



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ
4^η ΗΜΕΡΙΔΑ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ
ΔΙΔΑΚΤΟΡΩΝ

Παιδαγωγικό
Τμήμα
Δημοτικής
Εκπαίδευσης

Επιμέλεια: Αλιθίζος Σοφός, Μιχάλης Σκουμιός, Ασημίνα Τσιμπιδάκη, Εμμανουήλ Φωκίδης

ISBN 978-618-84330-3-8

Αλιβίζος Σοφός, Μιχάλης Σκουμιός, Ασημίνα Τσιμπιδάκη, Εμμανουήλ Φωκίδης

Παιδαγωγική Έρευνα στο Αιγαίο

4^η Ημερίδα Υποψήφιων Διδασκόντων

Copyright © 2020

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΓΑΙΟΥ

Λ. Δημοκρατίας 1

Ρόδος, 85132

Τηλ: 22410 99282

Fax: 22410 99223

www.pre.aegean.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ	4
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ Μ.Υ.Σ.Α. <i>Νικόλαος Μανίκαρος, Ευγένιος Αυγερινός</i>	6
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΥΤΟ-ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗΣ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ ΜΣΙΙ ΣΤΑ ΜΟΟCS <i>Γιασιράνης Στέφανος, Σοφός Αλιβίζος</i>	28
Η ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΝΩΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΛΗΠΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ <i>Γρίδος Παναγιώτης, Αυγερινός Ευγένιος</i>	48
«ΑΠΟ 150 ΤΥΦΛΟΥΣ ΔΥΟ ΜΟΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΘΗΚΑΝ ΝΑ ΞΑΝΑΔΟΥΝ»: ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΤΑΥΤΟΤΗΤΕΣ, ΥΠΟΣΤΗΡΙΚΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΙΝΗΜΑ ΤΩΝ ΤΥΦΛΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΤΥΠΟ ΤΟΥ 20 ^{ου} ΑΙΩΝΑ <i>Βασιλική Χάλαζα</i>	62
Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΣΗΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ <i>Δήμητρα Ρεμούνδου, Ευγένιος Αυγερινός</i>	77
ΜΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ <i>Πηνελόπη Ατσικπάση, Εμμανουήλ Φωκίδης</i>	91
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΠΟΛΛΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ <i>Παύλος Κεφαλάκης, Εμμανουήλ Φωκίδης</i>	104
Η ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΟΥΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ <i>Μιχαήλ Ζώρζος, Ευγένιος Αυγερινός</i>	123
Η ΑΥΤΟΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΟΜΕΝΟΥ: ΕΝΝΟΙΟΛΙΚΕΣ ΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ <i>Αναστασία Παπανθύμου, Μαρία Δάρρα</i>	134
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΩΝ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΩΝ ΜΕ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ Ή/ΚΑΙ ΑΝΑΠΗΡΙΕΣ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΩΝ <i>Μαρία-Ευαγγελία Λίσγου, Ασημίνα Τσιμπιδάκη</i>	156
ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΚΗ ΙΔΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΤΙΚΟΤΗΤΑ <i>Αργυρώ Ποταμούση, Πολύκαρπος Καραμούζης</i>	173
Η ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (LESSON STUDY) ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΡΕΥΝΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΕΘΝΗ ΧΩΡΟ <i>Ευρυδίκη- Μαρία Κανελλοπούλου, Μαρία Δάρρα</i>	184

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΠΟΛΛΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΚΑΙ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Πάυλος Κεφαλάκης¹, Εμμανουήλ Φωκίδης²

¹Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

²Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

Περίληψη

Φυσικό περιβάλλον, οικοσύστημα, οικολογική συνείδηση είναι έννοιες στενά συνδεδεμένες με το σύγχρονο τρόπο ζωής του ανθρώπου. Οι μαθητές αποκτούν γνώσεις για το περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα, τη χλωρίδα και την πανίδα τόσο από τις πρώτες τάξεις του σχολείου, μέσα από τη μελέτη περιβάλλοντος και τις φυσικές επιστήμες, όσο και στις μεγαλύτερες τάξεις, μέσα από το μάθημα της βιολογίας και τα προγράμματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ένα είδος λογισμικού που μπορεί να αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση είναι οι προσομοιώσεις, οι οποίες αναπαράγουν την πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων και των προβλημάτων που τα διέπουν. Οι έρευνες σχετικά με τις προσομοιώσεις και μία κατηγορία αυτών, τα εκπαιδευτικά εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (ΕΠΠΧ), κατέδειξαν σημαντικά οφέλη για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Κατέδειξαν όμως και μειονεκτήματα: όχι σημαντική συμβολή στην ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης, οι εκπαιδευτικοί είχαν την αίσθηση της απώλειας ελέγχου της τάξης τους, υψηλές απαιτήσεις σε υλικό, εξειδικευμένη επιμόρφωση, προβλήματα στην ανάπτυξη εφαρμογών και δυσκολία εφαρμογής σε κλίμακα. Η εργασία παρουσιάζει μία πρόταση για την αντιμετώπιση αυτών των αδυναμιών. Συγκεκριμένα, προτείνεται η δημιουργία, χρήση και αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού τρισδιάστατου ΕΠΠΧ προσομοίωσης οικοσυστήματος, που θα εμπεριέχει παιγνιώδη στοιχεία και θα μπορεί να εκτελεστεί σε ποικίλες πλατφόρμες.

Abstract

Natural environment, ecosystem, ecological consciousness are concepts closely linked to modern human life. Students gain knowledge of the environment, biodiversity, flora and fauna both from the first classes of the school, through environmental studies and natural sciences, and in the larger classes, through biology lessons and environmental programs education. One type of software that can be exploited in education is simulations, which reproduce the complexity of ecosystems and the problems that govern them. Simulation research and one category of these, Multi-user Virtual Learning Environments (MUVes), have shown significant benefits for teachers and students. But they also showed disadvantages: not a major contributor to the development of eco-consciousness, teachers had a feeling of loss of control over their classroom, high material requirements, specialized training, application development problems, and difficulty in scale implementation. The paper presents a proposal to address these weaknesses. Specifically, it is proposed to create, use, and evaluate a three-dimensional Learning MUVe that will contain playable elements and can be run on a variety of platforms.

Εισαγωγή

Στη διδασκαλία εννοιών που σχετίζονται με το περιβάλλον, το «να μιλάς δεν σημαίνει ότι διδάσκεις» (Kavtaradze, 2006). Υπάρχουν κι άλλοι τρόποι μετάδοσης πληροφοριών και γνώσης, πιο ελκυστικοί. Ένα είδος λογισμικού που μπορεί να αξιοποιηθεί στην εκπαίδευση, ιδιαίτερα αν έχει παιγνιώδη στοιχεία, αποτελούν οι προσομοιώσεις. Είναι κατάλληλες για τη διδασκαλία περιβαλλοντικών ζητημάτων, όπως είναι η ισορροπία οικοσυστημάτων, αφού αναπαράγουν με απλοϊκό και διδακτικό τρόπο την πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων και των προβλημάτων που τα διέπουν (Taylor, 1983). Μέσα από τις προσομοιώσεις, ο μαθητής πειραματίζεται τροποποιώντας μεταβλητές και εφοδιάζεται με δεξιότητες που τον βοηθούν να κατανοήσει πραγματικά όχι μόνο έννοιες, αλλά και τους παράγοντες που επηρεάζουν την ισορροπία ενός οικοσυστήματος και τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Έτσι, ο μαθητής ευαισθητοποιείται και γίνεται ικανός να λαμβάνει σωστές αποφάσεις για ζητήματα που άπτονται στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος (Taylor, 1983).

Ήδη από το 1977 πραγματοποιήθηκαν έρευνες για τη διδασκαλία μέσω περιβαλλόντων προσομοίωσης. Στο συνέδριο της Τυφλίδας τον Οκτώβρη του 1977 συζητήθηκε η σημασία της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και προτάθηκε η χρήση παιχνιδιών προσομοίωσης για τη διδασκαλία περιβαλλοντικών θεμάτων (Taylor, 1983).

Με την αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας, τη σημαντική αύξηση της επεξεργαστικής ισχύος των υπολογιστών και την τεράστια βελτίωση των γραφικών, μετά το 2000, έγιναν σημαντικές προσπάθειες για τη διδασκαλία εννοιών και λειτουργιών σχετικών με τα οικοσυστήματα, που βασίζονται σε εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών (Multi-User Virtual Environments (EΠΠΧ, MUVEs)). Τα EΠΠΧ είναι εικονικοί κόσμοι, στους οποίους συμμετέχουν χρήστες ταυτόχρονα που αναπαρίστανται από avatars (Δισδιάστατη ή τρισδιάστατη κινούμενη ή στατική γραφική αναπαράσταση του χρήστη) και μπορούν να αλληλεπιδράσουν με εικονικά αντικείμενα, να επικοινωνήσουν μεταξύ τους, αλλά και με οντότητες που ελέγχονται από υπολογιστή και να εκτελέσουν συνεργατικές μαθησιακές δραστηριότητες. Η δυνατότητα αυτή αξιοποιείται στην εκπαιδευτική κοινότητα (Ketelhut et al., 2005) με σημαντικά εκπαιδευτικά οφέλη (π.χ., Merchant et al., 2014). Το ίδιο ισχύει και για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ), διότι τα εικονικά περιβάλλοντα, εκτός του ότι βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν γνώση, έχουν θετικό αντίκτυπο στις στάσεις, τις αξίες και τις δεξιότητες που θεωρούνται σημαντικές στην ΠΕ (Quinn και Lyons, 2013).

