

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

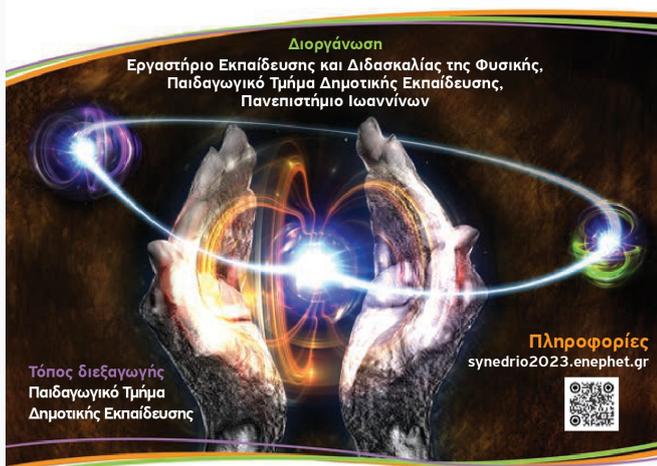
Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

13^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΚΑΙ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Νέες Τάσεις και Έρευνα στη Μάθηση, τη Διδασκαλία
και τις Τεχνολογίες στις Φυσικές Επιστήμες

10 - 12 Νοεμβρίου 2023



ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Επιμέλεια έκδοσης:

Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Γεώργιος Στύλος,

Γεωργία Βακάρου, Λεωνίδα Γαβριλάς, Δημήτρης Πανάγου



Ιωάννινα
10 έως 12 Νοεμβρίου 2023



Απόψεις φοιτητών/τριών ΠΤΔΕ για την αξιοποίηση ψηφιακών μαθησιακών αντικειμένων για την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής

Νίκος Καπελώνης, Αθανασία Κοκολάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη, Δημήτρης Σταύρου

doi: [10.12681/codiste.6990](https://doi.org/10.12681/codiste.6990)

ΑΠΟΨΕΙΣ ΦΟΙΤΗΤΩΝ/ΤΡΙΩΝ ΠΤΔΕ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ

Νίκος Καπελώνης¹, Αθανασία Κοκολάκη², Αιμιλία Μιχαηλίδη³, Δημήτρης Σταύρου⁴

¹Υποψ. Διδάκτορας, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, ²Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, ³Επίκουρη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης, ⁴Καθηγητής, ΠΤΔΕ Παν. Κρήτης

kapelonis@uoc.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία, εξετάζονται οι απόψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών για την εκπαιδευτική αξιοποίηση Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων (ΨΜΑ) για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής. Τα ΨΜΑ που εξετάζονται έχουν τη μορφή γραφικών παραστάσεων, ψηφιακών παιχνιδιών, διαδραστικών βίντεο κ.α. Τα δεδομένα από τους 17 φοιτητές/τριες ΠΤΔΕ που συμμετείχαν στην έρευνα συλλέχθηκαν μέσω ηχητικών καταγραφών των συζητήσεων των φοιτητών/τριών και ερωτηματολογίων. Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι οι φοιτητές/τριες αναγνωρίζουν δυνατότητες της εκπαιδευτικής αξιοποίησης διαφορετικών ΨΜΑ για την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά στη διεξαγωγή διερευνήσεων και την οπτικοποίηση των δεδομένων.

Λέξεις κλειδιά: ψηφιακά μαθησιακά αντικείμενα, κλιματική αλλαγή, φοιτητές/τριες πρωτοβάθμιας

PRE-SERVICE ELEMENTARY TEACHERS' VIEWS ON THE USE OF DIGITAL LEARNING OBJECTS FOR TEACHING CLIMATE CHANGE

Nikos Kapelonis¹, Athanasia Kokolaki², Emily Michailidi³, Dimitris Stavrou⁴

¹PhD candidate, University of Crete, ²Post-Doc Researcher, University of Crete, ³Assistant Professor, University of Crete, ⁴Professor, University of Crete

kapelonis@uoc.gr

ABSTRACT

This work focuses on the views of preservice teachers on the educational use of Digital Learning Objects (DLOs) for climate change education. The examined DLOs have the form of graphic representations, digital games, interactive videos, etc. Data from the 17 preservice primary education teachers who participated in the research were collected through audio recordings of their discussions and questionnaires. The findings indicate that preservice teachers recognize the potential of using DLOs for teaching climate change, particularly in terms of conducting investigations and data visualisation.

