

Σύγχρονες τάσεις και ζητήματα για τον προγραμματισμό Η/Υ στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία

Γιώργος Φεσάκης¹, Ελισάβετ Μαυρουδή², Σταυρούλα Πραντσούδη²
gfsakis@aegean.gr, elmavroudi@aegean.gr, stapran@gmail.com

¹Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου
²Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Περίληψη

Η αναγνώριση της γενικής μορφωτικής αξίας του προγραμματισμού Η/Υ οδήγησε στην ένταξή του στο εκπαιδευτικό σύστημα, ακόμα και για παιδιά προσχολικής ηλικίας, κυρίως μέσω γλωσσών της οικογένειας της LOGO και ειδικών εκπαιδευτικών συλλογών ρομποτικής. Τα τελευταία χρόνια η εξέλιξη των διαθέσιμων περιβαλλόντων προγραμματισμού για παιδιά εγείρει νέα ζητήματα για την εκπαιδευτική έρευνα και πράξη. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται σύντομη επισκόπηση των εξελίξεων και των σύγχρονων τάσεων στον τομέα του προγραμματισμού για την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία και αναλύονται οι επιπτώσεις τους στην εκπαίδευση. Στην ανάλυση επιχειρείται η αναζήτηση της συνέχειας με το υπάρχον σώμα των ερευνών και προτείνεται η υιοθέτηση κατάλληλου θεωρητικού πλαισίου για την αξιοποίηση των νέων δυνατοτήτων του παιδικού προγραμματισμού στην εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: προγραμματισμός Η/Υ, προσχολική ηλικία, σημειωτική διαμεσολάβηση

Εισαγωγή

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται τα τελευταία χρόνια για την εισαγωγή των παιδιών στον προγραμματισμό των Η/Υ, από όσο το δυνατόν μικρότερη ηλικία, εδράζεται συχνά στο πλαίσιο της προσπάθειας προσέλκυσης περισσότερων παιδιών σε σπουδές σχετικές με τις θετικές επιστήμες και την τεχνολογία. Σπουδές, δηλαδή, στα γνωστικά πεδία που αναφέρονται συνοπτικά ως STEM (Science, Technology, Engineering and Math). Η προσέλκυση φοιτητών STEM βασίζεται στις προβλέψεις για αύξηση των σχετικών διαθέσιμων θέσεων εργασίας τα επόμενα χρόνια (Portelance et al., 2015). Πέρα, όμως, από τα ωφελιμιστικά επιχειρήματα, η μαθησιακή και εκπαιδευτική αξία του προγραμματισμού Η/Υ τεκμηριώνεται και σε παιδαγωγικές αρχές διατυπωμένες αρκετά νωρίτερα. Πρωτοπόρος εμφανίζεται ο Papert (1980), σύμφωνα με τον οποίο ο προγραμματισμός Η/Υ αναπτύσσει ανώτερες μορφές σκέψης, όπως η επίλυση προβλήματος και η δημιουργική σκέψη. Σύμφωνα με τον DiSessa (2000), τα περιβάλλοντα προγραμματισμού αποτελούν αναδομήσιμα μέσα, που επιτρέπουν στους χρήστες τους να οργανώνουν τη σκέψη τους με σαφήνεια κατά την επίλυση ενός προβλήματος. Στη διαδικασία αυτή, οι λύτες προσπαθούν να «διδάξουν» τη λύση του προβλήματος στον «μαθητή» Η/Υ, εκφράζοντας, παρατηρώντας και αποσαφηνίζοντας τη σκέψη τους και λαμβάνοντας ανάδραση από την εκτέλεση της λύσης, με αποτέλεσμα να διευκολύνονται, όχι μόνο στην επινόηση μιας λύσης, αλλά και στην καλλιέργεια της μεταγνωστικής ικανότητας. Οι Guzdial και Solloway (2002) παρουσιάζουν τον προγραμματισμό ως σύγχρονη μορφή εγγραμματοτισμού, όπως και οι δημιουργοί του περιβάλλοντος προγραμματισμού Scratch (Resnick et al., 2009). Τέλος, όλο και περισσότεροι ερευνητές προτάσσουν την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης ως εννοιολογικό πλαίσιο για την τεκμηρίωση της γενικής μορφωτικής αξίας του

προγραμματισμού των Η/Υ και της Πληροφορικής γενικότερα (Henderson et al., 2007; Lee et al., 2011; Wing, 2006; Μαυρουδή κ.ά., 2014). Τα τελευταία χρόνια, το περιεχόμενο της έννοιας του προγραμματισμού για παιδιά έχει μεταβληθεί σημαντικά, τόσο λόγω της επινόησης νέων εκπαιδευτικών γλωσσών προγραμματισμού, όσο και λόγω της εξάπλωσης των φορητών συσκευών και των εκπαιδευτικών σετ ρομποτικής και αυτοματισμού. Επίσης, μια σειρά οργανισμών όπως οι ACM/CSTA (<http://www.csta.acm.org>), Code.org (<http://code.org>), Code-to-Learn Foundation (<http://codetolearn.org>), CoderDojo (<http://coderdojo.com>) κ.α. παρέχουν πόρους και προγράμματα για τη διάδοση του προγραμματισμού σε παιδιά.

