

Νέος Παιδαγωγός

online

Το δικτυακό περιοδικό για τον παιδαγωγό του σήμερα.

2020: Εικόνες από ελληνικά σχολεία
Δημοτικό Σχολείο Φουρνάς Ευρυτανίας



Διαδικτυακή έκδοση

<http://neospaidagogos.online>

20ο Τεύχος, Σεπτεμβρίου 2020

I.S.S.N.: 2241-6781

Σελ. 174	02.Θ.Ε. Το «γιατί», το «πώς» και το «διότι» όλων των αποδείξεων ότι $0,999...=1$ και η αντίληψη για το άπειρο και το απειροστό.
Σελ. 187	03.Θ.Ε. An outline of Augmented Reality educational applications
Σελ. 197	03.Θ.Ε. Οι νέες τεχνολογίες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και ο ρόλος του δασκάλου στην εισαγωγή τους.
Σελ. 203	03.Θ.Ε. Αξιοποιώντας ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια για τη διδασκαλία τον ηλεκτρισμού σε μαθητές του δημοτικού
Σελ. 213	04.Θ.Ε. Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για την κατανόηση των αλγοριθμικών δομών
Σελ. 223	07.Θ.Ε. Η χρήση της ψηφιακής αφήγησης στην εκπαίδευση
Σελ. 231	08.Θ.Ε. Απόψεις των Ειδικών παιδαγωγών για την αποτελεσματικότητα και λειτουργία της Παράλληλης Στήριξης σε μαθητές Δημοτικού με Δ.Α.Φ
Σελ. 239	08.Θ.Ε. Social, emotional and behavioral difficulties, and speech, language and communication difficulties in children: A teacher's perspective
Σελ. 248	08.Θ.Ε. Άτυπο αξιολογικό εργαλείο διάγνωσης δυσκολιών μάθησης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση
Σελ. 261	08.Θ.Ε. Διαφοροποιημένη διδασκαλία για την εκμάθηση αγγλικής και γαλλικής γλώσσας σε παιδιά του δημοτικού με μαθησιακές δυσκολίες και υποστηρικτικό υλικό
Σελ. 267	08.Θ.Ε. Ενίσχυση του αυτοπροσδιορισμού για τα ΑΜΕΑ μέσω προγραμμάτων παρέμβασης
Σελ. 277	08.Θ.Ε. Ένταξη και Συμπερίληψη στο Ελληνικό Σχολείο
Σελ. 287	08.Θ.Ε. Μελέτη περίπτωσης μαθητή με ΔΕΠ-Υ
Σελ. 294	08.Θ.Ε. Ο ρόλος των οικογενειακών/περιβαλλοντικών παραγόντων στην εμφάνιση των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών
Σελ. 304	08.Θ.Ε. Ο συμβουλευτικός ρόλος του εκπαιδευτικού στη θεραπευτική προσέγγιση των προβλημάτων συμπεριφοράς. Μελέτες Περίπτωσης.
Σελ. 312	08.Θ.Ε. Οι απόψεις των Ειδικών Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για τη συνεργασία με τους γονείς των μαθητών

Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση για την κατανόηση των αλγοριθμικών δομών

*Εμμανουήλ Φωκίδης, Επίκουρος Καθηγητής, fokides@aegean.gr
Βέρα Χυσενάι, Εκπαιδευτικός Π.Ε.86, M.Ed. hisvera@gmail.com*

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από έρευνα στην οποία αξιοποιήθηκε η εκπαιδευτική ρομποτική για τη διδασκαλία αλγοριθμικών δομών (δομή ακολουθίας, δομή επιλογής και δομή επανάληψης) σε μαθητές Λυκείου. Οργανώθηκαν δύο ομάδες των είκοσι μαθητών Β΄ τάξης, οι οποίοι διδάχθηκαν το ίδιο περιεχόμενο, η μεν πρώτη με τη χρήση υπολογιστών, η δε δεύτερη με τη χρήση Lego Mindstorms EV3. Οι διδακτικές παρεμβάσεις, σε κάθε ομάδα, διήρκησαν τέσσερα διδακτικά δίωρα. Δεδομένα συλλέχθηκαν με τη χρήση φύλλων αξιολόγησης και ερωτηματολογίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα που χρησιμοποίησε την εκπαιδευτική ρομποτική είχε καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με την άλλη. Η έρευνα κατέδειξε επίσης τη θετική στάση των μαθητών απέναντι στην εκπαιδευτική ρομποτική, ενώ παράλληλα αναδύθηκε η ανάγκη περαιτέρω διερεύνηση του θέματος.