Keywords: digital learning objects, climate change, primary education pre-service teachers

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επίτευξη του στόχου του κλιματικού γραμματισμού των μαθητών/τριών ως μελλοντικών πολιτών, προϋποθέτει την κατάλληλη προετοιμασία των εκπαιδευτικών προκειμένου να είναι σε θέση να διαμορφώνουν εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για την διαπραγμάτευση των ανωτέρω ζητημάτων (Drewes et al., 2018). Στην κατεύθυνση αυτή, η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση δύναται να αναβαθμίσει σημαντικά την παρεχόμενη εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών στα ζητήματα αυτά (Bumbacher et al., 2018). Συγκεκριμένα, η αξιοποίηση Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων (ΨΜΑ), μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της εκπαίδευσης των φοιτητών και έχει θετική επίδραση στη μαθησιακή διαδικασία και τα μαθησιακά αποτελέσματα (Dias & Alves Diniz, 2014). Τα ΨΜΑ αποτελούν συνοπτικές επαναχρησιμοποιήσιμες ενότητες ψηφιακού περιεχομένου με σαφείς εκπαιδευτικούς στόχους που έχουν σχεδιαστεί με σκοπό να βελτιώνουν, να ενισχύουν και να καθοδηγούν τη μαθησιακή διαδικασία (Kay & Knaack, 2009).

Ιδιαίτερα στη STEM εκπαίδευση τα ΨΜΑ έχουν αναγνωριστεί ως πολύτιμα εργαλεία για την υποστήριξη της επίτευξης μαθησιακών αποτελεσμάτων υψηλού επιπέδου. Οι προσομοιώσεις, οι δυναμικές οπτικές αναπαραστάσεις και τα διαδραστικά ψηφιακά πειράματα, μεταξύ άλλων τύπων ΨΜΑ, παίζουν σημαντικό ρόλο στα μαθησιακά επιτεύγματα (Ψύλλος, 2021· Bumbacher et al., 2018). Η ανάπτυξη ΨΜΑ τα οποία παράλληλα να ακολουθούν αρχές και μεθόδους της διδακτικής Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), όπως η διερευνητική μέθοδος και η STEM προσέγγιση (Bell et al., 2010· Bybee, 2013) αποτελεί σημαντικό ζητούμενο της έρευνας της διδακτικής των ΦΕ (Margot & Kettler, 2019).

Οι παραπάνω προκλήσεις λαμβάνονται υπόψη στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού Erasmus+ προγράμματος “STEM DIGITALIS”. Στόχος του προγράμματος είναι η ανάπτυξη ΨΜΑ που θα μπορούν να αξιοποιηθούν σε μικτά και εξ αποστάσεως περιβάλλοντα μάθησης για την εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών σε προηγμένα διεπιστημονικά STEM αντικείμενα. Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος αυτού του προγράμματος και επικεντρώνει στη διερεύνηση των απόψεων μελλοντικών εκπαιδευτικών για την αξιοποίηση κατάλληλα διαμορφωμένων Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων στο αντικείμενο της Κλιματικής Αλλαγής.