Τα EΠΠΧ είναι κατάλληλα για μάθηση που βασίζεται σε σύγχρονες παιδαγωγικές στρατηγικές με τη μίμηση / προσομοίωση επιστημονικών φαινομένων ή το πλαίσιο στο οποίο ενσωματώνονται οι στοχοθετημένες δεξιότητες και πρακτικές (Dalgarno και Lee 2010). Τα EΠΠΧ επιτρέπουν, εξ ορισμού, την ελεύθερη εξερεύνηση του εικονικού περιβάλλοντος και την επικοινωνία μεταξύ των χρηστών. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να εργαστούν μαζί, να εξερευνήσουν το εικονικό περιβάλλον και να προσπαθήσουν να κατανοήσουν τα φαινόμενα που συναντούν, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της μάθησης (Dalgarno και Lee 2010). Καθώς η τεχνολογία μας επιτρέπει να προσομοιώσουμε επιστημονικά φαινόμενα, η μάθηση βασισμένη στην προσομοίωση αξιοποιεί αυτή τη δυνατότητα. Τα προσομοιωμένα φαινόμενα μπορούν να είναι ακριβείς αναπαραστάσεις των ομολόγων τους στον πραγματικό κόσμο ή απλουστευμένων, έτσι ώστε να στοχεύονται συγκεκριμένες πτυχές. Τέτοιες προσομοιώσεις μπορούν να υλοποιηθούν στα EΠΠΧ. Όχι μόνο αυτό, αλλά καθώς οι χωρικές και χρονικές

κλίμακες είναι δυνατόν να τροποποιηθούν, ο εικονικός κόσμος μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση κάποιων διαδικασιών που διαφορετικά θα ήταν δύσκολο να γίνουν αντιληπτά (Kamarainen et al., 2015).

Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, γεννήθηκε ο προβληματισμός για το αν οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τη δυνατή σχέση παιδιών-ψηφιακών δημιουργημάτων με σκοπό να προωθηθούν διδακτικοί στόχοι που να αφορούν τα οικοσυστήματα, τους παράγοντες που τα διέπουν και τις συνέπειες διατάραξης της ισορροπίας τους. Το βασικό ερώτημα που τέθηκε προς διερεύνηση ήταν το εάν και κατά πόσο η χρήση ΕΠΠΧ προσομοίωσης οικολογικών συστημάτων επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας. Για το λόγο αυτό, υλοποιήθηκαν κάποιες εφαρμογές προσομοίωσης που είχαν ως ομάδες-στόχο μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Διεθνώς έχουν αναπτυχθεί ορισμένες εφαρμογές προσομοίωσης, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν κυρίως στα γνωστικά πεδία των Φυσικών Επιστημών και της Οικολογίας και στις τρεις βαθμίδες της Εκπαίδευσης.

Στις επόμενες ενότητες παρουσιάζεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη χρήση των πιο αντιπροσωπευτικών σχετικών εφαρμογών και τον τρόπο αξιολόγησής τους. Επίσης, προτείνεται η ανάπτυξη, χρήση και αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού τρισδιάστατου περιβάλλοντος πολλών χρηστών προσομοίωσης οικολογικών συστημάτων με παιγνιώδη στοιχεία, το οποίο θα συμβάλλει στην αντιμετώπιση των αδυναμιών που παρουσιάζουν τα υπάρχοντα ΕΠΠΧ προσομοίωσης οικολογικών συστημάτων.

Επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με εκπαιδευτικά λογισμικά και εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών για την προσομοίωση οικοσυστημάτων.

To ΕΠΠΧ “River City”

Το 2005, οι Ketelhut, Clarke, Dede, Nelson και Bowman από το πανεπιστήμιο Harvard, παρουσίασαν τα αποτελέσματα από τρεις πειραματικές διαδικασίες κατά τις οποίες ομάδες μαθητών χρησιμοποιώντας ΕΠΠΧ ως παιδαγωγικό εργαλείο κλήθηκαν να συνεργαστούν, ώστε να επιλύσουν σε μια προσομοίωση πόλης του 19^{ου} αιώνα προβλήματα με την εκδήλωση ασθενειών (Ketelhut et al., 2005). Το ΕΠΠΧ που αξιοποίησαν οι Ketelhut, Clarke, Dede, Nelson και Bowman ήταν το «River City» (Ketelhut et al., 2005), το οποίο έχει τα 4 χαρακτηριστικά της διαδικασίας της έρευνας, σύμφωνα με τους Hinrichsen και Jarrett (1999) που σχετίζονται με τον τρόπο που οι μαθητές αναπτύσσουν τη γνώση και την κατανόηση των επιστημονικών ιδεών.

Ο εικονικός κόσμος αποτελούνταν από μια πόλη και ένα ποτάμι που τη διατρέχει, καθώς και διαφορετικές μορφές εδάφους που επηρεάζουν τη ροή του νερού, όπως επίσης και διάφορες γειτονιές, βιομηχανίες και ιδρύματα, όπως νοσοκομείο και πανεπιστήμιο. Οι μαθητές κατοικούν την πόλη, μαζί με οντότητες-πράκτορες που ελέγχονται από τον υπολογιστή, ψηφιακά αντικείμενα που περιλαμβάνουν ήχους ή βίντεο κλιπ, καθώς και τα avatar των εκπαιδευτικών. Στο River City, οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες και ανέπτυξαν υποθέσεις

σχετικά με ένα από τα τρία στελέχη της ασθένειας στην πόλη (που εξαπλώνονται με νερό, αέρα και με έντομα).

Εικόνα 1: Το ΕΠΠΧ “River City”



Στο συγκεκριμένο περιβάλλον προσομοίωσης οι μαθητές αλληλεπίδρασαν μεταξύ τους μέσω avatars, με ψηφιακά αντικείμενα και οντότητες-πράκτορες που ελέγχονται από τον υπολογιστή (computer based agents) και μέσω μαθησιακών δραστηριοτήτων κατέληξαν σε συμπεράσματα και απέκτησαν γνώσεις. Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας έλαβαν μέρος περισσότεροι από 1000 μαθητές από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές στη Νέα Αγγλία και στα Μεσοδυτικά των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους κατέδειξαν ότι η ένταξη ΕΠΠΧ στο πρόγραμμα σπουδών παρέχει κίνητρα, είναι ελκυστική εκπαιδευτική μέθοδος, διευκολύνει την απόκτηση γνώσεων και βελτιώνει την ικανότητα για έρευνα σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Επιπλέον, στόχος τους ήταν να διερευνήσουν αν είναι εφικτό μαθητές που εγκαταλείπουν την προσπάθεια και αποστασιοποιούνται από την εκπαιδευτική διαδικασία, μπορούν να επανενταχθούν σε αυτήν μέσω των MUVEs, τα οποία παρέχουν την αίσθηση της ψυχαγωγίας και την επικοινωνία που οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι, ασχολούμενοι με την τεχνολογία των υπολογιστών εκτός σχολείου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι σε περίπου 300 μαθητές, από την 1^η κιόλας δοκιμή σημειώθηκε βελτίωση στην απόδοσή τους στη βιολογία-οικολογία κατά 32 έως 35%, ενώ με την παραδοσιακή διδασκαλία παρατηρήθηκε βελτίωση μόλις κατά 17%. Επίσης, φάνηκε ότι με τη χρήση των ΕΠΠΧ στην τάξη, οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί ήταν πολύ αφοσιωμένοι με τη δράση, η συμμετοχή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία βελτιώθηκε ενώ, παράλληλα, η παραβατική συμπεριφορά μειώθηκε, οι μαθητές ανέπτυξαν σημαντικές δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα στην εικονική επικοινωνία και έκφραση, καθώς και στη διεξαγωγή έρευνας.

Το EPIIX “ECOMUVE”

Ένα άλλο σημαντικό ερευνητικό πρόγραμμα είναι το ECOMUVE (<http://ecolearn.gse.harvard.edu/ecoMUVE/overview.php>), που αποτελεί δημιουργία του πανεπιστημίου Harvard. Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα για την επιστήμη των οικοσυστημάτων βασισμένο σε EPIIX και προορίζεται κυρίως για μαθητές της μέσης εκπαίδευσης. Βασίζεται σε προηγούμενη έρευνα, σχετική με EPIIX (Ketelhut et al., 2010). Το EcoMUVE παρουσιάζει την πολυπλοκότητα ενός πραγματικού περιβάλλοντος επιτρέποντας στους μαθητές να ανακαλύψουν, να εξερευνήσουν και να αλληλεπιδράσουν με τα σύνθετα συστατικά μέρη των οικοσυστημάτων (Kamarainen, Metcalf, Dede, & Grotzer, 2010) και περιλάμβανε την προσομοίωση δύο οικοσυστημάτων, μιας λίμνης και ενός δάσους, διάρκειας δύο (2) εβδομάδων. Οι συμμετέχοντες ήταν μαθητές της μέσης εκπαίδευσης που εξερεύνησαν αυτά τα εικονικά περιβάλλοντα και ανακάλυψαν ζώα, φυτά και μικροοργανισμούς στους φυσικούς τους βιοτόπους. Εργαζόμενοι ως ερευνητική ομάδα, οι μαθητές χρησιμοποίησαν προσομοιωμένα εργαλεία μέτρησης για να συλλέξουν και να αναλύσουν μια ποικιλία δεδομένων, ώστε να κατανοήσουν τις σύνθετες σχέσεις που εμπλέκονται σε συγκεκριμένα οικολογικά φαινόμενα. Το EcoMUVE παρέχοντας εξειδικευμένα ψηφιακά εργαλεία διευκολύνει τη διδασκαλία εννοιών που είναι δύσκολο να επιτευχθούν στον πραγματικό κόσμο.