Λέξεις-Κλειδιά: αλγοριθμικές δομές, εκπαιδευτική ρομποτική, προγραμματισμός, Lego Mindstorms EV

Εισαγωγή

Στη διδασκαλία της Πληροφορικής, οι μαθητές αναμένεται όχι μόνο να είναι δέκτες γνώσεων, αλλά να είναι σε θέση να τις εφαρμόζουν στην πράξη. Έτσι, φτάνοντας στο Λύκειο, καλούνται να επιλύουν προγραμματιστικά προβλήματα, αξιοποιώντας τις γνώσεις τους σε βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως οι αλγοριθμικές δομές. Όμως, οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση των αλγορίθμων. Μάλιστα, τα προβλήματα είναι ακόμα πιο έντονα στους αρχάριους (Λαμπροπούλου & Ξυνόγαλος, 2011). Αναποτελεσματικοί τρόποι διδασκαλίας και διδακτικά εργαλεία που δεν παρακινούν το ενδιαφέρον, επιβαρύνουν ακόμα περισσότερο την κατάσταση. Η εκπαιδευτική ρομποτική (EP) είναι μια διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα εκπαιδευτική προσέγγιση. Οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα ρομπότ περισσότερο ως παιχνίδι, ενισχύοντας έτσι τα κίνητρα για μάθηση και το πνεύμα συνεργασίας (Κόμης, 2005). Παρόλα αυτά, παραμένει ασαφής η επίδραση της EP (Δημητριάδης, 2015) και εύλογα γεννάται το ερώτημα κατά πόσο μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση των αλγοριθμικών δομών. Έτσι, η παρούσα μελέτη διερευνά την επίδραση της EP στην κατανόηση των αλγοριθμικών δομών, αξιοποιώντας τα Lego Mindstorm EV3 σε μαθητές Λυκείου. Το κύριο ερευνητικό ερώτημα που εξετάστηκε είναι το κατά πόσο υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στις γνώσεις που αποκτούν οι μαθητές που χρησιμοποιούν την EP συγκριτικά με αυτούς που χρησιμοποιούν συμβατικά μέσα, όπως, έντυπο υλικό και υπολογιστές. Το σκεπτικό, η οργάνωση και τα αποτελέσματα της έρευνας, αναλύονται στις ενότητες που ακολουθούν.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού

Η διδασκαλία του προγραμματισμού περιλαμβάνεται σε ολοένα και περισσότερα προγράμματα σπουδών της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Rolandsson, & Skogh, 2014). Οι στόχοι περιστρέφονται γύρω από την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων για την κατανόηση προβλημάτων, τον σχεδιασμό αλγορίθμων και την εκμάθηση τεχνικών προγραμματισμού. Η ύλη περιλαμβάνει (α) βασικές προγραμματιστικές έννοιες, (β) το συντακτικό μιας γλώσσας και (γ) ένα προγραμματιστικό περιβάλλον. Παρουσιάζεται σταδιακά μια γλώσσα προγραμματισμού γενικού σκοπού και οι μαθητές επιλύουν προβλήματα αυξανόμενης δυσκολίας με τη χρήση της. Καθώς οι μαθητές δεν βρίσκουν ιδιαίτερα ελκυστικά τα παραπάνω, έχουν, γενικά, μια αρνητική στάση (Μπόκος, 2014). Ειδικά οι αρχάριοι προγραμματιστές αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα (Παπαδάκης & Ορφανάκης, 2015). Περιορίζονται στην επιφανειακή γνώση, δεν χρησιμοποιούν συγκεκριμένες στρατηγικές αντιμετώπισης προβλημάτων και ξοδεύουν πολύ λίγο χρόνο στην δοκιμή του κώδικα, κάνοντας μόνο μικρές διορθώσεις, αντί να αναδιαμορφώνουν σημαντικά τμήματα (Robins, Rountree, & Rountree, 2003). Ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η διδασκαλία των αλγοριθμικών δομών (ακολουθιακών δομών, δομών επιλογής και δομών επανάληψης), παρά τη σημαντικότητά τους, είναι σχετικά περιορισμένη (Dagdilelis, Satratzemi, & Evangelidis, 2004). Αυτές οι δυσκολίες οδηγούν σε εσφαλμένες ή ελλιπείς αντιλήψεις και γνώσεις (Dagdilelis et al., 2004). Πληθώρα εκπαιδευτικών προγραμματιστικών περιβαλλόντων έχουν αναπτυχθεί με στόχο να ξεπεραστούν τα παραπάνω προβλήματα. Μια από τις πιο επιτυχημένες προσπάθειες είναι τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού, τα οποία, με τη χρήση πλακιδίων (blocks), στοχεύουν στη μείωση των εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στον προγραμματισμό και στην αύξηση του ενδιαφέροντός τους. Εάν δύο μπλοκ δεν μπορούν να ενωθούν για να σχηματίσουν μια έγκυρη συντακτική δήλωση, το περιβάλλον το εμποδίζει, αποτρέποντας έτσι συντακτικά σφάλματα. Αυτό κάνει τον προγραμματισμό πιο φιλικό (Weintrop & Wilensky, 2017) και έχει σημαντικά μαθησιακά οφέλη και θετική επίδραση στις δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης (Grover, Pea, & Cooper, 2015). Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν τα μειονεκτήματα για τα εργαλεία που βασίζονται σε μπλοκ, όπως η μη κλιμάκωση των ευρημάτων σε μεγαλύτερα προγράμματα και η δυσκολία κατά τον καθορισμό εντολών με πολλά συστατικά, όπως οι μαθηματικοί τύποι (Brown, Kolling, & Altadmri, 2015).

Εκπαιδευτική ρομποτική

Οι περισσότερες χρήσεις της τεχνολογίας στα σχολεία, δυστυχώς, ενισχύουν τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας (Alimisis, 2013) αντί να στοχεύουν στη διαμόρφωση γνώσεων και ικανοτήτων που θα επιτρέψουν στη νεότερη γενιά να ενσωματωθεί επιτυχώς στο σύγχρονο τεχνολογικό περιβάλλον. Προς αυτή την κατεύθυνση μπορεί να συνεισφέρει η ΕΡ. Το ρομπότ είναι μια κατασκευή αποτελούμενη από διάφορα εξαρτήματα (τούβλα, γρανάζια, αισθητήρες, οθόνη, και ηλεκτρομηχανικά εξαρτήματα). Έτσι, οι χρήστες είναι ταυτόχρονα μηχανικοί και διερμηνείς συμπεριφοράς των ρομπότ (Gaudiello & Zibetti, 2016). Το ρομπότ ελέγχεται μέσω οπτικού προγραμματισμού,

που, όπως αναφέρθηκε, είναι φιλικός στους αρχάριους. Τα ρομπότ είναι ισχυρά μαθησιακά εργαλεία, καθώς ακολουθούν τις αρχές των "mind tools", όπως εκούσια εργασία, εποικοδομητικά και αυθεντικά καθήκοντα, συνεργασία και σκέψη (Mikropoulos & Bellou, 2013). Η βιβλιογραφία επισημαίνει σειρά θετικών επιπτώσεων από τη χρήση τους. Πέρα από τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, οι μαθητές μετατρέπονται από παθητικοί δέκτες γνώσεων σε "ερευνητές", αυξάνεται η συνεργατικότητα, η κριτική σκέψη και οι ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (Atmatzidou & Demetriadis, 2014). Επίσης, ενισχύονται οι μετα-γνωστικές ικανότητες, τα κίνητρα για μάθηση (Gaudiello & Zibetti, 2016), η δημιουργικότητα, η ανάληψη πρωτοβουλιών, το αίσθημα ευθύνης και η αυτοπεποίθηση (Ospennikova, Ershov, & Pjin, 2015). Ωστόσο, η χρήση της ΕΡ πρέπει να αποδειχθεί πως είναι κάτι παραπάνω από μια απλή μόδα (Benitti, 2012). Ορισμένοι ερευνητές επισημαίνουν ότι απαιτείται έρευνα για να εντοπιστούν αποτελεσματικοί τρόποι εργασίας με την ΕΡ (Atmatzidou & Demetriadis, 2014). Η ΕΡ από μόνη της δεν αρκεί ώστε να αλλάξει ο τρόπος σκέψης των μαθητών. Απαιτείται ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο ώστε να μπορέσουν να αναπτύξουν τη φαντασία τους, να εκφράζονται, να συνεργάζονται και να λαμβάνουν αποφάσεις (Alimisis, 2013). Πέραν τούτου, δεν υπάρχει συστηματική εισαγωγή της ΕΡ στα σχολικά προγράμματα των ευρωπαϊκών σχολικών συστημάτων. Βασικά εμπόδια είναι το κόστος και η χρονοβόρα φύση των ρομποτικών δραστηριοτήτων (Blikstein, 2013). Ένα άλλο πρακτικό πρόβλημα είναι η διαχείριση της αναστάτωσης που επικρατεί στην τάξη λόγω της κατασκευής των ρομπότ (Blikstein, 2013). Εκτός αυτού, οι μαθητές κατά την επίλυση προβλημάτων διαλέγουν συνήθως απρόβλεπτες λύσεις, καθιστώντας δύσκολο για τους εκπαιδευτικούς να παρακολουθήσουν την πρόοδο τους (Jormanainen & Sutinen, 2012).