Το ερευνητικό ερώτημα που καθοδηγεί την έρευνα είναι:

Ποιες είναι οι απόψεις των φοιτητών για την εκπαιδευτική αξιοποίηση Ψηφιακών Μαθησιακών Αντικειμένων για τη διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής;

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

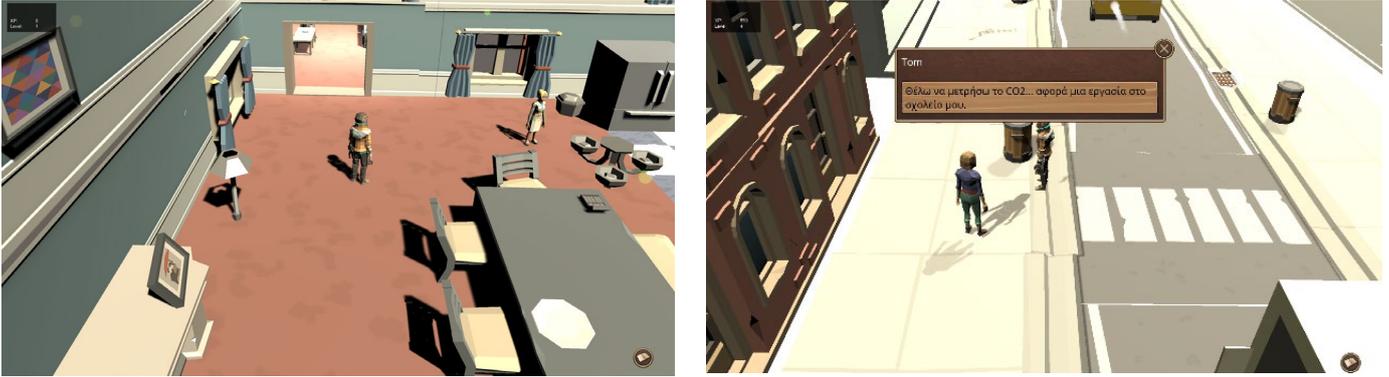
Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας

Στο πλαίσιο του προγράμματος “STEM DIGITALIS” η ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου Διδακτικής Θετικών Επιστημών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης ανέπτυξε ΨΜΑ για το διεπιστημονικό αντικείμενο της Κλιματικής Αλλαγής και συγκεκριμένα για τα αίτια, τις ενδείξεις και τους τρόπους αντιμετώπισης και προσαρμογής στις επιπτώσεις της.

Το πρώτο ΨΜΑ που αναπτύχθηκε είναι ένα ψηφιακό παιχνίδι, που αξιοποιεί την πλατφόρμα παιχνιδοποίησης UNITY. Ο στόχος του παιχνιδιού είναι η συσχέτιση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη και της αύξησης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 40 ετών. Ο πρωταγωνιστής του παιχνιδιού συναντά μια επιστημόνισσα στο εργαστήριό της. Μέσω μιας χρονομηχανής, που έχει αναπτύξει η επιστημόνισσα, ο πρωταγωνιστής «ταξιδεύει» στις τέσσερις προηγούμενες δεκαετίες, χωρίς να γνωρίζει σε ποια δεκαετία βρίσκεται (Εικόνα 1). Μια σειρά από ερωτήσεις/απαντήσεις σε πολίτη

της κάθε περιόδου, οδηγεί τον πρωταγωνιστή να αναζητήσει και ανακαλύψει τα δεδομένα της εκάστοτε περιόδου.

Εικόνα 1. Στιγμιότυπα του παιχνιδιού από τον χώρο του εργαστηρίου (αριστερά) και από μια τυχαία δεκαετία (δεξιά).



