ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Διεθνές Συνέδριο για την Ανοικτή & εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση

Τόμ. 9, Αρ. 3Α (2017)

Ο Σχεδιασμός της Μάθησης

Σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και Κατάρτισης υποστηριζόμενα από τεχνολογίες Επαυξημένης και Μικτής Πραγματικότητας

Χρυσή Βιτσιλάκη, Σταύρος Πιτσικάλης

doi: 10.12681/icodl.1131

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 14:28:18

Σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης και Κατάρτισης υποστηριζόμενα από τεχνολογίες Επαυξημένης και Μικτής Πραγματικότητας: Επισκόπηση Πεδίου και Ανάδειξη Ερευνητικών Ζητημάτων

Modern Curricula in Higher Education and Training supported by the technologies of Augmented and Mixed Reality: Overview and Recognition of Research Issues

Χρυσή Βιτσιλάκη
Professor and Chair
Department of Pre-School Education & Educational Design
University of the Aegean
vitsilaki@aegean.gr

Σταύρος Πιτσικάλης
PhD Candidate
Department of Pre-School Education & Educational Design
University of the Aegean
pitsikalis@sch.gr

Abstract
During the last years the need for drastic reforms and reinforcement of curricula at all educational levels is strongly emphasized through the bibliography. Researchers suggest incorporation of modern distance learning practices depending on the scientific field under research. Especially when referring to science curricula, STEM and STEAM concepts are both becoming more often a subject of study, while they become a field where schools, universities and educational institutions invest time and money, in order to embed innovative methods within learning and teaching processes. At the same time, rapid technological developments bring innovations such as Augmented and Mixed Reality (AR, MR), whose implementation within the educational process could enhance the creation of such curricula, especially within Higher Education and Training. The effects on students' performance and the attractiveness of courses supported by AR and MR technologies could be both interesting research directions. In this paper, we discuss modern approaches concerning curricula in the field of science, such as STEM and STEAM, as well as examples of AR and/or MR implementation within Higher Education and Training. Moreover, we suggest an early-stage research design aiming to receive feedback on the above-mentioned issues and raise points of interest. Finally, some future directions and indicative research questions are presented.

Keywords: *Augmented Reality, Higher Education, Training, STEAM*

Περίληψη
Τα τελευταία χρόνια στη διεθνή βιβλιογραφία αναδεικνύεται έντονα η ανάγκη δραστικών μεταρρυθμίσεων και ενίσχυσης των Προγραμμάτων Σπουδών, σε όλες τις βαθμίδες, με την ενσωμάτωση σύγχρονων πρακτικών εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης ανάλογα το επιστημονικό πεδίο. Ειδικότερα στις θετικές επιστήμες, οι έννοιες STEM και STEAM, γίνονται όλο και πιο συχνά αντικείμενο μελέτης, ενώ αποτελούν ένα πεδίο στο οποίο σχολεία, πανεπιστήμια και άλλοι εκπαιδευτικοί φορείς, επενδύουν χρόνο και χρήμα, ώστε να ενσωματώσουν σύγχρονες μεθόδους στη μάθηση και τη διδασκαλία. Παράλληλα, ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις φέρνουν στο προσκήνιο καινοτομίες, όπως η Επαυξημένη (AR) και η Μικτή Πραγματικότητα (MR), η

αξιοποίηση των οποίων στην εκπαίδευση, θα μπορούσε να συμβάλει στην υποστήριξη των προαναφερόμενων Προγραμμάτων Σπουδών, ειδικότερα σε επίπεδο Ανώτατης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, ώστε να μελετηθούν οι επιδόσεις των εκπαιδευομένων/καταρτιζομένων, καθώς και η ελκυστικότητα τέτοιου είδους μαθημάτων στα Προγράμματα Σπουδών. Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται μια επισκόπηση πεδίου όσον αφορά σε σύγχρονες προσεγγίσεις Προγραμμάτων Σπουδών, όπως το STEM και STEAM, καθώς και σε παραδείγματα αξιοποίησης Επαυξημένης ή/και Μικτής Πραγματικότητας (ΕΠ και ΜΠ) σε Προγράμματα Σπουδών, ειδικότερα σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και κατάρτισης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένας προτεινόμενος ερευνητικός σχεδιασμός σε αρχικό στάδιο, με στόχο τη δημιουργία συζήτησης γύρω από το συγκεκριμένο θέμα και την ανάδειξη σημείων ενδιαφέροντος. Τέλος, γίνεται αναφορά σε μελλοντικές κατευθύνσεις και ενδεικτικά ερευνητικά ερωτήματα που μπορούν να τεθούν, μέσα από την προτεινόμενη έρευνα.

Λέξεις-κλειδιά: *Επαυξημένη Πραγματικότητα, Augmented Reality, Ανώτατη Εκπαίδευση, Higher Education, Κατάρτιση, Training, STEAM*

Εισαγωγή

Οι ραγδαίες εξελίξεις σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο, επηρεάζουν πολλαπλές πτυχές της πραγματικότητάς μας, από τις καθημερινές μας συνήθειες, όπως η κατανάλωση προϊόντων και η αξιοποίηση υπηρεσιών, μέχρι πιο βαθιά ζητήματα, όπως η αντίληψη των γεγονότων, η έγκυρη ενημέρωση και η συμμετοχή του/της καθενός/καθεμίας στον βαθμό που μπορεί να επηρεάσει τις καταστάσεις. Η κατάσταση αυτή δημιουργεί την ανάγκη για δραστικές μεταρρυθμίσεις σε όλα τα επίπεδα, με στόχο την ανάκαμψη και τη σταδιακή μετάβαση σε μια νέα εποχή, σύμφωνα με τις νέες ανάγκες που έχουν δημιουργηθεί και τις απαιτήσεις της σύγχρονης πραγματικότητας. Από αυτές τις μεταρρυθμίσεις δεν θα μπορούσε να λείπει η εκπαίδευση, αλλά και η κατάρτιση.

