



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

*«ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΔΥΟΜΕΝΕΣ
ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ
ΜΕ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ»*

ΚΟΥΡΙΑΣ ΣΠΥΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ:
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Α.ΧΡΟΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ
2019

*«Εκπαιδευτική Ρομποτική & Αναδυόμενες μαθηματικές έννοιες:
Ανάπτυξη χωρικής σκέψης με παιδιά Προσχολικής Ηλικίας»*

Διδακτορική Διατριβή του Κούρια Σπυρίδωνα

Υποβλήθηκε στο Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης
του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Ιούλιος 2019)

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή:

ΧΡΟΝΑΚΗ ANNA, Καθηγήτρια Π.Τ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
(επιβλέπουσα)

ΚΟΜΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, Καθηγητής Τ.Ε.Ε.Α.Π.Η., Πανεπιστήμιο
Πατρών

ΦΕΣΑΚΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής, Πανεπιστήμιο
Αιγαίου

Επταμελής επιτροπή εξέτασης:

ΔΑΦΕΡΜΟΣ ΜΑΝΟΛΗΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Τμ. Ψυχολογίας,
Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΚΑΛΑΒΑΣΗΣ ΦΡΑΓΚΙΣΚΟΣ, Καθηγητής Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ.,
Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΚΑΦΟΥΣΗ ΣΟΝΙΑ, Καθηγήτρια Τ.Ε.Π.Α.Ε.Σ., Πανεπιστήμιο Αιγαίου

ΜΙΧΑΛΟΠΟΥΛΟΥ ΚΑΤΕΡΙΝΑ, Καθηγήτρια Π.Τ.Π.Ε.,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

© Κούριας Σπυρίδων, 2019

© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της παρούσας διδακτορικής διατριβής από το
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Αγωγής του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα
εκ μέρους του Τμήματος. (Ν. 5343/1932, άρθρο 202, παρ.2)

Υπεύθυνη Δήλωση περί μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο *«Εκπαιδευτική Ρομποτική & Αναδυόμενες μαθηματικές έννοιες: Ανάπτυξη χωρικής σκέψης με παιδιά Προσχολικής Ηλικίας»* αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες άντλησα δεδομένα, ιδέες, εκφράσεις είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την σχετική αναφορά η οποία περιλαμβάνεται λεπτομερώς στο τμήμα των βιβλιογραφικών παραπομπών. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που προβλέπονται σε περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει ως προϊόν λογοκλοπής.

Όνοματεπώνυμο:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:



Διαδρομή "από το σπίτι μου στο σχολείο" Νεφέλη-Μαρία, 2016

Στην οικογένειά μου
για τις ατελείωτες ώρες που με στερήθηκε όλα αυτά τα χρόνια...

Στους γονείς μου
για τις αμέτρητες θυσίες τους ώστε να γίνω αυτό που είμαι σήμερα...

Ευχαριστίες

Η διαδρομή για την ολοκλήρωση μιας διδακτορικής έρευνας είναι μεγάλη, επιφυλάσσει πολλές χαρές αλλά και προκλήσεις, διακυμάνσεις και δοκιμασίες τις οποίες δεν θα είχα καταφέρει να ξεπεράσω χωρίς τη συνεισφορά πολύτιμων ανθρώπων γύρω μου. Είναι πρακτικά αδύνατο να αποτυπωθούν μέσω του –εκ φύσης- περιοριστικού γραπτού λόγου τόσο οι ανεκτίμητες εμπειρίες όσο και η ουσιαστική και βαθιά γνώση πεδίου που συγκέντρωσα κατά τη διάρκεια αυτής της πορείας. Το σύνολο της εμπειρίας αυτής συνδιαμόρφωσε μέρος των σημερινών πρακτικών και αντιλήψεών μου τόσο στο ρόλο του εκπαιδευτικού κι ερευνητή όσο και του γονέα.

Για τους λόγους αυτούς αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στη Καθηγήτρια Άννα Χρονάκη, την επιβλέπουσα της διατριβής, τόσο για την αρχική της διάθεση και διαθεσιμότητα να με συνοδεύσει σε αυτό το μακρύ και σημαντικό ταξίδι όσο και για την πολύπλευρη συμπαράστασή της σε κάθε φάση του εγχειρήματός μου και ακόμα περισσότερο για την υπομονή και την επιμονή της στη διαρκή βελτίωση της διατριβής. Η ουσιώδης επιστημονική καθοδήγησή της συνεισέφερε σημαντικά στη διεύρυνση των ερευνητικών οριζόντων μου. Στη πολύπλευρη και ουσιαστική επικοινωνία μας οφείλεται το άνοιγμα νέων δρόμων στη σκέψη και στις καθημερινές μου πρακτικές σε σχέση με τη θεώρηση των μαθηματικών τόσο ως τρόπου σκέψης όσο και ως συνδεδετικού ιστού των σχέσεων που οικοδομούνται με το περιβάλλον και τους γύρω μας.

Εξχωριστές ευχαριστίες οφείλω και στα δύο έτερα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής, στον Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών, κ. Βασίλειο Κόμη και στον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου, κ. Γεώργιο Φεσάκη, η συνδρομή των οποίων ήταν σημαντική όταν σε μια δύσκολη καμπή της έρευνάς μου, κλήθηκαν και δέχτηκαν άμεσα να συνεισφέρουν με τη βαθιά επιστημονική γνώση και εμπειρία τους ενώ στη συνέχεια αφιέρωσαν μέρος του πολύτιμου χρόνου τους ώστε να διαβάσουν με προσοχή τη διατριβή και να συνδράμουν με καίριες και ουσιώδεις παρατηρήσεις.

Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Ηλία Χούστη, για την παράλληλη ερευνητική συνεργασία μας, για το επιστημονικό ήθος που μου ενέπνευσε με το παράδειγμά του και κυρίως για τις ατελείωτες –φιλικές- συζητήσεις μας που εδώ και χρόνια τροφοδοτούν το ενδιαφέρον μου γύρω από τις εκπαιδευτικές τεχνολογίες και τις διαδικασίες προγραμματισμού.

Επίσης, θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθώ στον συνάδελφο και υποψήφιο διδάκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Γεώργιο Πρώια και στη γενικότερη συνεργασία μας στο πλαίσιο του έργου TALOS το οποίο αφενός αποτελεί έμμεση προέκταση των πειραματισμών που πραγματοποίησα κατά τη διεξαγωγή της έρευνάς μου, αφετέρου μου προσέφερε το πεδίο για τη γέννηση νέων ερωτημάτων και προβληματισμών σχετικά με τη ουσιαστική καινοτομία στη διδακτική διαδικασία.

Ωστόσο ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τη σύντροφό μου Δρ. Μαρία Καλαφάτη η οποία ήταν πάντα δίπλα μου σε όλη αυτήν την

προσπάθεια από την αρχή, με ενθάρρυνε αλλά και με προβλημάτιζε δημιουργικά σε περιπτώσεις φαινομενικά αδιέξοδων καταστάσεων και ήταν πάντα διατεθειμένη να αναλάβει επιπλέον οικογενειακές υποχρεώσεις που εγώ αδυνατούσα να καλύψω ασχολούμενος με την έρευνα και τη συγγραφή της παρούσας διατριβής. Παράλληλα την ευχαριστώ γιατί με το δικό της παράδειγμα και επιμονή με ενέπνευσε να ολοκληρώσω αυτή τη διαδρομή με επιτυχία. Επίσης, δεν μπορώ να μην ευχαριστήσω τα παιδιά μου, Αντώνη και Νεφέλη, που παρά το μικρό της ηλικίας τους αντιλήφθηκαν πλήρως τις πιέσεις και τους προβληματισμούς μου, με στερήθηκαν αρκετές πολύτιμες ώρες από τη σημαντική καθημερινότητά τους και με το δικό τους μοναδικό τρόπο με τροφοδοτούσαν με θετική σκέψη και επιμονή ως προς την εκπλήρωση των στόχων μου.

Θα ήθελα να κλείσω με ένα ευχαριστώ στους γονείς μου οι οποίοι διαμόρφωσαν σε σημαντικό βαθμό αυτό που είμαι σήμερα και με υποστήριξαν υλικά, ηθικά και με την πολύτιμη εμπιστοσύνη τους σε κάθε βήμα της ζωής μου! Τους ευχαριστώ για τη βαθιά φιλομάθεια που μου ενέπνευσαν από νωρίς, για την αγάπη στη συνεχιζόμενη κατάρτιση και μόρφωση και κυρίως για το ήθος και την εργατικότητα, παράγοντες που φρονώ πως συνετέλεσαν στη διαμόρφωση της παρούσας διατριβής και της μέχρι τώρα πορείας μου.

Περίληψη (Ελληνικά)

Αρχικό ερέθισμα και νοητή έμπνευση για την έρευνα και συνεπώς για τη συγκεκριμένη διατριβή, αποτέλεσε η παραδοσιακή «γεωμετρία χελώνας» της Logo και οι πρακτικές που εισήγαγε στη μαθηματική -και όχι μόνο- εκπαίδευση. Η δημιουργική «ορμή» της «χελώνας» άλλαξε τον τρόπο με τον οποίο μπορούμε σήμερα να μιλάμε τόσο για τις διαδικασίες βιωματικής μάθησης των παιδιών όσο και για τη δυνατότητά τους να εμπλέκονται ενεργά σε σενάρια συνεργατικής επίλυσης προβλημάτων με τη βοήθεια αλγοριθμικής σκέψης και πράξης.

Πιο συγκεκριμένα, μας απασχόλησαν οι προοπτικές και οι μαθησιακές ευκαιρίες που αναδύονται από την εμπλοκή παιδιών προσχολικής ηλικίας σε σενάρια ρομποτικής με στόχο την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο ενός διδακτικού πειράματος. Όπως παρουσιάζεται αναλυτικότερα και στη συνέχεια, η παρέμβασή μας διαρθρώνεται σε διακριτές αλλά αλληλοτροφοδοτούμενες φάσεις (πρώτη φάση ατομικής συνέντευξης, διεξαγωγή της κατεξοχήν διδακτικής παρέμβασης, τελική ατομική συνέντευξη κι εκτέλεση συγκεκριμένων χωρικών έργων). Σε όλη τη διάρκεια του διδακτικού πειράματος, συμμετείχαν αδιάλειπτα συνολικά 20 παιδιά και ο ερευνητής με παράλληλο ρόλο εμπυχωτή χωρίς τη παρέμβαση της νηπιαγωγού σε καμία χρονική στιγμή.

Βασικός στόχος της έρευνας ήταν το να καταγραφεί κατά πόσο συγκεκριμένες χωρικές δεξιότητες και στρατηγικές φαίνεται να αναδύονται όταν τα παιδιά εμπλέκονται σε έργα που απαιτούν τον προγραμματισμό ορισμένης κίνησης συσκευών σε περιβάλλοντα μικροχώρου καθώς και ποιες είναι οι πρακτικές επίλυσης προβλήματος και τα εργαλεία στα οποία ανατρέχουν. Όπως θα φανεί και στη συνέχεια, αναδύονται υποθέσεις εργασίας με βάση την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της ποιοτικής ανάλυσης η ερμηνεία των οποίων έγινε στο πλαίσιο της κοινωνικοπολιτισμικής θεωρίας. Επιπλέον υποστηρικτικό εργαλείο, οι πολλαπλές προεκτάσεις του θεωρητικού έργου του Vygotsky και κυρίως οι προσεγγίσεις που έχουν αναδειχθεί και αφορούν την ανάλυση συνομιλιών μεταξύ παιδιών ευρύτερα όπως για παράδειγμα οι μέθοδοι των Rogoff (1998, 2003) και Comblained & Way (1997). Βασικές έννοιες και άξονες του ερμηνευτικού μας πλαισίου, η σημασία του «εμπειρότερου άλλου» στη συνδιαμόρφωση της γνώσης, η δυναμική των αλληλεπιδράσεων, του κοινωνικού πλαισίου, των εργαλείων για τη «διαμεσολάβηση» της σκέψης και των γνωστικών διεργασιών.

Συνοπτικά, τα ευρήματα αφορούν ιδιαίτερα τις δυνατότητες ανάπτυξης δεξιοτήτων που επιτρέπουν στα παιδιά να αναγνωρίζουν και να περιγράφουν, άμεσα ή έστω και με διάφορες μορφές ανατροφοδότησης, τοπολογικές χωρικές σχέσεις στο περιβάλλον (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.). Επιπλέον, αναδεικνύεται η ικανότητα να προσεγγίζουν μετρικά τις διαδρομές και τις διάφορες χωρικές σχέσεις ποσοτικοποιώντας το τοπολογικό στοιχείο με εφεύρεση και χρήση άτυπων και εργαλείων και αυτό κυρίως χάρη στην αξιοποίηση των πρακτικών «προγραμματισμού» που απαιτούνται για τη σύνθεση

ορθού ψευδοκώδικα (π.χ. χρήση καρτών προγραμματισμού, και εικονοεντολών προγραμματισμού σε περιβάλλον λογισμικού, ακριβής αιτιολόγηση κίνησης με ένα προς ένα αντιστοίχιση βήματος ρομπότ με τις εντολές προγραμματισμού, αντιστοίχιση βήματος ρομπότ με τα τεταρτημόρια της μακέτας,, επικάλυψη απόστασης με το σώμα του ρομπότ κ.α.). Άλλα στοιχεία που αναδύονται μέσα από την ανάλυση των επεισοδίων ήταν η ανάπτυξη δεξιοτήτων κατανόησης και χρήσης χωρικού κώδικα (με έμφαση στο δεικτικό-περιγραφικό μοντέλο και λιγότερο σε σχέση με τοπολογική προσέγγιση) καθώς και η δεξιότητα προσανατολισμού στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς μέσω στρατηγικών ενσώματης κατανόησης θέσεων και σχέσεων στο περιβάλλον. Επιπλέον, μια ακόμα ενδιαφέρουσα διαπίστωση που αφορά κυρίως τις στρατηγικές επίλυσης χωρικού προβλήματος είναι και το ότι τα παιδιά σε σημαντικά υψηλό ποσοστό περιπτώσεων προχώρησαν σε επανέλεγχο προσπάθειας και επαναπροσδιορισμό του προβλήματος, αναπροσαρμόστηκαν σε νέα δεδομένα, τροποποίησαν τις αρχικές απόπειρες επίλυσης και συχνά προτίμησαν αλληλοδιδασκτικές πρακτικές ως φυσικό επακόλουθο των παραπάνω διαδικασιών. Τέλος, ένα στοιχείο που εγγράφεται στα θετικά με επίδραση στην εξέλιξη των διαδικασιών του διδακτικού πειράματος αλλά και στη γνωστική εξέλιξη των παιδιών που συμμετείχαν, σε ζητήματα και έννοιες χώρου, ήταν η συνδυαστική χρήση εργαλείων διαφορετικής λειτουργικής πολυπλοκότητας (Bee-Bot & Lego NXT) και η κατά περίπτωση ανάδειξη και αξιοποίηση του πολύσημου χαρακτήρα τους.

Λέξεις-κλειδιά: *Εκπαιδευτική ρομποτική, Προσχολική ηλικία, Χωρικές δεξιότητες, Κοινωνικοπολιτισμική θεωρία, Δυναμικό πλαίσιο, Νοητικά εργαλεία*

Περίληψη (Αγγλικά) / Abstract

Initial stimulus for this research work and therefore for the present thesis has been the traditional "turtle geometry" of Logo and the practices it introduced in the field of mathematical - and not only - education. The creative "momentum" of the "turtle" has changed the way we can talk today about both the experiential learning processes of children and their ability to actively engage in collaborative problem-solving scenarios with the aid of computational thinking.

More specifically, we are concerned about the prospects and learning opportunities emerging from the engagement of pre-school children in Educational robotics scenarios with the aim of developing spatial skills in the context of a teaching experiment. Our experiment is structured upon distinct but interdependent stages (initial stage with an individual interview, going on with classroom intervention, ending up with the final individual interview including specific spatial tasks). Throughout the course of the teaching experiment, a total of 20 children were involved. The main objective of the research was to determine whether specific spatial skills and strategies seem to emerge when children are engaged in projects that require programming the movement of robots in micro-space environments as well as what problem-solving strategies and tools they are looking at. Our main assumptions, based on the exploitation of the results of the qualitative analysis, the interpretation of which was carried out in the context of socio-cultural theory, are sufficiently documented. As an additional supportive tool, the multiple implications of Vygotsky's theoretical work, and especially the approaches that have emerged concerning the analysis of classroom communication, such as the work of Rogoff (1998, 2003) and Kumpulainen & Wray (1997). Basic concepts and pillars of our interpretive framework are the importance of the "more experienced other" in the contextualization of knowledge, the dynamics of interactions, the social framework, the tools for "mediating" thinking and cognitive processes.

In summary, our findings particularly highlight the potential of Educational robotics for the development of skills that allow children to recognize and describe, directly or with the aid of various forms of feedback, topological/spatial relationships in the environment that surrounds them (*inside, out, left, right, next, between, close, far, round, front, back, side by side, down / over, etc.*). In addition, the ability to approach and measure spatial relationships by quantifying space and topology through the invention and use of informal and ad hoc tools, is clearly demonstrated thanks to the exploitation of "programming" practices required for synthesising efficient pseudocode (eg. use of programming cards and blocks in software environment, justification of choices by matching each step of the robot with every single programming command etc.). Other elements emerging from the analysis of the episodes were the development of skills of understanding and deploying spatial code as well as the orientation skills in space when different points of reference exist, through embodiment-based strategies. In addition, one more interesting

finding, which mainly concerns the strategies for solving a spatial problem, is that most children in many cases have gone through self-assessment and redefined the problem, adapted to new data, altered the initial attempts to resolve and often moved between other-self-regulation as a natural consequence of the above processes.

Keywords: *Educational robotics, Preschool education, Spatial skills, Sociocultural theory, Dynamic framework, Mental tools*

Δημοσιεύσεις κι ερευνητικό έργο

Δημοσιεύσεις σε Επιστημονικά Περιοδικά

1. Κούριας, Σ. & Χρονάκη, Α. (2019, υπό έκδοση). ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΕ ΠΛΑΙΣΙΟ ΟΜΑΔΟΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ: ΕΝΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΜΕ ΠΑΙΔΙΑ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ. *Έρευνα στη διδακτική των μαθηματικών*

Ανακοινώσεις σε Επιστημονικά Συνέδρια

1. Kourias, S., Chronaki, A., & Houstis, E. (2015). It works but how? The importance of educational robotics as a precursor of Computational Thinking in early childhood education. In *Proceedings from the 3rd International Symposium on New Issues on Teacher Education* (p. 169).
2. Ζαχαράκη, Μ., Χρονάκη, Α. & Κούριας Σ. (2014). Μελετώντας την κίνηση ενός ρομπότ: προς μια 'αβίαστη' επαφή με μαθηματικές ιδέες. Πρακτικά του 5ου Συνεδρίου της Ένωσης Ερευνητών της Διδακτικής των Μαθηματικών (ΕΝ.Ε.ΔΙ.Μ). Φλώρινα.
3. Chronaki A. & Kourias, S. (2012). Playing Robots: Doing Mathematics and Doing Gender. Paper for CIEAEM 64 Conference «Mathematics Education and Democracy: learning and teaching practices», Rhodes, Greece, 23-27 July 2012
4. Χρονάκη Α. & Σ. Κούριας (2011). Παιδιά, Ρομπότ και Lego Mindstorms: Καταγράφοντας το ξεκίνημα μιας αλληλεπιδραστικής σχέσης. Στα πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία». Πάτρα, 28-30 Απριλίου 2011
5. Κούριας Σ. (2009). Βασικές Προδιαγραφές Εκπαιδευτικών Εφαρμογών με Ρομποτικές Κατασκευές. Στα πρακτικά του 1ου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία». Βόλος Απρίλιος 2009, Π. Πολίτης (Eds)
6. Κούριας Σ. (2008). Καταγραφή Καινοτόμων Εκπαιδευτικών Εφαρμογών Νέων Τεχνολογιών στα σχολεία της κοινότητας του Reggio Emilia (Β. Ιταλία). Παραδείγματα καλής πρακτικής. Στα πρακτικά του 1ου Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας «Ψηφιακό υλικό για την υποστήριξη του παιδαγωγικού έργου των εκπαιδευτικών Α/θμιας & Β/θμιας Εκπαίδευσης». Νάουσα 9, 10, 11 Μαΐου 2008

Υποτροφίες & Συμμετοχή σε Έρευνα

1. Πανεπιστημιακός υπότροφος για παροχή εκπαιδευτικού έργου και υποστήριξη πρακτικής άσκησης (Π.Τ.Π.Ε., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας) κατά το εαρινό εξάμηνο 2014: Συμμετοχή σε ερευνητικές και διδακτικές δραστηριότητες. Παροχή υποστηρικτικού έργου στο μάθημα "Ψηφιακά Μαθηματικά και κατάρτιση διδακτικών σεναρίων".
2. Συμμετοχή στο ερευνητικό πρόγραμμα "ACTiFE" (Erasmus+ KA2 Action, 2018) κατά τα έτη 2018-2019. Κατάρτιση διδακτικών σεναρίων στο πλαίσιο ανάπτυξης νέου εκπαιδευτικού λογισμικού με επίκεντρο την ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης και προγραμματιστικών δεξιοτήτων. Συμμετοχή σε δράσεις πιλοτικής χρήσης με ομάδες-στόχο και σε εκδηλώσεις διάχυσης αποτελεσμάτων.
3. Συμμετοχή στην υλοποίηση και συντονισμό του έργου «TALOS 1: Εργαστήρια Ρομποτικής, Προγραμματισμού και Πρωτότυπης δημιουργίας για Παιδιά (ΕΛΚΕ & ΚΔΒΜ Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κωδικός έργου 4165.0069) κατά τα έτη 2016-2019: Κατάρτιση διδακτικών σεναρίων ρομποτικής και προγραμματισμού με παιδιά ηλικίας 5-16 ετών.