Στην παρούσα εργασία εστιάζουμε στην ανάλυση της κατάστασης που έχει διαμορφωθεί στο χώρο του προγραμματισμού Η/Υ κατά την προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία, γίνεται σύντομη ανασκόπηση των ερευνών για τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά, περιγράφονται οι εξελίξεις των περιβαλλόντων προγραμματισμού και γίνεται προσπάθεια αποκατάστασης της συνέχειας στο πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας, συνδέοντας την υπάρχουσα με πιθανές μελλοντικές κατευθύνσεις. Σκοπός της εργασίας είναι να τροφοδοτήσει το διάλογο για την αξιοποίηση του προγραμματισμού στην εκπαίδευση και την εξέταση της δυνατότητας εφαρμογής της θεωρίας της σημειωτικής διαμεσολάβησης (Stetsenko & Vianna, 2011) για τη σύνδεση της διδακτικής του προγραμματισμού με την εκπαιδευτική πράξη.

Ανασκόπηση των ερευνών για τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά

Μια από τις πρώτες αξιολογικές προσπάθειες εφαρμογής του προγραμματισμού σε μικρές ηλικίες αποτελεί αυτή της Perlman (1974; 1976). Η Perlman ανέπτυξε το σύστημα TORTIS, το οποίο αφορά ένα σύνολο απτών στοιχείων, για τον προγραμματισμό μιας ρομποτικής συσκευής εμπνευσμένης από τη χελώνα του Papert. Βασικός σχεδιαστικός στόχος της Perlman ήταν να υπερβεί το εμπόδιο της ανάγκης πληκτρολόγησης λεκτικών εντολών, ώστε να γίνουν διαθέσιμα τα πλεονεκτήματα της εκμάθησης γλωσσών προγραμματισμού και για παιδιά ηλικίας 3-4 ετών. Η πρόταση της Perlman ήταν αρκετά πετυχημένη και επηρέασε την ανάπτυξη γλωσσών όπως η TEACH (Solomon & Papert, 1975) και ρομποτικών συστημάτων όπως το Valiant Roamer Turtle Robot. Ωστόσο, οι περισσότερες έρευνες για τον προγραμματισμό Η/Υ στην προσχολική και την πρώτη σχολική ηλικία αφορούν τη γλώσσα LOGO (Papert, 1980), ή κάποια προσαρμογή αυτής. Ο Douglas Clements έχει μελετήσει συστηματικά τη χρήση της γλώσσας LOGO από παιδιά προσχολικής ηλικίας, με θετικά αποτελέσματα σε τομείς όπως η αποκλίνουσα σκέψη, ο εγγραμματισμός, τα μαθηματικά, η γεωμετρία και η κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη (Clements, 1999; 2002; Clements & Gullo, 1984; Clements & Meredith, 1992). Νεότερες έρευνες δείχνουν, επίσης, ότι παιδιά από την ηλικία των 4 ετών μπορούν να μάθουν απλές έννοιες προγραμματισμού Η/Υ, ενώ στην προσπάθειά τους αυτή αξιοποιούν και εξελίσσουν γνώσεις όπως η έννοια του αριθμού, η φωνολογική ενημερότητα και η δημιουργικότητα (Portelance et al., 2015). Τέλος, αναφέρεται ότι, με χρήση αναπτυξιακά κατάλληλης προσαρμογής της LOGO και ειδικά σχεδιασμένων μαθησιακών παρεμβάσεων, παιδιά του νηπιαγωγείου είχαν την ευκαιρία να ενισχύσουν την κατανόηση της έννοιας του αριθμού, να εφαρμόσουν έννοιες προσανατολισμού (δεξιά, αριστερά, εμπρός, πίσω) και να χρησιμοποιήσουν τα συμβατικά τους ονόματα, να αναπτύξουν στρατηγικές επίλυσης προβλήματος και να συνεργαστούν. Συγκεκριμένα, ανέπτυξαν προγραμματιστικές έννοιες όπως «εντολή», «εκτέλεση ακολουθίας εντολών» και «διόρθωση προγράμματος» (Fesakis et al., 2013).