Από τη μία λοιπόν, οι εξελίξεις σε επίπεδο πολιτικό, οικονομικό και ιδεολογικό, όπως προαναφέρθηκαν, από την άλλη η ταυτόχρονη μετάβαση στην κοινωνία της γνώσης και το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things - IoT), αποτελούν δύο κρίσιμους άξονες, στην τομή των οποίων οφείλει να δομηθεί το υπόβαθρο της νέας εκπαιδευτικής πραγματικότητας. Λαμβάνοντας υπόψη τον πρόσφατο διάλογο που πραγματοποιήθηκε για την εκπαίδευση σε εθνικό επίπεδο (ΕΔΠ, 2016a· ΕΔΠ, 2016b), γίνεται λόγος για "Ψηφιακή στροφή στην εκπαίδευση", όχι απλά με την προσθήκη μαθημάτων σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες, όπως η πληροφορική, αλλά με την ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών στο σύνολο της εκπαιδευτικής διαδικασίας, μεταρρυθμίζοντας και ανασηματοδοτώντας ουσιαστικά τα συστατικά της. Τόσο στην Ελλάδα όσο και ευρύτερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, ενώ έχουν πραγματοποιηθεί πολλαπλές προσπάθειες και έχουν χρηματοδοτηθεί αμέτρητα έργα για την αξιοποίηση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση, η ανάλυση πρόσφατων στοιχείων καταλήγει στα συμπεράσματα ότι έχουν χρηματοδοτηθεί κυρίως (OECD, 2016a· ΕΔΠ, 2016c):

(α) **υποδομές** για την υποστήριξη των εκπαιδευτικών/ ακαδημαϊκών φορέων και των σχολικών μονάδων (δικτύωση, υπηρεσίες νέφους, εξοπλισμός όπως διαδραστικοί πίνακες, φορητοί υπολογιστές κ.λπ.),

(β) **δράσεις για την επιμόρφωση** των εκπαιδευτικών και των εκπαιδευτών/ριών ως προς την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση,

(γ) **ενέργειες ψηφιοποίησης** υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού και σε ορισμένες περιπτώσεις, σχεδιασμού και ανάπτυξης νέου εκπαιδευτικού υλικού και
(δ) **ανάπτυξη εργαλείων και συστημάτων** υποστήριξης της εκπαιδευτικής διαδικασίας, όπως για παράδειγμα ψηφιακά αποθετήρια, διαδικτυακές εκπαιδευτικές κοινότητες, συστήματα διαχείρισης μάθησης κ.λπ.
Ο αποσπασματικός χαρακτήρας των προαναφερόμενων προγραμμάτων (μεμονωμένη χρηματοδότηση στοιχείων, χωρίς να υπάρχει αλληλοσυσχέτιση μεταξύ τους), το γεγονός ότι κάποια από αυτά δεν ολοκληρώθηκαν ουσιαστικά παρά μόνο τυπικά και το φαινόμενο των έργων-φαντασμάτων (έργα των οποίων η λειτουργία διακόπηκε με τη διακοπή της χρηματοδότησης), οδήγησαν σε μια "ψηφιακή εκπαίδευση" ημιτελή, χωρίς ριζικές μεταρρυθμίσεις σε επίπεδο στοχοθεσίας και αξιολόγησης. Οι οικονομικοί πόροι και οι προϋπολογισμοί συρρικνώνονται και παράλληλα, το ποσοστό της γνώσης που οι μαθητές/ριες πρέπει να απορροφήσουν, μεγαλώνει καθημερινά. Όλα τα παραπάνω γίνονται πιο έντονα σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και κατάρτισης, διότι υπάρχει η πίεση των άμεσων αποτελεσμάτων, τα οποία θα πρέπει είναι εφαρμόσιμα στην αγορά εργασίας. Υπάρχει ανάγκη να ενεργοποιηθούν νέες λύσεις μάθησης που επιτρέπουν στους/ις εκπαιδευτικούς να διδάξουν περισσότερα με λιγότερα - χρόνο, χρήμα, και εμπειρία. Είναι προφανές, πως εάν δεν αντιμετωπιστεί κατά προτεραιότητα και με τον κατάλληλο σχεδιασμό, η μετάβαση της εκπαίδευσης και της κατάρτισης στην ψηφιακή εποχή, θα συνεχίσει να αλλάζει επιφανειακά.
Για να δομηθεί ένα ρεαλιστικό σχέδιο, είναι σημαντικό να ξεπεραστούν οι στόχοι χαμηλών προσδοκιών, και να τεθούν τολμηροί, εφαρμόσιμοι στόχοι, εισβάλλοντας στον πυρήνα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, που είναι τα εκάστοτε Προγράμματα Σπουδών, τόσο σε επίπεδο εκπαίδευσης όσο και σε επίπεδο Κατάρτισης. Με την αξιοποίηση ψηφιακών μέσων διδασκαλίας [ειδικότερα στις θετικές επιστήμες - Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)], υποστηριζόμενων από τις εφαρμογές Παγκόσμιου Ιστού και άλλα σύγχρονα εργαλεία (ψηφιακά εργαστήρια, ηλεκτρονικά πειράματα, εξειδικευμένα λογισμικά, επαυξημένη πραγματικότητα κ.λπ.), η μάθηση θα πρέπει να λαμβάνει μέρος διεπιστημονικά, σε ένα κοινωνικοπολιτισμικό σύστημα, στο οποίο οι συμμετέχοντες/ουσες, θα μπορούν να χρησιμοποιούν ποικίλες μορφές αλληλεπίδρασης και να λειτουργούν ως δημιουργοί, να διαμοιράζονται γνώσεις, να συνεργάζονται και να επικοινωνούν (Tapsis, Tsolakidis & Vitsilaki, 2012).
Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται μια επισκόπηση πεδίου όσον αφορά σε σύγχρονες προσεγγίσεις Προγραμμάτων Σπουδών, όπως το STEM και STEAM, καθώς και στην αξιοποίηση Επαυξημένης ή/και Μικτής Πραγματικότητας (ΕΠ και ΜΠ) σε Προγράμματα Σπουδών, ειδικότερα σε επίπεδο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και κατάρτισης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένας προτεινόμενος ερευνητικός σχεδιασμός σε αρχικό στάδιο, με στόχο τη δημιουργία συζήτησης γύρω από το συγκεκριμένο θέμα και την ανάδειξη σημείων ενδιαφέροντος. Τέλος, γίνεται αναφορά σε μελλοντικές κατευθύνσεις και ενδεικτικά ερευνητικά ερωτήματα που μπορούν να τεθούν, μέσα από την προτεινόμενη έρευνα.

