

Παιχνιδοποιημένα εικονικά περιβάλλοντα στην εκπαίδευση: Τόποι συνύπαρξης διαφορετικών θεωριών μάθησης

Παναγιώτης Κανελλόπουλος
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
pankanellopoulos@mail.ntua.gr

Δημήτρης Αντωνίου
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών,
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
dantoniu@onoffice.gr

► ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας έχει διαχρονικά αξιοποιηθεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο στην ευρύτερη κατεύθυνση της ένταξης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην τυπική ή άτυπη εκπαίδευση. Στη σύγχρονη εποχή σημειώνεται η επέκταση του εντοπισμού της, με μια ποικιλία βαθμών εμπλοκής της στην παραδοσιακή διαδικασία εκπαίδευσης. Δηλαδή από την εκπαιδευτική χρήση μερικών εικονικών στοιχείων σε οθόνη, έως την πιο σύνθετη «εισχώρηση» των εκπαιδευόμενων σε πιο εκτεταμένα εικονικά περιβάλλοντα μάθησης (π.χ. με ειδικό ρουχισμό και εξοπλισμό τμηματικής ή ολικής αισθητηριακής απομόνωσης). Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια η συναφής πρακτική του Gamification (Παιχνιδοποίηση) αποκτά όλο και περισσότερο χώρο σε εναλλακτικά διδακτικά σενάρια, με αξιοσημείωτα οφέλη ως συνεπικουρικά εργαλεία διδασκαλίας. Συγκεκριμένα, εντοπίζεται ενδιαφέρον στη χρήση αυτή στον μετασχηματισμό της φυσιογνωμίας της συμβατικής εκπαίδευσης με την προσθήκη ενός παιγνιώδους χαρακτήρα, κυρίως με στόχευση την αύξηση της εμπλοκής και της δέσμευσης του/της εκπαιδευόμενου/ης. Η λειτουργική και αισθητική συνάφεια των δύο άνω τεχνικών έχει οδηγήσει τους/τις ερευνητές/τριες των Επιστημών της Αγωγής στην ταυτόχρονη χρήση τους ως μεθοδολογική συνέργεια στα ίδια μοντέλα ψηφιακής μάθησης σε αλληλοσυμπλήρωση. Προϊόν αυτής της αμοιβαίας επωφελούς συνύπαρξης αποτελεί και η χρήση εικονικών περιβαλλόντων στα οποία ο χρήστης βιώνει εμπύθιση (immersion), διαδρώντας με στοιχεία Παιχνιδοποίησης (π.χ. σκορ, χρονομέτρηση κ.ά.) για την ενδυνάμωση της μαθησιακής διαδικασίας. Η συγκεκριμένη έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση του μεικτού πλαισίου των θεωριών μάθησης, οι οποίες διέπουν εξ αρχής τις δύο μεθόδους και συλλειτουργούν στα περιβάλλοντα ταυτόχρονης αξιοποίησής τους. Στο τέλος καταδεικνύεται ο ρόλος των παιχνιδοποιημένων εικονικών περιβαλλόντων εμπύθισης, ως τόποι συνεργατικής ανάπτυξης διαφορετικών θεωριών μάθησης. Έτσι συνάγεται η ανάδειξή τους ως τεκμηριωμένα εργαλεία εκπαιδευτικών,

οι οποίοι αφενός χρησιμοποιούν τα εμβυθισμένα εικονικά περιβάλλοντα, αφετέρου επεκτείνουν τα οφέλη τους παιχνιδοποιώντας τα.

Λέξεις-κλειδιά: Εικονική Πραγματικότητα, Εμβύθιση, Παιχνιδοποίηση, Θεωρίες Μάθησης.

► ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θεματική της συγκεκριμένης εργασίας εντάσσεται στην ευρύτερη επιστημονική περιοχή της ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Πιο στοχευμένα, αυτή προσεγγίζει την υπό-περιοχή περί της αξιοποίησης των ψηφιακών τεχνολογιών ως συνεπικουρικά εργαλεία διδασχής και μάθησης. Η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality) συνιστά ένα τέτοιο εργαλείο και σε σημαντικό πλήθος σχετικών μοντέλων εφαρμόζεται από κοινού με την πρακτική της Παιχνιδοποίησης (Gamification), λόγω της υψηλής τους συσχέτισης. Τα μέσα αυτά συνιστούν πια δύο ευρέως εντοπίσιμους πυρήνες εστίασης μεθοδολογικών προσεγγίσεων στη σύγχρονη εκπαίδευση, με μια τομεακή έκταση ως προς τα γνωστικά πεδία εκμάθησης και μάλιστα σε οικουμενικό επίπεδο. Όπως προκύπτει και από τους ορισμούς τους, γίνεται χρήση της πρώτης συνιστώσας ως «Μια κατάσταση που δημιουργείται στο μυαλό ενός ατόμου και δύναται, σε μια ποικιλία βαθμών, να καταλάβει τη συνειδητότητά του, με έναν τρόπο παρόμοιο του πραγματικού περιβάλλοντος» (Macpherson & Keppell, 1998) ή σε σχέση με την ειδικότερη περίπτωση της εμβυθισμένης εκδοχής της ως «Προσομοίωση μιας πραγματικότητας, η οποία δύναται να περιβάλλει ένα άτομο, που δημιουργείται με ηλεκτρονικό ρουχισμό» (Conn et al., 1989). Παραδείγματος χάριν, με ένα σύνολο ιδεών, τεχνικών, προγραμμάτων, συσκευών κ.ά. παρέχεται η δυνατότητα να προσομοιωθεί εικονικά ένας εκπαιδευτικός χώρος (πχ. σχολική ή ακαδημαϊκή αίθουσα), μια εκπαιδευτική συνθήκη (πχ. πρακτική εξάσκηση πεδίου) και άλλα θέματα σωμάτων διδασκείας ύλης. Ενώ γίνεται αξιοποίηση της δεύτερης συνιστώσας ως «Χρήση στοιχείων σχεδιασμού παιχνιδιών σε πλαίσια μη σχετιζόμενα με παιχνίδια» (Deterding et al., 2011). Σχετικές εφαρμογές σχεδιάζονται και αναπτύσσονται με γνώμονα την τεκμηριωμένη εμπλοκή στοιχείων, τα οποία απορρέουν από τον σχεδιασμό παιχνιδιών (game design), όπως τα σήματα, το σκορ, οι χρονικοί περιορισμοί, τα επίπεδα (levels) κ.ά. Στοιχεία τα οποία έχουν διαχρονικά και επιτυχώς εφαρμοστεί στον χώρο του παιχνιδιού (παραδοσιακού ή ηλεκτρονικού) και παρέχονται «δανειακά» στον χώρο της εκπαίδευσης, κυρίως καθ' ότι η επιτυχής λειτουργία τους είναι σχετικά εγγυημένη ως μέσα δοκιμασμένων παιγνιδιών τακτικών. Συγκεκριμένα, επιλέγονται, μετασχηματίζονται και ενσωματώνονται σε συμβατικά ή καινοτόμα διδακτικά σενάρια και τελικά ενισχύουν ποικιλοτρόπως τη μαθησιακή εμπειρία, επί του εκάστοτε εκπαιδευτικού περιβάλλοντος ή δράσης.

