

Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 13, Αρ. 6 (2026)

ICODL2025



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13ο Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

ISBN: 978-618-5335-32-8

Ανοικτή & Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση:

Οι Δεξιότητες του 21ου Αιώνα & η Πρόκληση της Τεχνητής Νοημοσύνης

ΤΟΜΟΣ 6

5-7/12 2025

ΕΑΠ Πάτρα & Εξ Αποστάσεως



Εικονική πραγματικότητα στη διδασκαλία της Βιολογίας: Μία εκπαιδευτική παρέμβαση στην Επαγγελματική Εκπαίδευση

Ευγενία Παξινού, Παναγιώτης Βατσής, Αλέξανδρος Γεροδήμος, Διονυσία Φωτακοπούλου, Βασίλειος Χριστοδουλόπουλος, Δημήτριος Καλλές

doi: [10.12681/icodl.8603](https://doi.org/10.12681/icodl.8603)

Copyright © 2026, Ευγενία Παξινού, Παναγιώτης Βατσής, Αλέξανδρος Γεροδήμος, Διονυσία Φωτακοπούλου, Βασίλειος Χριστοδουλόπουλος, Δημήτριος Καλλές



Άδεια χρήσης [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Εικονική πραγματικότητα στη διδασκαλία της Βιολογίας: Μία εκπαιδευτική παρέμβαση στην Επαγγελματική Εκπαίδευση

Virtual reality in Biology teaching: An educational intervention in Vocational Education

Παξινού Ευγενία
ΣΕΠ ΕΑΠ
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
paxinou.evgenia@ac.eap.gr

Βατσής Παναγιώτης
Διευθυντής
1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας-Ηλεία
pvatsis@sch.gr

Γεροδήμος Αλέξανδρος
Εκπαιδευτικός
1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας-Ηλεία
elenikalyva62@yahoo.com

Φωτακοπούλου Διονυσία
Εκπαιδευτικός
1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας-Ηλεία
dionisia.fotakopoulou@gmail.com

Χριστοδουλόπουλος Βασίλειος
Εκπαιδευτικός
1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας-Ηλεία
vxristodoulopoulos@gmail.com

Δημήτριος Καλλές
Καθηγητής ΣΘΕΤ
Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
kalles@eap.gr

Περίληψη

Η αξιοποίηση εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας στα Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑΛ) καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα εξ αποστάσεως απόκτησης πρακτικών δεξιοτήτων. Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει μία παιδαγωγική παρέμβαση βιωματικής μάθησης που υλοποιήθηκε στο 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας, με στόχο τη διερεύνηση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας, τόσο του πραγματικού όσο και του εικονικού εργαστηρίου Βιολογίας. Στη Δράση, αξιοποιήθηκε αφενός, ο εργαστηριακός εξοπλισμός του εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών του σχολείου και αφετέρου, ένα εκπαιδευτικό λογισμικό εικονικής πραγματικότητας, το Onlabs. Μαθητές της Α΄ τάξης του ΕΠΑΛ, συμμετείχαν σε δύο διαδοχικές μαθησιακές εμπειρίες: αρχικά χρησιμοποίησαν το πραγματικό μικροσκόπιο και στη συνέχεια αλληλεπίδρασαν με ένα εικονικό. Μετά από κάθε εμπειρία, συμπλήρωσαν ερωτηματολόγιο βασισμένο στο μοντέλο ARCS του Keller, με στόχο να διερευνηθούν το ενδιαφέρον, η αντιλαμβανόμενη συνάφεια, η αυτοπεποίθηση και η ικανοποίηση από την εκάστοτε μαθησιακή διαδικασία. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με μεθόδους περιγραφικής στατιστικής. Τα αποτελέσματα παρείχαν ενδείξεις ότι το πραγματικό μικροσκόπιο προσφέρει στους μαθητές μία ζωντανή μαθησιακή εμπειρία, η οποία

ενισχύει την αίσθηση κατανόησης και ικανοποίησης και αναγνωρίζεται ως αποτελεσματικό μέσο μάθησης. Από την άλλη, το εικονικό μικροσκόπιο εκτιμήθηκε ως ενδιαφέρον υποστηρικτικό εργαλείο, ιδιαίτερα σημαντικό για την ενίσχυση της μάθησης, το οποίο μπορεί να συμβάλει θετικά στην καλλιέργεια ενδιαφέροντος, χωρίς όμως, να υποκαθιστά την εμπειρία που προσφέρει η άμεση επαφή στο πραγματικό εργαστήριο.

Λέξεις-κλειδιά

επαγγελματικό λύκειο (ΕΠΑΛ), εικονική πραγματικότητα (ΕΠ), εκπαιδευτικό λογισμικό, Βιολογία, μικροσκόπιο, εξ αποστάσεως εκπαίδευση

Abstract

The use of virtual reality applications in Vocational High Schools is particularly important, as it enables remote experiential learning. This paper presents a pedagogical intervention implemented at the 1st Vocational High School of Amaliada-Greece, aiming to investigate the learning effectiveness of both physical and virtual Biology laboratory. In the Action, the Science Laboratory equipment was utilized alongside the Onlabs virtual reality educational software. First-year students participated in two consecutive learning experiences: initially they used the real microscope, and then they interacted with a virtual one. After each experience, they completed a questionnaire based on Keller's ARCS model, with the aim of exploring interest, perceived relevance, confidence, and satisfaction with the learning process. Data analysis was conducted using descriptive statistics. The results provided indications that the real microscope offers students a vivid learning experience that enhances their sense of understanding and satisfaction and is recognized as an effective means of learning. On the other hand, the virtual microscope was evaluated as an engaging supportive tool, particularly important for reinforcing learning and fostering interest, without, however, replacing the experience afforded by direct engagement in the physical laboratory.

Keywords

vocational high school, virtual reality (VR), educational software, biology, microscope, distance education

Εισαγωγή

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, και ειδικότερα των εργαστηριακών μαθημάτων, στοχεύει τόσο στην εννοιολογική κατανόηση όσο και στην απόκτηση πρακτικών δεξιοτήτων (Hofstein & Lunetta, 2003; Paxinou 2018; Sypsas et al., 2024). Στο πλαίσιο αυτό, η φυσική παρουσία των εκπαιδευομένων στο εργαστήριο, θεωρείτο, μέχρι πρότινος, αναγκαία προϋπόθεση για την απόκτηση χειραπτικών (hands-on) δεξιοτήτων, μέσω της αλληλεπίδρασης με τον εξοπλισμό και τα υλικά του εργαστηρίου (Sypsas & Kalles, 2018; Paxinou et al., 2020a). Ωστόσο, οι εξελίξεις στον χώρο της εκπαίδευσης, όπου θέλουν την εξ αποστάσεως εκπαίδευση να αποτελεί είτε βασική είτε συμπληρωματική μέθοδο μάθησης εκπαιδευτικών σεναρίων, σε ποικίλα εκπαιδευτικά πλαίσια, έχουν οδηγήσει στην ανάγκη επαναπροσδιορισμού του τρόπου απόκτησης εργαστηριακής εμπειρίας (Achuthan, Kolil, & Diwakar, 2018; Χαλακατεβάκης κ.ά., 2025). Η επιλογή της εξ αποστάσεως απόκτησης εργαστηριακών δεξιοτήτων, μέσω λογισμικών Εικονικής Πραγματικότητας (ΕΠ), σε σενάρια εξ αποστάσεως ή μικτής μάθησης, είναι πλέον ευρέως αποδεκτή, καθώς είναι μία καινοτόμος τεχνολογία η οποία προσφέρει: (α) ασφαλή εξοικείωση των μαθητών με ευαίσθητο και ακριβό εργαστηριακό εξοπλισμό, χωρίς ανάγκη διαρκής αναβάθμισης του φυσικού εργαστηριακού εξοπλισμού, (β) απόκτηση εργαστηριακών δεξιοτήτων από τον χώρο του εκπαιδευόμενου, οποιαδήποτε χρονική στιγμή, (δ) αύξηση των ακαδημαϊκών επιδόσεων στα εργαστηριακά μαθήματα και (γ) μείωση του αποτυπώματος του άνθρακα (Kirriemuir & McFarlane 2004; Vogel et al., 2006; Paxinou et al., 2020b). Η εξ αποστάσεως ή μικτή διδασκαλία δεν αφορά πλέον, μόνο την απλή μεταφορά της διά ζώσης διδασκαλίας στο διαδίκτυο, αλλά προϋποθέτει σχεδιασμό εκπαιδευτικών περιβαλλόντων που καλλιεργούν βασικές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, όπως είναι η κριτική σκέψη, η αυτορρυθμιζόμενη μάθηση και η ευχέρεια στην ψηφιακή πλοήγηση (Αναστασιάδης, 2014; Bates, 2022). Σε αυτό το πλαίσιο, εργαλεία όπως η

