

Διερευνητική μάθηση στο νηπιαγωγείο για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη συμβολή ψηφιακών και ρομποτικών εργαλείων

Ρατκίδου Φωτεινή¹, Τόζιου Σουλτάνα², Χατζηγεωργιάδου Σοφία³

¹ Μ.Εδ στην Κινησιολογία, Εκπαιδευτικός Π.Ε.60, Νηπιαγωγείο Άνω Μητρούσιου Σερρών
fratkidou@gmail.com

² Μ.Εδ. στη Διαχείριση και Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Μονάδων
Εκπαιδευτικός Π.Ε.60, 12^ο Νηπιαγωγείο Καλαμαριάς
taniatoziou@gmail.com

³ ΣΕΠ Πανεπιστημίου Λευκωσίας, Εκπαιδευτικός Π.Ε.60, 2^ο Πειραματικό Νηπιαγωγείο
Θεσσαλονίκης
chatzigeorgiadou.s@unic.ac.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το άρθρο αφορά στην υλοποίηση προγράμματος διερευνητικής μάθησης για τη διδασκαλία των χωρικών εννοιών μπρος, πίσω, δεξιά και αριστερά, καθώς και της έννοιας της διαδρομής, με τη χρήση ψηφιακών και ρομποτικών εργαλείων. Συγκεκριμένα, στο παρόν πρόγραμμα αξιοποιήθηκε το επιδαπέδιο ρομπότ BeeBot, το λογισμικό Οπτικού Προγραμματισμού Scratch, και διαδραστικός πίνακας. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση του προγράμματος ακολούθησε μία τροποποιημένη διαδοχή, τεσσάρων βημάτων δύο μοντέλων διερευνητικής μάθησης (Ματσαγγούρας, 2000• Kolb, 2014), επιχειρώντας την προσαρμογή τους στα δεδομένα της προσχολικής εκπαίδευσης. Σε κάθε φάση του προγράμματος αξιοποιήθηκαν λογισμικά με στόχο την αλλαγή του πλαισίου αναφοράς των παιδιών κατά την κίνηση αντικειμένου στον χώρο, πρώτα τον τρισδιάστατο και έπειτα τον δισδιάστατο (ψηφιακό). Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε σε τρεις τάξεις νηπιαγωγείου (60 παιδιά) 5 έως 6 ετών και τα αποτελέσματα του προγράμματος παρουσιάζουν σε ικανοποιητικό βαθμό την ανάπτυξη δεξιοτήτων αναπαράστασης της μαθηματικής γνώσης στο ψηφιακό περιβάλλον, μέσα από τις ομαδικές και ατομικές διερευνητικού τύπου δραστηριότητες.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: διερευνητική μάθηση, μαθηματικά, ΤΠΕ, προσχολική εκπαίδευση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία 15 χρόνια παρατηρείται αυξημένη αναγνώριση σχετικά με την ένταξη των νέων τεχνολογιών στα ΑΠΣ της προσχολικής ηλικίας (Plowman & Stephen, 2005). Οι ΤΠΕ στην εκπαίδευση έχουν τη δυνατότητα να ευνοήσουν νέου τύπου δεξιότητες όπως: δυνατότητα έκφρασης και διερεύνησης ιδεών, διαθεματική προσέγγιση της γνώσης, ανάπτυξη δεξιοτήτων επικοινωνίας, συνεργατικότητα, πειραματισμό, διερεύνηση των λαθών και αλγοριθμική προσέγγιση προβλημάτων (Κόμης, 2004). Οι εκπαιδευτικοί, οι οποίοι διακατέχονται από κονστρουκτιβιστικές πεποιθήσεις τείνουν να χρησιμοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες με μια πιο διερευνητική προσέγγιση και πρακτική, τοποθετώντας στο κέντρο της διδασκαλίας τους τον μαθητή (Hermans et al., 2008• Haugland, 1992, 1999).

Η κονστρακσιονιστική θεωρία του Papert (1980) που αποτελεί τη βάση για δραστηριότητες προγραμματιστικού τύπου έχει τις ρίζες της στις κονστρουκτιβιστικές/εποικοδομιστικές θεωρίες του Piaget (1954). Σύμφωνα με τον Piaget (1972), η μάθηση στον άνθρωπο δεν είναι αποτέλεσμα μετάδοσης της γνώσης, αλλά αποτελεί μία ενεργητική διαδικασία κατασκευής της γνώσης που βασίζεται στις εμπειρίες που αποκομίζονται από τον πραγματικό κόσμο και συνδέεται με την προσωπική, μοναδική στον καθένα προγενέστερη γνώση. Το παιδί χτίζει ενεργά την προσωπική του γνώση μέσω της εμπειρίας (Piaget, 1972), μέσω της φυσικής και διανοητικής άσκησης στα αντικείμενα ή στα φαινόμενα του περιβάλλοντος, καθώς και μέσω της αναπτυσσόμενης κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Vygotsky, 1978). Μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση με την έννοια του κοινωνικού κονστρουκτιβισμού, η μάθηση πραγματώνεται σε συγκεκριμένες επικοινωνιακές καταστάσεις κατά την υλοποίηση κοινών δραστηριοτήτων.

Ειδικότερα για την καλλιέργεια μαθηματικών δεξιοτήτων, όπως την ικανότητα περιγραφής κατευθύνσεων ή αποτύπωσης χωρικών εννοιών, οργανωμένες ομαδικές δραστηριότητες ενισχύουν

δεξιότητες που δύνανται να καλλιεργηθούν κατά την προσχολική ηλικία (Clements & Gullo, 1984• Komis & Misirli, 2012• Fessakis et al., 2013). Η συζήτηση, σε επίπεδο ομάδας, των συλλογισμών που εκφράζουν τα παιδιά και αφορούν στα μαθηματικά νοήματα, όπως αυτά διαμορφώνονται μέσω της διαπραγμάτευσης, θεωρούνται κοινά καθώς αποδίδεται από όλους τους συμμετέχοντες το ίδιο νόημα (Cobb, 2007• Roth & Lee, 2007).