Μέθοδος

Με βάση όσα αναφέρθηκαν, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σειρά διδακτικών παρεμβάσεων όπου χρησιμοποιήθηκε η ΕΡ και, συγκεκριμένα, τα Lego Mindstorms EV3 (Εικόνα 1) για τη διδασκαλία των αλγοριθμικών δομών σε μαθητές Λυκείου. Οι ερευνητικές υποθέσεις που εξετάστηκαν ήταν ότι σε σύγκριση με τη χρήση υπολογιστών: (ΕΥ1) η χρήση της ΕΡ επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με την κατανόηση των αλγοριθμικών δομών και (ΕΥ2) οι μαθητές θεωρούν τη χρήση της ΕΡ μια πιο ευχάριστη εμπειρία, κινητοποιούνται περισσότερο και συνεργάζονται καλύτερα. Ομάδα-στόχο αποτέλεσαν μαθητές της Β΄ τάξης λυκείου (σε αυτή την τάξη διδάσκονται συστηματικά οι αλγοριθμικές δομές) και, συγκεκριμένα, 40 μαθητές λυκείου της Αθήνας, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των 20 ατόμων. Η πρώτη ομάδα διδάχθηκε συμβατικά (με τη χρήση υπολογιστών), ενώ η δεύτερη διδάχθηκε με τη χρήση ΕΡ. Ακολουθώντας, σε γενικές γραμμές, το σχολικό εγχειρίδιο, το γνωστικό υλικό χωρίστηκε σε 4 ενότητες: (α) γενικά για τους αλγόριθμους, (β) ακολουθιακή δομή, (γ) δομή επιλογής και (δ) δομή επανάληψης. Επειδή τα παραπάνω θέματα δεν καλύπτονται εκτενώς, η ύλη εμπλουτίστηκε με περισσότερες δραστηριότητες (που αφορούσαν την επίλυση προβλημάτων σχετιζόμενων με την αλγοριθμική δομή που εξετάζονταν). Οι δραστηριότητες πήραν τη μορφή ενός σύντομου εγχειριδίου. Επειδή οι ομάδες

χρησιμοποίησαν διαφορετικό μέσο, οι δραστηριότητες ήταν ανάλογα προσαρμοσμένες. Για παράδειγμα, μια δραστηριότητα για τη δομή επιλογής στην ομάδα που χρησιμοποίησε υπολογιστές ήταν η ακόλουθη: "Το όζον αποτελεί έναν από τους ρύπους που προκαλούν μόλυνση στην ατμόσφαιρα. Να γράψετε πρόγραμμα το οποίο να δέχεται ως είσοδο έναν αριθμό. Αν είναι μεγαλύτερος του 200 να τυπώνεται το μήνυμα 'Το όζον πλησιάζει επικίνδυνα επίπεδα', αν είναι μεγαλύτερος του 300 να τυπώνεται το μήνυμα 'Το όζον ξεπέρασε τα επιτρεπτά επίπεδα' και αν ξεπερνά το 400 να τυπώνεται το μήνυμα 'Το όζον έφτασε σε επικίνδυνα επίπεδα'". Ανάλογη δραστηριότητα με τα Lego Mindstorms ήταν: "Δημιουργήστε ένα πρόγραμμα για το ρομπότ σας το οποίο αν προχωράει σε άσπρη επιφάνεια να κινείται με το 1/3 της μέγιστης ταχύτητάς του, αν προχωράει σε μπλε επιφάνεια να κινείται με τα 2/3 της μέγιστης ταχύτητάς του και αν προχωράει σε κόκκινη επιφάνεια να κινείται με τη μέγιστη ταχύτητά του".