Επισκόπηση πεδίου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, αρκετές είναι οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, σχετικά με την ανάπτυξη εφαρμογών και νέων τεχνολογιών, με έμφαση στις μεθόδους υλοποίησης και ένταξής τους στην εκπαίδευση όλων των βαθμίδων (OECD, 2016a). Παρόλα αυτά, μέχρι σήμερα, περιορισμένη είναι η έμφαση που έχει δοθεί, σχετικά με την αξιοποίηση (α) της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης ως εργαλείο

για την ενίσχυση Προγραμμάτων Σπουδών με καινοτόμους και σύγχρονους στόχους στην εκπαίδευση και στην κατάρτιση (Hipkins et al., 2002· Schneider, Krajcik & Marx, 2013) και (β) τολμηρών τεχνολογιών (π.χ. Επαυξημένη ή/και Μικτή Πραγματικότητα) που μπορούν να επιφέρουν ριζικές μεταρρυθμίσεις στην εκπαιδευτική διαδικασία (Wu et al., 2013). Στις επόμενες ενότητες γίνεται αναφορά στις κεντρικές έννοιες της παρούσας εργασίας, δηλαδή στα σύγχρονα προγράμματα σπουδών με έμφαση στην προσέγγιση STEAM και στην αξιοποίηση της Επαυξημένης ή/και Μικτής Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση και Κατάρτιση.

Σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών και ο ρόλος των STEAM

Σε έναν πολύπλοκο κόσμο, ο οποίος καθημερινά μεταβάλλεται, γίνεται πλέον πιο σημαντικό από ποτέ να εξοπλιστούν οι εκπαιδευόμενοι/νες με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες, ούτως ώστε να μπορούν να επιλύουν δύσκολα προβλήματα, να συγκεντρώνουν και να αξιολογούν δεδομένα και να διακρίνουν καλύτερα τις πληροφορίες που τους δίνονται, ξεχωρίζοντας το ουσιώδες από το επιφανειακό. Σε αυτό το πλαίσιο, οι έννοιες STEM και STEAM (όπου έχει προστεθεί και ο όρος Τέχνες – Arts), γίνονται όλο και πιο συχνά αντικείμενο έρευνας, προσεγγίζοντας τα Προγράμματα Σπουδών διεπιστημονικά (interdisciplinary) και διαθεματικά (integrated) (Quigley, Herro & Jamil, 2017).

Η έννοια του STEM άρχισε να γίνεται γνωστή μόλις το 2003 (Sanders, 2008), παρότι από το 1990 χρησιμοποιήθηκε ο όρος SMET από το εθνικό ίδρυμα επιστημών της Αμερικής (NSF – National Science Foundation). Πρωτοεμφανίστηκε με στόχο να καταργήσει τα "όρια" μεταξύ των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων των θετικών επιστημών και να τα αντιμετωπίσει ως σύνολο - "*όλον*" (Morrison, 2006), λαμβάνοντας υπόψη ότι τα σύγχρονα προβλήματα είναι σύνθετα και πολυδιάστατα, επομένως η αντιμετώπισή τους θα πρέπει να επεκταθεί πέρα από το πρίσμα μιας μόνο επιστήμης (Breiner et al., 2012). Εκτός από τον τρόπο αντίληψης των γνωστικών αντικειμένων του STEM, βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι ο μετασχηματισμός της παραδοσιακής διδασκαλίας με τέτοιον τρόπο, ώστε στο επίκεντρο του αναλυτικού προγράμματος να βρίσκεται η επίλυση προβλημάτων (problem based learning) και η διερεύνηση (inquiry based learning) (Roberts, 2012). Οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται σε αυθεντικές δραστηριότητες και γίνονται ενεργοί συμμέτοχοι στη γνώση (Lombardi, 2007).

Εξέλιξη της προσέγγισης STEM είναι το STEAM, στο οποίο εκτός από τη διεπιστημονικότητα (interdisciplinary) του προηγούμενου μοντέλου, προστίθεται και η έννοια της δια-επιστημονικότητας (transdisciplinary), όπου πέρα από την απλή διαθεματική αντίληψη δύο ή περισσότερων εννοιών, υπερβαίνονται τα "όριά" τους για τη δημιουργία νέων ολιστικών εννοιών (Choi & Park, 2006). Όπως αναφέρει η Yakman (2008) το μοντέλο STEM οργανώνει τα υλικά, τις βασικές αρχές και τις διαδικασίες που ορίζουν "τι και πώς μπορούν να γίνουν τα πράγματα", ενώ το STEAM έρχεται να καθορίσει το "ποιος και το γιατί".

