ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Environmental Education for Sustainability

Vol 4, No 1 (2022)

Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία

Is mobile learning "sustainable"? Bibliographic overview of the use of portable learning devices in environmental education for sustainability

Georgios Moutsinas, Angeliki Karamatsouki, Charalampos Karagiannidis

doi: 10.12681/ees.30637

Copyright © 2022

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Moutsinas, G., Karamatsouki, A., & Karagiannidis, C. (2022). Is mobile learning "sustainable"? Bibliographic overview of the use of portable learning devices in environmental education for sustainability. *Environmental Education for Sustainability*, *4*(1), 18–37. https://doi.org/10.12681/ees.30637

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 06/02/2026 20:00:54

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΙΑ
2022, ΤΟΜΟΣ 4, ΤΕΥΧΟΣ 1, 18 – 37
DOI: https://doi.org/10.12681/ees.30637

Η κινητή μάθηση «αειφορεί»; Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αξιοποίησης φορητών συσκευών μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση για την αειφορία

Γεώργιος Μουτσινάς[1], Αγγελική Καραματσούκη[2] και Χαράλαμπος Καραγιαννίδης[3]

[1] Εκπαιδευτικός ΠΕ70, MA, MSc, Διεύθυνση Α΄/θμιας Εκπ/σης Μαγνησίας, [2] Διδάσκουσα, Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Εκπαίδευση για την Αειφορία και το Περιβάλλον», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, [3] Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ
Στο πλαίσιο της ραγδαίας εισόδου καινοτόμων τεχνολογιών στη διδακτική πράξη, η μεταχείριση κινητών συσκευών αναφαίνεται ως μια πολλά υποσχόμενη παιδαγωγική προσέγγιση, που κατευθύνει ουσιωδώς τους μαθητευομένους προς την τροχιά της βιώσιμης ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, η παρούσα εργασία αποπειράται μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση στον τομέα της εισαγωγής φορητών συσκευών μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση για την αειφορία. Επισκοπήθηκαν πέντε εμπειρικές μελέτες δημοσιευμένες στο διάστημα 2017-2020, οι οποίες αναζητήθηκαν, αξιολογήθηκαν και αναλύθηκαν πληρώντας αυστηρά προδιαγεγραμμένα κριτήρια, ύστερα από την περιήγηση σε 43 διεθνείς επιστημονικές βάσεις δεδομένων και την ανάσυρση 86 συναφών πηγών. Σύμφωνα με τα κύρια συμπεράσματα της εργασίας, τα εν λόγω ηλεκτρονικά εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν στη διδασκαλία συνδυαστικά με εφαρμογές λογισμικού και τεχνολογία κωδικών γρήγορης απόκρισης, ακολουθώντας πολυαισθητηριακές, μαθητοκεντρικές και συνεργατικές προσεγγίσεις. Η πλειοψηφία των ερευνών τεκμηριώνει ότι η παιδαγωγική χρήση των κινητών συσκευών απέφερε τη βελτίωση των οικολογικών γνώσεων και των αειφορικών στάσεων των μαθητών, όπως και της επαφής τους με τη φύση. Ανάλογα, ενισχύθηκαν η επικέντρωση των εκπαιδευομένων στη διδακτική διαδικασία, η αποδιδόμενη αξία από εκείνους σε αυτήν, αλλά και η μαθησιακή αυτεπάρκεια και διασκέδαση των μαθητευομένων. Αξιοσημείωτα, οι γνώσεις, οι στάσεις και η μαθησιακή ευχαρίστηση ήταν περισσότερο προηγμένες στους νεότερους διδασκομένους, ενώ οι μαθήτριες είχαν προβάδισμα στις ευαισθητοποιημένες στάσεις. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης καταδεικνύουν τη σφαιρική υποστήριξη των εκπαιδευομένων βάσει φορητών τεχνολογικών πόρων, παράλληλα με τη διασφάλιση της εμπεριστατωμένης σπουδής τους στη βιώσιμη ανάπτυξη.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ:
φορητές συσκευές μάθησης, περιβαλλοντική εκπαίδευση για την αειφορία, μαθητές, παρεμβατικά προγράμματα, συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση

Εισαγωγή

Η ανά χείρας εργασία στοχεύει στην επικαιροποιημένη αποτύπωση της αποτελεσματικότητας της αξιοποίησης φορητών συσκευών μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία (ΠΕγΑ), μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης.

Η μάθηση διαμέσου φορητών συσκευών (mobile learning/ m-learning) συνιστά σύζευξη της ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning) και των φορητών υπολογιστών, περιλαμβάνοντας τα κινητά τηλέφωνα τελευταίας γενιάς (smartphone), τους υπολογιστές πινακίδας/ ταμπλέτες (tablet) και τις αντίστοιχες εφαρμογές λογισμικού τους (apps) (Bannan, Cook, & Pachler, 2016· Burden & Kearney, 2018). Είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά με άλλες τεχνολογίες της πληροφορίας και

των επικοινωνιών, η φορητότητα (αξιόπιστος ασύρματος χαρακτήρας) των συγκεκριμένων συσκευών διευκολύνει την πανταχού παρούσα μάθηση των εκπαιδευομένων (ubiquitous learning· Liu & Hwang, 2010), ελαχιστοποιώντας τυχόν άκαμπτους χωροχρονικούς περιορισμούς (Kumar & Mohite, 2018· NetNewsLedger, 2019· Traxler & Kukulska-Hulme, 2016· UNESCO, 2013). Η ανεξαρτησία χώρου και χρόνου των προσώπων που αξιοποιούν φορητές συσκευές επιτρέπει τη μεταφορά και επέκταση της διδασκαλίας και σε άτυπα πλαίσια, πέραν της προκαθορισμένης σχολικής αίθουσας, ή και σε εξωσχολικά περιβάλλοντα ελεύθερης επιλογής των ανθρώπων (free-choice settings), όπως σε ιστορικά κτήρια, μουσεία, ενυδρεία ή ζωολογικούς κήπους (Aguayo et al., 2016· Bukharaev & Altaher, 2017). Επιπλέον, η διάδοση του εκάστοτε μαθησιακού υλικού με δίαυλο προηγμένες φορητές συσκευές προδιαθέτει την ευέλικτη, εξατομικευμένη, αυτοδύναμη και συνεργατική[1] μάθηση, παρέχοντας στους διδασκομένους την εποπτεία, τον έλεγχο και την προσαρμογή της μάθησής τους (Burden, Kearney, Schuck, & Burke, 2019· Keengwe & Bhargava, 2014· Pachler, Bachmair, & Cook, 2010).

Τα τελευταία χρόνια, η ευρεία διάθεση εύχρηστων και λειτουργικών φορητών συσκευών έχει ενσωματωθεί εκτεταμένα στις τεχνολογικά υποστηριζόμενες παιδαγωγικές προσεγγίσεις (Keser & Semerci, 2019· Merchant, 2012· Prensky, 2016), προσδίδοντας στην εκπαίδευση μια δημοφιλή, παιγνιώδη παράμετρο (edutainment· Aksakal, 2015· gamification· Costello, 2022). Πολύ πρόσφατα, το παγκόσμιο ενδιαφέρον γύρω από τα κινητά μέσα μάθησης αναθερμάνθηκε εξαιτίας της μαζικής εξάπλωσης της πανδημίας κορονοϊού (COVID-19), όπου επικράτησαν έκτακτα προγράμματα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Saikat, Dhillon, Wan Ahmad, & Jamaluddin, 2021), τα οποία έχει αποκαλυφθεί ότι ευθύνονταν για ποσοστό 83,50% της συνολικής εποικοδομητικής εμπειρίας 627 χρηστών τους ηλικίας 9-17 χρόνων στην Κίνα (Yuan, Tan, Ooi, & Lim, 2021). Στην Ελλάδα, έχει διαπιστωθεί πως η χρήση φορητών μαθησιακών πόρων αντιστάθμισε τα επικοινωνιακά ελλείμματα των πρωτόγνωρων συνθηκών κοινωνικού εγκλεισμού (lockdown) κατά 47,25-61,32% σε σύγκριση με τη δια ζώσης διδασκαλία, σε δείγμα 341 μαθητών 8-15 ετών (Giannoulas, Stampoltzis, Kounenou, & Kalamatianos, 2021).

Η ΠΕγΑ έχει οριστεί ως η μάθηση που τροφοδοτεί το αίσθημα θεμιτού καθήκοντος των αποδεκτών της για την τήρηση βιώσιμων τρόπων διαβίωσης (lifestyles), εμφυσώντας τους μια διαρκή αφοσίωση στην αναζωογόνηση, την αποκατάσταση και την προφύλαξη των πολύπλευρων ισορροπιών ανάμεσα στα ανθρωπογενή και τα φυσικά συστήματα του πλανήτη (Kronlid & Öhman, 2013). Η ΠΕγΑ διαπνέεται από τα ιδεώδη των θεμελιωδών ανθρώπινων δικαιωμάτων, της εξάλειψης της οικονομικής ένδειας, της κατοχύρωσης της υγείας, της ειρήνης και της δημοκρατίας, της περιβαλλοντικής διαφύλαξης, καθώς και της έμφυλης και διαπολιτισμικής ισότητας ανά την υφήλιο (Maina-Okori, Koushik, & Wilson, 2018· Martusewicz, Edmundson, & Lupinacci, 2011· Wals, 2020). Η επιδιωκόμενη νοοτροπία/ κοσμοθεωρία ανάληψης δράσης των μαθητευομένων στρέφεται πάντοτε προς την καθολική περιβαλλοντική αλλαγή με θετικό πρόσημο (UNECE, 2012), ενοποιώντας τον οικολογικό τους γραμματισμό (ecological literacy) με τις κοινωνικές και οικονομικές εκφάνσεις της δραστηριοποίησής τους (Kopnina, 2015· Kozak & Elliott, 2014).

Οι ελκυστικές λειτουργίες των φορητών εργαλείων μάθησης είναι δυνατόν να ενισχύσουν ολιστικά την ΠΕγΑ έναντι «παραδοσιακών» διδακτικών πρακτικών, ενδυναμώνοντας τα μαθησιακά κίνητρα των εκπαιδευομένων, την ενεργητική τους συμμετοχή και την από εκείνους σε βάθος εννοιολογική σύλληψη της αειφόρου/ βιώσιμης ανάπτυξης (Anderson et al., 2015· Zydney & Warner, 2016). Άλλωστε, έχει καταγραφεί ότι το 65,37% 1.450 αμερικανών μαθητών ηλικίας 6-18 ετών χρησιμοποιεί κινητές ηλεκτρονικές συσκευές εκτός σπιτιού για τουλάχιστον δύο ώρες καθημερινά (Larson, Green, & Cordell, 2011), ενώ μέσα στον Ιούνιο του 2007 καταμετρήθηκε πως στην Ιαπωνία 53,6 εκατομμύρια χρήστες 15-19 χρόνων συνδέθηκαν στο διαδίκτυο αποκλειστικά από το κινητό τους τηλέφωνο, αριθμός περίπου ίσος με όσους είχαν τέτοια πρόσβαση μόνο από σταθερό υπολογιστή (53,7 εκατ.· Comscore, 2007). Χαρακτηριστικά, έχουν απογραφεί 7,26 δισεκατομμύρια χρήστες κινητής τηλεφωνίας στον σημερινό κόσμο, με 6,65 δισεκατομμύρια εξ αυτών να είναι κάτοχοι έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Οι ανωτέρω

αριθμοί επίκεινται να έχουν σχεδόν εξισωθεί έως το 2025 (7,49 και 7,33 δισεκ. αντίστοιχα· Ericsson, 2021· Turner, n.d.).

Στον αντίποδα, έχει αποσαφηνιστεί πως οι μεθοδολογικές επιφυλάξεις 406 βρετανών εκπαιδευτικών ως προς την περιβαλλοντική διδασκαλία με φορητή υπολογιστική τεχνολογία εκτός τάξης αποτρέπουν αξιόλογα την εκκίνηση τέτοιων μαθησιακών προσεγγίσεων (Dillon et al., 2017), περιορίζοντάς τες ως επί το πλείστον σε ενδοσχολικά πλαίσια, με τη μεταχείριση συνήθων εγχειριδίων (Barbalios, Ioannidou, Tzionas, & Paraskeuopoulos, 2013· Monroe et al., 2016· Nikolopoulou, Gialamas, Lavidas, & Komis, 2021). Την ίδια στιγμή, στη Γερμανία, η χρήση κινητών τεχνολογικών μέσων έχει εντοπιστεί ότι παρωθεί την υλοποίηση διδακτικών σεναρίων με θέμα την αειφορία κατά τη μετέπειτα επαγγελματική σταδιοδρομία 89 προπτυχιακά καταρτιζόμενων φοιτητών βιολογίας (Schaal, Grübmeyer, & Matt, 2012).

Ακόμα, η ευχερής αλληλεπίδραση των αποδεκτών περιβαλλοντικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων διαμέσου φορητών συσκευών μπορεί να ωθήσει την εξέλιξη των επικοινωνιακών/ διαπροσωπικών δεξιοτήτων των μαθητευομένων (Jeong & Hartley, 2018· Ruchter, Klar, & Geiger, 2010). Ταυτόχρονα, η διέγερση της δημιουργικής σκέψης των χρηστών μέσω πολυμεσικών αναπαραστάσεων των περιβαλλοντικών φαινομένων είναι εφικτό να υποστηρίξει τη ρεαλιστική, αφαιρετική και κριτική αντιμετώπιση αυθεντικών και πολυδιάστατων οικολογικών ζητημάτων (π.χ., κλιματική υποβάθμιση, εξάντληση του φυσικού κεφαλαίου, λειψυδρία, υπερπληθυσμός, επισιτιστική κρίση κ.ά.) και αντίστοιχων οικοσυστημικών διεργασιών, διορθώνοντας τις παρανοήσεις των μαθητών (Holloway & Mahan, 2012· Soykan & Uzunboylu, 2015). Έτσι, σε συνάρτηση με τα ελάχιστα προαπαιτούμενα χώρου και χρόνου που περικλείει η χρηστικότητα των συσκευών κατά την εκπόνηση των παιδαγωγικών δραστηριοτήτων, καλλιεργούνται η οικολογική ενημερότητα των διδασκομένων και οι φιλοπεριβαλλοντικές (environment-friendly) τους στάσεις (Hwang, Wu, Chen, & Tu, 2016). Περαιτέρω, δομούνται οι συνετές προ-περιβαλλοντικές συμπεριφορές του μαθητικού κοινού, η αίσθηση σύνδεσής του με το φυσικό του περιβάλλον (Aguayo Corvalan & Eames, 2017· Uzunboylu, Cavus, & Ercag, 2009) και η ετοιμότητα υπεύθυνης λήψης αποφάσεων για τη διαφύλαξή του στη βάση της οικολογικής πολιτειότητας/ πολιτότητας (ecological citizenship· Paul & Byron, 2014· Sebastián-López & de Miguel González, 2020). Επιπροσθέτως, η φορητή τεχνολογία ενέχει προοπτικές εκπαίδευσης των ατόμων στην πρόληψη και τον μετριασμό των κινδύνων φυσικών καταστροφών, διαμορφώνοντας μια σχολική κουλτούρα ασφάλειας και ανθεκτικότητας (resilience· Baytiyeh, 2019· UNISDR, 2015).