ΕΠ, επιτρέπουν τη δημιουργία ασφαλών και ελεγχόμενων ψηφιακών περιβαλλόντων, στα οποία οι μαθητές μπορούν να εξασκηθούν, να αποτύχουν, να ξαναδοκιμάσουν και να μάθουν, χωρίς ρίσκο, αποκτώντας γνώση και αυτοπεποίθηση, πριν καν, την είσοδό τους στο πραγματικό εργαστήριο (Makransky & Lilleholt, 2018).

Τα εικονικά εργαστήρια προσομοιώνουν πραγματικά εργαστηριακά περιβάλλοντα, επιτρέποντας στους μαθητές να πραγματοποιούν πειράματα εικονικά, προάγοντας τη συμμετοχή, την παρακίνηση και τη διερευνητική μάθηση (Garson et al., 2017; Xu et al., 2018). Παρά τα πλεονεκτήματά τους, παραμένουν σημαντικοί περιορισμοί, όπως η έλλειψη απτικής εμπειρίας, η ανάγκη επιμόρφωσης εκπαιδευτικών, η ευθυγράμμιση με το αναλυτικό πρόγραμμα και οι ανισότητες στην ψηφιακή πρόσβαση. Άρα, στις περισσότερες έρευνες συνιστάται μια μικτή μαθησιακή προσέγγιση, που να συνδυάζει τα φυσικά και τα εικονικά εργαστήρια για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη δεξιοτήτων. Τα εικονικά εργαστήρια έχουν τη δυνατότητα να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στην προετοιμασία των μαθητών για ανώτερες σπουδές, καλλιεργώντας τη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση και τις απαραίτητες δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα (Παξινού κ.ά., 2023; Long, Zhang & Zeng, 2025).

Στην Επαγγελματική Εκπαίδευση, η ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς οι μαθητές προετοιμάζονται για τεχνικά και τεχνολογικά περιβάλλοντα εργασίας. Η ανάγκη εκσυγχρονισμού της εκπαίδευσής τους είναι επιτακτική, αφού οι μαθητές καλούνται να καλλιεργήσουν και ικανότητες ψηφιακού γραμματισμού. Η δράση αυτή επιδιώκει να ικανοποιήσει αυτόν τον μαθησιακό στόχο, βοηθώντας στην ανάπτυξη της ψηφιακής ωριμότητας των μαθητών. Σε αυτά τα μαθησιακά περιβάλλοντα, η ενσωμάτωση εικονικών εργαστηρίων προσφέρει μία καινοτόμα, προσαρμοστική και περιεκτική προσέγγιση η οποία μπορεί να ενταχθεί σε σενάρια διδασκαλίας και μάθησης, τόσο στη διαζώση όσο και στην εξ αποστάσεως σχολική εκπαίδευση.

Παρά τη διεθνή ανάπτυξη των εικονικών εργαστηρίων, ελάχιστες μελέτες έχουν εστιάσει στην Επαγγελματική Εκπαίδευση στην Ελλάδα, και ειδικότερα στα Επαγγελματικά Λύκεια (ΕΠΑΛ), όπου οι μαθητές έχουν διαφορετικά προφίλ κινήτρων και ψηφιακής επάρκειας. Η παρούσα μελέτη η οποία επιχειρεί να καλύψει αυτό το κενό, προέκυψε από Δράση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της

Αξιολόγησης Σχολικών Μονάδων, στον άξονα «Διδασκαλία Μάθηση & Αξιολόγηση». Στη Δράση συμμετείχαν μαθητές της Α΄ Λυκείου, του 1^{ου} Ημερήσιου ΕΠΑΛ Αμαλιάδας και μέσω αυτής αναδείχθηκε ένας εναλλακτικός τρόπος εξοικείωσης των μαθητών στη χρήση του μικροσκοπίου, ένα βασικό εργαστηριακό όργανο στις Φυσικές Επιστήμες. Ο σχεδιασμός της Δράσης βασίστηκε στον μαθησιακό στόχο που ορίζει το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) για τους μαθητές της Α΄ Λυκείου, στο μάθημα της Βιολογίας, σύμφωνα με τον οποίο οι μαθητές θα πρέπει να εξοικειωθούν στη χρήση του φωτονικού μικροσκοπίου. Η Δράση εστίασε στη διδακτική αξιοποίηση ενός συνδυασμού πραγματικού και εικονικού εργαστηρίου Βιολογίας, διερευνώντας τη συμβολή του τελευταίου στην καλλιέργεια ψηφιακών δεξιοτήτων και στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας.

Η παρούσα εργασία δομείται ως εξής: Στην Ενότητα 2 δίνεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση στη χρήση της ΕΠ στην Επαγγελματική Εκπαίδευση και στην προστιθέμενη αξία των εικονικών εργαστηρίων. Στην Ενότητα 3 τεκμηριώνεται η σκοπιμότητα της συγκεκριμένης Δράσης, ενώ στην Ενότητα 4 αναλύεται η μεθοδολογία της. Στην Ενότητα 5, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και στην τελευταία ενότητα δίνονται τα συμπεράσματα, με προτάσεις για ενίσχυση της αποδοχής της ΕΠ από τους μαθητές των ΕΠΑΛ. Υπογραμμίζεται ότι στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, ο όρος «αυθεντικότητα» αναφέρεται στην αντιλαμβανόμενη εγγύτητα της μαθησιακής εμπειρίας προς τις πραγματικές συνθήκες του εργαστηριακού χώρου (Herrington & Oliver, 2000).

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Εικονική πραγματικότητα και Επαγγελματική Εκπαίδευση

Πρόσφατες έρευνες αναδεικνύουν την αποτελεσματικότητα της ΕΠ σε ποικίλα επαγγελματικά πεδία, από τη μηχανική και την τέχνη, μέχρι την κομμωτική και τη συντήρηση αυτοκινήτων (Chiang et al., 2025). Οι εφαρμογές της ΕΠ στα ΕΠΑΛ έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν σημαντικά την εμπλοκή, το κίνητρο και την απόκτηση πρακτικών δεξιοτήτων από τους μαθητές. Μελέτες δείχνουν ότι η μάθηση μέσω ΕΠ αυξάνει την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και ευχρηστία της μαθησιακής διαδικασίας, γεγονός που ενισχύει τις στάσεις και τις προθέσεις των μαθητών προς τη μάθηση (Liao et al., 2025). Η εμπύθιση αποτελεί κεντρικό παράγοντα για την

ενίσχυση του κινήτρου και της αυτόνομης μάθησης, ιδιαίτερα όταν η ΕΠ συνδυάζεται με τις παραδοσιακές διδακτικές μεθόδους (Keller et al., 2025; Lim & Wong, 2025). Πιο συγκεκριμένα, οι εφαρμογές ΕΠ χρησιμοποιούνται σε διάφορα επαγγελματικά πεδία, για την: (α) Κατάρτιση Τεχνικών Δεξιοτήτων - η ΕΠ αξιοποιείται για πρακτική εξάσκηση σε τομείς όπως η λειτουργία φρέζας, η συντήρηση κινητήρων αυτοκινήτων και η ηλεκτρική ασφάλεια, παρέχοντας ασφαλείς, οικονομικές και ρεαλιστικές προσομοιώσεις (Ismara, Supriadi & Mubarak, 2024), (β) Τέχνη και Δημιουργικότητα - η ενσωμάτωση της ΕΠ στη διδασκαλία της τέχνης ενισχύει την κατανόηση του χώρου, τη δημιουργικότητα και τον περιβαλλοντικό γραμματισμό, ειδικά όταν συνδυάζεται με μοντέλα δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων (Liao et al., 2025) και (γ) Αξιολόγηση και Παρακολούθηση - οι πλατφόρμες ΕΠ υποστηρίζουν διαμορφωτική και τελική αξιολόγηση, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να παρακολουθούν την πρόοδο και την κατανόηση των μαθητών σε πραγματικό χρόνο (Santoso, Yusuf & Prihatmanto, 2020).