Τα δύο αυτά μέσα έχουν ανά τα έτη δοκιμαστεί ή παγιωθεί επιτυχώς σε σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις ως πρωταγωνιστικά ή συνεπικουρικά εργαλεία, κατ' ανεξαρτησία μεταξύ τους ως αυθύπαρκτα εργαλεία προώθησης και πρόσληψης της γνώσης. Ωστόσο, κυρίως η λειτουργική και η αισθητική τους γειτνίαση, όσο και άλλα σημεία συνάφειας, οδήγησαν στη συνεργατική εμπλοκή της Εικονικής Πραγματικότητας και της Παιχνιδοποίησης, πλέον στο πλαίσιο μεικτών διδακτικών σεναρίων. Μια μεθοδολογική ζεύξη, η οποία εδράζεται στη βάση μιας πολυκαναλικής

εκπαιδευτικής διαδικασίας, για αλληλοσυμπλήρωσή αυτών των όμορων μέσων, όπου κρίνεται αμοιβαία επωφελές εκ των ερευνητών των Επιστημών της Αγωγής και των διδασκόντων εν γένει. Κατά αυτόν τον τρόπο, χρησιμοποιείται αφετηριακά ένα Εικονικό Περιβάλλον ως υποβάθρο για την επιπρόσθετη χρήση επιμέρους στοιχείων του συντακτικού της θεωρίας της Παιχνιδοποίησης, ενισχυτικών επ' αυτού. Ένα τέτοιο περιβάλλον έχει διαμορφωθεί εξ ολοκλήρου μέσω υπολογιστή και τα αντικείμενα εντός του προβάλλονται σε μια συσκευή και δε χωροθετούνται πραγματικά εκεί, ενώ επίσης οι χρήστες του έχουν αλληλεπιδράσεις σε αυτό, που συμβαίνουν σε πραγματικό χρόνο (Flavián et al., 2019). Ειδικότερα για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας ως προς τον βαθμό ρεαλιστικότητας γίνεται αξιοποίηση Εικονικών Περιβαλλόντων Εμβύθισης, όπου ο χρήστης περιβάλλεται και αλληλεπιδρά με κάποιο τρισδιάστατο αναπαριστώμενο περιεχόμενο (φωτογραφικό ή βιντεοσκοπικό, γραφικό ή και συνδυαστικό αυτών) σε προβολή 360 μοιρών.

Σύμφωνα με την άνω θεώρηση οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν μια πιο ενδυναμωμένη εμπειρία διδακτικών προσομοιώσεων, κυριότερα ως προς τους άξονες της χρηστικής και της μαθησιακής αποδοτικότητας. Άξονες που συμβάλουν σε μια πιο επωφελή εκπαιδευτική σχέση με το -εικονικά- τιθέμενο θέμα, πρόβλημα κ.λπ. από εκείνη των πιο ευρέως εντοπίσιμων μη Παιχνιδοποιημένων Εικονικών Περιβαλλόντων. Αυτή κατά βάση οφείλεται στην δυνατότητα συνύπαρξης των επιμέρους υποβάθρων των Θεωριών Μάθησης και των προσεγγίσεών τους, με τις οποίες οι δύο συνιστώσες συνδέονται. Η ταυτόχρονη χρήση τους ως μέσα εκπαίδευσης, οδηγεί και στην ταυτόχρονη αξιοποίηση των θεωρητικών τους πλαισίων μάθησης, που συνιστούν ερείσματα της δράσης και ιδιαιτέρως της επίδρασής τους στους/στις εκπαιδευόμενους/ες.

► ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην συγκεκριμένη εργασία γίνεται ερευνητική πραγμάτευση του υποβάθρου εκπαιδευτικής σύμπραξης της Εικονικής Πραγματικότητας και της Παιχνιδοποίησης, όσον αφορά στις Θεωρίες Μάθησης. Αίτιο για αυτήν την προσέγγιση αποτελεί η ανάγκη μιας πιο διεισδυτικής οπτικής στο παρασκήνιο των δρώντων Θεωριών Μάθησης που τις διέπουν, πέραν από την πιο επιφανειακή κατανόηση της μεικτής κατάστασης εμπειρίας των εκπαιδευόμενων. Κατά λογική αναγκαιότητα, η ερευνητική στοχοθεσία του συγκεκριμένου πονήματος εστιάζει στον εντοπισμό των θεωριών που χαρακτηρίζουν και κατευθύνουν εξ αρχής τις παραπάνω μεθόδους, ενώ μάλιστα συλλειτουργούν στα περιβάλλοντα ταυτόχρονης αξιοποίησής τους. Ειδικότερα η διερεύνηση αυτή προσεγγίζει το ενδεχόμενο παρουσίας διαφορετικών θεωρητικών αξόνων, λόγω των διαφορετικών αυτόνομων χρήσεών τους στο παρελθόν. Επίσης, λόγω και της σταδιακής εμφάνισης όλο περισσότερων τέτοιων μεικτών μεθοδολογικών πλαισίων, που πολλές φορές μεγιστοποιούν τις γνωστικές απολαβές των εκπαιδευόμενων. Για την διαλεύκανση αυτή, παρακάτω θα τεθεί η σύνδεση κάθε μίας εξ αυτών με το πλαίσιο των Θεωριών Μάθησης, ώστε να αποτυπωθεί το αν δρουν σύμφωνα με ένα κοινό ή σύμμεκτο θεωρητικό πλαίσιο.