Στην προσομοίωση της λίμνης οι μαθητές την επισκέφθηκαν κατά τη διάρκεια των εικονικών ημερών, συνέλεξαν νερό για ανάλυση, κατέγραψαν μετεωρολογικά δεδομένα και τον πληθυσμό για διάφορους ζωντανούς οργανισμούς του οικοσυστήματος. Κάποια στιγμή διαπίστωσαν ότι μεγάλος αριθμός ψαριών έχει εκλείψει και ότι υπήρχαν αυξημένες ποσότητες από φύκη και άλγη στη λίμνη. Ο κόσμος του EcoMUVE περιλαμβάνει εκτός από τη λίμνη και τα περίχωρά της, όπως ένα κοντινό γήπεδο γκολφ και μια αγροικία. Οι μαθητές περπατούν με τα άβατάρ τους στην περιοχή που εκτείνεται από την αγροικία και κάτω κατά μήκος ενός ρέματος αποστράγγισης για να δουν πώς ρέει το νερό στη λίμνη. Μέσα από την εξερεύνηση, οι μαθητές ανακαλύπτουν ότι η απορροή λιπάσματος από την αγροικία είναι η αρχική αιτία της ταχείας ανάπτυξης άλγης (algae bloom) στην τοπική λίμνη.

Εικόνα 2: Το ΕΠΙΧ “ECOMUVE”



Το υποβρύχιο εργαλείο του EcoMUVE επιτρέπει στους μαθητές να διερευνήσουν τους μικροσκοπικούς οργανισμούς στη λίμνη, βοηθώντας τους να καταλάβουν ότι οργανισμοί που δεν μπορούν να δουν με γυμνό μάτι, όπως άλγη και βακτήρια, παίζουν κρίσιμους ρόλους στο οικοσύστημα της λίμνης. Έτσι, οι μαθητές ήρθαν αντιμέτωποι με την πρόκληση να ανακαλύψουν, μέσα από τη συλλογή δεδομένων, τι είχε συμβεί και να μάθουν για την πολυπλοκότητα των σχέσεων στο οικοσύστημα της λίμνης.

Τα αποτελέσματα από τις πρώτες πειραματικές δοκιμές, κατέδειξαν ότι οι μαθητές βρήκαν ιδιαίτερα ελκυστικά και ρεαλιστικά τα γραφικά και το περιβάλλον. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα (Dede et al., 2011), οι μαθητές κατανόησαν καλύτερα έννοιες που σχετίζονται με τα οικοσυστήματα, όπως τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και της αναπνοής και τον ρόλο της αποσύνθεσης, έννοιες και λειτουργίες σημαντικές για την κατανόηση της δυναμικής ενός οικοσυστήματος (Grotzer et al., 2009). Επίσης, οι μαθητές παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στην κατανόηση των συνεπειών ενός γεγονότος σε σχέση με την απόσταση και μικρότερη βελτίωση στην κατανόηση της σπουδαιότητας των συνεπειών ενός γεγονότος σε σχέση με το χρόνο. Ακόμη, οι μαθητές εξέφρασαν την ικανοποίησή τους για τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων και για το "να έχω ένα πρόβλημα να επιλύσω".

Είναι δύσκολο να εφαρμοστούν παιδαγωγικές τεχνικές στην τάξη που ενθαρρύνουν τους μαθητές να παρακολουθήσουν και να εξηγήσουν για ορισμένες απαιτητικές έννοιες των οικοσυστημάτων. Οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν δυσκολία να καταλήξουν σε παρουσιάσεις και προσομοιώσεις που δίνουν τη δυνατότητα για βαθιά συλλογιστική (Grotzer et al., 2009). Το EcoMUVE προσφέρει ένα μέσο που λειτουργεί καλά στα πλαίσια της τάξης, ώστε να παρέχει νέους τρόπους εξερεύνησης των πολύπλοκων δομών που ενυπάρχουν στα οικοσυστήματα μέσω ελκυστικής προσομοίωσης, οδηγώντας έτσι σε μια πιο βαθιά κατανόηση των οικοσυστημάτων.

Στην εφαρμογή των ΕΠΠΧ και ειδικότερα του ECOMUVE στην εκπαιδευτική διαδικασία δεν υπάρχουν μόνο θετικά στοιχεία. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί αναφέρονται και αρνητικά σημεία και ελλείψεις στην ευρύτερη επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων (Coker, 2013). Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται θετικά και αρνητικά στοιχεία, σχετικά με το ECOMUVE.

Πίνακας 1: Τα θετικά και αρνητικά στοιχεία του ECOMUVE

Θετικά	Αρνητικά
Διευκόλυνση εκμάθησης εννοιών χλωρίδας και πανίδας.	Λίγες επιλογές για παραμετροποίηση της εφαρμογής.
Ελκυστικά γραφικά.	Μικρή συμβολή στην καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης.
Βελτίωση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.	Απαιτείται εξειδικευμένη και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.
	Μικρή διαθεσιμότητα σε πλατφόρμες για κινητές συσκευές.
	Μικρή Προσβασιμότητα και χρήση μέσω διαδικτύου.
	Παροχή μόνο 2 οικοσυστημάτων για πειραματισμό.
	Δεν παρέχεται η δυνατότητα αποστολών (quests) για διατήρηση του ενδιαφέροντος του μαθητή.
	Μη τακτική ενημέρωση της εφαρμογής με νέες δυνατότητες.
	Μικρής έκτασης περιοχή (κόσμος) για εξερεύνηση.
	Δεν παρέχεται η δυνατότητα μεταβολής παραμέτρων του οικοσυστήματος (π.χ. διατάραξη ισορροπίας θηρευτών – θηραμάτων).
	Δεν παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ενός οικοσυστήματος.

Το τρισδιάστατο ΕΠΠΧ «Το εικονικό νησί της Μεσογειακής φώκιας»

Η σχετική έρευνα (και η εφαρμογή) περιλαμβάνει την ανάπτυξη ενός εικονικού περιβάλλοντος για την εκμάθηση του βιότοπου, των χαρακτηριστικών και των κινδύνων που διατρέχει η μεσογειακή φώκια. Ένα είδος που απειλείται με εξαφάνιση και παρουσιάζει ενδιαφέρον για τους Έλληνες, αλλά και για τη διεθνή κοινότητα είναι η μεσογειακή φώκια (*Monachus-monachus*).

Λαμβάνοντας υπόψη ότι: α) χρειάζονται καινοτόμες μέθοδοι για την ευαισθητοποίηση των μαθητών στα περιβαλλοντικά ζητήματα και ειδικότερα σε θέματα που σχετίζονται με τη μεσογειακή φώκια και β) τα ΕΠΠΧ παρουσιάζουν ενδιαφέρον και είναι ελκυστικά, ένα έργο που βασίστηκε στα αποτελέσματα προηγούμενης πιλοτικής μελέτης (Fokides και Atsikbasi, 2017), σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε για να μελετηθεί ακριβώς αυτό (Φωκίδης κ.α., 2017). Ο ερευνητικός στόχος ήταν διπλός: (α) να συγκριθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα με άλλα

διδασκτικά εργαλεία και (β) να εξεταστεί εάν υπάρχει μεταβολή στη στάση των μαθητών είτε προς τις μεσογειακές φώκιες είτε προς τα οικολογικά προβλήματα, πάλι σε σύγκριση με άλλα εργαλεία διδασκαλίας. Οι απόψεις των μαθητών σχετικά με τη χρήση των ΕΠΠΧ θεωρήθηκαν επίσης σημαντικές.

Δεδομένου ότι η ΜΟm (Η Ελληνική Εταιρεία Μελέτης και Προστασίας της Μεσογειακής φώκιας), το Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Αλόνησος, το Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου, καθώς και άλλοι ιστότοποι, διαθέτουν πληθώρα πόρων (π.χ. κείμενα, βίντεο, κινούμενα σχέδια, φωτογραφίες, γραφήματα, διαγράμματα κλπ.) και έτοιμες δραστηριότητες ελεύθερα διαθέσιμες, αποφασίστηκε η χρήση τους στο ΕΠΠΧ. Το υλικό επεξεργάστηκε και αναδιοργανώθηκε σε έξι διδασκτικές μονάδες / συνεδρίες. Για τον εικονικό κόσμο, ένα ΕΠΠΧ που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το Opensimulator (<http://opensimulator.org/>) για ένα προηγούμενο πιλοτικό πρόγραμμα με το ίδιο θέμα, παρείχε τη βάση για τη νέα εφαρμογή. Ο εικονικός κόσμος (στην πραγματικότητα ένα φανταστικό νησί) αντιπροσώπευε ένα σημαντικό μέρος για την προστασία της φώκιας. Σε αυτό το νησί οι μαθητές μπόρεσαν να επισκεφθούν διάφορες περιοχές που παρείχαν πληροφορίες για τη βιολογία και την οικολογία του είδους, ώστε να είναι σε θέση να εντοπίσουν τις απειλές και τους κινδύνους που αντιμετωπίζει η φώκια, να εκτιμήσουν τους ανθρωπογενείς παράγοντες που εμποδίζουν την επιβίωσή του και να κατανοήσουν τα περίπλοκα ζητήματα και τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα.