Στο προηγούμενο πλαίσιο, η διερευνητική μάθηση αποτελεί την παιδαγωγική στρατηγική κατά την οποία οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με αυτές των ερευνητών με σκοπό την οικοδόμηση γνώσης (Keselman, 2003• Pedaste et al., 2015). Η διερευνητική μάθηση αποτελεί μία πολύπλευρη διαδικασία καθώς τα χαρακτηριστικά της σχετικά με τη μαθηματική εκπαίδευση επηρεάζονται ταυτόχρονα από άλλες προσεγγίσεις και πρακτικές (Newman et al., 2004• Towers, 2010), και αφορούν στη μάθηση μέσω κατανόησης, στην επίλυση προβλήματος στη ρεαλιστική μαθηματική εκπαίδευση και στην προσέγγιση της μοντελοποίησης (Artigue et al., 2012• Σκαμουρτζή & Βαϊτσίδα, 2019). Στη διερευνητική μάθηση ο μαθητής υποθέτει, ερευνά, αξιολογεί και εκφράζει τις δικές του προσωπικές αναπαραστάσεις (Artigue & Blomhøj, 2013).

Σύμφωνα με τον Ματσαγγούρα (2000), προτείνονται οκτώ βήματα υλοποίησης που μπορούν να συγχωνευτούν, ώστε να είναι πιο ευέλικτη η εφαρμογή τους και έχουν ως εξής: (a) προετοιμασία ψυχολογική και γνωσιολογική, (b) διατύπωση υποθέσεων, (c) συλλογή και οργάνωση δεδομένων, (d) αναλυτική επεξεργασία δεδομένων, (e) υπέρβαση δεδομένων, (f) εφαρμογές, (g) ανακεφαλαίωση, (h) μαθησιακή και μεταγνωστική αξιολόγηση. Πιο πρόσφατα, ο Kolb (2014) προτείνει τέσσερις φάσεις υλοποίησης των δραστηριοτήτων που έχουν ως εξής: (a) την εμπειρία, βάσει της οποίας γίνεται διαπραγμάτευση μίας νέας εμπειρίας/κατάστασης, (b) την παρατήρηση ασυνειπών μεταξύ εμπειρίας και κατανόησης στη νέα εμπειρία/κατάσταση, αναστοχαστική διάθεση, (c) τη διαμόρφωση της νέας ιδέας που προέκυψε την τροποποίηση της προϋπάρχουσας, (d) τον πειραματισμό, όπου οι μαθητές εφαρμόζουν τις ιδέες τους. Τα μοντέλα που προαναφέρθηκαν διαφοροποιούνται ανάλογα με το επιστημονικό και παιδαγωγικό υπόβαθρο των ερευνητών, ωστόσο περιγράφουν τις διαδοχικές φάσεις καταστάσεων προβληματισμού που αποτελούν πεδίο διερεύνησης, επίλυσης προβλήματος, αιτιολόγησης ως ατομική και συλλογική προσπάθεια.

Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ (2003) και το ΑΠΣ (2011) για το νηπιαγωγείο, οι μαθηματικές δραστηριότητες εστιάζονται στον ενεργητικό, βιωματικό και συνεργατικό τρόπο μάθησης, στην αξιοποίηση των προηγούμενων γνώσεων και εμπειριών των παιδιών, στην καλλιέργεια του ερευνητικού ενδιαφέροντος και στην εγκάρσια ενσωμάτωση στο διδακτικό σχεδιασμό των Τ.Π.Ε. Μέσω αυτών οι μαθητές μαθαίνουν να επεξεργάζονται και να αξιοποιούν νέα δεδομένα, να συγκρίνουν και να μετασχηματίζουν απλές σχέσεις και διαδικασίες με τη δοκιμή και τον έλεγχο. Να ενδιαφέρονται να επινοούν και να επιλύουν προβλήματα και να αξιοποιούν τη σύγχρονη τεχνολογία. Από τα προηγούμενα, είναι εμφανής η ταύτιση των στόχων και του περιεχομένου του αναλυτικού προγράμματος για τη μαθηματική εκπαίδευση στο νηπιαγωγείο με τους στόχους και το περιεχόμενο της διερευνητικής μάθησης.

Ειδικά στην κατανόηση των χωρικών εννοιών (μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά) εμπλέκεται η βιωματική εκπαίδευση μέσω της κίνησης στον χώρο, καθώς και η έννοια της διαδρομής. Κατά τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, τα παιδιά αναπτύσσουν ειδικές ικανότητες, όπως να αντιλαμβάνονται κάποιες σχέσεις και συνδυασμούς είτε σε ομάδα είτε ατομικά. Συγκεκριμένα, η έννοια της διαδρομής είναι το μετέπειτα στάδιο της εκμάθησης των βασικών χωρικών εννοιών (Τζεκάκη, 2011), καθώς η διαδρομή δεν αποτελεί την απομνημόνευση μιας προσχεδιασμένης πορείας, αλλά εμπλέκει την ικανότητα να ανακαλεί κάποιος τα βήματα με τα οποία φτάνει από ένα σημείο σε ένα άλλο με βάση κάποια στοιχεία ή σημεία αναφοράς που βρίσκονται στον περιβάλλοντα χώρο, τα οποία επηρεάζουν τη σειρά των παραπάνω βημάτων (Τζεκάκη, 1998).

Σχετικά με τις έννοιες του προσανατολισμού (εμπρός, πίσω, δεξιά, αριστερά) και της απόστασης (μακριά, κοντά), τα προγραμματιζόμενα παιχνίδια στην προσχολική ηλικία παρέχουν καινούργια περιβάλλοντα μάθησης (Γαρταγάνη κ.α., 2013). Μέσα από την εκπαιδευτική ρομποτική οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης, καθώς στόχος τους είναι η ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων των μαθητών/τριών που σχετίζονται με την οικοδόμηση νέας γνώσης μέσα από την ανακάλυψη, τη συνεργασία και την επίλυση προβλημάτων (Gura, 2007). Με τους πειραματισμούς και τις συνεχείς δοκιμές εννοείται η ανάπτυξη προβληματισμού, κριτικής, διορατικότητας, πρωτοτυπίας, δημιουργικής σκέψης (Dagdilelis et al., 2005). Γενικότερα, η υπολογιστική σκέψη αποτελεί μια προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού συστημάτων και