Η ΕΠ αρχίζει να βρίσκει τη θέση της στα ελληνικά ΕΠΑΛ, με τις πρώτες έρευνες και πιλοτικά προγράμματα να διερευνούν τις δυνατότητές της, για την ενίσχυση τόσο της πρακτικής όσο και της θεωρητικής μάθησης. Αν και η πλειονότητα των μελετών για την ΕΠ στην Επαγγελματική Εκπαίδευση, προέρχεται από το διεθνές πεδίο, υπάρχει τουλάχιστον, μία αξιολογη ελληνική πρωτοβουλία στον ναυτιλιακό τομέα. Η πρωτοβουλία αυτή εστιάζει στη δημιουργία μιας διαδικτυακής πλατφόρμας παιχνιδοποίησης, εμπνευσμένης από το Μουσείο Ναυτικής Παράδοσης στο Πέραμα, η οποία επιτρέπει στον χρήστη να εξερευνήσει αρχαία και σύγχρονα ναυτικά εργαλεία σε έναν εικονικό χώρο (Kotsifakos et al., 2022).

Η προστιθέμενη αξία των εικονικών εργαστηρίων

Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι σημαντική πρόκληση αποτελεί τόσο ο σχεδιασμός εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που αξιοποιούν την ΕΠ όσο και η αποτίμηση του αντίκτυπού της στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών και στην ανταπόκρισή τους στις απαιτήσεις της εκπαίδευσης και της μάθησης. (Hamilton et al., 2020; Pellas, Mystakidis & Kazanidis, 2021; Liu et al., 2023; Lampropoulos & Kinshuk, 2024). Τα εικονικά εργαστήρια προσφέρουν πολυάριθμα οφέλη που ενισχύουν την

ποιότητα και την προσβασιμότητα της εκπαίδευσης STEM (Science-Technology-Engineering-Mathematics) (Flowers, 2024). Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους είναι η δυνατότητα εμπλοκής των μαθητών σε διαδραστική και διερευνητική μάθηση, χωρίς τους περιορισμούς των φυσικών πόρων ή τις ανησυχίες για την ασφάλεια (Christopoulos, Conrad & Shukla, 2018). Οι μαθητές μπορούν να επαναλαμβάνουν πειράματα με τον δικό τους ρυθμό, στον δικό τους χώρο, υποστηρίζοντας έτσι τη διαφοροποιημένη διδασκαλία και τις εξατομικευμένες μαθησιακές διαδρομές (Paxinou et al., 2020a). Επιπλέον, τα εικονικά εργαστήρια διευκολύνουν την οπτικοποίηση σύνθετων ή αφηρημένων επιστημονικών εννοιών (π.χ. ροή ηλεκτρονίων, μοριακές δομές), οι οποίες συχνά είναι άορατες ή δύσκολο να παρατηρηθούν σε παραδοσιακά περιβάλλοντα. Αυτά τα οπτικά και διαδραστικά στοιχεία προάγουν βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση και μακροχρόνια συγκράτηση της γνώσης (Sypsas & Kalles, 2018; Arruano, 2025). Σε εικονικά περιβάλλοντα, οι μαθητές βιώνουν αίσθημα παρουσίας, το οποίο έχει συνδεθεί με ενισχυμένη εμπλοκή και παρακίνηση (Lamproroulos & Kinshuk, 2024). Στοιχεία παιχνιδιοποίησης, όπως αποστολές ολοκλήρωσης διαδικασιών, άμεση ανατροφοδότηση με επιβράβευση και προσαρμοζόμενα επίπεδα δυσκολίας, ενισχύουν περαιτέρω την παρακίνηση των μαθητών (Leong, 2025). Τέλος, τα εικονικά εργαστήρια είναι οικονομικά, και επεκτάσιμα, προσφέροντας πρόσβαση σε ποιοτικές πειραματικές δραστηριότητες σε σχολεία που ενδεχομένως στερούνται φυσικών εργαστηρίων, εξειδικευμένου εξοπλισμού ή εκπαιδευμένου τεχνικού προσωπικού (Paxinou et al., 2018).

Τεκμηρίωση της σκοπιμότητας της Δράσης

Διαχρονικά, η διεθνής βιβλιογραφία τεκμηριώνει ότι η βιωματική μάθηση—όταν οι μαθητές μαθαίνουν πράττοντας—είναι αποτελεσματικότερη από παθητικές μορφές διδασκαλίας, προάγοντας βαθύτερη κατανόηση, διατήρηση και μεταφορά γνώσης (Kolb, 1984; Freeman et al., 2014). Σύμφωνα με το National Training Laboratories Institute (NTL Institute) που εδρεύει στην πόλη Μπέθελ, στο Μέιν των ΗΠΑ, μόνο το 5% της νέας πληροφορίας διατηρείται μακροπρόθεσμα στη μνήμη των εκπαιδευομένων όταν παρακολουθούν τον διδάσκοντά τους να δίνει μία διάλεξη. Το ποσοστό της διατήρησης της γνώσης εκτινάσσεται στο 75%, όταν η κάθε νέα

πληροφορία επεξεργάζεται και αφομοιώνεται μέσω της πρακτικής εφαρμογής της. Η βιωματική εκπαίδευση στη χρήση εργαστηριακών οργάνων, παραδοσιακά πραγματοποιείται με φυσική παρουσία των μαθητών στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, στην ψηφιακή εποχή που διανύουμε, η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων, όπως η ΕΠ προσφέρει νέες ευκαιρίες μάθησης στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών, ειδικά όταν δεν υπάρχουν οι κατάλληλες σχολικές εργαστηριακές υποδομές, ή αν υπάρχουν, ο εξοπλισμός δεν είναι επαρκής. Στο παρόν σχέδιο δράσης, οι μαθητές χρησιμοποίησαν τόσο το πραγματικό μικροσκόπιο, όσο και ένα εικονικό μικροσκόπιο (σε ένα εικονικό μαθησιακό περιβάλλον μέσω ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, του Onlabs, ώστε να αξιολογήσουν και τις δύο αυτές διαδικασίες βιωματικής μάθησης. Το Onlabs, ως ελεύθερο λογισμικό εκπαιδευτικής επιτραπέζιας εικονικής πραγματικότητας, παρέχει δυνατότητες εξερεύνησης και εξάσκησης σε περιβάλλοντα υψηλής πιστότητας. Η ενσωμάτωσή του σε εκπαιδευτικά σενάρια που περιλαμβάνουν αξιολόγηση μέσω ερωτηματολογίων και άμεση παρατήρηση, συμβάλλει στην πληρέστερη καταγραφή της μαθησιακής εμπειρίας και στη διαμόρφωση προτάσεων βελτίωσης της διδασκαλίας. Η έλλειψη ερευνητικών εργασιών που αφορούν την αξιοποίηση της ΕΠ στα ελληνικά ΕΠΑΛ, ενισχύει την σκοπιμότητα της παρούσας Δράσης στην οποία εξ αρχής, ορίστηκαν ως βασικοί μαθησιακοί στόχοι: η ανάπτυξη εργαστηριακών δεξιοτήτων, η σύγκριση παραδοσιακής και ψηφιακής μάθησης, η ενίσχυση ψηφιακών δεξιοτήτων και η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών εμπειριών και προτιμήσεων. Συγκεκριμένα, Ερευνητικά ερωτήματα: (α) Σε ποιο βαθμό το εικονικό μικροσκόπιο ενισχύει το ενδιαφέρον και την αυτοπεποίθηση των μαθητών; (β) Υπάρχει διαφορά στην αντιλαμβανόμενη αυθεντικότητα μεταξύ των δύο περιβαλλόντων;