Ως βασική διαφορά των δύο αυτών μοντέλων διακρίνεται η μετάβαση στη δια-επιστημονική διδασκαλία, η οποία προϋποθέτει τη μάθηση σε ένα αυθεντικό και συνεργατικό περιβάλλον, που προσομοιώνει τον πραγματικό κόσμο (Tarnoff, 2010). Με αυτόν τον τρόπο, η μάθηση ξεπερνά τα όρια των γνωστικών αντικειμένων που σχετίζονται με κάποιον τρόπο μεταξύ τους (διεπιστημονικότητα στο STEM), και ενισχύεται από αυτά, μέσα από έναν κοινό στόχο σε ένα συνεργατικό περιβάλλον (Yakman, 2008· Tarnoff, 2010). Επιπλέον, στην περίπτωση του STEM, οι εκπαιδευόμενοι επιλύουν τα προβλήματα που τους δίνονται, ενώ αντίστοιχα στο STEAM, επιλέγουν το πρόβλημα προς λύση, ανακαλύπτοντάς το οι ίδιοι.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η επιτυχημένη εφαρμογή των προαναφερόμενων προσεγγίσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία, προϋποθέτει τη δημιουργία και την αποδοχή μιας νέας εκπαιδευτικής κουλτούρας. Το κύριο εμπόδιο προς την ανάπτυξη μιας τέτοιας κουλτούρας που αναφέρεται στη βιβλιογραφία, είναι οι διαφορετικές αντιλήψεις που φέρουν οι εμπλεκόμενοι στην εκπαιδευτική διαδικασίας (εκπαιδευόμενοι/ες, εκπαιδευτικοί, γονείς, διευθυντικές ομάδες, αλλά και πιο έμμεσα, βιομηχανίες, κυβερνήσεις κ.α.), καθώς πρόκειται για ξεχωριστά πεδία, όπου κάθε εμπλεκόμενος έχει τις δικές του προσωπικές βλέψεις και εμπειρίες (Breiner et al., 2012· Quigley, Herro & Jamil, 2017). Σύμφωνα με το εθνικό συμβούλιο έρευνας της Αμερικής (National Research Council, 2014), αυτή η ρήξη δεν πρόκειται να σταματήσει εάν δεν παρέχεται ταυτόχρονα συνεχόμενη στήριξη και δεν δομηθούν κατάλληλα:
(i) η διδακτέα ύλη γύρω από το STEAM, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και
(ii) προγράμματα Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, εγκεκριμένα από τις εκάστοτε εκπαιδευτικές πολιτικές, για το STEAM, αλλά και με βάση το STEAM, ώστε οι ίδιοι οι συμμετέχοντες να έχουν πραγματικά βιώματα της συγκεκριμένης προσέγγισης και ως εκπαιδευόμενοι, προτού κληθούν να τα διδάξουν.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα στην Εκπαίδευση και Κατάρτιση

Παραδείγματα προσπαθειών αξιοποίησης ΕΠ και ΜΠ εντοπίζονται σε Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ) τόσο των θετικών όσο και των θεωρητικών επιστημών. Παράλληλα με την επαυξημένη πραγματικότητα, μπορούμε να διακρίνουμε και τη λεγόμενη "μικτή πραγματικότητα" (Mixed Reality - MR), η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί συνδυασμός της εικονικής (Virtual Reality - VR) και της επαυξημένης (Augmented Reality - AR).

Στη διδακτική των φυσικών επιστημών (STEM - Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Επιστήμη των Μηχανικών και Μαθηματικά), ένα βασικό συστατικό είναι τα εργαστήρια, τα οποία δεν αποτελούν αποκλειστικές εναλλακτικές, αλλά είναι χρήσιμα εκπαιδευτικά εργαλεία, που μπορούν να συνδυαστούν σε ένα ενιαίο και συμπληρωματικό πρόγραμμα σπουδών (Cardoso, Vieira & Gil, 2012). Τα τελευταία χρόνια, στα είδη των εργαστηρίων που αξιοποιούνται στην εκπαίδευση (π.χ. πραγματικά, εικονικά απομακρυσμένα κ.λπ.· Bencomo, 2004), προστίθεται και μια μικτή κατηγορία, που αναφέρεται ως "επαυξημένη" (augmented) και συνδυάζει το εικονικό με το πραγματικό (Odeh et al., 2013· Vargas et al., 2013). Τα λεγόμενα Εργαστήρια Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΕΠ), αποτελούν εξέλιξη των εικονικών και απομακρυσμένων εργαστηρίων (Virtual and Remote Labs - VRLs) (Heradio et al., 2016) και δίνουν λύσεις σε προβλήματα που προκύπτουν από την αξιοποίηση των (α) τοπικών εργαστηρίων, όπως για παράδειγμα το κόστος συντήρησής τους, η διαθεσιμότητα στους/στις εκπαιδευόμενους/ες ή/και καταρτιζόμενους/ες, οι δυνατότητες και οι προοπτικές συντήρησης, η ταυτόχρονη αξιοποίηση από πολλαπλούς/ές χρήστες/ριες κ.α. (Gomes & Bogosyan, 2009) και (β) εικονικών εργαστηρίων, όπου το γεγονός ότι τα πειράματα και ο σχετικός εξοπλισμός απεικονίζονται στους/στις εκπαιδευόμενους/ες γραφικά, καθιστά δύσκολη την εξοικείωση με πραγματικές συνθήκες εργασίας στο μέλλον.

Άλλη μια κρίσιμη δεξιότητα, η οποία καλλιεργείται περισσότερο στο πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών θεωρητικών επιστημών, είναι αυτή της ανάγνωσης (reading), και θεωρείται αντίστοιχα ουσιαστική με τις δεξιότητες των εκπαιδευομένων στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες (OECD, 2016b). Πρόσφατες έρευνες (Cheng & Tsai, 2014) αναδεικνύουν ότι ο εμπλουτισμός βιβλίων (πραγματικών και ηλεκτρονικών) με τεχνολογίες επαυξημένης και μικτής

πραγματικότητας, μπορούν να ανταποκριθούν στις διαφορετικές ανάγκες των εκπαιδευομένων και τον τρόπο μάθησης του καθενός. Μια στατική εμπειρία ανάγνωσης μπορεί να μετατραπεί σε δυναμική και συναρπαστική με την ενσωμάτωση εικονικών στοιχείων σε ένα πραγματικό βιβλίο (Cheng & Tsai, 2014), δίνοντας άλλη διάσταση στην ανάγνωση, την εκμάθηση ξένων γλωσσών και γενικότερα, την απόκτηση γλωσσικών δεξιοτήτων (Ibanez et al., 2011).

Επιπλέον, τόσο στις θετικές όσο και στις θεωρητικές επιστήμες, υπάρχουν πολλές μελέτες περιπτώσεων που αναφέρονται σε εικονικές περιηγήσεις (virtual tours) σε μουσεία, βιβλιοθήκες κ.α. (Schweibenz, 1998· Stevens, 2006), αλλά και σε εργαστήρια, μικρόκοσμους κ.α. (Peat & Taylor, 2012· Sumners et a., 2012). Αυτές οι περιηγήσεις εξελίσσονται τελευταία σε περιηγήσεις επαυξημένης ή/και μικτής πραγματικότητας (Lee, 2012), όπου η μάθηση λαμβάνει νέες διαστάσεις, μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους και αντίστοιχο εξοπλισμό (π.χ. δωμάτια επαυξημένης πραγματικότητας).