κατανόησης της ανθρώπινης συμπεριφοράς, η οποία βασίζεται σε θεμελιώδεις έννοιες προγραμματισμού (Wing, 2008). Πρόσθετα χαρακτηριστικά της είναι η δημιουργία αντικειμένων, η κατανόηση και η εφαρμογή αυτοματισμού και συμπίπτει με άλλους τύπους σκέψης όπως την αλγοριθμική, την μηχανική και τη μαθηματική σκέψη (Wing, 2008•Lee κ.α., 2011).Επομένως, η εκπαιδευτική ρομποτική και η υπολογιστική σκέψη γενικότερα φαίνεται να αποτελούν σημαντικές προσεγγίσεις σε συνδυασμό με τη διερευνητική μάθηση, κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση προγραμμάτων διδασκαλίας μαθηματικών εννοιών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πρόγραμμα που ακολουθεί σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε σε τρεις τάξεις νηπιαγωγείου (60 παιδιά), ηλικίας 5-6 ετών, για χρονικό διάστημα δύο εβδομάδων (έξι διδακτικές ώρες). Πραγματοποιήθηκε ημερολογιακή καταγραφή των δραστηριοτήτων και των παρατηρήσεων των νηπιαγωγών μέσα από το πρίσμα μιας ποιοτικής ερμηνείας των δεδομένων αποτύπωσης (φωτογραφίες, καταγραφές οθόνης και ηχογραφήσεις των συζητήσεων στην ολομέλεια) της υλοποίησης.

Επιχειρήθηκε η εφαρμογή της διερευνητικής μάθησης, η οποία πραγματοποιήθηκε σε συνεργατικό περιβάλλον και περιελάμβανε την εξερεύνηση και μοντελοποίηση προβληματισμών, τη διατύπωση ερωτημάτων, υποθέσεων, την καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων και την επίτευξη κοινών στόχων, ενθαρρύνοντας την φαντασία και χρήση λογικής (Maab & Artigue, 2013• Newman et al., 2004). Το πρόγραμμα που σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ήταν ενταγμένο στις μαθησιακές περιοχές «Μαθηματικά» και «Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)» του νέου αναλυτικού προγράμματος του νηπιαγωγείου (ΑΠΣ, 2011).

Κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του προγράμματος, επιχειρήθηκε ο συνδυασμός των δύο προαναφερθέντων μοντέλων διερευνητικής μάθησης και όχι η ξεκάθαρη εφαρμογή ενός από τα δύο. Αυτή η τροποποίηση πραγματοποιήθηκε, καθώς η εφαρμογή απευθυνόταν (α) σε παιδιά νηπιαγωγείου και η πορεία της έρευνας θα μπορούσε να προχωρήσει σε συγκεκριμένο περιορισμένο βάθος, (b) οι μαθηματικές έννοιες του χώρου και της διαδρομής σε αυτόν αφορούν σε βιωματικά κατεκτημένες γνώσεις μέσα από τις μετακινήσεις των παιδιών στον χώρο, οι οποίες έχουν ένα συγκεκριμένο πλαίσιο αναφοράς για όλα τα παιδιά, το ίδιο τους το σώμα και (c) οι έννοιες του χώρου αποτελούν απλές έννοιες με περιορισμένο εύρος και ποικιλία εφαρμογών. Βάσει των προηγούμενων, οι διαμορφωμένες φάσεις προσδιορίστηκαν σε τέσσερις και είχαν ως εξής (α) πρόκληση του ενδιαφέροντος των παιδιών βάσει μίας νέας κατάστασης, (b) παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων και εφαρμογές, (c) ανακεφαλαίωση μέσα από τη διαμόρφωση νέας ιδέας και πειραματισμός και τέλος (d) μαθησιακή και μεταγνωστική αξιολόγηση.

Οι επιμέρους δραστηριότητες αφορούσαν σε δράσεις στην ολομέλεια, αλλά και συνεργασία σε μικρές ομάδες, ώστε να ενεργοποιηθεί το ενδιαφέρον, να ενθαρρυνθεί η συμμετοχή των μαθητών μέσω των παρατηρήσεων και την επικοινωνιακή διαπραγμάτευση σε επίπεδο ομάδας, ώστε να κατακτήσουν τη γνώση με διαφορετικούς τρόπους μάθησης. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων έγινε με μαθητοκεντρική έμφαση, η οποία προσδίδεται από τον διευκολυντικό, εμπνευστικό και διαμεσολαβητικό ρόλο των εκπαιδευτικών.

Οι βασικές στρατηγικές διδασκαλίας και μάθησης που εφαρμόστηκαν στις τέσσερις διαφορετικές φάσεις του προγράμματος ήταν οι εξής: (α) Η επίλυση προβλήματος (Πώς να κινηθεί το BeeBot σε συγκεκριμένη διαδρομή; Πώς θα μετακινηθεί η πεταλούδα στο Scratch, πώς θα μετακινηθεί η φιγούρα στο διαδραστικό πίνακα;), (b) Η πειραματική διαδικασία (προσπάθεια προγραμματισμού των κινήσεων, ανίχνευση ορθής διαδρομής), (c) Η λήψη απόφασης κατά την επιλογή των κινήσεων, (d) Η δημιουργία «σκαλωσιών μάθησης» (scaffolding) είτε από τη νηπιαγωγό και τους συμμαθητές (BeeBot), είτε στο εσωτερικό των ομάδων μεταξύ των νηπίων (Scratch), ή κατά την εργασία στην ολομέλεια (διαδραστικός πίνακας), (e) Ο καθοδηγητικός ρόλος της νηπιαγωγού μέσω χρήσης ερωτήσεων χωρίς να παρέχει τη λύση αυτούσια, (f) Ο πειραματισμός, αλλά και η διόρθωση τυχόν λάθους επιλογών, (g) Η συνεργασία και η συζήτηση για πιθανές λύσεις στα προβλήματα καθ' όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

Στόχοι δραστηριοτήτων

Οι στόχοι του προγράμματος που τέθηκαν ήταν:

Ως προς τα Μαθηματικά: (a) Να κατανοήσουν τις χωρικές έννοιες μπροστά, πίσω, δεξιά, αριστερά, (b) Να διερευνήσουν τις σχέσεις και τις θέσεις των αντικειμένων με βάση ένα σημείο αναφοράς έξω από το σώμα τους, (c) Να κατανοήσουν την έννοια της διαδρομής, (d) Να εξασκηθούν στη νοερή αναπαράσταση συγκεκριμένων διαδρομών (εξάσκηση οπτικοχωρικής αποτύπωσης), (e) Να μοντελοποιηθεί η γνώση τους σε σχέση με τη νοερή αναπαράσταση του χώρου και την κίνηση σε αυτόν μέσω της ερμηνεία της δισδιάστατης αναπαράστασης του τρισδιάστατου χώρου.