Όσον αφορά τον προγραμματισμό με φυσικά αντικείμενα και εκπαιδευτικά ρομπότ, έρευνα του 1997 για τις στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων που ακολουθούν παιδιά 4-5 ετών

χρησιμοποιώντας το Valiant Roamer, αναφέρει, ότι δεν ανιχνεύθηκε σαφής ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης, ενώ η υποστήλωση (scaffolding) από τους εκπαιδευτικούς κρίνεται καθοριστική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων και μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Macchiusi, 1997). Πρόσφατες έρευνες υποστηρίζουν τα οφέλη που παρέχει η χρήση του Bee-Bot στα παιδιά, καθώς μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη της γραφής, της ανάγνωσης και εννοιών μαθηματικών, γεωγραφίας, φυσικών επιστημών, και ιστορίας (Ρεκάρονά, 2008), καθώς και στη διερεύνηση και εξέλιξη των αναπαραστάσεων των παιδιών για τις έννοιες της κατεύθυνσης και του προσανατολισμού (Κοκκόση κ.ά., 2014). Την ανάπτυξη μαθηματικών εννοιών και χωρικών ικανοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, με τη χρήση τηλεχειριζόμενων προγραμματιζόμενων ρομπότ και κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων, υποστηρίζουν επίσης οι Φεσάκης & Τασούλα (2006). Στο Δημοτικό σχολείο, η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί ως όχημα για την εισαγωγή σε προγραμματιστικές έννοιες και την ανάπτυξη ολοκληρωμένων λύσεων σε προβλήματα με ΤΠΕ, στο πλαίσιο διαθεματικών project (Τσοβόλας & Κόμης, 2005; 2011). Στη ανασκόπηση που επιχειρήσαν οι συγγραφείς, πέντε περίπου χρόνια πριν την δημοσίευση του παρόντος, (Fessakis et al., 2013) οι έρευνες σχετικά με τον προγραμματισμό από μικρά παιδιά σε περιβάλλοντα εκτός της LOGO ήταν πολύ λιγότερες (Morgado, 2005) και η συνεισφορά τους όχι τόσο σημαντική. Σήμερα, το σύνολο των διαθέσιμων περιβαλλόντων προγραμματισμού για μικρά παιδιά έχει μεταβληθεί σημαντικά, θέτοντας νέα όρια, προκλήσεις και ερωτήματα. Επιπλέον, τα ζητήματα των μακροχρόνιων επιπτώσεων, των διδακτικών μεθόδων, του σχεδιασμού κατάλληλων προγραμμάτων σπουδών και της ενημέρωσης εκπαιδευτικών και γονέων, παραμένουν ανοικτά.

Περιβάλλοντα προγραμματισμού για μικρά παιδιά

Για να γίνουν περισσότερο κατανοητά τα νέα δεδομένα και οι τάσεις που διαμορφώνονται για τον προγραμματισμό Η/Υ από μικρά παιδιά, παρουσιάζονται χαρακτηριστικά, διαθέσιμα περιβάλλοντα προγραμματισμού. Η ανασκόπηση των περιβαλλόντων αποκαλύπτει σημαντική μεταβολή σε σχέση με το πρόσφατο παρελθόν (Φεσάκης & Δημητράκοπούλου, 2006).

Scratch Jr

Το Scratch Jr (<http://www.scratchjr.org>) (Portelance et al., 2015) αποτελεί συνέχεια του περιβάλλοντος προγραμματισμού για παιδιά Scratch (Resnick et al., 2009), το οποίο αναπτύχθηκε από το Lifelong Kindergarten Learning group στο MIT, το 2007. Ειδικότερα, το Scratch Jr αναπτύχθηκε σε συνεργασία με το DevTech Research Group, του Πανεπιστημίου Tufts, με στόχο την προσαρμογή του Scratch στις ανάγκες και τις δυνατότητες των παιδιών ηλικίας 5-7 ετών. Το Scratch Jr επιτρέπει στα παιδιά να αναπτύξουν παιχνίδια και διαδραστικές ιστορίες, ενώ ο προγραμματισμός γίνεται παραθέτοντας και εμφωλεύοντας πλακίδια που αναπαριστούν τις δηλώσεις και τις εντολές της γλώσσας. Υιοθετεί τη μεταφορά της θεατρικής σκηνής, ενώ τα παιδιά μπορούν να ζωγραφίσουν τους χαρακτήρες και τα σκηνικά και να ηχογραφήσουν. Το Scratch Jr διανέμεται ως εφαρμογή στα λειτουργικά συστήματα Android και iOS και απευθύνεται στην γενιά των παιδιών που μεγαλώνει με Tablets και iPads.