Αντί να ζητείται απλώς από τους μαθητές να μελετήσουν το μαθησιακό υλικό, θεωρήθηκε πολύ πιο αποτελεσματικό να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες και αποστολές εντός του εικονικού κόσμου, τα οποία τους είχαν ανατεθεί από τους NPC (Non Playable Characters). Κατά κάποιον τρόπο, οι μαθητές αναγκάστηκαν να αναζητήσουν το σχετικό υλικό ή να παρακολουθήσουν ένα προσομοιωμένο φαινόμενο (το οποίο μερικές φορές λάμβανε χώρα σε διαφορετική περιοχή του εικονικού νησιού), να το μελετήσουν, να κάνουν λογικές συσχετίσεις και να εφαρμόσουν κριτική σκέψη για την επίλυση του προβλήματος ή για την επιτυχή ολοκλήρωση μιας δραστηριότητας. Μηχανισμοί διασφάλισης τοποθετήθηκαν για να αποτρέψουν τους μαθητές να ολοκληρώσουν μια αποστολή κατά τύχη ή χωρίς να μελετήσουν το απαιτούμενο υλικό. Στην ίδια γραμμή σκέψης, ένα άλλο βασικό χαρακτηριστικό που προστέθηκε ήταν τα προσομοιωμένα πειράματα. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα επανάληψης / επανενεργοποίησης δραστηριοτήτων.

Εικόνα 3: Το εικονικό νησί της Μεσογειακής φώκιας



Τέλος, υλοποιήθηκαν έξι σύντομα σενάρια χρησιμοποιώντας NPC (ένα για το σημείο εκκίνησης κάθε σεναρίου). Σκοπός αυτών των σεναρίων ήταν οι μαθητές να αντιμετωπίσουν ένα φαινόμενο, ένα πρόβλημα ή μια κατάσταση που έπρεπε να αντιμετωπίσουν και να εμπλακούν άμεσα.

Τα αποτελέσματα από τις πειραματικές δοκιμές όσον αφορά τη γνώση, απέδειξαν ότι το ΕΠΠΧ είχε πλεονέκτημα έναντι των ιστοσελίδων και του έντυπου υλικού. Αν και όλα τα εργαλεία θεωρήθηκαν εξίσου χρήσιμα, οι μαθητές θεώρησαν ότι το ΕΠΠΧ είχε μεγαλύτερο αντίκτυπο στην εκμάθησή τους σε σύγκριση με τα άλλα εργαλεία. Μεταξύ των παραγόντων που εξετάστηκαν, η διασκέδαση / απόλαυση ήταν αυτή στην οποία υπερείχε το ΕΠΠΧ. Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές που χρησιμοποίησαν το ΕΠΠΧ είχαν ισχυρό κίνητρο να μάθουν. Επομένως, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι ο συνδυασμός της αυξημένης απόλαυσης και του κινήτρου για μάθηση που παρέχει το ΕΠΠΧ οδήγησε την ομάδα σε αυξημένα μαθησιακά κέρδη και βελτιωμένη εννοιολογική κατανόηση. Δυστυχώς, τα αποτελέσματα σχετικά με την ευκολία χρήσης του ΕΠΠΧ ήταν απογοητευτικά, υποδεικνύοντας ότι οι μαθητές αντιμετώπισαν σημαντικά προβλήματα κατά τη χρήση της εφαρμογής (αν και είχαν μια πρακτική συνεδρία πριν από την έναρξη της εργασίας).

Όσον αφορά τη στάση απέναντι στις φώκιες της Μεσογείου, το ΕΠΠΧ προκάλεσε μια σημαντική θετική αλλαγή σε σχέση τόσο με το έντυπο υλικό όσο και με τις ιστοσελίδες. Από την άλλη πλευρά, οι διαφορές σε στάσεις ως προς τα περιβαλλοντικά προβλήματα ήταν εμφανείς μόνο όταν συγκρίθηκε το ΕΠΠΧ με το έντυπο υλικό. Γενικά, τα πειραματικά δεδομένα που αποκτήθηκαν υποστηρίζουν την άποψη ότι τα ΕΠΠΧ προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική μέθοδο για την ευαισθητοποίηση του μαθητή για τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση και για περιβαλλοντικά θέματα.

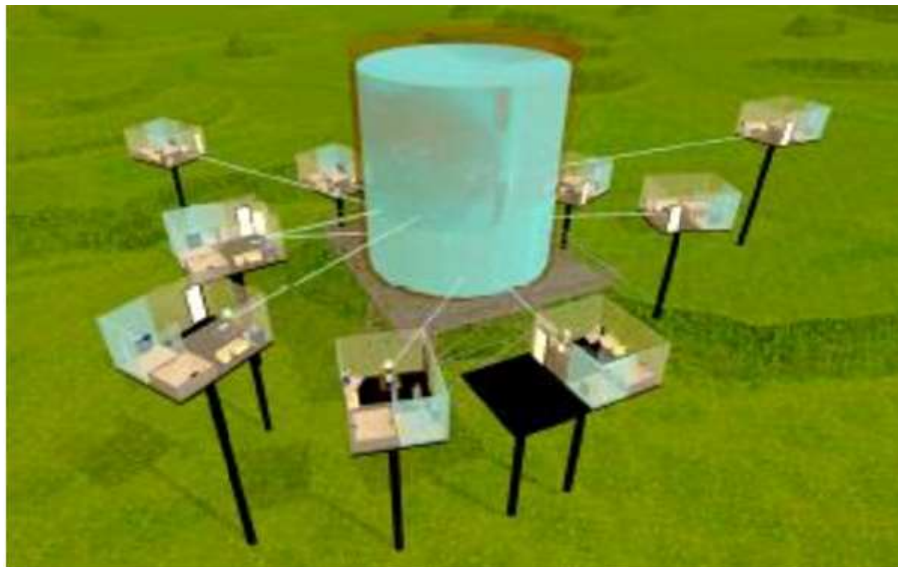
Ένα ΕΠ για την ανάδειξη της αξίας διατήρησης του νερού

Η Ταϊβάν έχει κατηγοριοποιηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα ως χώρα που πάσχει από έλλειψη νερού. Η απόκτηση γνώσεων και η ανάπτυξη της έννοιας της διατήρησης των υδάτων, καθώς και οι συνήθειες διατήρησης των υδάτινων πόρων, θεωρούνται ως πολιτική ευθύνη των πολιτών. Για το σκοπό αυτό επιχειρήθηκε η αξιοποίηση μιας εμβληματικής τεχνολογίας εικονικού περιβάλλοντος (Immersive Virtual Environment Technology-IVET) για την δημιουργία εικονικών εμπειριών που εκθέτουν τα άτομα σε ζωντανές πληροφορίες με προσωπική συνάφεια και αμεσότητα, με την ελπίδα να αυξηθεί η πρόθεση συμπεριφοράς για τη διατήρηση του νερού (Hsu et al. 2018).

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής (Hsu et al. 2018) αναπτύχθηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε ένα βιωματικό παιχνίδι μάθησης, στο οποίο οι συμμετέχοντες βρισκόταν σε ένα εικονικό μπάνιο και κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν επανειλημμένα ένα μπουκάλι των 600 ml για να γεμίσουν μια συγκεκριμένη δεξαμενή νερού για να ξεπλύνουν μια τουαλέτα και να κάνουν ενός λεπτού ντους. Ενώ κατανάλωναν τους υδάτινους πόρους, οι συμμετέχοντες λάμβαναν πλήρη ανατροφοδότηση για να προσδιορίσουν τις αρνητικές συνέπειες της κατανάλωσης νερού (άμεση ΠΑ) ή / και περιβαλλοντικής βλάβης (άντληση από μια κεντρική δεξαμενή) που υπογράμμισε τις προσωπικές συναισθηματικές αντιδράσεις.

Το παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας εξοικονόμησης νερού που σχεδιάστηκε βασίζεται σε ψυχολογικές υποθέσεις, προκειμένου να γεμίσει το χάσμα ανάμεσα στις συνηθισμένες συμπεριφορές του ατόμου και τις αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον. Το παιχνίδι σχεδιάστηκε για δύο συμμετέχοντες. Ο ένας ήταν ο κύριος παίκτης στο εικονικό περιβάλλον. Ο άλλος ήταν ο βοηθός και παρέμεινε στο φυσικό περιβάλλον. Οι δύο συμμετέχοντες έπρεπε να συνεργαστούν μεταξύ τους για να ολοκληρώσουν τις δραστηριότητες στο παιχνίδι. Οι ψυχολογικές υποθέσεις αποσκοπούν στην αύξηση της συνειδητοποίησης των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την υπερκατανάλωση νερού.