Ως προς τις ΤΠΕ: (a) Να εξασκηθούν στη μοντελοποίηση της γνώσης με προγραμματιζόμενα παιχνίδια (BeeBot) και λογισμικά (Scratch), (b) Να εξασκηθούν στην εξεύρεση λύσης, μέσω προγραμματισμού του BeeBot και με την ανίχνευση της διαδρομής μέσα από λαβύρινθο με τη χρήση του λογισμικού Scratch, (c) να αξιοποιούν τις δυνατότητες του διαδραστικού πίνακα για την συνεργατική εύρεση λύσης σε επίπεδο ολομέλειας μέσα από την επικοινωνιακή διαπραγμάτευση.

Υλικοτεχνική υποδομή-Διδακτικό υλικό

Η υλικοτεχνική υποδομή, η οποία ήταν αναγκαία για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, αποτελούνταν από το επιδαπέδιο ρομπότ BeeBot, το λογισμικό Scratch, Η/Υ, έναν διαδραστικό πίνακα και τη ζωγραφική των Windows. Το διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε τις κάρτες εντολών (command cards) που αξιοποίησαν οι μαθητές ως υποστηρικτικό υλικό κατά τον προγραμματισμό της κίνησης του BeeBot, τουβλάκια οικοδομικού υλικού (πλαστικά, ξύλινα) για τη δημιουργία διαδρομής, ο λαβύρινθος που δημιουργήθηκε με το λογισμικό Scratch και φωτογραφίες πίνακα διπλής εισόδου με 20 κελιά, οι οποίες προβλήθηκαν στον διαδραστικό πίνακα.

Περιγραφή δραστηριοτήτων

Οι προαπαιτούμενες γνώσεις των μαθητών αφορούσαν την εξοικείωσή τους με το ρομπότ δαπέδου BeeBot, τη λειτουργία της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού Scratch και τη χρήση του μαρκαδόρου στον διαδραστικό πίνακα.

α) Πρώτη Φάση: Πρόκληση ενδιαφέροντος βάσει μιας νέας κατάστασης.

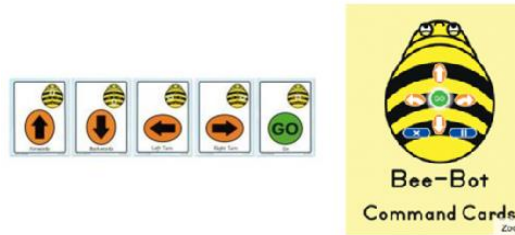
Αυτή η φάση εστίασε στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των παιδιών μέσω του BeeBot. Το BeeBot είναι ένα παιδαγωγικό υλικό που προάχθηκε μέσα από την LOGO. Είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομποτάκι-μελισσούλα και έχει πάνω του πλήκτρα τα οποία πιέζουν τα νήπια και κινείται μπρος-πίσω-δεξιά-αριστερά.

Τα νήπια παρατηρούσαν τη συνθήκη που τους δόθηκε για να ανταποκριθούν με λογικομαθηματικό τρόπο. Είναι εμφανής η εξάσκηση της κριτικής τους σκέψης κατά την προσπάθεια προγραμματισμού ατομικά των κινήσεων της μελισσούλας, ώστε να ακολουθήσει τη διαδρομή αποφεύγοντας τα εμπόδια και να φτάσει με επιτυχία στο προορισμό της (χειραπτικό υλικό με επεκτάσεις ψηφιακού). Είναι η πρώτη οργανωμένη προσπάθεια προγραμματισμού του BeeBot, η οποία υλοποιήθηκε με το σύνολο της τάξης. Τα παιδιά δημιούργησαν ομαδικά διαδρόμους από τουβλάκια (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διαδρόμοι από τουβλάκια

Στη συνέχεια, οι μαθητές προγραμματίσαν ατομικά, παρουσία των υπολοίπων το BeeBot για να μετακινηθεί μέσα στους διαδρόμους με τη συμβουλευόμενοι τις κάρτες εντολών, οι οποίες χρησίμευσαν ως φύλλα εργασίας για την εμπέδωση του προγραμματισμού των κινήσεων (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Κάρτες εντολών

Οι σχηματοποιημένες κινήσεις που πραγματοποιεί το BeeBot κατά την επιλογή των αντίστοιχων πλήκτρων προσέφεραν επιπλέον βοήθεια ως προς τον προσανατολισμό και τη σωστή επιλογή των αντίστοιχων πλήκτρων (Σχήμα 3).



Σχήμα 3. Σχηματοποιημένες κινήσεις που πραγματοποιεί το BeeBot

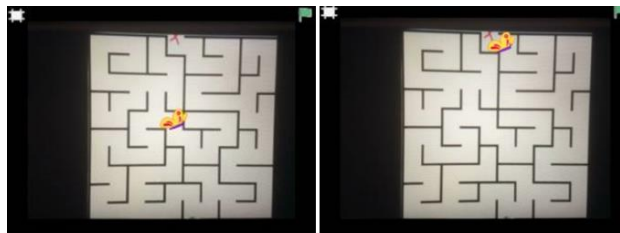
Ακολούθησε η εξάσκηση με το επιδαπέδιο ρομπότ BeeBot με προγραμματισμό στο μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά και στη διαδρομή στον τρισδιάστατο χώρο (Σχήμα 4).



Σχήμα 4. Προγραμματισμός του BeeBot από τα νήπια

b) Δεύτερη Φάση: Παρατήρηση, διατύπωση υποθέσεων και εφαρμογές.