Συγκρίνοντας τις τρεις τεχνολογίες, VR, AR και MR (Εικόνα), σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Billinghurst & Kato, 1999; Pan et al., 2006), ως VR, ορίζεται η απόλυτη μετάβαση (εμβύθιση) σε ψηφιακό περιβάλλον, απομονωμένο από το πραγματικό, όπου τα αντικείμενα και οι μορφές είναι ψηφιακά. Με την AR προστίθενται εικονικά αντικείμενα στο πραγματικό περιβάλλον, τα οποία είναι εμφανές ότι είναι ψηφιακά και δεν ανήκουν σε αυτό, ενώ η MR με τη σειρά της, αποτελεί την ανάμειξη των δύο προηγούμενων τεχνολογιών, προσφέροντας μια εντελώς νέα εμπειρία στους/ις χρήστες/ριες, καθιστώντας σχεδόν αδύνατη τη διάκριση μεταξύ πραγματικού και ψηφιακού. Μέσω αυτής, επιτυγχάνεται η πλήρης αλληλεπίδραση με εικονικά αντικείμενα, με τη χρήση κατάλληλων συσκευών (Hughes et al., 2005). Τόσο τα αντικείμενα όσο και οι συμμετέχοντες/ουσες μπορούν να είναι ταυτόχρονα «εικονικά» και «πραγματικά».

Εικόνα 1: Εικονική (VR), Επαυξημένη (AR) και Μικτή (MR) Πραγματικότητα (Πηγή: https://www.digitalbodies.net/learning/educause-vr-visual-culture-future-trends-learning/)

Στο πλαίσιο των παραπάνω "πραγματικοτήτων", ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι δυνατότητες που παρέχουν οι Ευφυείς εικονικοί πράκτορες (IVAs), οι οποίοι με το διαδραστικό χαρακτήρα και τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά και ιδιότητες που εμφανίζουν - π.χ. να επικοινωνούν με τους ανθρώπους ή με κάθε άλλο μέσο, χρησιμοποιώντας φυσικές ανθρώπινες λεπτομέρειες, όπως τις εκφράσεις του προσώπου, την ομιλία και την κίνηση - μπορούν να μειώσουν τα μειονεκτήματα της έλλειψης μαθησιακής επαφής (Westerfield, Mitrovic & Billinghurst, 2015· Kim et al., 2016). Επιπλέον, είναι σε θέση να αντιλαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο, τη γνωστική λειτουργία και δράση που τους επιτρέπει να συμμετέχουν σε δυναμικά κοινωνικά περιβάλλοντα. Κατά κοινή ομολογία λοιπόν, η αξιοποίηση επαυξημένης

ή/και μικτής πραγματικότητας στην εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να αποτελέσει έναν αποτελεσματικό τρόπο επίτευξης καλύτερων επιδόσεων (Radhamani et al., 2014) και προσέλκυσης του ενδιαφέροντος των εκπαιδευομένων, επηρεάζοντάς τους στις μελλοντικές επιλογές επαγγελματικής αποκατάστασης (Di Serio, Ibáñez & Kloos, 2013). Γενικότερα, παρουσιάζονται δυνατότητες θετικής επίδρασης στη διδακτική όλων των επιστημών, όπου η μετάβαση του/της εκπαιδευόμενου/ης καταρτιζόμενου/ης σε "πραγματικό" ψηφιακό περιβάλλον μπορεί να μεταφέρει την εκπαιδευτική εμπειρία σε άλλη διάσταση. Όμως, παρά τις προσπάθειες που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία για την αξιοποίηση των προαναφερόμενων τεχνολογιών (Bacca et al., 2014), διακρίνεται έντονα η απουσία ουσιαστικής μεταρρύθμισης των προγραμμάτων σπουδών σε επίπεδο Ανώτατης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης. Οι περισσότερες μελέτες περίπτωσης αναφέρονται σε εμπλουτισμό περιεχομένου μαθημάτων πέρα από το αυστηρό πλαίσιο ενός Προγράμματος Σπουδών, κάνοντας λόγο κυρίως για πρόσθετο υλικό, ενώ κάποιες αναφέρονται σε αλλαγές σε Προγράμματα Σπουδών χαμηλότερων βαθμίδων εκπαίδευσης (π.χ. νηπιαγωγείο και δημοτικό), όπου τα περιθώρια αναδιαμόρφωσης είναι σαφώς ευρύτερα.

Συνοψίζοντας, από τη μελέτη της βιβλιογραφίας και την ανάλυση των συνθηκών που ισχύουν στη σημερινή πραγματικότητα, θα μπορούσε κανείς να πει ότι αναδύεται η ανάγκη να δομηθεί ένα ρεαλιστικό σχέδιο και να τεθούν τολμηροί, εφαρμόσιμοι στόχοι, εισβάλλοντας στον πυρήνα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ώστε:

- Να μεταρρυθμιστούν και να ενισχυθούν τα εκάστοτε Προγράμματα Σπουδών, σε όλες τις βαθμίδες, ειδικότερα όμως σε επίπεδο Ανώτατης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, με την ενσωμάτωση σύγχρονων πρακτικών εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης ανάλογα το επιστημονικό πεδίο.
- Να αξιοποιηθούν καινοτομίες όπως η Επαυξημένη (AR) και η Μικτή Πραγματικότητα (MR) για την υποστήριξη των προαναφερόμενων Προγραμμάτων Σπουδών σε επίπεδο Ανώτατης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης ώστε να μελετηθούν οι επιδόσεις των εκπαιδευομένων/καταρτιζομένων, καθώς και η ελκυστικότητα τέτοιου είδους μαθημάτων στα Προγράμματα Σπουδών.