Πίνακας Περιεχομένων

Εικόνες.....	4
Πίνακες	5
Γραφήματα.....	7
Συντομογραφίες	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
Γενικά.....	9
Η παρούσα έρευνα	10
Δομή της διατριβής.....	11
Συμβολή της διατριβής.....	14
ΜΕΡΟΣ 1: ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εκπαιδευτική Ρομποτική και σύγχρονες προεκτάσεις	18
1.1 Από την εποχή της Logo μέχρι σήμερα.....	19
1.2 Παιδιά, «ρομπότ» και μάθηση.....	23
1.3 Η προσέγγιση STE(A)M στην Εκπαίδευση	26
1.4 Κίνημα Κατασκευαστών (Makers Movement)	30
1.5 Εκπαιδευτική Ρομποτική και σύγχρονη έρευνα.....	34
1.6 Εκπαιδευτική Ρομποτική στις μικρές ηλικίες	40
1.7 Εκπαιδευτική Ρομποτική: μια κριτική αποτίμηση	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανάπτυξη Χωρικής Σκέψης	47
2.1 Σημασία της χωρικής σκέψης.....	48
2.2 Χωρική σκέψη σύμφωνα με τον J. Piaget.....	52
2.3 Χωρική σκέψη σύμφωνα με τον L. Vygotsky	55
2.4 Χωρική σκέψη κι εγωκεντρισμός.....	57
2.5 Χωρικές αναπαραστάσεις.....	59
2.6 Ενσώματη έκφραση και χωρική σκέψη	63
2.7 Χωρική σκέψη και μικρά παιδιά	66
2.8 Έννοιες χώρου και αναλυτικό πρόγραμμα	68
2.9 Χωρική σκέψη και ψηφιακά εργαλεία.....	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κοινωνικοπολιτισμική θεωρία και σχεδίαση μάθησης	79
3.1 Το ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο	79
3.2 Το κοινωνικό πλαίσιο	81
3.3 Η Ζώνη επικείμενης ανάπτυξης	84
3.4 Υλικά, εργαλεία και διαδικασία μάθησης	88
3.5 Η γλώσσα ως «εργαλείο» μάθησης	94
3.6 Η χρήση γλώσσας στο πλαίσιο της τάξης	98
ΜΕΡΟΣ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογικό και αναλυτικό σχέδιο της έρευνας	106
4.1 Η προβληματική και τα ερωτήματα της έρευνας	107
4.2 Μεθοδολογία της έρευνας	108
4.3 Το διδακτικό πείραμα	112
4.3.1 Το πλαίσιο της έρευνας (χώρος, παιδιά)	113
4.3.2 Στάδια υλοποίησης της έρευνας	114
4.3.3 Υλικά και εργαλεία της έρευνας	116
4.3.4 Εργαλεία ρομποτικής του διδακτικού πειράματος	118
4.4 Διαδικασίες και εργαλεία συλλογής δεδομένων	125
4.4.1 Στάδιο γνωριμίας με τα παιδιά και τα εργαλεία της διδακτικής παρέμβασης	127
4.4.2 Η αρχική ατομική συνέντευξη	129
4.4.3 Η διδακτική παρέμβαση	139
4.4.4 Εργαλείο ανάλυσης επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης	142
4.4.5 Η τελική ατομική συνέντευξη	147
4.5 Ζητήματα εμπιστευσιμότητας και δεοντολογίας	152
4.5.1 Εμπιστευσιμότητα της έρευνας	153
4.5.2 Ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας	155
4.5.3 Όρια και περιορισμοί της έρευνας	156
ΜΕΡΟΣ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	159
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: “Ξεδιπλώνοντας” την χωρική σκέψη των παιδιών	160
5.1 Η έκφραση της χωρικής αίσθησης των παιδιών κατά την αρχική ατομική συνέντευξη	160

5.2 Η έκφραση της χωρικής αίσθησης των παιδιών κατά την τελική ατομική συνέντευξη	167
5.3 Ανιχνεύοντας τη χωρική σκέψη των παιδιών.....	172
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Υποστηρίζοντας την ανάπτυξη χωρικής σκέψης μέσω Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: εστίαση στο δυναμικό πλαίσιο	178
6.1 Χρήση κι (εφ)εύρεση εργαλείων	179
6.2 Κοινωνικές διεργασίες στο πλαίσιο της ομάδας.....	199
6.3 Ο ερευνητής/εκπαιδευτικός ως ακόμα ένας «έμπειρος άλλος».....	209
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Χωρική σκέψη, γλώσσα και Εκπαιδευτική Ρομποτική	217
7.1 Αιτιολογικός/Επεξηγηματικός λόγος.....	218
7.2 Ρυθμιστικός λόγος (παροχή οδηγιών σε άλλον, οργάνωση και έλεγχος στο πλαίσιο της ομάδας)	222
7.3 Διερευνητικός λόγος	228
ΜΕΡΟΣ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	232
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συζήτηση	233
8.1 Πώς απαντήθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα;.....	233
8.2 Ποια νέα ερευνητικά ερωτήματα αναδύονται;	245
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Συμπεράσματα	247
9.1 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ παιδιών, ενηλίκων, εργαλείων	248
9.2 Αξιοποίηση κι εφεύρεση εργαλείων	250
9.3 Απτικά και ψηφιακά εργαλεία για τον «προγραμματισμό» της κίνησης.....	252
9.4 Ανάπτυξη υπολογιστικού τρόπου σκέψης	255
9.5 Συνεισφορά της έρευνας	258
Αντί επιλόγου.....	261
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	262
Ελληνική.....	262
Ξενόγλωσση	265
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	307

Εικόνες

Εικόνα 1. Εργαλεία «νέας γενιάς» υπό το πρίσμα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής	22
Εικόνα 2. Εκπ. Ρομποτική για θεατρική αγωγή μέσω προσέγγισης STEAM (φωτογραφία από Myounghoon et al. 2016).....	30
Εικόνα 3. Το κιτ ρομποτικής Kibo	43
Εικόνα 4. Το πείραμα «3 βουνά» του Piaget	58
Εικόνα 5. Αναπαράσταση του πειράματος του Hughes (1975).....	58
Εικόνα 6. Οθόνες των εφαρμογών Lady Bug Leaf & Lady Bug Maze	75
Εικόνα 7. Έργα παιδιών με χρήση ROBO Pro light.....	76
Εικόνα 8. Ενσώματη/Πραξιακή αναπαράσταση στο πλαίσιο σεναρίων προγραμματισμού (φωτογραφίες από Francis et al., 2016)	77
Εικόνα 9. Οι βασικοί χώροι διεξαγωγής της ατομικής συνέντευξης (αριστερά) και του διδακτικού πειράματος (δεξιά)	113
Εικόνα 10. Απτικές και ψηφιακές κάρτες εικονοεντολών ψευδογλώσσας για προγραμματισμό κίνησης στη μακέτα του πειράματος.....	117
Εικόνα 11. Η Bee-Bot και οι 7 εντολές χειρισμού της κίνησης μέσω πλήκτρων	119
Εικόνα 12. Πλήκτρα εντολών/κατεύθυνσης της Bee-Bot	119
Εικόνα 13. Απλό όχημα Lego Minstorms NXT και γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού.....	121
Εικόνα 14. Τυπική εντολή κίνησης ευθεία για το NXT (αριστερό και μεσαίο στιγμιότυπο). Η ίδια εντολή, παραμετροποιημένη και έτοιμη προς χρήση από τα παιδιά (δεξί στιγμιότυπο).....	121
Εικόνα 15. Ενδεικτική οθόνη της εφαρμογής LightBot	123
Εικόνα 16. Ιχνογραφήματα κίνησης Bee-Bot στο πλαίσιο πιλοτικής δραστηριότητας	129
Εικόνα 17. Δημιουργία ιχνογραφημάτων κίνησης της Bee-Bot και βιωματικό παιχνίδι στο πλαίσιο πιλοτικής δραστηριότητας	129
Εικόνα 18. Έργο 2.Α.1 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση	133
Εικόνα 19. Έργο 2.Α.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση	134
Εικόνα 20. Φωτογραφίες έργου 2.Α.3 αρχικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση.....	135
Εικόνα 21. Φωτογραφία έργου 2.Β αρχικής συνέντευξης.....	136
Εικόνα 22. Φωτογραφίες έργων 2.Γ.1 & 2.Γ.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση	137
Εικόνα 23. Έργα 2.Δ.1 & 2.Δ.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση	137
Εικόνα 24. Εκδήλωση χωρικής σκέψης των παιδιών στο περιβάλλον του λογισμικού «Lightbot»	147
Εικόνα 25. Οπτικά ερεθίσματα (3.8.1 – 3.8.6) στο πλαίσιο των λεκτικών έργων κατά την τελική συνέντευξη.....	152
Εικόνα 26. Ενδεικτικά σχέδια παιδιών για έργο 1.21 της αρχικής συνέντευξης	163

Εικόνα 27. Ενδεικτικά ιχνογραφήματα παιδιών για έργο 2Ε της αρχικής συνέντευξης με την Bee-Bot.....	167
Εικόνα 28. Χωρικά έργα κατά τη διάρκεια της τελικής ατομικής συνέντευξης	171
Εικόνα 29. Συνεργασίες για επίλυση προβλημάτων στο πλαίσιο αποστολών στη μακέτα.....	181
Εικόνα 30. Υποστήριξη της χωρικής σκέψης των παιδιών με εργαλεία αναπαράστασης.....	182
Εικόνα 31. Διαγράμματα ροής που ευνοούν δεικτική-περιγραφική πρακτική σε περιβάλλον μακέτας.....	183
Εικόνα 32. Εικόνα 32. Χρήση σώματος για κατανόηση και δείξη χώρου	183
Εικόνα 33. Τεταρτημόρια μακέτας και κάρτες-εντολές προγραμματισμού ως νοητικά βοηθήματα	186
Εικόνα 34. Φυσικά και ψηφιακά διαγράμματα κίνησης που δημιούργησαν τα παιδιά	189
Εικόνα 35. Σύνθεση προγράμματος στο περιβάλλον του λογισμικού Lego Mindstorms NXT	191
Εικόνα 36. Εξελικτική πορεία υπολογιστικής σκέψης. Από τον σχεδιασμό στη πράξη.....	257

Πίνακες

Πίνακας 1. Συνοπτικός πίνακας εργαλείων του διδακτικού πειράματος	124
Πίνακας 2. Ερωτήματα σκιαγράφησης του προφίλ των παιδιών	132
Πίνακας 3. Συσχετισμός ερωτημάτων/έργων και χωρικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο της αρχικής συνέντευξης	139
Πίνακας 4. Χρονολόγιο παρεμβάσεων	141
Πίνακας 5. Έργο εκτίμησης απόστασης με άτυπα μέσα (Αρχική συνέντευξη)	165
Πίνακας 6. Έργο περιγραφής διαδρομής με χωρικούς όρους (Αρχική συνέντευξη)	166
Πίνακας 7. Πειραματισμός στο πλαίσιο χρήσης της εφαρμογής Lightbot	169
Πίνακας 8. Πειραματισμός με τη δεύτερη διαδρομή στο πλαίσιο της εφαρμογής Lightbot.....	169
Πίνακας 9. Αλλαγές στη χωρική σκέψη των παιδιών κατά τα έργα των συνεντεύξεων	172
Πίνακας 10. Χρήση αυτοσχέδιων χαρτών για την υποστήριξη της χωρικής σκέψης και δράσης.....	184
Πίνακας 11. Ανάδειξη στοιχείων του περιβάλλοντος ως χωρικών δεικτών και άτυπων οργάνων μέτρησης.....	185
Πίνακας 12. Συγκερασμός και αξιοποίηση ψηφιακού και απτικού σημειωτικού συστήματος «προγραμματισμού» από τα παιδιά.....	187
Πίνακας 13. Το αυτοσχέδιο "διάγραμμα κίνησης" ως εξελικτικό, δυναμικό εργαλείο υποστήριξης αλγοριθμικής σκέψης.....	190

Πίνακας 14. Η αξία της συνύπαρξης και χρήσης πολλαπλών σημειωτικών εργαλείων και συστημάτων για την οπτικοποίηση διαδικασιών κίνησης στο χώρο	192
Πίνακας 15. Ενδιάμεσο στάδιο κατανόησης χωρικών εννοιών μέσω της διαδικασίας συντονισμού σώματος, πράξης, λόγου.....	193
Πίνακας 16. Χρήση πραξιακής αναπαράστασης για τη κατανόηση χωρικών εννοιών	195
Πίνακας 17. Ανοιχτές ευκαιρίες άτυπης μαθηματικοποίησης των χωρικών διαδικασιών	197
Πίνακας 18. Συνεργατική συμπεριφορά παιδιών ως αλληλοδιδασκαλία	200
Πίνακας 19. Συνεργασίες παιδιών στο πλαίσιο εξοικείωσης με εργαλεία προγραμματισμού.....	202
Πίνακας 20. Ο ρόλος του «εμπειρότερου άλλου» στο πλαίσιο προγραμματισμού του NXT.....	203
Πίνακας 21. Επίλυση προβλήματος μέσω ανατροφοδότησης από το ίδιο το περιβάλλον	204
Πίνακας 22. Παροχή οδηγιών μεταξύ παιδιών στο πλαίσιο διαδικασιών αποσφαλμάτωσης	205
Πίνακας 23. Αλληλοδιδασκτικές συμπεριφορές στο πλαίσιο της ομάδας	206
Πίνακας 24. Αμοιβαία εναλλαγή ρόλων (πάροχος-αποδέκτης βοήθειας) μεταξύ των παιδιών	207
Πίνακας 25. Κοινωνικές διεργασίες μεταξύ παιδιών στο πλαίσιο της ομάδας.....	208
Πίνακας 26. Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής μεταξύ παιδιών-χωρικών εννοιών-εργαλείων.....	210
Πίνακας 27. Ενδεικτικές ερωτήσεις στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης.....	211
Πίνακας 28. Ενδεικτικές παρεμβάσεις στο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος.....	213
Πίνακας 29. Βιωματική εμπειρία χώρου, εργαλείων και σώματος με τη συνδρομή του "εμπειρότερου άλλου"	215
Πίνακας 30. Συνοπτικός πίνακας καταγεγραμμένων γλωσσικών διεργασιών κατά την εξέλιξη του ομαδοσυνεργατικού διδακτικού πειράματος.....	218
Πίνακας 31. Παρακίνηση για χωρική αιτιολόγηση και επεξήγηση.....	219
Πίνακας 32. Το περιβάλλον και τα εργαλεία ως ενισχυτές χωρικής επιχειρηματολογίας	220
Πίνακας 33. Οι στρατηγικές αιτιολόγησης των παιδιών ως δείκτες εξέλιξης χωρικής σκέψης	221
Πίνακας 34. Το αίτημα του ερευνητή για επεξήγηση επιλογής ως μέσο ενίσχυσης αυτοαξιολόγησης και αλληλοδιδασκαλίας	222
Πίνακας 35. Ενδεικτική διατύπωση ρυθμιστικού λόγου μεταξύ παιδιών	225
Πίνακας 36. Ρυθμιστικός λόγος των παιδιών ως αναδυόμενο μέσο αξιολόγησης και αλληλοτροφοδότησης στο πλαίσιο της ομάδας .	226
Πίνακας 37. Αξιοποίηση συμβολικών συστημάτων του διδακτικού πειράματος από τη μεριά των παιδιών για υποστήριξη ρυθμιστικής παρέμβασης.....	227

Πίνακας 38. Κυριαρχικές πρακτικές ρύθμισης της ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας	228
Πίνακας 39. Τυπολογία διερευνητικού λόγου που διατυπώνουν τα παιδιά	229
Πίνακας 40. Ενδεικτική διατύπωση διερευνητικού λόγου ως μέσου επίκλησης υποστήριξης από συνομήλικο	230
Πίνακας 41. Τυπολογία εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά	240

Γραφήματα

Γράφημα 1. Δομή της διατριβής.....	14
Γράφημα 2. Εξελικτικά στάδια ερευνητικής διαδικασίας	116
Γράφημα 3. Χρήση αυτούσιας χωρικής ορολογίας από τα παιδιά	175
Γράφημα 4. Τυπολογία παρεμβάσεων του ερευνητή κατά τη διδακτική παρέμβαση	216
Γράφημα 5. Σκοπός χρήσης Ρυθμιστικού λόγου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	224
Γράφημα 6. Χρήση Διερευνητικού λόγου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	231
Γράφημα 7. Αναγνώριση και περιγραφή χωρικών εννοιών και σχέσεων κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	235
Γράφημα 8. Κατανόηση και χρήση χωρικού κώδικα κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	235
Γράφημα 9. Εκτίμηση και μέτρηση απόστασης κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	236
Γράφημα 10. Δημιουργία σύνθετων χωρικών συλλογισμών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης.....	237
Γράφημα 11. Δεξιότητα προσανατολισμού με αλλοκεντρικό σύστημα αναφοράς	238
Γράφημα 12. Βιωματική κατανόηση χώρου και θέσεων	238
Γράφημα 13. Χρήση εργαλείων για επίλυση χωρικού προβλήματος κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης	240
Γράφημα 14. Στρατηγικές επίλυσης χωρικού προβλήματος.....	243

Συντομογραφίες

2Δ: Δισδιάστατο περιβάλλον

3Δ: Τρισδιάστατο περιβάλλον

Α.Π.: Αναλυτικό Πρόγραμμα

Ε.Π.: Εικονική Πραγματικότητα

Ε.Ρ.: Εκπαιδευτική Ρομποτική

Ζ.Ε.Α.: Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης

IoT: Internet of Things

STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικά

Ο όρος «Εκπαιδευτική Ρομποτική» (στο εξής ΕΡ) αν και σε γενικές γραμμές αφορά τη χρήση ρομπότ και αυτοματοποιημένων συστημάτων με σκοπό την ανάπτυξη γνώσης και δεξιοτήτων, είναι πολύσημος ειδικά αν αναλογιστούμε την πληθώρα και ταχύτητα εμφάνισης των τεχνολογιών που εντάσσονται στον εν λόγω τομέα ιδιαίτερα πρόσφατα. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ενώ αναφέρεται ευθέως στην αξιοποίηση προγραμματιζόμενων συστημάτων και πρακτικών που οδηγούν τα παιδιά στην ανάπτυξη ποικίλων δεξιοτήτων παράλληλα σχετίζεται άμεσα με διαδικασίες σχεδιασμού, κατασκευής ή/και ορισμού της συμπεριφοράς τεχνολογικά ελεγχόμενων συσκευών στο πλαίσιο συνθετικών εργασιών.

Για πολλά χρόνια, η ΕΡ αξιοποιεί ποικίλα τεχνολογικά ελεγχόμενα συστήματα ως εκπαιδευτικό εργαλείο (Leroux, 1999) σε πληθώρα γνωστικών πεδίων και με ποικίλους στόχους (Keren & Fridin, 2014 · Benitti, 2012 · Eguchi, 2010 · Nugent et al. 2010 · Nugent et al. 2008 · Barker & Anson, 2007 · Hussain et al. 2006). Οι θεωρητικές αναφορές εντάσσονται τόσο στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού (constructivism) όσο και του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού (constructionism). Ενδεικτικά, στην υπάρχουσα βιβλιογραφία υποδηλώνεται ότι η ΕΡ μπορεί να αποτελέσει εξαιρετικά χρήσιμο μέσο για τη βελτίωση δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Alimisis, 2013 · Benitti, 2012), την καλλιέργεια γνωστικής ευελιξίας και μεταγνωστικών πρακτικών στην πρώιμη και όψιμη παιδική ηλικία (Mioduser & Levy, 2010 · Sullivan, 2008). Παράλληλα μπορεί να δημιουργήσει πλαίσια με θετικό αντίκτυπο μάθησης, ειδικά σε σχέση με το πεδίο STEM, και πιο συγκεκριμένα με τις Φυσικές Επιστήμες, την Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά. Σε αυτό το πλαίσιο μελέτες (Hussain et al. 2006 · Lindh & Holgersson 2007) έχουν προτείνει την εφαρμογή δραστηριοτήτων ΕΡ σε σχέση με τη βελτίωση των λογικο-μαθηματικών δεξιοτήτων των μαθητών καθώς και των δυνατοτήτων τους για επίλυση προβλημάτων. Σε ανάλογη μελέτη (La Paglia et al, 2011) με ομάδες παιδιών μεταξύ 10 έως 12 ετών, διαπιστώθηκε η αποτελεσματικότητα δραστηριοτήτων που εμπλέκουν ΕΡ σε σχέση με την ανάπτυξη και μεταγνωστικών δεξιοτήτων και ειδικότερα με τις δυνατότητες αυτορρύθμισης και αυτοαναλογισμού κατά την εκτέλεση μαθηματικών έργων.

Ως προς την ηλικία των παιδιών που απασχολεί την έρευνά μας, δηλαδή την προσχολική, θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε πως αφενός μέχρι πρόσφατα η σχετική έρευνα ήταν σαφώς περιορισμένη συγκριτικά με εκείνη που αφορά τις μεγαλύτερες ηλικίες, αφετέρου το τελευταίο διάστημα έχει αυξηθεί κατακόρυφα και σημαντικά. Ενδεικτικά οι Bers et al. (2014) προτείνουν την εφαρμογή ρομποτικών δραστηριοτήτων ακόμη από το νηπιαγωγείο ενώ και σε παλαιότερη έρευνα της ίδιας ομάδας (Kazakoff et al., 2013) σε είκοσι επτά σχολεία συνολικά, σημαντική βελτίωση εντοπίστηκε στο πεδίο της διαδικαστικής-λογικής σκέψης των παιδιών που συμμετείχαν στα εργαστήρια.

Η παρούσα έρευνα

Η παρούσα διατριβή συνιστά αποτέλεσμα έρευνας η οποία εξετάζει τους τρόπους με τους οποίους παιδιά προσχολικής ηλικίας, μπορούν να αναπτύξουν χωρικές δεξιότητες οι οποίες εντάσσονται σε ένα ευρύτερο μαθηματικό τρόπο σκέψης μέσα από την εμπλοκή τους σε διαδικασίες προγραμματισμού της κίνησης μιας νέας γενιάς «παιχνιδιών» που διέπονται από τη φιλοσοφία του κλάδου της ΕΡ όπως περιγράφεται σήμερα. Συνοπτικά, διερευνάται η δυναμική της αξιοποίησης τεχνολογικών αυτόματου ελέγχου με ή χωρίς χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή σε σχέση με την ενθάρρυνση ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων και αναπαραστάσεων προσανατολισμού και κατεύθυνσης σε παιδιά νηπιαγωγείου. Η έρευνα βασίζεται στην εφαρμογή διδακτικού πειράματος που, με την συνεργασία (αλλά χωρίς την άμεση εμπλοκή) των μόνιμων εκπαιδευτικών του σχολείου που φιλοξένησε τη παρέμβασή μας, υλοποιήθηκαν από τη φάση του σχεδιασμού ως και την εφαρμογή τους από τον ίδιο τον ερευνητή ο οποίος είχε παράλληλο ρόλο εμπνευστή κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων. Η διερεύνηση των τρόπων με τους οποίους παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να αναπτύξουν χωρικές δεξιότητες μέσω εμπλοκής τους σε σενάρια ΕΡ και τα σχετικά συμπεράσματα, αποτυπώθηκαν στα δεδομένα που προέκυψαν μέσω βιντεοσκοπήσης και -κυρίως- ποιοτικής ανάλυσης. Στη περίπτωση της έρευνάς μας, το διδακτικό πείραμα φαίνεται να εξυπηρετεί την επαλήθευση υποθέσεων που αφορούν τυχόν συνεισφορά της ΕΡ στο πεδίο ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας σε συνδυασμό με τις στρατηγικές, τις πρακτικές και τα εργαλεία που αναπτύσσονται παράλληλα, γεγονός που απαιτεί αυτό που οι Kelly & Lesh (2000) αποκαλούν συντονισμό πολλαπλών επιπέδων ανάλυσης και καταγραφή παράλληλων «μαθησιακών οικοσυστημάτων».

Η ερμηνεία των δεδομένων συντίθεται υπό το πρίσμα της κοινωνικοπολιτισμικής προοπτικής και τα εννοιολογικά εργαλεία που μας παρέχει σε σχέση με την ανάλυση της έρευνας με μικρά παιδιά (Rogoff, 2003) και η οποία λαμβάνει σοβαρά υπόψη ότι τόσο η σκέψη όσο και η δράση των παιδιών ενθυλακώνεται σε πλαίσια και παράλληλα συνδέεται με συνέργειες, σύμβολα, σημεία και πολιτισμικά εργαλεία. Με βάση αυτή την προσέγγιση, η εστίαση μας μετατοπίζεται από το «απομονωμένο» δρον άτομο, στην ίδια τη πράξη συμμετοχής και συνεισφοράς του παιδιού μέσα σε μια συνεργατική δραστηριότητα. Εστιάζει δε, στο πώς αυτή η συμμετοχή μετασχηματίζεται γνωστικά κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας (προσωπική εστίαση), πώς μετουσιώνεται σε σχέσεις με τους άλλους (διαπροσωπική εστίαση) και στο πώς συνδέεται με το πλαίσιο και τα συμβολικά εργαλεία που αυτό παρέχει. Επιπλέον, στο ίδιο πλαίσιο ερμηνείας σημασία αποδίδεται στον καταλυτικό ρόλο της γλώσσας που λειτουργεί διαμεσολαβητικά ανάμεσα στις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο περιβάλλον της τάξης και συνεπώς, μετασχηματίζεται σε «κοινωνικό προϊόν» (Kumpulainen & Wray 1997).

Η ιδέα για την εκπόνηση της έρευνάς μας προέκυψε αφενός από έντονο προσωπικό προβληματισμό σε σχέση με τον συνήθως μονοδιάστατο χαρακτήρα που αποδίδεται στις εφαρμογές ΕΡ και τη χρησιμότητά που της πιστώνεται κυρίως στον τομέα ανάπτυξης αυστηρά τεχνικών δεξιοτήτων (π.χ. προγραμματισμός, μηχανική κ.α.). Δευτερευόντως, το ενδιαφέρον μας τροφοδοτήθηκε και από τη βιβλιογραφική αναζήτηση που καταδεικνύει ακριβώς την έλλειψη επαρκούς έρευνας σε σχέση με παρεμβάσεις που στοχεύουν στην καλλιέργεια δεξιοτήτων αντίληψης του χώρου και διαχείρισης χωρικών σχέσεων από παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού και προγραμματισμού κίνησης. Ένα από τα κεντρικά δομικά στοιχεία της έρευνας είναι η αντίληψη ότι δυναμικά εργαλεία και περιβάλλοντα όπως αυτά που είθισται να συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με το πεδίο της ΕΡ (π.χ. ρομποτικά περιβάλλοντα και διατάξεις τεχνολογίας ελέγχου όπως Mindstorms, WeDo, Arduino, RaspberryPi αλλά και περιβάλλοντα προγραμματισμού όπως η Scratch, Blockly κλπ.) είναι σε θέση να ενταχθούν σε πρωτότυπα σενάρια και διδακτικές παρεμβάσεις που μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να αναπτύξουν ευκολότερα χωρικές δεξιότητες. Η άποψη αυτή ενισχύεται κυρίως από τον παιγνιώδη χαρακτήρα και την ομοιότητά τους με συσκευές και παιχνίδια της σύγχρονης καθημερινότητας των παιδιών καθιστώντας τη χρήση τους «προφανή» κι εναρμονισμένη με τις προϋπάρχουσες εμπειρίες των παιδιών. Παράλληλα προσφέρονται σημαντικές δυνατότητες μοντελοποίησης της κίνησης με λεπτομερή τρόπο που ευνοεί τις αναλυτικές διαδικασίες αποσφαλμάτωσης και μεταγνωστικής πρακτικής.