► ΣΥΝΕΡΓΕΙΕΣ ΕΙΚΟΝΙΚΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΠΑΙΧΝΙΔΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Εν συνεχεία των αυτόνομων αξιοποιήσεων των υπό εξέταση μέσων, εντοπίστηκε η ανάγκη των ταυτόχρονων χρήσεων τους και μάλιστα σε συνεργασία. Στα αντίστοιχα διδακτικά μοντέλα, εν πρώτοις τα εργαλεία της Εικονικής Πραγματικότητας παρέχουν την λειτουργία της προσομοίωσης, όσο και το Εικονικό Περιβάλλον (Εμβύθισης ή μη) ως έδρα επί του οποίου η προηγούμενη αναφέρεται. Δευτερευόντως, οι τεχνικές της Παιχνιδοποίησης, όσο και τα στοιχεία αυτής (π.χ. γραφικά στοιχεία, όπως εικονίδια) ενσωματώνονται για την ενίσχυση αυτού του ιδιότυπου εκπαιδευτικού χώρου, άυλης υπόστασης αλλά πραγματικών γνωστικών κεκτημένων. Ως προϊόν αυτής τη συνταύτισης μεθόδων προκύπτει ένα ειδικότερο περιβάλλον του πλαισίου της εικονικότητας, το Παιχνιδοποιημένο Εικονικό Περιβάλλον Μάθησης.

Αρχικά λοιπόν, ο χρήστης -εν προκειμένω ο/η εκπαιδευόμενος/η- βιώνει μια προσομοιωτική κατάσταση, η οποία λαμβάνει χώρα σε ένα τέτοιο Περιβάλλον Μάθησης (π.χ. ένα εικονικό χωρικό ισοδύναμο ρεαλιστικών χώρων συμβολικής βιωματικής εμπειρίας με εκπαιδευτικό χαρακτήρα). Γενικότερα, συναφείς προσομοιώσεις επιτυγχάνονται με μια ποικιλία βαθμών και τρόπων απόδοσης του αναπαριστώμενου περιεχομένου, συναρτήσει των διαφορετικών τύπων της Εικονικής Πραγματικότητας, όπως την Μη-Εμβυθισμένη (Non-Immersive), την Ήμι-Εμβυθισμένη (Semi-Immersive) και την Εμβυθισμένη (Immersive) εκδοχή της (Badomu & Ye, 2013). Η κατηγοριοποίηση αυτή μεταξύ άλλων περιγράφει τη σχέση του χρήστη με το εκάστοτε εικονικό περιεχόμενο, ως προς τον βαθμό της αισθητηριακής του «παραπλάνησης» αναφορικά στο βίωμά του. Ανάλογα με τη φυσιογνωμία και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα της εκάστοτε εκπαιδευτικής παρέμβασης, οι αναφερόμενες προσομοιώσεις εφαρμόζονται με τη βοήθεια διαφορετικών συνδυασμών λογισμικού (software) και υλικού (hardware). Μάλιστα η ποικιλία των παρεχόμενων δυνατοτήτων σχετικών προγραμμάτων (π.χ. τρισδιάστατης μοντελοποίησης, αναπαράστασης και γενικής υποστήριξης) και υλικοτεχνικού εξοπλισμού (π.χ. συσκευές προβολής, χειρισμού εικονικών αναπαραστάσεων και αντικειμένων), συμβάλουν στη διάθεση μιας ποικιλίας ποιοτήτων των Εικονικών Περιβαλλόντων Μάθησης, ως προς την σύνθεσή τους και την προσομοιωτική εμπειρία τους. Παραδείγματος χάριν, εντός αυτού του φάσματος εντοπίζονται τρισδιάστατες αναπαραστάσεις εκπαιδευτικών καταστάσεων σε απλές επιτραπέζιες οθόνες (π.χ. ηλεκτρονικού υπολογιστή), με τη δυνατότητα αλληλεπιδράσεων μέσω απλών συσκευών, όπως ένα πληκτρολόγιο ή ένα ποντίκι. Ακόμη, πιο σύνθετα πραγματοποιούνται περισσότερο εξεζητημένες εφαρμογές, όπου επιτυγχάνεται «εισχώρηση» του χρήστη σε ένα μαθησιακό Εικονικό Περιβάλλον Εμβύθισης με ειδικό εξοπλισμό, όπως μάσκες HMD (Head-mounted Display), οι οποίες εξυπηρετούν, τον χωρικό αποσυσχετισμό του από το πραγματικό, υλικό και μια εκ νέου παρουσία του στο εικονικό, άυλο-αισθητηριακό επίπεδο. Δηλαδή, έναν αποσυσχετισμό συμβολικής διαστάσεως λόγω οπτικής και ακουστικής απομόνωσης από το φυσικό περιβάλλον, και την τεχνητή εντύπωση παρουσίας σε έναν έτερο χώρο από εκείνον όπου πραγματικά χωροθετείται η εκπαιδευτική διαδικασία. Η τελευταία περίπτωση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με ένα σύνολο συσκευών, που λειτουργούν ως επεκτάσεις των αισθητήριων οργάνων του ατόμου και εξ αντανάκλασεως οδηγούν για παράδειγμα σε αναδημιουργημένες κινήσεις ως εικονικά ισοδύναμα των πραγματικών. Κατά αυτόν τον τρόπο ο/η εκπαιδευόμενος/η δύναται να έχει μια εικονική εμπειρία σε συμφωνία με

