

**12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο
«Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»
Φλώρινα (online), 14-16 Μαΐου 2021**



**12th Panhellenic & International Conference
«ICT in Education»
Florina (online), 14-16 May 2021**

**Επιμέλεια: Θαρρενός Μπράτιτσης
Editor: Tharrenos Bratitsis**

Χορηγός

ORACLE
Academy

ISBN: 978-618-83186-5-6

12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Επιτροπές

Προεδρείο

Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

Συντονιστική Επιτροπή

Μπράτιτσης Θαρρενός, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Παλαιγεωργίου Γεώργιος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Λεμονίδης Χαραλαμπος, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τζιμογιάννης Αθανάσιος, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μικρόπουλος Αναστάσιος, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Επιστημονική Επιτροπή

Διεθνής

Baron G.-L., University of Paris 5 (La Sorbonne), France
Baroso J., INESC TEC and University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Cartelli A., University of Cassino, Italy
Chen Chwen Jen, Universiti Malaysia Sarawak, Malaysia
Chen W., Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway
Dalgarno B., Charles Sturt University, Australia
Depover C., University of Mons – Hainaut, Belgium
Dimitriadis Y., University of Valladolid, Spain
dos Santos, R. P., Lutheran University of Brazil, Brazil
Foreman N., Middlesex University, UK and ITMO University, Russia
Hadzilacos Th., Open University of Cyprus, Cyprus
Jausovec N., University of Maribor, Slovenia
Karsenti T., University of Montreal, Canada
Kinshuk, Athabasca University, Canada
Lan Yu-Ju, National Taiwan Normal University, Taiwan
Magoulas G. D., University of London, UK
Mercier J., Université du Québec à Montréal, Canada
Miesenberger K., University of Linz, Austria
Morch A., University of Oslo, Norway
Nian-Shing Chen, National Sun Yat-sen University, Taiwan
Papadopoulos P.M., Aarhus University, Denmark
Paredes H., INESC TEC and University of Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Passig D., Bar-Ilan University, Israel
Sandnes F., Oslo and Akershus University College of Applied Sciences, Norway
Spector M. J., University of Georgia, USA
Valanides N., University of Cyprus
Weinberger, A., Saarland University, Germany

Εθνική

Αβούρης Ν., Πανεπιστήμιο Πατρών
Αναστασιάδης Π., Πανεπιστήμιο Κρήτης
Αντωνίου Π., Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Βουδούρη Α., ΕΚΠΑ
Βούλγαρη Η., ΕΚΠΑ
Γαλάνη Α., ΕΚΠΑ
Γιαννούτσου Ν., ΕΚΠΑ
Γκιόλιας Α., ΕΚΠΑ
Γρηγοριάδου Μ., Πανεπιστήμιο Αθηνών
Δαγδιλέλης Β., Πανεπιστήμιο Μακεδονία
Δημητριάδης Σ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Ζαράνης Ν., Πανεπιστήμιο Κρήτης
Καλογιαννάκης Μ., Πανεπιστήμιο Κρήτης
Καμέας Α., Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Καραγιαννίδης Χ., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Καρασαββίδης Η., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Κατσάνος, Χ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Καρατράντου Α., Πανεπιστήμιο Πατρών
Κόλλιας Β., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Κόμης Β., Πανεπιστήμιο Πατρών
Κουτρομάνος Γ., ΕΚΠΑ
Κορδάκη Μ., Πανεπιστήμιο Πατρών
Κυνηγός Χ., Πανεπιστήμιο Αθηνών
Κώστας Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Λαδιάς Α., Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση
Μέλλιου, Κ., 6ο ΠΕΚΕΣ Πειραιά, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Μικρόπουλος Α., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Μπέλλου Ι., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Μπίκος Κ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Μπράτιτσης Θ., Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Νικολοπούλου Κ., Πανεπιστήμιο Αθηνών
Νταραντούμης Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Ντρενογιάννη Ε., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Ξέστερνου Μ., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Ξυνόγαλος Σ., Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Παγγέ Τ., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Παλαιγεωργίου Γ., Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Παναγιωτακόπουλος Χ., Πανεπιστήμιο Πατρών
Παπαδάκης Σ., ΠΕ.Κ.Ε.Σ. Δυτικής Ελλάδας
Παπανικολάου Κ., ΑΣΠΑΙΤΕ
Παπαστεργίου Μ., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Πολάτογλου Χ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Πολίτης Π., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Ραβάνης Κ., Πανεπιστήμιο Πατρών
Σάμψων Δ., Πανεπιστήμιο Πειραιά

Σμυρναίου Ζ., ΕΚΠΑ
Σοφός Α., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Σπαντιδάκης Ι., Πανεπιστήμιο Κρήτης
Τζιμογιάννης Α., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Τόκη Ε., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
Τσέλιος Ν., Πανεπιστήμιο Πατρών
Τσιάτσος Θ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τσιτουρίδου Μ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τσιωτάκης Π., Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου
Φαχαντίδης Ν., Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Φεσάκης Γ., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Φωκίδης Ε., Πανεπιστήμιο Αιγαίου
Χατζηκρανιώτης Ε., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Χατζηλεοντιάδης Λ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Χατζηλεοντιάδου Σ., Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
Ψύλλος Δ., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Οργανωτική Επιτροπή

Μαρδύρης Θεωдорής, Περιφ. Δ/ντής Εκπ/σης Δυτικής Μακεδονίας
Τζήμας Δημήτρης, Συν. Εκπ. Έργ. Πληροφορικής Δυτικής Μακεδονίας
Αρβανιτάκης Ιωάννης
Γεωργίου Σωτήρης
Δράγου Ευαγγελία
Ηλιάδης Παύλος
Κηπουροπούλου Γεωργία
Κοροσίδου Ελένη
Παπαχαράλαμπος Παναγιώτης
Τασσοπούλου Χριστίνα
Τσολοπάνη Ιωάννα

- Spaceborne teaching resources: Critical evaluation of Remote Sensing software packages for upper primary and secondary education 176**
 Georgios Bampasidis, Apostolia Galani, Issaac Parcharidis, Nikos Lambrinos,
 Constantine Skordoulis
- Η ενσωμάτωση Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης 184**
 Αργύρης Νιτυράκης, Δημήτρης Σταύρου