Δομή της διατριβής

Η παρούσα διατριβή διαρθρώνεται συνολικά σε 4 βασικά μέρη τα οποία λειτουργούν συνθετικά σε μια απόπειρα παρουσίασης της κύριας προβληματικής της έρευνας, της χαρτογράφησης τόσο του ευρύτερου πλαισίου όσο και πιο συγκεκριμένων πτυχών του πεδίου της ΕΡ αλλά και της ανάλυσης της κατ' εξοχήν έρευνας και της ερμηνείας των δεδομένων που προέκυψαν. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο *«Εκπαιδευτική Ρομποτική και σύγχρονες προεκτάσεις»* γίνεται μια απόπειρα καταγραφής της εξέλιξης και συνέχειας γλωσσών προγραμματισμού και περιβαλλόντων που οδήγησαν στη σημερινή καθιέρωση και διάδοση του πεδίου της ΕΡ. Παράλληλα γίνονται αναφορές τόσο στο Κίνημα των Κατασκευαστών (Makers Movement) όσο και στο ευρύτερο φάσμα της προσέγγισης STEAM δεδομένου ότι σχετίζονται άμεσα, τόσο ιστορικά όσο και σε πρακτικό επίπεδο με τις τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου που αποτελούν ένα από τα κεντρικά εργαλεία της παρούσας έρευνας. Επιπλέον, επιχειρείται η εκτενής αναφορά στην ερευνητική εμπειρία που αφορά παρεμβάσεις με επίκεντρο τη Ρομποτική και ακόμα πιο συγκεκριμένα τη χρήση ανάλογων εργαλείων ειδικά στη προσχολική ηλικία που αφορά άμεσα την έρευνά μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο *«Ανάπτυξη χωρικής σκέψης»* το ενδιαφέρον στρέφεται στον ορισμό του όρου «χωρική σκέψη» που

αποτελεί κοινή συνισταμένη όλων των δράσεων στο πλαίσιο του διδακτικού μας πειράματος καθώς και ζητημάτων που άπτονται των λειτουργιών, της συμπεριφοράς και του αυτοπροσδιορισμού του παιδιού στο χώρο. Επιπλέον, γίνεται απόπειρα να καταγραφούν σε συνοπτικό βαθμό τα σημαντικότερα θεωρητικά ρεύματα σχετικά με τον χώρο, από τη σκοπιά της Παιδαγωγικής καθώς και ζητήματα που αφορούν εγωκεντρισμό και προσέγγιση του περιβάλλοντος από τα παιδιά μέσω αναπαραστάσεων κι ενσώματης έκφρασης. Σε δεύτερο χρόνο, στο πλαίσιο του ίδιου κεφαλαίου, γίνεται εκτενής αναφορά στο πως αντιλαμβάνεται το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα προσχολικής αγωγής το ζήτημα της δόμησης χωρικών εννοιών σε παιδιά και μεταξύ άλλων, ποιοι γνωστικοί στόχοι τίθενται, ποιο το σχέδιο δράσης και ποια τα προτεινόμενα εργαλεία για την επίτευξη των παραπάνω. Στην τελευταία ενότητα καταγράφονται ενδεικτικές έρευνες που αφορούν ειδικότερα περιπτώσεις οι οποίες εμπλέκουν τη χρήση εικονικών-ψηφιακών περιβαλλόντων και εργαλείων, μερικά εκ των οποίων είχαν συνεισφορά μετέπειτα και στη δική μας έρευνα.

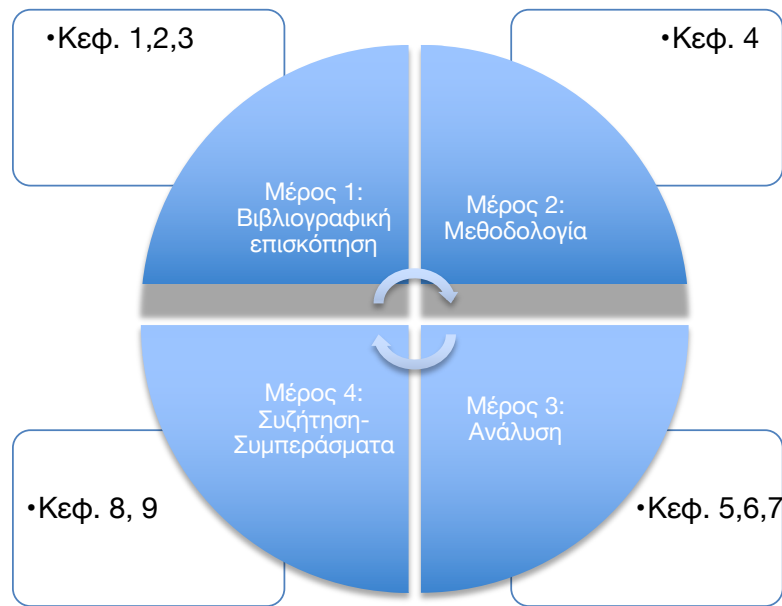
Στο τρίτο κεφάλαιο (*«Η Κοινωνικοπολιτισμική θεωρία ως πλαίσιο σχεδιασμού για τη μάθηση»*), παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο με βάση το οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε το διδακτικό μας πείραμα όσο και οι πρακτικές ανάλυσης των δεδομένων της έρευνάς μας στη συνέχεια. Συγκεκριμένα, τονίζεται η σημασία του κοινωνικού πλαισίου ως παράγοντα διαμόρφωσης στάσεων, αντιλήψεων και στρατηγικών μάθησης αλλά και στη σημασία των απτών ή ακόμα και άυλων αναπαραστατικών εργαλείων στην αλληλοδιδασκτική διαδικασία. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη γλώσσα ως ένα από τα σημαντικότερα μέσα και βασικό διαμεσολαβητικό εργαλείο και στο πλαίσιο της δικής μας έρευνας, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την αναφορά στα μοντέλα ανάλυσης της γλωσσικής πράξης των Mercer, Rogoff, Kumpulainen & Wray, το θεωρητικό πλαίσιο των οποίων ενέπνευσε τη δημιουργία του αυτοσχέδιου εργαλείου μας για ανάλυση των επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης με τα παιδιά.

Το τέταρτο κατά σειρά κεφάλαιο, όπως μαρτυρά και ο τίτλος (*«Μεθοδολογία και αναλυτικό σχέδιο έρευνας»*) αφορά τόσο τα ερωτήματα που αποτέλεσαν βασική αφετηρία του προβληματισμού που διέπει την έρευνα στο σύνολό της όσο και τις ευρύτερες μεθοδολογικές προσεγγίσεις (ποιοτική, ποσοτική, μικτή) στις οποίες βασιστήκαμε. Επιπλέον γίνεται αναλυτική αναφορά στο μοντέλο του διδακτικού πειράματος που αποτέλεσε το πλαίσιο εντός του οποίου σχεδιάστηκε η παρέμβασή μας κι επιλέχθηκαν τα σχετικά εργαλεία. Δεν παραλείπεται η λεπτομερής περιγραφή του πλαισίου (χώρος, παιδιά), των σταδίων υλοποίησης και των υλικών κι εργαλείων της έρευνας. Εκτενής είναι η περιγραφή των εργαλείων ρομποτικής που πρωταγωνίστησαν –όπως αναμενόταν- στις δράσεις μας με τα παιδιά. Επιπλέον, αναφερόμαστε λεπτομερώς στα δυο είδη ατομικών συνεντεύξεων με τα παιδιά, που πραγματοποιήθηκαν ώστε να καταγραφούν πολύτιμες εμπειρίες τους και αντιλήψεις σε σχέση με τον χώρο, πριν αλλά και μετά τη διδακτική μας παρέμβαση. Μεταξύ άλλων, μας απασχολούν ζητήματα που αφορούν την αξιοπιστία κι εμπιστευσιμότητα της έρευνας στο σύνολό της. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μια σύντομη ανασκόπηση σε σχέση με τα

όρια της έρευνας που δυνητικά δυσκόλευσαν συγκεκριμένες πτυχές του διδακτικού πειράματος και θα απαιτούσαν κάποια μορφή επανασχεδιασμού αν στο μέλλον αποφασίζαμε να επανέλθουμε εκτενέστερα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο (*«Ξεδιπλώνοντας» την χωρική σκέψη των παιδιών*), αναφερόμαστε ξεχωριστά στις δύο συνεντεύξεις με τα παιδιά (αρχική και τελική) και κυρίως στις εντυπώσεις που αποκομίσαμε. Στο έκτο κεφάλαιο που ακολουθεί καταγράφονται οι βασικοί άξονες ανάλυσης της δραστηριότητας των παιδιών κατά τη συνεργασία μας στο πλαίσιο των παρεμβάσεων μας στο νηπιαγωγείο. Πιο συγκεκριμένα, αναφορά γίνεται στο λεγόμενο «Δυναμικό πλαίσιο» της διήμερης παρέμβασης, δηλαδή τη χρήση και εφεύρεση εργαλείων από τη μεριά των παιδιών στην απόπειρά τους να κατανοήσουν χωρικές έννοιες και διαδικασίες αλλά και τις κοινωνικές διεργασίες που διαμόρφωσαν ρόλους στο πλαίσιο της ομάδας και συνεπαγωγικά είχαν επίπτωση στην επιλογή στρατηγικών και στη διαχείριση των γνωστικών διεργασιών. Στη συνέχεια (Κεφάλαιο 7) η εστίαση και ανάλυση αφορά τις γλωσσικές λειτουργίες και πράξεις που έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια της παρέμβασης και σε κάποιο βαθμό ενδεχομένως ευνόησαν τις συνθήκες που επέφεραν αλλαγές στον τρόπο αντίληψης του χώρου από τη μεριά των παιδιών.

Στο όγδοο κεφάλαιο, ακολουθεί η συζήτηση σχετικά με τα δεδομένα της διατριβής σε συνδυασμό με σύντομη ανασκόπηση του όλου ερευνητικού πονήματος όσο και για διαπιστώσεις αναφορικά με το πώς απαντήθηκαν τα κύρια ερωτήματα μας που διατυπώθηκαν αρχικά. Επιπλέον, αναφορά γίνεται στα νέα ερωτήματα που θεωρούμε πως αναδύονται με τη βοήθεια της ανάλυσης κι ερμηνείας των δεδομένων που συλλέξαμε από τα επεισόδια με τα παιδιά. Στο ένατο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζουμε τα συμπεράσματά μας σχετικά με την τυπολογία αλληλεπιδράσεων που ευνόησε η διδακτική παρέμβαση με επίκεντρο σενάρια ΕΡ. Υπό το ίδιο πρίσμα, συζητάμε για τους τρόπους αξιοποίησης καθώς και για τις δυνατότητες που διασφαλίζει η πολυσημία απτικών και ψηφιακών εργαλείων προγραμματισμού της κίνησης. Τέλος, αναφορά γίνεται στη συμβολή που θεωρούμε πως έχει η διατριβή στο πεδίο που την αφορά καθώς και σε τυχόν μελλοντικές εφαρμογές που μπορούν να προκύψουν από αυτή είτε με τη μορφή καλών πρακτικών και μεθοδολογίας είτε στη βάση νέας έρευνας και αναδυόμενων ερωτημάτων.



Γράφημα 1. Δομή της διατριβής

Συμβολή της διατριβής

Η διατριβή διερευνά και συζητά τη πιθανή συνεισφορά εφαρμογών ΕΡ στην ανάπτυξη και βελτίωση της χωρικής σκέψης παιδιών προσχολικής ηλικίας. Παράλληλα αποπειράται να νοηματοδοτήσει την δυναμική που εμπεριέχεται στη συνδυαστική χρήση εργαλείων ΕΡ (πρακτικές απτικού προγραμματισμού και χειρισμός κατασκευής μέσω σύνθεσης κώδικα σε ψηφιακό περιβάλλον) και στην ανάδειξη του πολύσημου χαρακτήρα τους. Η δυναμική έγκειται ακριβώς στην ανάδειξη της (επαν)εκτίμησης της σημασίας της συνδυαστικής αξιοποίησης ψηφιακού (λογισμικό) και «πραγματικού» περιβάλλοντος (περιβάλλον τάξης, μακέτας κλπ) ως παράγοντα που ενισχύει πραξιακά την επαφή του παιδιού με τον χώρο. Επιπλέον, σημαντική θεωρούμε την έμφαση στην αξιοποίηση εργαλείων ΕΡ για την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων με παράλληλη μετατόπιση του «παραδοσιακού» ρόλου τους από ενισχυτές τεχνοκεντρικών δεξιοτήτων σε μέσα δημιουργίας πολύσημων αναπαραστάσεων του χώρου αλλά και συνεργατικής δόμησης εννοιών.

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, δεδομένης της έλλειψης μιας πλήρους και τεκμηριωμένης εκπαιδευτικής πρότασης, η έρευνά μας προτείνει ένα συνολικά πρωτότυπο μεθοδολογικό πλαίσιο σχεδιασμού διδακτικών παρεμβάσεων για την εμπλοκή των παιδιών προσχολικής ηλικίας σε διαδικασίες χωρικής σκέψης, αιτιολόγησης και αντίληψης αλλά και επαφής με προέννοιες και διαδικασίες προγραμματισμού. Το προτεινόμενο πλαίσιο περιλαμβάνει συγκεκριμένες και διακριτές φάσεις με διδακτικά σενάρια τα οποία υλοποιούνται στη βάση της ενεργής και ισότιμης εμπλοκής όλων των παιδιών της ομάδας, προβλημάτων ανοιχτής λύσης, του εκπαιδευτικού ως «διευκολυντή» και της συνεχούς τροφοδότησης με ποικιλία εργαλείων αλλά και ευκαιρίες για αυθόρμητη και δημιουργία νέων.

Επιπλέον, ένα από τα βασικά στοιχεία συνεισφοράς της παρούσας έρευνας πιστεύουμε πως είναι τόσο η λεπτομερής εστίαση στο πεδίο των συνεργασιών στο πλαίσιο της ομάδας και του πειράματος όσο και η καταγραφή του κοινού πλέγματος σχέσεων και αλληλεπιδράσεων που διαρθρώνεται σε διακριτά και συχνά αλληλοτροφοδοτούμενα επίπεδα (αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ίδιων των παιδιών, μεταξύ παιδιών και εργαλείων, μεταξύ ερευνητή-εμπυχωτή, παιδιών, εργαλείων και εννοιών). Στη βάση αυτή αναδεικνύεται η δυνατότητα της ΕΡ να προκαλεί αυθόρμητα αμοιβαίες εναλλαγές ρόλων εμπειρότερου και ικανότερου «άλλου» μεταξύ των παιδιών σε σημείο ώστε να υιοθετούν (με συχνές εναλλαγές) τον ρόλο του «εμπυχωτή» και «διευκολυντή» της μαθησιακής διαδικασίας. Συμπερασματικά, η έρευνα δίνει έμφαση στις σημαντικές ευκαιρίες συνεργασίας, αλληλοϋποστήριξης και αλληλοδιδασκαλίας που με τη σειρά τους αναδεικνύουν έντονα στοιχεία ετερορρυθμιστικών συμπεριφορών σε συνθήκες σχεδιασμού και προγραμματισμού της κίνησης τεχνολογικά ελεγχόμενων συστημάτων. Ειδικότερα, ο ρόλος του «εμπειρότερου -συνομήλικου- άλλου» φαίνεται να αναδεικνύεται με μεγαλύτερη συχνότητα στο πλαίσιο προγραμματισμού της κίνησης του ρομπότ σε περιβάλλον λογισμικού στην οθόνη του υπολογιστή όπου το περιβάλλον διεπαφής και το συμβολικό σύστημα αναπαράστασης της κίνησης μέσω μπλοκ (εντολών) κίνησης δημιουργεί νέες προσφερόμενες δυνατότητες (affordances).

Ένα πεδίο στο οποίο πιστεύουμε ότι τα αποτελέσματα της έρευνας θα συνεισφέρουν σημαντικά, είναι η συστηματική καταγραφή εμπειρικών στοιχείων σε σχέση με την ιδιαίτερη σημασία του ρόλου του εκπαιδευτή στο πλαίσιο δραστηριοτήτων με χρήση τεχνολογικών αυτόματου ελέγχου. Τεκμηριώνεται η βαρύτητα της παρέμβασης του εμπυχωτή με εστίαση ιδιαίτερα σε σχέση με πρακτικές διακριτικής διευκόλυνσης των διαδικασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ παιδιών και εργαλείων. Όπως προκύπτει και από την ανάλυση των δεδομένων (βλ. Κεφ. 7), είναι προτιμώτερος ο ρόλος του διακριτικού διαμεσολαβητή που εγγυάται την ομαλή ανάδειξη και λειτουργία των εργαλείων (νοητικών και μη), ενθαρρύνει και διευκολύνει τις συνεργασίες μεταξύ των παιδιών, αποφεύγοντας την άμεση παροχή λύσεων, διεγείροντας παράλληλα την κριτική σκέψη και τον προβληματισμό. Πιστεύουμε ότι η σκιαγράφηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της αποτελεσματικής και παιδαγωγικά αποδεκτής συμπεριφοράς του εμπυχωτή σε δραστηριότητες ΕΡ, θα προετοιμάσει κατάλληλα και θα εμπνεύσει θετικά όσους/ες εκπαιδευτικούς έχουν την πρόθεση να σχεδιάσουν ανάλογα σενάρια στις τάξεις τους.

Θεωρούμε πως τα επιμέρους αποτελέσματα και τα τελικά συμπεράσματα της έρευνας θα ενδιέφεραν άμεσα εκπαιδευτικούς, παιδαγωγούς κι εμπυχωτές που δραστηριοποιούνται στο χώρο της προσχολικής αγωγής και οι οποίοι θα είχαν τη διάθεση αρχικά να εμπλουτίσουν τα καθημερινά εργαλεία και τις πρακτικές τους σε σχέση με τη διευκόλυνση της προσέγγισης των μαθηματικών και του χώρου από παιδιά νηπιαγωγείου. Σε δεύτερο χρόνο, η ανάλυση των δεδομένων της έρευνας και τα σχετικά συμπεράσματα θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν εκπαιδευτικούς που έχουν τη πρόθεση να μετατοπίσουν τη στοχοθεσία που αφορά εφαρμογές ΕΡ από την αμιγώς, «παραδοσιακά» τεχνοκεντρική

της διάστασης (διαδικασίες προγραμματισμού και σύνθεσης ψευδοκώδικα) σε ένα προσανατολισμό που λαμβάνει υπόψη όλες εκείνες τις συνθήκες που διέπουν το δημιουργικό, συνεργατικό και αυθεντικά διερευνητικό περιβάλλον μάθησης.

Τέλος, πιστεύουμε ότι ο κοινωνικοπολιτισμικός χαρακτήρας που διέπει τον σχεδιασμό και τα εργαλεία αποτίμησης της έρευνας καθώς και η έμφαση στις γλωσσικές διαδικασίες που ενισχύουν κι εμπλουτίζουν τις σχέσεις (παιδιών κι ενήλικου σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς) στο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος, εκτός από απαραίτητα για την ερμηνεία των δεδομένων μας, μπορούν να αποτελέσουν και οδηγό για τον σχεδιασμό ανάλογων βελτιωμένων σεναρίων από άλλους πολλαπλασιαστικά στο μέλλον.

ΜΕΡΟΣ 1: ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εκπαιδευτική Ρομποτική και σύγχρονες προεκτάσεις

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρούμε τις αλλαγές που έχει επιφέρει η ανάπτυξη της τεχνολογίας τόσο στο εργασιακό και κοινωνικό πεδίο όσο και σε ατομικό επίπεδο με προφανείς προεκτάσεις και στο χώρο της εκπαίδευσης. Οι νέες γενιές τεχνολογικά «ιθαγενών» (Prensky, 2001) πολιτών ταυτίζονται έντονα με την καθημερινή χρήση της τεχνολογίας. Παράλληλα, στοιχεία του κοινωνικοοικονομικού γίνεσθαι αποτελούν οι πρακτικές διαμοιρασμού γνώσης και εμπειρίας (sharing), η ανοιχτή καινοτομία (open innovation), ο ανοιχτός σχεδιασμός (Howkins, 2001) και η συνδιαλλαγή μεταξύ ομότιμων χρηστών (peer to peer). Μέσα σε αυτό το πλαίσιο οι σύγχρονες τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου και η ρομποτική, αποτελούν σημαντικές μορφές έκφρασης και δημιουργίας είτε στο πλαίσιο τυπικής είτε άτυπης μάθησης.

Στο παρόν κεφάλαιο, κάνουμε μια απόπειρα να αναφερθούμε συνοπτικά στην ιστορική εξέλιξη της ΕΡ τόσο θεωρητικά όσο και σε σχέση με τα ποικίλα εργαλεία που την όρισαν από τα μέσα της δεκαετίας του '60 μέχρι και σήμερα. Ο κύριος λόγος για τον οποίο θεωρούμε απαραίτητη μια τέτοια αναδρομή είναι γιατί από όλα τα ενδιαμέσα εξελικτικά στάδια, από την πρώιμη Logo μέχρι και τις πλέον πρόσφατες λύσεις ανοιχτής αρχιτεκτονικής, είτε σε επίπεδο υλισμικού (hardware) είτε λογισμικού (software) έχουν αναδειχθεί ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά και προσφερόμενες δυνατότητες (affordances) που συγκλίνουν αρμονικά στα σημερινά εργαλεία. Επομένως, στις πρώτες δύο ενότητες του παρόντος κεφαλαίου (βλ. 1.1 & 1.2), καταγράφονται όσα προαναφέρθηκαν παράλληλα με χρήσιμες προεκτάσεις στο πεδίο της προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας.

Συνδέοντας την εμπειρία του χθες με τη σημερινή εποχή, τις διαφορετικές κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες και τις σύγχρονες μαθησιακές απαιτήσεις, προσπαθούμε να εντοπίσουμε τους συχθετισμούς του πεδίου της ΕΡ με την πρόσφατη προσέγγιση STE(A)M (βλ. 1.3) καθώς και με το κίνημα και με νέου τύπου περιβάλλοντα (συν)δημιουργίας όπως οι χώροι των Κατασκευαστών (makerspaces) στους οποίους αναφερόμαστε στην ενότητα 1.4. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδεικτικές εμπειρίες της σύγχρονης έρευνας που αφορά πιλοτικές εφαρμογές σεναρίων ΕΡ τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα ηλικιών ακριβώς για να καταδειχθούν οι ευρείες μαθησιακές δυνατότητες (βλ. 1.5) ενώ δεν λείπει η εστίαση στο εξειδικευμένο πεδίο της προσχολικής ηλικίας (βλ. 1.6) που αφορά ιδιαίτερα την παρούσα έρευνα. Τέλος, δεν λείπει η καταγραφή του ρεύματος που εκφράζει μια πιο κριτική στάση απέναντι σε τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου ευρύτερα (βλ. 1.7) με επίκεντρο την προβληματική σχετικά με το κατά πόσο η ΕΡ αξιοποιείται όντως με πρωτοτυπία και τρόπο που να αναδεικνύει τις εκπαιδευτικές δυνατότητές της (Rusk et al., 2008) αλλά και τη σύνδεσή της με σημαντικές αξίες της σύγχρονης ζωής (Hanson, 2015).

1.1 Από την εποχή της Logo μέχρι σήμερα

Στα μέσα της δεκαετίας του 1960, ο Seymour Papert (επί σειρά ετών «μαθητής» και μετέπειτα συνεργάτης του J. Piaget) ίδρυσε το MIT Artificial Intelligence Laboratory σε συνεργασία με τον Marvin Minsky και στα 1967, δημιούργησε την πρώτη εκδοχή της γλώσσας προγραμματισμού Logo η οποία σχεδιάστηκε με κριτήριο την εκπαιδευτική της χρησιμότητα. Βασικά χαρακτηριστικά της, η αλληλεπιδραστικότητα, η επεκτασιμότητα και η ευελιξία. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70, η Logo ξέφυγε από τα στενά εργαστηριακά όρια του MIT, «δοκιμάστηκε» και σε άλλες περιοχές εκτός ΗΠΑ και άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτερα παράλληλα με την εξέλιξη και τη διάδοση των πρώτων «οικιακών» υπολογιστών προς τα τέλη της ίδιας δεκαετίας. Η επιτυχία της οφείλεται εν πολλοίς στον δυναμικό χαρακτήρα της σε συνδυασμό με την απλή δομή και σύνταξη της (McNerney, 2004) που, σύμφωνα με τον ίδιο τον Papert (1980), δημιουργούν τις προϋποθέσεις για τη δημιουργία ενός ιδανικού χώρου για τη γνωριμία με βασικές μαθηματικές έννοιες, μια "μαθηματοχώρα" μέσα στην οποία τα παιδιά αποκτούν πρόσβαση σε νέα εργαλεία τα οποία μετατρέπουν τη διαδικασία της μάθησης από βαρετή σε ενδιαφέρουσα, «προκλητική» και ανταποδοτική (Σολομωνίδου, 2006 · Κόμης 2004).

Σημαντικό γεγονός που συνετέλεσε στην ευρύτερη διάδοση τόσο της Logo όσο και της κατασκευαστικής θεωρίας, ήταν η δημοσίευση του βιβλίου του Papert με τίτλο «Mindstorms» (1980). Το βιβλίο αυτό ενέπνευσε δασκάλους, ερευνητές και παιδαγωγούς σε όλο τον κόσμο και άνοιξε το δρόμο για την σημερινή εξέλιξη και διάδοση των σύγχρονων εργαλείων ΕΡ και προγραμματισμού καθώς και για την ανάπτυξη της φιλοσοφίας των Κατασκευαστών (Makers).