θεμελιώδη χαρακτηριστικά της Εικονικής Πραγματικότητας, όπως την τηλεπαρουσία «...εμπειρία παρουσίας εντός ενός περιβάλλοντος μέσω μέσων επικοινωνίας» (Steuer, 1992), την αλληλεπίδραση που διακρίνεται αδρώς στον χειρισμό ως προς την τροποποίηση του Εικονικού Περιβάλλοντος και των αντικειμένων του, την πλοήγηση και την επικοινωνία μεταξύ χρηστών και διαμεσολαβητών του περιβάλλοντος αυτού (Mihelj et al., 2014). Βεβαίως στις πιο προηγμένες ψηφιακές εφαρμογές ο χρήστης δύναται να βιώσει μια εμπειρία σε καθεστώς απόλυτης εμβύθισης, που κατά του Sanchez-Vivez & Slater (2005) σχετίζεται με τη συνολική τεχνική ικανότητα ενός συστήματος Εικονικής Πραγματικότητας ως προς το τι μπορεί να προσφέρει στον χρήστη, όπως την έκταση πεδίου θέασης, την έκταση εντοπισμού, τον αριθμό των αισθητηριακών συστημάτων που προσομοιώνει κ.ά. Ουσιαστικά ο χρήστης ως απόλυτα εμβυθισμένος σε ένα εικονικό περιβάλλον, αισθάνεται μέρος του σε βαθμό που η φαινομενική βιωματική υπόσταση της εμπειρίας του υπερσχύει της τεχνητής. Αυτό συμβαίνει λόγω των αληθοφανών αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων των οπτικών, ακουστικών, κινητικών (σε ορισμένες περιπτώσεις και των απτικών) του λειτουργιών συναρτήσει αυτού, κατά τρόπο παρόμοιο με εκείνον στο πραγματικό περιβάλλον. Αναφορικά στο να προκύψει η ειδικότερη αυτή περίπτωση ο Mütterlein (2018) αναφέρει πως υπάρχει μια αιτιώδης σχέση μεταξύ του φαινομένου της παρουσίας και της εμβύθισης, αφού ο χρήστης χρειάζεται αρχικά να νιώσει παρών κάπου αλλού προκειμένου να αισθανθεί εμβυθισμένος.

Παράλληλα τα εν λόγω Εικονικά Περιβάλλοντα προσφέρονται ως ιδανικοί χώροι για την προσθήκη ενισχυτικών στοιχείων, όπως εκείνα της Παιχνιδοποίησης. Η πρώτη επίσημη εμφάνισή του όρου Gamification τοποθετείται χρονικά στο έτος 2002 και οφείλεται στον Nick Pelling (Sharma et al., 2023). Μάλιστα ο συγκεκριμένος προγραμματιστής είχε πρόθεση να εντάξει τέτοια στοιχεία στην ανάληψη χρημάτων από ΑΤΜ, τα οποία θα καθιστούσαν τη διαδικασία αυτή πιο διασκεδαστική (Sanmugan et al., 2015). Καθώς λοιπόν γίνεται αναφορά στη χρήση στοιχείων δανεισμένα από τον σχεδιασμό παιχνιδιών αξίζει αναφορά στην κατηγοριοποίηση των επιπέδων αυτών ως εξής: 1) Τα μοτίβα σχεδιασμού του περιβάλλοντος διεπαφής των παιχνιδιών, δηλαδή επιτυχημένες σχεδιαστικές λύσεις και στοιχεία για γνωστά προβλήματα (πχ. σήματα, βαθμολογικοί πίνακες, επίπεδα). 2) Τα μοτίβα σχεδιασμού και οι μηχανισμοί σχεδιασμού των παιχνιδιών, που παρουσιάζονται ως επαναλαμβανόμενα μέρη κατά τη διάρκεια αυτού (π.χ. χρονικοί περιορισμοί, περιορισμένοι πόροι). 3) Οι αρχές και οι ευρετικές, που συνιστούν αξιολογικές κατευθύνσεις για την προσέγγιση ενός προβλήματος σχεδιασμού ή την ανάλυση μιας τιθέμενης σχεδιαστικής λύσης (π.χ. ευκρινείς στόχοι, ποικιλία στυλ παιχνιδιού). 4) Τα μοντέλα παιχνιδιών, δηλαδή τα εννοιολογικά μοντέλα των επιμέρους μερών ή της εμπειρίας των παιχνιδιών (π.χ. φαντασία, πρόκληση). 5) Οι μέθοδοι σχεδιασμού των παιχνιδιών, δηλαδή οι συγκεκριμένες πρακτικές και οι διαδικασίες αυτών (π.χ. δοκιμές παιχνιδιού) (Deterding et al., 2011).

Δεδομένου και των προδρόμων της, φαίνεται πως η Παιχνιδοποίηση αποτελεί μια τακτική που δύναται να έχει μια ευρεία τομεακή εκμετάλλευση και όχι μόνο στον εκπαιδευτικό κλάδο. Βεβαίως επί των Επιστημών της Αγωγής έχει αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία, η οποία διαφαίνεται και σε έναν ειδικότερο ορισμό της, που υπογραμμίζει την εκπαιδευτική διάσταση αυτής, βάσει του οποίου ορίζεται ως «... η βασισμένη στα παιχνίδια χρήση μηχανισμών, αισθητικών και σκέψης παιχνιδιών για τη δέσμευση ατόμων, την παρακίνηση δράσης, την προώθηση μάθησης και την επίλυση προβλημάτων» (Kapp, 2013, as cited in Alsawaier, 2018). Πιο συγκεκριμένα αυτά τα