Εικόνα 4: Ένα ΕΠ για την ανάδειξη της αξίας διατήρησης του νερού



Ο εξοπλισμός που αξιοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη περιελάμβανε ένα σύστημα οθόνης που προσαρτάται στο κεφάλι με δύο ενσωματωμένα χειριστήρια χειρός (HTC VIVE) και μια συσκευή με αισθητήρες για ανίχνευση κίνησης (Microsoft Kinect). Με το σύστημα οθόνης οι παίκτες βίωσαν ένα τρισδιάστατο περιβάλλον από προοπτική πρώτου προσώπου. Ο εικονικός κόσμος του παιχνιδιού προγραμματίστηκε αξιοποιώντας το Unity και το προγραμματιστικό εργαλείο Steam VR.

Το πείραμα διεξήχθη σε δύο φάσεις για την καλύτερη διερεύνηση των αποτελεσμάτων. Συμμετείχαν μαθητές ηλικίας 16 – 17 ετών από ένα λύκειο στην Ταϊπέι. Το δείγμα αποτελούνταν από 15 κορίτσια και 162 αγόρια.

Τα αποτελέσματα από την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι η εμπειρία από την καθημερινή μεταφορά και χρήση του νερού στο εικονικό περιβάλλον μπορεί να μεταδώσει επιτυχώς στα άτομα ένα πολύ σημαντικό μήνυμα. Επιπλέον, η μέτρηση των φιαλιδίων των 600 ml επιπλέον διευκόλυναν τη σαφή κατανόηση εκ μέρους των μαθητών της πραγματικής ποσότητας νερού που καταναλώνεται σε καθημερινή βάση. Ακόμη, παρατηρήθηκε ενίσχυση της στάσης των ατόμων όσον αφορά την ευαισθητοποίηση για διατήρηση των υδάτινων πόρων. Κρίνεται ότι το εικονικό περιβάλλον με τις γνώριμες σκηνές συνετέλεσε θετικά για το σκοπό αυτό.

Το εκπαιδευτικό παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας Attack of Recyclops για την ανάδειξη της σωστής διαχείρισης αποβλήτων.

Μεταξύ των διάφορων εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών που προτείνονται για την περιβαλλοντική εκμάθηση των μαθητών και την ορθή διάθεση των αποβλήτων, η περιβαλλοντική μάθηση βάσει εφαρμογών έχει τονιστεί ως πεδίο που απαιτεί εξειδικευμένη έρευνα στο πλαίσιο της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης για βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα.

Μια ερευνητική ομάδα του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια, East Bay (Castronovo et al. 2018) έχει αναπτύξει ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας, Attack of the Recyclops, για να αναλύσει τις επιπτώσεις της στη μαθησιακή και φιλοπεριβαλλοντική συμπεριφορά των προπτυχιακών φοιτητών. Ο μαθησιακός στόχος που προτείνει η ερευνητική ομάδα είναι ότι στο τέλος του παιχνιδιού ο παίκτης θα μάθει πώς να επιλέξει τη σωστή οδό διάθεσης για διάφορους τύπους αποβλήτων. Η κάσκα εικονικής πραγματικότητας (VR headset) που χρησιμοποίησε η ομάδα είναι το Oculus Rift. Με αυτό το σύστημα, οι ερευνητές τοποθετούν τον παίκτη σε μια εικονική πανεπιστημιούπολη και ο τελευταίος μπορεί να την εξερευνήσει και να μάθει τη σημασία της διαχείρισης αποβλήτων.

Η ομάδα έρευνας και σχεδιασμού επέλεξε την αίθουσα διδασκαλίας (Visualization and Immersion Classroom-VIC) του πανεπιστημίου ως κύριο περιβάλλον ανάπτυξης και εκτέλεσης του παιχνιδιού. Η VIC είναι ένα εργαστήριο ηλεκτρονικών υπολογιστών εξοπλισμένο με 48 υπολογιστές τελευταίας τεχνολογίας που μπορούν να λειτουργήσουν το πιο πρόσφατο λογισμικό απεικόνισης. Είναι επίσης εξοπλισμένο με 10 Oculus Rift, αποδίδοντας εικονικά περιβάλλοντα σε πραγματικό χρόνο. Με βάση το περιβάλλον, το κοινό-στόχος του παιχνιδιού είναι προπτυχιακοί φοιτητές. Συγκεκριμένα, το παιχνίδι σχεδιάστηκε για τους φοιτητές του πρώτου έτους για να μεγιστοποιήσει τη μεταφορά της επιθυμητής μάθησης και συμπεριφοράς στους νεοεισαχθέντες φοιτητές αποβλέποντας σε μακροχρόνια επίδραση στην ακαδημαϊκή ζωή και την περιβαλλοντική συμπεριφορά τους στο πανεπιστήμιο CSUEB. Για το σκοπό αυτό η ομάδα έρευνας και σχεδιασμού ανέπτυξε μια εικονική απεικόνιση της πανεπιστημιούπολης του CSUEB.

Πριν από την έναρξη της ανάπτυξης του παιχνιδιού, η ομάδα σχεδίασε το καθένα από τα τέσσερα συστατικά που ορίζει ο Schell για ένα παιχνίδι (μηχανισμούς, ιστορία, τεχνολογία και αισθητική). Η ιστορία του παιχνιδιού καθορίστηκε από τους σχεδιαστές του παιχνιδιού και παρουσιάζεται στον παίκτη μέσω μιας αφήγησης που εκφράζεται σε μια σειρά από εικόνες που απεικονίζουν την ιστορία.

Το παιχνίδι θα ξεκινήσει με την εισαγωγή της ιστορίας, δίνοντας το απαραίτητο υπόβαθρο στο χρήστη. Στη συνέχεια, ένα μικρό εκπαιδευτικό βίντεο πρόκειται να απεικονίσει τον τρόπο αλληλεπίδρασης με το παιχνίδι, καταγράφοντας τις διάφορες εντολές που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης για να πλοηγηθεί και να πετάξει τα "σκουπίδια". Στη συνέχεια, ο χρήστης θα μεταφερθεί σε μια εικονική έκδοση της πανεπιστημιούπολης του CSUEB, όπου οι κάδοι έχουν τη μορφή τεράτων και θα παρουσιαστεί με το κύριο όπλο του, μια σφεντόνα. Ο χρήστης έχει ως κύρια πρόκληση να τροφοδοτήσει τους κάδους-τέρατα με τα σωστά σκουπίδια. Καθώς ο χρήστης περπατάει στην πανεπιστημιούπολη, θα είναι σε θέση να συλλέξει τα σκουπίδια και να τα ρίξει στους κάδους-τέρατα που συναντάει. Μόλις τροφοδοτηθεί ο κάδος με τα σωστά σκουπίδια, θα μεταμορφωθεί στη φυσική του μορφή. Εφόσον οι χρήστες

τροφοδοτήσουν όλα τα τέρατα-κάδους και τους μετατρέψουν στη φυσική τους μορφή, το παιχνίδι τελειώνει.

Εικόνα 5: Στιγμιότυπα του Attack of Recyclops



Το παιχνίδι σχεδιάστηκε για να αντικατοπτρίζει τις τρέχουσες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων στην πανεπιστημιούπολη. Επί του παρόντος, η πανεπιστημιούπολη συλλέγει τα απόβλητα μέσω τριών ροών, την ανακύκλωση, το λίπασμα και τον χώρο υγειονομικής ταφής. Η ομάδα σχεδιασμού ανέπτυξε τα τέρατα με βάση τα τρία ρεύματα αποβλήτων. Κάθε ένας από αυτούς τους κάδους-τέρατα έχει τις τιμές του για την υγεία και το σημείο επίθεσης, την ταχύτητα, τη φθορά των πυρομαχικών και το στυλ επίθεσης, καθώς και συγκεκριμένους βαθμούς για τη ρίψη σωστών ή εσφαλμένων απορριμμάτων. Με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από συνεντεύξεις και παρατήρηση, η ομάδα σχεδιασμού επέλεξε τους συνηθέστερους τύπους σκουπιδιών.

Η ανάπτυξη του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Unity και έγινε σε δυο φάσεις. Στην πρώτη υλοποιήθηκε η εικονική απεικόνιση της πανεπιστημιούπολης. Στη δεύτερη φάση, υλοποιήθηκαν οι μηχανισμοί και η γραφική διεπαφή χρήστη.

Επιπρόσθετα με την ανάπτυξη του παιχνιδιού, η ομάδα σχεδιασμού και έρευνας δημιούργησε εκπαιδευτικό υλικό για την εφαρμογή σε τάξη διδασκαλίας προκειμένου να διερευνηθούν τα μαθησιακά κέρδη πριν και μετά το παιχνίδι.

Η συνολική αξιολόγηση του συστήματος δεν έχει πραγματοποιηθεί ακόμη. Η ερευνητική ομάδα ελπίζει να παράσχει αποδείξεις που να απεικονίζουν το ρόλο που έχει ένα εκπαιδευτικό παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας στην υποστήριξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και συμπεριφοράς.