Hopscotch

Το Hopscotch (<https://www.gethopscotch.com/>) αποτελεί εκπαιδευτικό περιβάλλον προγραμματισμού για παιδιά, με δυνατότητες και εννοιολογική δομή ανάλογη του Scratch.

Όπως και στο Scratch, ο προγραμματισμός Η/Υ προσεγγίζεται ως μέσο για δημιουργική έκφραση από όλους. Με το Hopscotch είναι εφικτό να διερευνηθούν και να προσεγγιστούν βασικές έννοιες της Πληροφορικής, όπως η αφαίρεση, οι μεταβλητές, οι λογικές εκφράσεις, οι υπό συνθήκη διακλαδώσεις, οι επαναλήψεις κ.α., σε ένα παιγνιώδες περιβάλλον. Στον δικτυακό τόπο του συστήματος υπάρχει πλούσιο υποστηρικτικό υλικό. Το Hopscotch ταυτίζεται περισσότερο με το Scratch παρά με το Scratch Jr, ωστόσο, μέχρι την έλευση του Jr ήταν ίσως το μοναδικό αντίστοιχο σε περιβάλλον iOS.

Kodable

Το Kodable (<http://www.kodable.com/>) είναι εμπορικό περιβάλλον εκμάθησης προγραμματισμού με πλακίδια, το οποίο συνοδεύεται από ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης της διδασκαλίας. Η γλώσσα προγραμματισμού μοιάζει περισσότερο με αυτή του LadyBug (περιγράφεται παρακάτω), παρά με του Scratch. Οι μαθητές καλούνται να προγραμματίσουν την έξοδο από ένα λαβύρινθο ενός διαμεσολαβητή (agent), ο οποίος κατανοεί ένα περιορισμένο ρεπερτόριο απλών εντολών. Η χρήση του Kodable είναι δυνατή πριν ακόμα κάποιος μάθει γραφή ή αριθμητική. Διαθέτει πρόγραμμα σπουδών στο οποίο, εκτός από τις γενικές ικανότητες του προγραμματισμού, καλλιεργούνται και στόχοι από άλλα γνωστικά αντικείμενα όπως τα Μαθηματικά. Εκτελείται σε iOS.

Tynker

Το Tynker (<https://www.tynker.com/>) είναι εμπορικά διαθέσιμο ολοκληρωμένο σύστημα υποστήριξης της διδασκαλίας μέσω διαδικτύου, με θέμα τον προγραμματισμό. Στο σύστημα περιλαμβάνεται ένα περιβάλλον προγραμματισμού με πλακίδια τύπου Scratch, το οποίο συνοδεύεται από λεπτομερείς μαθησιακές δραστηριότητες, οργανωμένες σε πλήρη προγράμματα σπουδών. Η χρήση του διευκολύνει γονείς, εκπαιδευτικούς και διευθυντές στη διαχείριση των μαθημάτων και την παρακολούθηση των αποτελεσμάτων. Με την παροχή λεπτομερών σχεδίων μαθημάτων, το συγκεκριμένο περιβάλλον επιδιώκει εφαρμοσιμότητα ακόμα και από εκπαιδευτικούς με ελάχιστες γνώσεις προγραμματισμού. Το μοντέλο διανομής του Tynker καταδεικνύει την τάση εμπορευματοποίησης της διδασκαλίας προγραμματισμού σε μικρά παιδιά.

NLVM LadyBug

Πρόκειται για μια σειρά μικροεφαρμογών με τον τίτλο Ladybug, οι οποίες διατίθενται ελεύθερα στη συλλογή National Library of Virtual Manipulatives του πολιτειακού πανεπιστημίου της UTAH (<http://nlvm.usu.edu/>). Αποτελούν αναπτυξιακά κατάλληλες προσαρμογές της γλώσσας Logo. Οι αναπτυξιακές προσαρμογές αφορούν τον περιορισμό του ρεπερτορίου των εντολών σε έξι: πίσω, εμπρός και στροφή δεξιά ή αριστερά κατά 45° ή 90°. Οι εντολές αναπαρίστανται με απλά κουμπιά και το πρόγραμμα σχηματίζεται ως μια ακολουθία πλακιδίων (tile programming). Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει το πρόγραμμα προσθαφαιρώντας εντολές και να το εκτελέσει ολόκληρο ή μέχρι κάποιο σημείο. Τα περιβάλλοντα αυτά έχουν μελετηθεί πειραματικά, με θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την ελκυστικότητα και τη μαθησιακή τους αξία (Fessakis et al., 2013).