εμπλεκόμενα στοιχεία της Παιχνιδοποίησης σε άλλα πλαίσια συνοψίζονται σύμφωνα με τις ομαδοποιήσεις των Μηχανισμών, των Δυναμικών και των Αισθητικών των Παιχνιδιών (MDA: Mechanics, Dynamics & Aesthetics). Οι Μηχανισμοί συνιστούν τα ιδιαίτερα στοιχεία σε ένα παιχνίδι ως προς την αναπαράσταση πληροφοριών και αλγορίθμων. Διαφορετικά, ένα ποικίλο πλαίσιο από δράσεις, συμπεριφορές, χειρισμούς που βρίσκονται στη διάθεση των παικτών/τριών στο περιβάλλον του παιχνιδιού (π.χ. στοιχημάτιση σε ένα παίγνιο καρτών). Οι Δυναμικές περιγράφουν τη συμπεριφορά των Μηχανισμών σε τρέχοντα χρόνο, όσον αφορά το πώς επιδρούν στις εισόδους (inputs) των παικτών και τις μεταξύ τους εξόδους (outputs), κατά την πάροδο του χρόνου (π.χ. χρονικός περιορισμός). Ως Αισθητικές εννοούνται οι επιθυμητές αισθητηριακές αποκρίσεις των παικτών κατά την αλληλεπίδρασή τους με το σύστημα του παιχνιδιού (π.χ. ανακάλυψη) (Hunicke et al., 2004). Για την καλύτερη κατανόηση της παραγωγικής σχέσης των επιμέρους στοιχείων των τριών αυτών ομάδων αναφέρονται τα εξής παραδείγματα εμπνευσμένα από τα παραδοσιακά παιχνίδια και τα βιντεοπαιχνίδια:

1) Ενδεικτική χρήση σχήματος MDA στα παραδοσιακά παιχνίδια:

1.1) Χρήση του μηχανισμού της ρίψης του ζαριού για τη μετατόπιση του πιονιού στο ταμπλό ενός επιτραπέζιου.

1.2) Παραγωγή της δυναμικής της ανταμοιβής μέσω απόδοσης μιας κάρτας επάθλου στον/στη παίκτη/τρια.

1.3) Δημιουργία του αισθήματος της επιβράβευσης.

2) Ενδεικτική χρήση σχήματος MDA στα βιντεοπαιχνίδια:

2.1) Χρήση του μηχανισμού εκκίνησης ενός χρονομετρητή από το πάτημα ενός εικονικού κουμπιού. Το κουμπί προβάλλεται στο Εικονικό Περιβάλλον ως γραφικό στοιχείο της διεπαφής του παιχνιδιού (π.χ. εικονίδιο κλεψύδρας).

2.2) Παραγωγή της δυναμικής του χρονικού περιορισμού του/της παίκτη/τριας.

2.3) Δημιουργία του αισθήματος της πρόκλησης.

Για την ευκολότερη ανίχνευση των επιμέρους αυτών στοιχείων και ως εκ τούτου την κατανόηση του τρόπου αλλά και του βαθμού Παιχνιδοποίησης ενός περιβάλλοντος προτείνονται οι εξής διερωτήσεις: Για την εύρεση των Μηχανισμών: «Ποια είναι τα διαθέσιμα μέσα, ενέργειες, ελευθερίες, «δικαιώματα» κ.ά. τα οποία παρέχονται εξ αρχής στο περιβάλλον;». Για την εύρεση των Δυναμικών: «Σε ποιου τύπου πλαίσιο μετατοπίστηκε η δράση την εκάστοτε στιγμή που ενεργοποιήθηκε ο αντίστοιχος Μηχανισμός;». Για τις Αισθητικές: «Τελικά ποια είναι τα αισθήματα, βιώματα κ.λπ. που προκλήθηκαν έπειτα από την ενεργοποίηση μιας Δυναμικής;»

Από τις άνω παρεχόμενες δυνατότητες γίνεται κατανοητή η σύγχρονη προσπάθεια συνεργατικής αξιοποίησης της Εικονικής Πραγματικότητας και δε της Εμβυθισμένης εκδοχής της με την πρακτική της Παιχνιδοποίησης, που παλαιότερα εμφανίζονταν κατ' ανεξαρτησία. Οι προκύπτοντες εικονικοί χώροι μάθησης είναι συνετό να αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστοί πυρήνες για να εδραστούν καινοτόμα διδακτικά σενάρια, λόγω του πολύτροπου πλαισίου δράσης των εκπαιδευόμενων. Η ποικιλία των δράσεων αυτών πρόκειται παρακάτω να συνδεθεί με το φάσμα των Θεωριών Μάθησης και στην περίπτωση ορθότητας της αρχικής υπόθεσης θα αναδειχθεί η υπόστασή τους ως τόποι συνύπαρξης διαφορετικών θεωρητικών προσεγγίσεων μάθησης.

► ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Για την υπογράμμιση της εκπαιδευτικής διάστασης της Εικονικής Πραγματικότητας είναι απαιτητή η σύνδεση αυτής με το πλαίσιο των Θεωριών Μάθησης. Η σύνδεση αυτή μέλλει να καταστήσει τα σχετιζόμενα με αυτήν εκπαιδευτικά εργαλεία ως τμήματα συνεκτικών θεωρητικών σωμάτων, τα οποία διέπουν τον τρόπο της μεταφοράς της γνώσης από τους/τις διδάσκοντες/ουσες, όσο και την πρόσληψη αυτής από τους/τις εκπαιδευόμενους/ες.

Σε σημαντικές έρευνες του πεδίου της εκπαιδευτικής Εικονικής Πραγματικότητας, έχει εντοπιστεί ως ισχυρότερη η εγγύτητά της με τις αρχές της Θεωρίας του Κονστρουκτιβισμού (Constructivism), η οποία αποτελεί μια εκ των βασικών Θεωριών Μάθησης. Ο Κονστρουκτιβισμός βασίζεται στις αρχές της αντιμετώπισης της γνώσης όχι ως παθητικά αποκτημένη, αλλά ενεργώς εποικοδομημένη εκ του γνωστικού αντικειμένου και την προσαρμοστική λειτουργία της γνώσης, μη εξυπηρετώντας την ανακάλυψη της οντολογικής πραγματικότητας, αλλά την οργάνωση του βιωματικού κόσμου (Von Glasersfeld, 1989). Σύμφωνα με αυτή τη συμβατότητα γίνεται προσέγγιση των Εικονικών Περιβαλλόντων Μάθησης και μάλιστα εκείνων της Εμβύθισης ως Κονστρουκτιβιστικά Περιβάλλοντα Μάθησης.