«Δυο είναι οι βασικές ιδέες που διέπουν αυτό το βιβλίο (σημ: Mindstorms / Νοητικές Θύελλες). Η πρώτη είναι ότι υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιάζουμε υπολογιστές έτσι ώστε η εκπαίδευση στην επικοινωνία μαζί τους να είναι κάτι σαν φυσική διαδικασία. Η δεύτερη είναι ότι το να μάθει κανείς να επικοινωνεί με τον υπολογιστή, μπορεί να αλλάξει άρδην το τρόπο ανάπτυξης διαφόρων μορφών γνώσης...Επιπλέον, κατ' αυτόν το τρόπο, η εκμάθηση μαθηματικών μετατρέπεται από κάτι το ξένο και δύσκολο σε κάτι το φυσιολογικό άρα και πιο εύκολο»

Seymour Papert, «Mindstorms» (1980: σελ. 6)

Οι ρίζες της διαδικασίας ανάπτυξης της Logo ανάγονται στη δεκαετία του '60, όταν και μέσω της ευρύτερης έρευνας αναγνωρίστηκαν οι προοπτικές της συμβολής των πρώτων ηλεκτρονικών υπολογιστών στη διδακτική-μαθησιακή διαδικασία (Solomon & Papert, 1975). Έκτοτε, συστηματικά υπάρχει μια διττή απόδοση του όρου «Logo» αφού κάποιες φορές, αποδίδεται στη συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού και άλλες χρησιμοποιείται για να περιγράψει την οικογένεια γλωσσών και περιβαλλόντων προγραμματισμού (Logo-like) που συνεχώς εξελίσσεται και εμπλουτίζεται. Επίσης, πολλές φορές, χρησιμοποιείται ευρύτερα για να περιγραφεί η εκπαιδευτική φιλοσοφία χάρη στην οποία γεννήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού Logo και στη βάση της οποίας έχουν κατά καιρούς αναπτυχθεί και προγραμματιζόμενα

εργαλεία (όπως EV3/NXT Mindstorms, WeDo, Thymio κλπ) ή άλλες συσκευές με προγραμματιζόμενη (με ή χωρίς χρήση υπολογιστή) συμπεριφορά (όπως οι περιηγητές εδάφους Roamer και Bee-Bot).

Η σταδιακή εδραίωση της Logo, έστω κι αν στη πορεία δεν έλλειψε σημαντική κριτική (Dudley-Marling & Owston 1988), διήρκεσε ζωνηρά από τα μέσα περίπου της δεκαετίας του '80 μέχρι και τα μέσα του '90 περίπου (Κυπρίγος, 1992 · Σολομωνίδου, 2006) οπότε το ενδιαφέρον άρχισε να μετατοπίζεται σε παραπλήσια αλλά σαφώς πιο σύγχρονα και «πλούσια» εργαλεία από παιδαγωγικής άποψης και τα οποία εισήγαγαν νέες μορφές αλληλεπίδρασης τόσο με ψηφιακό όσο και απτικό υλικό. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι βαθμιαία και σε συνάρτηση με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τη μείωση του ευρύτερου κόστους της, τα διάφορα εργαλεία ρομποτικής κατηγοριοποιούνται στα εξής: α) κιτ με κατασκευαστικά μέρη, διαδικασίες κατασκευής-σύνθεσης και προγραμματισμός μέσω διασύνδεσης με χρήση λογισμικού με εικονοεντολές (blocks) σε περιβάλλον υπολογιστή (π.χ. Lego Mindstorms/EV3), β) περιηγητές εδάφους με απευθείας προγραμματισμό της συμπεριφοράς τους μέσω ενσωματωμένων πλήκτρων (π.χ. Bee-Bot), γ) περιβάλλοντα σύνθεσης αλγορίθμων, οπτικού προγραμματισμού και ψευδοκώδικα για εφαρμογή σε αμιγώς ψηφιακό περιβάλλον (π.χ. Scratch, Blockly κλπ.), δ) κιτ απτικού προγραμματισμού τα οποία επιτρέπουν τη σύνθεση ψευδοκώδικα με απτικά μέρη που διαθέτουν ενσωματωμένες εντολές και το αποτέλεσμα είναι ορατό είτε σε πραγματικό περιβάλλον είτε σε περιβάλλον λογισμικού, ε) κιτ αποτελούμενα από ηλεκτρονικά εξαρτήματα, μικροϋπολογιστές και αισθητήρες που υπάγονται στη λογική της ανοιχτής αρχιτεκτονικής και η σύνθεσή τους επιτρέπει προγραμματισμό με χρήση γνωστών γλωσσών όπως η Python, η C++ κλπ (π.χ. Arduino κλπ.). Πιο συγκεκριμένα μιλάμε για εργαλεία όπως:

- Σύγχρονοι περιηγητές εδάφους (π.χ. Roamer, Blue Bot, Bee-Bot). Στην ουσία πρόκειται για συσκευές που μπορούν να κινούνται στο έδαφος με βάση τις επιλογές που ο χρήστης κάνει απευθείας μέσω των ενσωματωμένων πλήκτρων τους. Ένας ακόμη παράγοντας που τις καθιστά δημοφιλείς, είναι και το γεγονός ότι ο προγραμματισμός τους μπορεί εύκολα να γίνει ακόμη και από μικρά παιδιά χάρη στα εύχρηστα πλήκτρα και τον απλό συμβολισμό που αυτά μεταφέρουν καθώς κι επειδή το εκάστοτε αποτέλεσμα είναι άμεσα ορατό.
- Προγραμματιζόμενα «τουβλάκια» (Programmable Bricks) με σύνδεση και αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον. Αν και τα οι πρωτογενείς μορφές προγραμματιζόμενων συστημάτων επέτρεπαν στα παιδιά να δημιουργούν απλές αλληλεπιδραστικές συνθέσεις και η δεύτερη γενιά ενέπλεκε πιο σύνθετους μηχανισμούς, με τη τρίτη και τέταρτη πλέον γενιά εργαλείων ρομποτικής τα παιδιά μπορούν να δημιουργήσουν κατασκευές οι οποίες λειτουργούν βάσει αισθητήρων αλλά και να ορίσουν συμπεριφορές μέσω προγραμματισμού και (δια)σύνδεσης τους με τον υπολογιστή είτε ασύρματα είτε μέσω καλωδίων. Στο ίδιο του το σώμα μπορεί να προσαρμοστεί μεγάλο μέρος της κατασκευής η οποία μπορεί να αποκτήσει τη μορφή που επιθυμεί ο ίδιος ο

«κατασκευαστής». Για τον προγραμματισμό της μονάδας γίνεται χρήση ειδικού λογισμικού, μιας μορφής ψευδοκώδικα που συνήθως βασίζεται σε εικονοεντολές (icon orientated software) και σε κατανοητές διαδικασίες με «σύρσιμο και απόθεση» (drag 'n drop) . Από τη δεκαετία του 1990 και μετά οι ερευνητές του MIT έχουν στραφεί στη μελέτη της μάθησης μέσω αλληλεπίδρασης με το φυσικό κόσμο και στη δημιουργία «κατασκευών με καθοριζόμενη συμπεριφορά από το χρήστη», γεγονός που ουσιαστικά αποτέλεσε αφετηρία και έμπνευση για τη σημερινή πρόοδο.

- Γλώσσες/Λογισμικά Οπτικού Προγραμματισμού. Στο βιβλίο του «Νοητικές Θύελλες» (1980), ο Papert εισήγαγε για πρώτη φορά την έννοια των μικροκόσμων (microworlds), ως ένα πιο σύνθετο περιβάλλον διεπαφής στην οθόνη του υπολογιστή, το οποίο επέτρεπε στα παιδιά να εξερευνούν ιδέες οι οποίες δεν θα ήταν εφαρμόσιμες στα πλαίσια μιας μέσης συμβατικής τάξης. Κατά τα μεταγενέστερα χρόνια της ανάπτυξης της Logo και της εμφάνισης όμοιων γλωσσών με την ίδια φιλοσοφία, άρχισαν να αναπτύσσονται λογισμικά όπως το Microworlds, το οποίο βασιζόταν στην «κληρονομιά» της Logo εμπλουτίζοντάς την παράλληλα με πολυμεσικά εργαλεία που μόνο ένα μοντέρνο λογισμικό μπορούσε να διαθέτει. Ως φυσική εξέλιξη προέκυψε στη συνέχεια η γλώσσα Scratch ¹ (σήμερα στην έκδοση 3.0), μια εκπαιδευτική γλώσσα οπτικού προγραμματισμού που αντλεί στοιχεία από τη φιλοσοφία της Logo. Δημιουργήθηκε εξάλλου στο ίδιο ερευνητικό πλαίσιο του MIT Media Lab από την ομάδα Lifelong Kindergarten group του Mitchel Resnick και υποστηρίζει τη δημιουργία διαδραστικών ιστοριών, παιχνιδιών και animations και απευθύνεται κυρίως σε άτομα ηλικίας 6-16 ετών. Η λειτουργία είναι σχετικά απλή, με τους χρήστες να πρέπει να συνδυάσουν μπλοκ εικονοεντολών ώστε να δημιουργήσουν εκτελέσιμα προγράμματα μέσω των οποίων ελέγχουν τη κίνηση και τη συμπεριφορά εικονιδίων μέσα σε περιβάλλον που οι ίδιοι έχουν κατασκευάσει ανάλογα με το εκάστοτε σενάριο. Στο περιβάλλον της Scratch 3.0 αλλά και της Scratch Junior, η οποία απευθύνεται σε παιδιά μικρότερης ηλικίας, υλοποιούνται προγραμματιστικές δομές από τις πιο απλές ως και ιδιαίτερα σύνθετες, μέσω των οποίων τα παιδιά εξοικειώνονται με παιγνιώδη τρόπο με τις ακολουθιακές διαδικασίες σύλληψης μιας ιδέας, σχεδιασμού και δόμησης ενεργειών, προγραμματισμού και επανελέγχου μέχρι την επίτευξη του τελικού επιθυμητού αποτελέσματος. Ένα από τα στοιχεία που έχει βοηθήσει στην εξάπλωση της Scratch σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και σε όλο το κόσμο, είναι το γεγονός ότι δεν απαιτείται ιδιαίτερος τεχνικός εξοπλισμός, διατίθεται δωρεάν ενώ εξελίσσεται και υποστηρίζεται από μια ιδιαίτερα μεγάλη και ενεργή διεθνή κοινότητα εκπαιδευτικών και μαθητών.
- Απτικός Προγραμματισμός (Tangible Programming). Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι Γλώσσες Απτικού Προγραμματισμού

¹ <https://scratch.mit.edu/>

αποτελούν ένα είδος χειραπτικής εφαρμογής της γλώσσας Logo και επιτρέπουν ιδιαίτερα σε μικρότερα παιδιά να ασχοληθούν με βασικές έννοιες προγραμματισμού χωρίς τη χρήση συμβολικού κώδικα σε οθόνη υπολογιστή και σε αμιγώς ψηφιακό περιβάλλον. Είναι παραπλήσιες με τις παραδοσιακές γλώσσες που βασίζονται σε χρήση κώδικα ή εικονοεντολών, ωστόσο δίνουν τη δυνατότητα στο χρήστη να προγραμματίζει την ίδια τη κατασκευή είτε μέσω πλήκτρων και άλλων εισόδων εντολών είτε χρησιμοποιώντας σύμβολα και πραγματικά (ειδικά διαμορφωμένα) αντικείμενα του φυσικού κόσμου (όπως τουβλάκια Lego) τα οποία στην ουσία αναπαριστούν και «αντικειμενοποιούν» σε πραγματικές συνθήκες το παραδοσιακό κώδικα (Wyeth et al., 2002 · Horn & Jacob, 2007). Γενικότερα, οι «γλώσσες» αυτές, παρέχουν στα παραδοσιακά στοιχεία προγραμματισμού (όπως το διάγραμμα ροής, η παραμετροποίηση, η κλήση διαδικασίας, οι μεταβλητές) μια φυσική και κατανοητή απεικόνιση-αναπαράσταση (Horn & Jacob, 2006). Η μέχρι σήμερα έρευνα, έχει οδηγήσει σε μεγάλη τυπολογία γλωσσών αυτού του είδους, ωστόσο μια υποδιαίρεση βάσει των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους θα μας οδηγήσει σε τρία είδη όπως οι γλώσσες που βασίζονται σε «έξυπνους» κύβους και αναπαριστούν αλγορίθμους χωρίς την ύπαρξη επιπλέον μεταγλωτιστή (compiler), οι γλώσσες επίδειξης (Frei, 2000), και τέλος οι παθητικές απτικές γλώσσες (Horn & Jacob, 2006) οι οποίες αποτελούνται από αντικείμενα που αναπαριστούν ξεχωριστές εντολές, δεν περιέχουν ηλεκτρονικά μέρη (άρα θεωρούνται πιο προσιτές) και ουσιαστικά εφόσον συνδεθούν μεταξύ τους οδηγούν σε εκτελέσιμο πρόγραμμα το οποίο εισάγεται στον υπολογιστή μέσω φωτογραφίας. Στη συνέχεια το πρόγραμμα «μεταγλωτίζεται» και μεταφέρεται σε συσκευές τύπου Lego NXT/EV3 ώστε να εκτελεστεί οριστικά σε πραγματικό χρόνο και περιβάλλον. Χαρακτηριστικά παραδείγματα, οι Quetzal και Tern (Bers & Horn, 2009 · Horn et al., 2009 · Horn & Jacob, 2007).



Εικόνα 1. Εργαλεία «νέας γενιάς» υπό το πρίσμα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η αξιοποίηση τόσο της Logo όσο και της ευρύτερης οικογένειας εργαλείων όπως αυτά εξελίχθηκαν στη πορεία βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στην επιστημολογία του κονστρουκτιβισμού (constructivism) όπως αυτή αναπτύχθηκε από τον Jean Piaget (1972, 1974) και αναπλαισιώθηκε στη φιλοσοφία του «κονστρουξιονισμού» (constructionism) από τον Papert (1980, 1993). Σύμφωνα με αυτό το θεωρητικό πλαίσιο, η σύνθεση «νέας» γνώσης είναι αναπτυξιακά έγκυρη και ουσιαστική καθώς νοηματοδοτείται όταν τα παιδιά εμπλέκονται στην κατασκευή αντικειμένων ή/και οντοτήτων που έχουν προσωπική σημασία για τους ίδιους κι επίσης βασίζονται στις αρχές του αυτόνομου σχεδιασμού και της ανοιχτής επίλυσης προβλημάτων. Όπως υποστηρίζει και η Ackermann (2001), ο Papert, περισσότερο από τον Piaget, εστιάζει σε καθαυτή τη διαδικασία της μάθησης, ή διαφορετικά στη «μάθηση για τη μάθηση» και παράλληλα ενδιαφέρεται περισσότερο για τη δυναμική των αλλαγών δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στη γνωστική αλλαγή που προκύπτει από την ενσωμάτωση του υποκειμένου στο περιβάλλον του και από τις σχέσεις και αλληλεπιδράσεις που αναπτύσσονται στο ευρύτερο πλαίσιο.

1.2 Παιδιά, «ρομπότ» και μάθηση

Το ενδιαφέρον γύρω από τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ρομποτικής, τόσο με παράλληλη χρήση Η/Υ όσο και χωρίς, έχει αυξηθεί κατακόρυφα τα τελευταία 30 περίπου χρόνια, με αποκορύφωμα τη πιο πρόσφατη δεκαετία, κυρίως, χάρη και στην εμφάνιση πιο προηγμένων, οικονομικά προσιτών συσκευών αλλά και εξειδικευμένων λογισμικών. Οι αυξημένες και πιο σύνθετες δυνατότητες που προσφέρονται καθώς και η ευρύτερη διάθεση νέων εργαλείων κι εφαρμογών που βασίζονται στην «ανοιχτή αρχιτεκτονική» επιτρέπουν περαιτέρω πειρατισμούς και διάδοση της φιλοσοφίας του «κατασκευαστή και του δημιουργού» σε ευρύτερη βάση χρηστών.

Κατά το παρελθόν, το ρομπότ είτε ως έννοια είτε ως οντότητα απασχολούσε τη φαντασία των παιδιών μέσα από το πρίσμα μιας ανιμιστικής προσέγγισης κυρίως χάρη στην ενασχόληση με παιχνίδια και ταινίες επιστημονικής φαντασίας. Σήμερα μπορεί να αποτελεί μέρος της καθημερινότητάς τόσο με την αυτούσια ανθρωποειδή μορφή που πάντα είχε, όσο και μέσω των αυτοματοποιημένων λειτουργιών που συναντάμε επίσης σε συσκευές καθημερινής χρήσης ή εξειδικευμένης εκπαιδευτικής στόχευσης. Επομένως, δεν φαίνεται αδικαιολόγητη η ολοένα και αυξανόμενη τάση της εκπαιδευτικής χρήσης ρομποτικών συσκευών, με ιδιαίτερη παρουσία στο Λύκειο και στο Γυμνάσιο όπως επισημαίνουν και οι Rogers & Portsmore ήδη από τις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας (2001) αλλά με ραγδαία εξάπλωση και στα αναλυτικά προγράμματα που αφορούν και όλες τις υπόλοιπες βαθμίδες εκπαίδευσης (Atmatzidou et al., 2018 · Tuomi et al., 2018 · Atmatzidou & Demetriadis, 2016 · Eguchi, 2014 · Keren & Fridin, 2014 · Alimisis, 2013 · Bers et al., 2014 · Benitti, 2012 · Rusk et al., 2008).

Δε θα πρέπει ωστόσο να ξεχνάμε πως η χρήση συσκευών και κατασκευών τεχνητής νοημοσύνης και ρομποτικής, υπονοεί συνάφεια με

απτικά υλικά που από την εποχή του Fröbel και της Montessori ακόμα, υποστηρίζουν τη μάθηση μέσω διερεύνησης και βιωματικών πρακτικών (Brosterman & Togashi, 1997). Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, όπως προαναφέραμε, ο Papert με τη χελώνα εδάφους (floor turtle) «εγκαινίασε» τη κατηγορία των ρομποτικών απτικών υλικών, δίνοντας στα παιδιά τη δυνατότητα εκτός από το να επεξεργάζονται υλικά και να δημιουργούν κατασκευές, να ορίζουν και να ελέγχουν τη συμπεριφορά τους. Έκτοτε νέου είδους χειραπτικό υλικό, τόσο απτικό αλλά κυρίως ψηφιακό (digital manipulatives) έχει κάνει την εμφάνισή του κι εξελίσσεται συνεχώς, δίνοντας την ευκαιρία σε παιδιά να πειραματίζονται με δυναμικές ιδέες που τα υπόλοιπα παραδοσιακά υλικά, δεν ήταν ποτέ σε θέση να προσφέρουν (Moyer-Packenham et al., 2015 · Sarama & Clements, 2009 · Skoumpourdi, 2010 · Clements & McMillen, 1996).

Μια επιπλέον παράμετρος που καθιστά τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ρομποτικής ιδιαίτερα επίκαιρες στο πλαίσιο δραστηριοτήτων τυπικής και κυρίως άτυπης μάθησης, είναι ό,τι πλέον μεγάλη μερίδα των συσκευών που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη καθημερινότητα έχει ενσωματώσει την υπολογιστική-προγραμματιστική λογική και χαρακτηριστικά παρεμφερή με αυτά των ρομποτικών κατασκευών στη χρήση τους. Το γεγονός αυτό καθιστά τον τελικό χρήστη ακόμη πιο εξοικειωμένο, καταδεικνύοντας έτσι το γεγονός της μεγάλης διεισδυτικότητας των «προσωπικών ρομπότ» (κατά το «προσωπικός Υπολογιστής» της δεκαετίας του '90) στην καθημερινότητα τόσο για σκοπούς ψυχαγωγίας όσο και επιμόρφωσης, τάση η οποία φαίνεται πως συνεχίζεται με αυξητικό ρυθμό από τα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας ήδη.

Μέχρι το 2020, η εγκατάσταση ρομπότ και αυτοματοποιημένων διαδικασιών σε επαγγελματικούς χώρους, αναμένεται να αγγίξει τα 1.4 εκατομμύρια παράλληλα με την αύξηση των θέσεων εργασίας που σχετίζονται με τον τομέα αυτό, γεγονός που σηματοδοτεί μια αυξανόμενη τάση και για τα επόμενα χρόνια (IFR, 2016). Επιπλέον, η πώληση εκατομμυρίων ρομπότ για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς και οι συνεπακόλουθες εξελίξεις πιστεύεται ότι οδηγούν σε βαθιές επιπτώσεις, θετικές και αρνητικές, σε πολλές μορφές της κοινωνικής δραστηριότητας όπου τα ρομπότ «διαπερνούν τελικά όλους τους τομείς δραστηριότητας, από την εκπαίδευση και την υγειονομική περίθαλψη ως την περιβαλλοντική παρακολούθηση, την ιατρική και άλλους τομείς.»(euRobotics, 2013).

Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα, θεωρητικοί της εκπαίδευσης όπως ο Papert (1980, 1993), έχουν κατά καιρούς αναδείξει τις σημαντικές εκπαιδευτικές δυνατότητες που παρέχει η αξιοποίηση προγραμματιζόμενων συσκευών. Συνεπώς είναι πλέον κοινός τόπος οι δημιουργικές απόπειρες ως προς το σχεδιασμό και την υλοποίηση εκπαιδευτικών σεναρίων με πυλώνα τη ρομποτική και τον προγραμματισμό για τη διδασκαλία πολλών και διαφορετικών εννοιών καθώς και για την επίτευξη διδακτικών στόχων στο φάσμα του STEAM. Επίσης, μια ακόμη διαπίστωση που προκύπτει από τη μελέτη της σχετικής έρευνας και βιβλιογραφίας, είναι ότι η πλειοψηφία των εφαρμογών ρομποτικής στην εκπαίδευση, όπως είναι προφανές συνδέεται άμεσα και σχεδόν απόλυτα με τη διδασκαλία αντικειμένων της πληροφορικής, της

ρομποτικής ως αυτόνομου πεδίου, της μηχανικής/μηχαντρονικής, των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών. Οι Rusk et al. (2008) φαίνεται να συμφωνούν με το παραπάνω ισχυρισμό, χαρακτηρίζοντας το πεδίο διδακτικής χρήσης των ρομποτικών κατασκευών, ιδιαίτερα «στενό και άνευ λόγου περιορισμένο».

Είναι σαφές ότι εφαρμογές της ΕΡ με παιδιά και εκπαιδευτικούς έχουν να επιδείξουν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του *τεχνολογικού γραμματισμού και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων* (Anagnostakis & Michaelides, 2006, 2007 · Τσοβόλας & Κόμης, 2010) όπως και στον *προγραμματισμό* (Καρατράντου κ.α., 2005, 2006 · Hussain, et al., 2006 · Beisser, 2006 · Bers et al., 2014). Η σύγχρονη έρευνα έχει καταγράψει αρκετά ενδιαφέροντα πειράματα και δραστηριότητες στο πλαίσιο των οποίων οι σπουδαστές προγραμματίζουν ή/και να συναρμολογούν ρομπότ εξαρχής είτε δουλεύοντας ατομικά είτε σε ομάδες (Denis & Hubert, 2001 · Adamchuk et al., 2012 · Vandeveldt et al., 2016). Επιπλέον, μια άλλη διαπίστωση (Benitti, 2012) αφορά το γεγονός ότι οι εφαρμογές εκπαιδευτικής ρομποτικής λαμβάνουν χώρα κυρίως στο πλαίσιο εξωσχολικών δραστηριοτήτων και οι περισσότερες έρευνες εξακολουθούν να σχετίζονται στενά με τη διδασκαλία των φοιτητών στον τομέα της ρομποτικής παρά με την εφαρμοσμένη χρήση σε επίπεδο σχολικής ηλικίας, κάτι που φαίνεται να προσομοιάζει την αντίστοιχη πορεία χρήσης κι εξάπλωσης των υπολογιστών κατά τα τέλη της δεκαετίας του '60.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό της πρόσφατης περιόδου είναι και η επανεκτίμηση της εκπαιδευτικής αξίας των γλωσσών προγραμματισμού οι οποίες σε αρκετές περιπτώσεις αποσυνδέονται από διαδικασίες αλληλεπίδρασης με οποιαδήποτε μορφή εξοπλισμού (hardware) και χρησιμοποιούνται ως αυτόνομα εργαλεία με το οπτικό αποτέλεσμα να αποτυπώνεται τόσο απευθείας σε περιβάλλον λογισμικού σε οθόνη υπολογιστή όσο και στο φυσικό περιβάλλον ειδικά με τη βοήθεια εφαρμογών Internet of Things (IoT). Η τάση αυτή οφείλεται εν μέρει και στο γεγονός ότι οι σύγχρονοι πολίτες από τη μικρή κιόλας ηλικία και με την ιδιότητα των «ψηφιακών ιθαγενών», όπως εύστοχα επισημαίνεται από τον Prensky (2001) εξαιτίας της ιδιαίτερης άνεσής τους στη χρήση της τεχνολογίας, τείνουν να εμπλέκονται ολοένα και πιο ενεργά και φυσικά με διαδικασίες σχεδίασης και δημιουργίας, κάτι που κατά τους Resnick et al. (2009) οφείλεται και στην ευχέρεια στον Προγραμματισμό. Είναι αλήθεια πως χάρη στη Logo ο προγραμματισμός ως διαδικασία μετατοπίστηκε από τον αποκλειστικό ρόλο του αυτοτελούς γνωστικού αντικείμενου σε αυτόν του εκπαιδευτικού εργαλείου (Papert, 1980).