Προτεινόμενη Μεθοδολογία

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, αναδύεται η ανάγκη μεταρρύθμισης των υπαρχόντων Προγραμμάτων Σπουδών στον πλαίσιο των σύνθετων απαιτήσεων σε επίπεδο Ανώτατης Εκπαίδευσης και Κατάρτισης, καθώς και αξιοποίησης σύγχρονων τεχνολογιών και καινοτόμων ψηφιακών εργαλείων. Αυτή η τάση, αναδεικνύει την αναγκαιότητα συστηματικής έρευνας, με στόχο την απάντηση ερευνητικών ερωτημάτων, τα οποία μπορούν να προκύψουν μέσα από αναλυτικές ανασκοπήσεις και εντοπισμό κρίσιμων ζητημάτων προς επίλυση. Το βασικό ερευνητικό θέμα της παρούσας προτεινόμενης έρευνας, εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο της εκπαιδευτικής έρευνας (Cohen, Manion & Morrison, 2008), καθώς αποσκοπεί στο να παρέχει το γνωστικό και ερευνητικό υπόβαθρο για την υιοθέτηση νέων πρακτικών στην εκπαίδευση. Η μελέτη φαινομένων που παρατηρούνται σε διαδικτυακές κοινότητες εκπαίδευσης ή/και κατάρτισης, καθώς και η αξιοποίηση καινοτόμων εφαρμογών σε αυτό το πλαίσιο, έχει αποκτήσει διεπιστημονικό χαρακτήρα με την εφαρμογή ποικίλων ερευνητικών μεθόδων. Τα φαινόμενα αυτά, σχετίζονται με τον κύκλο ζωής των διαδικτυακών κοινοτήτων πρακτικής και αποτελούν δυναμικά οικοσυστήματα, τα οποία χρήζουν ενιαίας μελέτης, στο πλαίσιο του συστήματος συνολικά, χωρίς να απομονώνονται τα επιμέρους υποκείμενα-

μεταβλητές (Lin & Lin, 2006). Οι προσεγγίσεις τέτοιων ερευνών, συνήθως, είναι πολυμεθοδικές/μικτές (Daniel, 2010), λόγω της πολυπλοκότητας και της εμπλοκής πολλαπλών παραγόντων (Lincoln & Guba, 1985) και για τον λόγο αυτό, δεν είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν στο πλαίσιο ενός αυστηρού "παραδείγματος" (Τσιώλης, 2014).

Σύμφωνα με τον Lewin (1948) η έρευνα η οποία παράγει μόνο βιβλία (γνώση) είναι ανεπαρκής έρευνα, καθώς σκοπός, δεν πρέπει να είναι απλά η κατανόηση και ερμηνεία των καταστάσεων, αλλά η αλλαγή τους. Ένα δυναμικό εργαλείο για τον σκοπό αυτό, αποτελεί η μέθοδος της **έρευνας-δράσης**, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί σε κάθε περιβάλλον όπου εμπλέκονται άτομα, έργα και διεργασίες, απαιτείται λύση και η αλλαγή ενός ή/και περισσότερων χαρακτηριστικών μπορεί να επιφέρει ένα επιθυμητό αποτέλεσμα (Cohen, Manion & Morrison, 2013). Μέσω της έρευνας-δράσης, μπορούν να βελτιωθούν μέθοδοι διδασκαλίας και στρατηγικές μάθησης (Cohen, Manion & Morrison, 2008), βελτιώνοντας ή/και αντικαθιστώντας τις ήδη υπάρχουσες σταδιακά, επιφέροντας ραγδαίες αλλαγές στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, όπως τις γνωρίζουμε σήμερα. Η περίπλοκη και πολυεπίπεδη φύση της έρευνας-δράσης διακρίνεται σαφώς στην προτεινόμενη έρευνα, καθώς συνδυάζει τις έννοιες του εκπαιδευτικού σχεδιασμού και της σύγχρονης τεχνολογίας, υπό το πρίσμα των κοινωνικοπολιτικών εξελίξεων της εποχής. Σε μία τέτοιου είδους έρευνα είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη πρόσθετοι παράγοντες (όπως για παράδειγμα το τεχνολογικό υπόβαθρο των εκπαιδευομένων, οι ψηφιακές τους δεξιότητες), ξεπερνώντας τη μονόπλευρη σχέση μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα έγκειται στην ευρύτερη κατηγορία των **μικτών** ερευνών με τη μέθοδο της **έρευνας-δράσης**, όπου η θεωρία αναδύεται από συγκεκριμένες καταστάσεις, θεμελιώνεται σε δεδομένα που παράγονται από την ερευνητική πράξη και προτείνεται να υλοποιηθεί για την εφαρμογή δραστικών αλλαγών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης και κατάρτισης (Corbin & Strauss, 1990· Glaser & Strauss, 2009). Τοποθετώντας λοιπόν την παρούσα στην κατηγορία των μικτών ερευνών, για την υλοποίηση ερευνητικού σχεδιασμού διακρίνονται ορισμένες φάσεις (Τσιώλης, 2014), όπως αυτές παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.

Εικόνα 2: Στάδια Μικτής Έρευνας

Ως βασικά χαρακτηριστικά του επιλεγμένου θεωρητικού πλαισίου της παρούσας προτεινόμενης έρευνας μπορούν να αναφερθούν τα εξής (Hult & Lennung, 1980):

- αποτελεί κατάλληλη μέθοδο για την επίλυση προβλημάτων και τη διεύρυνση της επιστημονικής γνώσης,
- είναι συνεργατική και συμμετοχική, προάγει τον διάλογο και τη χειραφέτηση,
- ενισχύει τις ικανότητες των συμμετεχόντων/ουσών και προσπαθεί να βελτιώσει την ποιότητα των δράσεών τους,
- είναι επιτόπια, ως προς τη διεξαγωγή της και διαμορφωτική (μπορεί να τροποποιηθεί ως προς τον ορισμό προβλήματος, τους στόχους και τη μεθοδολογία),
- αξιοποιεί την ανατροφοδότηση των δεδομένων σε μια αέναη κυκλική διαδικασία και προσπαθεί να καταστήσει την έρευνα εφαρμόσιμη, διαχύσιμη και κοινοποιήσιμη,
- συνεισφέρει στη διαμόρφωση μιας επιστήμης της εκπαίδευσης και διεξάγεται μέσω ενός κοινώς αποδεκτού πλαισίου δεοντολογίας,
- συμβάλλει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ θεωρίας και πράξης.