Συμπεράσματα

Όλες οι παραπάνω έρευνες κατέδειξαν σημαντικά οφέλη για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Μέσω των ΕΠΠΧ, το μάθημα έγινε ελκυστικότερο, αυξήθηκε το ενδιαφέρον των μαθητών και επιτεύχθηκε βαθύτερη κατανόηση και εμπέδωση ζητημάτων που σχετίζονται με το περιβάλλον και τα οικοσυστήματα. Επίσης, αναπτύχθηκαν περισσότερο οι δεξιότητες της συνεργασίας και διεξαγωγής έρευνας για την επίλυση προβλημάτων (π.χ. τα ECOMUVE, River City). Ακόμη, σημαντικό όφελος ήταν η επανένταξη στην εκπαιδευτική διαδικασία μαθητών με χαμηλές επιδόσεις. Σε κάποια από τα ΕΠΠΧ υπήρξαν θετικά αποτελέσματα στην ευαισθητοποίηση των μαθητών / φοιτητών σε σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η υπερκατανάλωση των υδάτινων πόρων (το σχετικό ΕΠ που αναπτύχθηκε στην Ταϊβάν) και η σωστή διαχείριση των αποβλήτων (το παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας Attack of Recyclops). Επίσης, αποκτήθηκαν γνώσεις για την ιδιαίτερη σημασία των μικροοργανισμών σε ένα οικοσύστημα, οι οποίοι είναι αόρατοι στο γυμνό μάτι (ECOMUVE). Επιπλέον, παρατηρήθηκε ότι τα ΕΠ και ΕΠΠΧ που είχαν θετική απήχηση χρησιμοποιούσαν τις τεχνικές του παιχνιδιού και της επίλυσης προβλημάτων μέσω σεναρίων (π.χ. η μεταφορά νερού από μια κεντρική δεξαμενή σε άλλες, ο στόχος της εξιχνίασης της μόλυνσης στο River City). Βασικός παράγοντας επιτυχίας αποτέλεσε επίσης η υψηλή ποιότητα γραφικών, ώστε το λογισμικό να είναι ελκυστικό στους μαθητές και να διατηρήσει το ενδιαφέρον τους.

Υπάρχουν όμως και έρευνες που έδειξαν ότι τα ΕΠΠΧ δεν συμβάλουν σημαντικά στην ανάπτυξη οικολογικής συνείδησης, καθώς φάνηκε ότι οι μαθητές δεν έμαθαν πώς να νοιάζονται για το οικοσύστημα (Coker, 2013). Επίσης, ορισμένοι εκπαιδευτικοί αποθαρρύνθηκαν, καθώς είχαν την αίσθηση απώλειας του ελέγχου, αφού έπρεπε να υιοθετήσουν μέθοδο διδασκαλίας προσανατολισμένη στο μαθητή, όπως απαιτεί ένα ΕΠΠΧ. Επιπλέον, υπάρχουν απαιτήσεις όσον αφορά την τεχνολογία που υποστηρίζει ένα ΕΠΠΧ, κάτι που αποτελεί περιορισμό στο πλήθος σχολείων που μπορούν να τα αξιοποιήσουν. Ακόμη, έρευνες έδειξαν ότι η επιτυχημένη χρήση των ΕΠΠΧ στην εκπαιδευτική διαδικασία απαιτεί εξειδικευμένη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, κάτι που μπορεί να είναι αποθαρρυντικό για αρκετούς εκπαιδευτικούς. Ένα άλλο στοιχείο που έδρασε αρνητικά στην ενασχόληση των μαθητών με τα ΕΠΠΧ είναι η απαίτηση για βαθμολόγηση, κάτι που δείχνει πως θα πρέπει να διερευνηθεί ο τρόπος αξιολόγησης τέτοιων δραστηριοτήτων. Ακόμη, ένα πρόβλημα είναι οι φόβοι ορισμένων περιβαλλοντολόγων εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση εφαρμογών με παιγνιώδη στοιχεία, όπως είναι τα ΕΠΠΧ προσομοίωσης, στη διδασκαλία οικολογικών και περιβαλλοντικών θεμάτων. Σημαντικό πρόβλημα είναι επίσης το κόστος σε ανθρωποώρες στην ανάπτυξη του εκπαιδευτικού λογισμικού προσομοίωσης. Επιπλέον, τα περισσότερα από τα συστήματα που αναλύθηκαν είναι πιο εύχρηστα από μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ενώ αναφέρεται δυσκολία στη χρήση του λογισμικού από μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Eichler et al. 2005). Ακόμη, ενώ τα σχολεία παρέχουν μια ευκαιρία για χρήση εκπαιδευτικών ΕΠΠΧ από μεγάλο πλήθος μαθητών, η εφαρμογή σε κλίμακα παραμένει δύσκολη (Qian, 2018) και μαζί με τη σχετική αξιολόγηση αποτελεί μια από τις μελλοντικές δράσεις των ερευνητικών ομάδων (π.χ. τα ECOMUVE, το παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας Attack of Recyclops). Τέλος, μια σημαντική έλλειψη των αντιπροσωπευτικών συστημάτων, όπως παρουσιάστηκαν είναι η δυνατότητα παραμετροποίησης στοιχείων του οικοσυστήματος (π.χ. θερμοκρασία, πληθυσμός οργανισμών) για να παρατηρήσει διαφορετικά αποτελέσματα.

Ανάπτυξη, χρήση και αξιολόγηση ενός εκπαιδευτικού τρισδιάστατου περιβάλλοντος πολλών χρηστών προσομοίωσης οικολογικών συστημάτων.

Όπως φάνηκε από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, έχουν υλοποιηθεί κάποιες εφαρμογές προσομοίωσης οικοσυστημάτων και έχουν διεξαχθεί έρευνες για την επίδρασή τους στην επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Όμως δεν έχει γίνει καμία προσπάθεια που να αφορά τη χρήση παραμετροποιήσιμων εικονικών περιβαλλόντων πολλών χρηστών και να είναι προσβάσιμα από ποικίλες πλατφόρμες. Με τον όρο «παραμετροποιήσιμα», εννοούμε ο μαθητής να αλλάζει παραμέτρους σε ένα υπάρχον οικοσύστημα και να βλέπει το αποτέλεσμα και επίσης να φτιάχνει δικό του οικοσύστημα και να το βλέπει πώς λειτουργεί στην πράξη. Ο χρήστης μέσω της αλληλεπίδρασης με την εφαρμογή θα έχει τη δυνατότητα, πέραν της λήψης ενημερωτικών στοιχείων για τα είδη χλωρίδας και πανίδας, να μεταβάλλει παραμέτρους (π.χ. πληθυσμούς διαφόρων ειδών ζώων, θερμοκρασία, ποιότητα νερού κλπ.), ώστε να παρατηρεί τελικά τα αποτελέσματα αυτών των μεταβολών στην ισορροπία του οικοσυστήματος που δημιουργήσε. Επιπρόσθετα θα έχει τη δυνατότητα επιλογής διαφορετικών οικοσυστημάτων για παρατήρηση και πειραματισμό. Ακόμη, θα παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ενός οικοσυστήματος επιλέγοντας οργανισμούς και καθορίζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους (π.χ. θερμοκρασία, ποσότητα και ποιότητα νερού κλπ.). Παράλληλα, επιχειρείται η διερεύνηση των προϋποθέσεων, ώστε ένα λογισμικό προσομοίωσης οικοσυστήματος, με τις παρεχόμενες λειτουργίες και τον επικοινωνιακό κώδικα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών θα μπορέσει να δράσει βελτιωτικά στον πατροπαράδοτο τρόπο εκπαίδευσης σχετικών μαθημάτων.

Αναλυτικότερα, οι βασικές επιλογές που θα παρέχει στο μαθητή το εκπαιδευτικό ΕΠΠΧ που προτείνεται να αναπτυχθεί είναι:

1. Διερεύνηση ενός έτοιμου οικοσυστήματος. Θα επιλέγει ένα από τα διαθέσιμα οικοσυστήματα, στα οποία περιλαμβάνονται ένα ποτάμι και ένα δάσος, όπου θα μπορεί να πλοηγείται μέσω του avatar του και με τη χρήση παρεχόμενων εργαλείων να αλληλεπιδρά, να πραγματοποιεί μετρήσεις παραμέτρων (πχ. θερμοκρασία, ποιότητα νερού κλπ) και να παρατηρεί τα αποτελέσματα. Μετά από ένα χρονικό διάστημα εξοικείωσης θα συμβαίνει κάποιο γεγονός στο οικοσύστημα, π.χ. υψηλή θνησιμότητα ενός είδους πανίδας. Οπότε, ο μαθητής χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα εργαλεία καλείται να ανακαλύψει την αιτία του προβλήματος και να προσδιορίσει τρόπο επίλυσης.
2. Μεταβολή παραμέτρων ενός οικοσυστήματος και παρατήρηση των επιπτώσεων. Τέτοιες αλλαγές περιλαμβάνουν:
 - ο Μεταβολή των πληθυσμών θηρευτών-θηραμάτων.
 - ο Μεταβολή θερμοκρασίας ή άλλων χαρακτηριστικών, όπως η ποιότητα (καθαρότητα) του νερού.
 - ο Ολική αφαίρεση ενός οργανισμού από το οικοσύστημα.
 - ο Εφαρμογή κάποιου γεγονότος, π.χ. μιας πυρκαγιάς σε μια περιοχή του ΕΠΠΧ.
3. Δημιουργία ενός οικοσυστήματος επιλέγοντας οργανισμούς, ρυθμίζοντας περιβαλλοντικές παραμέτρους και παρατήρηση της εξέλιξής του. Θα μπορεί να επιλέγει την τοπογραφία, να το διαμορφώνει, δημιουργώντας π.χ. λίμνες στις περιοχές που επιθυμεί και ξηρές περιοχές σε άλλους χώρους του ΕΠΠΧ. Επίσης θα επιλέγει από μια πληθώρα ζώων και φυτών και θα τα τοποθετεί στις περιοχές της αρεσκείας του. Ακόμη, θα ρυθμίζει περιβαλλοντικές παραμέτρους, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία. Έτσι, ο μαθητής θα είναι σε θέση να πειραματιστεί και να συμπεράνει κατά πόσο αρμονικά μπορούν να συνυπάρξουν οι διάφοροι οργανισμοί ή αν μπορούν να επιβιώσουν σε συγκεκριμένες περιοχές και σε συγκεκριμένες συνθήκες.