Στο παρελθόν, η εμπλοκή των παιδιών σε διαδικασίες προγραμματισμού ήταν ιδιαίτερα δύσκολη κι ενδεχομένως προβληματική δεδομένου ότι αφενός οι πρώιμες Γλώσσες είχαν ιδιαίτερα αφαιρετικό «συντακτικό» αφετέρου οι δραστηριότητες που πλαισιώναν τη χρήση τέτοιων εργαλείων, απέκλιναν εξαιρετικά πολύ από τα ενδιαφέροντα και τις εμπειρίες των παιδιών κι ενδεχομένως δεν παρείχαν ελκυστικά περιβάλλοντα χρήσης. Επιπλέον, το πλαίσιο διδασκαλίας μέσω προγραμματισμού δεν εξασφάλιζε την απαιτούμενη, από πλευράς μαθησιακών αναγκών, αιτιολόγηση ή ενθάρρυνση (Resnick et al., 2009) μιας και ακολουθούσε την τακτική του «μαύρου κουτιού». Όλα αυτά τα

στοιχεία ενδεχομένως να συντέλεσαν στην -επί δεκαετίες μέχρι την εμφάνιση της Logo- εκτίμηση ότι ο προγραμματισμός ήταν διαδικασία επίπονη, απαιτητική αλλά και εξειδικευμένη, περιγράφοντας τις αντίστοιχες διαδικασίες ως ιδιαίτερα τεχνικές, μη ενδιαφέρουσες και στερούμενες δημιουργικότητας (Παπαδάκης & Ορφανάκης, 2014).

Αν θεωρήσουμε ότι η αποτελεσματική και ομαλή εμπλοκή των παιδιών σε διαδικασίες εκμάθησης και αξιοποίησης προγραμματισμού μπορεί να επιτευχθεί μέσω της μετατροπής του εισαγωγικού σταδίου σε μία εύκολη και ευχάριστη διαδικασία (Margulieux et al. 2012 · Freudenthal et al., 2010), θα μπορέσουμε να ερμηνεύσουμε καλύτερα την ολοένα και αυξανόμενη τάση παραγωγής εκπαιδευτικών περιβαλλόντων προγραμματισμού. Κύρια χαρακτηριστικά τους, ο παιγνιώδης, ευχάριστος χαρακτήρας, η χρήση συμβολικού-αναπαραστατικού κώδικα που βρίσκεται κοντά στις εμπειρίες και τα ενδιαφέροντα τους καθώς και η ενσωμάτωση απλών διαδικασιών υπολογιστικής πρακτικής σε σενάρια ψηφιακών παιχνιδιών. Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τη τακτική οπτικής και απτικής αναπαράστασης όλων των προγραμματιστικών δομών σε βαθμό που να εξάπτει τη περιέργεια των παιδιών έναντι του σφάλματος και των διαδικασιών αποσφαλμάτωσης που οδηγούν σε επίτευξη στόχων. Επιπλέον πλεονέκτημα των νέων εργαλείων και γλωσσών προγραμματισμού, αποτελεί το γεγονός ότι δεν απαιτούνται πρότερες εξειδικευμένες γνώσεις και λόγω της απλότητας που συχνά χαρακτηρίζει τις γλώσσες προγραμματισμού, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και από μικρά παιδιά.

1.3 Η προσέγγιση STE(A)M στην Εκπαίδευση

Η εκπαίδευση από τη δεκαετία του 1960 και μετά, με αποκορύφωμα τα τέλη του 20^{ου} αιώνα έως και σήμερα, φαίνεται να αναζητά όλο και πιο έντονα εναλλακτικές και καινοτόμες προσεγγίσεις που να διαφοροποιούνται παραγωγικά και ουσιαστικά από τις παραδοσιακές μεθόδους, να αξιοποιούν τις τεχνολογικές εξελίξεις και να λαμβάνουν υπόψη το εκάστοτε κοινωνικοοικονομικό γίγνεσθαι. Τόσο στην Ευρώπη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2014 · European Commission, 2002, 2011, 2012, 2017) όσο και διεθνώς (OECD, 2012) έχει τονιστεί η ιδιαίτερα κρίσιμη σημασία των εκπαιδευτικών καινοτομιών για την επίτευξη στρατηγικών στόχων (κοινωνική ισότητα, ίσες ευκαιρίες εργασίας και μόρφωσης, διασφάλιση και ανάπτυξη θέσεων εργασίας κ.α.) σε μια προσπάθεια ουσιαστικής αναδιαμόρφωσης κι επικαιροποίησης των παρόντων εκπαιδευτικών συστημάτων. Εξάλλου, η προώθηση της ανάπτυξης σύγχρονων δεξιοτήτων είναι δυο από τα βασικά στοιχεία της ατζέντας που αναπτύσσεται στο πλαίσιο της στρατηγικής «Ευρώπη 2020» και καταγράφεται συστηματικά στο «Ψηφιακό Θεματολόγιο για την Ευρώπη»² (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2014). Σε αυτό καταγράφεται μεταξύ άλλων η σχετική αναποτελεσματικότητα στον τομέα της εφαρμογής καινοτόμων προσεγγίσεων που να αναδεικνύουν τη χρησιμότητα των Επιστημών αλλά και των Τεχνών ως προς τη

² https://europa.eu/european-union/file/1499/download_el?token=J2xAnSdy

διαμόρφωση του σύγχρονου προφίλ πολιτών. Επιπλέον, επικρατεί η αντίληψη ότι το χτίσιμο των δεξιοτήτων που πρέπει να κατακτήσουν τα άτομα ως μελλοντικοί ερευνητές, επιστήμονες αλλά κυρίως ως ενεργοί πολίτες, είναι απαραίτητο να ξεκινά από τις μικρές ηλικίες και το ίδιο αφορά οριζόντιες δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλήματος, η δημιουργικότητα, η συνεργατική διάθεση και η επικοινωνιακή επάρκεια.

Ωστόσο, καθώς οι τεχνολογίες γίνονται ολοένα και περισσότερο παρούσες σε ευρύτερο φάσμα δραστηριοτήτων, συνεπώς και στην Εκπαίδευση, πολλοί ερευνητές και εκπαιδευτικοί έχουν δίκαια εκφράσει την ανησυχία ότι η υπερβολική χρήση υπολογιστών και ψηφιακών μέσων μπορεί στην πραγματικότητα να οδηγήσει σε μονοδιάστατη μάθηση και μείωση της δημιουργικότητας των παιδιών μέσω της παθητικής κατανάλωσης (Cordes & Miller, 2000 · Oppenheimer, 2003). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτές οι νέες τάσεις το ενδιαφέρον έχει μετατοπιστεί στους τρόπους με τους οποίους μπορούν να χρησιμοποιηθούν νέες τεχνολογίες οι οποίες θα ωθήσουν τα παιδιά να αναδείξουν τη δημιουργική, ενεργητική παρά παθητική ενασχόληση με απλό ρόλο καταναλωτή (Bers, 2012 · Resnick, 2006). Ως εκ τούτου, είναι αναγκαία η έμπνευση και υιοθέτηση νέων προσεγγίσεων που να ανταποκρίνονται στις νέες ανάγκες, όπως και η προσέγγιση STEAM (Science/Επιστήμη, Technology/Τεχνολογία), Engineering/Μηχανική), Arts/Τεχνες, Mathematics/Μαθηματικά), η αρχική σύνθεση της οποίας, χωρίς ωστόσο τη συμπερίληψη των Τεχνών (Arts), επιχειρήθηκε αρχικά κατά τη δεκαετία του '90 από το National Science Foundation των ΗΠΑ και οδήγησε σταδιακά στην τελική «νομιμοποίηση» και αποδοχή της (Conner et al., 2015).

Από τη δεκαετία του 2000 και μετά, ο συγκεκριμένος όρος χρησιμοποιείται για να αναφέρεται άμεσα σε κάθε μορφή εκπαιδευτικής διαδικασίας που αφορά το συνδυασμό των πεδίων που αυτή περιλαμβάνει (Morrison & Bartlett, 2009 · Bybee, 2010) με βάση τα χαρακτηριστικά της δημιουργικότητας και της εφευρετικότητας (Resnick, 2007 · Blikstein, 2013). Ο όρος STEAM προέκυψε σταδιακά από τη προσθήκη των Τεχνών (Arts), γεγονός που αναδεικνύει τη σημασία της συναρμογής τους με τα Μαθηματικά, τη Μηχανική και την Τεχνολογία δεδομένου ότι κάτι τέτοιο φαίνεται να συντελεί στην αύξηση του ενδιαφέροντος των παιδιών για καριέρα στις Θετικές Επιστήμες (Conner et al., 2015). Επιπλέον, οι Guyotte et al. (2014) υποστηρίζουν πως το STEAM ως ολοκληρωμένη προσέγγιση-εκπαιδευτική πρόταση ευνοεί την ενεργοποίηση των παιδιών και μέσω της καλλιτεχνικής έμπνευσης την ελεύθερη σκέψη, τη φαντασία, «το παράδοξο, τις διανοητικές ή οπτικές ή άλλης φύσεως ακροβασίες που μπορεί εκ πρώτης όψεως να φαίνονται αταίριαστες και ασύμβατες με τους τομείς STEM» (Σουλιώτου, 2016) αλλά εν τέλει αποτελούν το υπόβαθρο για καινοτόμο δράση και δημιουργική έκφραση (Sousa & Pilecki, 2013).

Κατ' ουσία πρόκειται για μια σχετικά νέα προσέγγιση η οποία αναδεικνύει ολιστικά, πολυδιάστατα και διαθεματικά τη συμβολή διαφορετικών πεδίων στη μαθησιακή διαδικασία (Morrison & Bartlett, 2009) ακολουθώντας ένα διεπιστημονικό μοντέλο, εστιάζοντας σε διαδικασίες μοντελοποίησης και προσομοίωσης φαινομένων και

διαδικασιών, ωθώντας στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων με τη χρήση εννοιών/εργαλείων διαφόρων επιστημών και/ή στη δημιουργία μιας κατασκευής με το συνδυασμό εννοιών/εργαλείων. Ένα ακόμα από τα ενδεικτικά χαρακτηριστικά της προσέγγισης είναι η αξιοποίηση και προσαρμοσμένη υιοθέτηση προτάσεων παραπλήσιων μοντέλων όπως του «Κύκλου Μάθησης» (εν συντομία «5E»³) που προτείνεται σε σενάρια Διερευνητικής Μάθησης (Bybee et al., 2006, Atkin & Karplus, 1962) ή πρακτικών της προσέγγισης της Μάθησης μέσω Σχεδιασμού (Kalantzis & Cope, 2005).

Τα πλεονεκτήματα της προσέγγισης STEAM φαίνεται να είναι πολλαπλά με κυριότερα τη βελτίωση των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλημάτων και συγκράτησης της γνώσης, των επιδόσεων στα μαθηματικά και στις φυσικές επιστήμες και τη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στις Επιστήμες, τις Τέχνες και τις προοπτικές επαγγελματικής σταδιοδρομίας σε αυτούς τους τομείς (Stohlmann et al., 2012). Επιπλέον, καθίσταται πιο εύκολη η αναπαράσταση εννοιών και η μεταφορά γνώσεων που αποκτούν τα παιδιά αντιμετωπίζοντας νέα προβλήματα, σε νέα πεδία ενώ η επιτυχής ενσωμάτωσή της διεγείρει τη δημιουργικότητα, την περιέργεια και τη συνεργατικότητα μέσω ομαδικής εργασίας (Roberts, 2012). Κατ' άλλους (Lantz, 2009) τα μαθησιακά περιβάλλοντα που αξιοποιούν τη προσέγγιση STEAM, βοηθούν τα παιδιά να μαθαίνουν καλύτερα δεδομένου ότι τους παρέχονται οι ευκαιρίες ώστε να ασχοληθούν με ανακαλύψεις αξιοποιώντας την ενσώματη εμπειρία και βιωματικές τακτικές.

Μια σημαντική διάσταση του STEAM και της σύγχρονης προσέγγισης των μαθησιακών διαδικασιών είναι και η έμφαση στη διάκριση μεταξύ της παραδοσιακής στόχευσης στην απόκτηση «τεχνικής ικανότητας», δηλαδή της απαιτούμενης βαθιάς εξειδικευμένης γνώσης και της σύγχρονης «τεχνολογικής ευχέρειας ή γραμματισμού» που υπονοεί οριζόντιες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις πολύτιμες για κάθε σύγχρονο πολίτη (Papert, 1987· diSessa, 2000). Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι οι τρέχουσες κοινωνικο-οικονομικές εξελίξεις συνιστούν τη μετατόπιση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας από τις απόλυτα τεχνικές δεξιότητες σε τεχνολογική-υπολογιστική ευχέρεια και αλφαριθμητισμό σε συνδυασμό με την ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων και αρχών για την ορθολογική και ηθική χρήση των ΤΠΕ, κάτι που στο ευρύτερο πλαίσιο του STEAM, η ΕΡ ως βασικό δομικό στοιχείο του φαίνεται να μπορεί να εξυπηρετήσει. Σύμφωνα με τους Rusk et al (2008) και Benitti (2012), για την επίτευξη των σύγχρονων προκλήσεων είναι απαραίτητο να αναπτύξουμε καινοτόμους τρόπους για να αυξήσουμε την ελκυστικότητα και τα μαθησιακά οφέλη των ρομποτικών έργων μέσω πρακτικών που αφενός προσεγγίζουν τις Τέχνες και τις Επιστήμες εστιάζοντας σε θεματικές ενότητες, αφετέρου εμπνέουν τη δημιουργικότητα σε ανθρώπους με διαφορετικά ενδιαφέροντα ενθαρρύνουν την αφήγηση ιστοριών και ευνοούν τη διοργάνωση εκδηλώσεων ανταλλαγής ιδεών και έκφρασης.

Η ζύμωση των τεχνολογιών και των επιστημών με άλλους κλάδους, όπως οι τέχνες, μπορεί δυνητικά να ωθήσει εκπαιδευτικούς και

³ Μοντέλο 5E: Engagement (Εμπλοκή), Exploration (Εξερεύνηση), Explanation (Εξήγηση), Elaboration-Extension (Επέκταση-Επεξεργασία), Evaluation (Αξιολόγηση)

παιδιά να σκέφτονται πιο εύκολα σχετικά με νέους τρόπους ενθάρρυνσης της δημιουργικότητας (Yakman, 2008) αλλά και τη προώθηση της επαφής με ποικίλες μορφές έκφρασης. Αναφέρουμε ενδεικτικά ότι εφαρμογές της ρομποτικής στον τομέα των τεχνών ξεκίνησαν ήδη από τη δεκαετία του 1960 (Jung et al., 2013.) και βάσει το τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα ρομπότ στο πεδίο των Τεχνών μπορούν αφενός να αναφέρονται ως εργαλεία δημιουργικής έκφρασης (έμμεση παρέμβαση), αφετέρου ως αντικείμενα τέχνης (άμεση παρέμβαση). Ειδικά στον τομέα της ζωγραφικής οι υπολογιστές-ρομπότ τα τελευταία χρόνια φαίνεται να έχουν σημειώσει αλματώδη εξέλιξη (Tresset & Leymarie, 2013 · Moura, 2007 · Howe et al., 1998) με τη μορφή ολοκληρωμένων «art-bots» μιας και εφόσον οι υπολογιστές και τα ρομποτικά συστήματα είναι αντικειμενικά, ακριβή και διέπονται από τους κανόνες των μαθηματικών, στην πραγματικότητα μπορούν να ανταποκριθούν σε πλήθος δημιουργιών. Η ζωγραφική και άλλες μορφές εικαστικής έκφρασης βασίζονται και σε τομείς των μαθηματικών, όπως η γεωμετρία και η προοπτική, άρα και η αλγοριθμική λειτουργία των ρομποτικών συστημάτων επιτρέπει πειραματισμούς με μεγάλη πολυπλοκότητα και ακρίβεια. Ωστόσο, εκτός από τη ζωγραφική αλλά και τη γλυπτική, η χρήση των ρομπότ γίνεται ολοένα και πιο συχνή και σε άλλα είδη τεχνών όπως η μουσική (Kapur et al., 2011), ο χορός (Augello et al., 2016) και το θέατρο (Parè, 2015 · Jonathan et al., 2000) και σε αρκετές περιπτώσεις με μεγάλη επιτυχία και στο πλαίσιο εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων.

Ενδεικτική περίπτωση εκπαιδευτικής αξιοποίησης ρομποτικών συστημάτων αποτελεί η χρήση ρομπότ για συμμετοχή σε θεατρική παράσταση σε μια απόπειρα πιο πρωτότυπης προσέγγισης του πεδίου STEAM από παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες. Η συγκεκριμένη απόπειρα εντάσσεται σε έρευνα του πανεπιστημίου του Μίσιγκαν και εφαρμόστηκε σε τοπικό δημοτικό σχολείο της περιοχής. Η θεατρική ομάδα αποτελούνταν από επτά ρομπότ (μεταξύ αυτών και το Lego Mindstorms, μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε και στη παρούσα έρευνα με άλλη μορφή και διαφορετική στοχοθεσία ωστόσο), όλα εξοπλισμένα με αλληλεπιδραστικούς αισθητήρες κι εξελιγμένες δυνατότητες με στόχο την υλοποίηση σεναρίου που γράφτηκε από τα ίδια τα παιδιά. Ταυτόχρονα μέσα από τη διαδικασία προετοιμασίας του θεατρικού έργου η μάθηση θεωρήθηκε πως έγινε πιο βιωματική και ουσιαστική και προσφέρθηκε η ευκαιρία στα παιδιά να γίνουν μικροί καλλιτέχνες-δημιουργοί (Myounghoon et al., 2016). Συμπερασματικά η αλληλεπίδραση των παιδιών με τα ρομπότ φαίνεται να τους παρέχει κίνητρο να ασχοληθούν με τις επιστήμες στο πλαίσιο δημιουργικών κατασκευών αλλά και με τις τέχνες αβίαστα και μέσω δραστηριοτήτων παιχνιδιού και ψυχαγωγίας. Συνοπτικά, όπως επισημαίνεται και από τους Rusk et al. (2008), συνδυάζοντας δομικά υλικά, μηχανικά μέρη, και προγραμματιζόμενα συστήματα, ενδεχομένως να μπορούμε τελικά να εμπνεύσουμε τόσο τα κορίτσια όσο τα αγόρια αφενός να σκεφτούν δημιουργικά για αυτό που θέλουν αλλά και που είναι εφικτό να υλοποιηθεί αφετέρου να έρθουν σε επαφή με ποικίλα εκφραστικά μέσα και ζητήματα τεχνών με έμμεσο τρόπο.



Εικόνα 2. Εκπ. Ρομποτική για θεατρική αγωγή μέσω προσέγγισης STEAM (φωτογραφία από Myounghoon et al. 2016)

1.4 Κίνηση Κατασκευαστών (Makers Movement)

Η εξάπλωση της προσέγγισης STEAM στην οποία αναφερθήκαμε προηγούμενα και ακόμα περισσότερο το αυξανόμενο ενδιαφέρον γύρω από την εξάπλωση την ΕΡ, συνάδουν με τη συζήτηση για τον ρόλο και τη σημασία της δημιουργικής έκφρασης των παιδιών, των «ανοιχτών» σχολεία και της κοινωνικά διαμοιρασμένης δημιουργικότητας στις διαδικασίες μάθησης. Είναι αξιοσημείωτο ότι τα τελευταία χρόνια η σταδιακή, έστω και αργή, εξάπλωση της λεγόμενης «κουλτούρας του κατασκευαστή» έχει οδηγήσει στην ανάδειξη πρακτικών και εργαλείων που ευνοούν τη συνεργατική δημιουργικότητα σε χώρους και περιβάλλοντα που δεν έχουν καν τυπικό εκπαιδευτικό χαρακτήρα. Τέτοιοι χώροι είναι για παράδειγμα βιβλιοθήκες, μουσεία και άλλες ανεξάρτητες μη κερδοσκοπικές, συνεργατικές κοιτίδες που αποκτούν νέους ρόλους αναδυόμενων κόμβων μάθησης (Blikstein et al., 2015 · Litts, 2015).

Οι περισσότεροι από αυτούς τους χώρους επικεντρώνονται emphaticά στη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών για το σχεδιασμό, την κατασκευή και την τελική παραγωγή σε συνδυασμό με παραδοσιακές πρακτικές και εργαλεία που ευνοούν την «ιδιοκατασκευή» και κυρίως τη συνεργατική διάθεση. Όπως συζητούν λεπτομερώς οι Kafai et al. (2014), οι συνθήκες άτυπης μάθησης που επικρατούν σε Χώρους Δημιουργών (Maker Spaces) διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση του ευρύτερου Κινήματος των Κατασκευαστών, καθιστώντας διαδικασίες, υλικά και εργαλεία πιο εύκολα προσβάσιμα και διαθέσιμα σε άτομα που αρχικά και λόγω διαφορετικής πρότερης εμπειρίας δεν μπορούν να αυτοπροσδιοριστούν ως «κατασκευαστές». Χάρη σε αυτές τις πρακτικές και το τοπίο που διαμορφώνουν, εμπλουτίζονται οι μαθησιακές δυνατότητες και ευκαιρίες που αναδύονται από τη σύζευξη νέων τεχνολογιών, παραδοσιακών εργαλείων και διαχρονικών πρακτικών συνεργασίας και διαμοιρασμού (Halverson & Sheridan, 2014 · Sheridan et al., 2014).

Ενδεικτική είναι η τάση της ίδρυσης είτε στοχευοεπικεντρωμένων εκθεσιακών χώρων είτε ο εμπλουτισμός της δραστηριότητας μουσείων

«παραδοσιακής» προσέγγισης με σκοπό να φιλοξενούν δράσεις που ενθαρρύνουν τη δημιουργία, την διερεύνηση και την ανακαλυπτική μάθηση. Σε αρκετά μουσεία, η εστίαση στην κουλτούρα του κατασκευαστή αποτελεί φυσική προέκταση μιας μακρόχρονης έμφασης στην εκλαΐκευση της επιστήμης και τη προώθηση της μάθησης μέσω της τέχνης και των επιτόπιων διαδραστικών εργαστηρίων. Παράλληλα, φαίνεται να ενισχύονται οι (δι)ερευνητικές δεξιότητες των παιδιών, να ενθαρρύνεται η πρωτότυπη δημιουργική δραστηριότητα, η ανταλλαγή πόρων και η ενεργός δέσμευση με την παραγωγή, τα υλικά, τις διαδικασίες, και τις κεντρικές ιδέες που απορρέουν από τις συλλογές και τα εκθέματά των μουσείων (Britton, 2012· Honey and Kanter, 2013).

Πριν από οποιαδήποτε συζήτηση σχετικά με τις θεωρητικές ρίζες και προσεγγίσεις στην έρευνα που σχετίζεται με τη δημιουργία, το «κατασκευάζει» και την εκπαίδευση, είναι σημαντικό να αναφερθούμε σε ένα κοινό πλαίσιο αναφοράς για την κατανόηση του «Κινήματος των Κατασκευαστών». Παραδοσιακά, τόσο η ανάγκη για δημιουργία όσο και οι πρακτικές υλοποίησης σχεδίων είναι θεμελιώδεις για την ανθρωπότητα. Κάτι που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι το Κίνημα αυτό όπως έχει διαμορφωθεί πρόσφατα, έχει συγκεντρώσει ιδιαίτερη προσοχή κατά τη πρόσφατη δεκαετία κυρίως και αναφέρεται ευρύτερα στον αυξανόμενο αριθμό ατόμων που ασχολούνται με τη δημιουργική παραγωγή αντικειμένων στην καθημερινότητά τους και που συνθέτουν τόσο πραγματικούς όσο και ψηφιακούς χώρους συνεργασίας ώστε να μοιράζονται τις διαδικασίες και τα προϊόντα τους με άλλους.

Το Κίνημα των Κατασκευαστών φαίνεται πως έχει έντονη κοινωνική διάσταση σε συνδυασμό με την έμφαση στην έμφυτη ανάγκη του ανθρώπου να εφευρίσκει, να πειραματίζεται και να δημιουργεί. Η εν λόγω κουλτούρα του «δημιουργεί» (making) εκ των πραγμάτων δίνει ιδιαίτερη σημασία στην ενεργητική-ανακαλυπτική πρακτική στο πλαίσιο της ομάδας, της κοινότητας και του ευρύτερου κοινωνικού περιβάλλοντος ενώ ταυτόχρονα δεν αγνοεί την άτυπη μάθηση, την ομότιμη συμμετοχή και το διαμοιρασμό γνώσης που προκύπτει μέσα από συνεργατικές διαδικασίες. Η κουλτούρα των Κατασκευαστών ενθαρρύνει εφαρμογές σύγχρονων τεχνολογιών και την εξερεύνηση διασταυρώσεων μεταξύ παραδοσιακά ξεχωριστών περιοχών και τρόπων εργασίας, όπως λόγου χάρη της μεταλλουργίας, της καλλιγραφίας, της παραγωγής ταινιών και του προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών και ούτω καθεξής. Η κοινωνική αλληλεπίδραση και ανταλλαγή γνώσεων συχνά διαμεσολαβείται μέσω ΤΠΕ, με ιστοτόπους και εργαλεία κοινωνικών μέσων που αποτελούν τη βάση των χώρων αποθήκευσης γνώσης και κεντρικό κανάλι για ανταλλαγή πληροφοριών και ανταλλαγή ιδεών και επικεντρώνονται σε κοινωνικές συναντήσεις σε συνεργατικά περιβάλλοντα όπως οι χώροι Κατασκευών και πειραματισμού (Maker-Hacker spaces). Εξάλλου, η κουλτούρα που περιγράφεται παραπάνω, ειδικότερα τα τελευταία χρόνια και σε πιο οργανωμένο βαθμό, έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον της εκπαίδευσης που ενδιαφέρεται για την σύνδεση των διαδικασιών μάθησης με το ευρύτερο φάσμα του STEAM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική, Τέχνες και Μαθηματικά) στο πλαίσιο τυπικών περιβαλλόντων επιμόρφωσης.