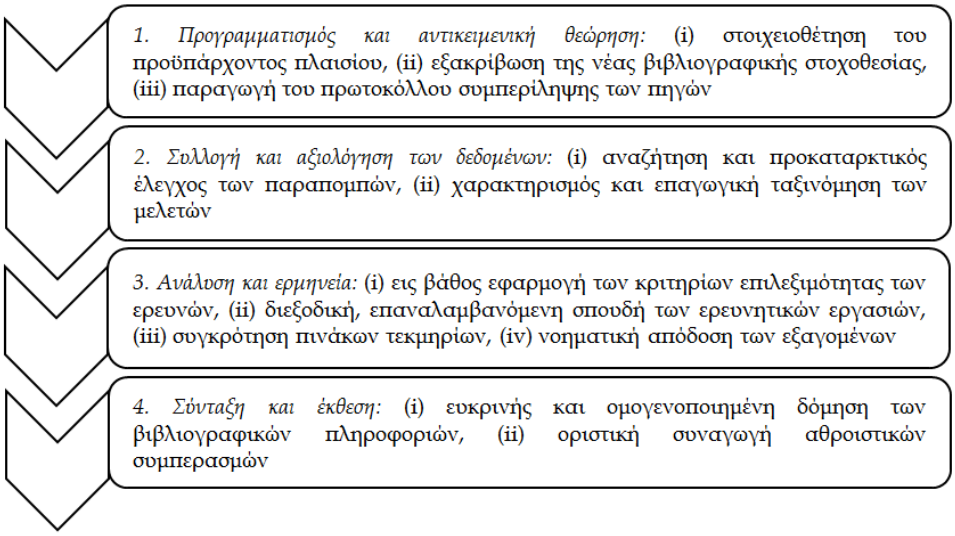
Μέχρι στιγμής, τα προαναφερθέντα ευρήματα έχουν επικυρωθεί από τις πλέον πρόσφατες συστηματικές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (με χρονική εμβέλεια κάλυψης από το έτος 2000 έως και το 2019), οι οποίες πραγματεύτηκαν ξεχωριστά την αξιοποίηση κινητών συσκευών κατά τη μάθηση μέσω διερεύνησης στη δευτεροβάθμια περιβαλλοντική εκπαίδευση (Bano, Zowghi, Kearney, Schuck, & Aubusson, 2018· Liu, Zowghi, Kearney, & Bano, 2021· Odabasi, Uzunboylu, Popova, Kosarenko & Ishmuradova, 2019) ή στην τυπική και άτυπη εκπαίδευση για την αειφορία σε όλο το ηλικιακό φάσμα της σχολικής φοίτησης των ατόμων (Burden, Kearney, Schuck, & Hall, 2019· Viberg, Andersson, & Wiklund, 2021). Επομένως, η συνδυαστική βιβλιογραφική αναδίφηση της εισαγωγής φορητών παιδαγωγικών τεχνολογιών στην ΠΕγΑ πιστεύεται πως ενδείκνυται για την κατάλληλη κατατόπιση των ενδιαφερόμενων διδασκόντων, επικεφαλής θεσμών χάραξης εκπαιδευτικής πολιτικής και ερευνητών, παρέχοντάς τους ένα πρωτότυπο και φερέγγυα χαρτογραφημένο πληροφοριακό σύνολο βέλτιστων πρακτικών (Qureshi, Khan, Hassan Gillani, & Raza, 2020· Reid, 2019· Sönmez, Göçmez, Uygun, & Ataizi, 2018).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αναδύθηκε το κάτωθι ερευνητικό ερώτημα:

1. Ποιες είναι οι πιο αποτελεσματικές αντιπροσωπευτικές εφαρμογές των κινητών συσκευών μάθησης στην ΠΕγΑ;

Μεθοδολογία

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση είχε ως δείγμα της (*n*) πέντε αγγλόγλωσσα άρθρα, τα οποία ανασκοπήθηκαν υιοθετώντας μια συνεκτική περιγραφική/ αφηγηματική τεχνική, που οδήγησε στην περιεκτική παρουσίαση της υφιστάμενης ερευνητικής δραστηριότητας και την επιστάμενη ανάδειξη νέων τάσεων μελέτης (Galvan & Galvan, 2017· Knupfer & McLellan, 2014· Siddaway, Wood, & Hedges, 2019). Οι κύριες φάσεις (βήματα) της διαδικασίας επεξηγούνται διαγραμματικά στο Γράφημα 1. Εντούτοις, ως περιορισμοί της ανασκόπησης, αφενός, υφίστανται το μικρό χρονικό εύρος των πιο πρόσφατων πέντε ετών κατά τα οποία δημοσιεύθηκαν οι ανασκοπηθείσες παραπομπές, συνεκτιμώντας την αναπόφευκτα ευμετάβλητη εξέλιξη της συναφούς έρευνας στο εγγύς ή απώτερο μέλλον, και η ποιοτική ανομοιογένεια των μεθοδολογικών επιλογών των συγγραφέων των μελετών (λ.χ., η ποικιλία των ερευνητικών σχεδίων τους, τα δημογραφικά γνωρίσματα των συμμετεχόντων τους, τα είδη των μετρούμενων μεταβλητών, η διάρθρωση των παρεμβατικών συνεδριών κ.ά.). Τα ως άνω ζητήματα εμπόδισαν την εκτέλεση μιας μετα-ανάλυσης (meta-analysis) για τον συγκεντρωτικό ποσοτικοποιημένο (μαθηματικό) υπολογισμό των επισκοπούμενων ευρημάτων (Cardoso Ermel, Pacheco Lacerda, Wolf Motta Morandi, & Gauss, 2021· Kitchenham, Budgen, & Brereton, 2016). Για τους ίδιους λόγους, δεν κατέστη δυνατή η βιβλιομετρική χαρτογράφηση (bibliometric mapping) των ολιγάριθμων άρθρων που ανασκοπήθηκαν ως τμήμα της ακαδημαϊκής παραγωγής για το εξεταζόμενο θέμα, ομαδοποιώντας ανάλογα τα μεταδεδομένα (metadata) των δημοσιεύσεων (π.χ., ευρετηρίαση [indexing], περιοδικά, χρονιά και γεωγραφική διασπορά της δημοσίευσης των πηγών, τίτλοι και λέξεις-κλειδιά τους κ.ά.· Ball, 2017· Todeschini & Baccini, 2016). Αφετέρου, ο αποκλεισμός ερευνών γραμμένων σε άλλες ξένες γλώσσες εκτός της αγγλικής (λ.χ., κινεζική) ενδεχομένως ελάττωσε την ετερογένεια του τελικού βιβλιογραφικού σώματος (Fink, 2019) και πιθανώς υπεισήλθε μεροληψία στη συνθετική επεξεργασία του ερευνητικού υλικού (Dwan, Gamble, Williamson, Kirkham, & The Reporting Bias Group, 2013· Efron & Ravid, 2019· Newman & Gough, 2020· Onwuegbuzie & Frels, 2016).



Γράφημα 1. Βασικά στάδια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης*
*Πηγή: Προσαρμογή από Bennett, Lubben, Hogarth, και Campbell (2005) και Randolph (2009)

Σχεδιασμός της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και ερευνητική διαδικασία

Οι πηγές ανακτήθηκαν κατόπιν μιας συστηματικής, μεθοδικής και εντατικής αναζήτησης (Cooper, 2010· Gough, Oliver, & Thomas, 2017). Η αναζήτηση έλαβε χώρα (i) στις 35 διεθνείς ακαδημαϊκές βάσεις δεδομένων «Academic Search Complete», «Africa-Wide Information», «American Psychological Association (APA) PsycNet», «Australian Education Index (AEI)», «British Education Index», «Communication & Mass Media Complete (CMMC)», «EBSCOhost»,

«Education Full Text», «Education Research Complete», «Elsevier», «Emerald Insight», «Environment Index», «Education Resources Information Center (ERIC)», «Gale», «GreenFILE», «Information Science & Technology Abstracts (ISTA)», «Informit A+ Education», «Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Xplore», «International General Insurance (IGI) Global», «iSeek Education», «Journal Storage (JSTOR)», «MEDLine», «Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI)», «Microsoft Academic», «Peer-Reviewed Instructional Materials Online (PRIMO)», «ProQuest», «PubMed», «Routledge», «SAGE Journals», «ScienceDirect», «Scopus», «SpringerLink», «Taylor & Francis», «Web of Science» και «Wiley»· (ii) στις ψηφιακές βιβλιοθήκες «Association for Computing Machinery (ACM) Digital Library», «CiteSeerX», «Educause» και «LearnTechLib»· (iii) στα διαδικτυακά αποθετήρια των φορέων «My Environmental Education Resource Assistant (MEERA)» και «North American Association for Environmental Education (NAAEE)»· καθώς και (iv) στις μηχανές αναζήτησης «Google Scholar» και «Summon». Εκεί, διαμέσου μιας ιεραρχικής στρατηγικής αναζήτησης (Jesson, Matheson, & Lacey, 2011), πληκτρολογήθηκαν αρχικά μεμονωμένα και στη συνέχεια με πολυάριθμους και περισσότερο πολύπλοκους συνδυασμούς μεταξύ τους οι δύο ομάδες λέξεων ή φράσεων – κλειδιών που παρατίθενται στον Πίνακα 1 (οι όροι αντλήθηκαν από το ευρετήριο λημμάτων της βάσης «ERIC», σε ευθυγράμμιση με το τιθέμενο ερευνητικό ερώτημα). Τέλος, με μια τεχνική αλύσωσης (chaining technique) ή δειγματοληψία χιονοστιβάδας (snowball sampling), αναζητήθηκαν τυχόν παραλειφθείσες αναφορές στους καταλόγους όσων άρθρων είχαν ήδη ανευρεθεί (Babbie, 2017· Ridley, 2012).

Πίνακας 1. Συμβολοσειρά (string) των σημασιολογικά ισοδύναμων όρων αναζήτησης που εισήχθησαν στις βάσεις δεδομένων

Όροι που σχετίζονται με την ΠΕγΑ	Τελεστής	Όροι που συνέχονται με τη μάθηση μέσω φορητών συσκευών
(«environmental/conservation education» [«περιβαλλοντική εκπαίδευση/εκπαίδευση διατήρησης»] OR **«environmental education for sustainability/sustainable development»** [«περιβαλλοντική εκπαίδευση για την αειφορία/βιώσιμη ανάπτυξη»] OR «nature/nature-based school*» [«σχολείο στη φύση»] OR «outdoor classroom*» [«υπαίθρια τάξη»], OR «school garden*» [«σχολικός κήπος»] OR «forest school*» [«δασικό σχολείο»] OR **«school-aged learner*»** [μαθητής/μαθητές σχολικής ηλικίας] OR «student*/pupil*» [«μαθητής/μαθητές»] OR «child/children» [«παιδί/παιδιά»] OR «youth/teen*/adolescen*» [έφηβος/εφηβεία] OR «instructional/educational program*» [«εκπαιδευτικό πρόγραμμα»] OR «intervention*/interventional program*» [«παρέμβαση/παρεμβατικό πρόγραμμα»] OR «educational context*/setting*» «[εκπαιδευτικό πλαίσιο]» OR «primary/elementary education» [«πρωτοβάθμια εκπαίδευση»] OR «secondary education» [«δευτεροβάθμια εκπαίδευση»] OR «middle/high school» [«γυμνάσιο/λύκειο»])	AND	(«mobile pedag*» [«κινητή παιδαγωγική»] OR («mobile didactics» [«φορητή διδακτική»] OR **«mobile learning device*/educational technolog*»** [«κινητές συσκευές μάθησης/κινητή εκπαιδευτική τεχνολογία»] OR «mobile technology supported/ enhanced learn*» [«τεχνολογικά υποβοηθούμενη/ενισχυμένη φορητή μάθηση»] OR «digital/wireless learn*» [(«ψηφιακή/ασύρματη μάθηση»)] OR «mobile technology supported/enhanced teach*» [«τεχνολογικά υποβοηθούμενη/ενισχυμένη φορητή διδασκαλία»] OR «mobile phone*» [«κινητό τηλέφωνο»] OR «smart mobile device*/smartphone*» [«έξυπνο κινητό τηλέφωνο»] OR «tablet*/iPad*» [υπολογιστής πινακίδας/ταμπλέτα] OR «mobile learning application*» [«φορητή εκπαιδευτική εφαρμογή λογισμικού»])

Σημείωση. Οι κομβικοί όροι αναζήτησης, πάνω στους οποίους εδράστηκαν οι υπόλοιποι ως συνώνυμοι, επισημαίνονται με έντονη γραφή. Για τον διαχωρισμό των όρων αναζήτησης, ο Boolean τελεστής «OR» επέτρεψε την εναλλαγή ανάμεσα σε δύο ή περισσότερες λέξεις – κλειδιά, ενώ ο τελεστής «AND» επέφερε την ταυτόχρονη παρουσία των πληκτρολογημένων όρων στα αποτελέσματα. Ομοίως, ο αστερίσκος «*» επέστρεψε όλες τις πιθανές μορφές μιας εκάστοτε λέξης (π.χ., «student» ή «students»· Rao & Moon, 2021· Xiao & Watson, 2019).