Για τη συσχέτιση αυτή απαιτείται αφετηριακά η κατανόηση της μοντελοποίησης των Κονστρουκτιβιστικών Περιβαλλόντων Μάθησης, που οργανώθηκε από τον Jonassen (1999), ο οποίος παρέθεσε το Μοντέλο Σχεδιασμού τέτοιων Περιβαλλόντων με τα ακόλουθα μέρη: 1) Το τιθέμενο ερώτημα, περίπτωση, πρόβλημα, πρότζεκτ το οποίο οι εκπαιδευόμενοι/ες καλούνται να αντιμετωπίζουν και στο οποίο εντάσσονται: 1.1) το πλαίσιο αυτού, 1.2) η παρουσίαση ή η προσομοίωσή του και 1.3) ο χώρος διαχείρισής του. 2) Η πρόσβαση των εκπαιδευόμενων σε εμπειρίες όμοιων περιπτώσεων, που είναι δυνατόν να ανασυρθούν από τη μνήμη τους για συγκριτικούς λόγους. Ακόμη η παροχή πολλαπλότητας όσον αφορά τις οπτικές, τις θεματικές και τις ερμηνείες των προβλημάτων που τίθενται. 3) Η ύπαρξη πληθώρας πληροφοριών, οι οποίες μπορεί να εμπεριέχονται στην παρουσίαση του ίδιου του προβλήματος, είτε να παρέχονται μέσω συνδεδεμένων -στο περιβάλλον- αποθετηρίων πληροφορίας. 4) Η διάθεση εργαλείων κατασκευής και μοντελοποίησης της γνώσης. Ειδικότερα, τέτοια αποτελούν τα εργαλεία αναπαράστασης, τα εργαλεία υποστήριξης της επίδοσης και τα εργαλεία συλλογής πληροφοριών. 5) Η διάθεση εργαλείων συζήτησης, συνεργασίας προς τη συλλογική πρόσβαση και δημιουργία κοινής γνώσης. 6) Η κοινωνική και εννοιολογική υποστήριξη των εκπαιδευτών και των εκπαιδευόμενων ως προς τον τρόπο υλοποίησης τέτοιων μοντέλων για την επιτυχία τους. Το μοντέλο αυτό διαθέτει ιδιαίτερη σημαντικότητα καθώς θέτει τις γνωστικές βάσεις για τα εν λόγω Περιβάλλοντα Κονστρουκτιβιστικής Μάθησης, χρήσιμες τόσο για τη διαμόρφωσή τους, όσο και ως έναν οδηγό κατανόησης, ανίχνευσής τους ανάμεσα σε άλλα παρόμοια περιβάλλοντα μάθησης.

Με αναφορά το παραπάνω μοντέλο ο Chen (2009) υπογραμμίζει συσχετίσεις ως αντιστοιχήσεις των τεχνικών δυνατοτήτων της Εικονικής Πραγματικότητας με τις αρχές της Θεωρίας Μάθησης του Κονστρουκτιβισμού. Αυτές συνοψίζονται στα ακόλουθα σημεία: 1) Την προσομοίωση ενός προβλήματος όπως στον πραγματικό κόσμο. 2) Την παροχή απεριόριστων οπτικών του τρισδιάστατου περιβάλλοντος, τις ανεξάρτητες οπτικές για κάθε διαφορετικό/ή εκπαιδευόμενο/η, την εξαγωγή μη σημαντικών αντικειμένων για την εστίαση στα σημαντικά, που συσχετίζει με την πολλαπλότητα των προοπτικών, θεματικών και ερμηνειών ενός προβλήματος. 3) Την παροχή ενός χώρου

για πειραματισμό και χειρισμό με ανατροφοδότηση, αλληλεπίδραση, που συνδέει με την ενεργή μάθηση και την εποικοδόμηση σημασιών. 4) Την παροχή εικονικών εμπειριών, εν αντιθέσει με λέξεις και εικόνες, που συσχετίζει με την κατανόηση μέσω της εμπειρίας. 5) Την έλλειψη διαδοχής στα εικονικά περιβάλλοντα που συνδέει με τη δόμηση της προσωπικής γνώσης του/της εκάστοτε εκπαιδευόμενου/ης. 6) Τις πρόσθετες πληροφορίες, που συνδέει με τον πληροφοριακό πλούτο. 7) Τα εργαλεία οπτικοποίησης που αντιστοιχίζει με τα γνωστικά εργαλεία οπτικοποίησης, οργάνωσης κ.λπ. 8) Την παροχή κοινού χώρου για πολλούς/ες εκπαιδευόμενους/ες για συνεργατική επικοινωνία μεταξύ τους, που σχετίζονται με τα εργαλεία δημιουργίας κοινής, διαμοιραζόμενης γνώσης.

► ΠΑΙΧΝΙΔΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Ακολουθώντας για την εναρκτήρια επισήμανση του εκπαιδευτικού σκέλους αναφορικά στην Παιχνιδοποίηση γίνεται ομοίως σύνδεση αυτής με το ίδιο θεωρητικό πλαίσιο της διαδικασίας μάθησης, εν γένει. Η δεύτερη αυτή σύνδεση κατά τον ίδιο τρόπο θα τεκμηριώσει την αιτιολογημένη εκπαιδευτική χρήση της, λόγω των ταυτίσεων της με δομημένες και διαχρονικές προσεγγίσεις της μάθησης.