Συλλογές εκπαιδευτικής ρομποτικής για παιδιά

Η εισαγωγή των παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας στον προγραμματισμό μπορεί να συνδυαστεί με υλικά και τεχνουργήματα, μέσω των συλλογών εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στο εμπόριο υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένες συλλογές για παιδιά, όπως τα Lego

WeDo/Lego Mindstorms, τα ρομπότ της Terrapin Software (Blue-Bot/Pro-Bot/Bee-Bot), τα σετ εκπαιδευτικού αυτοματισμού EGG-BOX και Learn & Go (σε συνδυασμό με το σετ ENGINO χρησιμοποιούνται επίσημα από το εκπαιδευτικό σύστημα στην Κύπρο - <http://goo.gl/8eqAxh>), ενώ θα μπορούσαν να κατασκευαστούν και ειδικές εφαρμογές με ανοικτά συστήματα όπως το Arduino, το Raspberry-Pi, τα littlebits ([http://littlebits.cc/=](http://littlebits.cc/)), τα προϊόντα της Parallax, κ.α.

Άλλα περιβάλλοντα και παιχνίδια

Στη λίστα με τις διαθέσιμες εφαρμογές (μερικές είναι ψηφιακά παιχνίδια) για εισαγωγή στον προγραμματισμό νεαρών παιδιών, συγκαταλέγονται ακόμα διάφοροι τίτλοι όπως Lightbot Jr 4+ Coding Puzzles (1-3), Move the Turtle. Programming for kids (1-6), Kodu Game Lab (3-12), AppInventor (6-12), Construct 2 (7-12), Terrapin Logo, (K+). Σε παρένθεση αναφέρονται οι σχολικές τάξεις για τις οποίες θεωρούνται κατάλληλα. Υπάρχουν ακόμη και επιτραπέζια παιχνίδια για παιδιά με θέμα τον προγραμματισμό Η/Υ (Crawley, 2014).

Συνοψίζοντας, παρατηρούμε ότι από την εποχή της LOGO και των προσαρμογών της έχει γίνει μετάβαση στην εποχή των διαφόρων επιλογών, εμπορικών και ελεύθερων, για την εισαγωγή των νεαρών παιδιών στον προγραμματισμό, επιλογών που εκτείνονται από παιχνίδια, μέχρι σετ ρομποτικής και ολοκληρωμένα συστήματα διδασκαλίας. Η επίδραση του Scratch στο σχεδιασμό των περισσότερων είναι εμφανής. Στα νέα περιβάλλοντα α) δεν υπάρχει το εμπόδιο της εκμάθησης του συντακτικού μιας κειμενικής γλώσσας προγραμματισμού καθώς και του κύκλου σύνταξη-μετάφραση-εκτέλεση, β) υποστηρίζονται πολυμέσα, διαφορετικά υποδείγματα προγραμματισμού και νέες μορφές μαθησιακών δραστηριοτήτων και γ) είναι δυνατή η διάθεση σε ταμπλέτες και μέσω διαδικτύου. Το τοπίο διαμορφώνεται εμφανώς διαφορετικό από το πριν 10 χρόνια αντίστοιχο και οι επιπτώσεις στην έρευνα και την εκπαιδευτική πράξη είναι σημαντικές.

Σύνοψη της υπάρχουσας κατάστασης και προτάσεις για το μέλλον

Η επαφή των παιδιών με τον προγραμματισμό Η/Υ και ρομποτικών διατάξεων, έχει από νωρίς αναφερθεί ως μαθησιακά σημαντική (DiSessa 2000; Papert, 1980). Μέσω της ενασχόλησης με τον προγραμματισμό, τα παιδιά μπορούν συνεργατικά να αναπτύξουν ικανότητα επίλυσης προβλήματος, δημιουργική σκέψη και μεταγνωστικές δεξιότητες. Για μεγάλο χρονικό διάστημα η LOGO κυριαρχεί στον παιδικό προγραμματισμό ως αυτόνομη γλώσσα προγραμματισμού και ως περιβάλλον ελέγχου ρομποτικών διατάξεων. Οι περισσότερες έρευνες επικυρώνουν πειραματικά τα οφέλη των περιβαλλόντων LOGO, μέσα από δομημένες δραστηριότητες και κατάλληλη διαχείριση από τους εκπαιδευτικούς. Τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί σημαντικές μεταβολές στο ζήτημα του προγραμματισμού Η/Υ από παιδιά. Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, παράλληλα με την ανάπτυξη ειδικά σχεδιασμένων περιβαλλόντων παιδικού προγραμματισμού, έχουν επιφέρει αλλαγές στο τοπίο και απαιτούν προσαρμογή της ερευνητικής ατζέντας και της εκπαιδευτικής πρακτικής. Στις σημαντικότερες αλλαγές συγκαταλέγονται οι εξής:

- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα είναι πλέον πολυμεσικά, με βασικό υπόδειγμα-μεταφορά τη θεατρική σκηνή. Δεν αφορούν απλώς τη μετακίνηση της χελώνας και τον έλεγχο του ίχνους της. Με τις γραφικές γλώσσες διευκολύνουν τη σύνταξη των προγραμμάτων, απαιτώντας ελάχιστη πληκτρολόγηση και απομνημόνευση εντολών και συντακτικών κανόνων. Τα συντακτικά λάθη αποφεύγονται εντελώς, καθιστώντας

μια σειρά ερευνητικών θεμάτων διδακτικής ανεπίκαιρα (π.χ. Εφόπουλος κ.ά., 2005; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000; Φεσάκης & Δημητρακοπούλου, 2005).

- Τα είδη των εφαρμογών-προβλημάτων (tasks) που καλούνται οι μαθητές να αντιμετωπίσουν δεν περιορίζονται στα γραφικά της χελώνας και τα μαθηματικά/γεωμετρικά προβλήματα. Οι νεαροί προγραμματιστές στοχεύουν σήμερα, επιπλέον, στη δημιουργική έκφραση, κατασκευάζοντας τεχνουργήματα όπως διαδραστικές κάρτες/αφίσες, ιστορίες, κινούμενα σχέδια και παιχνίδια. Η ποικιλία των προβλημάτων δίνει περισσότερες ευκαιρίες για εμπλοκή αγοριών και κοριτσιών στον προγραμματισμό.
- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν πριν την εξοικείωση με τη γραφή και την ανάγνωση λέξεων και αριθμών. Προκύπτει έτσι το ερώτημα της σειράς διδασκαλίας και του τρόπου αλληλεπίδρασης των δραστηριοτήτων.
- Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και το υποστηρικτικό υλικό είναι πλέον διαθέσιμα, όχι μόνο σε επιτραπέζιους Η/Υ, αλλά και σε φορητές συσκευές (tablets/iPads), καθιστώντας προσβάσιμο τον προγραμματισμό και εκτός σχολείου και την εμπλοκή των γονέων περισσότερο εφικτή.
- Υπάρχει τάση εμπορευματοποίησης της μάθησης του προγραμματισμού, με αρκετά περιβάλλοντα να κυκλοφορούν ως εμπορικά προϊόντα. Το στοιχείο αυτό καθιστά ιδιαίτερα σημαντικό το ρόλο της δημόσιας εκπαίδευσης στην άρση πιθανών ανισοτήτων.
- Τέλος, είναι διαθέσιμες μια σειρά από συλλογές προϊόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής για μικρά παιδιά, δίνοντας περισσότερες ευκαιρίες για εμπλοκή σε αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες που συνδυάζουν το λογισμικό με το υλικό.

Ο συνδυασμός όσων προηγήθηκαν καθιστά εμφανές το γεγονός ότι η διαθέσιμη τεχνολογία έχει ξεπεράσει σε ρυθμό την αντίστοιχη εκπαιδευτική έρευνα, το κύριο σώμα της οποίας αφορά τη γλώσσα LOGO. Νέες ερευνητικές κατευθύνσεις, σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των περιβαλλόντων προγραμματισμού, τις μακροχρόνιες επιπτώσεις τους, τη μετάβαση στα περιβάλλοντα προγραμματισμού για ενήλικες, τα προγράμματα σπουδών, τις μαθησιακές προσεγγίσεις, τη διδακτική της υπολογιστικής σκέψης, τα είδη των μαθησιακών δραστηριοτήτων, τον ρόλο και την προετοιμασία των εκπαιδευτικών κ.α., μπορούν να διερευνηθούν και να συνεισφέρουν στη βελτίωση της αξιοποίησης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία.