Διαλογή των μελετών

Η αναζήτηση απέδωσε 86 αρχεία εγγραφών (*N*), τα οποία καταχωρίστηκαν στο λογισμικό «EndNote 20» (Clarivate, 2022) και εκκαθαρίστηκαν από 15 διπλότυπα (17,44% επί του συνόλου). Από τις επόμενες 71 υποψήφιες παραπομπές, απορρίφθηκαν εκ νέου εννέα (10,45%), καθόσον δεν υπάγονταν στα δύο πρώτα τεταρτημόρια της κατάταξης περιοδικών βάσει του δείκτη απήχησής τους (impact factor· Guerrero-Bote, & Moya-Anegón, 2012) από τη διαδικτυακή πύλη «SCImago» (n.d.). Εν συνεχεία, από τις εναπομείνασες 62 πηγές επιλέχθηκαν οι τελικές πέντε, διότι συμμορφώνονταν ρητά με όλες τις παρακάτω προϋποθέσεις ένταξης: (i) τη συμμετοχή μαθητών ηλικίας πρωτοβάθμιας ή/ και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (μέχρι και 18 χρόνων), εξαιτίας της υποχρεωτικής φύσης αυτών των βαθμίδων, σε αντίθεση με την τριτοβάθμια εκπαίδευση (Harden & Thomas, 2010)· (ii) τη διεξαγωγή ενός προγράμματος/ παρέμβασης στην ΠΕγΑ υποστηριζόμενου από φορητές συσκευές μάθησης· (iii) την παράθεση πρωτογενών και μετρήσιμων (evidence-based) δεδομένων βάσει της χορήγησης ερευνητικών εργαλείων· (iv) την ικανοποιητικώς λεπτομερή αποτύπωση των παρεμβατικών προγραμμάτων, όπως και των ερευνητικών ερωτημάτων/ υποθέσεων και μεθόδων, των εργαλείων συλλογής δεδομένων και των ευρημάτων των μελετών· (v) την κάλυψη τουλάχιστον ενός κριτηρίου εγκυρότητας και ενός κριτηρίου αξιοπιστίας από τα μεταχειριζόμενα ερευνητικά εργαλεία· και (vi) τη δημοσίευση των ερευνών σε έγκριτα (peer-reviewed) επιστημονικά περιοδικά την τελευταία πενταετία (2017-2021· Dundar & Fleeman, 2017· Gough, 2007· Hempel, 2020· Petticrew & Roberts, 2006). Η πενταετής χρονική διάρκεια κατά την οποία δημοσιεύθηκαν οι παραπομπές που ανασκοπήθηκαν συμβαδίζει με το διάστημα κάλυψης ανάλογων συστηματικών βιβλιογραφικών επισκοπήσεων, που εξέτασαν την πρωτοποριακή αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών καθ' όλη την πορεία της υποχρεωτικής εκπαίδευσης των μαθητευομένων (Qazi, Hardaker, Ahmad, Darwich, Maitama, & Dayani, 2021· Wen, Gwendoline, & Lau, 2021). Σε κάθε επιλεγείσα μελέτη δόθηκε ένας μοναδικός σειριακός αριθμός ταυτοποίησης (ID). Στον Πίνακα 2, παρουσιάζονται επιγραμματικά τα συγκεντρωτικά στοιχεία των βιβλιογραφικών αναφορών που ανασκοπήθηκαν στην εργασία.

Πίνακας 2. Συγκεντρωτικά δεδομένα των ανασκοπηθεισών πηγών

Α/Α	**Συγγραφείς (χρονολογία)**	**Βάση ανάκτησης**	**Χώρα**	**Εκπ/κή βαθμίδα**		**Φυσιογνωμία του παρεμβατικού προγράμματος**		**Έξοδος στο φυσικό περιβάλλον**	**Περιβαλλοντικά αποτελέσματα**	**Μη περιβαλλοντικά προϊόντα**
				Α΄/θμια	**Β΄/θμια**	**ΕΝΔ**	**ΕΞ**			
Μ1.	Crawford et al. (2017)	«Scopus»	Καναδάς	✓	✓	✓		ΕΞΟ	Οικολογικές γνώσεις, ταύτιση με τη φύση, στάσεις περιβαλλοντικής μέριμνας	Μαθησιακή απόλαυση
Μ2.	Kalogiannakis και Papadakis (2017)	«ERIC»	Ελλάδα		✓	✓		ΕΜ	Περιβαλλοντικές αντιλήψεις	Μαθησιακή ευαρέσκεια
Μ3.	Cheng et al. (2019)	«Web of Science»	Ταϊβάν	✓		✓		Όχι	Γνώσεις υδρόβιας οικολογίας, οικοκεντρικές στάσεις	Συνετή διευθέτηση προβλημάτων, συλλογική αυτοπεποίθηση
Μ4.	Lee και Yoon (2020)	«iSeek Education»	ΗΠΑ	✓	✓		✓	Όχι	Προθέσεις ενσυναίσθησης ενώπιον επαπειλούμενων ζώων	ΔΟ
Μ5.	Siu-Yung Jong (2020)	«ScienceDirect»	Κίνα	✓		✓		ΕΞΟ	Αυταξία των περιβαλλοντικών εμπειριών	Μαθησιακή προσοχή, αυτεπάρκεια και ανταποδοτική ψυχαγωγία

Σημείωση. ΕΝΔ = Ενδοσχολική παρέμβαση, ΕΞ = Εξωσχολική παρέμβαση, ΕΞΟ = Εξολοκλήρου έξοδος στη φύση, ΕΜ = Εν μέρει έξοδος στη φύση, ΔΟ = Δεν ορίζεται.

Αποτελέσματα

Καταρχάς, οι Crawford, Holde, και O'Connor, σε τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή το 2017, στον Καναδά, προσδιόρισαν την επενέργεια της μεταχείρισης μιας εφαρμογής για φορητές συσκευές στη μη τυπική ΠΕγΑ μαθητών παιδικής και εφηβικής ηλικίας, που φοιτούσαν στη Γ΄ Δημοτικού έως και τη Β΄ Γυμνασίου. Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν 747 συμμετέχοντες (51% αγόρια) 9-14 ετών (Μέση Ηλικία [$M_{\text{ηλικία}}$] = 12,50 χρόνια ± 3,29 μήνες), 229 εκ των οποίων ήταν 12-13 χρόνων ($M_{\text{ηλικία}}$ = 12,90 έτη ± 1,16 μήνες) και 102 ήταν 13-14 ετών ($M_{\text{ηλικία}}$ = 13,40 χρόνια ± 4,18 μήνες). Το δείγμα προερχόταν από εννέα αστικά σχολεία. Οι μαθητευόμενοι διακρίθηκαν με τυχαίο τρόπο σε τρεις ομάδες. Η πρώτη εξ αυτών (292 άτομα) επισκέφθηκε έναν τεχνητά διαμορφωμένο υγρότοπο στα όρια της πόλης Κάλγκαρι, ενώ η δεύτερη ομάδα (223 μελετώμενοι) και η τρίτη (207 εκπαιδευόμενοι) πραγματοποίησαν επίσκεψη σε ένα εκτενές λιβάδι και σε έναν εσωτερικό τροπικό κήπο στο κέντρο της ίδιας πόλης αντίστοιχα. Η περιήγηση της κάθε ομάδας διήρκεσε 45 λεπτά και υλοποιήθηκε ανά 10-15 άτομα, με τη συνοδεία των εκπαιδευτικών των διδασκομένων. Σε κάθε ομάδα, σχηματίστηκαν τρεις διαφορετικές ερευνητικές συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη, στους μαθητές παραχωρήθηκε μια συσκευή ταμπλέτας «iPad» με εγκατεστημένη την εφαρμογή λογισμικού «Agents of Nature». Η εφαρμογή επέτρεπε στους χρήστες της να ανακατευθυνθούν στην εκπόνηση δραστηριοτήτων διάκρισης ειδοποιών χαρακτηριστικών της χλωρίδας και της πανίδας της περιοχής διαμέσου ενός ήρωα κινούμενων σχεδίων με μορφή ζώου, ύστερα από τη σάρωση κωδικών γρήγορης απόκρισης (Quick Response [QR] codes) στα κατά τόπους σημεία του χώρου. Οι ερευνώμενοι που είχαν ανατεθεί στη δεύτερη συνθήκη ξεναγήθηκαν στο εκάστοτε πάρκο από εξειδικευμένους εκπαιδευτές ΠΕγΑ. Πέραν αυτών, προβλέφθηκαν υποομάδες ελέγχου, οι συμμετέχοντες των οποίων έκαναν χρήση ενός έντυπου χάρτη κάθε τοποθεσίας σε συνδυασμό με την από εκείνους ερμηνεία της σήμανσης – πινακίδων της διαδρομής που ακολούθησαν. Πριν και μετά από κάθε εξόρμηση, οι εκπαιδευόμενοι συμπλήρωσαν τις σταθμισμένες κλίμακες «Inclusion of Nature in Self (INS)», «Connectedness to Nature Scale (CNS)» και «Disposition to Connect to Nature (DCN)», ώστε να διασαφηθεί η ταύτιση της προσωπικότητάς τους με το φυσικό τους περιβάλλον. Επιπρόσθετα, έπειτα από την επίσκεψη του δείγματος, εκείνο απάντησε σε ένα ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς που στόχευε στη σκιαγράφηση του βαθμού διασκέδασης των μελετώμενων κατά την οικολογική τους εμπειρία, των αειφορικών τους στάσεων όσον αφορά στη φροντίδα της περιοχής περιήγησής τους και των γνώσεων περιεχομένου τους για τη φυτική και ζωική βιοποικιλότητα που είχαν γνωρίσει. Βάσει ανάλυσης διακύμανσης (ANOVA) των δεδομένων της μελέτης, το μέσο αίσθημα σύνδεσης των μαθητών με τη φύση αυξήθηκε στατιστικώς σημαντικά (p < 0,001) για όλους (36,80%, 35,38% και 32,79%) και οι προ-περιβαλλοντικές στάσεις τους αναπτύχθηκαν εξίσου (19,24%, 15,86% και 16,57%), ασχέτως από το πάρκο που είχαν επισκεφθεί και τον τρόπο που το είχαν προσπελάσει. Όμως, οι εκπαιδευόμενοι που είχαν αξιοποιήσει την τεχνολογική εφαρμογή στην εκδρομή τους την απήλαυσαν πιο πολύ (19,95%, αντί 17,46% και 15,05%) και κατείχαν προχωρημένες οικολογικές γνώσεις σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες (54,62%, έναντι 40,35% και 32,68%), ανεξάρτητα από το πεδίο που είχαν εξερευνήσει. Καταλήγοντας, με γνώμονα τον συντελεστή συσχέτισης Pearson r, τα εξαγόμενα της έρευνας τέθηκαν σε χαμηλή αρνητική συνάφεια με το ηλικιακό εύρος του δείγματος (r = - 0,28, p < 0,05).

Προεκτείνοντας, έρευνα δράσης των Kalogiannakis και Papadakis (2017), στην Ελλάδα, σκιαγράφησε τη συνεισφορά ενός συγκερασμού φορητών τεχνολογιών στην ΠΕγΑ ως προς τη βελτίωση των περιβαλλοντικών γνώσεων μαθητευομένων εφηβικής ηλικίας και των στάσεων ικανοποίησής τους σε ό,τι αφορά τη διδασκαλία τους. Στη συγκεκριμένη έρευνα έλαβαν μέρος 50 μαθητές (30 κορίτσια) 15-16 χρόνων ($M_{\text{ηλικία}}$ = 16,20 έτη ± 4,27 μήνες), που ήταν εγγεγραμμένοι στην Α΄ τάξη ενός επαρχιακού λυκείου της Κρήτης. Οι συμμετέχοντες ανατέθηκαν τυχαία σε μια Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) 26 μελών και σε μια Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ) με 24 μέλη. Στην ΟΕ διεκπεραιώθηκε ένα εθελοντικό σχέδιο εργασίας (project) ΠΕγΑ στοχευμένο στον εμπλουτισμό

των γνώσεων των διδασκομένων για την ενδημική χλωρίδα και πανίδα του βουνού Ψηλορείτη (οροσειρά Ίδη), στο πλαίσιο ενός διεπιστημονικού σχολικού μαθήματος. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα διήρκεσε ένα σχολικό έτος, με συχνότητα δύο ώρες ανά εβδομάδα. Η παιδαγωγική προσέγγιση βασίστηκε στη συνεργατική και συλλογική μάθηση, τη διαφοροποιημένη διδασκαλία, την επίλυση προβλημάτων και την αξιοποίηση πολλαπλών πληροφοριακών πηγών και συμβατικών τεχνολογικών μέσων, όπως είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, το διαδίκτυο και οι βιντεοπροβολείς. Οι δραστηριότητες εκτυλίχθηκαν στην τάξη, το προαύλιο του σχολείου και τον περιβάλλοντα χώρο του. Αυτή η πρακτική ακολουθήθηκε από τον ίδιο εκπαιδευτικό και στην ΠΟ, σε συνδυασμό με την ενσωμάτωση κινητών τηλεφώνων με εγκατεστημένη μια δωρεάν εφαρμογή λογισμικού για την αποκωδικοποίηση έντυπων ή ψηφιακών κωδικών γρήγορης απόκρισης. Διαμέσου του διαδικτυακού εργαλείου «QR Treasure Hunt Generator» σχεδιάστηκε ένα παιχνίδι «κυνηγιού θησαυρού», όπου οι χρήστες παραπέμπονταν για πλοήγηση σε πολυτροπικά κείμενα, ιστοσελίδες και οπτικοακουστικό υλικό, που απαιτούνταν για την επίλυση ορισμένων γρίφων (quiz) κατόπιν της σάρωσης των αντίστοιχων κωδικών γρήγορης απόκρισης. Οι γρίφοι εστίαζαν στην κατονομασία χαρακτηριστικών φυτών και ζώων, την περιγραφή τους και την ανάλυση των βιότοπών τους. Πριν και μετά από την παρέμβαση, στους συμμετέχοντες διανεμήθηκε ένα ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς, για να εξακριβωθεί το επίπεδο των οικολογικών τους γνώσεων, και εκείνοι συμπλήρωσαν τη διαγνωστική δοκιμασία «Environmental Education Efficacy Belief Instrument (EEEBI)», ούτως ώστε να προσδιοριστεί ο βαθμός της ικανοποίησής τους από την εκπαίδευσή τους. Ύστερα από την εφαρμογή επιμέρους *t*-test στα εμπειρικά δεδομένα, επισημάνθηκε η στατιστικώς σημαντική ($p < 0{,}01$) μέση πρόοδος των αντιλήψεων της ΠΟ σε αντιπαραβολή με την ΟΕ σχετικά με την αλληλεξάρτηση μεταξύ της κοινωνικής δικαιοσύνης, της υγιούς οικονομίας και του ποιοτικού φυσικού περιβάλλοντος (54,22%, αντί για 25,74%), τη λελογισμένη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων (48,12%, έναντι 37,60%) και τις οικοσυστημικές ισορροπίες ανάμεσα στη φυτική και τη ζωική βιοποικιλότητα (31,64%, αντί για 19,71%). Εξίσου, αναφέρθηκε προβάδισμα της ΠΟ αναφορικά με τα αισθήματα χρησιμότητας της παρέμβασης, καθώς και ενθουσιασμού και ωφέλειας των αποδεκτών της (ποσοστιαίες διαφορές προήγησης 16,43%, 19,76% και 8,91% αντίστοιχα). Αξιοσημείωτα, όλα τα ευρήματα προέκυψαν ανεξάρτητα από το φύλο του δείγματος.