Κατά τον Anderson (2012), το Κίνημα αποτελεί την απαρχή μιας «νέας βιομηχανικής επανάστασης» και διακρίνει σημαντικές διαφορές μεταξύ αυτού και ανάλογων τάσεων του παρελθόντος στα εξής τρία βασικά χαρακτηριστικά: α) ευρεία χρήση υπολογιστών και ψηφιακών εργαλείων, β) ηθική δέσμευση ως προς τα συνεργατικά πρότυπα κοινής κι ελεύθερης χρήσης σχεδίων και πνευματικών προϊόντων και γ) χρήση προτύπων που διευκολύνουν τη συνεργασία, την ανταλλαγή και την επαναληψιμότητα εφαρμογής. Κατά τον Hatch (2014), το «Μανιφέστο του Κινήματος των Δημιουργών» περιστρέφεται γύρω από εννέα βασικές ιδέες: 1) κατασκευάζω (make), 2) μοιράζομαι (share), 3) προσφέρω (give), 4) μαθαίνω (learn), 5) παρέχω πρόσβαση σε απαραίτητα εργαλεία (tool up), 6) παίζω (play), 7) συμμετέχω (participate), 8) υποστηρίζω (support) και τέλος 9) αλλάζω (change). Επιπλέον, όπως και ο Anderson (2012) έτσι και ο Hatch (2014), υπογραμμίζει τη σημασία της κατασκευής φυσικών αντικειμένων ως χαρακτηριστικού του Κινήματος που το καθιστά διακριτό από τις προηγούμενες «επαναστάσεις» των Υπολογιστών και του Διαδικτύου.

Οι Martinez και Stager (2013), ενδεχομένως όχι άδικα, έχουν πιστώσει στον Papert το ρόλο του άτυπου εμπνευστή του «Κινήματος των Δημιουργών» υπονοώντας ότι η Κατασκευαστική θεωρία (Constructionism) αποτελεί το πλαίσιο στο οποίο ενθυλακώνονται ανάλογες τακτικές καθώς και η έμφαση στην ψηφιακή και φυσική κατασκευή αλλά και στην επίλυση προβλημάτων με ποικιλία μέσων και εργαλείων. Εξάλλου, η θεωρία του Papert τοποθετεί την ενσώματη εμπειρία και την απόκτηση γνώσης μέσω δράσης στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας (Harel & Papert, 1991). Κι ενώ η Κατασκευαστική θεωρία έχει τις ρίζες της και στον Εποικοδομητισμό του Dewey, που ταυτίζει τη μάθηση με τα οφέλη και τα προϊόντα του ελεύθερου παιχνιδιού, τον πειραματισμό και την αυθεντική-άτυπη έρευνα, το διακριτό χαρακτηριστικό της είναι η μάθηση με την κατασκευή γνώσης μέσω της πράξης διαμοιρασμού του «προϊόντος» προς όφελος της «κοινότητας» κι εντός αυτής (Martinez & Stager, 2013). Χαρακτηριστικό παράδειγμα έκφρασης των παραπάνω η γλώσσα προγραμματισμού Scratch (Resnick et al., 2009) και η πολυπληθής και διεθνής κοινότητα συμμετεχόντων που την υποστηρίζουν ενεργά, συνεργάζονται, αλληλοτροφοδοτούνται, μοιράζονται τις δημιουργίες τους σε ιστότοπο προσβάσιμο από εκατομμύρια χρήστες και εξελίσσονται σταδιακά μέσα από την εξέλιξη της ίδιας της κοινότητας.

Από τη δεκαετία του '80 ακόμα, ο Papert (1980, 1993, 1987) ως «πατέρας» της γλώσσας προγραμματισμού LOGO υποστήριξε ότι η κοινωνική διείσδυση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) παρέχει στα άτομα μεμονωμένα αλλά κυρίως στις κοινότητες συνολικά, τα μέσα και τις δυνατότητες ώστε να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν νέες εκπαιδευτικές ιδέες μέσα από διαρκή πειραματισμό. Παρομοίως, θεωρώντας τη γνώση όχι ως «κατασκεύασμα» που πρέπει να (ανα)παραχθεί αλλά ως προσωπική εμπειρία που πρέπει να δομηθεί κι εν συνεχεία να διαμοιραστεί στην ευρύτερη κοινότητα (Kostakis et al., 2015), το Κίνημα των Κατασκευαστών ασκεί σημαντική επιρροή σε ένα ευρύ φάσμα χώρων και πρακτικών του Εκπαιδευτικού πεδίου και τα αποτελέσματα είναι και ραγδαία και εμφανή. Ενδεικτική η

δομή των FabLabs που δημιουργήθηκαν από τον καθηγητή Neil Gershenfeld του Ινστιτούτου Τεχνολογίας του Μασαχουσέτη (MIT) το 2005 ως περιβάλλοντα μάθησης που θα επιτρέψουν σε τεχνικά ανειδίκευτους ανθρώπους να λύσουν προβλήματα και να δημιουργήσουν τα δικά τους εργαλεία με βάση εξειδικευμένες ανάγκες και κυρίως μέσω ατομικού πειραματισμού και δράσης εντός πλαισίου που εστιάζει στις συνεργατικά παραγωγικές διαδικασίες και όχι στην στείρα ανάπτυξη δεξιοτήτων (Blikstein, 2013 · Litts, 2015 · Sheridan et al., 2014).

Είναι επομένως εμφανές ότι αν και η τάση της ΕΡ προηγήθηκε χρονικά κατά δυο με τρεις δεκαετίες περίπου, εκτός από την κοινή φιγούρα έμπνευσης στο πρόσωπο του Seymour Papert, ταυτίζεται με το Κίνημα των Δημιουργών και τις εκπαιδευτικές του προεκτάσεις σε σημαντικά σημεία όπως: το όραμα της παροχής περιβαλλόντων που να επιτρέπουν την ελεύθερη ιδιοκατασκευή με ή χωρίς αποκλειστική χρήση αυτοματισμών και τεχνολογιών (Beynon, 2017), η σημασία της συνεργατικής δημιουργίας, η αναγκαιότητα αντιμετώπισης των ΤΠΕ ως μέσων δημιουργίας «κοινόχρηστης» κι ελεύθερα διαθέσιμης πληροφορίας και γνώσης, η χρήση ευρύτερα διαθέσιμων και προσβάσιμων δυναμικών εργαλείων, η άμεση σύνδεση των διαδικασιών δημιουργίας-μάθησης, η αξία της προσωπικής εμπειρίας και της υποκειμενικής αξιοποίησης των δυνατοτήτων που παρέχει το πλαίσιο και τα εργαλεία (Crook, 1996 · Turkle & Papert, 1991), η μοντελοποίηση και «μεταφοριστικότητα» της γνώσης σε νέα περιβάλλοντα δράσης (Papert, 1980) κ.α.

Τέλος, μια ακόμα σημαντική εξέλιξη των τελευταίων, κυρίως, ετών, που εδράζεται σε όσα προαναφέραμε, είναι και η έμφαση στην ανοιχτότητα των τεχνολογικών εργαλείων «νέας γενιάς» που εξυπηρετούν εκπαιδευτικούς σκοπούς. Οι Hatch (2014), Dougherty (2012) και Anderson (2012) εστιάζουν κυρίως στο γεγονός της τάσης εκδημοκρατισμού των τεχνολογιών μέσω της αξιοποίησης φτηνών υλικών κι εξοπλισμού (hardware), της εύκολης πρόσβασης στην ψηφιακή κατασκευή και το κοινόχρηστο λογισμικό και σχέδια. Επισημαίνουν την αυξανόμενη διαθεσιμότητα ισχυρών υπολογιστικών και κατασκευαστικών εργαλείων για τους καθημερινούς ανθρώπους (με βάση τόσο την ποσότητα όσο και την τιμή), σε συνδυασμό με το ανανεωμένο ενδιαφέρον για τοπικούς στόχους και πόρους ως ευτυχισμένη συρροή: *«Η πραγματική δύναμη αυτής της επανάστασης είναι τα εκδημοκρατιστικά της αποτελέσματα. Τώρα, σχεδόν οποιοσδήποτε μπορεί να καινοτομήσει. Τώρα σχεδόν ο καθένας μπορεί να φτιάξει, να δημιουργήσει κάτι. Τώρα, με τα εργαλεία που διατίθενται σε έναν χώρο κατασκευαστών, ο καθένας μπορεί να αλλάξει τον κόσμο»* (Hatch, 2014: σελ 10).

Υποστηρίζεται επίσης (Bauwens, 2005 · Benkler, 2006, 2011 · Bruns, 2008 · Kostakis et al., 2016 · Lakhani, 2005 · Levy, 2001, Wark, 2004) ότι η φιλοσοφία των Κοινών (Commons) η οποία έχει προάγει πολλές τεχνολογίες και εργαλεία ενημέρωσης και διαμοιρασμού πληροφορίας υψηλής εκπαιδευτικής αξίας (από δωρεάν λογισμικό ανοιχτού τύπου π.χ. Moodle και την ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια Wikipedia ως τον μικροελεγκτή Arduino και 3D εκτυπωτές χαμηλού κόστους), θα μπορούσε να παράσχει ένα πλαίσιο πειραματισμού, επικοινωνίας, συνεργασίας (Moilanen, 2012), ανταλλαγής και ανοιχτής μάθησης

(Ratto, 2011 · Suoranta & Vadén, 2010). Κατ' αναλογία και στη δική μας έρευνα, αν και δεν εμπλέκονται όλες οι μορφές τεχνολογίας που περιγράψαμε, εντούτοις οι πρακτικές της παρέμβασής μας με τα παιδιά, εδράζονται σε στοιχεία παραπλήσια με τη λογική των Κινήματος των Κατασκευαστών. Τόσο η επιλογή του θεωρητικού πλαισίου στη βάση του οποίου δομήσαμε τις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης όσο και η συνύπαρξη πολλαπλών εργαλείων ΕΡ με συγκεκριμένα συμβατικά χειραπτικά και απτά αναπαραστατικά μέσα, αποσκοπούσαν ακριβώς στην ενθάρρυνση της αξιοποίησης των συνεργασιών και της ευρηματικής σκέψης για την επίλυση προβλημάτων μέσω της οποίας ο τελικός στόχος ήταν η διερεύνηση της χωρικής σκέψης των παιδιών.

1.5 Εκπαιδευτική Ρομποτική και σύγχρονη έρευνα

Στην ενότητα αυτή, γίνεται απόπειρα καταγραφής ερευνών που αφορούν εκπαιδευτικές εφαρμογές ρομποτικής με ιδιαίτερη έμφαση στις μικρότερες ηλικίες (4-7 ετών) όπου το έλλειμμα σχετικών εμπειριών φαίνεται να είναι σχετικά μεγαλύτερο. Για τη καλύτερη και ουσιαστικότερη εξυπηρέτηση της καταγραφής η οποία υλοποιήθηκε κατά κύριο λόγο μέσω ηλεκτρονικής αναζήτησης και με βάση, μεταξύ των άλλων, τη συχνότητα των αναφορών, κρίναμε αναγκαίο να ορίσουμε εξ' αρχής συγκεκριμένα κριτήρια με λέξεις κλειδιά, όριο παλαιότητας της εκάστοτε δημοσίευσης, και συνάφεια με τη δική μας ερευνητική στόχευση ώστε να συμπεριλάβουμε στη τελική φάση, το πλέον αντιπροσωπευτικό δείγμα. Να σημειωθεί πως η αναζήτηση και καταγραφή πραγματοποιήθηκε σε διαφορετικά χρονικά σημεία της έρευνας (κυρίως μεταξύ 2013-2014) με σκοπό την ενημέρωση του ερευνητή στο πεδίο ενδιαφέροντός του και την υποστήριξη του σχεδιασμού της πειραματικής παρέμβασης και εμπλουτίστηκε με τρέχοντα δεδομένα κατά τη τελική συγγραφή της διατριβής και σαφώς μετά τη διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος (μεταξύ 2016-2018). Ως βασική πλατφόρμα αναζήτησης προτιμήθηκε η Google Scholar⁴ και οι κυριότερες βάσεις δεδομένων από τις οποίες αντλήθηκαν άρθρα ήταν οι ACM Digital Library, ScienceDirect, SpringerLink, ERIC (Educational Resources Information Center), Wilson Education με στόχευση κυρίως σε δημοσιεύσεις στην Αγγλική γλώσσα και δευτερευόντως στην Ελληνική. Κύρια κριτήρια επιλογής των δημοσιεύσεων ήταν αυτές να έχουν πραγματοποιηθεί τουλάχιστον μετά το 2000 (με κύρια προτίμηση στο εύρος της δεκαετίας 2007-2018), να προέρχονται από επίσημα ερευνητικά προγράμματα, από περιοδικά ή πρακτικά συνεδρίων με σύστημα αξιολόγησης από ομότιμους κριτές και να έχουν ως κύριο αντικείμενο μελέτης τη διδακτική αξιοποίηση της ΕΡ για υποστήριξη άλλων διδακτικών αντικειμένων και όχι την καθαρά τεχνική προσέγγισή της ή τη τεχνική περιγραφή σχεδίων και διαδικασιών που σχετίζονται αυτούσια με τη ρομποτική ως διδασκόμενο αντικείμενο παρά ως διδακτικό εργαλείο.

Επιπλέον είναι χρήσιμο να επισημάνουμε τα βασικότερα

⁴ <https://scholar.google.gr/>

ερωτήματα στη βάση των οποίων αναζητήσαμε κι επιλέξαμε ενδεικτικές έρευνες:

1. Ποιοι γνωστικοί στόχοι και ποιες δεξιότητες επιδιώκονται μέσω των εκπαιδευτικών εφαρμογών της ρομποτικής που παρουσιάζει η καταγεγραμμένη έρευνα.
2. Ποιες μαθησιακές ηλικίες εμπλέκονται σε τέτοιες εφαρμογές;
3. Ποια πιθανά οφέλη μπορούν να προκύψουν από την ενσωμάτωση της ρομποτικής ως διδακτικού εργαλείου στη σύγχρονη εκπαίδευση;
4. Ποιες πρακτικές και μεθοδολογίες εφαρμογής προτιμώνται;
5. Ποια είναι τα συμπεράσματα και οι διαπιστώσεις που προκύπτουν σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση της ρομποτικής και των τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου γενικότερα;

Κάτι που επιδιώχθηκε μέσω αυτής της καταγραφής, ήταν να εντοπιστεί η βασικότερη στοχοθέτηση η οποία συνήθως τίθεται σε έρευνες που αφορούν την αποτελεσματικότητα της ρομποτικής στην εκπαίδευση, να καταγραφούν τα μεθοδολογικά χαρακτηριστικά και οι καλές πρακτικές που τις συνέθεταν, κατά τέτοιο τρόπο ώστε με τις κατάλληλες παρεμβάσεις να αποτελέσουν οδηγό και για τη δική μας έρευνα και κυρίως να συντεθεί μια αντιπροσωπευτική εικόνα σε σχέση με τα επικρατέστερα εργαλεία.

Όπως προκύπτει γενικότερα από το σύνολο των καταγεγραμμένων ερευνών, η μέχρι τώρα εμπειρία και οι γνώσεις στον τομέα της ρομποτικής και του ευρύτερου πεδίου των τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου, έχουν δημιουργήσει ένα θετικό κλίμα για εφαρμογές της στο χώρο της εκπαίδευσης και όπως φαίνεται αυτή μπορεί να αποτελέσει μια σημαντική εναλλακτική πρόταση για τον εμπλουτισμό της μαθησιακής διαδικασίας υπό προϋποθέσεις. Σύμφωνα με τους Mitnik et al. (2008) μέχρι πρόσφατα η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εφαρμογών της Ρομποτικής εστίαζε στην υποστήριξη της διδασκαλίας αντικειμένων και εννοιών που άπτονται καθαρά της Ρομποτικής, του Προγραμματισμού, της Κατασκευής και της Μηχανοτρονικής καθώς επίσης και της Φυσικής και των Μαθηματικών ενώ πλέον σήμερα φαίνεται πως αφορά περισσότερα αντικείμενα με ευρύτερη ποικιλία προσεγγίσεων αναφορικά με διαφορετικές ηλικίες. Στο γεγονός αυτό φαίνεται να συγκλίνει και η άποψη πως η «διαθεματική» φύση τέτοιων διδακτικών σεναρίων αναγκάζει κατά κάποιο τρόπο τα παιδιά να αναπτύξουν όλες εκείνες τις διαφορετικές γνωστικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες ώστε να είναι σε θέση να προγραμματίζουν και να ελέγχουν ψηφιακές ή/και απτές οντότητες (Papert, 1980 · Rogers & Portsmore, 2004). Τη διαθεματικότητα μέσω δραστηριοτήτων ρομποτικής υποστηρίζουν και άλλες έρευνες όπως αυτή των Αναγνωστάκη & Μακράκη (2010), η οποία διερεύνησε κατά κύριο λόγο την αποτελεσματικότητα της Εκπαιδευτικής ρομποτικής στη σχολική τάξη σε θέματα περιβαλλοντικής διάστασης της αειφόρου ανάπτυξης με

μια διακριτική ενασχόληση και με το ζήτημα της αλγοριθμικής επίλυσης προβλημάτων από τη μεριά των μαθητών.

Φαίνεται πως η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εφαρμογών των τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου αφορούν κυρίως τη διδασκαλία διαδικασιών προγραμματισμού, εννοιών φυσικής και μαθηματικών καθώς επίσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως της επίλυσης προβλημάτων, της λογικής σκέψης, της ομαδοσυνεργατικής επικοινωνίας αλλά και βασικών μεταγνωστικών στρατηγικών (Bers et al., 2002 · Kearns et al., 2001 · Barker & Ansoorge, 2007 · Williams et al., 2007 · Roman-Gonzalez et al., 2017 · Atmatzidou et al., 2018). Σε μελέτη περίπτωσης των Chambers & Carbonaro (2007) αλλά και σε έρευνες των Καρατράντου κ.α. (2005) και Ατματζίδου κ.α. (2008) αναφέρεται ότι οι δραστηριότητες ρομποτικής στην εκπαίδευση, είναι σε θέση να υποστηρίξουν την ανάπτυξη δυναμικών ιδεών και την εξοικείωση με θεμελιώδεις έννοιες προγραμματισμού όπως ο κύκλος προγράμματος, η ακολουθία εντολών, οι μεταβλητές, η δομή επανάληψης (loop), οι αλγόριθμοι, το διάγραμμα ροής κ.α. μέσα από το δημιουργικό παιχνίδι (Eduntainment). Ωστόσο, η εμπάθση σε τέτοιου είδους γνωστικό υλικό αφορά κυρίως μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας (Γυμνασίου) όπως συμβαίνει στη περίπτωση της έρευνας των Nugent et al. (2009) όπου μέσω της ρομποτικής επιδιώκεται μεταξύ των άλλων, η εξοικείωση των παιδιών με κάτι τόσο εξειδικευμένο όπως τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας (GIS) και GPS.

Η μελέτη και ανάλυση των αποτελεσμάτων διαφόρων ερευνών οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η εκπαιδευτική αξιοποίηση της ρομποτικής έχει εν πρώτοις να δείξει τουλάχιστον ενθαρρυντικά δείγματα (Atmatzidou et al., 2018 · Tuomi et al., 2018). Η χρήση ρομποτικών κατασκευών φαίνεται πως έχει θετική επίδραση στη μαθηματική επίδοση των παιδιών και πιο συγκεκριμένα σε σχέση με την εξοικείωση με έννοιες όπως τα κλάσματα, οι αναλογίες, η εκτίμηση απόστασης καθώς και με ζητήματα Γεωμετρίας κ.α.. Λαμβάνοντας υπόψη κάποια επιμέρους συμπεράσματα αναφορικά με τη μαθηματική εκπαίδευση και τη ρομποτική (Chambers & Carbonaro, 2007) φαίνεται ότι παιδιά με καλύτερες επιδόσεις στα μαθηματικά επιδεικνύουν μεγαλύτερο βαθμό αφοσίωσης και εμπύθησης στις σχετικές διαδικασίες καθώς επίσης και ότι η βελτίωση της επίδοσης στα μαθηματικά είναι εμφανέστερη σε μικρές ηλικίες και όχι ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες. Επιπλέον, θετική φαίνεται να είναι η εμπειρία και σε σχέση με την ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων στο πεδίο της Φυσικής και πιο συγκεκριμένα σε έννοιες όπως οι νόμοι της κίνησης του Νεύτωνα (Williams et al., 2007), η κινηματική-δυναμική (Mitnik et al., 2008), τα διανύσματα, η δημιουργία και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων κινηματικής (ταχύτητα, επιτάχυνση, απόσταση) κ.α.

Όσον αφορά περιφερειακά, πλην όμως, εξίσου σημαντικά στοιχεία, διαπιστώνεται πως τα παιδιά εκτός από τις τεχνολογικές δεξιότητες, αρχικά αναπτύσσουν ιδιαίτερα την αυτοεκτίμηση, τη δημιουργικότητά τους τους αλλά και εμπιστοσύνη στις ατομικές διαδικασίες διαχείρισης της μάθησης. Η χρήση κττ εκπαιδευτικής ρομποτικής θεωρείται πως ευνοεί την ενεργή συμμετοχή (Αναγνωστάκης & Μακράκης, 2010) και την ανάπτυξη κοινωνικών-επικοινωνιακών δεξιοτήτων, εφόσον, μέσω

των δραστηριοτήτων και της κινητοποίησης που προκαλείται, τα παιδιά τείνουν να συνεργάζονται καλύτερα (Chronaki & Kourias 2012) και να συμμετέχουν ισότιμα και «αυτόνομα» στη διαδικασία μάθησης (Bers et al., 2002 · Mitnik et al., 2008 · Owens et al., 2008). Παράλληλα γίνεται συχνή αναφορά και στη βελτίωση που παρατηρείται στο πεδίο των επιστημολογικών δεξιοτήτων (αξιολόγηση προσφερόμενων λύσεων, διατύπωση υποθέσεων και έλεγχος αυτών, έλεγχος μεταβλητών κ.α.) παιδιών που ενεπλάκησαν σε διαφορετικές παρεμβάσεις (Sullivan, 2008 · Levy & Mioduser, 2008 · Mioduser & Levy, 2009, 2010).

Ωστόσο, δε θα πρέπει να παραβλέψουμε ορισμένες ακόμα έρευνες που στο παρελθόν ανέδειξαν διακριτικά και τη πτυχή του να μην υπήρξαν ακριβώς τα αναμενόμενα θεαματικά αποτελέσματα στη μάθηση που συντελέστηκε (Hussain et al., 2006 · Lindh & Holgersson, 2007 · Barker & Ansonge, 2007 · Williams et al., 2007 · Owens et al., 2008 · Nugent et al., 2009). Τέλος, μια έρευνα η οποία διαφοροποιείται από τις υπόλοιπες κατά πολύ ως προς τη διερεύνηση ανάπτυξης συγκεκριμένων δεξιοτήτων, είναι αυτή των Owens et al. (2008) η οποία στοχεύει στην καταγραφή της ανάπτυξης κοινωνικών δεξιοτήτων σε παιδιά με υψηλής λειτουργικότητας αυτισμό και Σύνδρομο Asperger μέσω προγραμμάτων ΕΡ ήπιας εφαρμογής και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι όντως μπορεί να επιδράσει θετικά σε σημαντικό βαθμό στις προαναφερθείσες περιπτώσεις παιδιών.

Ως προς τη μεταβλητή της ηλικίας, θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι ενδεικτική η αλλαγή της τάσης εμπλοκής μικρότερων ηλικιών με ολοένα και πιο συχνό ρυθμό κατά τα πρόσφατα χρόνια όπως θα αναφερθεί και παρακάτω. Ενδεχομένως λόγω της έλλειψης κατάλληλα σχεδιασμένων περιβαλλόντων και εργαλείων αλλά κι εξαιτίας της – μέχρι πρόσφατα – θεωρούμενης υψηλής δυσκολίας σε σχέση με τη κατασκευή οντοτήτων, τον έλεγχο και το γενικότερο χειρισμό τους ο οποίος απέρρεε από τη πολυπλοκότητα των παλαιότερων κτ ρομποτικής και τις πιο σύνθετες γλώσσες προγραμματισμού, οι ερευνητές εστίαζαν το ενδιαφέρον τους σε παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας, κυρίως Γυμνασίου και Λυκείου (Nugent et al., 2009). Όπως αναφέρθηκε και πιο πριν, όσον αφορά τον παράγοντα της ηλικίας, το φάσμα των μαθητών που ενεπλάκησαν σε ενδεικτικές έρευνες που εντοπίσαμε και καταγράψαμε, είναι αρκετά ευρύ κι εκτείνεται σε τρεις ομάδες: α) σε σπανιότερο βαθμό η προσχολική ηλικία (4-5 ετών) β) με μέτρια συχνότητα η τρίτη ως έκτη τάξη Δημοτικού (συνήθως 9-12 ετών), γ) τελευταίες τάξεις του Λυκείου (16-18 ετών) που φαίνεται να αποτελεί και τη συχνότερη περίπτωση και δ) από το πρώτο έτος πανεπιστημιακών σπουδών (18-19 ετών) μέχρι και πιο προχωρημένες ηλικίες ενεργών εκπαιδευτικών που αποτελούν αντιπροσωπευτικό παράδειγμα επιμόρφωσης ενηλίκων στο προς μελέτη αντικείμενο.