Σε όλες τις μορφές λειτουργίας θα παρέχεται άλλη μια σημαντική λειτουργία. Η δυνατότητα αποστολών-quests. Κάθε quest θα δίνει μια ανταμοιβή στον παίκτη-μαθητή, ώστε να τον παρακινεί να συνεχίσει τη συμμετοχή του στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η λειτουργία αυτή συντελεί στη διατήρηση του ενδιαφέροντος του μαθητή και στη βελτίωση των γνώσεών του μέσα από το ΕΠΠΧ.

Επίσης, ένα βασικό στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και να υλοποιηθεί μέσω της προτεινόμενης εφαρμογής είναι η αξία του παιγνιώδους χαρακτήρα των εφαρμογών. Τα ψηφιακά παιχνίδια ξεπερνούν τους περιορισμούς της συμβατικής τάξης, καθώς δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να επισκεφτούν περιβάλλοντα και να γνωρίσουν κόσμους που με άλλο τρόπο θα ήταν αδύνατο (Dillenbourg, Schneider, & Synteta, 2002).

Όταν οι μαθητές μαθαίνουν μια νέα δεξιότητα στο σχολικό περιβάλλον, την εφαρμόζουν επανειλημμένα σε ποικίλα περιβάλλοντα μέχρι να μπορούν να την εφαρμόζουν σχεδόν ασυναίσθητα. Αντίθετα, ένα καλό ηλεκτρονικό παιχνίδι θα εμφανίσει στον παίκτη ένα πρόβλημα όπου οι κατακτημένες του δεξιότητες, οι οποίες έχουν γίνει πια ρουτίνα, δε θα μπορούν να του φανούν χρήσιμες (Gee, 2004). Αυτό θα τον αναγκάσει να ξανασκεφτεί και να επανεπεξεργαστεί τις δεξιότητες που θεωρούσε δεδομένες και να ενσωματώσει σε αυτές νέες που θα τον βοηθήσουν να αντιμετωπίσει τη νέα πρόκληση. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε ένα νέο και υψηλότερο σύνολο δεξιοτήτων που μόλις ο παίκτης το κατακτήσει, θα εμφανιστεί και πάλι ένα νέο πρόβλημα (Αβλάμη κ.α., 2009· Gee, 2004).

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός καινοτόμου εκπαιδευτικού ΕΠΠΧ είναι η δυνατότητα εκτέλεσης σε ποικίλες πλατφόρμες. Αυτό προκειμένου να υλοποιηθεί η κινητή μάθηση (Sharples & Roschelle, 2010), ο τρόπος με τον οποίο μπορεί κανείς να αξιοποιήσει τις φορητές συσκευές στην εκπαίδευση. Η προσαρμογή της μάθησης στις ανάγκες του κάθε μαθητή είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της κινητής μάθησης, καθώς επιτρέπει την πλαisiώση της μάθησης από τον ίδιο τον μαθητή (Μαστροκούκου & Φωκίδης, 2017· Clarke & Svanaes, 2014· Kearney, Schuck, Burden & Aubusson, 2012).

Σημαντική πρόκληση είναι η δημιουργία κατάλληλων αλγόριθμων που θα επιτρέπουν τη ρεαλιστική λειτουργία των οικοσυστημάτων. Όμως, ο βαθμός της πολυπλοκότητάς τους θα είναι ανάλογος της ομάδας στόχου των μαθητών, αφού μια άλλη βασική πρόκληση είναι η διδακτική αξιοποίηση του ΕΠΠΧ. Δεν θα επιχειρηθεί η απόλυτη ακρίβεια σε μικροσκοπικό και μακροσκοπικό επίπεδο αλλά μία σχετική ακρίβεια. Σε κάθε περίπτωση όμως η λειτουργία του οικοσυστήματος θα είναι επιστημονικά τεκμηριωμένη. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να υπάρχουν παιγνιώδη χαρακτηριστικά και φαινομενικά να μην είναι εξαιρετικά σύνθετη εφαρμογή, αλλά στο παρασκήνιο θα είναι, αφού θα εκτελούνται πολύπλοκοι αλγόριθμοι.

Η εφαρμογή θα πρέπει να υπηρετεί δυο στόχους: τη διασκέδαση και τη μάθηση. Και οι δύο αυτοί στόχοι πρέπει να πληρούνται σε ικανοποιητικό βαθμό, ώστε το εκπαιδευτικό περιβάλλον να είναι αποτελεσματικό (Μπαρμπάτσης, Οικονόμου, Παπαμαγκανά & Ζώζας, 2010). Συνεπώς, θα πρέπει να είναι ελκυστική, να παρακινείται ο μαθητής και να διατηρείται αμείωτο το ενδιαφέρον του. Ταυτόχρονα θα πρέπει να μπορεί να αξιοποιηθεί εύκολα και γρήγορα από τον εκπαιδευτικό, ώστε να χρειάζεται σύντομο χρονικό διάστημα για την εξοικείωσή του και να υποστηρίζει στη συνέχεια τους μαθητές όπου χρειάζεται. Παράλληλα, η εφαρμογή θα πρέπει να είναι εύχρηστη και απλή ώστε ο μαθητής να μπορεί να τη χρησιμοποιήσει χωρίς δυσκολίες.

Επομένως, βασικά στοιχεία που θα πρέπει να έχει η εφαρμογή είναι να διεγείρει τη φαντασία και την περιέργεια, να έχει σαφείς στόχους, να εμπεριέχει αλληλεπιδράσεις, ρεαλισμό, ευχρηστία, τα οποία αποτελούν σημαντικά κίνητρα για μάθηση. Εξάλλου, η έλλειψη ευχρηστίας σε κάποια από τα συστήματα που αναλύθηκαν ήταν ένα αρνητικό στοιχείο που πρέπει να αντιμετωπιστεί από ένα πρότυπο ΕΠΠΧ προσομοίωσης οικοσυστημάτων.

Η εφαρμογή θα υποστηρίζει τρισδιάστατα γραφικά και όπως αναφέρθηκε, θα είναι προσβάσιμη και από κινητές συσκευές. Για την κάλυψη αυτών των απαιτήσεων, προτείνεται να αξιοποιηθεί το περιβάλλον ανάπτυξης Unity (<https://unity3d.com/>). Πρόκειται για την πιο γνωστή και ευρέως διαδεδομένη πλατφόρμα κατασκευής τρισδιάστατων και δισδιάστατων παιχνιδιών και αναπτύχθηκε από την εταιρεία Unity Technologies ApS με σκοπό να αποτελέσει ένα επαγγελματικό εργαλείο ανάπτυξης παιχνιδιών και σχετικών εφαρμογών πολυμέσων (Βωβός, 2012). Είναι η μόνη πλατφόρμα που υποστηρίζει την εξαγωγή του τελικού προϊόντος σε όλες τις σύγχρονες τεχνολογίες, όπως Microsoft Windows, Mac OS X, Xbox360, Play Station, iOS, Nintendo Wii, Nintendo 3DS και Android.

Σύνοψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκαν έρευνες για ορισμένα χαρακτηριστικά ΕΠΠΧ και ΕΠ που σχετίζονται με προσομοίωση οικοσυστήματος. Για την πληρέστερη εικόνα σχετικά με τα συστήματα αυτά, κρίθηκε σκόπιμο να περιληφθούν εικονικοί κόσμοι που καλύπτουν μια ευρεία γκάμα περιπτώσεων, όπως:

- Γενικά οικολογικά συστήματα και εντοπισμός προβλημάτων (River City, ECOMUVE).
- Διαχείριση υδάτινων πόρων (το σχετικό ΕΠ που αναπτύχθηκε στην Ταϊβάν).
- Σωστή διαχείριση αποβλήτων (το παιχνίδι εικονικής πραγματικότητας Attack of Recyclops).
- Εικονικά Περιβάλλοντα που σχετίζονται με συγκεκριμένα άγρια ζώα που απειλούνται με εξαφάνιση (το εικονικό νησί της Μεσογειακής φώκιας).
- Περιβάλλοντα γενικής προσομοίωσης με έμφαση στον προγραμματισμό.