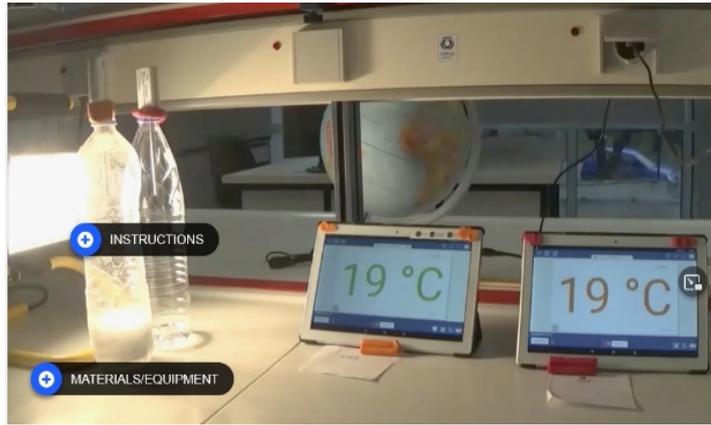
Τα δεδομένα που συλλέγει αφορούν το ύψος της μέσης θερμοκρασίας της Γης και της συγκέντρωσης του CO₂ στην ατμόσφαιρα κατά τη δεκαετία που έχει επισκεφθεί. Η μορφή των δεδομένων που παρέχονται είναι σε μορφή γραφικής παράστασης (Εικόνα 2). Προκειμένου ο χρήστης να μπορέσει να λάβει τις γραφικές παραστάσεις, αξιοποιείται κάποιο φορητό έξυπνο μέσο (κινητό, tablet κτλ), αφού πρώτα σαρώσει τις αντίστοιχες εικόνες QR που παρουσιάζονται στη διάρκεια του παιχνιδιού. Ο πρωταγωνιστής προσπαθεί να συνδυάσει και σειροθετήσει τα δεδομένα από τις τέσσερις δεκαετίες, προκειμένου να ανακαλύψει τη συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης CO₂ και της θερμοκρασίας.

Εικόνα 2. Γραφική παράσταση της μέσης θερμοκρασίας της Γης στη διάρκεια μιας δεκαετίας



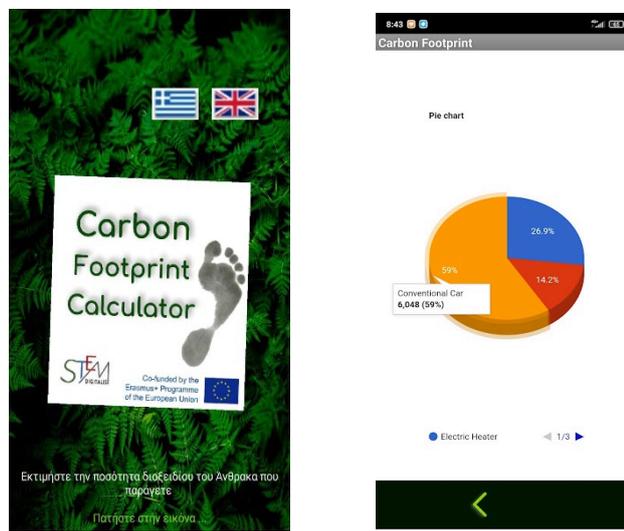
Το παιχνίδι περιέχει ένα επιπλέον ΨΜΑ, ένα διαδραστικό video (Εικόνα 3). Το διαδραστικό video δείχνει την πορεία εξέλιξης ενός πραγματικού πειράματος που διαπραγματεύεται τη συσχέτιση αυξημένης συγκέντρωσης CO₂ και αύξησης της θερμοκρασίας σε μια φιάλη μέσω της χρήσης ασύρματων αισθητήρων θερμοκρασίας. Στη διάρκεια του διαδραστικού βίντεο οι χρήστες έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν προβλέψεις για την εξέλιξη του πειράματος, να καταγράφουν μετρήσεις και να διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους.