Σχεδιασμός και μεθοδολογία Δράσης

Συμμετέχοντες

Στην ομάδα σχεδιασμού και υλοποίησης της Δράσης συμμετείχαν 4 καθηγητές διαφορετικών ειδικοτήτων (Χημικός, Φυσικός, Πληροφορικός και Ηλεκτρολόγος), ενώ η εκπαιδευτική προσέγγιση είχε ως δέκτες 58 μαθητές από την Α' Λυκείου, όλοι από το 1^ο ΕΠΑΛ Αμαλιάδας. Στο συγκεκριμένο ΕΠΑΛ, παρότι οι μαθητές

αντιμετωπίζουν προκλήσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία, δείχνουν αξιοσημείωτο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό για οτιδήποτε διαφοροποιείται από τις συμβατές μαθησιακές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στο στενό περιβάλλον της τάξης. Η συμμετοχή των μαθητών ήταν εθελοντική, με ανωνυμία.

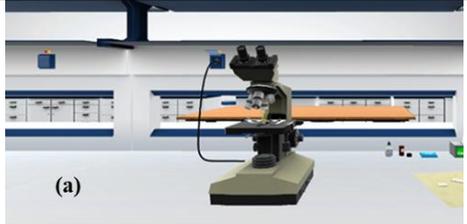
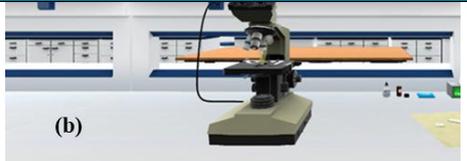
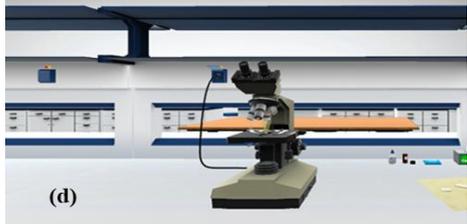
Εκπαιδευτικό σενάριο

Η Δράση υλοποιήθηκε κατά το σχολικό έτος 2024-2025, διήρκεσε εννέα σχολικές ώρες και ως βασικό ψηφιακό εργαλείο χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό λογισμικό Onlabs (<http://onlabs.eap.gr/>) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Στιγμιότυπα από τον εργαστηριακό πάγκο του εργαστηρίου επιτραπέζιας εικονικής πραγματικότητας για τη Βιολογία, Onlabs (<http://onlabs.eap.gr/>)

Στη Δράση, χρησιμοποιήθηκε η Λειτουργία Καθοδήγησης του Onlabs - το Onlabs διαθέτει 3 λειτουργίες: Καθοδήγησης, Αξιολόγησης και Πειραματισμού - ώστε οι μαθητές να εκπαιδευτούν βήμα-βήμα και μέσω σαφών οδηγιών, στον χειρισμό του μικροσκοπίου. Στην Εικόνα 2, δίνεται ένα από τα 23 βήματα καθοδήγησης, με το οποίο οι εκπαιδευόμενοι μαθαίνουν να εντοπίζουν, αλλά και να χειρίζονται, την ίριδα του μικροσκοπίου.

<p>Περιστρέψτε την ίριδα προς τα αριστερά</p>  <p>(a)</p>	<p>Στον εκπαιδευόμενο δίνεται κάθε φορά, μία οδηγία (ως κείμενο και ως ηχητικό αρχείο). Ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να εντοπίσει το μέρος του μικροσκοπίου και με τη βοήθεια του ποντικιού, να εκτελέσει την οδηγία (εδώ, να μετακινήσει την ίριδα).</p>
<p>Η ίριδα βρίσκεται κάτω από την τράπεζα του μικροσκοπίου, στα δεξιά της</p>  <p>(b)</p>	<p>Εάν ο εκπαιδευόμενος δεν μπορεί να εντοπίσει την ίριδα, επιλέγει το εικονίδιο της βοήθειας (πάνω μέρος οθόνης και αριστερά), ώστε να εμφανιστεί η κατάλληλη συμβουλή στην οθόνη.</p>
<p>Ωραία!</p>  <p>(d)</p>	<p>Όταν ο εκπαιδευόμενος εκτελέσει ορθά την οδηγία, τότε και μόνο τότε, του δίνεται η δυνατότητα να προχωρήσει στο επόμενο βήμα του πειράματος. Σε αντίθετη περίπτωση, παραμένει στο ίδιο σημείο της εκπαίδευσης, μέχρι να ολοκληρώσει σωστά το βήμα.</p>

Εικόνα 2: Στιγμιότυπα από τη Λειτουργία Καθοδήγησης του λογισμικού Onlabs

Στον Πίνακα 1, παρουσιάζονται συνοπτικά, οι φάσεις του εκπαιδευτικού σεναρίου, όπως πανομοιότυπα εφαρμόστηκαν σε καθένα από τα τρία τμήματα της Α' Λυκείου. Τα ερωτηματολόγια που δόθηκαν στους μαθητές στο τέλος των φάσεων 3 και 4 ήταν πανομοιότυπα και αποσκοπούσαν στην αξιολόγηση της μαθησιακής εμπειρίας με τη χρήση του πραγματικού και του εικονικού μικροσκοπίου, αντίστοιχα.

Πίνακας 1: Οι τρεις φάσεις του εκπαιδευτικού σεναρίου για κάθε τμήμα της Α' Λυκείου

1^η Φάση
<p>Σύντομη εισαγωγή στην τάξη, με χρήση διαδραστικού πίνακα για παρουσίαση διαφανειών (45min). Εστίαση στα παρακάτω ερωτήματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τι είναι το φωτονικό μικροσκόπιο, • Γιατί είναι σημαντικό; • Πού χρησιμοποιείται; • Ποια είναι τα βασικά μέρη του;. • Πώς υπολογίζεται η ολική μεγέθυνση που αποδίδει; • Ποια η χρήση των προσοφθάλμιων και των αντικειμενικών φακών;
2^η Φάση
<p>Εκπαίδευση στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών (45min), όπου πραγματοποιούνται:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ζωντανή επίδειξη από την εκπαιδευτικό • Εξάσκηση των μαθητών στη χρήση μικροσκοπίου, με εστίαση σε δείγμα, χρησιμοποιώντας 4X, 10X και 40X αντικειμενικούς φακούς. • Συμπλήρωση ερωτηματολογίου
3^η Φάση
<p>Εκπαίδευση στο εργαστήριο Πληροφορικής, με το λογισμικό επιτραπέζιας εικονικής πραγματικότητας, Onlabs, σε Λειτουργία Καθοδήγησης (45min):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Σύντομο tutorial πάνω στη χρήση του Onlabs • Εξάσκηση των μαθητών στη χρήση μικροσκοπίου, μέσω καθοδήγησης, από το Onlabs • Συμπλήρωση ερωτηματολογίου