Υπό ανάλογο σκεπτικό, πειραματική έρευνα των Cheng, Hwang, και Chen (2019), στην Ταϊβάν, αποτύπωσε τη συμβολή ενός βιωματικού συστήματος μάθησης βασισμένου σε φορητή τεχνολογία στην προαγωγή των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων μαθητών παιδικής ηλικίας, των μαθησιακών τους επιδόσεων, των περιβαλλοντικών τους στάσεων και της από κοινού γνωστικής τους αποτελεσματικότητας. Στη μελέτη συμμετείχαν 50 μαθητές (50% αγόρια) 9-10 ετών ($M_{\text{ηλικία}}$ = 10,07 χρόνια ± 2,19 μήνες) που φοιτούσαν στη Δ' τάξη ενός δημοτικού σχολείου, οι οποίοι χωρίστηκαν με τυχαία σειρά σε μια 25μελή ΠΟ και μια ισάριθμη ΟΕ. Στην ΠΟ εισήχθη μια εφαρμογή λογισμικού για ταμπλέτα, όπου προσομοιωνόταν ένα οικοσύστημα ενυδρειοπονίας (aquaponics). Εκεί, αναπαριστούταν η συμβιωτική σχέση της ταυτόχρονης εκτροφής ψαριών και της καλλιέργειας φυτών διαμέσου της αξιοποίησης των αποβλήτων της ιχθυοκαλλιέργειας για την υδροπονική ανάπτυξη των φυτών και της ωφέλειας των ψαριών λόγω της διήθησης των υδάτινων αποθεμάτων από τα φυτά. Το προκείμενο διαδραστικό ηλεκτρονικό εργαλείο περιελάμβανε έναν μηχανισμό εμπειρικής και συνεργατικής μάθησης που επιμεριζόταν σε μια τράπεζα ασκήσεων όπου ζητούνταν βιώσιμες προσαρμογές των ισορροπιών του οικοσυστήματος (όπως είναι η συχνότητα σίτισης των οργανισμών και η παροχή φωτός σε εκείνους), μια βάση δεδομένων εκπαιδευτικού υλικού, έναν διαδικτυακό μαθητικό τόπο συζήτησης (forum), μια πλατφόρμα διαμοιρασμού πληροφοριών και ένα προσωπικό χαρτοφυλάκιο μάθησης (portfolio). Οι διδασκόμενοι προέβησαν σε ενδελεχή παρατήρηση των οικοσυστημικών γνωρισμάτων του περιβάλλοντος (όπως την ποιότητα, τη θερμοκρασία και την οξύτητα του νερού), αφηρημένη σύλληψη των βιολογικών διεργασιών του και αναστοχαστική τους επεξεργασία. Η ΟΕ ολοκλήρωσε το ίδιο πρόγραμμα υδρόβιας οικολογίας χρησιμοποιώντας μόνο μια φυσική μικρογραφία οικοσυστήματος ενυδρειοπονίας και συμπληρώνοντας έντυπα φύλλα εργασίας. Οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις και στις δύο ομάδες διήρκεσαν τέσσερις

εβδομάδες, καθοδηγήθηκαν από τον ίδιο εκπαιδευτικό, εντάχθηκαν στο μάθημα φυσικών επιστημών του σχολείου του δείγματος και υλοποιήθηκαν σε υποομάδες των 3-4 ατόμων. Πριν και μετά από τα προγράμματα, οι μαθητευόμενοι απάντησαν σε δύο δοκιμασίες αυτοαναφοράς που απέβλεπαν στην απεικόνιση των γνώσεων υδρόβιας οικολογίας των ερευνώμενων και της ικανότητάς τους για ορθολογική επίλυση προβλημάτων. Εκτός αυτών, στα παιδιά χορηγήθηκαν οι τυποποιημένες ψυχομετρικές δοκιμασίες «New Ecological Paradigm (NEP)» και «Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)», προκειμένου να ανιχνευθούν οι οικοκεντρικές στάσεις των εκπαιδευομένων και η ομαδική τους αυτοπεποίθηση σε σχέση με τη μάθησή τους αντίστοιχα. Έχοντας διενεργήσει μονοπαραγοντική ανάλυση συνδιακύμανσης (one-way ANCOVA) στα δεδομένα της έρευνας, βρέθηκαν τα στατιστικώς σημαντικά ($p < 0,05$) ενισχυμένα μαθησιακά επιτεύγματα, οι προωθημένες περιβαλλοντικές στάσεις και ανεπτυγμένη συνεργατική αυτεπάρκεια της ΠΟ σε αντιδιαστολή με την ΟΕ (ποσοστιαίες διαφορές προβαδίσματος 11,24%, 9,17% και 13,59% αντίστοιχα). Παρόμοια, η διεξαγωγή *t*-test για ανεξάρτητα δείγματα κατέδειξε την υπεροχή της ΠΟ κατά 16,68% αναφορικά με την ενδεδειγμένη επίλυση προβλημάτων από πλευράς των παιδιών. Περαιτέρω, βάσει ανάλυσης απλής συσχέτισης, σημειώθηκε η μέτρια θετική συνάφεια της τελευταίας μεταβλητής με τις άλλες τρεις ($r = 0,41$, $p < 0,01$).

Συμπληρωματικά, μελέτη περίπτωσης των Lee και Yoon (2020), στη Νέα Υόρκη των ΗΠΑ, εκτίμησε την επίδραση της συνδυαστικής αξιοποίησης τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας σε φορητές συσκευές και έντυπου υλικού στην κατανόηση της περιβαλλοντικής αειφορίας από μαθητές παιδικής και εφηβικής ηλικίας, ύστερα από την ανάγνωση συναφούς μαθησιακού περιεχομένου. Στη μελέτη ενεπλάκησαν συνολικά 30 συμμετέχοντες (16 κορίτσια) 8-13 χρόνων ($M_{\text{ηλικία}} = 12,05$ έτη ± 1,26 μήνες), 16 εκ των οποίων αποτέλεσαν την ΠΟ και 14 την ΟΕ. Οι μελετώμενοι παρακολουθούσαν τη Γ' Δημοτικού μέχρι και την Α' Γυμνασίου. Η παρέμβαση διεξήχθη ατομικά, σε ένα αστικό εξωσχολικό κέντρο φροντίδας παιδιών, με διάρκεια 40 λεπτά και είχε ως θέμα την προστασία ειδών πανίδας υπό εξαφάνιση. Η ΠΟ επεξεργάστηκε ένα εικονογραφημένο βιβλίο επί του εν προκειμένω θέματος σε αλληλεπίδραση με μια εφαρμογή λογισμικού επαυξημένης πραγματικότητας για κινητό τηλέφωνο, η οποία ενεργοποιούταν ανά σελίδα του βιβλίου προσομοιώνοντας δραστηριότητες εκτροφής μιας αρκούδας panda. Η ΟΕ ανέλαβε την απλή ανάγνωση του ίδιου βιβλίου. Πριν και μετά από τις συνεδρίες, οι μελετώμενοι απάντησαν στο τεστ «Two Major Environmental Value (2-MEV) Scale», με σκοπό την αποτύπωση της μεταβολής των προθέσεων ενσυναίσθησής τους απέναντι στη βιωσιμότητα και τη διαφύλαξη ευάλωτων ειδών πανίδας. Διαμέσου μονοπαραγοντικής ανάλυσης διακύμανσης (one-way ANOVA), παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική ($p < 0,001$) βελτίωση και των δύο εξεταζόμενων οικοκεντρικών διαθέσεων της ΠΟ (κατά 19,66% και 18,59% αντίστοιχα), ενώ στην ΟΕ προήχθησαν μόνο οι βλέψεις προς τη διάσωση επαπειλούμενων άγριων ζωικών ειδών. Επίσης, η εφαρμογή t-test ανέδειξε ότι οι εκπαιδευόμενοι στην ΠΟ με ηλικία 8-10 ετών είχαν μεγαλύτερη θετική αλλαγή των στάσεών τους συγκριτικά με όσους είχαν ηλικία 11-13 χρόνων, ενώ στην ΟΕ η ηλικία του δείγματος δε φάνηκε να επηρεάζει τις στάσεις του. Μάλιστα, αδιακρίτως ερευνητικής συνθήκης, αποτυπώθηκε η στατιστική σημαντικότητα ($p < 0,01$) των μεταβαλλόμενων στάσεων μόνο των μαθητριών.

Καταληκτικά, στο οιονεί πειραματικό σχέδιο του Siu-Yung Jong, το 2020, στην Κίνα, αποτιμήθηκε η συμβολή της χρήσης φορητών συσκευών στη μαθησιακή κινητοποίηση μαθητευομένων παιδικής ηλικίας κατά την από μέρους τους διενέργεια έρευνας πεδίου σε υπαίθριους περιβαλλοντικούς χώρους. Συμμετείχαν 148 μαθητές 10-11 ετών ($M_{\text{ηλικία}} = 10,04$ χρόνια ± 1,15 μήνες), που φοιτούσαν στην Ε' τάξη ενός αστικού δημοτικού σχολείου και οι οποίοι χωρίστηκαν κατά τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες (ΠΟ και ΟΕ), καθεμία από τις οποίες συμπεριέλαβε 74 παιδιά. Και οι δύο ομάδες επισκέφθηκαν για τρεις ώρες ένα πάρκο υγροτόπου στο Χονγκ Κονγκ, στο πλαίσιο ενός διαθεματικού σχολικού μαθήματός τους. Η ΠΟ χρησιμοποίησε την εφαρμογή λογισμικού «EduVenture» μέσω κινητού τηλεφώνου ή ταμπλέτας, διαμέσου της οποίας οι ερευνώμενοι είχαν πρόσβαση σε έναν ψηφιακό χάρτη της περιοχής. Εκεί, εντοπιζόταν η θέση των διδασκομένων μέσω σήματος υπηρεσίας «GPS» και αυτοί καθοδηγούνταν για την εκπόνηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων οπτικοακουστικού

περιεχομένου ανά τοποθεσία που επισκέπτονταν, όπως τη λήψη φωτογραφιών, την ηχογράφηση, τη βιντεοσκόπηση και τη σύνθεση εννοιολογικών χαρτών σχετικά με τη γεωμορφολογία της περιοχής. Οι συμμετέχοντες στην ΟΕ ολοκλήρωσαν ανάλογες ασκήσεις μέσω έντυπων φύλλων εργασίας, όπου απαντούσαν χειρόγραφα και συνέθεταν σκίτσα. Οι δράσεις και των δύο ομάδων έγιναν σε υποομάδες των 4-5 ατόμων και διαρθρώθηκαν στις φάσεις του αρχικού προσανατολισμού, της διερεύνησης, της συναγωγής συμπερασμάτων και του κριτικού αναστοχασμού. Έπειτα από την επίσκεψη, στο δείγμα χορηγήθηκε το σταθμισμένο ερωτηματολόγιο «Instructional Materials Motivation Survey (IMMS)», αποβλέποντας να αξιολογηθούν η προσήλωση των μελετώμενων στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα, η αξία των αποκτηθεισών οικολογικών εμπειριών των μαθητών για τους ίδιους, η ανάπτυξη της αυτοπεποίθησής τους ως προς τη διεκπεραίωση επιτόπιων περιβαλλοντικών ασκήσεων και η ικανοποίησή τους σε ό,τι αφορούσε τα μαθησιακά τους επιτεύγματα. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μια ομαδική ημιδομημένη συνέντευξη με τρία τυχαία επιλεγμένα μέλη από κάθε ομάδα εκπαιδευομένων, με εστίαση στα προαναφερθέντα σημεία ενδιαφέροντος. Κατόπιν της υλοποίησης επιμέρους *t*-test για ανεξάρτητα δείγματα, καταγράφηκε στατιστικώς σημαντική ($p < 0,05$) αύξηση της δέσμευσης (25,48%), της αυτοαποτελεσματικότητας (24,51%) και της ανταποδοτικής ευχαρίστησης της ΠΟ (19,63%) συγκριτικά με την ΟΕ, ενώ δε σημειώθηκε διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομαδοποιήσεων αναφορικά με το υψηλό αίσθημα της αξίας των βιωμάτων των συμμετεχόντων. Τα ανωτέρω ευρήματα επαληθεύτηκαν από τις συνεντεύξεις, βάσει της θεματικής ανάλυσης του περιεχομένου τους.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία, επιχειρήθηκε μια ανασκόπηση στη βιβλιογραφία αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της εισαγωγής φορητών συσκευών μάθησης στην ΠΕγΑ.

Ανακεφαλαιώνοντας, τα βασικά πορίσματα της εργασίας μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Σε τρεις από τις πέντε μελέτες που ανασκοπήθηκαν (Crawford et al., 2017· Kalogiannakis & Papadakis, 2017· Siu-Yung Jong, 2020), οι κινητές συσκευές μάθησης χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο επισκέψεων των μαθητών σε αυθεντικά περιβαλλοντικά πεδία του υπαίθρου (location-based learning, outdoor learning), εμβαθύνοντας την *in situ* μαθησιακή εμπειρία των διδασκομένων και διασταυρώνοντας την τυπική και μη τυπική εκπαίδευσή τους. Σε όλες τις παρεμβάσεις, οι φορητές συσκευές συνδυάστηκαν με εφαρμογές λογισμικού με στόχο την πολυαισθητηριακή και μαθητοκεντρική διδασκαλία και ενθαρρύνοντας τη μαθητική αυτενέργεια και συνεργασία, ενώ δύο προγράμματα α-ξιοποίησαν και την οικονομικά προσιτή τεχνολογία των κωδικών γρήγορης απόκρισης (Crawford et al., 2017· Kalogiannakis & Papadakis, 2017). Η λειτουργία των παραπάνω εργαλείων συνάδει με τις γεωχωρικές τεχνολογίες και τα συστήματα γεωπληροφορικής (π.χ., «Google Earth» και «Google Maps»· Baker et al., 2015).
- Τρεις από τις πέντε έρευνες (Cheng et al., 2019· Crawford et al., 2017· Kalogiannakis & Papadakis, 2017) κατέγραψαν την εξέλιξη των γνώσεων των εκπαιδευομένων σε θέματα λειτουργίας οικοσυστημάτων και αειφόρου περιβαλλοντικής διαχείρισης.
- Σε τρία από τα πέντε παρεμβατικά προγράμματα (Cheng et al., 2019· Crawford et al., 2017· Lee & Yoon, 2020) σημειώθηκε βελτίωση των οικολογικών προσδοκιών και στάσεων των διδασκομένων, οι οποίοι είχαν ενισχυμένη ταύτιση με τη φύση.
- Τρία από τα πέντε προγράμματα (Cheng et al., 2019· Kalogiannakis & Papadakis, 2017· Siu-Yung Jong, 2020) επέδρασαν θετικά στις ψυχοκοινωνικές δεξιότητες των συμμετεχόντων τους, αυξάνοντας την προσήλωσή τους στη διδασκαλία, τη νοηματοδότησή της από εκείνους, την αυτοπεποίθησή τους για συλλογική μάθηση και τον ευχάριστο χαρακτήρα της. Οι ως άνω πλεονεκτικοί παράγοντες συναντώνται ιδιαίτερα και στα ψηφιακά γεωπαιχνίδια (geogames· Schaal & Lude, 2015· Schaal, Schaal, & Lude, 2015· Schneider & Schaal, 2018).