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ 4 - Επαυξημένη, Εικονική και Μεικτή Πραγματικότητα

- Ηθικά ζητήματα και ανησυχίες που σχετίζονται με την επίδραση των συστημάτων εικονικής πραγματικότητας στα παιδιά: ανασκόπηση της τρέχουσας βιβλιογραφίας 193**
 Πολυξένη Καϊμάρα, Ανδρέας Οικονόμου, Ιωάννης Δεληγιάννης
- Διερεύνηση του σχεδιασμού μαθησιακών σεναρίων εν κινήσει μάθησης με επαυξημένη πραγματικότητα εκπαιδευτικών χωρίς προηγούμενη επιμόρφωση 201**
 Κωνσταντίνος Κοζάς, Φεσάκης Γεώργιος, Λιαράκου Γεωργία
- Επισκόπηση ερευνών αξιοποίησης εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας σε δραστηριότητες με Φυσικές Επιστήμες 209**
 Αικατερίνη Μπαζιάκου & Αγγελική Δημητρακοπούλου
- Βιβλία Επαυξημένης Πραγματικότητας ως Εκπαιδευτικά Εργαλεία: Οι Αντιλήψεις Φοιτητών και Φοιτητριών Τμημάτων Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης 216**
 Ηρώ Βούλγαρη, Διονύσης Μάνεσης, Γεώργιος Κουτρομάνος
- Ανασκόπηση πεδίου της εκπαιδευτικής χρήσης των γυαλιών εικονικής πραγματικότητας έξι βαθμών ελευθερίας 225**
 Πηνελόπη Ατσικπάση, Εμμανουήλ Φωκίδης
- Τα βίντεο 360ο στη διδασκαλία θεμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε μαθητές δημοτικού σχολείου. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή 233**
 Παρασκευή Άννα Αρβανίτη, Εμμανουήλ Φωκίδης
- «Ξαναδιαβάζοντας» τα μνημεία στο φως της Ελληνικής Επανάστασης: Αξιοποίηση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας Metaverse για τον σχεδιασμό ξενάγησης τύπου “κυνηγίου θησαυρού” στο κέντρο της Αθήνας σε δύο ιστορικά επίπεδα 241**
 Ανδριάνα Κορασίδη, Ελπινίκη Μαργαρίτη

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ 5 - Ψηφιακά Παιχνίδια - Παιχνιδοποίηση

- Επιχειρηματολογία μαθητών Γ' Λυκείου κατά την αλληλεπίδραση και διασκευή κοινωνικο-επιστημονικών παιχνιδιών 250**
 Ευρύκλεια Παναγιώτου, Χρόνης Κυνηγός
- Σχεδιασμός παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την ανάπτυξη της ικανότητας χρήσης χάρτη στο Νηπιαγωγείο 258**
 Δημήτριος Μαρκούζης, Γεώργιος Φεσάκης, Αναστασία Κωνσταντοπούλου, Σταματία Βολίκα, Δέσποινα Κουτσομανόλη-Φιλιππάκη

Τα Βίντεο 360° στη διδασκαλία θεμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε μαθητές δημοτικού σχολείου. Αποτελέσματα από πιλοτική εφαρμογή

Παρασκευή Άννα Αρβανίτη¹, Εμμανουήλ Φωκίδης²,
vivi.arv@gmail.com¹, fokides@aegean.gr²
^{1, 2} Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η μελέτη παρουσιάζει τα αποτελέσματα πιλοτικού προγράμματος, όπου χρησιμοποιήθηκαν βίντεο 360° για τη διδασκαλία θεμάτων περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Ομάδα-στόχος ήταν 30 μαθητές, 9-10 ετών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν 3 διδακτικά μέσα (έντυπο υλικό, ιστότοπους και σφαιρικά βίντεο). Διεξήχθησαν 9 δίωρες παρεμβάσεις (3 για κάθε μέσο). Δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω φύλλων αξιολόγησης και ερωτηματολογίου καταγραφής στάσεων/εντυπώσεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα βίντεο 360° επέφεραν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με τα άλλα μέσα. Παρότι οι μαθητές θεώρησαν ότι όλα τα μέσα ήταν εξίσου αποτελεσματικά και παρείχαν τα ίδια κίνητρα για μάθηση, τα βίντεο 360° θεωρήθηκαν πιο διασκεδαστικά σε σχέση με το έντυπο υλικό και λιγότερο εύχρηστα και από τα δύο μέσα. Αν και τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι τα σφαιρικά βίντεο μπορούν να είναι αποτελεσματικά στην εναισθητοποίηση των μαθητών στα περιβαλλοντικά προβλήματα, αναδεικνύουν την ανάγκη έρευνας καινοτόμων διδακτικών πλαισίων που θα επιτρέψουν καλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους.

Λέξεις κλειδιά: βίντεο 360°, δημοτικό σχολείο, περιβαλλοντική εκπαίδευση

Εισαγωγή

Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) μπορεί να διαδραματίσει ουσιαστικό ρόλο στην κατανόηση περιβαλλοντικών ζητημάτων. Όμως, παιδιά και ενήλικες δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν αρκετά από τα κρίσιμα περιβαλλοντικά ζητήματα, είτε γιατί δεν είναι ορατά είτε εξαιτίας της χρονικής απόστασης μεταξύ αιτίας και αποτελέσματος (Fokides & Chachlaki, 2019). Τα βίντεο αποτελούν έναν πολύ διαδεδομένο εκπαιδευτικό μέσο. Η επιτυχία τους έγκειται στο ότι οι θεατές ταυτίζονται, ως ένα βαθμό, με όσα βλέπουν (Carr-Chellman & Duchastel, 2000). Ωστόσο, οι θεατές είναι παθητικοί αποδέκτες· δεν μπορούν να δουν το βίντεο από όποια οπτική γωνία επιθυμούν. Σε αυτό το θέμα, τα βίντεο 360° ή σφαιρικά βίντεο (ΣΒ) προσφέρουν μια ενδιαφέρουσα λύση. Για την καταγραφή τους χρησιμοποιούνται πανοραμικές κάμερες, ικανές να καλύψουν ένα σφαιρικό πεδίο. Οι χρήστες τα προβάλλουν είτε στα κινητά τους τηλέφωνα είτε χρησιμοποιώντας γυαλιά εικονικής πραγματικότητας (Head-Mounted Displays-HMDs). Στρέφοντας το κεφάλι τους ή το smartphone, προβάλλουν το τμήμα του βίντεο που αντιστοιχεί στην κατεύθυνση που κοιτούν. Τα ΣΒ έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς, αλλά και στην εκπαίδευση (Ardisara & Fung, 2018). Η πλειοψηφία των ερευνών σημειώνει ενθαρρυντικά αποτελέσματα στην απόκτηση γνώσεων (Pham, Dao, Pedro, Le, Hussain, Cho & Park, 2018), στη διασκέδαση και στην παροχή κινήτρων για μάθηση (Xie, Ryder & Chen, 2019). Με βάση τα παραπάνω, θεωρήθηκε ενδιαφέρον να εξεταστεί ο αντίκτυπος των ΣΒ στις γνώσεις των μαθητών του δημοτικού σχετικά με περιβαλλοντικά θέματα. Έτσι, υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα όπου συγκρίθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα από τη χρήση ΣΒ, ιστότοπων και έντυπου υλικού. Η μεθοδολογία και τα αποτελέσματα του προγράμματος παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Περιβαλλοντική εκπαίδευση