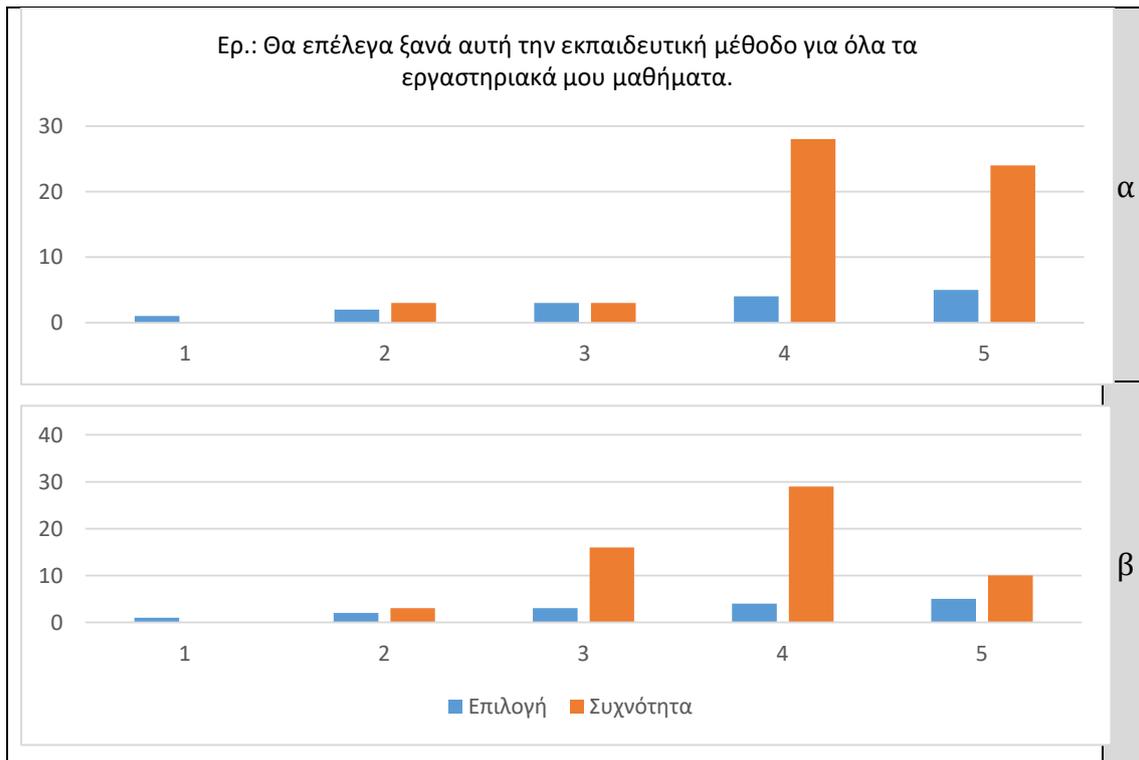
Έχοντας υπόψη ότι ένας από τους σημαντικότερους ρόλους που καλείται να επιτελέσει μια εκπαιδευτική παρέμβαση, είναι η ενίσχυση του κινήτρου για μάθηση, το ερωτηματολόγιο της παρούσας έρευνας στηρίχθηκε κυρίως, στο μοντέλο ARCS του Keller. Πρόκειται για ένα πλαίσιο διδακτικής σχεδίασης που στοχεύει στην ενίσχυση της μαθησιακής παρακίνησης, μέσω τεσσάρων διαστάσεων: Attention (Προσοχή), Relevance (Συνάφεια), Confidence (Αυτοπεποίθηση) και Satisfaction (Ικανοποίηση) (Keller, 1983). Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκε πενταβάθμια κλίμακα Likert (Διαφωνώ απόλυτα, Διαφωνώ, Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ, Συμφωνώ, Συμφωνώ απόλυτα), ενώ προστέθηκαν και 2 ερωτήσεις ανοικτού τύπου. Στον Πίνακα 2, παρουσιάζονται ενδεικτικά, 4 ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, μία για κάθε διάσταση του μοντέλου Keller.

Πίνακας 2: Ενδεικτικές ερωτήσεις ερωτηματολογίου για καθεμία από τις τέσσερις διαστάσεις του ARCS μοντέλου

A/A	Διάσταση	Εστίαση διάστασης	Ενδεικτική ερώτηση
1	Προσοχή	Προσέλκυση/διατήρηση ενδιαφέροντος	Θα επέλεγα ξανά αυτή την εκπαιδευτική μέθοδο για όλα τα εργαστηριακά μου μαθήματα.
2	Συνάφεια	Σύνδεση με ανάγκες μαθητών	Πιστεύω ότι αυτή η εκπαιδευτική μέθοδος με βοήθησε να κατανοήσω πώς λειτουργεί το μικροσκόπιο.
3	Αυτοπεποίθηση	Ευκαιρίες επιτυχίας και αίσθηση ελέγχου	Μετά την εκπαίδευσή μου, αισθάνομαι άνετα να χρησιμοποιήσω ένα πραγματικό μικροσκόπιο.
4	Ικανοποίηση	Αίσθημα προόδου	Μετά την εμπειρία μου αυτή, θα ενδιαφερθώ περισσότερο για τη χρήση εργαστηριακού εξοπλισμού.

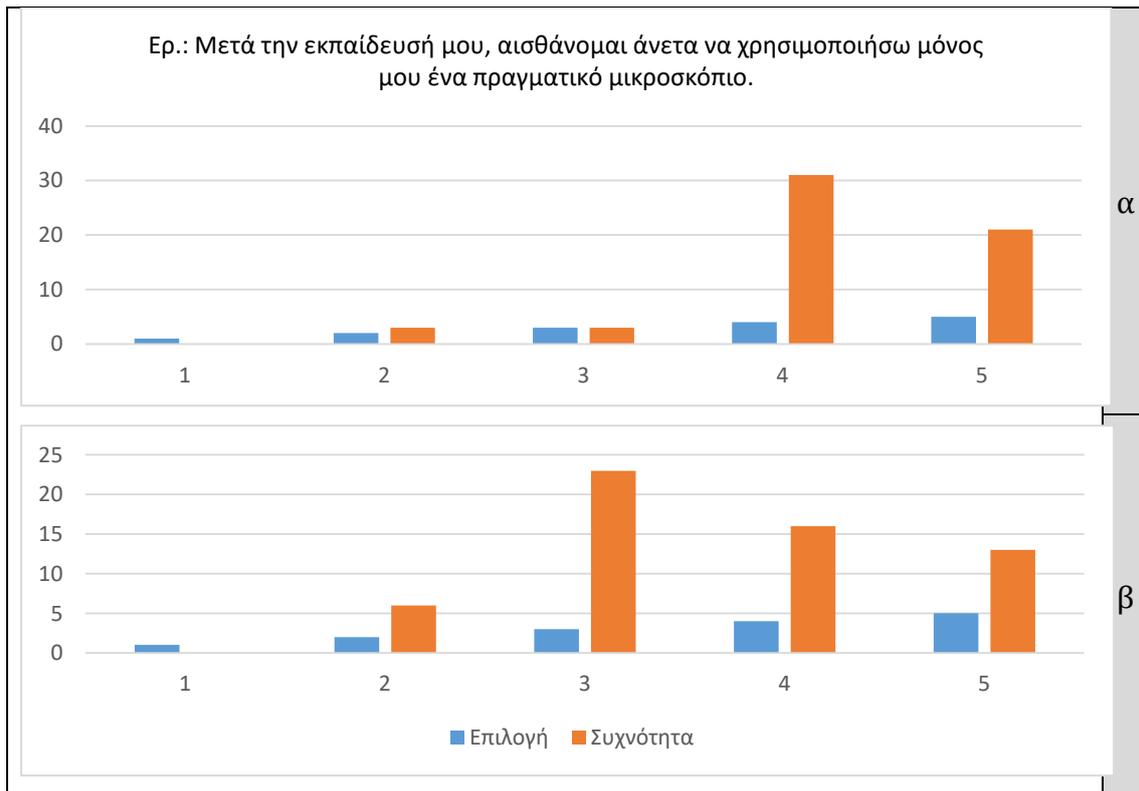
Αποτελέσματα

Ο μικρός αριθμός συμμετεχόντων δεν επέτρεψε προηγμένους ελέγχους, γεγονός που αποτελεί περιορισμό της μελέτης και αντικείμενο μελλοντικής έρευνας. Η ανάλυση των ερωτηματολογίων έγινε στο πλαίσιο της περιγραφικής στατιστικής, αφού το ζητούμενο στην παρούσα εργασία, είναι η ανάδειξη των τάσεων και των προτιμήσεων των μαθητών του ΕΠΑΛ, ως προς την εργαστηριακή τους εκπαίδευση και όχι οι σύνθετες στατιστικές αναλύσεις οι οποίες θα πραγματοποιηθούν μεν, αλλά σε μελλοντική έρευνα, με μεγαλύτερο δείγμα μαθητών. Ενδεικτικά, στις Εικόνες 3 και 4, δίνονται σε μορφή γραφήματος, οι απαντήσεις των μαθητών σε δύο ερωτήματα.