Ενδεικτικά αναφέρουμε πως υπάρχουν συντονισμένες απόπειρες χρήσης προγραμματιζόμενων συστημάτων τύπου Lego Mindstorms (Αναγνωστάκης & Φαχαντίδης, 2014), κυρίως, σε σχέση με την Εκπαίδευση Ενηλίκων και κατά βάση με την επιμόρφωση μελλοντικών Εκπαιδευτικών, με τρεις βασικούς προσανατολισμούς: α) την τεχνική, πρακτική και θεωρητική εκπαίδευση στη χρήση «εξελιγμένων» εκπαιδευτικών εργαλείων με εστίαση στις προγραμματιζόμενες

οντότητες και κατασκευές, με σκοπό την ομαλή και αποτελεσματική ένταξή τους στο πρόγραμμα σπουδών, β) την εκπαίδευση εκπαιδευτικών αποκλειστικά στη χρήση Lego Mindstorms και συναφών εργαλείων τα οποία θα κληθούν οι ίδιοι να εφαρμόσουν στο πλαίσιο κυρίως εξάσκησης των παιδιών στον προγραμματισμό και στις ΤΠΕ και τέλος γ) την ανάπτυξη και τεκμηρίωση της κατάλληλης μεθοδολογίας για την εισαγωγή των προγραμματιζόμενων κατασκευών στη καθημερινότητα του σχολείου και την ένταξή τους στα αναλυτικά προγράμματα τόσο ως αυτούσιου μαθησιακού στόχου όσο και ως καινοτόμου εργαλείου για την υποβοήθηση της διδασκαλίας εξειδικευμένων αντικειμένων αλλά και διαθεματικών δραστηριοτήτων. Στη βάση ανάλογων προοπτικών κινήθηκε επίσης το ερευνητικό σχέδιο TERECoP⁵ από το οποίο προέκυψαν συγκεκριμένες προτάσεις για αξιοποίηση δραστηριοτήτων ρομποτικής στο σχολείο μέσα σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον κοστρουξιοπιστικής φιλοσοφίας (Alimisis et al., 2010 · Moro & Alimisis, 2009) αλλά και στην αναλυτική σύνθεση κατάλληλης μεθοδολογίας την οποία να μπορούν οι εκπαιδευτικοί να ακολουθήσουν συντονισμένα για την εφαρμογή δραστηριοτήτων ρομποτικής στη τάξη (Papanikolaou et al 2008, Alimisis, 2009).

Επίσης, όπως προαναφέραμε, παρατηρούμε ότι η πλειοψηφία των ερευνητικών δραστηριοτήτων δεν ενσωματώνεται στο ημερήσιο πρόγραμμα των σχολείων στα οποία διεξάγονται, αλλά συνήθως αποτελούν εξωσχολικές δραστηριότητες που οργανώνονται είτε σε ώρες εκτός αναλυτικού προγράμματος είτε ως αυτόνομοι κύκλοι εργαστηριακού τύπου μέσης διάρκειας (Sullivan, 2008 · Nugent et al., 2009). Εξαίρεση αποτελούν οι έρευνες των Hussain et al. (2006), των Lindh & Holgersson (2007) και των Whittier & Robinson (2007) στις οποίες επιβεβαιώνεται ότι οι δάσκαλοι κατάφεραν να ενσωματώσουν δραστηριότητες ρομποτικής στο καθημερινό πρόγραμμα διδασκαλίας χωρίς προβλήματα. Φυσικά, στο σημείο αυτό θα μπορούσε να προκύψει το ερώτημα του κατά πόσο οι εμπλεκόμενοι δάσκαλοι υποστήριξαν τις δραστηριότητες αυτές βασιζόμενοι αποκλειστικά στις δικές τους τεχνικές, πρακτικές και θεωρητικές δυνατότητες ή χρειάστηκε η συνδρομή επιπλέον εξειδικευμένου προσωπικού. Στη περίπτωση που οι δραστηριότητες διεξάγονταν μέσα στη τάξη κατά τη διάρκεια του καθημερινού διδακτικού προγράμματος, όπως επισημαίνεται από τους Hussain et al. (2006) και Lindh & Holgersson (2007), οι εκπαιδευτικοί είχαν ήδη επιμορφωθεί κατάλληλα ως προς το χειρισμό του υλικού και του λογισμικού.

Επιπλέον είναι σαφές από το εύρος των ερευνών που αναλύσαμε, πως το δείγμα των παιδιών που συμμετείχαν κάθε φορά, ήταν σχετικά μικρό και κυμαινόταν κατά μέσο όρο σε 15-25 μαθητές ανά έρευνα, με εξαίρεση π.χ. τις παλαιότερες περιπτώσεις που αναλύουν οι Lindh & Holgersson (2007) και οι Hussain et al. (2006) όπου εμπλέκονται 696 και 322 μαθητές αντίστοιχα. Ίσως ο μικρός αριθμός δείγματος των περισσότερων ερευνών που απομονώσαμε να οφείλεται και στο γεγονός πως η πλειοψηφία τους, μεθοδολογικά ταυτίζεται κυρίως με το διδακτικό πείραμα, γεγονός που ως γνωστόν αποτελεί μια μέθοδο διερεύνησης της

⁵ Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods

διαδικασίας μάθησης και διδασκαλίας, με έμφαση στην διερεύνηση της ανάπτυξης και της διαπραγμάτευσης των νοημάτων που κατασκευάζουν και παράγουν τα δρόντα υποκείμενα σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά πλαίσια. Δεδομένου ότι με την υλοποίηση του διδακτικού πειράματος, έμφαση δίνεται στη διαδικασία και στη λεπτομερή παρατήρησή της και όχι στο κατεξοχήν αποτέλεσμα, ιδιαίτερα όπως αυτό εκφράζεται μέσα από αυστηρά ποσοτικούς δείκτες, τότε είναι σαφές πως ο πειραματισμός με μικρό αριθμό υποκειμένων είναι απόλυτα έγκυρος και εφικτός και σε καμία περίπτωση δε συνεπάγεται έλλειμμα ποιότητας της έρευνας. Απεναντίας, είναι πιθανό να ευνοείται η πιο λεπτομερής και ουσιώδης παρατήρηση και καταγραφή, γεγονός που τονίζεται σε αρκετές από τις έρευνες που καταγράψαμε (Bers et al., 2002 · Καρατράντου κ.α. 2005 · Ατματζίδου κ.α. 2008 · Levy & Mioduser, 2008 · Mioduser & Levy, 2009, 2010) και στις οποίες είναι σαφές ότι η ύπαρξη μικρού-διαχειρίσιμου δείγματος δίνει τη δυνατότητα στους ερευνητές να παρακολουθήσουν λεπτομερέστερα την αλληλεπίδραση των μαθητών τόσο με το υλικό (Lego NXT και λογισμικά) όσο και με το περιβάλλον τους και να καταλήξουν σε σαφέστερα συμπεράσματα σε σχέση πάντα και με τις αρχικές ερευνητικές υποθέσεις.

Εξάλλου, το κυρίαρχο στοιχείο στις έρευνες αυτές, είναι ο προσανατολισμός τους σε ποιοτική/εθνογραφική κατεύθυνση. Ενδεχομένως η αποκλειστικά ποσοτική προσέγγιση δεν είναι σε θέση να αποτυπώσει σε βάθος το πώς οι τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου διαπλέκονται με την καθημερινότητα του παιδιού, με τις σχέσεις του με τους γύρω στο πλαίσιο χρήσης τέτοιων εργαλείων και πώς/αν οι ποικίλες μεταβλητές του κοινωνικού πλαισίου διασφαλίζουν παιδαγωγικές και γνωστικές προεκτάσεις. Επιπλέον, δε θα πρέπει να ξεχνάμε πως η πραγματοποίηση της εθνογραφικής έρευνας προϋποθέτει δυνατότητα του ερευνητή να γίνει κατ' αρχάς «αποδεκτός» από το προς μελέτη περιβάλλον, να ενσωματωθεί ενδεχομένως στην καθημερινή πραγματικότητα του παιδιού, κάτι που δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ούτε με απόλυτα τυχαίο δείγμα ούτε με άγνωστα παιδιά και φυσικά ούτε με υπερβολικά μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων. Επιπλέον, σε όλες σχεδόν τις έρευνες που καταγράψαμε, η συλλογή των ποιοτικών δεδομένων επιχειρείται μέσω φωτογραφικού υλικού, βιντεοσκόπησης, συνεντεύξεων (τόσο με τα παιδιά όσο και με δασκάλους αλλά και γονείς) αλλά και προσωπικής (κυρίως μη συμμετοχικής) παρατήρησης και σημειώσεων κατά την εξέλιξη των διδακτικών παρεμβάσεων. Σε αρκετές περιπτώσεις επίσης, ζητείται από τους συμμετέχοντες η συμπλήρωση φύλλων εργασίας, καρτών, αλλά και ημερολογίων δραστηριότητας.

Ενδεικτικά, μια από τις έρευνες που, αν και παλαιότερη, ξεχωρίζει για τη πληρότητα της μεθοδολογίας είναι αυτή των Lindh & Holgersson (2007) στην οποία μελετάται το κατά πόσο και σε τι συνεισφέρει η εκπαιδευτική χρήση του πακέτου Lego Dacta σε παιδαγωγικό επίπεδο και διερευνάται η δυνατότητα της ΕΡ να προσφέρει σημαντικά κίνητρα στους μαθητές για την ανάπτυξη της δεξιότητας επίλυσης προβλημάτων λογικής. Η έρευνα μικτού τύπου (ποιοτική και ποσοτική) πραγματοποιήθηκε σε σχολεία της κεντρικής Σουηδίας και εστίαζε τη μελέτη σε δυο διαφορετικές, ίσα καταναεμημένες με βάση το ηλικιακό

κριτήριο, ομάδες μαθητών γυμνασίου. Στο πρότζεκτ έλαβαν μέρος συνολικά 696 μαθητές μοιρασμένοι σε 12 διαφορετικές τάξεις με πειραματικό χαρακτήρα και σε άλλες 12 που λειτουργούσαν ως ομάδες ελέγχου. Για να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία και η αντικειμενικότητα των τελικών δεδομένων, καταρτίστηκε εκ των προτέρων το προφίλ των συμμετεχόντων (γνωστικά, κοινωνικά, δημογραφικά κριτήρια και πρότερες γνώσεις πεδίου). Η έρευνα διήρκεσε μια ακαδημαϊκή χρονιά και αυτό που δίνει προστιθέμενη αξία στα τελικά αποτελέσματα και συμπεράσματα είναι το γεγονός ότι, δεδομένης και της μεγάλης έκτασης που είχε, φαίνεται να είναι η πρώτη απόπειρα (στον Ευρωπαϊκό χώρο) εμπειροστατωμένης καταγραφής της επίδρασης που μπορεί να έχει η ΕΡ - αν έχει ειδικά όταν εντάσσεται στο αναλυτικό πρόγραμμα και αξιοποιείται σε κανονικές, καθημερινές συνθήκες διδασκαλίας με πλήρεις τάξεις (μεταξύ 17 και 43 παιδιών έκαστη) και όχι μόνο σε μικρές ομάδες εργασίας. Συμπερασματικά η έρευνα καταλήγει στη διαπίστωση ότι η ΕΡ ως πλαίσιο δράσης δεν εγγυάται πάντα βελτίωση των επιδόσεων των παιδιών κι ενδεχομένως να επηρεάζει θετικά τη μαθησιακή διαδικασία υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις (μεθοδολογία, κατάλληλα εργαλεία) και πάλι όχι με απόλυτη βεβαιότητα.

Ως προς το ποια είναι τα κίνητρα που καθοδηγούν τη μέχρι τώρα έρευνα σε σχέση με τις εκπαιδευτικές εφαρμογές της ρομποτικής, τις δραστηριότητες που υποστηρίζουν υπολογιστική σκέψη και γενικότερα τις διαδικασίες προγραμματισμού στο πλαίσιο της τάξης, θα μπορούσαμε να πούμε πως στη βάση βρίσκεται το πολυσύνθετο ερώτημα που αφορά το κατά πόσο τελικά υπάρχουν γνωστικά ή άλλα σχετικά οφέλη, σε ποιο βαθμό και σε ποιους συγκεκριμένους τομείς φαίνεται να ευνοείται ιδιαίτερα η μαθησιακή διαδικασία. Μπορεί τελικά η ΕΡ να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό και χρήσιμο εργαλείο στα χέρια εκπαιδευτικών και παιδιών; Ενδεχομένως όπως πολύ εύστοχα επισημαίνει και ο Johnson (2003), προτού καν αφοσιωθούμε στην ανάπτυξη αναλυτικών προγραμμάτων που θα ενσωματώνουν την εκπαιδευτική ρομποτική στις δραστηριότητες, θα πρέπει να κατανοήσουμε πλήρως τί είναι αυτό το διαφορετικό που μπορεί να προσφέρει. Θα πρέπει να κοιτάξουμε σφαιρικά και με κριτική διάθεση αυτό που μπορεί να αποδειχθεί στο μέλλον ως μια ακόμη τάση χωρίς ουσιαστική συνεισφορά στη μαθησιακή διαδικασία.

1.6 Εκπαιδευτική Ρομποτική στις μικρές ηλικίες

Οι τεχνολογίες γενικά και η ρομποτική ειδικότερα, φαίνεται πως αναδεικνύουν νέες δυνατότητες μαθησιακών ευκαιριών, συμπεριλαμβανομένων διαφορετικών τρόπων για την προώθηση της δημιουργικότητας, της γνωστικής ανάπτυξης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης (Kozima et al., 2009, Stiehl et al. 2009). Τα σύγχρονα προγραμματιζόμενα συστήματα με τις εξελιγμένες δυνατότητες που προσφέρουν, φαίνεται πως ευνοούν μια νέα γενιά μαθησιακών πρακτικών που μάλλον βοηθούν τα παιδιά να αναπτύξουν μια ισχυρότερη κατανόηση εννοιών και διαδικασιών που τα περιβάλλουν (Brosterman, 1997), επομένως, όπως είδαμε και νωρίτερα (βλ. Κεφάλαιο 1.5), η έρευνα

που ασχολείται με την επιβεβαίωση ή μη θετικών επιδράσεων των εφαρμογών της ΕΡ στα παιδιά, είναι σημαντική και αυξάνεται διαρκώς.

Ωστόσο, ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι το γεγονός ότι στην σύγχρονη έρευνα και βιβλιογραφία είναι σημαντικά λιγότερες οι έρευνες, το πρωτόκολλο των οποίων στοχεύει στην εμπλοκή μικρότερων ηλικιών σε δραστηριότητες ρομποτικής. Εξαιρέση αποτελούν οι πολύ ενδιαφέρουσες έρευνες των Mioduser & Levy (Levy & Mioduser, 2008 · Mioduser & Levy 2009, 2010) οι οποίες επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους σε παιδιά ηλικίας 5-6 ετών, όπως εξάλλου η έρευνα των Bers et al. (2002) με παιδιά ηλικίας 3-4 ετών και η ακόμα παλαιότερη αλλά πολύ σοβαρή απόπειρα στο πλαίσιο του Project CAB (Askildsen et al., 2001). Η έλλειψη εκτενώς τεκμηριωμένων ερευνών με επίκεντρο τις μικρές ηλικίες (4-6 ετών), ενδεχομένως να οφείλεται στο γεγονός ότι η χρήση των πακέτων ρομποτικής όπως τα ιδιαίτερος πιο σύνθετα και διαδεδομένα (π.χ. Mindstorms, Arduino κ.α.), συνδέεται με πιο πλούσιες γνωστικές εμπειρίες και δεξιότητες που συναντάμε συνήθως σε παιδιά άνω των 7-8 ετών οπότε και σε έρευνες επιπέδου νηπιαγωγείου είναι ευκολότερες οι διδακτικές παρεμβάσεις μικρότερης κλίμακας ως καλύτερα διαχειρίσιμες επομένως πιο σπάνια συναντάμε συντονισμένες, πιο συστηματικές και ευρύτερης κλίμακας απόπειρες.

Από αναπτυξιακής άποψης, οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις με χρήση εργαλείων ρομποτικής που αρχίζουν στην πρώιμη παιδική ηλικία συνδέονται εξίσου με μακροχρόνιες θετικές επιπτώσεις σε σχέση με τις παρεμβάσεις που αρχίζουν αργότερα στην παιδική ηλικία (Reynolds et al., 2011 · Cunha and Heckman 2007). Επιπλέον, έρευνες δείχνουν ότι τα παιδιά που εκτίθενται σε προγράμματα σπουδών που καλύπτουν το φάσμα του STEM (Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά) και διαδικασίες προγραμματισμού σε μικρή ηλικία καταδεικνύουν λιγότερα στερεότυπα με βάση το φύλο όσον αφορά τη μελλοντική σταδιοδρομία σε επαγγέλματα που σχετίζονται με τις τεχνολογίες και τις επιστήμες και μετέπειτα λιγότερα εμπόδια πρόσβασης σε αυτούς τους τομείς (Metz, 2007 · Markert, 1996).

Ως εκ τούτου, υποστηρίζεται ότι η ΕΡ ως εργαλείο, ως ένα σύγχρονο χειραπτικό μέσο μπορεί να βοηθήσει να καταστούν οι αφηρημένες ιδέες πιο συγκεκριμένες, καθώς το παιδί μπορεί να δει απευθείας τον αντίκτυπο των εντολών προγραμματισμού του στις άμεσες ενέργειες του ρομπότ (Bers, 2008). Επιπλέον, η αλληλεπίδραση με αυτού του είδους τις τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου φαίνεται να ενδείκνυται και για παιδιά προσχολικής ηλικίας (Bers et al., 2014 · Bers, 2008), καθώς αυτά εμπλέκονται σε διαδικασίες που ενεργοποιούν και βελτιώνουν την έμφυτη τάση εξερεύνησης, τη λεπτή κινητικότητα, την ενσώματη εμπειρία μέσα στο περιβάλλον, την παρατηρητικότητα και μαθηματική λογική (Frye et al., 1996) χωρίς να δεσμεύονται σε στατική αλληλεπίδραση αποκλειστικά με το περιβάλλον υπολογιστή.

Όταν τα παιδιά εμπλέκονται σε διαδικασίες προγραμματισμού ρομπότ, ασχολούνται σοβαρά, συντονισμένα και αποτελεσματικά με την αλληλουχία εντολών (Kazakoff & Bers, 2012 · Kazakoff et al., 2013) και αυτό άπτεται μιας σημαντικής δεξιότητας της πρώιμης παιδικής ηλικίας. Η ταξινόμηση είναι μια συνιστώσα του σχεδιασμού και περιλαμβάνει την τοποθέτηση αντικειμένων ή ενεργειών στη σωστή σειρά (Zelazo et al.

1997) όπως για παράδειγμα, η αναπαράσταση μιας ιστορίας σε μια λογική ακολουθία, η τοποθέτηση αριθμών στη σωστή σειρά και η κατανόηση της ακολουθίας των δραστηριοτήτων μιας ημέρας. Οι ακολουθίες, μαζί με τη διαλογή, τη μέτρηση και την αναγνώριση προτύπων αποτελούν δομικά στοιχεία της αναδυόμενης λογικής σκέψης ενός παιδιού το οποίο ξεκινώντας από αυτές τις θεμελιώδεις δεξιότητες, αρχίζει να εξετάζει τον κόσμο γύρω του υπό το πρίσμα των μαθηματικών (Sarama & Clements, 2009). Κάτι τέτοιο φαίνεται να επιβεβαιώνεται και σε άλλες έρευνες στις οποίες τα παιδιά μαζί με ενήλικες στο πλαίσιο μιας συνεργατικής προσπάθειας του προγραμματισμού και ελέγχου ενός ρομπότ φαίνεται πως έρχονται «αβίαστα» σε επαφή με μαθηματικές ιδέες όπως αναπαράσταση, συμβολοποίηση, αλλά και μοντελοποίηση της κίνησης (Χρονάκη & Κούριας, 2011 · Ζαχαράκη κ.α. 2014 · Chronaki & Kourias, 2012 · Kourias et al., 2015).

Σε άλλη έρευνα των Elkin et al. (2016) η οποία φαίνεται να επιβεβαιώνει και παλιότερα ανάλογα ευρήματα (Rogers and Portsmouth, 2004 · Bers et al., 2002 · Bers 2008, 2010 · Mioduser & Levy, 2010 · Kazakoff & Bers, 2012 · Kazakoff et al., 2013) περιγράφεται ένα πιλοτικό πρόγραμμα ρομποτικής με χρήση του κιτ ρομποτικής «KIBO»⁶ (βλ. εικόνα 3) σε αστικό δημόσιο νηπιαγωγείο. Παρουσιάζονται τα δεδομένα που αφορούν τη γνώση των παιδιών για θεμελιώδεις προγραμματιστικές έννοιες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος. Σύμφωνα με τα ευρήματα, παιδιά ηλικίας μικρότερης των 3 ετών, μπορούν να δημιουργήσουν συντακτικά ορθά προγράμματα ώστε να κινήσουν με επιτυχία το «ρομπότ της τάξης». Ωστόσο φάνηκε ότι παιδιά πλησιέστερα στην ηλικία των 5 ετών είχαν ακόμα καλύτερη επίδοση σε μια τυποποιημένη εργασία προγραμματισμού χρησιμοποιώντας τις ίδιες απτικές προγραμματιστικές δομές όπως κατάλληλα διαμορφωμένους και εξοπλισμένους κύβους και κάρτες σε αλληλουχία που συνθέτει ένα οπτικοποιημένο εκτελέσιμο πρόγραμμα.

Σημαντική είναι η έρευνα που έχει γίνει από τους Mioduser & Levy (Levy & Mioduser, 2008 · Mioduser & Levy 2009, 2010) οι οποίοι εργάστηκαν με μικρό αριθμό παιδιών νηπιαγωγείου ώστε να διαπιστώσουν σε τι είδους γνωστικές αναπαραστάσεις καταλήγουν παίζοντας, παρατηρώντας και συζητώντας σε σχέση με τη κίνηση και τη προγραμματιζόμενη συμπεριφορά κάποιων ρομπότ. Επιπλέον, διερεύνησαν πώς οι εξηγήσεις των παιδιών (τεχνικής, ψυχολογικής φύσης) μπορούν να τα οδηγήσουν στο να κατανοήσουν καλύτερα την αλληλουχία κανόνων και τις σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος σε συνδυασμό και με τη συνεργασία και με την «επιρροή» που ασκούν οι ενήλικοι (εκπαιδευτικοί κ.α.) αλλά και οι μεταβλητές του περιβάλλοντός μας σε μια προγραμματιζόμενη κατασκευή. Τέλος, σε μια ακόμα ενδιαφέρουσα έρευνα που πραγματοποιήθηκε πιο πρόσφατα από τους Di Lieto et al. (2017) και αφορούσε την εμπλοκή 12 παιδιών σε εργαστήριο διάρκειας 6 εβδομάδων με δραστηριότητες ΕΡ, ο βασικός ερευνητικός σκοπός ήταν η καταγραφή των βραχυπρόθεσμων επιπτώσεων στο πεδίο των εκτελεστικών λειτουργιών σε μαθητές ηλικίας 5-6 ετών. Τα εργαστήρια είχαν ως βασικό εργαλείο τη προγραμματιζόμενη συσκευή

⁶ <http://kinderlabrobotics.com/kibo/>

Bee-Bot και ως κύριο τελικό συμπέρασμα προέκυψε η διαπίστωση ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση τόσο στη διατήρηση πληροφοριών στη βραχυπρόθεσμη χωρική μνήμη των παιδιών όσο και στην ανάπτυξη αλγοριθμικού τρόπου σκέψης και δεξιοτήτων προγραμματισμού στη πρώτη σχολική ηλικία.



Εικόνα 3. Το κιτ ρομποτικής Kibo

1.7 Εκπαιδευτική Ρομποτική: μια κριτική αποτίμηση

Σε πρώτο χρόνο κι ενώ όπως φαίνεται από τη καταγραφή των ερευνών που προαναφέραμε, εκφράζεται από πολλές μεριές διάχυτη αισιοδοξία για την ανάπτυξη νέων ευκαιριών μάθησης μέσω της τεχνολογίας και ειδικότερα μέσω των τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου και της ΕΡ, δε θα μπορούσαμε να μην αντιμετωπίσουμε με σχετικό σκεπτικισμό ορισμένες «γκρίζες ζώνες» που αφορούν κυρίως την οριζόντια εφαρμοσιμότητα των καινοτόμων προτάσεων. Συγκεκριμένα σε επίπεδο αναλυτικών προγραμμάτων, το κατά πόσο σχολεία και εκπαιδευτικοί είναι επαρκώς προετοιμασμένοι και κυρίως διατεθειμένοι να υιοθετήσουν εναλλακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία και φυσικά σε ποιο βαθμό, φαίνεται πως δεν έχει επαρκώς ερευνηθεί και συζητηθεί (Litinas & Alimisis, 2013 · Detsikas & Alimisis, 2011). Εξάλλου οι περισσότερες από τις παρεμβάσεις που αφορούν δραστηριότητες ΕΡ, δεν ενσωματώνονται στο τυπικό περιβάλλον της τάξης αλλά εντάσσονται σε προγράμματα δημιουργικής απασχόλησης μετά το σχολείο (Benitti, 2012). Αυτό το γεγονός ίσως σημαίνει πως η ερευνητική πληροφορία που προκύπτει έχει χαρακτηριστικά τα οποία δεν μπορούν, τουλάχιστον προς το παρόν, να οδηγήσουν σε σαφή και γενικεύσιμα συμπεράσματα εφαρμογών σε σχολικό περιβάλλον, δεδομένων των τεχνικών και πρακτικών ιδιοτεροτήτων και δυσκολιών που αυτό ενέχει.