Οι Kemmis & McTaggart (2005) τόνισαν ότι η έρευνα-δράση αποτελεί μια προσέγγιση για τη βελτίωση της εκπαίδευσης, μέσω της αλλαγής της και της γνώσης που προκύπτει από τις αλλαγές, ενώ ο Zuber-Skerritt (2001) αναφέρεται στην έρευνα-δράση ως μια κριτική και αυτοκριτική διερεύνηση, που ακολουθεί μια κυκλική διαδικασία, όπως αυτή παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.

Εικόνα 3: Το μοντέλο της Έρευνας-Δράσης στο πλαίσιο της προτεινόμενης έρευνας

Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Έχοντας ολοκληρώσει τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και προσδιορίσει τη θεματική περιοχή και το θεωρητικό υπόβαθρο της προτεινόμενης έρευνας, είναι προφανές ότι υπάρχει μια τάση σε διεθνές επίπεδο για τον εκσυγχρονισμό των υπαρχόντων Προγραμμάτων Σπουδών, αλλά και για την αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών, που συμβαδίζουν με τις τεχνολογικές εξελίξεις. Σε αυτές τις κατευθύνσεις, διακρίνονται πολλαπλά ζητήματα, τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν αντικείμενο έρευνας μελλοντικά.

Ορισμένα από τα ερευνητικά ερωτήματα που θα μπορούσαν να τεθούν υπό το πρίσμα των υπό συζήτηση θεμάτων είναι: (α) *Μπορούν να εφαρμοστούν νέες προσεγγίσεις, όπως STEM και STEAM, σε Προγράμματα Σπουδών τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και κατάρτισης, επιτρέποντας στους/στις καθηγητές/ριες-εκπαιδευτικούς να έχουν συγκριτικά περισσότερα "εκπαιδευτικά οφέλη" με λιγότερες απώλειες - χρόνο, χρήμα και εμπειρία;* (β) *Μπορεί να είναι πιο αποδοτική μια σύγχρονη προσέγγιση, όπως STEM και STEAM, με καινοτόμα ψηφιακά μέσα, όπως η επαυξημένη ή/και η μικτή πραγματικότητα, για την ενίσχυση της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης και της*

επίλυσης προβλημάτων των εκπαιδευομένων/καταρτιζομένων, συγκριτικά με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, όπως η μηχανική αποστήθιση; (γ) *Πώς συμβάλλει η αξιοποίηση της επαυξημένης ή/και της μικτής πραγματικότητας στα σύγχρονα Προγράμματα Σπουδών STEM και STEAM, στην αφύπνιση της περιέργειας των εκπαιδευομένων/καταρτιζομένων και στην αντίληψη της εκμάθησης ως μια διαδικασία δυναμική και διασκεδαστική;* (δ) *Μπορεί η αξιοποίηση της επαυξημένης ή/και μικτής πραγματικότητας, λόγω της αισθητηριακής και βιωματικής της δύναμης, να επιταχύνει τη διαδικασία μάθησης, παράλληλα με την ανάπτυξη υψηλότερου επιπέδου γνωστικών δεξιοτήτων των εκπαιδευομένων/καταρτιζομένων;* (ε) *Θα μπορούσε η μετάβαση των Προγραμμάτων Σπουδών από τις παραδοσιακές μεθόδους (αποστήθιση κ.λπ.) σε σύγχρονες προσεγγίσεις (όπως STEM και STEAM) με κατάλληλα εργαλεία (επαυξημένη ή/και μικτή πραγματικότητα) να ενδυναμώσει τους/τις εκπαιδευόμενους/ες-καταρτιζόμενους/ες, ώστε να μαθαίνουν από την εμπειρία με την άμεση εμπλοκή με το θέμα τους μέσα από διαδραστικές εμπειρίες;* (στ) *Πώς συμβάλλει η αξιοποίηση της επαυξημένης ή/και μικτής πραγματικότητας σε Προγράμματα Σπουδών STEAM στη δημιουργία κινήτρων για αξιόλογη και αξιόπιστη μάθηση από απόσταση, καθώς και στη μείωση της αίσθησης έλλειψης ενδιαφέροντος για το μαθησιακό υλικό;* (ζ) *Υπάρχει η δυνατότητα μείωσης των προβλημάτων πρόσβασης στην κατάρτιση λόγω νησιωτικότητας ή διαμονής σε απομακρυσμένες περιοχές;*

Θεωρούμε ότι η παρούσα εργασία αποτελεί ένα ισχυρό έναυσμα για τη δημιουργία διαλόγου γύρω από τα υπό συζήτηση θέματα, ενώ θέτει τα αρχικά θεμέλια για την υλοποίηση έρευνας σε καινοτόμα ζητήματα.

Βιβλιογραφία

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society*, *17*(4), 133.

Bencomo, S. D. (2004). Control learning: present and future. *Annual Reviews in control*, *28*(1), 115-136.

Billinghurst, M., & Kato, H. (1999, March). Collaborative mixed reality. In *Proceedings of the First International Symposium on Mixed Reality* (pp. 261-284).

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, *112*(1), 3-11.

Cardoso, A., Vieira, M., & Gil, P. (2012). A Remote and Virtual Lab with Experiments for Secondary Education, Engineering and Lifelong Learning Courses. *iJOE*, *8*(S2), 49-54.

Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2014). Children and parents' reading of an augmented reality picture book: Analyses of behavioral patterns and cognitive attainment. *Computers & Education*, *72*, 302-312.

Choi, B. C., & Pak, A. W. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and investigative medicine*, *29*(6), 351.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας (5η αναθεωρημένη έκδοση)*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education (6th Edition)*. Routledge.

Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques. *Basics of qualitative research: Grounded Theory procedures and techniques*, *41*.