Εικόνα 3: Συχνότητα απάντησης μαθητών σε συγκεκριμένο ερώτημα, για τις δύο μαθησιακές εμπειρίες, (α) στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών και (β) στο εργαστήριο Πληροφορικής (Επιλογή: 1. Διαφωνώ απόλυτα 2. Διαφωνώ, 3. Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ 4. Συμφωνώ 5. Συμφωνώ απόλυτα)

Σύμφωνα με την Εικόνα 3, η χρήση του πραγματικού μικροσκοπίου προκαλεί πιο έντονη θετική αποδοχή, αφού οι απαντήσεις συγκεντρώνονται στις θετικές κατηγορίες (μέσος όρος 4.26 (θετική στάση), τυπική απόκλιση 0.78, κατανομή 48.3% «Συμφωνώ», 41.4% «Συμφωνώ απόλυτα»). Οι μαθητές το αποτίμησαν με ενθουσιασμό και υψηλό βαθμό αποδοχής. Στο εικονικό μικροσκόπιο, οι μαθητές είναι πιο μετριοπαθείς, αφού αν και οι περισσότεροι συμφώνησαν θετικά, παρατηρείται μεγαλύτερη παρουσία ουδέτερων στάσεων (μέσος όρος 3.79, τυπική απόκλιση 0.79, κατανομή: 50% «Συμφωνώ», 27.6% Ουδέτεροι, μόνο 17.2% «Συμφωνώ απόλυτα»), κάτι που ίσως υποδηλώνει ότι κάποιοι μαθητές ίσως να το είδαν ως χρήσιμο, αλλά όχι εξίσου ικανοποιητικό όσο το πραγματικό μικροσκόπιο.



Εικόνα 4: Συχνότητα απάντησης μαθητών σε συγκεκριμένο ερώτημα, για τις δύο μαθησιακές εμπειρίες, (α) στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών και (β) στο εργαστήριο Πληροφορικής (1. Διαφωνώ απόλυτα 2. Διαφωνώ, 3. Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ 4. Συμφωνώ 5. Συμφωνώ απόλυτα)

Στο δεύτερο ερώτημα, και τα δύο μέσα αποτιμώνται θετικά, αλλά και πάλι το πραγματικό μικροσκόπιο υπερέχει. Συγκεκριμένα, για το πραγματικό μικροσκόπιο, η τάση είναι και πάλι έντονα θετική, αφού η πλειοψηφία των μαθητών δηλώνει «Συμφωνώ» ή «Συμφωνώ απόλυτα», ενώ οι ουδέτερες ή αρνητικές στάσεις είναι ελάχιστες (μέσος όρος 4.21, τυπική απόκλιση 0.77, κατανομή 53.4% «Συμφωνώ», 36.2% «Συμφωνώ απόλυτα»). Αυτό φανερώνει πως η εμπειρία με το πραγματικό εργαλείο θεωρείται αποτελεσματική και πολύτιμη. Για το εικονικό μικροσκόπιο, οι στάσεις είναι πιο μοιρασμένες. Αρκετοί μαθητές μένουν ουδέτεροι, κάποιοι θετικοί, αλλά υπάρχουν και πιο σαφείς ενδείξεις διαφωνίας. Αυτό δείχνει πως η εμπειρία με το εικονικό μικροσκόπιο δεν είναι ομοιόμορφα αποδεκτή (μέσος όρος 3.62, τυπική απόκλιση 0.95, κατανομή: 39.7% «Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ», 27.6% «Συμφωνώ», 22.4% «Συμφωνώ απόλυτα», 10.3% «Διαφωνώ»).

Η συνολική ανάλυση των ερωτήσεων σχετικά με τη χρήση του πραγματικού μικροσκοπίου ανέδειξε συνολικά θετικές στάσεις εκ μέρους των μαθητών. Στο ερώτημα «ένιωσα άνετα χρησιμοποιώντας το φυσικό μικροσκόπιο», σχεδόν οι μισοί

μαθητές (47,37%) δήλωσαν «Συμφωνώ απόλυτα», ενώ στο ερώτημα που αφορούσε τις δυσκολίες κατανόησης των οδηγιών, το 52,63% επέλεξε «Διαφωνώ απόλυτα», γεγονός που υποδηλώνει ότι η χρήση του πραγματικού εξοπλισμού έγινε με ευχέρεια. Ακόμη πιο ενδεικτικό είναι ότι το 89,47% των μαθητών «Συμφώνησε απόλυτα» με την άποψη ότι το πραγματικό μικροσκόπιο είναι απαραίτητο για τη διδασκαλία της Βιολογίας, ενώ σημαντικά ποσοστά κατέγραψαν επίσης θετική στάση ως προς τον ρόλο του πραγματικού εργαστηρίου στην καλλιέργεια ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες (57,89% «Συμφωνώ»). Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, η μεγάλη πλειονότητα (93%) εξέφρασε προτίμηση για έναν συνδυασμό πραγματικού και εικονικού εξοπλισμού, ενώ όταν ζητήθηκαν οι δυσκολίες στη χρήση του εικονικού μικροσκοπίου, το 39% τη θεώρησε εύκολη διαδικασία και το 28% δύσκολη, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη για περαιτέρω υποστήριξη των μαθητών στη χρήση ψηφιακών μέσων.

Συμπεράσματα

Οι μαθητές των ΕΠΑΛ ανήκουν και αυτοί, στη Γενιά Άλφα (Generation Alpha), μια γενιά που γεννήθηκε σε μία εποχή όπου κυριαρχεί η τεχνολογία και που έρχεται καθημερινά σε επαφή με ψηφιακά μέσα και εφαρμογές. Θα ήταν ίσως, αναμενόμενο, η χρήση ενός εικονικού μικροσκοπίου να είναι εξίσου ή και περισσότερο ελκυστική στη γενιά αυτή. Ωστόσο, τα αποτελέσματα δίνουν ενδείξεις ότι οι μαθητές προτιμούν σε μεγαλύτερο βαθμό, το πραγματικό μικροσκόπιο. Η προτίμηση αυτή μπορεί να αιτιολογηθεί από το γεγονός ότι η εμπειρία με τον φυσικό εξοπλισμό είναι πιο ζωντανή, απτή και άμεσα συνδεδεμένη με την πραγματικότητα, προσφέροντας την αυθεντικότητα και μεγαλύτερη αίσθηση ενεργής συμμετοχής. Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση των δεδομένων έδωσε ενδείξεις ότι το πραγματικό μικροσκόπιο αποτελεί μια εμπειρία που συνδέεται με σαφήνεια και ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Το ενδιαφέρον των μαθητών επιβεβαίωσε τον καθοριστικό του ρόλο στη διδασκαλία της Βιολογίας. Από την άλλη πλευρά, το εικονικό μικροσκόπιο εκτιμήθηκε ως διαδραστικό και ενδιαφέρον και σε αρκετούς μαθητές συνέβαλε θετικά στην κατανόηση της λειτουργίας του πραγματικού εξοπλισμού. Ωστόσο, δεν προκάλεσε τον ίδιο ενθουσιασμό ή την ίδια ένταση αποδοχής. Οι μαθητές αναγνώρισαν τη χρησιμότητά του ως υποστηρικτικό

εργαλείο, αλλά όχι την ισοδυναμία του με το πραγματικό μικροσκόπιο. Επιπλέον, καταγράφηκαν διαφοροποιημένες εμπειρίες ως προς την ευκολία χρήσης του, γεγονός που καταδεικνύει την ανάγκη για καλύτερη καλλιέργεια ψηφιακών δεξιοτήτων.