Αυτή η φάση υλοποιήθηκε με το λογισμικό του Scratch. Το Scratch είναι μια διερμηνευόμενη δυναμική οπτική γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη και υλοποιημένη σε Squeak. Όντας δυναμική, επιτρέπει σε αλλαγές του κώδικα ακόμη και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των προγραμμάτων (<https://el.wikipedia.org>). Έχει ως στόχο τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού σε παιδιά και εφήβους και τους επιτρέπει να δημιουργήσουν παιχνίδια. Δημιουργήσαμε έναν λαβύρινθο (Σχήμα 5), όπου τα παιδιά ασχολήθηκαν σε μικρές ομάδες δύο έως τριών νηπίων μικτών ικανοτήτων στον υπολογιστή, ώστε να αλληλεπιδράσουν και να συνεργαστούν ως προς την εξεύρεση λύσης.



Σχήμα 5. Καταγραφές οθόνης από το Scratch

Χρησιμοποιώντας τα βελάκια του πληκτρολογίου τα παιδιά έπρεπε:

- a) να βγουν από αυτόν μετακινώντας την πεταλούδα (φιγούρα) ανάμεσα από εμπόδια-τοίχους,
- b) να βοηθήσουν την πεταλούδα να κάνει τη σωστή διαδρομή (<https://scratch.mit.edu/projects/24134162/fullscreen/>), ενώ έπρεπε να προσέξουν να μην αγγίζουν τους τοίχους γιατί το παιχνίδι θα άρχιζε από την αρχή.

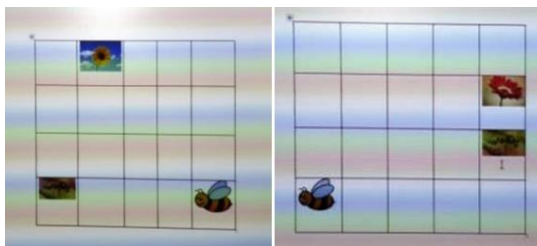
Οι προφορικές οδηγίες επίλυσης του λαβύρινθου ήταν οι εξής: Η πεταλούδα θέλει να βρει τον δρόμο της για να φτάσει στο σπίτι της. Θα πρέπει να την καθοδηγήσεις με προσοχή. Δεν πρέπει ακουμπήσουν τα φτερά της στους τοίχους γιατί θα επιστρέψει στην αρχή. Χρησιμοποίησε το ποντίκι για να την μετακινήσεις μέσα στον λαβύρινθο.

c) Τρίτη Φάση: Ανακεφαλαίωση μέσα από τη διαμόρφωση νέας ιδέας και πειραματισμός.

Στη συγκεκριμένη φάση επαναλήφθηκε η προηγούμενη δραστηριότητα και δόθηκε η ευκαιρία στα παιδιά να πειραματιστούν ατομικά με το λογισμικό Scratch. Τα αποτελέσματα της επιτυχούς λύσης του λαβύρινθου μετά από μία ή δύο ατομικές προσπάθειες όλων των παιδιών ανέδειξε την επιτυχία μοντελοποίησης της νοερής αναπαράστασης του διδιάστατου χώρου με στόχο την επιτυχή κίνηση σε αυτόν και την εξεύρεση της ορθής διαδρομής. Σημαντικός δείκτης επιτυχίας ήταν η μεγάλη ταχύτητα με την οποία τα παιδιά έφταναν στη λύση.

d) Τέταρτη Φάση: Μαθησιακή και μεταγνωστική αξιολόγηση.

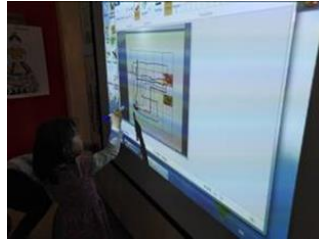
Κατά την τελευταία φάση του προγράμματος, προβάλαμε στον διαδραστικό πίνακα με το πρόγραμμα της ζωγραφικής Microsoft μία φωτογραφία, η οποία παρουσίαζε έναν πίνακα διπλής εισόδου με 20 κελιά (Σχήμα 6).



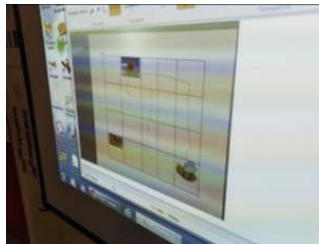
Σχήμα 6. Δημιουργία διαδρομής μέσω κελιών-Καταγραφή οθόνης πριν την υλοποίηση

Σε ένα κελί στη μία γωνία του πίνακα υπήρχε μία μέλισσα και σε άλλο κελί σε μία άλλη γωνία ένα λουλούδι. Τα παιδιά κλήθηκαν να δημιουργήσουν μία διαδρομή ώστε να βοηθήσουν τη μέλισσα να φτάσει στο λουλούδι (Σχήμα 7 και 8). Βασικοί κανόνες του παιχνιδιού: i) η μέλισσα μπορούσε να κινείται στα κελιά μόνο μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά (όχι διαγώνια) και ii) να δημιουργήσουν διαφορετικές διαδρομές. Κατά τη διάρκεια της δημιουργίας διαδρομής χρησιμοποίησαν τον μαρκαδόρο του πίνακα αφήνοντας ένα ψηφιακό ίχνος με το χρώμα της επιλογής τους.

Οι προφορικές οδηγίες που δίνονταν ήταν οι ακόλουθες: Η μελισσούλα θέλει να φτάσει στο λουλούδι. Πρόσεξε η μελισσούλα κινείται μόνο μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά. Οδήγησε την με προσοχή ώστε να αποφύγεις τη σφήκα. Καθένας πρέπει να βρει μια διαφορετική διαδρομή για τη μέλισσα. Χρησιμοποίησε τον μαρκαδόρο του πίνακα για να σχεδιάσεις την γραμμή που σκέφτηκες και την ώρα που σχεδιάζεις να μας την περιγράψεις (π.χ. προχωρά μπροστά, τώρα στρίβει δεξιά, σταματάει και πηγαίνει πίσω).