- Όλες οι παρεμβάσεις ήταν επωφελείς για τους μαθητευομένους ανεξάρτητα από το ηλικιακό τους εύρος (8-17 ετών). Βέβαια, διαπιστώθηκε προβάδισμα των νεότερων εκπαιδευομένων ως προς τις περιβαλλοντικές τους γνώσεις και στάσεις (Lee & Yoon, 2020), όπως και την ψυχαγωγία τους στη διδασκαλία τους (Crawford et al., 2017), σε σύγκριση με τους μεγαλύτερους μαθητές. Ομοίως, οι μαθήτριες είχαν πιο ευαισθητοποιημένες οικοκεντρικές στάσεις (Lee & Yoon, 2020).

Σε γενικές γραμμές, η ανασκοπηθείσα βιβλιογραφία προέβαλε την αποτελεσματικότητα διάφορων τύπων κινητών τεχνολογιών σε γνωστικές και κοινωνικές πτυχές της ΠΕγΑ, κατά τη διδασκαλία αρκετών μαθησιακών αντικειμένων σε μικτές ηλικιακές μερίδες.

Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης συμπίπτουν με την ερευνητικά επιβεβαιωμένη ανάπτυξη της περιβαλλοντικής ταυτότητας των μαθητών διαμέσου της παιδαγωγικής εισαγωγής φορητών συσκευών μάθησης, οι οποίες δεν δείχνουν να περισπούν την προσοχή των εκπαιδευομένων (Karimi, 2016· Peffer, Bodzin, & Smith, 2013). Το προκείμενο γεγονός αντίκειται στην πίεση που έχει ασκηθεί διαχρονικά στις κινητές τεχνολογικές καινοτομίες περί υπονόμευσης της πειθαρχίας στις σχολικές τάξεις (Corbett, 2018· Heizer, 2018). Τουναντίον, η εργονομική φορητότητα και το απτό σύστημα διεπαφής (interface) αυτών των εργαλείων έχει βρεθεί πως λειτουργούν ως εσωτερικά κίνητρα για την απόκτηση οικολογικών γνώσεων από τους διδασκομένους και τη βαθύτερη, συνειδητή συναισθηματική σύνδεσή τους με τη φύση (Anderson et al., 2015), ιδίως πριν από την εφηβική ηλικία (Liefländer, Fröhlich, Bogner, & Schultz, 2013).

Εξίσου, τα εξαγόμενα της εργασίας ευθυγραμμίστηκαν με ευρήματα ερευνών όπου υπήρχαν η άμεση διαθεσιμότητα και ο απευθείας διαμοιρασμός – διάχυση γνώσεων στις φορητές συσκευές χειρός οπουδήποτε και οποτεδήποτε, αλλά και η σχεδόν αυτόματη, διαβαθμισμένη ανατροφοδότηση (scaffolding) των χρηστών από τις εκάστοτε εφαρμογές λογισμικού χωρίς οπωσδήποτε την παρεμβολή ενηλίκων. Στις μελέτες αυτές ευνοήθηκαν η ανακαλυπτική, διερευνητική[2] και κριτική μάθηση των διδασκομένων, η μαθησιακή τους αυτορρύθμιση – αυτονομία (Chang, Chen, & Hsu, 2011· Ruchter et al., 2010· Sung, Chang, & Liu, 2016), η ενθουσιώδης συνεργατικότητά τους (Freeman, Adams Becker, Cummins, Davis, & Hall Giesinger, 2017· Huang, Lin, & Cheng, 2010· Pedaste et al., 2015) και η παγίωση των διδαχθεισών γνώσεών τους (Otterborn, Schönborn, & Hultén, 2019).

Πράγματι, όταν οι μαθητευόμενοι εμπλέκονται σε κοινότητες πρακτικής συνομηλίκων, το προφίλ τους εξελίσσεται με τη διαμεσολάβηση της εγκαθιδρυμένης μάθησης (situated learning) σε κλίμα αμοιβαιότητας, αλληλοσεβασμού, αλληλεγγύης και αποκεντρωμένης ευθύνης (Bressler, Bodzin, & Tutwiler, 2019· Gilliam et al., 2017). Κατ' αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές επιδεικνύουν ανώτερες νοητικές δεξιότητες πέραν της μηχανιστικής απομνημόνευσης, όπως την επίλυση προβλημάτων, την επαγωγική και την αποκλίνουσα σκέψη, καθώς και τη μεταγνωστική επίγνωση (Altomonte, Logan, Feisst, Rutherford, & Wilson, 2016· van der Haar, Segers, & Jehn, 2013), οι οποίες συγκαταλέγονται στις δεξιότητες του 21ου αιώνα (Lai & Hwang, 2014). Η μαθητική αυτοδυναμία (student agency) είναι εύλογο ότι διέπεται από τα παραπάνω προτερήματα, τα οποία αποκτώνται μετά από μια εσκεμμένη και προνοητική πραγμάτωση μαθησιακών ενεργειών από πλευράς των διδασκομένων (Bernacki, Greene, & Crompton, 2020· Christensen & Knezek, 2018). Μάλιστα, οι ζητούμενες ψηφιακές ικανότητες των μαθητευομένων εμπίπτουν στις ήπιες δεξιότητες (soft skills), οι οποίες έχουν εκληφθεί ως απαραίτητες για το μελλοντικό ανθρώπινο δυναμικό όλων των χωρών στην παγκοσμιοποιημένη πια αγορά εργασίας, εκτός από τα πιστοποιημένα τεχνοκρατικά προσόντα (Prezioso, Ceci, & Za, 2021).

Εντέλει, η προαγωγή των περιβαλλοντικών στάσεων των εκπαιδευομένων θα μπορούσε να αποδοθεί στη μάθηση μέσω εξάσκησης στο πλαίσιο έμπρακτων και κιναισθητικών δραστηριοτήτων με φορητή τεχνολογία, όπως είναι οι κωδικοί γρήγορης απόκρισης. Η επακόλουθη εμβύθιση των χρηστών στο επαυξημένο, τρισδιάστατο (3D) περιεχόμενο δύναται να μετασχηματίσει θετικά την εμπειρία τους χωρίς να τους επιφέρει υψηλό γνωστικό φόρτο (Crompton, Burke, & Gregory, 2017· Wang, Fang, & Miao, 2018), αλλά και να τους οικοδομήσει προσωπικό αίσθημα επιτυχίας (Hwang & Tsai, 2011· Liu et al., 2014). Το προβάδισμα των

μαθητριών στις οικοκεντρικές στάσεις ίσως οφείλεται στην υπεροχή της συναισθηματικής τους νοημοσύνης, σε αντιπαραβολή με τους άρρενες μαθητές (Salavera, Usán, & Teruel, 2019).

Μολαταύτα, η έντονη αποδοχή των φορητών παιδαγωγικών τεχνολογιών από τους μαθητές μάλλον υποδεικνύει ένα χάσμα ανάμεσα στην ελλιπή παρουσία των κινητών συσκευών στο σχολείο και την παρατεταμένη εξωσχολική ενασχόληση του μαθητικού πληθυσμού με τα φορητά υπολογιστικά μέσα (Burden & Kearney, 2016). Οπότε, επιτάσσεται η ριζοσπαστική ανανέωση των τρεχόντων σχολικών προτύπων και προγραμμάτων σπουδών υπό το πρίσμα της απρόσκοπτης μάθησης (seamless learning), που διαπλέκει με διακριτική επιδεξιότητα τα φυσικά και τα εικονικά της όρια (Jagušt, Botički, & So, 2018· Kearney, Schuck, Burden, & Aubusson, 2012) και γεφυρώνει την επίσημη φοίτηση των διδασκομένων με τις ανεπίσημες γνώσεις που οι ίδιοι αποκομίζουν σποραδικά, συμπτωματικά και ακούσια στην καθημερινή τους ζωή (Khaddage, Müller, & Flintoff, 2016· Lai, Khaddage, & Knezek, 2013· Suárez, Specht, Prinsen, Kalz, & Ternier, 2018· Wong, 2013).

Με άλλα λόγια, συνιστάται η κατάρριψη της ισχυρής διχοτομικής συλλογιστικής μεταξύ της τυπικής και της άτυπης ή μη τυπικής μάθησης (Churchill, Fox, & King, 2016· Martiniello & Paparella, 2016), διότι οι δεύτερες μπορούν να τροποποιήσουν την πρώτη σε σύμπλευση με τις μαθησιακές ρουτίνες και προτιμήσεις των αποδεκτών και των τριών και να θωρακίσουν την αυτοεικόνα των ανθρώπων (Chan, Walker, & Gleaves, 2015· Reychav, Dunaway, & Kobayashi, 2015· Viberg et al., 2021). Ενδεικτικά, ανάμεσα στις εφαρμογές της τεχνολογίας «Web 2.0», οι προοπτικές που έχουν διανοίξει τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (social networking media) για την αυθόρμητη μάθηση των χρηστών τους θεωρούνται εξέχουσας σημασίας, επειδή συγκρατούν το τεχνολογικά προερχόμενο άγχος (technostress) των προσώπων στην κατάσταση άνεσης που εξασφαλίζει η ιδιωτική χρήση των κινητών συσκευών (Bano et al., 2018· Greenhow & Lewin, 2016· Loh et al., 2021· Pimmer, 2016· Sharples, 2015). Στη Ρωσία, οι υπηρεσίες «Facebook», «Twitter», «WhatsApp» και «Viber» έχουν αποτιμηθεί ως κατά 28,6-31,9% προτιμότερες από την εκπαιδευτική πλατφόρμα «Moodle», από μέρους 1.795 διδασκομένων 11-16 ετών και των 540 διδασκόντων τους στο μάθημα των φυσικών επιστημών (Zharova, Trapitsin, Timchenko, Skurihina, 2020). Στις μέρες μας, η κοινωνική αποστασιοποίηση (social distancing/ self-isolation) που τηρείται για την αποφυγή της μετάδοσης του κορονοϊού προσιδιάζει στην απομακρυσμένη εκπαίδευση των μαθητών με φορητή τεχνολογία (Dhawan, 2020). Έτσι, αμβλύνονται οι συστημικές ανισότητες σε βάρος των πιο ευπαθών εκπαιδευομένων, οι οποίες απολήγουν στη σχολική διαρροή του μαθητικού κοινού (The World Bank, UNESCO, & UNICEF, 2021· UNICEF, 2022). Εκ παραλλήλου, σε εναρμόνιση με το αξίωμα της αυτοαγωγής (heutagogy) των ατόμων, χρειάζεται να τους εκχωρείται η δυνατότητα να καθορίζουν εκείνα με αυτοκυριαρχία τις προδιαγραφές της διδασκαλίας τους (Kearney, Burden, & Schuck, 2019· Selwyn, 2017).

Συμπληρωματικά, οφείλουν να καθιερωθούν εναλλακτικοί και ανατρεπτικοί ρόλοι των εκπαιδευτικών πέρα από την επίβλεψη, την καθοδήγηση, την παροχή πληροφοριών και την επίδειξη (Burke, Schuck, Aubusson, Kearney, & Frischknecht, 2018), καθιστώντας τους μαθητευομένους τους ισότιμους συνδιαμορφωτές του παιδαγωγικού τους υλικού (Caldwell, 2018· Fenwick, 2016· Lazonder & Harmsen, 2016· Schuck, Aubusson, Burden, & Brindley, 2018). Περαιτέρω, είναι αναγκαίο να διευκρινιστεί η έμμεσα διευκολυντική συνδρομή λοιπών εταίρων στη διδακτική πράξη, όπως είναι οι συνομήλικοι και οι οικογένειες των μαθητών, πηγές οι οποίες θα επικυρώσουν με τριγωνοποίηση (triangulation) τα ευρήματα των παρεμβάσεων (Liu et al., 2021· Odabasi et al., 2019). Συγχρόνως, επιβάλλεται να αποσαφηνιστεί το θέμα εάν τα φορητά ψηφιακά εργαλεία λειτουργούν ως αληθινά αναπόσπαστο τμήμα των εκάστοτε προγραμμάτων ή υποκαθιστούν επιφανειακά συνηθισμένες παιδαγωγικές τεχνικές (Burden et al., 2019).