Για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της απαιτούμενης έρευνας, με τρόπο ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση και αμοιβαία πληροφόρηση με την εκπαιδευτική πράξη, θεωρούμε ότι απαιτείται ένα αρκετά ισχυρό θεωρητικό πλαίσιο, το οποίο θα μπορεί να ερμηνεύει τα φαινόμενα και να καθοδηγεί τη διατύπωση υποθέσεων και θεωριών. Για την περίπτωση του προγραμματισμού Η/Υ από παιδιά για την εισαγωγή τους στην υπολογιστική σκέψη, ως κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο προτείνεται η κοινωνικοπολιτισμική θεωρία και ιδιαίτερα η έννοια της σημειωτικής διαμεσολάβησης (Vygotsky, 1978), όπως αυτή αναλύεται σύμφωνα με τους Stetsenko & Vianna (2011). Μια χαρακτηριστική εφαρμογή του πλαισίου αυτού παρουσιάζεται από τους Bussi & Boni (2011), όπου οι συγγραφείς χρησιμοποιούν μια υλοποίηση της υπολογιστικής μηχανής του Pascal ως διαμεσολαβητικό υλικό τεχνουργήμα για την κατανόηση από τους μαθητές του θεσιακού συστήματος γραφής των αριθμών. Ακολουθώντας το συγκεκριμένο πλαίσιο, είναι σημαντικό να εντοπίσουμε τις πολιτισμικές πρακτικές και περιστάσεις όπου ο προγραμματισμός αποτελεί αυθεντική πρακτική, ώστε να σχεδιαστούν μαθησιακές καταστάσεις στις οποίες οι εμπλεκόμενοι μαθητές θα προβούν σε σημειωτική δράση παράγοντας σύμβολα (π.χ. λέξεις, σχέδια, χειρονομίες, γραπτά κείμενα)

και θα συνδέσουν την πράξη με το σώμα των γνώσεων που θα κατακτήσουν. Για παράδειγμα, η έννοια του αριθμού αξιοποιείται σε πολιτισμικά εργαλεία και όργανα (tools-instruments) όπως τα ημερολόγια, τα ζάρια, τα θερμομέτρα και ο κανόνας, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν στον σχεδιασμό μαθησιακών καταστάσεων για την αριθμητική. Ποιες είναι οι ανάλογες καταστάσεις για τον προγραμματισμό; Π.χ. ο συναγερμός, τα παιχνίδια, το ασανσέρ, τα φανάρια στην πόλη, ο θερμοστάτης κ.α. Τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και οι ρομποτικές διατάξεις θα μπορούν έτσι να περάσουν, από τη χρήση τους ως τεχνουργήματα, στη χρήση ως όργανα (instruments), μια διάκριση χρήσιμη στις ΤΠΕ. Σύμφωνα με τον Rabardel (1995), όργανο (σε διάκριση από το artifact) είναι μια μικτή οντότητα, η οποία αποτελείται από συστατικά δύο ειδών, τα τεχνουργήματα και τα σχήματα χρήσης (utilization schemes) (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008, p. 748). Τα σχήματα χρήσης είναι θεωρητικά εσωτερικές αναπαραστάσεις, από τις οποίες μπορούν να ανιχνευθούν επαγωγικά (συμπεραίνονται) εξωτερικά ίχνη όπως λέξεις, σχέδια, χειρονομίες κ.λπ.

Με άλλα λόγια, τα περιβάλλοντα προγραμματισμού για παιδιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία σημειωτικής διαμεσολάβησης κατά την έννοια του Vygotsky. Στο πλαίσιο κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, τα παιδιά καλούνται να παίξουν με το περιβάλλον προγραμματισμού/ρομποτικής, ενώ ο/η εκπαιδευτικός, με προσεκτική διαχείριση των διαδικασιών, βοηθά τους μαθητές να κατασκευάσουν συνδέσμους μεταξύ του προσωπικού τους νοήματος και των αντίστοιχων τυπικών εννοιών και νοημάτων της υπολογιστικής σκέψης και των άλλων πεδίων που εμπλέκονται στην περίπτωση των διεπιστημονικών δραστηριοτήτων. Η συστηματική εφαρμογή του προτεινόμενου θεωρητικού πλαισίου μπορεί να αξιοποιήσει σε μεγάλο βαθμό τα διαθέσιμα εργαλεία σε σχολικό περιβάλλον και να ξεκαθαρίσει το τοπίο από την πιθανή στρέβλωση λόγω του εμπορικού ενδιαφέροντος.