Σχήμα 7. Υλοποίηση δραστηριότητας



Σχήμα 8. Φωτογραφία του διαδραστικού πίνακα

Στη συνέχεια ζητήσαμε από τα παιδιά να μας εξηγήσουν πώς το σκέφτηκαν και να περιγράψουν λεκτικά τη διαδρομή που δημιούργησαν. Φροντίσαμε να έχουμε διαφορετικές φιγούρες ώστε να διατηρείται το ενδιαφέρον των παιδιών (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Η ύπαρξη διαφορετικών παραστάσεων ενισχύει το ενδιαφέρον των παιδιών

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά την εφαρμογή των δραστηριοτήτων του προγράμματος αξιολογήθηκαν οι καταγραφές και το υλικό της αποτύπωσης (φωτογραφίες, καταγραφές οθόνης). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι οι μαθητές φάνηκε να βελτίωσαν τις δεξιότητες προσανατολισμού τους στο χώρο σε ικανοποιητικό επίπεδο και να εξοικειώθηκαν με την έννοια του προγραμματισμού. Μέσα από την ανάλυση των παρατηρήσεων των νηπιαγωγών, τα επιτυχή αποτελέσματα στην επίλυση των λαβύρινθων και των παιχνιδιών αλλά και το φωτογραφικό υλικό των δραστηριοτήτων επιβεβαιώθηκε η επιτυχημένη υλοποίηση του προγράμματος. Μέσω των φάσεων της διερευνητικής μάθησης τα παιδιά κατανόησαν την έννοια της διαδρομής και πέτυχαν να αξιοποιήσουν χωρικές έννοιες για την επίλυση προβλημάτων πρώτα στον τρισδιάστατο-πραγματικό χώρο και στη συνέχεια στον δισδιάστατο-ψηφιακό.

Στο παρόν πρόγραμμα καταδείχθηκε ότι το ρομπότ δαπέδου BeeBot που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να αποτελέσει ένα σύγχρονο και ελκυστικό για τα παιδιά εργαλείο. Η παρατήρηση αυτή συνάδει με προηγούμενες σχετικές έρευνες (Πολυζωγοπούλου, 2019). Τα παιδιά μέσα από προηγούμενες δραστηριότητες στον φυσικό χώρο είχαν κατανοήσει τις χωρικές έννοιες, καθώς και τις σχέσεις και τις θέσεις των αντικειμένων με σημείο αναφοράς τον εαυτό τους. Η δραστηριότητα που σχεδιάστηκε, καθώς και το BeeBot που επιλέχθηκε, διευκόλυναν τη αναπαράσταση του χώρου ως προς ένα σημείο αναφοράς έξω από τον εαυτό τους και την κίνηση μέσα σε αυτόν.

Επομένως, η χρήση του BeeBot υποβοήθησε την αλλαγή του σημείου αναφοράς. Τα παιδιά αναπαριστούσαν νοερά τη διαδρομή που έπρεπε να εκτελέσει το BeeBot, δίνοντας έναν ενεργητικό, αλληλεπιδραστικό και ελκυστικό χαρακτήρα στη δραστηριότητα. Ο προγραμματισμός του αφενός εξασκεί τη διαδικαστική μνήμη των παιδιών και αφετέρου εισαγάγει την έννοια του προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Άλλωστε, στόχος του κονστρακτιονισμού είναι να δώσει τα κατάλληλα εργαλεία στα παιδιά ώστε να μάθουν στην πράξη με αποτελεσματικότερο τρόπο (Papert, 1980).

Συγκεκριμένα, τα παιδιά εξασκήθηκαν στις χωρικές έννοιες μπροστά, πίσω, δεξιά, αριστερά, καθώς και τις σχέσεις και τις θέσεις των αντικειμένων με βάση το επιδαπέδιο ρομπότ. Αρχικά δυσκολεύτηκαν να εφαρμόσουν μέσω του ρομπότ τις κινήσεις που ανέφεραν ότι έπρεπε να κάνει για να μετακινηθεί μέσω στον αυτοσχέδιο λαβύρινθο που είχαν κατασκευάσει με τουβλάκια. Στο τέλος όμως, μετά από πειραματισμούς και ομαδικές διορθώσεις, προγραμματίζαν το ρομπότ να κινείται σύμφωνα με τη θέλησή τους. Κατανόησαν την έννοια της διαδρομής και εξασκήθηκαν στη νοερή αναπαράσταση συγκεκριμένων διαδρομών. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας συμμετείχε το σύνολο της τάξης και παρακολουθούσαν όλοι τις απόπειρες χειρισμού του ρομπότ ακούγοντας παράλληλα τις προθέσεις κίνησής του από το παιδί που πραγματοποιούσε τη δραστηριότητα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να προσφέρουν ιδέες για τον χειρισμό του ρομπότ αλλά και για τη διαδρομή που θα έπρεπε να ακολουθηθεί. Αρκετές φορές, όταν έφτανε η σειρά τους, άλλαζαν τη διαδρομή είτε για να αποφύγουν εμπόδια είτε για να κινηθεί το ρομπότ προς μια εναλλακτική διαδρομή που είχαν προεπιλέξει, διαφορετική από αυτή που ακολουθούσαν οι προηγούμενοι. Βάσει των προηγούμενων φάνηκε να αναπτύσσουν την ικανότητα κρίσης, λήψης αποφάσεων, επίλυσης προβλημάτων και μοντελοποίησης της γνώσης με το προγραμματιζόμενο επιδαπέδιο ρομπότ.

Συνεπώς, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αξιοποιήσει αποτελεσματικά τη ρομποτική διευκολύνοντας τη μαθησιακή διαδικασία, προάγοντας ταυτόχρονα τη συνεργασία και τη βιωματικότητα, σε πλαίσιο αυτενέργειας και πειραματισμού. Φάνηκε πως η υλοποίηση της Πρώτης Φάσης με αξιοποίηση του ρομπότ μέσα από τη συνεργασία των παιδιών σε επίπεδο ολομέλειας είχε εξαιρετικά αποτελέσματα. Επομένως, είναι αναγκαίο να παρέχεται η δυνατότητα στους μαθητές να δημιουργήσουν και να τελειοποιήσουν τις υπάρχουσες γνώσεις. Μέσω ενός κατάλληλου σχεδιασμού μπορεί να οικοδομηθεί νέα γνώση, με την τροποποίηση των προηγούμενων γνώσεων, καθώς η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης μπορεί να καλύψει τα κενά στην προσχολική ηλικία. Σκοπός των δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι να προωθείται η συνεργατικότητα ανάμεσα στους μαθητές και η μείωση των συγκρούσεων, να προασπίζεται η συμμετοχή, η πρωτοβουλία, αυτονομία, η φαντασία, ο πειραματισμός και η έρευνα. Ιδίως στην προσχολική εκπαίδευση, προκειμένου να είναι επιτυχημένη, χρειάζεται η άσκηση να αποτελείται από ξεχωριστά στάδια. Ο μαθητής χρειάζεται να καταφεύγει στις τεχνολογικές του ικανότητες και στην ατομική του ερευνητική μέθοδο για να παρουσιάσει, σχεδιάσει, πραγματοποιήσει και αξιολογήσει την δική του λύση, μέσα στα πλαίσια της ομάδας (Γεωργοπούλου, 2017).