Εικόνα 3. Διαδραστικό βίντεο πειράματος



Το επόμενο ΨΜΑ που αναπτύχθηκε είναι μια εφαρμογή για έξυπνες συσκευές. Η εφαρμογή έχει ως στόχο την αναγνώριση της συμβολής των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην κλιματική αλλαγή. Η χρήση της εφαρμογής γίνεται σε ατομικό επίπεδο. Η εφαρμογή προσφέρει διάφορες επιλογές μέσα από δύο μεγάλες κατηγορίες της καθημερινής ανθρώπινης δραστηριότητας, τα μέσα μεταφοράς και της ηλεκτρικές συσκευές καθημερινής χρήσης. Στην κατηγορία των μέσων μεταφοράς υπάρχουν διάφορα οχήματα, της αυτοκίνητο, λεωφορείο, τρένο κτλ με αντίστοιχη επιλογή της απόστασης που διανύουμε. Η κατηγορία των συσκευών περιέχει συσκευές, της καλοριφέρ, ηλεκτρική κουζίνα, ψυγείο, τηλεόραση κ.α. με αντίστοιχο χρόνο χρήσης των συσκευών. Μόλις ο χρήστης συμπληρώσει τη λίστα των ηλεκτρικών συσκευών και μέσων μεταφοράς, η εφαρμογή παρουσιάζει κυκλικό διάγραμμα (Εικόνα 4), αποτυπώνοντας το ποσοστό εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από την καθημερινή χρήση της κάθε συσκευής ή/και οχήματος.

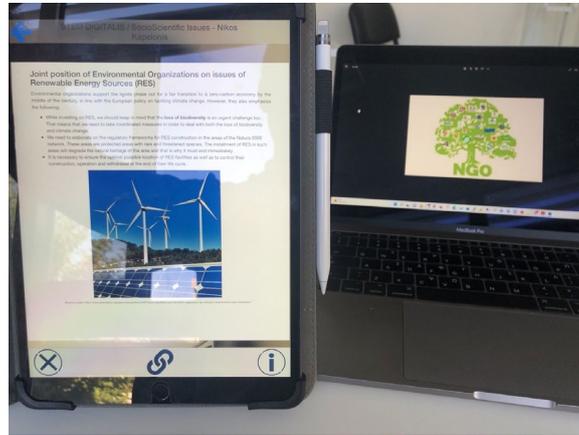
Εικόνα 4. Η εφαρμογή για έξυπνες συσκευές για υπολογισμό του προσωπικού αποτυπώματος CO₂



Τέλος, αναπτύχθηκε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας, με την αξιοποίηση της πλατφόρμας ARTutor. Η πλατφόρμα ARTutor είναι μια Πλατφόρμα Επαυξημένης Πραγματικότητας για την Εκπαίδευση, που έχει αναπτυχθεί από το Ερευνητικό Εργαστήριο ΑΕΤΜΑ του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης. Ο στόχος του συγκεκριμένου ΨΜΑ είναι να αναδείξει τις διαφορετικές απόψεις/οπτικές σχετικά με το θέμα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και να ευαισθητοποιήσει του εμπλεκόμενους φορείς. Το αντικείμενο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας εξετάζεται από τη σκοπιά των κοινωνικών πτυχών των προτεινόμενων λύσεων

μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Στο συγκεκριμένο ΨΜΑ αναδεικνύονται έξι εμπλεκόμενοι φορείς, η Ευρωπαϊκή Ένωση, οι μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ), οι ακτιβιστές, οι κάτοικοι περιοχής, οι κλιματικοί επιστήμονες και οι εταιρίες ΑΠΕ. Μέσω της χρήσης τεχνολογίας AR, παρουσιάζονται οι πληροφορίες του κάθε φορέα (Εικόνα 5). Η χρήση της εφαρμογής πλαισιώνεται με τη χρήση της ομαδοσυνεργατικής στρατηγικής διδασκαλίας Jigsaw.

Εικόνα 5. Στιγμιότυπο από τη χρήση της εφαρμογής AR



Συμμετέχοντες & Υλοποίηση εμπειρικής έρευνας

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 17 τριτοετείς και τεταρτοετείς φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης που παρακολούθησαν το σεμινάριο «Ψηφιακές Τεχνολογίες στη Διεπιστημονική STEM Εκπαίδευση» κατά το ακαδημαϊκό έτος 2022-2023.