Αρχικά καθώς η Παιχνιδοποίηση συνιστά σχετικά νέα έννοια, είναι σημαντική η διάκρισή της από άλλες συναφείς έννοιες άλλων παιγνιωδών πλαισίων, για αποφυγή ερμηνευτικών και ερευνητικών παρεκκλίσεων. Η Παιχνιδοποίηση έχει κοινά σημεία φυσιογνωμίας και λειτουργίας, αλλά εμφανίζει σημαντικές διαφοροποιήσεις από άλλες παρεμφερείς πρακτικές παιγνιωδους χαρακτήρα, όπως το game-based learning (π.χ. εκμάθηση αρχιτεκτονικής με τη βοήθεια του παιχνιδιού Minecraft), τα serious games (π.χ. εκμάθηση γεωγραφικών γνώσεων μέσω παιχνιδιών τύπου κουίζ). Στις έτερες αυτές προσεγγίσεις υπερισχύει αισθητά η παιγνιώδης διάσταση, που στην περίπτωση της Παιχνιδοποίησης παρέχεται με πιο διακριτικό τρόπο, ως παράγοντας παρακίνησης παρά ως έδρα κύριας δράσης. Για παράδειγμα μια ηλεκτρονική γραπτή δοκιμασία (test) που έχει μετασχηματιστεί ως παιχνιδοποιημένη, μπορεί να διατηρεί τα περισσότερα από τα οικεία συμβατικά χαρακτηριστικά της και απλώς να εντάσσει ένα εικονίδιο μπάρας προόδου ή αντίστροφης μέτρησης, που ενεργοποιείται με το πάτημα ενός εικονιδίου εκκίνησης από τον χρήστη.

Όσον αφορά λοιπόν την ειδική περίπτωση της εκπαιδευτικής Παιχνιδοποίησης, έρευνα των τελών της προηγούμενης δεκαετίας έθεσε τη σύνδεση των στοιχείων αυτής με τις Θεωρίες Μάθησης του Συμπεριφορισμού, του Γνωστικισμού και του Κονστрукτιβισμού. Αρχικά σημειώνεται πως ο Συμπεριφορισμός είναι περισσότερο συνδεδεμένος με την παρατήρηση και τη μέτρηση χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς του ατόμου. Έτσι στις θεωρίες μάθησής του γίνεται εστίαση στο πώς η συμπεριφορά αυτού αλλάζει εξ αιτίας ερεθισμάτων, που έχουν συσχετισμούς με τις αντιδράσεις του. Ο/η εκπαιδευόμενος/η στρέφεται σε προετοιμασμένες απαντήσεις, λόγω πρότερης προετοιμασίας και ψυχολογικής τάσης, επί της στιγμής της δράσης (Parkay & Hass, 2000, as cited in Zhou & Brown, 2017). Διαφορετικά, η μάθηση σύμφωνα με τον Γνωστικισμό δεν εξισώνεται με αλλαγές στην πιθανότητα απόκρισης, αλλά σε εκείνες σχετικά με τις καταστάσεις της γνώσης με διακριτό μάλιστα τρόπο. Οι θεωρίες του επικεντρώνονται στην εννοιολόγηση της μαθησιακής διαδικασίας και στο πώς η γνώση λαμβάνεται, οργανώνεται, αποθηκεύεται και ανακτάται από τον νου των εκπαιδευόμενων (Ertmer & Newby, 2013). Συγκεκριμένα στην προαναφερθείσα έρευνα παρουσιάζεται μια σχετική αντιστοίχιση των βασικών στοιχείων της

Παιχνιδοποίησης, όπως παρατίθεται ακολούθως. Με τον Συμπεριφορισμό, συνδέονται οι συμπεριφορικοί στόχοι -που αποτελούν σαφείς αναφορές στα αποτελέσματα, όπως οι αποστολές παιχνιδιού-, το σκορ θετικής ή αρνητικής ανατροφοδότησης, η χρονομέτρηση (π.χ. αντίστροφη μέτρηση) ως αρνητική ανατροφοδότηση, η εξέλιξη των επιπέδων δυσκολίας (levelling) ως επιβραβεύσεις, οι διορθωτικές ανατροφοδοτήσεις και οι έπαινοι. Με τον Γνωστικισμό συνδέονται τα επίπεδα, αλλά αυτή τη φορά λόγω του ότι αποδίδουν την αλληλουχία της διαδικασίας της μάθησης. Ενώ, επίσης και οι επεξηγηματικές ανατροφοδοτήσεις ως γνωστικές ανατροφοδοτήσεις. Τέλος με τον Κονστρουκτιβισμό συνδέονται οι επεξηγηματικές ανατροφοδοτήσεις, αλλά σε αυτήν την περίπτωση για τη συνειδητοποίηση από μέρους του/της εκπαιδευόμενου/ης περί της σωστής ή λανθασμένης απόκρισης ή απάντησης (Ahmad et al., 2019). Βεβαίως η πιο κοινή συσχέτισή της γίνεται με τη θεωρία του Συμπεριφορισμού, που είναι λογική λόγω του προαναφερθέντος εννοιολογικού προσδιορισμού του, σχετικού ποικιλοτρόπως με τις «χειραγωγήσεις» της συμπεριφοράς των χρηστών, όπως μέσω θετικών στοιχείων ανατροφοδότησης. Δηλαδή στοιχεία όπως τρόπαια επιβραβεύσεων για συνέχεια της εκπλήρωσης των καθηκόντων του και έτσι τη δέσμευσή του στην εκπαιδευτική διαδικασία για περαιτέρω μάθηση. Σύμφωνα με αυτή τη συμπεριφοριστική διάσταση τα στοιχεία αυτά επιλέγονται για τη διαμόρφωση μίας δομημένης εκπαιδευτικής πορείας του χρήστη, βάσει ενός διδακτικού σχεδίου. Συνολικά, με γνώμονα τις τρεις συνιστώσες-θεωρίες με τις οποίες η Παιχνιδοποίηση συναρτάται, πραγματοποιούνται και διαφορετικές αντιμετωπίσεις των εκπαιδευόμενων. Γεγονός που τονίζει τον πολύπτυχο χαρακτήρα της ως εκπαιδευτικό εργαλείο με διαφορετικές προσλαμβάνουσες των χρηστών, ανά περίπτωση.

► ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας ικανοποιούν την αρχική ερευνητική στοχοθεσία, περί της διασαφήνισης του θεωρητικού υποβάθρου της εκπαιδευτικής σύμπραξης της Εικονικής Πραγματικότητας και της Παιχνιδοποίησης, δια μέσου της ταυτοποίησης των Θεωριών Μάθησης που τις υποστηρίζουν. Παράλληλα, προσεγγίζουν με συνέπεια την εναρκτήρια ερευνητική υπόθεση, όσον αφορά το ενδεχόμενο εμφάνισης διαφορετικών θεωρητικών πλαισίων. Κατόπιν των διαδοχικών ανεξάρτητων αντιμετωπίσεών τους, διευκρινίστηκε και αιτιολογήθηκε το γεγονός πως πηγάζουν κυρίως από διαφορετικές θεωρίες, βεβαίως μοιράζονται και ένα κοινό έδαφος επί της Κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης. Κατ' αυτόν τον τρόπο αποτυπώθηκε πώς τα Παιχνιδοποιημένα Εικονικά Περιβάλλοντα (Εμβύθισης ή μη) στην εκπαίδευση δε λειτουργούν σε ένα κοινό, αλλά σε ένα σύμμεκτο πλαίσιο διαφορετικών θεωριών μάθησης. Ειδικότερα, η Εικονική Πραγματικότητα με τα περιβάλλοντά της, αποφέρει γνωστικά οφέλη που κινούνται ειδικότερα στον άξονα του Κονστρουκτιβισμού, ενώ η Παιχνιδοποίηση προσθέτει εκείνα του Συμπεριφορισμού και του Γνωστικισμού, ωστόσο κατέχοντας και μια μερική σύνδεση με τον Κονστρουκτιβισμό.

Εν τέλει, συνάγεται πως τα υπό εξέταση περιβάλλοντα, κατά την παιχνιδοποιημένη εκδοχή τους, είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν ως τόποι συνύπαρξης διαφορετικών θεωριών μάθησης, όσο και των εμπλεκόμενων επιμέρους παραγόντων τους. Παράλληλα, τονίζεται η πιο ευρεία μαθησιακή αξία τους για τους/τις εκπαιδευόμενους/ες σε σχέση με τα μη Παιχνιδοποιημένα Εικονικά Περιβάλλοντα. Ωστόσο δίχως αυτό να σημαίνει ότι δεν είναι χρήσιμη η ανεξάρτητη αξιοποίηση της

μαθησιακής δράσης ή εμπύθισης σε Εικονικά Περιβάλλοντα, καθώς σε ορισμένα πλαίσια τα πρόσθετα παιγνιώδη στοιχεία δεν απαιτούνται απαραίτητως. Υπό αυτό το πρίσμα, τα υπό εξέταση περιβάλλοντα αναδεικνύονται ως τεκμηριωμένα εργαλεία για τους εκπαιδευτικούς με βάση ένα πολυσυλλεκτικό θεωρητικό πλαίσιο.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Ahmad, T. S. A. S., Hussim, A. A., & Yusri, G. (2019). A review of learning theories for gamification elements in instructional games. In N. Abdullah, L. C. Dass, C. M. Hung, S. A. Joharry, A. S. Micheal, M. M. Noor, N. A. Basri, A. A. M. Kasim, S. Turniman, & Z. A. Kadi (Eds.), *The 6th Malaysian International Conference on Academic Strategies in English Language Teaching. August 21-22, 2019*. Kota Kinabalu, Sabah, 164-172. Retrieved from <https://online.fliphtml5.com/rkxgg/yeqs/#p=165>
- Alsawaier, R. S. (2018). The effect of gamification on motivation and engagement. *International Journal of Information and Learning Technology*, 35(1), 56-79.
- Badomu, O., & Ye, X. M. (2013). Virtual reality and virtual reality system components. *Advanced Materials Research*, 765-767, 1169-1172.
- Chen, C. J. (2009). Theoretical bases for using virtual reality in education. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1), 71-90.
- Conn, C., Lanier, J., Minsky, M., Fisher, S., & Druin, A. (1989). Virtual environments and interactivity: Windows to the future. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 23(5), 7-18.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, MindTrek 2011*. Tampere, Finland, September 28-30. Association for Computing Machinery, 9-15.
- Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (2013). Behaviorism, cognitivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance Improvement Quarterly*, 6(4), 50-72.
- Flavián, C., Ibáñez-Sánchez, S., & Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of Business Research*, 100, 547-560.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A formal approach to game design and game research. In D. Fu, & J. Orkin (Eds.), *Proceedings of the Challenges in Game AI Workshop. Nineteenth National Conference on Artificial Intelligence*. California, USA: AAAI Press, 4.
- Jonassen, D. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. University Park: Pennsylvania State University, 215-239.
- Macpherson, C., & Keppell, M. (1998). Virtual reality: What is the state of play in education?. *Australasian Journal of Educational Technology*, 14(1), 60-74.
- Mihelj, M., Novak, D., & Beguš, S. (2014). *VR technology and applications*. London: Springer.
- Mütterlein, J. (2018). The three pillars of virtual reality? Investigating the roles of immersion, presence, and interactivity. *Proceedings of the 51st Hawaii International Conference on System Sciences 2018*, 1407-1415.

- Sanchez-Vives, M., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.
- Sanmugam, M., Zaid, N. M., Mohamed, H., Abdullah, Z. B., Aris, B., & Suhadi, S. M. (2015). Gamification as an educational technology tool in engaging and motivating students: An analysis review. *Advanced Science Letters*, 21(10), 3337-3341.
- Sharma, D., Sharma, J., & Mehta, N. (2023). Is gamification a proactive method for learning and generating motivation to the young generation community. *The Indian Journal of Technical Education*, 46(4), 344-352.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.
- Von Glasersfeld, E. (1989). Constructivism in education. In T. Husen, & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The International Encyclopedia of Education, Supplementary Vol. 1*. Oxford: Pergamon Press, 162-163. Retrieved from https://dbis-digivis.uibk.ac.at/mediawiki/images/4/4d/Constructivism_in_Education.pdf
- Wu, W. H., Hsiao, H. S., Wu, P. L., Lin, C. H., & Huang, S. H. (2011). Investigating the learning-theory foundations of game-based learning: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 28(3), 265-279.
- Zhou, M. Y., & Brown, D. (2017). *Educational learning theories: 2nd edition. Education Open Textbooks*, 1. Retrieved from <https://oer.galileo.usg.edu/education-textbooks/1/>