Όπως έχει καταδειχθεί σε προηγούμενες έρευνες τα ψηφιακά εργαλεία συμβάλουν τα μέγιστα στην οικοδόμηση δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (Γάκη, 2016• Παπαδάκης κ.α., 2015• Strawhacker & Bers, 2015). Έτσι και στην παρούσα εφαρμογή, η συστηματική ενασχόληση των νηπίων με διαδικασίες επίλυσης προβλήματος με την αξιοποίηση αναπτυξιακά κατάλληλων ψηφιακών εργαλείων, φάνηκε να ενίσχυσε σταδιακά την οικοδόμηση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Κατά τη Δεύτερη και Τρίτη Φάση της υλοποίησης ήταν εμφανής η βελτίωση των δεξιοτήτων των παιδιών, καθώς δεν καταγράφηκε μόνο η επιτυχημένη επίλυση στα παιχνίδια άλλα και η αύξηση της ταχύτητας επίλυσης. Τα παιδιά έβγαζαν λογικά συμπεράσματα ανακατασκευάζοντας τη γνώση (από τρισδιάστατο σε δισδιάστατο επίπεδο) με τον δικό τους μοναδικό τρόπο κατά την επιλογή διαφορετικών διαδρομών. Επομένως, μέσα από τις προγραμματιστικού τύπου δραστηριότητες τα παιδιά οδηγήθηκαν σε σύνθετες επιλογές και σε κάποιο είδος κατανόησης αφηρημένων εννοιών, πρώτα μέσα από ομαδικές – συνεργατικές δράσεις και έπειτα μέσα από ατομικές προσπάθειες εφαρμογής. Εφόσον τα παιδιά κατόρθωσαν να επιλύσουν με ταχύτητα τον λαβύρινθο στο Scratch έγινε εμφανής η κατάκτηση της νοερής αναπαράστασης των χωρικών εννοιών και η μοντελοποίηση της διαδρομής.

Γενικότερα, η γλώσσα προγραμματισμού Scratch, στην παρούσα υλοποίηση, αποτέλεσε για τους μαθητές ένα ελκυστικό εργαλείο καλλιέργειας των δεξιοτήτων προγραμματισμού και την εισαγωγή τους στην υπολογιστική σκέψη. Τα παιδιά με το λογισμικό Scratch εξασκήθηκαν στη μοντελοποίηση

της γνώσης σε σχέση με τη νοερή αναπαράσταση του χώρου και την κίνηση σε αυτόν (ερμηνεία της δισδιάστατης αναπαράστασης του τρισδιάστατου χώρου). Εξαιτίας αυτού, συστήνεται η ένταξη του προγραμματισμού στο νηπιαγωγείο με στόχο τη γνωστική ανάπτυξη των νηπίων, την καλλιέργεια δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης και έκφρασης, μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες που προωθούν τη συμμετοχή, τη συνεργασία, τον πειραματισμό και την οικοδόμηση νέων εννοιών και γνώσεων.

Στην Τέταρτη Φάση της υλοποίησης, καταδείχθηκε η επιτυχημένη χρήση των χωρικών εννοιών και σε αφηρημένο, συμβολικό επίπεδο. Μέσω του διαδραστικού πίνακα τα νήπια αλληλεπίδρασαν μεταξύ τους, συνεργάστηκαν στην ολομέλεια, αντάλλαξαν απόψεις και προσπάθησαν να βρουν την πιο σωστή λύση. Αναδείχθηκε η αξία της χρήσης του διαδραστικού πίνακα, όχι τόσο ως εργαλείο εποπτικής διδασκαλίας, αλλά κυρίως ως εργαλείο ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας, της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, της επικοινωνίας και της συνεργασίας. Η λεκτική περιγραφή της διαδρομής στη μεταγνωστική φάση του προγράμματος ανέδειξε όχι μόνο ότι τα παιδιά κατανόησαν τις μεμονωμένες χωρικές έννοιες αλλά κατάφεραν να τις αξιοποιήσουν για τον σχεδιασμό της κίνησης ενός αντικειμένου στον δισδιάστατο ψηφιακό χώρο, μετατοπίζοντας κατάλληλα το σημείο αναφοράς έξω από το σώμα τους. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα αποτέλεσε κριτήριο αξιολόγησης της επιτυχίας συνολικά του προγράμματος, καθώς απαιτούσε τη λεκτική έκφραση της αναπαράστασης των μαθηματικών εννοιών. Η επιτυχής αξιοποίηση των λογισμικών της μεταγνωστικής δραστηριότητας κατέδειξε την ικανότητα των παιδιών να σκέφτονται πάνω στη σκέψη τους και να σχεδιάζουν νοερά διαδρομές με καλή χρήση των χωρικών εννοιών, χρησιμοποιώντας εναλλακτικούς τρόπους επίλυσης του προβλήματος. Η τελευταία δεξιοότητα θα μπορούσε να εξελιχθεί περαιτέρω με τη χρήση άλλων δυσδιάστατων λαβύρινθων, οι οποίοι να επιδέχονται πολλαπλές λύσεις ή τη χρήση επιτραπέζιων παιχνιδιών (π.χ. φιδάκι, γκρινιάρης), στα οποία στόχος δεν θα ήταν πλέον οι χωρικές έννοιες ή η διαδρομή αλλά η κατάκτηση της έννοιας του αριθμού (πληθικότητα, μέτρηση).

Συμπερασματικά, η παρούσα υλοποίηση αναδεικνύει την δυνατότητα επιτυχημένης εφαρμογής της διερευνητικής μάθησης στα πλαίσια του νηπιαγωγείου για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών, μέσω της αξιοποίησης ΤΠΕ. Είναι μία παιδαγωγική στρατηγική που μπορεί να αξιοποιηθεί διαθεματικά στη διδασκαλία πλήθους εννοιών στο νηπιαγωγείο, πέρα από τις μαθηματικές, καθώς αποτελεί καινοτόμο προσέγγιση που δίνει με τους στόχους του ΑΠΣ του νηπιαγωγείου και γενικότερα της σύγχρονης προσχολικής εκπαίδευσης.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Artigue, M., & Blomhøj, M. (2013). Conceptualising inquiry-based education in mathematics. *ZDM: The International Journal of Mathematics Education*, 45(6), 797-810.