Μελλοντικά, καθότι έχει παρατηρηθεί ότι η κοινωνική θέση των διδασκομένων επηρεάζει αντιστρόφως ανάλογα την ανταπόκρισή τους στο φυσικό τους περιβάλλον (Hartig, Mitchell, de Vries, & Frumkin, 2014· Kossack & Bogner, 2012), προτείνεται η διερεύνηση της επενέργειας του κοινωνικοοικονομικού και κοινωνικοπολιτισμικού επιπέδου των μαθητευομένων και των συνεπαγόμενων προϋπαρχουσών ψηφιακών τους δεξιοτήτων στα αποτελέσματα της ΠΕγΑ που λαμβάνουν με τη χρήση φορητών συσκευών. Επίσης, εφόσον έχει αποτυπωθεί πως η έλλειψη

τεχνολογικών πόρων/ υποδομών ενδέχεται να εγείρει ανταγωνισμό στον μαθητικό πληθυσμό (Gifford, 2014· Rogers, Connelly, Hazlewood, & Tedesco, 2010), συστήνεται να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα της ατομικής και της ομαδικής χρησιμοποίησης των φορητών συσκευών από τους εκπαιδευομένους. Προεκτείνοντας, θα μπορούσε να επεξηγηθεί εάν η σύσταση διαηλικιακών δυάδων ή αντίστοιχων ομάδων συμμετεχόντων αποβαίνει ωφέλιμη για τη διαγενεακή μάθηση (intergenerational learning) των μαθητών επί της ΠΕγΑ (Chineka & Yasukawa, 2020· Fitzpatrick, 2020). Ακόμα, κρίνεται δόκιμη η αντιδιαστολή της μορφωτικής αποδοτικότητας ειδών κινητού παιδαγωγικού εξοπλισμού που ήδη έχουν στην προσωπική τους ιδιοκτησία οι χρήστες (με τα οποία αναμένεται ότι είναι περισσότερο εξοικειωμένοι)[3], με συσκευές που διατίθενται από τους διοργανωτές της κάθε παρέμβασης, εάν υποτεθεί ότι η λειτουργικότητα των εργαλείων βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά (Santos & Ali, 2012· Schuck, Kearney, & Burden, 2017· Song & Wen, 2018). Συν τοις άλλοις, θα πρέπει να προσδιοριστεί ο αντίκτυπος ενδογενών και εξωγενών παραγόντων των εκπαιδευομένων στην παρότρυνσή τους προς την παιδαγωγική μεταχείριση κινητών συσκευών, η οποία δείχνει να εξασθενεί κατά τη μετάβαση από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση στη δευτεροβάθμια (Palmer, Burke, & Aubusson, 2017). Τέλος, από το ολιγάριθμο πλήθος των ερευνών που επισκοπήθηκαν, γίνεται φανερό ότι το καθαυτό θέμα της ανά χείρας ανασκόπησης χρήζει περαιτέρω διερεύνησης.

SUMMARY

In the context of the rapid introduction of innovative technologies in teaching practice, the usage of mobile devices emerges as a particularly promising pedagogical approach that essentially directs apprentices toward the trajectory of sustainable development. Therefore, this work attempts a systematic literature review in the field of the introduction of portable learning devices in environmental education for sustainability. Five empirical studies published during the period 2017-2020 were reviewed, which were searched, screened and analyzed adhering to rigorously prescribed criteria, after having browsed 43 international scientific databases and accessed 86 pertinent references. According to the main conclusions of the paper, the scrutinized electronic tools were used in teaching in combination with software applications and quick response codes technology, following multisensory, student-centered and collaborative approaches. The majority of the studies document that the pedagogical usage of mobile devices has led to the improvement of students' ecological knowledge and sustainable attitudes, as well as of their contact with nature. Comparably, the focus of the trainees on the instructional process, the value they attributed to it, and their learning self-sufficiency and amusement were strengthened. Notably, knowledge, attitudes and learning enjoyment were more advanced in younger learners, whereas female students demonstrated a lead in sensitized attitudes. The results of the review exhibit the comprehensive support of learners based on portable technological resources, whilst ensuring students' thorough delving into the notion of sustainability.

Αναφορές

**Πρόκειται για μελέτες οι οποίες απάρτισαν το βιβλιογραφικό corpus της ανασκόπησης

Aguayo Corvalan, C., & Eames, C. W. (2017). Using mobile learning in free-choice educational settings to enhance ecological literacy. *Teachers and Curriculum, 17*(2), 7-14. doi:10.15663/tandc.v17i2.159

Aguayo, C., Higgins, B., Field, E., Nicholls, J., Pudin, S., Tiu, S. A. & Mah, J. (2016). Perspectives from emerging researchers: What next in EE/SE research? *Australian Journal of Environmental Education, 32*(1), 17-29. doi:10.1017/aee.2015.57

Aksakal, N. (2015). Theoretical view to the approach of the edutainment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 186,* 1232-1239. doi:10.1016/j.sbspro.2015.04.081

Altomonte, S., Logan, B., Feisst, M., Rutherford, P., & Wilson, R. (2016). Interactive and situated learning in education for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education, 17*(3), 417-443. doi:10.1108/IJSHE-01-2015-0003

Anderson, C. L., Miller, B. G., Eitel, K. B., Veletsianos, G., Eitel, J. U., & Hougham, R. J. (2015). Exploring techniques for integrating mobile technology into field-based environmental education. *Electronic Journal of Science Education, 19*(6), 1-19. Retrieved from https://www.learntechlib.org/p/189820/

Babbie, E. (2017). *The basics of social research* (7th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

Baker, T. R., Battersby, S., Bednarz, S. W., Bodzin, A. M., Kolvoord, B., Moore, S., ... & Uttal, D. (2015). A research agenda for geospatial technologies and learning. *Journal of Geography, 114*(3), 118-130. doi:10.1080/00221341.2014.950684

Ball, R. (2017). *An introduction to bibliometrics: New developments and trends.* Cambridge, MA: Chandos Publishing. doi:10.1016/C2016-0-03695-1

Bannan, B., Cook, J., & Pachler, N. (2016). Reconceptualizing design research in the age of mobile learning. *Interactive Learning Environments, 24*(5), 938-953. doi:10.1080/10494820.2015.1018911

Bano, M., Zowghi, D., Kearney, M., Schuck, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education, 121,* 30-58. doi:10.1016/j.compedu.2018.02.006

Barbalios, N., Ioannidou, I., Tzionas, P., & Paraskeuopoulos, S. (2013). A model supported interactive virtual environment for natural resource sharing in environmental education. *Computers & Education, 62,* 231-248. doi:10.1016/j.compedu.2012.10.029

Baytiyeh, H. (2019). Mobile learning technologies as a means of maintaining education delivery in crisis situations. *International Journal of Information and Communication Technology Education (IJICTE), 15*(3), 21-30. doi:10.4018/IJICTE.2019070101

Bennett, J., Lubben, F., Hogarth, S., & Campbell, B. (2005). Systematic reviews of research in science education: Rigour or rigidity? *International Journal of Science Education, 27*(4), 387-406. doi:10.1080/0950069042000323719

Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology, 60,* 101827. doi:10.1016/j.cedpsych.2019.101827

Bressler, D. M., Bodzin, A. M., & Tutwiler, M. S. (2019). Engaging middle school students in scientific practice with a collaborative mobile game. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*(2), 197-207. doi:10.1111/jcal.12321

Burden, K., & Kearney, M. (2016). Future scenarios for mobile science learning. *Research in Science Education, 46*(2), 287-308. doi:10.1007/s11165-016-9514-1

Burden, K., & Kearney, M. (2018). Designing an educator toolkit for the mobile learning age. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL), 10*(2), 88-99. doi:10.4018/IJMBL.2018040108

Burden, K., Kearney, M., Schuck, S., & Burke, P. (2019). Principles underpinning innovative mobile learning: Stakeholders' priorities. *TechTrends, 63*(6), 659-668. doi:10.1007/s11528-019-00415-0

Burden, K., Kearney, M., Schuck, S., & Hall, T. (2019). Investigating the use of innovative mobile pedagogies for school-aged students: A systematic literature review. *Computers & Education, 138,* 83-100. doi:10.1016/j.compedu.2019.04.008

Burke, P. F., Schuck, S., Aubusson, P., Kearney, M., & Frischknecht, B. (2018). Exploring teacher pedagogy, stages of concern and accessibility as determinants of technology adoption. *Technology, Pedagogy and Education, 27*(2), 149-163. doi:10.1080/1475939X.2017.1387602

Butera, F., & Buchs, C. (2019). Social interdependence and the promotion of cooperative learning. In K. Sassenberg & M. L. W. Vliek (Eds.), *Social psychology in action: Evidence-based interventions from theory to practice* (pp. 111-127). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-030-13788-5_8

Caldwell, H. (2018). Mobile technologies as a catalyst for pedagogic innovation within teacher education. International *Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL), 10*(2), 50-65. doi:10.4018/IJMBL.2018040105

Cardoso Ermel, A. P., Pacheco Lacerda, D., Wolf Motta Morandi, M. I., & Gauss, L. (2021). *Literature reviews: Modern methods for investigating scientific and technological knowledge.* Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-030-75722-9

Chan, N. N., Walker, C., & Gleaves, A. (2015). An exploration of students' lived experiences of using smartphones in diverse learning contexts using a hermeneutic phenomenological approach. *Computers & Education, 82,* 96-106. doi:10.1016/j.compedu.2014.11.001

Chang, C. S., Chen, T. S., & Hsu, W. H. (2011). The study on integrating WebQuest with mobile learning for environmental education. *Computers & Education, 57*(1), 1228-1239. doi:10.1016/j.compedu.2010.12.005

**Cheng, S. C., Hwang, G. J., & Chen, C. H. (2019). From reflective observation to active learning: A mobile experiential learning approach for environmental science education. *British Journal of Educational Technology, 50*(5), 2251-2270. doi:10.1111/bjet.12845

Chineka, R., & Yasukawa, K. (2020). Intergenerational learning in climate change adaptations; limitations and affordances. *Environmental Education Research, 26*(4), 577-593. doi:10.1080/13504622.2020.1733494

Christensen, R., & Knezek, G. (2018). Reprint of Readiness for integrating mobile learning in the classroom: Challenges, preferences and possibilities. *Computers in Human Behavior, 78,* 379-388. doi:10.1016/j.chb.2017.07.046

Churchill, D., Fox, B., & King, M. (2016). Framework for designing mobile learning environments. In D. Churchill, J. Lu, T. Chiu, & B. Fox (Eds.), *Mobile learning design: Theories and application* (pp. 3-25). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-10-0027-0_1

Clarivate (2022). *EndNote: Accelerate your research: Save time, stay organized, collaborate with colleagues and get published with EndNote 20* [Computer software]. Philadelphia, PA: Author. Retrieved from https://endnote.com/

Cochrane, T., Antonczak, L., Keegan, H., & Narayan, V. (2014). Riding the wave of BYOD: developing a framework for creative pedagogies. *Research in Learning Technology, 22,* 24637. doi:10.3402/rlt.v22.24637

Comscore (2007, September 20). *Mobile phone web users nearly equal PC-based internet users in Japan* [Press release]. Retrieved from https://www.comscore.com/Insights/Press-Releases/2007/09/Japan-Mobile-Phone

Cooper, H. M. (2010). *Research synthesis and meta-analysis: A step-by step approach* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Corbett S. (2018, June 22). No, mobile phones should not be banned in UK schools. *The Conversation.* Retrieved from https://theconversation.com/no-mobile-phones-should-not-be-banned-in-uk-schools-98717

Costello, R. (2022). Future directions of gamification in education. In Information Resources Management Association (Ed.), *Research anthology on developments in gamification and game-based learning* (Vol. 1, pp. 141-150). Hershey, PA: IGI Global. doi:10.4018/978-1-6684-3710-0.ch007

**Crawford, M. R., Holder, M. D., & O'Connor, B. P. (2017). Using mobile technology to engage children with nature. *Environment and Behavior, 49*(9), 959-984. doi:10.1177/0013916516673870

Crompton, H., Burke, D., & Gregory, K. H. (2017). The use of mobile learning in PK-12 education: A systematic review. *Computers & Education, 110,* 51-63. doi:10.1016/j.compedu.2017.03.013

Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of Educational Technology Systems, 49*(1), 5-22. doi:10.1177/0047239520934018

Dillon, J., Rickinson, M., & Teamey, K., Morris, M., Young Choi, M, Sanders, D., & Benefield, P. (2017). The value of outdoor learning: Evidence from research in the UK and elsewhere. In J. Dillon (Ed.), *Towards a convergence between science and environmental education* (pp. 193-200). New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9781315730486

Dundar, Y., & Fleeman, N. (2017). Applying inclusion and exclusion criteria. In A. Boland, M. G. Cherry, & R. Dickson (Eds.), *Doing a systematic review: A student's guide* (2nd ed., pp. 79-92). London: Sage.

Dwan, K., Gamble, C., Williamson, P. R., Kirkham, J. J., & The Reporting Bias Group. (2013). Systematic review of the empirical evidence of study publication bias and outcome reporting bias – An updated review. *PloS One, 8*(7), e66844. doi:10.1371/journal.pone.0066844

Efron, S. E., & Ravid, R. (2019). *Writing the literature review: A practical guide.* New York, NY: The Guildford Press.

Ericsson (2021). *Ericsson mobility report* (No. EAB-21:010887). Stockholm: Author. Retrieved from https://www.ericsson.com/4ad7e9/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2021/ericsson-mobility-report-november-2021.pdf

Fahmi, F., Setiadi, I., Elmawati, D., & Sunardi, S. (2019). Discovery learning method for training critical thinking skills of students. *European Journal of Education Studies, 6*(3), 342-351. doi:10.5281/zenodo.3345924

Falcione, S., Campbell, E., McCollum, B., Chamberlain, J., Macias, M., Morsch, L., & Pinder, C. (2019). Emergence of different perspectives of success in collaborative learning. *Canadian Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 10*(2). doi:10.5206/cjsotl-rcacea.2019.2.8227

Fenwick, T. (2016). Wanted: The innovative professional. In T. Fenwick (Ed.), *Professional responsibility and professionalism: A sociomaterial examination* (pp. 77-92). Abingdon: Routledge. doi:10.4324/9781315750354

Fink, A. (2019). *Conducting research literature reviews: From the internet to paper* (5th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Fitzpatrick, A. (2020). Towards a pedagogy of intergenerational learning. In M. Kernan & G. Cortellesi (Eds.), *Intergenerational learning in practice: Together old and young* (pp. 40-59). Abingdon: Routledge. doi:10.4324/9780429431616

Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017). *New Media Consortium (NMC)/ Consortium for School Networking (CoSN) Horizon Report: 2017 K–12 edition.* Austin, TX: The NMC. Retrieved from https://library.educause.edu/~/media/files/library/2017/11/2017hrk12EN.pdf

Furtak, E. M., Shavelson, R. J., Shemwell, J. T., & Figueroa, M. (2012). To teach or not to teach through inquiry. In J. Shrager & S. M. Carver (Eds.), *The journey from child to scientist: Integrating cognitive development and the education sciences* (pp. 227-244). Washington, DC: American Psychological Association (APA). doi:10.1037/13617-011

Galvan, J. L., & Galvan, M. C. (2017). *Writing literature reviews: A guide for students of the social and behavioral sciences* (7th ed.). New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9781315229386

Giannoulas, A., Stampoltzis, A., Kounenou, K., & Kalamatianos, A. (2021). How Greek students experienced online education during COVID-19 pandemic in order to adjust to a post-lockdown period. *Electronic Journal of e-Learning, 19*(4), 222-232. Retrieved from https://academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/2347/1974

Gifford, R. (2014). *Environmental psychology: Principles and practice* (5th ed). Colville, WA: Optimal Books.