Εικόνα 1. Lego Mindstorms EV3

Για κάθε ενότητα διατέθηκε ένα διδακτικό δίωρο. Ως προγραμματιστικό περιβάλλον επιλέχθηκε το Scratch (<https://scratch.mit.edu/>), που χρησιμοποιείται ευρέως για τη διδασκαλία προγραμματισμού σε μαθητές. Επίσης, τα Lego Mindstorms χρησιμοποιούν ένα παρόμοιο προγραμματιστικό περιβάλλον. Δύο επιπλέον δίωρα (πριν την έναρξη των παρεμβάσεων) διατέθηκαν ώστε οι μαθητές να εξοικειωθούν με τη χρήση του Scratch και των Lego Mindstorms. Οι μαθητές και των δύο ομάδων εργάστηκαν ομαδικά (4 άτομα σε κάθε ομάδα). Μετά από μία σύντομη εισαγωγή του εκπαιδευτικού, οι μαθητές εκτελούσαν μια πρώτη σειρά από δραστηριότητες. Στη συνέχεια, οι ομάδες παρουσίαζαν το πώς προσέγγισαν/επιλύσαν τις δραστηριότητες και ακολουθούσε

συζήτηση πάνω στα προβλήματα που αντιμετώπισαν, και στα συμπεράσματα που κατέληξαν. Μετά από την καταγραφή των κυριότερων σημείων από τον εκπαιδευτικό, οι μαθητές εκτελούσαν μια δεύτερη σειρά δραστηριοτήτων που είχε σκοπό να εμποδίσουν το αντικείμενο που εξετάζοταν. Δεδομένα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας: (α) pre-tests (για έλεγχο των πρότερων γνώσεων), (β) φύλλα αξιολόγησης (ένα για κάθε διδασκαλία) και (γ) delayed post-tests που χορηγήθηκαν περίπου δεκαπέντε μέρες μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων (για έλεγχο της διατηρησιμότητας των γνώσεων). Τα αξιολογητικά τεστ ήταν διαρθρωμένα έτσι ώστε: (α) να καλύπτεται ολόπλευρα το αντικείμενο της κάθε ενότητας και (β) να υπάρχει κλιμάκωση της δυσκολίας στις ερωτήσεις. Οι περισσότερες ήταν ανοιχτού τύπου (επίλυση προβλημάτων με διάφορες αλγοριθμικές δομές) και απαιτούσαν συνδυασμό γνώσεων και κριτική σκέψη. Επίσης, και στις δύο ομάδες χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε με σκοπό να εξετάσει τις απόψεις των χρηστών για το εκπαιδευτικό λογισμικό (Fokides, Atsikrasi, Kaimara, & Deliyannis, 2019). Από τους παράγοντες που περιλαμβάνει και εξαιτίας της αρθρωτής του φύσης, επιλέχθηκαν εκείνοι που ενδιέφεραν την παρούσα εργασία (ευχαρίστηση, διευκόλυνση της μάθησης, συνεργασία, ευκολία χρήσης και κίνητρα, τριάντα ερωτήσεις), όπως παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