Συνοπτικά, η ΠΕ στοχεύει στην ενημέρωση των ανθρώπων για τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων, στην παροχή κινήτρων, ώστε να προσπαθήσουν να επιλύσουν τα υπάρχοντα προβλήματα και στην προώθηση στάσεων και συμπεριφορών που θα εξισορροπούν την ανάπτυξη με την προστασία του περιβάλλοντος (United Nations Environment Programme, 2013). Το πεδίο της ΠΕ είναι διεπιστημονικό, καθιστώντας την ένα περίπλοκο διδακτικό αντικείμενο (Fauville, Lantz-Andersson & Säljö, 2014). Επιπρόσθετα, απαιτεί κριτική σκέψη και ικανότητα λήψης αποφάσεων (Wals, Brody, Dillon & Stevenson, 2014). Στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν αποτελεί διακριτό διδακτικό αντικείμενο. Παρόλο που οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνονται να αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες σχετικές με την ΠΕ, αυτές συνήθως δεν είναι συστηματικές και οργανωμένες (Φλογαίτη, 2005). Αν και είναι γενικά αποδεκτό πως τα προγράμματα ΠΕ είναι αποτελεσματικά (Hill, 2013), εντούτοις υπάρχουν αρκετά εμπόδια. Ένα τέτοιο είναι η δυσκολία αναγνώρισης περιβαλλοντικών προβλημάτων, καθώς συνήθως δεν είναι άμεσα παρατηρήσιμα οπτικά ή χρονικά (Ahn, Bostick, Ogle, Nowak, McGillicuddy & Bailenson, 2016). Για παράδειγμα, η κλιματική αλλαγή συμβαίνει σε διάστημα δεκάδων ή εκατοντάδων ετών. Έτσι, οι άνθρωποι δύσκολα πιστεύουν πως μεμονωμένα φαινόμενα οδηγούν σε ακραία αποτελέσματα (Markowitz, Laha, Perone, Pea & Bailenson, 2018). Όσον αφορά τους μαθητές, συνδέουν την περιβαλλοντική ρύπανση σχεδόν αποκλειστικά με τα απορρίμματα και σπάνια αναφέρονται σε άλλες μορφές ρύπανσης (Ahn et al., 2016). Επίσης, δεν κάνουν διάκριση των εννοιών "κλιματική αλλαγή", "φαινόμενο του θερμοκηπίου" και "υπερθέρμανση του πλανήτη" (Boylan, 2008). Αν και αναγνωρίζουν έννοιες σχετικές με το περιβάλλον, δεν μπορούν να τις ορίσουν ούτε να αναφέρουν αιτίες και επιπτώσεις (Yücel & Özkan, 2015). Σχετικά με τα οικοσυστήματα, οι μαθητές πιστεύουν πως οι οργανισμοί που βρίσκονται ψηλά σε ένα τροφικό πλέγμα καταναλώνουν όλους τους οργανισμούς που βρίσκονται χαμηλότερα ή ότι η μεταβολή ενός πληθυσμού δεν επηρεάζει ολόκληρο το οικοσύστημα (Munson, 1994). Αν και προβλέπουν σωστά τα αποτελέσματα της αφαίρεσης παραγωγού από την τροφική αλυσίδα, δεν αντιλαμβάνονται τις επιπτώσεις αφαίρεσης καταναλωτή (Leach, Driver, Scott & Wood-Robinson, 1996). Όλες αυτές οι δυσκολίες υποδηλώνουν πως οι μαθητές θεωρούν τις έννοιες που σχετίζονται με το περιβάλλον ξένες, απαιτητικές και αφηρημένες, με άλλα λόγια αποτελούν "δύσκολη γνώση-troublesome knowledge" (Perkins, 1999).

Σφαιρικά Βίντεο

Η συσκευή που έκανε τα ΣΒ προσβάσιμα στο ευρύ κοινό ήταν το Google Cardboard και οι διάφορες παραλλαγές του (Curcio, Dipace & Norlund, 2016). Πρόκειται για συσκευή φτιαγμένη από χαρτόνι (ή πλαστικό) στην οποία εισάγεται ένα κινητό τηλέφωνο. Η πλοήγηση στα ΣΒ (με τη χρήση Google Cardboard) γίνεται μέσω της εστίασης σε ενσωματωμένα σημεία ελέγχου (hotspots). Οι χρήστες θεωρούν σχετικά εύχρηστο αυτόν τον τρόπο πλοήγησης, ωστόσο η αλληλεπίδραση θεωρείται πιο φυσική με συσκευές ανίχνευσης της κίνησης των χεριών (Miller & Bugnariu, 2016). Ένα αρκετά σοβαρό πρόβλημα είναι η έντονη ζάλη και η ναυτία που προκαλείται επειδή υπάρχει κίνηση στο βίντεο, ενώ ο χρήστης είναι στατικός (simulator sickness, Kasahara, Nagai & Rekimoto, 2014). Άλλο πρόβλημα είναι η μη εστίαση της προσοχής στα σημαντικά σημεία (Ardisara & Fung, 2018), καθώς εύκολα κάποιος μπορεί να αποσπαστεί επειδή κάτι άλλο τράβηξε την προσοχή του. Η χρήση των ΣΒ προσέλκυσε το ενδιαφέρον των ερευνητών και καταγράφεται πληθώρα πεδίων εφαρμογής, όπως επισκέψεις σε μουσεία/αρχαιολογικούς χώρους ή παρακολούθηση ιατρικών επεμβάσεων (Argyriou, Economou & Bouki, 2017 · Lee, Sergueeva, Catanguai & Kandaurova, 2017 · Pham et al., 2018).

Χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων, όπως ξένες γλώσσες (Xie et al., 2019), φυσικές επιστήμες (ΦΕ), γεωγραφία και μαθηματικά (Minocha, Tudor & Tilling, 2017). Αν και μη εκτεταμένη, υπάρχει βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση τους στη διδασκαλία θεμάτων ΠΕ, όπως οι προστατευόμενες περιοχές (Minocha et al., 2017) και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ritter III, Stone & Chambers, 2019). Όμως, η έρευνα βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο, ενώ υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα και ερευνητικά κενά. Για παράδειγμα, άλλοτε καταγράφονται καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με άλλα διδακτικά μέσα (Pham et al., 2018 · Ritter III et al., 2019), άλλοτε δεν σημειώνονται διαφορές (Lee et al., 2017). Το παιδαγωγικό πλαίσιο της χρήσης τους είναι ακόμη ασαφές (Fowler, 2015). Ομάδα-στόχος είναι, συνήθως, νεαροί ενήλικες· περιορισμένος είναι ο αριθμός των ερευνών σε μαθητές μικρής ηλικίας (Minocha et al., 2017). Οι ερευνητές έχουν εστίασει στα αυξημένα επίπεδα απόλαυσης και διασκέδασης που προσφέρουν τα ΣΒ (Lee et al., 2017) και στην παροχή κινήτρων για μάθηση (Xie et al., 2019). Ωστόσο, οι επιπτώσεις της διασκέδασης δεν ήταν είναι πάντα θετικές, εξαιτίας του ότι κάποιες φορές οι χρήστες αφαιρούνταν, χάνοντας σημαντικά στοιχεία ή ενθουσιάζονταν από την καινοτομία της εμπειρίας, αγνοώντας το περιεχόμενο (Rupp, Kozachuk, Michaelis, Odette, Smither & McConnell, 2016).

Συνοψίζοντας: (α) υπάρχουν προβλήματα κατανόησης βασικών εννοιών της ΠΕ, (β) τα ΣΒ αποτελούν ένα αναδυόμενο πεδίο μελέτης που δεν έχει συστηματοποιηθεί επαρκώς, (γ) οι μαθητές του δημοτικού σχολείου σπάνια αποτελούν ομάδα-στόχο, και (δ) ένα σημαντικό κομμάτι των ερευνών για τα ΣΒ στηρίχθηκε σε σχεδιασμό προελέγχου-μεταελέγχου, χωρίς να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με άλλα διδακτικά μέσα που χρησιμοποιούνται στην ΠΕ (π.χ. έντυπο υλικό και ισοσελίδες). Έχοντας υπόψη τα παραπάνω, υλοποιήθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα με γνώμονα τις ακόλουθες ερευνητικές υποθέσεις: (α) ΕΥ1. Η χρήση ΣΒ στη διδασκαλία θεμάτων ΠΕ σε μαθητές του δημοτικού σχολείου επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα συγκριτικά με άλλα διδακτικά μέσα, όπως έντυπο υλικό ή ιστότοποι και (β) ΕΥ2α-δ. Σε σύγκριση με το έντυπο υλικό και τις ισοσελίδες, οι μαθητές του δημοτικού σχολείου θεωρούν τα ΣΒ πιο (α) διασκεδαστικά, (β) χρήσιμα, (γ) εύχρηστα και (δ) ότι παρέχουν περισσότερα κίνητρα για μάθηση.

Μέθοδος

Ο ερευνητικός σχεδιασμός ήταν αυτός των εξαρτημένων δειγμάτων με 3 συνθήκες, δηλαδή, οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν 3 διαφορετικά διδακτικά μέσα (έντυπο υλικό, ισοσελίδες και ΣΒ). Συγκριτικά με τον σχεδιασμό ανεξάρτητων δειγμάτων, ο σχεδιασμός αυτός θεωρείται στατιστικά ισχυρότερος και απαιτεί μικρότερο δείγμα (Greenwald, 1976). Το πρόγραμμα διήρκησε 9 δίωρες παρεμβάσεις (3 με κάθε μέσο). Καθώς το πρόγραμμα σπουδών εισάγει θέματα ΠΕ στη Δ' Τάξη (ηλικίες 9-10 ετών), ομάδα-στόχος ήταν μαθητές αυτής της ηλικίας. Επιλέχθηκαν δύο τμήματα σχολείων στην Αθήνα, με συνολικό αριθμό 30 μαθητών, οι οποίοι δεν είχαν διδαχθεί θέματα ανάλογα με αυτά που περιλήφθηκαν στην έρευνα.

Υλικό και διαδικασία

Βάση του διδακτικού υλικού ήταν η ενότητα "Η φύση είναι το σπίτι μας" του βιβλίου "Μελέτη του Περιβάλλοντος", που παρουσιάζει 3 θέματα: (α) οικοσυστήματα της Ελλάδας, (β) απειλούμενα είδη της Ελλάδας και (γ) θέματα ρύπανσης. Το υλικό αναδιοργανώθηκε και εμπλουτίστηκε, ώστε να καλυφθούν πλήρως τα υπό μελέτη θέματα. Καθώς οι ίδιοι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν και τα 3 μέσα, το διδακτικό υλικό δεν μπορούσε να είναι το ίδιο. Έτσι, λήφθηκαν δύο μέτρα: (α) το μαθησιακό υλικό, αν και διαφορετικό, ήταν ισοδύναμο ως προς το γνωστικό φορτίο (π.χ. ίδιο επίπεδο δυσκολίας, ίδιος αριθμός όρων-στοιχείων-αριθμών) και (β) τα θέματα στο ένα μέσο είχαν αντιστοιχία με θέματα στα άλλα δύο. Για