Οι έρευνες κατέδειξαν σημαντικά οφέλη για τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Μέσω των ΕΠΠΧ, το μάθημα έγινε ελκυστικότερο, αυξήθηκε το ενδιαφέρον των μαθητών και επιτεύχθηκε βαθύτερη κατανόηση και εμπέδωση ζητημάτων που σχετίζονται με το περιβάλλον και τα οικοσυστήματα, καθώς και βελτίωση της δεξιότητας επίλυσης προβλημάτων. Σε ορισμένα ΕΠ μάλιστα παρατηρήθηκε βελτίωση στις στάσεις και συμπεριφορές των συμμετεχόντων απέναντι σε σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Υπήρξαν όμως και αρνητικά στοιχεία που σχετίζονται με τη δυσκολία χρήσης των συστημάτων από μαθητές μικρότερης ηλικίας, το μικρό ποσοστό των ΕΠ που συντελούν στην καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης, την απαιτούμενη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, που μπορεί να δράσει αποθαρρυντικά και τη δυσκολία εφαρμογής τους σε μεγάλη κλίμακα. Γενικά πάντως, τα πειραματικά δεδομένα που αποκτήθηκαν υποστηρίζουν την άποψη ότι τα ΕΠΠΧ προσομοίωσης οικοσυστημάτων προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική μέθοδο για την ευαισθητοποίηση του μαθητή για περιβαλλοντικά θέματα.

Για την αντιμετώπιση των αδυναμιών των υπάρχοντων συστημάτων, προτάθηκε η ανάπτυξη ενός εκπαιδευτικού τρισδιάστατου εικονικού περιβάλλοντος πολλών χρηστών προσομοίωσης οικολογικών συστημάτων. Ο χρήστης μέσω της αλληλεπίδρασης με το εκπαιδευτικό ΕΠΠΧ

θα έχει τη δυνατότητα, πέραν της λήψης ενημερωτικών στοιχείων για τα είδη χλωρίδας και πανίδας, να μεταβάλλει παραμέτρους (π.χ. πληθυσμούς διαφόρων ειδών ζώων, θερμοκρασία, ποιότητα νερού κλπ.), ώστε να παρατηρεί τελικά τα αποτελέσματα αυτών των μεταβολών στην ισορροπία του οικοσυστήματος που δημιούργησε. Επιπρόσθετα, θα έχει τη δυνατότητα επιλογής διαφορετικών οικοσυστημάτων για παρατήρηση και πειραματισμό. Ακόμη, θα μπορεί να δημιουργήσει ένα οικοσύστημα και να παρατηρήσει την εξέλιξή του. Το σύστημα θα χαρακτηρίζεται από ευχρηστία, επεκτασιμότητα και δυνατότητα πρόσβασης από ποικίλες πλατφόρμες και διαφορετικές τάξεις. Παράλληλα, επιχειρείται η διερεύνηση των προϋποθέσεων, ώστε ένα λογισμικό προσομοίωσης οικοσυστήματος, με τις παρεχόμενες λειτουργίες και τον επικοινωνιακό κώδικα των ηλεκτρονικών παιχνιδιών να μπορέσει να δράσει βελτιωτικά στον πατροπαράδοτο τρόπο εκπαίδευσης σχετικών μαθημάτων.

Βιβλιογραφία

- Αβλάμη, Κ., Γκούσκος, Δ. & Μεϊμάρης, Μ. (2009). Μάθηση βασισμένη σε ψηφιακά παιχνίδια: Η περίπτωση του έργου «Επινόηση». *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΟΜΕΡ- Παιδική Ηλικία και Μέσα Μαζικής Επικοινωνίας*.
- Βωβός, Γ., Ν. (2012). Σχεδίαση και υλοποίηση τρισδιάστατου εκπαιδευτικού παιχνιδιού. *Διπλωματική Εργασία Μεταπτυχιακού Κύκλου Σπουδών*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Μαστροκούκου, Α., & Φωκίδης, Ε. (2017). Τα tablets στην εκπαίδευση. Αποτελέσματα από πιλοτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία συστημάτων του ανθρώπινου οργανισμού σε μαθητές δημοτικού. *Έρευνα στην Εκπαίδευση*, 6(1), 161-178. <http://dx.doi.org/10.12681/hjre.13811>
- Μπαρμπάτσης, Κ., Οικονόμου, Δ., Παπαμαγκανά, Ι., & Ζώζας, Ι. (2010). Εκπαιδευτικά τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα με χαρακτηριστικά ηλεκτρονικού παιχνιδιού: η πιλοτική εφαρμογή VRLERNA. *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας Ψηφιακές και Διαδικτυακές εφαρμογές στην εκπαίδευση, Βέροια και Νάουσα*, 1249-1260. Λήψη από <http://www.ekped.gr/praktika10/gen/114.pdf>.
- Φωκίδης, Ε., Χαχλάκη, Ε., & Λιαράκου, Γ. (2017). Τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα πολλών χρηστών και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Το παράδειγμα του εικονικού νησιού της μεσογειακής φώκιας. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου, Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία*, 492-503. Αθήνα: Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης.
- Castronovo, F., Yilmaz, S., Rao, A., Condori Jr, W., Monga, K., & Gooranorimi, H. (2018). Board 63: Development of a Virtual Reality Educational Game for Waste Management: Attack of the Recyclops. *Proceedings of the 2018 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Clarke, B., & Svanaes, S. (2014). *Tablets for schools: an updated literature review on the use of tablets in education*. Retrieved from Family Kids & Youth website: <http://maneele.drealentejo.pt/site/images/Literature-Review-Use-of-Tablets-in-Education-9-4-14.pdf>
- Coker, K. (2013). *The effect of a multi-user virtual environment on student causal reasoning ability, ecological worldview and conceptual change*. The University of the West Indies,

- St. Augustine. Retrieved from <http://uwispace.sta.uwi.edu/dspace/bitstream/handle/2139/21611/Kester%20Coker.pdf?sequence=1>
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, *41*(1), 10-32.
- Dede, C., Kamarainen, A., Metcalf, S., Tutwiler, M., S., & Grotzer, T. (2011). Ecosystem Science Learning via Multi-User Virtual Environments. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*, *3*(1), 86-90. <https://doi.org/10.4018/jgcms.2011010107>
- Dillenbourg, P., Schneider, D. & Synteta, P. (2002). Virtual learning environments. In *3rd Hellenic Conference. Information & Communication Technologies in Education*" (pp. 3-18). Kastaniotis Editions.
- Eichler, M.L., Xavier, P.R., Costa Araújo, R., Castro Forte, R., and Del Pino, J.C. (2005). Carbopolis: A Java technology-based free software for environmental education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Technology*, *24*, 43–72.
- Fokides, E. & Atsikpasi, (2017). Tablets in education. Results from the initiative ETiE, for teaching plants to primary school students. *Education and Information Technologies*, *22*(5), 2545-2563. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9560-3>
- Gee, J. P. (2004). *Situated Language and Learning. A critique of traditional schooling*. New York and London: Routledge.
- Grotzer, T.A., Dede. C., Metcalf, S., & Clarke, J. (2009, April). *Addressing the challenges in understanding ecosystems: Why getting kids outside may not beenough*. Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching (NARST) Conference, Orange Grove, CA. Αθήνη από <http://clic.gse.harvard.edu/files/clic/files/grotzeretalnarst4.18.09fin.pdf?m=1465270511>
- Hsu, W. C., Tseng, C. M., & Kang, S. C. (2018). Using exaggerated feedback in a virtual reality environment to enhance behavior intention of water-conservation. *Journal of Educational Technology & Society*, *21*(4), 187-203.
- Kamarainen, A., Metcalf, S., Grotzer, T., & Dede, C. J. (2015). Exploring ecosystems from the inside: How immersion in a multi-user virtual environment supports epistemologically grounded practices in ecosystem science instruction. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(2), 148–167. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9531-7>.
- Kamarainen, A., Metcalf, S., Dede, C., & Grotzer, T. (2010). *Ecomuve - promoting ecosystems science learning via multi-user virtual environments*. Paper presented at the 95th Ecological Society of America Annual Meeting, Pittsburgh, PA. <https://doi.org/10.4018/jgcms.2011010107>
- Kavtaradze, D. (2006). “Green Backpack” toolkit: simulations and games for education for sustainable development. *Nature of Success: Success for Nature. BGCI's 6th International Congress on Education in Botanic Gardens*. The University Oxford Botanic Garden, Oxford, UK.
- Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology*, *20*(1).

- Ketelhut, D. J., Nelson, B. C., Clarke, J. E., & Dede, C. (2010). A multi-user virtual environment for building and assessing higher order inquiry skills in science. *British Journal of Education Technology*, 41(1), 56-68. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01036.x>
- Ketelhut, D. J., Clarke, J., Dede, C., Nelson, B., & Bowman, C. (2005). *Inquiry teaching for depth and coverage via multi-user virtual environments*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Dallas. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228375572_Inquiry_teaching_for_depth_and_coverage_via_multi-user_virtual_environments
- Merchant, Z., E. T. Goetz, L. Cifuentes, W. Keeney-Kennicutt, and T. J. Davis, (2014). "Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis," *Computers & Education* 70: 29-40 (doi: 10.1016/j.compedu.2013.07.033).
- Sharples, M., & Roschelle, J. (2010). Guest editorial: Special issue on mobile and ubiquitous technologies for learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 4-6.
- Taylor, J. (1983). *Guide on simulation and gaming for environmental education*. Unesco-UNEP, IEEP EES 2. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000569/056905eo.pdf>
- Qian, Y., (2018). *Integrating Multi-User Virtual Environments in Modern Classrooms*. USA: IGI Global.
- Quinn, F., & Lyons, T. (2013). Educating for sustainability in virtual worlds: Does the virtual have value? *Strand 9 Environmental, Health and Outdoor Science Education*, 118.