Artigue, M., Dillon, J., Harlen, W., & Lena, P. (2012). *Learning through inquiry*. Retrieved from www.Fibonacci-Project.EU

Γάκη Ουρ., (2016). *Εισαγωγή του προγραμματισμού με Scratch Jr στο Νηπιαγωγείο: Σχεδιασμός μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης και μελέτη της συμβολής της στην ανάπτυξη των μαθητών. Σχολή Κοινωνικών και Πολιτικών Επιστημών/Τμήμα Κοινωνικής και Εκπαιδευτικής Πολιτικής*. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.

Γαρταγάνη Β., Κόκουλη Β., Πατλή Β., & Χατζή Α. (2013). *Διαδρομές, κίνηση στο χώρο και μετρήσεις μήκους με προγραμματισμό της Beebot*. <http://digitalllearning.ece.uth.gr/ltmc/?q=node/328>

Γεωργοπούλου, Σ.-Μ. (2017). *Σχεδίαση και υλοποίηση εργαστηρίου εκπαιδευτικής ρομποτικής για μαθητές 9-12 χρόνων στο πνεύμα της εκπαίδευσης STEM*. Αδημοσίευτη διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Clements, D.H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1051-1058.

Cobb, P. (2007). Putting philosophy to work. *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics*, 1(1), 30-38.

Dagdilelis, V., Sartatzemi, M., & Kagani, K. (2005). *Teaching (with) Robots in Secondary Schools: some new and not-so-new Pedagogical problems*. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'05), pp. 757-761.

Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση, Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικής Αγωγής, Τόμος Β', Φ.Ε.Κ. τεύχος Β' αρ. φύλλου 304/13-03-03, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα.

http://www.pi-schools.gr/content/index.php?lesson_id=300&ep=367

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.

Gura, M. (2007). Student Robotic Classroom Robotics In: *Case Stories of 21st Century Instruction for Millennial Students* (pp. 11-31). Charlotte: Information Age Publishing.

Haugland, S.W. (1992). The effect of computer software on preschool children's developmental gains. *Journal of Computing in Childhood Education*, 3(1), 15 – 30.

Haugland, S.W. (1999). What role should technology play in young children's learning? Part 1. *Young Children*, 54(6), 26–31.

Hermans, R., Tondeur, J., van Braak, J., & Valcke, M. (2008). The impact of primary school teachers' educational beliefs on classroom use of computers. *Computers & Education*, 51(4), 1499-1509.

Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.

Komis V., & Misirli, A. (2012). L'usage des jouets programmables à l'école maternelle: concevoir et utiliser des scénarios éducatifs de robotique éducative. *Skholé*, 17, 143-154.

Κόμης Β. (2004). *Εισαγωγή στις Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Lee, L., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L., (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads* 2(1), 32-37.

Maaß, K., & Artigue, M. (2013). Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: a synthesis. *ZDM: The International Journal of Mathematics Education*, 45(6), 779–795. doi:10.1007/s11858-013-0528-0

Ματσαγγούρας, Η. (2000). *Στρατηγικές Διδασκαλίας (Η κριτική σκέψη στην πράξη)*. 4^η Έκδοση. Εκδόσεις Gutenberg, Αθήνα.

Newman Jr, W. J., Abell, S. K., Hubbard, P. D., McDonald, J., Otaala, J., & Martini, M. (2004). Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 257-279.

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.

Παπαδάκης, Σ., Καλογιαννάκης, Μ., & Ζαράνης, Ν. (2015). *Η συμβολή του περιβάλλοντος Scratch Jr στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης στην προσχολική εκπαίδευση*. Αναρτήθηκε στα Πρακτικά του 7th Conference on Informatics in Education: Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση. Πειραιάς, Ελλάδα.

Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers, and powerful ideas*. Ανασύρθηκε στις 20-1-2019

<http://worrydream.com/refs/Papert%20-%20Mindstorms%201st%20ed.pdf>

Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.

Piaget, J. (1972). *The child's conception of physical causality* (Vol. 212). Transaction Publishers.

Plowman, L., & Stephen, C. (2005). Children, play, and computers in pre-school education. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 145–157.

Πολυζωγοπούλου, Χ. (2019). *Η Εκπαιδευτική αξιοποίηση της ρομποτικής στην προσχολική εκπαίδευση για τη διδασκαλία των εννοιών προσανατολισμού στο χώρο*. Σχολή Διοίκησης και Οικονομίας / Τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων, ΑΤΕΙΘ.

Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείο (2011).

http://www.iep.edu.gr/images/IEP/programmata_spoudon/prosxoliki_elpaidaysi/meros_1_paidagogiko_plaisio.pdf

Roth, W. M., & Lee, Y. J. (2007). "Vygotsky's neglected legacy": Cultural-historical activity theory. *Review of Educational Research*, 77(2), 186-232.

Σκουμπουρδή, Χ., & Βαϊτσίδα, Γ. (2019). Η διερευνητική προσέγγιση στη μαθηματική εκπαίδευση: συνδέσεις, διαφοροποιήσεις, καινοτομίες. *Έρευνα στη Διδακτική των Μαθηματικών*, 0(12), 8 - 22. doi:<https://doi.org/10.12681/enedim.21142>

Strawhacker, A., & Bers, M. (2015). I want my robot to look for food: Comparing Kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic and hybrid user interfaces. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(3), 293-319.

Τζεκάκη, Μ. (1998). *Μαθηματικές δραστηριότητες για την προσχολική ηλικία*. Αθήνα: Gutenberg

Τζεκάκη, Μ. (2011). *Μαθηματική Εκπαίδευση για την Προσχολική και Πρώτη Ηλικία*. Θεσσαλονίκη: Ζυγός.

Towers, J. (2010). Learning to teach mathematics through inquiry: A focus on the relationship between describing and enacting inquiry-oriented teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(3), 243-263.

<https://el.wikipedia.org>

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Soubberman, Eds.). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.