Η διάρκεια του σεμιναρίου ήταν 13 εβδομάδες και η δομή των συναντήσεων ήταν η εξής: Αρχικά έγινε εξοικείωση των φοιτητών/τριών με διαφορετικά ψηφιακά μέσα που μπορούν να αξιοποιηθούν κατά τη διδασκαλία των ΦΕ, όπως διαδραστικά βίντεο, διαδραστικές γραφικές παραστάσεις, παιχνιδιοποίηση, δεδομένα πραγματικού χρόνου κ.α.. Κατόπιν, ακολούθησε η διαπραγμάτευση με μικτές μεθόδους διδασκαλίας των ενοτήτων για την Κλιματική Αλλαγή που αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος “STEM DIGITALIS”. Τέλος, οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να αναπτύξουν τις δικές τους δραστηριότητες σε πλατφόρμα μαθησιακών δραστηριοτήτων, χρησιμοποιώντας τα ΨΜΑ του προγράμματος που περιγράφηκαν αναλυτικά παραπάνω, αφού πρώτα έγινε σύντομη παρουσίαση των δυνατοτήτων ανάπτυξης και διαχείρισης της πλατφόρμας.

Συλλογή και Ανάλυση δεδομένων

Για την παρούσα εργασία αξιοποιήθηκαν δεδομένα από α. τις ηχητικές καταγραφές των συζητήσεων των φοιτητών/τριών κατά τη διάρκεια της φάσης της διαπραγμάτευσης των ενοτήτων της Κλιματικής Αλλαγής μέσω την ΨΜΑ, από τις οποίες αντλήθηκαν στοιχεία που αφορούσαν την επεξεργασία εννοιών της Κλιματικής Αλλαγής καθώς και την εκπαιδευτική αξιοποίηση των ΨΜΑ και β. ερωτηματολόγια ανοικτού και κλειστού τύπου σχετικά με τη διδακτική αξιοποίηση των ΨΜΑ και της ψηφιακής πλατφόρμας που χορηγήθηκαν κατά τη διάρκεια και μετά την εφαρμογή του υλικού.

Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας, για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου (Mayring, 2015). Πιο συγκεκριμένα, οι απόψεις των φοιτητών/τριών εξετάστηκαν ως προς τις δυνατότητες και τους περιορισμούς που αναγνωρίζουν ως προς τη μάθηση μέσω

διερεύνησης, το σχεδιασμό διδασκαλίας και τη χρηστικότητα κάθε εργαλείου, ακολουθώντας μια επαγωγική προσέγγιση.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αναφορικά με το ψηφιακό παιχνίδι, το οποίο είχε στόχο τη συσχέτιση της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη με την αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂, οι φοιτητές/τριες διέκριναν ως σημαντική δυνατότητα την καλλιέργεια δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, ενώ στους περιορισμούς, την απαίτηση περισσότερου χρόνου από μια συνηθισμένη διδακτική ώρα. Επίσης, η ενσωμάτωσή του διαδραστικού βίντεο θεωρήθηκε αρκετά σημαντική από τους φοιτητές/τριες καθώς τους επέτρεψε να διατυπώσουν τις προβλέψεις τους σχετικά με το πείραμα και μέσα από τη δυνατότητα συλλογής δεδομένων αναφορικά με τη θερμοκρασία σε δύο δοχεία με διαφορετική συγκέντρωση CO₂, να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους. Πρέπει να επισημανθεί ότι η έλλειψη παραμετροποίησης του βίντεο αναγνωρίστηκε ως περιοριστικός παράγοντας από πλευράς των φοιτητών/τριών. Επίσης, σχετικά με τις γραφικές παραστάσεις, αναγνώρισαν τη δυνατότητα αξιοποίησης πραγματικών δεδομένων.