Αναφορές

- Bartolini Bussi, M. G., & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed., pp. 746–783). New York: Routledge.
- Bussi, M. G. B., & Boni, M. (2011). The Early Construction of Mathematical Meanings: Learning Positional Representation of Numbers. In Barbarin, O. A., & Wasik, B. H. (Eds.), *Handbook of child development and early education: Research to practice* (pp. 455–477). Guilford Press.
- Clements, D. H. (1999). The future of educational computing research: The case of computer programming. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1999(1), 147–179.
- Clements, D. (2002). Computers in Early Childhood Mathematics, *Contemporary Issues in Early Childhood*, 3(2), pp. 160-181.
- Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051–1058. doi:10.1037/0022-0663.76.6.1051.
- Clements, D. H., & Meredith, J. S. (1992). *Research on logo: Effects and efficacy*. Retrieved 16 April 2016 from http://el.media.mit.edu/logo-foundation/resources/papers/pdf/research_logo.pdf.
- Crawley, D. (2014). 12 games that teach kids to code – and are even fun, too. Retrieved 13 April 2016 from <http://venturebeat.com/2014/06/03/12-games-that-teach-kids-to-code/>.
- DiSessa, A. (2000). *Changing minds. Computers, learning, and literacy*. MIT Press.
- Fessakis, G., Gouli, E., Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education*, 63, 87–97.
- Guzdial, M., & Soloway, E. (2002). Log on education: teaching the Nintendo generation to program. *Communications of the ACM*, 45 (4), pp. 17-21.
- Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In *Proceedings of the 38th ACM SIGCSE* (pp.195–196), NY: ACM Press.

- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., et al. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.
- Macchiusi, L. (1997). Children, robotics and problem solving: Technology in the early childhood classroom. *Australian Educational Computing*, ISSN 0816-9020, vol. 12, no. 2.
- Morgado L. C. (2005). Framework for computer programming in preschool and kindergarten. Phd Thesis. Retrieved April 5 2016 from <http://goo.gl/bFcygG>.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. NY: Basic Books.
- Pekárová, J. (2008). Using a Programmable Toy at Preschool Age: Why and How? In *Proceedings of International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots* (pp. 112-121), Springer.
- Perlman, R. (1974). TORTIS - Toddler's Own Recursive Turtle Interpreter System. MIT AI Memo 311, Logo Memo 9. Retrieved 20 February 2016 from <http://goo.gl/OHoN3q>.
- Perlman, R. (1976). Using computer technology to provide a creative learning environment for preschool children. MIT AI Lab Logo Memo 24. Retrieved 20 March 2016 from <http://goo.gl/Tt0lrK>.
- Portelance, D.J., Strawhacker, A., & Bers, M.U. (2015). Constructing the ScratchJr programming language in the early childhood classroom. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-16.
- Rabardel P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : A. Colin.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernandez, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.
- Solomon, C. & Papert, S. (1975). Teach: A step toward more interactive programming. Logo Working Paper 43. MIT AI Lab, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA.
- Stetsenko, A., Vianna, E. (2011). Bridging developmental theory and educational practice: Lessons from the Vygotskian project. In Barbarin, O. A., & Wasik, B. H. (Eds.), *Handbook of child development and early education: Research to practice* (pp. 38-54), Guilford Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Εφόπουλος, Β., Ευαγγελίδης, Γ., Δαγδιλέλης, Β., & Κλεφτοδήμος Α. (2005). Οι δυσκολίες των αρχάριων Προγραμματιστών, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά του 3ου Πανελληνίου συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.
- Κοκκόση, Α., Μισορλή, Α., Λαβίδας, Κ., Κόμης, Β. (2014). Μελέτη των αναπαραστάσεων παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας για έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού μέσα από τη χρήση του προγραμματιζόμενου παιχνιδιού Bee-Bot, στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Ρέθυμνο.
- Μαυρουδή, Ε., Πέτρου, Αρ., Φεσάκης, Γ. (2014). Υπολογιστική Σκέψη: Εννοιολογική εξέλιξη, διεθνείς πρωτοβουλίες και προγράμματα σπουδών, στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης & Μ. Καλογιαννάκης (επιμ.), *Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 110-120), Ρέθυμνο.
- Τζιμογιάννης, Α., Κόμης, Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Εννιαίου Λυκείου, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Πάτρα.
- Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2011). Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σσ. 233- 242), Πάτρα.
- Τσοβόλας, Σ., Κόμης, Β. (2005). Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBO-LAB, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.
- Φεσάκης, Γ., Δημητράκοπούλου, Α. (2006). Επισκόπηση του χώρου των εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού ΗΥ: Τεχνολογικές και Παιδαγωγικές προβολές. *Θέματα στην Εκπαίδευση*, 7(3), 279-304.

- Φεσάκης, Γ., Δημητρακοπούλου, Δ. (2005). Γνωστικές δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την έννοια της προγραμματιστικής μεταβλητής και προτεινόμενες παρεμβάσεις, στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής"*, Κόρινθος.
- Φεσάκης, Γ., Τασούλα, Ε. (2006). Σχεδιασμός χειριζόμενης μέσω ΗΥ εκπαιδευτικής ρομποτικής διάταξης για την οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών και ανάπτυξη δεξιοτήτων αντίληψης χώρου από νήπια, *Αστρολάβος*, (6), 33-54.