2), 13–21. https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3

Maccallum, K., Parsons, D. (2019). Teacher Perspectives on Mobile Augmented Reality: The Potential of Metaverse for Learning. In I. Arnedillo Sánchez, P. Isaías, P. Ravesteijn, & G. Ongena (eds.), *Proceedings of the International Conference on Mobile Learning 2019* (pp. 21-28). International Association for Mobile Learning.

Mallidis-Malessas, P., Iatraki, G., & Mikropoulos, T. A. (2021). Teaching Physics to Students With Intellectual Disabilities Using Digital Learning Objects. *Journal of Special Education Technology, 37*(4), 510-522. https://doi.org/10.1177/01626434211054441

Mantziou, O., Papachristos, N. M., & Mikropoulos, T. A. (2018). Learning activities as enactments of learning affordances in MUVEs: A review-based classification. *Education and Information Technologies, 23*(4), 1737–1765. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9690-x

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). NY: ACM. https://doi.org/10.1145/3029387.3029418

Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education, 56*(3), 769–780. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020

Mikropoulos, T. A., Delimitros, M., & Koutromanos, G. (2022). Investigating the Mobile Augmented Reality Acceptance Model with Pre-Service Teachers. In A. Dengel, M.-L. Bourguet, D. Pedrosa, J. Hutson, K. Erenli, D.

Economou, A. Pena-Rios, J. Richter (eds.), *Proceedings of the 2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN 2022)* (pp. 314-321). iLRN. https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815972

Mikropoulos, T., & Iatraki, G. (2022). Digital technology supports science education for students with disabilities: A systematic review. *Education and Information* Technologies, 28, 3911–3935. https://doi.org/10.1007/s10639-022-11317-9

Odom, S. L., Brantlinger, E., Gersten, R., Horner, R. H., Thompson, B., & Harris, K. R. (2005). Research in special education: Scientific methods and evidence-based practices. *Exceptional* Children, 71(2), 137–148. https://doi.org/10.1177/001440290507100201

Polloway, E. A., Patton, J. R., & Marvalin, N., A. (2011). Intellectual and developmental disabilities. In J. M. Kaufman & D. P. Hallahan (eds.), *Handbook of special education* (pp. 175-186). New York, NY: Routledge.

Preiser, W. F. E., Vischer, J. C., White E. T. (1995). Design Intervention: Toward a More Humane Architecture. *Journal of Architectural and Planning Research*, *12*(3), 309-311.

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous* Computing, 18(6), 1533–1543. https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y

Rao, K., Ok, M. W., & Bryant, B. R. (2014). A review of research on universal design educational models. *Remedial and Special Education, 35*(3), 153–166. https://doi. org/10.1177/0741932513518980

Sigafoos, J., O'Reilly, M. F., Lancioni, G. E., & Sutherland, D. (2014). Augmentative and Alternative Communication for Individuals with Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability. *Current Developmental Disorders Reports, 1*(2), 51–57. https://doi.org/10.1007/s40474-013-0007-x

Δελημήτρος, Μ. (2023). *Επαυξημένη Πραγματικότητα και Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση: μελέτη αποδοχής και ένα μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Ιατράκη, Γ. (2023). Επαυξημένη *Πραγματικότητα στην κατανόηση εννοιών Φυσικής σε μαθητές με Νοητική Αναπηρία*. Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Αναφορά στο άρθρο ως: Δελημήτρος, Μ., & Μικρόπουλος, Α. (2024). Μοντέλο σχεδίασης εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας για την ειδική αγωγή και αποδοχή του από εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία σε μαθητές με ήπια νοητική αναπηρία. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 17, 23-34. https://doi.org/10.12681/thete.42220