Αναφορικά με την εφαρμογή σε περιβάλλον έξυπνων συσκευών, που είχε ως κύριο στόχο την αναγνώριση της συμβολής των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στην Κλιματική Αλλαγή, ο υπολογισμός του ημερήσιου ατομικού αποτυπώματος άνθρακα του κάθε χρήστη, αλλά και η οπτική αναπαράσταση της συμβολής κάθε επιμέρους ανθρωπογενούς δραστηριότητας στο σύνολο των ατομικών εκπομπών, ενίσχυσαν σύμφωνα με τους φοιτητές/τριες την συνάφεια της δραστηριότητας με την καθημερινή ζωή, δημιουργώντας τις προϋποθέσεις για την αλλαγή στάσης και τη ανάληψη δράσης απέναντι στην Κλιματική Αλλαγή. Εν αντιθέσει, οι περιορισμοί που εντοπίστηκαν είχαν σχέση με τη χρηστικότητα της εφαρμογής και όχι με την ίδια τη διδακτική αξιοποίηση της.

Τέλος, η εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας που είχε ως στόχο τη διαπραγμάτευση των κοινωνικών διαστάσεων των μέτρων αντιμετώπισης της Κλιματικής Αλλαγής, κινητοποίησε το ενδιαφέρον των εκπαιδευόμενων, δίνοντάς τους κίνητρο για αναζήτηση επιπλέον πληροφοριών και εμβάθυνση στο συγκεκριμένο αντικείμενο, ενώ παράλληλα εξάσκησε τις δεξιότητες επιχειρηματολογίας και λήψης απόφασης σχετικά με κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα. Πιο συγκεκριμένα, η δυνατότητα ανάπτυξης επιχειρηματολογίας, αναδείχθηκε τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο. Ως περιορισμός εντοπίζεται η απαίτηση μεγάλου χρονικού διαστήματος για την πλήρη αξιοποίηση του συγκεκριμένου ΨΜΑ στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα ευρήματα της έρευνας συμπεραίνουμε ότι οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν ποικίλες δυνατότητες της εκπαιδευτικής αξιοποίησης διαφορετικών ΨΜΑ για την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής. Μάλιστα ο συνδυασμός των ΨΜΑ φαίνεται να αντισταθμίζει τους όποιους περιορισμούς. Συνεπώς η αξιοποίηση κατάλληλα διαμορφωμένων ΨΜΑ, τόσο στο αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής όσο και σε άλλα STEM αντικείμενα, μπορεί να αποτελέσει εργαλείο υποστήριξης των μελλοντικών εκπαιδευτικών για την διδασκαλία των εν λόγω αντικειμένων (Ψύλλος, 2021).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία υποστηρίχθηκε από το έργο STEM DIGITALIS το οποίο χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Erasmus+ της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Συμφωνία χρηματοδότησης αριθ. 2020-1-EL01-KA226-HE-094691).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ψύλλος, Δ. (2021). Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ψηφιακές Τεχνολογίες: Όψεις και Μετασχηματισμοί. *Έρευνα Για Την Εκπαίδευση Στις Φυσικές Επιστήμες Και Την Τεχνολογία*, 1(1), 191. <https://doi.org/10.12681/riste.27276>
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349–377. <https://doi.org/10.1080/09500690802582241>
- Bumbacher, E., Salehi, S., Wieman, C., & Blikstein, P. (2018). Tools for Science Inquiry Learning: Tool Affordances, Experimentation Strategies, and Conceptual Understanding. *Journal of Science Education and Technology*, 27(3), 215–235. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9719-8>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Washington, DC: National STEM Teachers Association.
- Dias, S. B., & Alves Diniz, J. (2014). International Forum of Educational Technology & Society Towards an Enhanced Learning Management System for Blended Learning in Higher Education Incorporating Distinct Learners' Profiles. *Source: Journal of Educational Technology & Society*, 17(1), 307–319. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.17.1.307>
- Drewes, A., Henderson, J., & Mouza, C. (2018). Professional development design considerations in climate change education: teacher enactment and student learning. *International Journal of Science Education*, 40(1), 67–89. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1397798>
- Kay, R., & Knaack, L. (2009). Analysing the Effectiveness of Learning Objects for Secondary School Science Classrooms. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 18(1), 113–135.
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: a systematic literature review. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 6, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures* (pp. 365–380). https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13