Ανάλυση δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε, 40 μαθητές συμμετείχαν στη μελέτη, χωρισμένοι σε 2 ομάδες (Ομάδα1 = διδασκαλία με υπολογιστές, Ομάδα2 = διδασκαλία με ΕΡ). Στοιχεία για τη βαθμολογία στα φύλλα αξιολόγησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Αναλύσεις διασποράς μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA) επρόκειτο να διεξαχθούν για να συγκριθούν οι βαθμολογίες των μαθητών στα φύλλα αξιολόγησης. Πριν γίνει η ανάλυση, ελέγχθηκε το κατά πόσο πληρούνται οι προϋποθέσεις για τη διεξαγωγή ANOVA. Διαπιστώθηκε ότι τα δεδομένα σε κάποια φύλλα αξιολόγησης δεν είχαν κανονική κατανομή και η ομοιογένεια της διακύμανσης παραβιάστηκε σε κάποιες περιπτώσεις. Εφόσον παραβιάστηκαν οι προϋποθέσεις, διεξήχθη το Mann-Whitney U test, που είναι μη-παραμετρικό (Πίνακας 2). Διαπιστώθηκε ότι σε δύο από τα τρία φύλλα αξιολόγησης η Ομάδα2 είχε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα από την Ομάδα1 και το ίδιο ισχύει και για το delayed post-test. Με βάση τα παραπάνω, η ΕΥ1 επαληθεύεται σε σύγκριση με τη χρήση υπολογιστών, η χρήση της ΕΡ επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα αναφορικά με την κατανόηση των αλγοριθμικών δομών. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου παρατίθενται στον Πίνακα 3. Από αυτόν προκύπτει ότι σε όλους τους παράγοντες η Ομάδα2 είχε σαφώς καλύτερα αποτελέσματα. Συνεπώς, η ΕΥ2 μπορεί να γίνει αποδεκτή σε σύγκριση με τη χρήση υπολογιστών, οι μαθητές θεωρούν τη χρήση της ΕΡ μια πιο ευχάριστη εμπειρία, κινητοποιούνται περισσότερο και συνεργάζονται καλύτερα.

	Ομάδα1 (N = 20)		Ομάδα2 (N = 20)	
	M	SD	M	SD
Pre-test	19,89	5,92	23,00	7,38
Φύλλο αξιολόγησης 1 (max = 50)	40,94	4,44	40,70	6,08
Φύλλο αξιολόγησης 2 (max = 50)	26,86	10,38	40,25	3,93
Φύλλο αξιολόγησης 3 (max = 60)	27,22	4,76	37,90	8,72
Delayed post-test (max = 100)	49,92	7,93	75,13	7,11

Πίνακας 1. Αποτελέσματα φύλλων αξιολόγησης

	Mean rank scores		Mann-Whitney U	Z	p
	Ομάδα1	Ομάδα2			
Pre-test	17,03	21,73	135,50	-1,31	0,192
Φύλλο αξιολόγησης 1	19,00	19,95	171,00	-0,26	0,791
Φύλλο αξιολόγησης 2	12,03	26,23	45,50	-3,94	<0 ,001
Φύλλο αξιολόγησης 3	12,53	25,78	54,50	-3,67	<0 ,001
Delayed post-test	9,75	28,28	4,50	-5,13	< 0,001

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Mann-Whitney U test

Παράγοντας	Ομάδα1		Ομάδα2	
	M	SD	M	SD
Ευχαρίστηση	3,38	1,12	4,75	0,41
Διευκόλυνση της μάθησης	3,66	1,22	4,67	0,35
Συνεργασία	3,45	0,78	4,30	0,53
Ευκολία χρήσης	4,15	0,78	4,51	0,66
Κίνητρα	3,64	1,05	4,48	0,47

Πίνακας 3. Αποτελέσματα ερωτηματολογίου

Συζήτηση

Βασικός σκοπός της εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης της ΕΡ στην κατανόηση των αλγοριθμικών δομών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όντως επιφέρει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σύγκριση με τη χρήση υπολογιστών. Μία σειρά από παράγοντες μπορεί να διαμόρφωσαν αυτό το αποτέλεσμα. Στη διδασκαλία του προγραμματισμού, επειδή η εστίαση είναι στην εκμάθηση μιας γλώσσας και δεν δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην εκμάθηση στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων (Robins et al., 2003), οι μαθητές συναντούν σημαντικά εμπόδια και δυσκολίες (ιδιαίτερα οι αρχάριοι) (Μπόκος, 2014; Παπαδάκης & Ορφανάκης, 2015). Φαίνεται ότι η ενασχόληση με την ΕΡ τους απέτρεψε από το να έχουν την αίσθηση ότι μαθαίνουν μια γλώσσα