Συνολικά, τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι οι μαθητές του συγκεκριμένου ΕΠΑΛ προσέγγισαν το πραγματικό μικροσκόπιο με εμπιστοσύνη, θεωρώντας το, αναντικατάστατο για τη μάθηση στη Βιολογία. Σύμφωνα με την άποψή τους, το εικονικό μικροσκόπιο έχει αξία κυρίως, ως συμπληρωματικό εργαλείο, ικανό να υποστηρίξει τη μάθηση και να ενισχύσει το ενδιαφέρον, ειδικά όταν έλλειψη επαρκών φυσικών μικροσκοπιών στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών καθιστά τη χρήση ψηφιακών εναλλακτικών απολύτως αναγκαία.

Η ΕΠ αναδεικνύεται σε ένα πολύτιμο εργαλείο για τα ελληνικά ΕΠΑΛ. Η αξιοποίηση εικονικών εργαστηρίων μπορεί να αποτελέσει γέφυρα ανάμεσα στη διά ζώσης και στην εξ αποστάσεως διδασκαλία, ενισχύοντας τις δυνατότητες της επαγγελματικής εκπαίδευσης και υποστηρίζοντας σενάρια μικτής μάθησης με χαμηλότερο κόστος και μεγαλύτερη ευελιξία. Πρακτικές εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όπως είναι η χρήση της ΕΠ, θα πρέπει να αντιμετωπίζεται στα ΕΠΑΛ, όχι μόνο ως παιδαγωγική καινοτομία, αλλά και ως στρατηγικό μέσο ετοιμότητας. Απρόβλεπτες συνθήκες, όπως καταλήψεις, ακραία καιρικά φαινόμενα, σεισμικές δραστηριότητες, υγειονομικές κρίσεις, δυσλειτουργίες στις μεταφορές ή προβλήματα κτηριακών υποδομών, μπορούν ανά πάσα στιγμή, να αναστείλουν τη διά ζώσης διδασκαλία. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση εφαρμογών ΕΠ σε εργαστηριακά μαθήματα καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική, καθώς προσφέρει τη δυνατότητα βιωματικής και πρακτικής εκπαίδευσης σε ψηφιακά περιβάλλοντα υψηλής πιστότητας, διασφαλίζοντας τη συνέχιση της μάθησης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, ακόμη και σε περιόδους κρίσης.

Τα πρώτα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά, ωστόσο η ευρύτερη υιοθέτησή της θα απαιτήσει, επιμόρφωση εκπαιδευτικών και περαιτέρω έρευνα σε περισσότερους επαγγελματικούς τομείς. Παρόλο που οι μαθητές είναι εξαιρετικά εξοικειωμένοι με την καθημερινή χρήση των ψηφιακών μέσων και κυρίως, των έξυπνων συσκευών, η αξιοποίηση ψηφιακών εφαρμογών για εκπαιδευτικούς σκοπούς αποτελεί γι' αυτούς, πρόκληση. Σε κάθε περίπτωση, η παρούσα έρευνα αναδεικνύει την ανάγκη

ενός ισορροπημένου παιδαγωγικού σχεδιασμού, όπου η ΕΠ δεν θα λειτουργεί αποκομμένα, αλλά θα ενσωματώνεται οργανικά, υποστηρίζοντας και εμπλουτίζοντας την παραδοσιακή διδακτική πρακτική.

Προτάσεις για ενίσχυση της θετικής στάσης απέναντι στην ΕΠ στα ΕΠΑΛ

Τα ΕΠΑΛ με ελλιπώς εξοπλισμένα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών, μπορούν να προσφέρουν ίσες ευκαιρίες σε όλους, μέσω των δωρεάν εκπαιδευτικών λογισμικών. Επιπλέον, η τεχνολογία αυτή είναι κατάλληλη για εκπαιδευτικά σενάρια εξ αποστάσεως ή μικτής εκπαίδευσης, αφού ακυρώνουν την αναγκαιότητα φυσικής παρουσίας στα εργαστήρια. Τέτοια σενάρια θα πρέπει να εφαρμοστούν σε καταστάσεις κρίσης ή σε περιπτώσεις που η εξάσκηση από το σπίτι είναι αναγκαία, πριν έρθουν οι μαθητές στα πραγματικά εργαστήρια. Αν οι μαθητές αποδέχονται την ΕΠ θετικά, ενισχύεται η ισότητα πρόσβασης στη μάθηση. Για να νιώσουν πιο άνετα με αυτά τις εφαρμογές ΕΠ και να τις θεωρούν, όταν χρειαστεί, ως οργανικό κομμάτι της μαθησιακής τους εμπειρίας, προτείνεται να:

(α) Ενταχθούν σε σενάρια που σχετίζονται με τα επαγγελματικά πεδία των μαθητών. Αν οι μαθητές βλέπουν πώς η ΕΠ συνδέεται με το μελλοντικό τους επάγγελμα, αυξάνεται η αντιλαμβανόμενη αξία.

(β) Μην θεωρηθούν αντικατάσταση, αλλά επέκταση του πραγματικού εργαστηρίου. Οι μαθητές φάνηκε ότι προτιμούν το πραγματικό μικροσκόπιο, άρα η ΕΠ πρέπει να παρουσιάζεται ως εργαλείο προετοιμασίας, πριν έλθουν στο πραγματικό εργαστήριο ή επανάληψης, αφού φύγουν από αυτό.

(γ) Δίνεται η δυνατότητα σε μικρές ομάδες να δουλεύουν ταυτόχρονα σε πραγματικό και σε ένα εικονικό πείραμα, λύνοντας ζητήματα χειρισμού σύνθετων οργάνων. Έτσι καλλιεργείται η κοινωνική διάσταση της μάθησης, που λείπει από την ατομική χρήση.

(δ) Δοθεί έμφαση στην ασφάλεια και στην οικονομία που εξασφαλίζει η ΕΠ.

Οι μαθητές ενός ΕΠΑΛ είναι πολύ πιθανό να βρεθούν σε χώρους εργασίας με ψηφιακά συστήματα, προσομοιώσεις και τεχνολογίες βιομηχανίας. Η καλλιέργεια θετικής στάσης απέναντι στην ΕΠ είναι βήμα προς την ψηφιακή ωριμότητά τους, η οποία αποτελεί γι' αυτούς, αναγκαία επαγγελματική δεξιότητα.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Achuthan, K., Kolil, V.-K., & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2499-2515. <https://www.learntechlib.org/p/191624/>
- Aruanno, B., Tamburrino, F., Neri, P., & Barone, S. (2025). Virtual Reality Laboratory for Engineering and Material Science Immersive Learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 33. <https://doi.org/10.1002/cae.70041>
- Bates, T. (2022). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning* (3rd ed.). Tony Bates Associates.
- Chiang, S., Chiang, D., Chang, S., & Yao, K. (2025). Innovative virtual reality teaching for the sustainable development of vocational high school students: A case study of hair braiding. *Sustainability*, 17(9), Article 3945. <https://doi.org/10.3390/su17093945>
- Christopoulos, A., Conrad, M., & Shukla, M. (2018). Increasing student engagement through virtual interactions: How? *Virtual Reality*, 22(3), 353-369. <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0330-3>
- Flowers, L. (2024). Virtual Laboratories in STEM. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.2.1271>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Garzón, J. C. V., Magrini, M. L., & Galembek, E. (2017). Using augmented reality to teach and learn biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 45(5), 417-420. <https://doi.org/10.1002/bmb.21063>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2020). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Herrington, J., & Oliver, R (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *ETR&D*, 48, 23-48. <https://doi.org/10.1007/BF02319856>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Ismara, K., Supriadi, M., & Mubarak, S. (2024). Enhancing basic electrical safety of heavy equipment in Indonesian vocational schools using virtual reality technology. *IEEE Access*, 12, 117899-117907. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3447589>
- Keller, C., Walker, G., Amenduni, F., Tela, A., & Cattaneo, A. (2025). Find the apartment's flaws! The impact of virtual reality on vocational students' performance in general education classes and the roles of flow experience, motivation, and sense of presence. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13320-2>

- Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Literature review in games and learning*. Futurelab.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Kotsifakos, D., Karali, M., Katzola, E., Kravvari, A., & Douligeris, C. (2022). A web gamification platform inspired by the Maritime Tradition Museum in Perama, Greece, for students in the sector of maritime professions in vocational education and training. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 1(CIE), 49-52. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2022.1.CIE.2963>
- Lampropoulos, G., & Kinshuk. (2024). Virtual reality and gamification in education: a systematic review. *Educational technology research and development*. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10351-3>
- Leong, W. (2025). Beyond the Screen: Enhancing Student Engagement in Virtual Classrooms Using Gamification. *2025 14th International Conference on Educational and Information Technology (ICEIT)*, 188-193. <https://doi.org/10.1109/ICEIT64364.2025.10976109>
- Liao, C., Wang, C., Wang, I., Lin, E., Chen, B., Huang, W., & Ho, W. (2025). Integrating virtual reality into art education: Enhancing public art and environmental literacy among technical high school students. *Applied Sciences*, 15(6), Article 3094. <https://doi.org/10.3390/app15063094>
- Lim, C., & Wong, W. (2025). Enhancing automotive engineering education in vocational schools through virtual reality. *Proceedings of SPIE*, 13634, Article 1363410. <https://doi.org/10.1117/12.3066245>
- Liu, K., Zhang, W., Li, W., Wang, T., & Zheng, Y. (2023). Effectiveness of virtual reality in nursing education: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Education*, 23. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04662-x>
- Long, Y., Zhang, X., & Zeng, X. (2025). Application and effect analysis of virtual reality technology in vocational education practical training. *Education and Information Technologies*, 30, 9755–9786. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13197-7>
- Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141-1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>
- Paxinou, E., Georgiou, M., Kakkos, V., Kalles, D., & Galani, L. (2020b). Achieving educational goals in microscopy education by adopting Virtual Reality labs on top of face-to-face tutorials. *Research in Science & Technological Education*, 40(3), pp. 320-339. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1790513>
- Paxinou, E., Karatrantou, A., Kalles, D., Panagiotakopoulos, C., & Sgourou, A. (2018). 3D virtual reality laboratory as a supplementary educational preparation tool for a biology course. *European Journal of Open, Distance and E-learning*, 21(1), 1-14. http://www.eurodl.org/materials/briefs/2018/Paxinou_et_al.pdf
- Paxinou, E., Panagiotakopoulos, C. T., Karatrantou, A., Kalles, D., & Sgourou, A. (2020a). Implementation and evaluation of a three-dimensional virtual reality biology lab versus conventional didactic practices in lab experimenting with the photonic microscope.

Biochemistry and Molecular Biology Education, 48(1), 21-27.
<https://doi.org/10.1002/bmb.21299>

- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive Virtual Reality in K-12 and Higher Education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25, 835–861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Pyatt, K., & Sims, R. (2012). Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs: Attitudes, performance and access. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 133-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9291-6>
- Santoso, T., Yusuf, R., & Prihatmanto, A. (2020, December 14-15). Assessment in VR electrical experiment for Indonesian vocational high school. *2020 6th International Conference on Interactive Digital Media (ICIDM)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIDM51048.2020.9339656>
- Sypsas, A., & Kalles, D. (2018). Virtual laboratories in higher education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), Article 47. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0130-5>
- Sypsas, A., Paxinou, E., Zafeiropoulos, V., Kalles, D. (2024). Virtual Laboratories in STEM Education: A Focus on Onlabs, a 3D Virtual Reality Biology Laboratory. In D. May, M. E. Auer, A. Kist (Eds), *Online Laboratories in Engineering and Technology Education*. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1135. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-70771-1_16
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243. <https://doi.org/10.2190/FLHV-K4WA-WPVQ-HOYM>
- Xu, X., Allen, W., Miao, Z., Yao, J., Sha, L., & Chen, Y. (2018). Exploration of an interactive "virtual and actual combined" teaching mode in medical developmental biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(6), 585-591. <https://doi.org/10.1002/bmb.21174>
- Αναστασιάδης, Π. (2014). Η έρευνα για την ΕξΑΕ με τη χρήση των ΤΠΕ (e-Garverg) στο Ελληνικό Τυπικό Εκπαιδευτικό Σύστημα. Ανασκόπηση και προοπτικές για την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση*, 10(1), 5-32. <https://doi.org/10.12681/jode.9809>
- Παξινού, Ε. (2023). Η χρήση της τεχνολογίας της εικονικής πραγματικότητας ως μέσο απόκτησης εργαστηριακών δεξιοτήτων στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Στο. Ε. Αργυρού, Θ. Βαβούρας, Φ. Ευαγγέλου, Δ. Μάντζαρης, Α. Μάτος, Β. Μέλλος, Ν. Μήλιος, Β. Νεοφώτιστος, Ε. Παγγέ, Ε. Παξινού, Στ. Παπαδάκης, Δ. Στύλα Δ., & Ι. Τρυφιάτης (Επιμ.), *Σύγχρονες και Διεπιστημονικές Προσεγγίσεις στην εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση* (σελ. 186-204). Εκδόσεις Κωνσταντάρας.

Όροι Έκδοσης, Πνευματικά Δικαιώματα και Ακαδημαϊκή Δεοντολογία

Η παρούσα έκδοση περιλαμβάνει τις εισηγήσεις που παρουσιάστηκαν στο πλαίσιο των εργασιών του Συνεδρίου. Οι απόψεις που διατυπώνονται στα κείμενα είναι αποκλειστικά προσωπικές απόψεις των συγγραφέων και δεν εκφράζουν απαραίτητα τις θέσεις της Οργανωτικής ή της Επιστημονικής Επιτροπής.

Ευθύνη Συγγραφέων & Πνευματικά Δικαιώματα: Κάθε συγγραφέας φέρει την πλήρη και αποκλειστική ευθύνη για το περιεχόμενο του κειμένου του. Οι συγγραφείς εγγυώνται ότι τα κείμενά τους αποτελούν προϊόν πρωτότυπης επιστημονικής εργασίας και ότι έχουν εξασφαλίσει όλες τις απαραίτητες γραπτές άδειες για τη χρήση υλικού (εικόνες, διαγράμματα, εκτενή αποσπάσματα κ.λπ.) που υπόκειται σε πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

Χρήση Τεχνητής Νοημοσύνης (TN): Στο πλαίσιο της ακαδημαϊκής ακεραιότητας, οι συγγραφείς δηλώνουν ότι η χρήση εργαλείων Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (GenAI), όπου αυτή πραγματοποιήθηκε, περιορίστηκε αποκλειστικά σε υποστηρικτικό επίπεδο (π.χ. γλωσσική επιμέλεια, οργάνωση δομής). Η τελική επιστημονική κρίση, η επαλήθευση των πηγών και η αυθεντικότητα των συμπερασμάτων παραμένουν αποκλειστική ευθύνη των φυσικών προσώπων-συγγραφέων.

Οι επιμελητές/τριες της έκδοσης και οι διοργανωτές του Συνεδρίου δεν φέρουν καμία ευθύνη για τυχόν παραβιάσεις πνευματικών δικαιωμάτων τρίτων ή για την επιστημονική ακρίβεια των στοιχείων που παρατίθενται από τους συγγραφείς.