παράδειγμα, διδάχθηκε η ρύπανση του εδάφους με χρήση έντυπου υλικού, η ρύπανση του αέρα με χρήση ιστοσελίδων και η ρύπανση των υδάτων με χρήση ΣΒ. Το μαθησιακό υλικό και στα 3 μέσα, για λόγους που εξηγούνται στη συνέχεια, χωρίστηκε σε κύριο και συμπληρωματικό. Στο έντυπο υλικό, τα βίντεο αντικαταστάθηκαν από σειρά εικόνων και κείμενο. Όσον αφορά τα ΣΒ, χρησιμοποιήθηκαν μερικά ελεύθερα διαθέσιμα στο Διαδίκτυο και αρκετά βιντεοσκοπήθηκαν με κάμερα 360°. Καθώς το θέμα που επιλέχθηκε για τα ΣΒ ήταν τα θαλάσσια οικοσυστήματα, βιντεοσκοπήθηκαν περιοχές κοντά στην Αττική, όπου το θαλάσσιο περιβάλλον είναι σοβαρά επιβαρυνόμενο με παραλίες γεμάτες απορρίμματα. Τα ΣΒ ενσωματώθηκαν σε 3 εφαρμογές που αναπτύχθηκαν με το λογισμικό 3DVista Virtual Tour, το οποίο επιτρέπει τη -σχετικά εύκολη- ανάπτυξη εικονικών περιηγήσεων 360° (Εικόνα 1). Τέλος, έγινε συγγραφή φύλλων εργασιών για κάθε ενότητα.



Εικόνα 1. Στιγμιότυπα από τις εφαρμογές και τη χρήση τους

Με εξαίρεση κατά τη χρήση των εφαρμογών, οι μαθητές εργάστηκαν σε ζευγάρια, καθώς συνιστάται η μελέτη σε μικρές ομάδες κατά τη διδασκαλία μαθημάτων ΦΕ (Harlen & Qualter, 2014). Το μοντέλο 5E των Bybee, Taylor, Gardner, Van Scotter, Powell, Westbrook & Landes (2006) θεωρήθηκε ως το καταλληλότερο διδακτικό πλαίσιο: (α) στη φάση της Εμπλοκής οι εκπαιδευτικοί εκκινούσαν έναν πρώτο γύρο συζητήσεων, ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον των μαθητών, (β) στη φάση της Εξερεύνησης οι μαθητές μελετούσαν το βασικό υλικό της ενότητας και κατέγραφαν τις απόψεις/εξηγήσεις τους στο φύλλο εργασίας της ενότητας, (γ) στη φάση της Εξήγησης κάθε ζευγάρι παρουσίαζε όσα είχε καταγράψει και ακολουθούσε συζήτηση στην τάξη, (δ) στη φάση της Επεξεργασίας μελετούσαν το πρόσθετο υλικό. Όπως και στην Εξερεύνηση, κατέγραφαν τις απαντήσεις τους στα φύλλα εργασίας και τις συζητούσαν με την υπόλοιπη τάξη και (ε) στη φάση της Εκτίμησης, οι εκπαιδευτικοί προέτρεπαν τους μαθητές να σκεφτούν και να συζητήσουν θέματα σχετικά με το αντικείμενο της ενότητας, ώστε να αξιολογήσουν τον βαθμό απόκτησης της νέας γνώσης.

Εργαλεία

Συντάχθηκαν ένα pre-test και 9 φύλλα αξιολόγησης που χορηγούνταν αμέσως με το πέρας κάθε συνεδρίας. Περίπου το ένα τρίτο των ερωτήσεων εξέταζε τον βαθμό απόκτησης δηλωτικής γνώσης (π.χ. ορισμοί εννοιών, γεγονότων και αριθμητικών στοιχείων) με ερωτήσεις ανοικτού τύπου, συμπλήρωσης κενών και πολλαπλής επιλογής. Οι υπόλοιπες ερωτήσεις εξέταζαν τον βαθμό απόκτησης διαδικαστικής, πλαισιοθετημένης και λειτουργικής

γνώσης. Οι ερωτήσεις απαιτούσαν κριτική σκέψη, προσοχή στη λεπτομέρεια και συνδυασμό στοιχείων. Για παράδειγμα, οι μαθητές κατασκεύαζαν εννοιολογικούς χάρτες, έδιναν δικά τους παραδείγματα και εφάρμοζαν όσα έμαθαν σε διαφορετικές καταστάσεις. Για την εξέταση των ΕΥ2α-δ, επιλέχθηκαν 4 παράγοντες από επικυρωμένη κλίμακα αξιολόγησης ψηφιακών εκπαιδευτικών εφαρμογών (Fokides, Atsikrasi, Kaimara & Deliyannis, 2019). Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν η παροχή κινήτρων (3 στοιχεία), ευκολία χρήσης (6 στοιχεία), διασκέδαση (6 στοιχεία) και υποκειμενική αποτελεσματικότητα μάθησης (6 στοιχεία). Οι ερωτήσεις ήταν 5βαθμης κλίμακας Likert. Επίσης, περιλήφθηκε ερώτηση ανοικτού τύπου, όπου οι μαθητές μπορούσαν να αναφέρουν περιστατικά ζάλης ή αδιαθεσίας κατά τη χρήση των HMDs.

Αποτελέσματα

Τα τεστ βαθμολογήθηκαν σε εκατοντάβαθμη κλίμακα και υπολογίστηκαν 3 μεταβλητές για κάθε μαθητή που απεικόνιζαν την επίδοσή του στο έντυπο υλικό, στις ιστοσελίδες και στις εφαρμογές. Αξίζει να σημειωθεί ότι η επίδοση των μαθητών στο pre-test ήταν ιδιαίτερα χαμηλή ($M = 31,04$, $SD = 11,23$). Για την εξέταση της ΕΥ1 διεξήχθη ανάλυση διασποράς μιας κατεύθυνσης εξαρτημένων δειγμάτων-one way ANOVA (κατόπιν ελέγχου για το αν πληρούνται οι προϋποθέσεις διεξαγωγής της). Εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών μέσων [$F(2, 27) = 28,46$, $p < 0,001$]. Post-hoc συγκρίσεις μεταξύ των ζευγών έδειξαν ότι η χρήση των εφαρμογών ($M = 65,88$, $SD = 12,14$) επέφερε καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τους ιστότοπους [$M = 57,67$, $SD = 13,46$, $p < 0,001$]. Η διαφορά ήταν μεγάλης έκτασης ($d_{Cohen} = 0,87$). Επιπλέον, η χρήση των εφαρμογών επέφερε καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με το έντυπο υλικό [$M = 52,51$, $SD = 13,88$, $p < 0,001$, $d_{Cohen} = 1,17$ (πολύ μεγάλη)]. Επίσης, η χρήση ιστότοπων είχε καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τη χρήση έντυπου υλικού [$p = 0,012$, $d_{Cohen} = 0,46$ (μεσαία)]. Έτσι, η ΕΥ1 επιβεβαιώνεται.