προγραμματισμού. Αντίθετα, τους επέτρεψε να εστιάσουν περισσότερο στο πρόβλημα που είχαν να αντιμετωπίσουν, τους ενέπλεξε σε αυθεντικές δραστηριότητες που απαιτούσαν σκέψη (Mikropoulos & Bellou, 2013) και τους έδωσε την χαρά ότι δημιουργούν/κατασκευάζουν κάτι χειροπιαστό. Ένα δεύτερο στοιχείο που πιθανώς να έπαιξε σημαντικό ρόλο, ήταν διαφορετική φύση της ανατροφοδότησης μεταξύ των μέσων που χρησιμοποίησαν οι δύο ομάδες. Η ανατροφοδότηση είναι σημαντικός παράγοντας μιας και βοηθάει στην επίτευξη των στόχων μέσω της αλληλεπίδρασης με το υλικό/μέσο (Gaudiello & Zibetti, 2016). Με τη χρήση της ΕΡ, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να διαπιστώσουν ίδιοι όμμασι το αποτέλεσμα του προγράμματος που δημιούργησαν, σε ποια σημεία λειτουργεί και πού δεν λειτουργεί, κάτι που συνιστά μια πολύ αποτελεσματική ανατροφοδότηση. Επιπρόσθετα, η μέθοδος διδασκαλίας έπαιξε και αυτή σημαντικό ρόλο. Αξιοποιήθηκε μια μαθητοκεντρική μέθοδος, όπου η εστίαση ήταν τα προβλήματα που έπρεπε να αντιμετωπίσουν -συνεργατικά- οι μαθητές, παρακινώντας τους να αποκτήσουν γνώσεις για να τις εφαρμόσουν αμέσως μετά (Jonassen & Hung 2012). Παρότι η ίδια μέθοδος ακολουθήθηκε και στην ομάδα που χρησιμοποίησε υπολογιστές, η ΕΡ φαίνεται ότι επέτρεψε την καλύτερη αξιοποίησή της και ότι υποβοήθησε καλύτερα τις συνεργατικές διαδικασίες μάθησης (Atmatzidou & Demetriadis, 2014). Μερικά ενδιαφέροντα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου. Σύμφωνα με αυτά, οι μαθητές της ομάδας ΕΡ θεώρησαν τη διαδικασία ιδιαίτερα διασκεδαστική, επιβεβαιώνοντας σχετικές έρευνες (ενδεικτικά, Atmatzidou, Markelis, & Demetriadis, 2008; Ospennikova et al., 2015). Εφόσον ο προγραμματισμός με ΕΡ θεωρήθηκε ως μια διασκεδαστική διαδικασία, αυτό, με τη σειρά του, βοήθησε τους μαθητές να είναι πιο δημιουργικοί (Atmatzidou, et. al., 2008). Σημαντικό επίσης στοιχείο είναι ότι οι μαθητές θεώρησαν ότι κινητοποιήθηκαν περισσότερο με τη χρήση ΕΡ, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα άλλων ερευνητών (Gaudiello & Zibetti, 2016). Οι μαθητές που έχουν ισχυρά κίνητρα για μάθηση είναι συχνά περισσότερο ενθουσιασμένοι και καταφέρνουν να επιτύχουν τους στόχους τους (Ospennikova et al., 2015). Το ίδιο ισχύει και για τη συνεργατικότητα, που φάνηκε να λειτουργήσει καλύτερα με τη χρήση ΕΡ (Atmatzidou & Demetriadis, 2014). Όλα τα παραπάνω, φαίνεται να λειτούργησαν συνδυαστικά, ενισχύοντας την αίσθηση των μαθητών ότι με τη χρήση ΕΡ διευκολύνθηκε ο τρόπος που μαθαίνουν προγραμματισμό (όπως καταγράφηκε από τη σχετική ομάδα ερωτήσεων), επιβεβαιώνοντας τη σχετική βιβλιογραφία (Gaudiello & Zibetti, 2016)

Συμπεράσματα

Παρά τα ενδιαφέροντα αποτελέσματα, υπάρχουν περιορισμοί που πρέπει να αναφερθούν. Το σχετικά περιορισμένο δείγμα καθιστά τη γενίκευση των αποτελεσμάτων δύσκολη. Ο αριθμός των παρεμβάσεων ήταν επίσης μικρός. Μεγαλύτερη διάρκεια και μεγαλύτερο δείγμα, θα επέτρεπαν την κατανόηση, σε βάθος, της επίδρασης της ΕΡ. Πιθανότατα, η χρήση και άλλων τεχνολογικών μέσων θα επέτρεπαν τον καλύτερο εντοπισμό των πλεονεκτημάτων ή μειονεκτημάτων της ΕΡ. Τέλος, ποιοτικά εργαλεία συλλογής δεδομένων, θα επέτρεπαν το σχηματισμό μιας πιο σφαιρικής εικόνας της εκπαιδευτικής αξίας της ΕΡ. Συνοψίζοντας, φαίνεται ότι η ΕΡ μπορεί να έχει

ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα. Ως εκ τούτου, ήδη σχεδιάζεται ένα εκτενέστερο πρόγραμμα παρεμβάσεων, με σκοπό το σχηματισμό μίας πιο ολοκληρωμένης εικόνας για την αποτελεσματικότητά της σε σχέση με τη διδασκαλία του προγραμματισμού.

Βιβλιογραφία

- Δημητριάδης, Σ. (2015). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Κόμης, Β. (2005). Εισαγωγή στη διδακτική της πληροφορικής. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Λαμπροπούλου, Κ., & Ξυνόγαλος, Σ. (2011). Σχεδίαση και ανάπτυξη ενός δικτυακού τύπου για την εκμάθηση του διαδικαστικού προγραμματισμού με τη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων. *Πρακτικά του Πανελληνίου Συνεδρίου Αξιοποίηση των ΤΠΕ στη Διδακτική Πράξη*. Ερμούπολη: Αυτοέκδοση.
- Μπόκος, Α. (2014). Ρομποτικά Εκπαιδευτικά Περιβάλλοντα: μελέτη της διαδικασίας προγραμματισμού (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Παπαδάκης, Σ., & Ορφανάκης, Β. (2015). Alice ή App Inventor. Ποιο προγραμματιστικό περιβάλλον να επιλέξω για τη διδασκαλία του προγραμματισμού στην Α' Λυκείου; *Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία*.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*, 43-50.
- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. *Proceedings of the International Conference of Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAPAR)*. Venice, Italy.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and "making" in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of Machines, Makers and Inventors*, 4, 1-21.

- Brown, N. C., Kolling, M., & Altadmri, A. (2015). Position paper: Lack of keyboard support cripples block-based programming. *Proceedings of the 2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop (Blocks and Beyond)*, 59-61. IEEE.
- Dagdilelis, V., Satratzemi, M., & Evangelidis, G. (2004). Introducing secondary education students to algorithms and programming. *Education and Information Technologies*, 9(2), 159-173.
- Eguchi, A. (2014). Robotics as a learning tool for educational transformation. *Proceeding of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education*. Padova, Italy.
- Fokides, E., Atsikpasi, P., Kaimara, P., & Deliyannis, I. (2019). Let players evaluate serious games. Design and validation of the Serious Games Evaluation Scale. *International Computer Games Association Journal*, 31(3), 1-22. doi: 10.3233/ICG-190111
- Gaudiello, I., & Zibetti, E. (2016). *Learning robotics, with robotics, by robotics: Educational robotics*. John Wiley & Sons.
- Grissom, R. J., & Kim, J. J. (2012). *Effect sizes for research: Univariate and multivariate applications (2nd ed.)*. New York, NY: Taylor & Francis.
- Grover, S., Pea, R., & Cooper, S. (2015). Designing for deeper learning in a blended computer science course for middle school students. *Computer Science Education*, 25(2), 199-237.
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2012). Problem-based learning. *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, 2687-2690.
- Jormanainen, I., & Sutinen, E. (2012). Using data mining to support teacher's intervention in a robotics class. *Proceedings of the 2012 IEEE Fourth International Conference On Digital Game And Intelligent Toy Enhanced Learning*, 39-46. IEEE.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Ospennikova, E., Ershov, M., & Iljin, I. (2015). Educational robotics as an inovative educational technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 18-26.
- Robins, A., Rountree, J., & Rountree, N. (2003). Learning and teaching programming: A review and discussion. *Computer Science Education*, 13(2), 137-172.
- Rolandsson, L., & Skogh, I. B. (2014). Programming in school: Look back to move forward. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(2), 12.

Weintrop, D., & Wilensky, U. (2017). Comparing block-based and text-based programming in high school computer science classrooms. *ACM Transactions on Computing Education*, 18(1), 3.