Gilliam, M., Jagoda, P., Fabiyi, C., Lyman, P., Wilson, C., Hill, B., & Bouris, A. (2017). Alternate reality games as an informal learning tool for generating STEM engagement among underrepresented youth: A qualitative evaluation of the source. *Journal of Science Education and Technology, 26*(3), 295-308. doi:10.1007/s10956-016-9679-4

Gough, D. (2007). Weight of evidence: A framework for the appraisal of the quality and relevance of evidence. *Research Papers in Education, 22*(2), 213-228. doi:10.1080/02671520701296189

Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (2017). *An introduction to systematic reviews* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.

Greenhow, C., & Lewin, C. (2016). Social media and education: Reconceptualizing the boundaries of formal and informal learning. *Learning, Media and Technology, 41*(1), 6-30. doi:10.1080/17439884.2015.1064954

Guerrero-Bote, V. P., & Moya-Anegón, F. (2012). A further step forward in measuring journals' scientific prestige: The SJR2 indicator. *Journal of Informetrics, 6*(4), 674-688. doi:10.1016/j.joi.2012.07.001

Harden, A., & Thomas, J. (2010). Mixed methods and systematic reviews: Examples and emerging issues. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Sage handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed., pp. 749-774). Thousand Oaks, CA: Sage. doi:10.4135/9781506335193

Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual Review of Public Health, 35,* 207-228. doi:10.1146/annurev-publhealth-032013-182443

Heizer S. (2018, June 27). We asked five experts: Should mobile phones be banned in schools? *The Conversation.* Retrieved from https://theconversation.com/should-mobile-phones-be-banned-in-schools-we-asked-five-experts-98708

Hempel, S. (2020). *Conducting your literature review: Concise guides to conducting behavioral, health, and social science research.* Washington, DC: American Psychological Association.

Holloway, P., & Mahan, C. (2012). Enhance nature exploration with technology. *Science Scope, 35*(9), 23-28. Retrieved from https://www.learntechlib.org/p/113534/

Hood Cattaneo, K. (2017). Telling active learning pedagogies apart: From theory to practice. *Journal of New Approaches in Educational Research (NAER Journal), 6*(2), 144-152. doi:10.7821/naer.2017.7.237

Hooser, A., & Sabella, L. (2018). Inquiry, discovery, and the complexities of teaching: Learning from the research of practitioners. *Journal of Practitioner Research, 3*(1), 41-47. doi:10.5038/2379-9951.3.1.1110

Huang, Y. M., Lin, Y. T., & Cheng, S. C. (2010). Effectiveness of a mobile plant learning system in a science curriculum in Taiwanese elementary education. *Computers & Education, 54*(1), 47-58. doi:10.1016/j.compedu.2009.07.006

Hwang, G. J., & Tsai, C. C. (2011). Research trends in mobile and ubiquitous learning: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology, 42*(4), 65-70. doi:10.1111/j.1467-8535.2011.01183.x

Hwang, G. J., Wu, P. H., Chen, C. C., & Tu, N. T. (2016). Effects of an augmented reality-based educational game on students' learning achievements and attitudes in real-world observations. *Interactive Learning Environments, 24*(8), 1895-1906. doi:10.1080/10494820.2015.1057747

Jagušt, T., Botički, I., & So, H. J. (2018). A review of research on bridging the gap between formal and informal learning with technology in primary school contexts. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*(4), 417-428. doi:10.1111/jcal.12252

Jeong, H., & Hartley, K. (2018). Theoretical and methodological frameworks for computer-supported collaborative learning. In F. Fischer, C. E. Hmelo-Silver, S. R. Goldman, & P. Reimann (Eds.), *International Handbook of the Learning Sciences* (pp. 330-339). New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9781315617572

Jesson, J. K., Matheson, L., & Lacey, F. M. (2011). *Doing your literature review: Traditional and systematic techniques.* Thousand Oaks, CA: Sage.

**Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2017). Combining mobile technologies in environmental education: A Greek case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation, 11*(2), 108-130. doi:10.1504/IJMLO.2017.084272

Karimi, S. (2016). Do learners' characteristics matter? An exploration of mobile-learning adoption in self-directed learning. *Computers in Human Behavior, 63,* 769-776. doi:10.1016/j.chb.2016.06.014

Kearney, M., Burden, K., & Schuck, S. (2019). Disrupting education using smart mobile pedagogies. In L. Daniela (Ed.), *Didactics of smart pedagogy: Smart pedagogy for technology enhanced learning* (pp. 139-157). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-030-01551-0_7

Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. *Research in Learning Technology, 20*(1), 1-17. doi:10.3402/rlt.v20i0.14406

Keengwe, J., & Bhargava, M. (2014). Mobile learning and integration of mobile technologies in education. *Education and Information Technologies, 19*(4), 737-746. doi:10.1007/s10639-013-9250-3

Kellam, H. (2021). A conceptual framework and evaluation tool for mobile learning experiences. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments (IJVPLE), 11*(1), 1-22. doi:10.4018/IJVPLE.2021010101

Keser, H., & Semerci, A. (2019). Technology trends, Education 4.0 and beyond. *Contemporary Educational Researches Journal, 9*(3), 39-49. doi:10.18844/cerj.v9i3.4269

Khaddage, F., Müller, W., & Flintoff, K. (2016). Advancing mobile learning in formal and informal settings via mobile app technology: Where to from here, and how? *Journal of Educational Technology & Society, 19*(3), 16-26. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.16

Kitchenham, B. A., Budgen, D., & Brereton, P. (2016). *Evidence-based software engineering and systematic reviews.* Boca Raton, FL: CRC Press. doi:10.1201/b19467

Knupfer, N. N. & McLellan, H. (2014). Descriptive research methodologies. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4th ed., pp. 1196-1212). Cham: Springer. doi:10.1007/978-1-4614-3185-5

Kopnina, H. (2015). Sustainability in environmental education: New strategic thinking. *Environment, Development and Sustainability, 17*(5), 987-1002. doi:10.1007/s10668-014-9584-z

Kossack, A., & Bogner, F. X. (2012). How does a one-day environmental education programme support individual connectedness with nature? *Journal of Biological Education, 46*(3), 180-187. doi:10.1080/00219266.2011.634016

Kozak, S., & Elliott, S. (2015). *Connecting the dots: Key strategies that transform learning for environmental education, citizenship and sustainability* (2nd ed.). North York: Learning for a Sustainable Future (LSF). Retrieved from https://lsf-lst.ca/media/LSF_Connecting_the_Dots_full_EN_web.pdf

Kronlid, D. O., & Öhman, J. (2013). An environmental ethical conceptual framework for research on sustainability and environmental education. *Environmental Education Research, 19*(1), 21-44. doi:10.1080/13504622.2012.687043

Kumar, B. A., & Mohite, P. (2018). Usability of mobile learning applications: a systematic literature review. *Journal of Computers in Education, 5*(1), 1-17. doi:10.1007/s40692-017-0093-6

Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile Learning and Organisation, 8*(3-4), 276-291. doi:10.1504/IJMLO.2014.067029

Lai, K. W., Khaddage, F., & Knezek, G. (2013). Blending student technology experiences in formal and informal learning. *Journal of Computer Assisted Learning, 29*(5), 414-425. doi:10.1111/jcal.12030

Larson, L. R., Green, G. T., & Cordell, H. K. (2011). Children's time outdoors: Results and implications of the National Kids Survey. *Journal of Park and Recreation Administration 29*(2), 1-20. Retrieved from https://js.sagamorepub.com/jpra/article/view/1089

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research, 86*(3), 681-718. doi:10.3102/0034654315627366

**Lee, S. Y., & Yoon, S. Y. (2020). Exploring augmented reality for mobile learning: A case study with children's readings on environmental sustainability. *International Journal of Smart Technology and Learning, 2*(2-3), 151-165. doi:10.1504/IJSMARTTL.2020.112152

Liefländer, A. K., Fröhlich, G., Bogner, F. X., & Schultz, P. W. (2013). Promoting connectedness with nature through environmental education. *Environmental Education Research, 19*(3), 370-384. doi:10.1080/13504622.2012.697545

Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M., & Bano, M. (2021). Inquiry-based mobile learning in secondary school science education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(1), 1-23. doi:10.1111/jcal.12505

Liu, G. Z., & Hwang, G. J. (2010). A key step to understanding paradigm shifts in e-learning: Towards context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology, 41*(2), 131-139. doi:10.1111/j.1467-8535.2009.00976.x

Liu, M., Scordino, R., Geurtz, R., Navarrete, C., Ko, Y., & Lim, M. (2014). A look at research on mobile learning in K-12 education from 2007 to the present. *Journal of Research on Technology in Education, 46*(4), 325-372. doi:10.1080/15391523.2014.925681

Loh, X. K., Lee, V. H., Loh, X. M., Tan, G. W. H., Ooi, K. B., & Dwivedi, Y. K. (2021). The dark side of mobile learning via social media: How bad can it get? *Information Systems Frontiers.* Advance online publication. doi:10.1007/s10796-021-10202-z

Maina-Okori, N. M., Koushik, J. R., & Wilson, A. (2018). Reimagining intersectionality in environmental and sustainability education: A critical literature review. *The Journal of Environmental Education, 49*(4), 286-296. doi:10.1080/00958964.2017.1364215

Martiniello, L., & Paparella, N. (2016). Educational research between on devices and mobile learning. *Research on Education and Media, 8*(2), 5-9. doi:10.1515/rem-2016-0012

Martusewicz, R. A., Edmundson, J. & Lupinacci, J. (2020). Teaching for the commons: Educating for diverse, democratic, and sustainable communities (2020). In R. A. Martusewicz, J. Edmundson, & J. Lupinacci (Eds.), *EcoJustice education: Toward diverse, democratic, and sustainable communities* (3rd ed, pp. 275-304). New York, NY: Routledge. doi:10.4324/9780429020049

Merchant, G. (2012). Mobile practices in everyday life: Popular digital technologies and schooling revisited. *British Journal of Educational Technology, 43*(5), 770-782. doi:10.1111/j.1467-8535.2012.01352.x

Monroe, M. C., Ballard, H. L., Oxarart, A., Sturtevant, V. E., Jakes, P. J., & Evans, E. R. (2016). Agencies, educators, communities and wildfire: Partnerships to enhance environmental education for youth. *Environmental Education Research, 22*(8), 1098-1114. doi:10.1080/13504622.2015.1057555

Moya, S., & Camacho, M. (2021a). Developing a framework for mobile learning adoption and sustainable development. *Technology, Knowledge and Learning.* Advance online publication. doi:10.1007/s10758-021-09537-y

Moya, S., & Camacho, M. (2021b). Identifying the key success factors for the adoption of mobile learning. *Education and Information Technologies, 26*(4), 3917-3945. doi:10.1007/s10639-021-10447-w

Bukharaev, N., & Altaher, A. W. (2017). Mobile learning education has become more accessible. *American Journal of Computer Science and Information Technology, 5*(2), 1-5. doi:10.21767/2349-3917.100005

NetNewsLedger (2019, June 25). *Why mobile learning is the future of education on the go.* Retrieved from http://www.netnewsledger.com/2019/06/25/why-mobile-learning-is-the-future-of-education-on-the-go/

Newman, M., & Gough, D. (2020). Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application. In O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond, & K. Buntins (Eds.), *Systematic reviews in educational research* (pp. 3-22). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-658-27602-7_1

Nikolopoulou, K., Gialamas, V., Lavidas, K., & Komis, V. (2021). Teachers' readiness to adopt mobile learning in classrooms: A study in Greece. *Technology, Knowledge and Learning, 26*(1), 53-77. doi:10.1007/s10758-020-09453-7

Odabasi, M., Uzunboylu, H., Popova, O., Kosarenko, N. & Ishmuradova, I. (2019). Science education and mobile learning: A content analysis review of the Web of Science database. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 14*(22), 4-18. doi:10.3991/ijet.v14i22.11744

Onwuegbuzie, A. J., & Frels, R. (2016). *Seven steps to a comprehensive literature review: A multimodal and cultural approach.* London: Sage.

Otterborn, A., Schönborn, K., & Hultén, M. (2019). Surveying preschool teachers' use of digital tablets: General and technology education related findings. *International Journal of Technology and Design Education, 29*(4), 717-737. doi:10.1007/s10798-018-9469-9

Pachler, N., Bachmair, B., & Cook, J. (2010). *Mobile learning: Structures, agency, practices.* New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-1-4419-0585-7

Palmer, T. A., Burke, P. F., & Aubusson, P. (2017). Why school students choose and reject science: A study of the factors that students consider when selecting subjects. *International Journal of Science Education, 39*(6), 645-662. doi:10.1080/09500693.2017.1299949

Paul, A., & Byron, M. (2014). What are environmental education outcomes? In A. Russ (Ed.), *Measuring environmental education outcomes* (pp. 6-8). Washington, DC: North American Association for Environmental Education (NAAEE). Retrieved from https://cdn.naaee.org/sites/default/files/eepro/resource/files/meeo-2014v2.pdf

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14,* 47-61. doi:10.1016/j.edurev.2015.02.003

Peffer, T. E., Bodzin, A. M., & Smith, J. D. (2013). The use of technology by nonformal environmental educators. *The Journal of Environmental Education, 44*(1), 16-37. doi:10.1080/00958964.2012.688775

Petticrew, M., & Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide* (2nd ed.). Malden, MA: Blackwell Publishing. doi:10.1002/9780470754887

Prezioso, G., Ceci, F., & Za, S. (2021). Is this what you want? Looking for the appropriate digital skills set. In C. Metallo, M. Ferrara, A. Lazazzara, & S. Za, (Eds.), *Digital transformation and human behavior: Innovation for people and organisations* (pp. 69-86). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-030-47539-0_6

Qazi, A., Hardaker, G., Ahmad, I. S., Darwich, M., Maitama, J. Z., & Dayani, A. (2021). The role of information & communication technology in e-learning environments: A systematic review. *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Access, 9,* 45539-45551. doi:10.1109/ACCESS.2021.3067042

Qureshi, M. A., Khaskheli, A., Qureshi, J. A., Raza, S. A., & Yousufi, S. Q. (2021). Factors affecting students' learning performance through collaborative learning and engagement. *Interactive Learning Environments.* Advance online publication. doi:10.1080/10494820.2021.1884886

Qureshi, M. I., Khan, N., Hassan Gillani, S. M. A., & Raza, H. (2020). A systematic review of past decade of mobile learning: What we learned and where to go. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, 14*(6), 67-81. doi:10.3991/ijim.v14i06.13479

Randolph, J. J. (2009). A guide to writing the dissertation literature review. *Practical Assessment, Research, and Evaluation, 14*(1), 1-13. doi:10.7275/b0az-8t74

Rao, S., & Moon, K. (2021). Literature search for systematic reviews. In S. Patole (Ed.), *Principles and practice of systematic reviews and meta-analysis* (pp. 11-31). Cham: Springer. doi:10.1007/978-3-030-71921-0

Reid, A. (2019). Blank, blind, bald and bright spots in environmental education research. *Environmental Education Research, 25*(2), 157-171. doi:10.1080/13504622.2019.1615735

Reychav, I., Dunaway, M., & Kobayashi, M. (2015). Understanding mobile technology-fit behaviors outside the classroom. *Computers & Education, 87,* 142-150. doi:10.1016/j.compedu.2015.04.005

Ridley, D. (2012). *The literature review: A step-by-step guide for students* (2nd ed.). London: Sage.