Αναφορικά με το ερωτηματολόγιο, η εσωτερική του εγκυρότητα βρέθηκε πολύ καλή ($\alpha = 0,803$). Για τη διερεύνηση των ΕΥ2α-δ, υπολογίστηκαν 12 μεταβλητές, οι οποίες αντιπροσώπευαν τους μέσους όρους των μαθητών στα στοιχεία του κάθε παράγοντα για κάθε μέσο (4 παράγοντες X 3 μέσα). Επειδή τα δεδομένα δεν είχαν κανονική κατανομή και η σφαιρικότητα παραβιάστηκε, διεξήχθη σειρά Friedman's tests by ranks (μη παραμετρικό ισοδύναμο του ANOVA εξαρτημένων δειγμάτων). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ΕΥ2β και ΕΥ2δ απορρίπτονται, καθώς δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην υποκειμενική αποτελεσματικότητα της μάθησης ($\chi^2 = 2,17$, $p = 0,204$) και στην παροχή κινήτρων για μάθηση ($\chi^2 = 1,80$, $p = 0,402$). Κατά συνέπεια, συμπεραίνεται ότι οι μαθητές θεωρούν τα ΣΒ εξίσου χρήσιμα και ότι παρέχουν τα ίδια κίνητρα για μάθηση με τα άλλα μέσα. Όμως, εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διασκέδαση ($\chi^2 = 12,31$, $p < 0,001$) και στην υποκειμενική ευκολία χρήσης ($\chi^2 = 15,14$, $p < 0,001$). Post-hoc συγκρίσεις ανά ζεύγη σε αυτούς τους παράγοντες (χρησιμοποιώντας το Wilcoxon's signed-ranks test) έδειξαν ότι:

- Η ΕΥ2α επιβεβαιώνεται μερικώς, γιατί, ενώ οι μαθητές διασκέδασαν περισσότερο με τα ΣΒ σε σύγκριση με το έντυπο υλικό [$M_{\Sigma B} = 4,47$, $SD_{\Sigma B} = 0,59$, $M_{EY} = 3,71$, $SD_{EY} = 1,02$, $z = -3,48$, $p < 0,001$, $d_{Cohen} = 0,81$ (μεγάλη)], δεν σημειώθηκε διαφορά σε σχέση με τους ιστότοπους ($M_{web} = 4.34$, $SD_{web} = 0.82$, $z = -1,18$, $p = 0,111$).
- Η ΕΥ2γ απορρίπτεται, γιατί οι εφαρμογές με τα ΣΒ θεωρήθηκαν πιο δόσοχρηστες συγκριτικά και με το έντυπο υλικό [$M_{\Sigma B} = 3,73$, $SD_{\Sigma B} = 0,81$, $M_{EY} = 4,38$, $SD_{EY} = 0,52$, $z = -4,31$, $p < 0,001$, $d_{Cohen} = 0,79$ (μεγάλη)] και με τους ιστότοπους [$M_{web} = 4.01$, $SD_{web} = 0,67$, $z = -3,01$, $p = 0,027$, $d_{Cohen} = 0,31$ (μικρή)].

Τέλος, περίπου οι μισοί συμμετέχοντες ($N = 17$) ανέφεραν περιστατικά ζάλης (ελαφριά έως έντονη).