Daniel, B. K. (Ed.). (2010). *Handbook of Research on Methods and Techniques for Studying Virtual Communities: Paradigms and Phenomena: Paradigms and Phenomena*. IGI Global.

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, *68*, 586-596.

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2009). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Transaction Publishers.

Heradio, R., de la Torre, L., Galan, D., Cabrerizo, F. J., Herrera-Viedma, E., & Dormido, S. (2016). Virtual and remote labs in education: A bibliometric analysis. *Computers & Education*, *98*, 14-38.

Hipkins, R., Bolstad, R., Baker, R., Jones, A., Barker, M., Bell, B., ... & Taylor, I. (2002). Curriculum, learning and effective pedagogy: A literature review in science education.

Hughes, C. E., Stapleton, C. B., Hughes, D. E., & Smith, E. M. (2005). Mixed reality in education, entertainment, and training. *IEEE computer graphics and applications*, 25(6), 24-30.

Hult, M., & Lennung, S. Å. (1980). Towards a definition of action research: a note and bibliography. *Journal of management studies*, *17*(2), 241-250.

Ibanez, M., Kloos, C. D., Leony, D., Rueda, J. J. G., & Maroto, D. (2011). Learning a foreign language in a mixed-reality environment. *IEEE internet computing*, *15*(6), 44-47.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). *Participatory Action Research: Communicative Action and the Public Sphere*. Sage Publications Ltd.

Kim, K., Bruder, G., Maloney, D., & Welch, G. (2016). The influence of real human personality on social presence with a virtual human in augmented reality. In *International Conference on Artificial Reality & Telexistence and Eurographics Symposium on Virtual Environments. Little Rock, AR, USA* (pp. 115-122).

Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, *56*(2), 13-21.

Lewin, K. (1948). Resolving social conflicts; selected papers on group dynamics.

Lin, S. C., & Lin, F. R. (2006). An ecosystem view on online communities of practice. *Int'l J. Comm. L. & Pol'y*, *11*, 4-9.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry* (Vol. 75). Sage.

Lombardi, M. M. (2007). Approaches that work: How authentic learning is transforming higher education. *EDUCAUSE Learning Initiative (ELI) Paper*, *5*.

Morrison, J. (2006). TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education. *Baltimore, MD: TIES*.

National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

Odeh, S., Shanab, S. A., Anabtawi, M., & Hodrob, R. (2013). A Remote Engineering Lab Based on Augmented Reality for Teaching Electronics. *International Journal of Online Engineering*, *9*.

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016a). *Selected Indicators for Greece*. Retrieved from https://data.oecd.org/greece.htm

OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016b). *PISA 2015 Results in Focus*. Retrieved from https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf

Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30(1), 20-28.

Peat, M., & Taylor, C. (2012). Virtual biology: how well can it replace authentic activities?. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (formerly CAL-laborate International)*, *13*(1).

Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a Conceptual Model of STEAM Teaching Practices. *School Science and Mathematics*, *117*(1-2), 1-12.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, *72*(8), 1-5.

Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania. Retrieved from https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schneider, R.M., Krajcik, J., & Marx, R. (2013). The role of educative curriculum materials in reforming science education. In *International Conference of the Learning Sciences: Facing the Challenges of Complex Real-world Settings* (p. 54). Psychology Press.

Schweibenz, W. (1998). The" Virtual Museum": New Perspectives For Museums to Present Objects and Information Using the Internet as a Knowledge Base and Communication System. *ISI*, *34*, 185-200.

Stevens, V. (2006). Second Life in education and language learning. *TESL-EJ*, *10*(3), 1-4.

Sumners, C., Annette, S., Handron, K., & Jacobson, J. (2012, March). Immersive interactive learning labs for STEM education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4894-4898). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Tapsis, N., Tsolakidis, K., & Vitsilaki, C. (2012). Virtual worlds and course dialogue. *American Journal of Distance Education*, 26(2), 96-109.

Tarnoff, J. (2010). STEM to STEAM—Recognizing the value of creative skills in the competitiveness debate. *The Huffington Post*.

Vargas, H., Farias, G., Sanchez, J., Dormido, S., & Esquembre, F. (2013). Using Augmented Reality in Remote Laboratories. *International Journal of Computers Communications & Control*, *8*(4), 622-634.

Westerfield, G., Mitrovic, A., & Billinghurst, M. (2015). Intelligent augmented reality training for motherboard assembly. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *25*(1), 157-172.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, *62*, 41-49.

Yakman, G. (2008, March). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. In *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching, Salt Lake City, Utah, USA*.

Zuber-Skerritt, O. (2001). Action learning and action research: paradigm, praxis and programs. *Effective change management through action research and action learning: Concepts, perspectives, processes and applications*, 1-20.

Εθνικός Διάλογος για την Παιδεία - ΕΔΠ. (2016a). *Επιτροπή Εθνικού και Κοινωνικού Διαλόγου για την Παιδεία - Πορίσματα*. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ανακτήθηκε από http://dialogos.minedu.gov.gr/wp-content/uploads/2016/04/PORISMATA_DIALOGOU_2016.pdf

Εθνικός Διάλογος για την Παιδεία - ΕΔΠ. (2016b). *Προσωρινά συμπεράσματα επιτροπών - Κείμενα εργασίας, Αρχικό κείμενο για την Ψηφιακή Εκπαίδευση*. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ανακτήθηκε από http://dialogos.minedu.gov.gr/wp-content/uploads/2016/03/digital_school_digital_learning_executive_version.pdf

Εθνικός Διάλογος για την Παιδεία - ΕΔΠ. (2016c). *Προσωρινά συμπεράσματα επιτροπών - Κείμενα εργασίας, Σκέψεις και προτάσεις για την αναβάθμιση της Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης (ΕΕΚ)*. Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων. Ανακτήθηκε από http://dialogos.minedu.gov.gr/wp-content/uploads/2016/03/anavathmisi_epag_ekpaideysis_kai_katartisis.pdf

Τσιώλης, Γ. (2014) *Μέθοδοι και Τεχνικές Ανάλυσης στην Ποιοτική Κοινωνική Έρευνα*, Αθήνα: Κριτική.