Prensky, M. (2016). *Education to better their world: Unleashing the power of 21st-century kids.* New York, NY: Teachers College Press.

Pimmer, C. (2016). Mobile learning as boundary crossing: An alternative route to technology-enhanced learning? *Interactive Learning Environments, 24*(5), 979-990. doi:10.1080/10494820.2015.1128211

Rogers, Y., Connelly, K., Hazlewood, W., & Tedesco, L. (2010). Enhancing learning: A study of how mobile devices can facilitate sensemaking. *Personal and Ubiquitous Computing, 14*(2), 111-124. doi:10.1007/s00779-009-0250-7

Ruchter, M., Klar, B., & Geiger, W. (2010). Comparing the effects of mobile computers and traditional approaches in environmental education. *Computers & Education, 54*(4), 1054-1067. doi:10.1016/j.compedu.2009.10.010

Saikat, S., Dhillon, J. S., Wan Ahmad, W. F., & Jamaluddin, R. (2021). A systematic review of the benefits and challenges of mobile learning during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences, 11*(9), 459-673. doi:10.3390/educsci11090459

Salavera, C., Usán, P., & Teruel, P. (2019). Contextual problems, emotional intelligence and social skills in Secondary Education students. Gender differences. Annales Médico-psychologiques, *Revue Psychiatrique, 177*(3), 223-230. doi:10.1016/j.amp.2018.07.008

Santos, I. M., & Ali, N. (2012). Exploring the uses of mobile phones to support informal learning. *Education and Information Technologies, 17*(2), 187-203. doi:10.1007/s10639-011-9151-2

Schaal, S., Grübmeyer, S., & Matt, M. (2012). Outdoors and Online-inquiry with mobile devices in pre-service science teacher education. *World Journal on Educational Technology, 4*(2), 113-125. Retrieved from http://archives.un-pub.eu/index.php/wjet/article/view/4-2-4/pdf_102

Schaal, S., & Lude, A. (2015). Using mobile devices in environmental education and education for sustainable development – Comparing theory and practice in a nation wide survey. *Sustainability, 7*(8), 10153-10170. doi:10.3390/su70810153

Schaal, S., Schaal, S., & Lude, A. (2015). Digital Geogames to foster local biodiversity. *International Journal for Transformative Research, 2*(2), 16-29. doi:10.1515/ijtr-2015-0009

Schneider, J., & Schaal, S. (2018). Location-based smartphone games in the context of environmental education and education for sustainable development: Fostering connectedness to nature with Geogames. *Environmental Education Research, 24*(11), 1597-1610. doi:10.1080/13504622.2017.1383360

Schuck, S., Aubusson, P., Burden, K., & Brindley, S. (2018). *Uncertainty in teacher education futures: Scenarios, politics and STEM.* Dordrecht: Springer. doi:10.1007/978-981-10-8246-7

Schuck, S., Kearney, M., & Burden, K. (2017). Exploring mobile learning in the third space. *Technology, Pedagogy and Education, 26*(2), 121-137. doi:10.1080/1475939X.2016.1230555

SCImago, (n.d.). *SJR – SCImago Journal & Country Rank* [Portal]. Retrieved from http://www.scimagojr.com

Sebastián-López, M., & de Miguel González, R. (2020). Mobile learning for sustainable development and environmental teacher education. *Sustainability, 12*(22), 975-988. doi:10.3390/su12229757

Selwyn, N. (2017). *Education and technology: Key issues and debates* (2nd ed.). London: Bloomsbury.

Sharples, M. (2015). Seamless learning despite context. In L. H. Wong, M. Milrad, & M. Specht (Eds.), *Seamless learning in the age of mobile connectivity* (pp. 41-55). Singapore: Springer. doi:10.1007/978-981-287-113-8_2

Siddaway, A. P., Wood, A. M., & Hedges, L. V. (2019). How to do a systematic review: A best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology, 70,* 747-770. doi:10.1146/annurev-psych-010418-102803

**Siu-Yung Jong, M. (2020). Promoting elementary pupils' learning motivation in environmental education with mobile inquiry-oriented ambience-aware fieldwork. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(7), 2504-2520. doi:10.3390/ijerph17072504

Song, Y. (2014). "Bring Your Own Device (BYOD)" for seamless science inquiry in a primary school. *Computers & Education, 74,* 50-60. doi:10.1016/j.compedu.2014.01.005

Song, Y., & Wen, Y. (2018). Integrating various apps on BYOD (Bring Your Own Device) into seamless inquiry-based learning to enhance primary students' science learning. *Journal of Science Education and Technology, 27*(2), 165-176. doi:10.1007/s10956-017-9715-z

Sönmez, A., Göçmez, L., Uygun, D., & Ataizi, M. (2018). A review of current studies of mobile learning. *Journal of Educational Technology and Online Learning, 1*(1), 12-27. doi:10.31681/jetol.378241

Soykan, E., & Uzunboylu, H. (2015). New trends on mobile learning area: The review of published articles on mobile learning in science direct database. *World Journal on Educational Technology: Current Issues, 7*(1), 31-41. doi:10.18844/wjet.v7i1.22

Stern, M. J., Powell, R. B., & Hill, D. (2014). Environmental education program evaluation in the new millennium: What do we measure and what have we learned? *Environmental Education Research, 20*(5), 581-611. doi:10.1080/13504622.2013.838749

Suárez, Á., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., & Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers & Education, 118,* 38-55. doi:10.1016/j.compedu.2017.11.004

Sung, Y. T., Chang, K. E., & Liu, T. C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education, 94,* 252-275. doi:10.1016/j.compedu.2015.11.008

The World Bank, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), & United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF) (2021). *The state of the global education crisis: A path to recovery – A joint UNESCO, UNICEF & World Bank Report.* Washington, DC: Authors. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380128

Todeschini, R., & Baccini, A. (2016). *Handbook of bibliometric indicators: Quantitative tools for studying and evaluating research.* Weinheim: John Wiley & Sons.

Traxler, J., & Kukulska-Hulme, A. (2016). *Mobile learning: The next generation.* New York, NY: Routledge.

Turner, A. (n.d.). How many smartphones are in the world? May 2022 mobile user statistics: Discover the number of phones in the world & smartphone penetration by country or region. *BankMyCell.* Retrieved from https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world#1579705085743-b3697bdb-9a8f

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) (2012). *Learning for the future: Competences in education for sustainable development.* Geneva: Author. Retrieved from https://unece.org/DAM/env/esd/ESD_Publications/Competences_Publication.pdf

United Nations International Strategy for Disaster Reduction Secretariat (UNISDR). (2015). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015 – 2030. Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR). Retrieved from https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf

UNESCO (2013). *Policy guidelines for mobile learning.* Paris: Author. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641

UNICEF (2022). *Where are we on education recovery?* New York, NY: Author. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381091

Uzunboylu, H., Cavus, N., & Ercag, E. (2009). Using mobile learning to increase environmental awareness. *Computers & Education, 52*(2), 381-389. doi:10.1016/j.compedu.2008.09.008

van der Haar, S., Segers, M., & Jehn, K. A. (2013). Towards a contextualized model of team learning processes and outcomes. *Educational Research Review, 10,* 1-12. doi:10.1016/j.edurev.2013.04.001

Veldman, M. A., & Kostons, D. (2019). Cooperative and collaborative learning: Considering four dimensions of learning in groups. *Pedagogische Studiën, 96*(2), 76-81. Retrieved from https://pedagogischestudien.nl/download?type=document&identifier=691230

Viberg, O., Andersson, A., & Wiklund, M. (2021). Designing for sustainable mobile learning – re-evaluating the concepts "formal" and "informal". *Interactive Learning Environments, 29*(1), 130-141. doi:10.1080/10494820.2018.1548488

Wals, A. E. (2011). Learning our way to sustainability. *Journal of Education for Sustainable Development, 5*(2), 177-186. doi:10.1177/097340821100500208

Wang, C., Fang, T., & Miao, R. (2018). Learning performance and cognitive load in mobile learning: Impact of interaction complexity. *Journal of Computer Assisted Learning, 34*(6), 917-927. doi:10.1111/jcal.12300

Wen, Y., Gwendoline, C. L. Q., & Lau, S. Y. (2021). ICT-supported home-based learning in K-12: A systematic review of research and implementation. *TechTrends, 65*(3), 371-378. doi:10.1007/s11528-020-00570-9

Wong, L. H. (2013). Enculturating self-directed learners through a facilitated seamless learning process framework. *Technology, Pedagogy and Education, 22*(3), 319-338. doi:10.1080/1475939X.2013.778447

Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research, 39*(1), 93-112. doi:10.1177/0739456X17723971

Yuan, Y. P., Tan, G. W. H., Ooi, K. B., & Lim, W. L. (2021). Can COVID-19 pandemic influence experience response in mobile learning? *Telematics and Informatics, 64,* 174-185. doi:10.1016/j.tele.2021.101676

Zharova, M. V., Trapitsin, S. Y., Timchenko, V. V., & Skurihina, A. I. (2020). Problems and opportunities of using LMS Moodle before and during COVID-19 quarantine: Opinion of teachers and students. In S. O. Shaposhnikov (Ed.), *Proceedings of 2020 Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) International Conference "Quality management, transport and information security, information technologies (IT&QM&IS)", Yaroslavl, Russia, September 7-11, 2020* (pp. 554-557). Saint Petersburg, Russia: IEEE. doi:10.1109/ITQMIS51053.2020.9322906

Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education, 94,* 1-17. doi:10.1016/j.compedu.2015.11.001

[1] Ο όρος «συνεργατική μάθηση» είναι η ελληνική μετάφραση των εννοιών «collaborative learning» και «cooperative learning», οι οποίες συμπίπτουν στο σημείο ότι δεν ταιριάζουν με την παθητική και μετωπική διδασκαλία (Qureshi, Khaskheli, Qureshi, Raza, & Yousufi, 2021· Veldman & Kostons, 2019). Παρόλα αυτά, ο πρώτος όρος προσβλέπει στην ατομική μαθητική πρόοδο κατά την εθελοντική επιτέλεση ενός από κοινού καθορισμένου στόχου, συρρικνώνοντας τυχόν ανάμειξη των διδασκόντων (Falcione, Campbell, McCollum, Chamberlain, Macias, Morsch, & Pinder, 2019). Αντίθετα, στη δεύτερη περίπτωση, οι ατομικές αρμοδιότητες των μαθητευομένων τίθενται σε αδιάκοπη διαπραγμάτευση στην εκάστοτε ομάδα και καθιστούν εμφανώς υπόλογα τα μέλη της για την επιτυχία της υπό τον ορατό συντονισμό του εκπαιδευτικού (Butera & Buchs, 2019).

[2] Το ανακαλυπτικό (discovery learning) και το διερευνητικό μοντέλο μάθησης (inquiry learning) διαφέρουν ως προς το κριτήριο πως το πρώτο είναι δασκαλοκεντρικό και το δεύτερο μαθητοκεντρικό. Ειδικότερα, στην ανακαλυπτική διδασκαλία, η εκλογή των προβλημάτων προς απάντηση, οι τακτικές εργασίας, τα διαθέσιμα δεδομένα και η ανάκυψη μιας λογικής λύσης που εμπεριέχει αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των φαινομένων επαφίενται στις οδηγίες του διδάσκοντα, ενώ στη διερευνητική διδασκαλία τα ανωτέρω αποφασίζονται διαισθητικά από τον αυτενεργό μαθητικό πληθυσμό (Furtak, Shavelson, Shemwell, & Figueroa, 2012· Hood Cattaneo, 2017). Ωστόσο, οι δύο όροι στη διεθνή βιβλιογραφία ως επί το πλείστον εναλλάσσονται ως ταυτόσημοι, γιατί αποσκοπούν αμφότεροι στην όξυνση της εμπράγματης και διανοητικής κριτικής ικανότητας των μαθητευομένων (Fahmi, Setiadi, Elmawati, & Sunardi, 2019· Hooser & Sabella, 2018).

[3] Πρόκειται για την παιδαγωγική μεταφορά της επιχειρηματικής πολιτικής «Bring Your Own Device (BYOD)», γνωστής και ως καταναλωτισμό πληροφορικής (Information Technology/ IT consumerization), όπου επιτρέπεται στους εργαζομένους η χρήση των δικών τους τεχνολογικών συσκευών για την εκμετάλλευση των προνομίων που παρέχει ο κάθε εργασιακός χώρος (Cochrane, Antonczak, Keegan, & Narayan, 2014· Kellam, 2021). Η προκείμενη προσέγγιση θεωρείται πως συνεισφέρει στην παραγωγικότητα και τα αισθήματα ηθικής αυτοαντίληψης και τεχνολογικής άνεσης των ατόμων, αν και έχουν εκφραστεί ενδοιασμοί σε σχέση με την πιθανότητα παραβίασης εμπιστευτικών/ απόρρητων δεδομένων των χρηστών (Moya & Camacho, 2021a, 2021b· Song, 2014).

Η αναφορά στο άρθρο γίνεται ως εξής:
Μουτσινάς, Γ., Καραματσούκη, Α. & Καραγιαννίδης, Χ. (2022). Η κινητή μάθηση «αειφορεί»; Βιβλιογραφική ανασκόπηση της αξιοποίησης φορητών συσκευών μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση για την αειφορία. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση για την Αειφορία*, *4*(1), 18-37. DOI: https://doi.org/10.12681/ees.30637

https://ejournals.epublishing.ekt.gr/index.php/enveducation/index