Συζήτηση

Από το pre-test φάνηκε πως οι μαθητές είχαν περιορισμένη πρότερη γνώση σε ζητήματα ΠΕ, αφού απάντησαν σωστά στο 30% των ερωτήσεων. Μία προσεκτικότερη εξέταση, αποκάλυψε ότι οι απαντήσεις τους αντικατόπτριζαν τα περισσότερα προβλήματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, όπως, ανικανότητα διάκρισης αιτίας-αποτελέσματος (Ahn et al., 2016), αδυναμία ορισμού περιβαλλοντικών εννοιών (Yücel & Özkan, 2015) και δυσκολία κατανόησης των οικοσυστημάτων (Munson, 1994). Πιθανώς αυτό να οφείλεται στην έλλειψη συστηματικής διδασκαλίας. Παράλληλα, οι μαθητές θεώρησαν και τα τρία μέσα εξίσου χρήσιμα. Φαίνεται ότι, καθώς δε γνώριζαν πολλά εξαρχής, θεώρησαν πως και τα τρία μέσα τους βοήθησαν να μάθουν κάτι. Παρότι με όλα τα μέσα καταγράφηκε αξιοσημείωτη βελτίωση (ανάλογα με το μέσο, απαντήθηκαν σωστά το 52-66% των ερωτήσεων), οι στατιστικά σημαντικές διαφορές οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα ΣΒ ήταν περισσότερο αποδοτικά. Αυτό βρίσκεται σε αντιστοιχία με προηγούμενες έρευνες που αφορούσαν τη χρήση των ΣΒ στα πλαίσια της ΠΕ (Minocha et al., 2017 · Ritter III et al., 2019). Το γεγονός ότι η διαφορά ήταν μεγάλη ή πολύ μεγάλης έκτασης ($d_{Cohen} = 0,87$ και $d_{Cohen} = 1,17$) ενισχύει την εγκυρότητα αυτής της υπόθεσης. Επίσης, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ΠΕ είναι ένα περίπλοκο διδακτικό αντικείμενο (Fauville et al., 2014) και πως τα φύλλα αξιολόγησης εστίαζαν στη διαδικαστική, πλαισιοθετημένη και λειτουργική γνώση. Άρα δεν είναι υπερβολικό να ειπωθεί ότι τα ΣΒ βοήθησαν τους μαθητές να αναπτύξουν μια γερή βάση γνώσεων σε ζητήματα περιβάλλοντος και ότι ήταν καλύτερα ευθυγραμμισμένα με το διδακτικό υλικό. Το διδακτικό πλαίσιο βοήθησε και αυτό, μιας και το μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006) θεωρείται αποδοτικό στη διδασκαλία των ΦΕ. Βέβαια, εφόσον το ίδιο πλαίσιο ακολουθήθηκε και στα 3 μέσα αυτό εξηγεί συνολικά τα καλά αποτελέσματα. Αντίθετα, ερμηνείες που θα πρέπει να απορριφθούν σχετίζονται με τα κίνητρα και τη διασκέδαση που αποτελούν βασικά πλεονεκτήματα των ΣΒ (Lee et al., 2017 · Xie et al., 2019). Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε πως και τα τρία μέσα παρείχαν εξίσου υψηλά κίνητρα. Επιπρόσθετα, αν και οι μαθητές απόλαυσαν τα ΣΒ, απόλαυσαν εξίσου τους ισότοπους. Φαίνεται πως στην παρούσα έρευνα, τα ΣΒ απέτυχαν να καταπλήξουν τους μαθητές, καθώς δεν τα θεώρησαν ως κάτι ιδιαίτερα εντυπωσιακό, πιθανόν γιατί οι εφαρμογές ήταν κατά βάση "ερασιτεχνικές". Αν και αυτό μπορεί να θεωρηθεί περιορισμός, μπορεί να θεωρηθεί και πλεονέκτημα, καθώς, όταν ο εντυπωσιασμός συνδυάζεται με την καινοτομία της εμπειρίας, αποσιπά τους μαθητές με αποτέλεσμα να μη δίνουν σημασία σε όσα θα έπρεπε να μαθαίνουν (Rupp et al., 2016). Οι μαθητές ανέφεραν περιπτώσεις ζάλης ή αδιαθεσίας, προβλήματα παρόμοια με όσα έχουν αναφερθεί σε άλλες περιπτώσεις (Kasahara et al., 2014). Επίσης, οι μαθητές θεώρησαν τις εφαρμογές λιγότερο εύχρηστες σε σχέση με τα άλλα μέσα. Η ευχρηστία αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την ποιότητα της εμπειρίας του χρήστη, τα μαθησιακά αποτελέσματα, τα κίνητρα και τη διασκέδαση, όχι μόνο στα ΣΒ, αλλά και σε άλλες εφαρμογές, όπως αυτές που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα (Fokides & Atsikrasi, 2018). Έτσι, μπορεί να υποθεθεί ότι τα αποτελέσματα θα ήταν ακόμα καλύτερα, εάν εξέλειπαν αυτά τα προβλήματα.

Η εννομάτωση των ΣΒ στην καθημερινή διδασκαλία δεν προεξοφλεί την επίτευξη καλών μαθησιακών αποτελεσμάτων, καθώς είναι σημαντικό το περιεχόμενο και το πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται το κάθε μέσο. Έτσι, για κάθε μαθησιακό αντικείμενο, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να κρίνουν κατά πόσον είναι κατάλληλη η χρήση των ΣΒ και εάν μπορούν να προσφέρουν πλεονεκτήματα σε σχέση με άλλα μέσα. Προτείνεται η διαμόρφωση ενός καλά οργανωμένου διδακτικού πλαισίου, παρόμοιου με αυτό που παρουσιάστηκε στην παρούσα έρευνα, που θα συνδυάζει τη χρήση των ΣΒ με δραστηριότητες που έχουν νόημα. Τέλος, είναι απόλυτα σημαντικό ο παράγοντας "χρόνος". Δύο διδακτικές ώρες ήταν αρκετές για τη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων και τη χρήση των εφαρμογών. Ωστόσο, είναι δύσκολο να

βρεθούν διαθέσιμες δύο συνεχόμενες διδακτικές ώρες και να ενσωματωθούν στο ήδη υπερφορτωμένο ωρολόγιο πρόγραμμα, ακόμη κι αν πρόκειται για μικρό χρονικό διάστημα. Σε ευρύτερο επίπεδο, αυτό καταδεικνύει την ανάγκη αναμόρφωσης του αναλυτικού προγράμματος και της δημιουργίας ενός νέου που δε θα αποτρέπει την εισαγωγή εκπαιδευτικών μεθόδων που κάνουν χρήση καινοτομιών και εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Η παρούσα έρευνα επεκτείνει την υπάρχουσα βιβλιογραφία, καθώς (α) χρησιμοποίησε ΣΒ που δεν χρησιμοποιούνται συχνά στην ΠΕ και (β) εξέτασε συγκριτικά και ποσοτικοποίησε την επίδραση τριών διδακτικών μέσων στα μαθησιακά αποτελέσματα ως προς τα ζητήματα του περιβάλλοντος. Όμως, πρέπει να σημειωθούν ορισμένοι περιορισμοί. Αν και το δείγμα ήταν αρκετό για στατιστική ανάλυση, θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερο. Ο αριθμός των παρεμβάσεων ήταν περιορισμένος, εγείροντας επιφυλάξεις για τη γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων. Ο σημαντικότερος περιορισμός είναι πιθανότατα το ότι η έρευνα δεν εξέτασε την επίδραση των ΣΒ στις στάσεις και τις συμπεριφορές των μαθητών. Όμως, καθώς η βιβλιογραφία είναι αρκετά περιορισμένη, βασικός στόχος της έρευνας ήταν να σχηματιστεί μια γενική ιδέα για τα πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα των ΣΒ σε σχέση με την ΠΕ. Υπό αυτήν την άποψη, μελλοντικές έρευνες μπορούν να περιλάβουν και άλλες ηλικιακές ομάδες. Η επίδραση των ΣΒ στις στάσεις και τις συμπεριφορές, στα πλαίσια της ΠΕ, σίγουρα αξίζει να διερευνηθεί. Τέλος, η χρήση ποιοτικών ερευνητικών εργαλείων (όπως συνεντεύξεις) θα βοηθούσαν πολύ στην κατανόηση των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων των ΣΒ.

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι τα ΣΒ αποτελούν ένα αποδοτικό μέσο για τη βελτίωση των γνώσεων των μαθητών δημοτικού σχολείου αναφορικά με ζητήματα ΠΕ. Επιπλέον, προτάθηκε και δοκιμάστηκε ένα διδακτικό πλαίσιο ενσωμάτωσής τους στη μαθησιακή διαδικασία. Υπό αυτήν την έννοια, τα ευρήματα μπορούν να αποδειχθούν χρήσιμα σε εκπαιδευτικούς και ερευνητές. Παρόλα αυτά, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για να κατανοηθεί πλήρως η χρησιμότητα και να αξιοποιηθούν οι εκπαιδευτικές δυνατότητές της.

Αναφορές

- Ahn, S. J., Bostick, J., Ogle, E., Nowak, K. L., McGillicuddy, K. T., & Bailenson, J. N. (2016). Experiencing nature: Embodying animals in immersive virtual environments increases inclusion of nature in self and involvement with nature. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 21(6), 399-419.
- Ardisara, A., & Fung, F. M. (2018). Integrating 360° videos in an undergraduate chemistry laboratory course. *Journal of Chemical Education*, 2018, 1881-1884. doi: 10.1021/acs.jchemed.8b00143.
- Argyriou, L., Economou, D., & Bouki, V. (2017). 360-degree interactive video application for Cultural Heritage Education. *Proceedings of the 3rd Annual International Conference of the Immersive Learning Research Network*, 297-304. Verlag der Technischen Universität Graz.
- Boylan, C. (2008). Exploring elementary students' understanding of energy and climate change. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 1(1), 1-15.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness* (Vol. 5, pp. 88-98). BSCS.
- Carr-Chellman, A., & Duchastel, P. (2000). The ideal online course. *British Journal of Educational Technology*, 31(3), 229-241. doi: 10.1111/1467-8535.00154.
- Curcio, I. D., Dipace, A., & Norlund, A. (2016). Virtual realities and education. *Research on Education and Media*, 8(2), 60-68. doi: 10.1515/rem-2016-0019.
- Fauville, G., Lantz-Andersson, A., & Säljö, R. (2014). ICT tools in environmental education: Reviewing two newcomers to schools. *Environmental Education Research*, 20(2), 248-283.
- Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy? *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 412-422. doi: 10.1111/bjet.12135.

- Fokides, E., & Atsikpasi, P. (2018). Development of a model for explaining the learning outcomes when using 3D virtual environments in informal learning settings. *Education and Information Technologies*, 25(3), 2265-2287. doi: 10.1007/s10639-018-9719-1.
- Fokides, E., Atsikpasi, P., Kaimara, P., & Deliyannis, I. (2019). Let players evaluate serious games. Design and validation of the Serious Games Evaluation Scale. *International Computer Games Association Journal*, 41(3), 116-137. doi: 10.3233/ICG-190111.
- Fokides, E., & Chachlaki, F. (2019). 3D multiuser virtual environments and Environmental Education. The virtual island of the Mediterranean monk seal. *Technology Knowledge and Learning*, 2019, 1-24.
- Greenwald, A. G. (1976). Within-subjects designs: To use or not to use? *Psychological Bulletin*, 83(2), 314.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2014). *The teaching of science in primary schools* (6th ed.). Routledge.
- Hill, A. (2013). The place of experience and the experience of place: Intersections between sustainability education and outdoor learning. *Australian Journal of Environmental Education*, 29(1), 18-32.
- Kasahara, S., Nagai, S., & Rekimoto, J. (2014). LiveSphere: immersive experience sharing with 360 degrees head-mounted cameras. *Proceedings of the Adjunct Publication of the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 61-62. ACM. doi: 10.1145/2658779.2659114.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P., & Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, 18(2), 129-141. doi: 10.1080/0950069960180201.
- Lee, S. H., Sergueeva, K., Catangui, M., & Kandaurova, M. (2017). Assessing Google Cardboard virtual reality as a content delivery system in business classrooms. *Journal of Education for Business*, 92(4), 153-160. doi: 10.1080/08832323.2017.1308308.
- Markaki, V. (2014). Environmental education through inquiry and technology. *Science Education International*, 25(1), 86-92.
- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology*, 9, 2364.
- Miller, H. L., & Bugnariu, N. L. (2016). Level of immersion in virtual environments impacts the ability to assess and teach social skills in autism spectrum disorder. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 19(4), 246-256. doi: 10.1089/cyber.2014.0682.
- Minocha, S., Tudor, A. D., & Tilling, S. (2017). *Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching*. doi: 10.14236/ewic/HCI2017.44.
- Munson, B. H. (1994). Ecological misconceptions. *The Journal of Environmental Education*, 25(4), 30-34.
- Perkins, D. (1999). The many faces of constructivism. *Educational Leadership*, 57(3), 6-11.
- Pham, H. C., Dao, N., Pedro, A., Le, Q. T., Hussain, R., Cho, S., & Park, C. S. I. K. (2018). Virtual field trip for mobile construction safety education using 360-degree panoramic virtual reality. *International Journal of Engineering Education*, 34, 1174-1191.
- Ritter III, K. A., Stone, H., & Chambers, T. L. (2019). Empowering Through Knowledge: Exploring place-based environmental education in Louisiana classrooms through Virtual Reality. *The ASEE Computers in Education Journal*, 10(1).
- Rupp, M. A., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Odette, K. L., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2016). The effects of immersiveness and future VR expectations on subjective-experiences during an educational 360 video. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 60, No. 1), 2108-2112. Los Angeles, CA: SAGE Publications. doi: 10.1177/1541931213601477.
- United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. (1978). *Intergovernmental conference on environmental education, final report*. Paris: UNESCO
- Wals, A. E., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science*, 344(6184), 583-584.
- Xie, Y., Ryder, L., & Chen, Y. (2019). Using interactive virtual reality tools in an advanced Chinese language class: a case study. *TechTrends*, 1-9. doi: 10.1007/s11528-019-00389-z.
- Yücel, E. Ö., & Özkan, M. (2015). Determination of secondary school students' cognitive structure, and misconception in ecological concepts through word association test. *Educational Research and Reviews*, 10(5), 660. doi: 10.5897/err2014.2022.
- Φλογαίτη, Ε. (2005). *Εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.