Είναι γεγονός ότι ενώ η καταγραφή των προεκτάσεων που απορρέουν από εφαρμογές ΕΡ είναι ευρύτερα θετική, εντούτοις δεν μπορούμε να μιλάμε για πανάκεια μιας και στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες που ανέφεραν και μη σημαντικές επιπτώσεις στο γνωστικό

επίπεδο των εκπαιδευομένων που ενεπλάκησαν σε σχετικά μαθησιακά σενάρια (Benitti, 2012). Σε κάθε περίπτωση, ο αντίκτυπος της ρομποτικής στην προώθηση της μάθησης και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων πρέπει να επικυρωθεί μέσω επιπλέον ερευνών μακρόχρονης διάρκειας, συστηματικών αξιολογήσεων και αξιόπιστων πειραματικών παρεμβάσεων που να καλύπτουν ένα ευρύ ηλικιακό φάσμα, γεγονός που μέχρι στιγμής δεν αποτυπώνεται πλήρως ούτε στις έρευνες που παραθέσαμε νωρίτερα ούτε στην ευρύτερη βιβλιογραφία. Μια επιπλέον κριτική των τελευταίων ετών αφενός υποστηρίζει ότι υπάρχει σαφής έλλειψη συστηματικής έρευνας για το πώς η ρομποτική μπορεί να βελτιώσει τη μαθησιακή διαδικασία (Bredendfeld et al., 2010) αφετέρου τονίζει το γεγονός ότι οι έρευνες που αφορούν τη ρομποτική στην τάξη παρέχουν πολύ συχνά αποτελέσματα με βάση τις θετικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών ή των σπουδαστών και δεν αντικατοπτρίζει τη καταγραφή μετρήσιμων επιτευγμάτων (Barker & Ansoerge, 2007).

Όπως εξάλλου αναφέρεται και από τον Alimisis (2013), οι περισσότερες χρήσεις καινοτόμων τεχνολογιών (συμπεριλαμβανομένης της ΕΡ) στα σχολεία σήμερα, δεν υποστηρίζουν τις πραγματικά σύγχρονες δεξιότητες μάθησης (π.χ. λογική-κριτική σκέψη, επίλυση προβλήματος κ.α.). Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις απλώς ενισχύουν μερικώς τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας και μάθησης. Επιπλέον, κατά τον Blikstein (2013) τα τρέχοντα σχολικά εργαστήρια δεν φαίνεται να είναι σε θέση να εμπνεύσουν την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος, δημιουργικότητας συνεργατικής δραστηριότητας και επικοινωνιακών δεξιοτήτων. Κάτι τέτοιο ενδέχεται να συμβαίνει γιατί αυτά είναι δομημένα με γνώμονα την αυστηρή και καθοδηγούμενη από δεδομένα σενάρια «κατάκτηση» προκαθορισμένων εννοιών. Θα συμπληρώναμε πως υπό το ίδιο πρίσμα και η υιοθέτηση πρακτικών και εργαλείων ΕΡ περιορίζεται στη λογική της χωρίς φαντασία «χρήσης» παρά της ουσιαστικής, ανανεωτικής αξιοποίησης.

Δε θα πρέπει να παραβλέψουμε επίσης πως η μέχρι σήμερα εμπειρία στο πεδίο της ΕΡ, όπως άλλωστε αποτυπώνεται και στις έρευνες που καταγράψαμε, σε μεγάλο βαθμό συνιστά επιμονή στην ανάπτυξη κυρίως μιας (στεύρας) «τεχνικής ικανότητας» χωρίς να εστιάζει ιδιαίτερα στην τεχνολογική εκπαίδευση κι «ευχέρεια» που συνεπαγωγικά οδηγεί σε οριζόντιες δεξιότητες και γνώσεις που κάθε πολίτης πρέπει να διαθέτει (diSessa, 2000). Κριτική ασκείται και για το γεγονός ότι ο τρόπος εισαγωγής ΕΡ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα γίνεται χωρίς ιδιαίτερη «φαντασία» και πρωτοτυπία (Rusk et al., 2008). Για τους λόγους αυτούς φαίνεται πως απαιτούνται προγράμματα και πρακτικές ευρύτερης προοπτικής εφόσον η στόχευση θέλουμε να αφορά τόσο μεγαλύτερες ομάδες-στόχους εκπαιδευομένων όσο και ένα ποικίλο φάσμα δεξιοτήτων. Για την επίτευξη αυτής της πρόκλησης κρίνεται απαραίτητο να αναπτύξουμε νέους τρόπους για να αυξήσουμε την ελκυστικότητα και την εκμάθηση των ρομποτικών έργων. Οι Rusk et al. (2008) υποδεικνύουν τέσσερις στρατηγικές για την εμπλοκή ενός ευρέως φάσματος ηλικιών και δεξιοτήτων παιδιών στη ρομποτική με έργα που επικεντρώνονται σε θεματικά πεδία, έργα που συνδυάζουν την τέχνη και

τη μηχανική και ενθαρρύνουν την αφήγηση ιστοριών και τέλος διοργάνωση γιορτών τεχνολογίας κι εκπαίδευσης, παρά διαγωνισμών.

Τέλος, εκτός από τους προβληματισμούς που αναφέρονται ευθέως στη σύνδεση ή μη της ΕΡ με τυχόν μαθησιακά οφέλη, αναδύεται η προβληματική που αφορά ηθικές-φιλοσοφικές προεκτάσεις και που σχετίζονται με τη ποιότητα ή ακόμα και την ίδια την ανάδειξη της έννοιας της δημιουργικότητας μέσα από δραστηριότητες στη βάση των τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου. Συχνά η καινοτομία, ιδιαίτερα στην εκπαίδευση, συνδέεται με την έννοια της δημιουργικότητας εντούτοις όπως ισχυρίζονται οι Craft et al. (2007), αυτή θα πρέπει να ιδωθεί υπό το πρίσμα της γνωστικής δεξιότητας που επιβάλλεται να συνδέεται με έννοιες που έχουν εγγενή κοινωνική αξία όπως η εξελισσόμενη σκέψη, η κοινωνική ισοτιμία και η εμπιστοσύνη. Όπως αναφέρεται από τον Hanson (2015) υπάρχει η αίσθηση πως η δημιουργικότητα έχει γενικά αντιμετωπιστεί, κακώς, ως μια «ουδέτερη» δεξιότητα, κενή οποιασδήποτε περαιτέρω αξίας ωστόσο για να αποκτήσει ευρύτερη χρησιμότητα σε μαζικότερο βαθμό και όχι μόνο για το ίδιο το άτομο, θα πρέπει να (δια)συνδεθεί με μια σειρά αξιών, κάτι το οποίο φυσικά θα πρέπει να ισχύει και για τις πρακτικές εφαρμογές της ΕΡ αν και η μέχρι τώρα έρευνα δε φαίνεται να ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για τη μελέτη αυτής της πτυχής.

Ενισχύοντας τους προβληματισμούς που εκφράζονται παραπάνω, και με τη βοήθεια της βιβλιογραφικής επισκόπησης, θεωρούμε δεδομένη μια ακόμα παθογένεια η οποία επικρατεί σε σχέση με τις εφαρμογές της ΕΡ μέχρι σήμερα. Είναι σχεδόν εμφανές ότι τα ρομπότ και οι σύγχρονες τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου όταν εντάσσονται στο πλαίσιο των διαδικασιών της τάξης, θεωρούνται ως τα *de facto* εργαλεία για την καλλιέργεια και ανάπτυξη αποκλειστικά προγραμματιστικών-τεχνολογικών και κατασκευαστικών δεξιοτήτων και παραδοσιακά συνδέονται με την καλλιέργεια υπολογιστικής σκέψης. Ωστόσο θεωρούμε ότι έτσι δεν αναδεικνύεται ο πλούσιος χαρακτήρας τους και οι πολλές δυνατότητες που μπορούν δυνητικά να προσφέρουν. Επιπλέον, παρά την μέρι τώρα πλούσια έρευνα, εξακολουθούν να μην υπάρχουν απόλυτα πειστικές αποδείξεις σχετικά με το αν η ΕΡ είναι σε θέση να εισαχθεί με κάθε κόστος σε οποιοδήποτε μαθησιακό σενάριο, αν εξυπηρετεί εξίσου την ανάπτυξη κάθε είδους δεξιότητας και αν τα οφέλη από την εμπλοκή των παιδιών σε σχετικές δραστηριότητες είναι πραγματικά σε ουσιαστικό βαθμό ή απλώς επιφανειακά.

Εφόσον απομακρυνθούμε από μια συγκεκριμένη μονοδιάστατη οπτική, θεωρούμε ότι αξιοποιώντας την πολυσημία των εργαλείων ΕΡ και τις ευκαιρίες που προσφέρουν για πολλαπλές νοητικές και πραξιακές αναπαραστάσεις, μπορούν να αναδειχθούν σε εξίσου σημαντικό βαθμό ως μέσα για την δημιουργία βιωματικών εμπειριών σε συγκεκριμένα γνωστικά πεδία. Επομένως, δεδομένης -για εμάς- της απομυθοποίησης των σύγχρονων αυτών τεχνολογιών και της απομάκρυνσής τους από μια ξεκάθαρα και στενά τεχνοκεντρική διάσταση, αναγνωρίζουμε τις ιδιαίτερες εκείνες πτυχές τους στις οποίες μπορεί να βασιστεί είτε η εφαρμογή ενός διδακτικού πειράματος είτε η ευρύτερη ανάπτυξη μαθησιακών δραστηριοτήτων σε σχέση με τις ιδιαίτερες προσφερόμενες δυνατότητές τους (*affordances*). Πιο συγκεκριμένα, στη βάση της

παρούσας έρευνας και της διδακτικής παρέμβασης που υλοποιήθηκε στο πλαίσió της, βρίσκειται η αντίληψη óτι ο σημειολογικός πλούτος και η ενδιαφέρουσα πολυπλοκότητα που χαρακτηρίζει την ΕΡ μπορούν να εξυπηρετήσουν τη βιωματική εμπλοκή σε σύνθετες διαδικασίες óπως αυτές της χωρικής σκέψης, αιτιολόγησης και προσανατολισμού στο περιβάλλον.

Είναι γεγονός ότι η ιδιαίτερη μαθησιακή αξία των σύγχρονων τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου και των προγραμματιζόμενων κατασκευών έγκειται στο ότι μέσα από διαδικασίες προγραμματισμού, τα παιδιά είναι σε θέση να δομήσουν σκέψη και να δημιουργήσουν υποθέσεις που μπορούν εν συνεχεία να επιβεβαιώσουν ή να βελτιώσουν χάρη στην δυνατότητα για παρατήρηση και έλεγχο της κίνησης που συντελείται σε πραγματικό ή εικονικό περιβάλλον. Είναι σαφές ότι η κίνηση στον χώρο-πραγματικό, εικονικό-ψηφιακό- είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με διαδικασίες επαλήθευσης της αποτελεσματικότητας της προγραμματιστικής δομής και φυσικά των διαδικασιών αποσφαλμάτωσης που, μεταξύ άλλων, ευνουούν βασικές μεταγνωστικές πρακτικές. Συνεπώς θεωρούμε ότι οι έννοιες, οι διαδικασίες και τυχόν «γνωστικές παρανοήσεις» που σχετίζονται με τον χώρο που μας περιβάλλει έχουν ενδιαφέρον για την έρευνά μας και είναι απαραίτητο να προσεγγίσουμε το θεωρητικό τους υπόβαθρο με τρόπο τέτοιο που να διευκολύνει την κατανόηση της σκοπιμότητας και κυρίως των δεδομένων της.

Επιπλέον, είναι χρήσιμο να κατανοήσουμε θεμελιώδεις έννοιες και διαδικασίες που σχετίζονται με τον χώρο (π.χ. τοπολογικές σχέσεις, χωροχρονικοί συσχετισμοί, εγωκεντρικό-αλλοκεντρικό σημείο αναφοράς κ.α.) έτσι ώστε στη συνέχεια να διαπιστώσουμε αν, σε ποió βαθμό και με ποió τρόπο η ΕΡ μπορεί να συνεισφέρει σε γνωστικά οφέλη και στις χωρικές δεξιότητες των ίδιων των παιδιών. Για τους λόγους αυτούς αποφασίσαμε να αναλύσουμε στη συνέχεια και πιο συγκεκριμένα στο Κεφάλαιο 2 που ακολουθεί, τις σημαντικότερες προσεγγίσεις και να συζητήσουμε τα βασικότερα ζητήματα που αφορούν διαδικασίες χωρικής σκέψης με παιδιά. Θεωρούμε ότι έχουν βάσιμη σύνδεση με διαδικασίες προγραμματισμού και κατασκευής που αποτελούν συστατικά στοιχεία παρεμβάσεων ΕΡ. Στη συνέχεια, το Κεφάλαιο 3 αναμένεται να λειτουργήσει επικουρικά για τα παραπάνω καθώς θα μας βοηθήσει να κατανοήσουμε ακόμα καλύτερα τις ιδιαίτερες συνθήκες και το κοινωνικό πλαίσιο (εργαλεία, συνεργασίες, κοινωνική συνδιαλλαγή. «έμπειροι άλλοι») μέσα στο οποίο κατάλληλα σχεδιασμένες δραστηριότητες με επίκεντρο των προγραμματισμό και τη χρήση ρομποτικών κατασκευών μπορούν να οδηγήσουν τα παιδιά σε ανάπτυξη γνώσης και δεξιοτήτων για τον χώρο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανάπτυξη Χωρικής Σκέψης

Δεδομένου ότι η ανθρώπινη δραστηριότητα σε ποικίλες εκφάνσεις της, μέσω και της ενσώματης δράσης συνδέεται άμεσα ή έμμεσα και με την χωρική σκέψη, είναι εύλογη η αναγκαιότητα ανάπτυξης και παράλληλης εξέλιξης της ανάλογης «εργαλειοθήκης» σε κάθε δρόν άτομο. Η αξιοποίηση της δε σημαίνει πως γίνεται αυτόματα και με τον ίδιο τρόπο από όλους και παράλληλα με την ιδιαίτερη σημασία της χωρικής σκέψης στη καθημερινότητα του ατόμου, καθιστά σημαντική για την εκπαίδευση τη πρόκληση να δημιουργηθούν πρακτικές και περιβάλλοντα που θα διευκολύνουν τη πρόσβαση των παιδιών σε ποικιλία τέτοιων εργαλείων και θα ενθαρρύνουν την πιο αφαιρετική χρήση τους σε διαφορετικά πλαίσια κάθε φορά. Η σχετική με τη χωρική σκέψη διδασκαλία, είναι ιδιαίτερα επίκαιρη γιατί αφενός οι διαθέσιμες τεχνολογίες είναι σε θέση να υποστηρίξουν συνδυασμό νοητικών μηχανισμών κι ενσώματης δράσης, αφετέρου, έχει ιδιαίτερη σημασία η κατανόηση και αξιοποίηση των πλούσιων χωρικών δεδομένων κι ερεθισμάτων του περιβάλλοντος ως μέσων έκφρασης και δημιουργίας τόσο σε επίπεδο ατομικής όσο και συνεργατικής δραστηριότητας.

Στο παρόν κεφάλαιο εξετάζουμε την ευρύτερη σημασία της χωρικής σκέψης για τον άνθρωπο ως ενεργό και αλληλεπιδρόν άτομο στο περιβάλλον του (βλ. 2.1). Επιχειρούμε να αναφερθούμε στις ιστορικά σημαντικότερες θεωρητικές προσεγγίσεις που αφορούν ανάπτυξη χωρικής σκέψης με παιδιά (βλ. 2.2-2.3). Εκτός αυτής της απαραίτητης θεωρητικής-ιστορικής αναδρομής, ιδιαίτερη αναφορά γίνεται σε ζητήματα εγωκεντρικών συμπεριφορών των παιδιών ως προς την αντίληψη του χώρου αλλά και αναπαραστάσεων που αφορούν το περιβάλλον (βλ. 2.4-2.5). Αυτό γιατί οι διαδικασίες οπτικοποίησης της σκέψης είναι θεμελιωδώς χρήσιμες σε παιδιά προσχολικής ηλικίας στην προσπάθειά τους να δομήσουν έννοιες, συσχετισμούς και στρατηγικές που αφορούν το περιβάλλον γύρω τους. Θεωρούμε πως η ΕΡ αποτελεί ένα ούτως ή άλλο πολύσημο πλαίσιο δράσης το οποίο προσφέρει εργαλεία κι ευκαιρίες αναπαράστασης εννοιών και διαδικασιών με αναφορές σε ποικίλα πεδία, με ενεργό, βιωματικό τρόπο. Κάτι τέτοιο υποβοηθάται από τη συμμετοχή του ατόμου με το ίδιο του το σώμα ως βασικό αισθητηριακό όργανο και δέκτη αλλά ενίοτε και πομπό πληροφορίας, γεγονός που καθιστά απαραίτητη μια ιδιαίτερη αναφορά σε ζητήματα ενσώματης δράσης κι έκφρασης (βλ. 2.6). Ασφαλώς όλα τα παραπάνω, δεδομένου ότι η έρευνά μας επικεντρώνεται σε παιδιά νηπιαγωγείου, συσχετίζονται με το πεδίο της ανάπτυξης χωρικής σκέψης με μικρές ηλικίες (βλ. 2.7) αλλά και με το αντίστοιχο αναλυτικό πρόγραμμα στη βάση του οποίου αναζητάμε σχετικές αναφορές για να διαπιστώσουμε αν και με ποιο τρόπο αντιμετωπίζονται τα παραπάνω ζητήματα στα σχολεία της Ελλάδας (βλ. 2.8). Τέλος, εξετάζουμε και παρουσιάζουμε ενδεικτικές έρευνες που να έχουν ως επίκεντρο την ανάπτυξη χωρικής σκέψης με σύγχρονα ψηφιακά εργαλεία και περιβάλλοντα (βλ. 2.9). Κατ'αυτόν τον τρόπο επιδιώκουμε να διαφανούν αρτιότερα οι συνδέσεις με την ΕΡ, να αιτιολογηθεί η στοχοθεσία της έρευνάς μας και να υποστηριχθεί η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν σχετικά.

Βεβαίως, η προβληματική που αφορά αποτελεσματικές πρακτικές

Χωρικού Γραμματισμού ανέκαθεν απασχολούσε τον άνθρωπο, ωστόσο η συζήτηση σε σχέση με έννοιες όπως αυτές της χωρικής δεξιότητας και αιτιολόγησης, της χωρικής ευφυΐας και γνώσης, της «περιβαλλοντικής» γνώσης (Golledge & Stimson, 1997 · Kitchin & Freundschuh 2000 · Newcombe & Huttenlocher, 2000 · Tversky 2000) αποτυπώνεται πλέον και «επίσημα» στα Αναλυτικά Προγράμματα (π.χ. ΙΕΠ, 2014). Έτσι αντανακλάται και η σημασία που έχει για το παιδί η βιωματική, ενεργητική και αλληλεπιδραστική γνωριμία με τον χώρο ώστε να επιτευχθεί η ολοκληρωμένη και αντικειμενική αντίληψή του (Pechoux, 1990). Για τους λόγους αυτούς αλλά και για να διερευνήσουμε στη συνέχεια τις δυνατότητες της ΕΡ άρα και τη δυναμική συνεισφορά σε αυτό το πεδίο εφαρμογής, επιχειρούμε την εστίαση σε αναφορές που γίνονται σε ζητήματα χώρου και σχετικών διδακτικών παρεμβάσεων στο πλαίσιο του αναθεωρημένου Αναλυτικού Προγράμματος για το Νηπιαγωγείο (βλ. 2.8).

2.1 Σημασία της χωρικής σκέψης

Η εγγενής ανάγκη του ανθρώπου για αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του σε πλήθος καθημερινών πρακτικών, ήταν ανέκαθεν σημαντική. Ειδικά κατά τα τελευταία χρόνια με την ανάδειξη τεχνολογιών που δεν υπήρχαν νωρίτερα, έχουν αλλάξει κι εμπλουτιστεί τόσο οι τρόποι χωρικής αναπαράστασής του όσο και επαφής με το ίδιο το περιβάλλον. Θεωρείται πως η χωρική σκέψη έχει την ίδια σημασία με τη μαθηματική σκέψη (NCTM, 2007) και πως αποτελεί κεντρική δεξιότητα που έχει συνδεθεί και με επιδόσεις και στα μαθηματικά (Lord & Rupert, 1995 · NCTM, 1989 · Battista, 1994 · Gallagher, 1989). Σε έρευνα των Seng & Chan (2000) φάνηκε πως μάλλον υπάρχει σχέση μεταξύ των δυο πεδίων (χώρος και μαθηματικά) ενώ και οι Connor & Serbin (1985) κάνουν χρήση τυπικών έργων που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της σχέσης μεταξύ χωρικών δεξιοτήτων και μαθηματικών επιδόσεων (Ekstrom et al., 1976) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει συνάφεια. Κάνοντας χρήση έργων και μεθόδων αξιολόγησης ανάλογων των Ekstrom et al. (1976), η Tartre (1990) κατέληξε στο ότι χαρακτηριστικά μόλις το 10% των παιδιών με «φτωχές» χωρικές δεξιότητες ήταν σε θέση να επιλύσουν μαθηματικά προβλήματα χωρίς σημαντική ανατροφοδότηση ενώ το 41% εκείνων που επέδειξαν το αντίθετο, είχαν άμεσα θετική ανταπόκριση σε ανάλογα προβλήματα και αποδείχθηκε ότι κατέφυγαν σε καλύτερες στρατηγικές επίλυσης. Συνεπώς, με βάση τη συγκεκριμένη έρευνα η ύπαρξη δομημένης χωρικής σκέψης μπορεί να είναι σημαντικός δείκτης οργάνωσης της μαθηματικής σκέψης και της αποτελεσματικής εφαρμογής της σε ευρύτερα πεδία. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι Clements et al. (1997) με βάση έρευνά τους με παιδιά δημοτικού σε σχέση με τη χρήση του λογισμικού Geo-Logo, επιβεβαιώνουν ότι τα παιδιά που παρουσιάζουν αυξημένες δεξιότητες χωρικής σκέψης είναι περισσότερο πιθανό να επιδείξουν υψηλότερες επιδόσεις στα μαθηματικά.

Υπό το ίδιο πρίσμα, οι Clements & Sarama (2011) υποστηρίζουν ότι, κατά βάση, τα μαθηματικά εμπλέκουν άμεσα χωρική σκέψη, κάτι που

επιβεβαιώνουν οι Mix & Cheng (2012) τονίζοντας ότι «η σχέση μεταξύ χωρικών δεξιοτήτων και μαθηματικών είναι τόσο καλά στοιχειοθετημένη που πλέον δεν έχει καν νόημα να αναρωτιόμαστε αν όντως σχετίζονται». Ενδεχομένως αυτή η βεβαιότητα να υποστηρίζεται από τον άμεσο συσχετισμό πρακτικών που αφορούν αφενός τον χώρο, αφετέρου τα μαθηματικά και αποτυπώνεται στην ευρύτερη ερευνητική δραστηριότητα. Αναφέρονται ενδεικτικά, η σύνδεση της ισχυρής ενεργής (οπτικο-χωρικής) μνήμης με δραστηριότητες απαρίθμησης (Kyttälä et al., 2003), με εκτίμηση στη βάση της αριθμογραμμής (Geary et al., 2007), με μη λεκτική επίλυση προβλήματος (Rasmussen & Bisanz, 2005) και με ευρύτερη μαθηματική επίδοση (Alloway & Passolunghi, 2011 · Raghubar et al., 2010).

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί πως άλλες έρευνες έχουν επίσης εντοπίσει συσχετισμό μεταξύ της επίδοσης σε δραστηριότητες νοητικής περιστροφής αντικειμένων με επίδοση στα μαθηματικά από τη προσχολική ηλικία ακόμα μέχρι και το Λύκειο (Lachance & Mazzocco, 2006 · Markey, 2010). Επιπλέον, οι διαδικασίες χωρικής σκέψης αποτελούνται από μια ευρεία ποικιλία αλληλοσυνδεόμενων δεξιοτήτων που μπορούν να μεταδοθούν μέσω ποικιλίας δραστηριοτήτων (Uttal et al., 2013). Αφετέρου μπορούν να αξιοποιηθούν περαιτέρω έτσι ώστε να οδηγήσουν στη σύνθεση εργαλείων που εξυπηρετούν διαφορετικά πλαίσια δράσης και στη διαμόρφωση ενός δυναμικού τρόπου σκέψης που μπορεί να εξυπηρετήσει μια ευρεία ποικιλία δραστηριότητας τόσο στη καθημερινή ζωή όπως και στις επιστήμες (National Research Council, 2006) και στο ευρύτερα γνωστό φάσμα του STEM (Verdine et al 2014, Kell et al., 2013 · Uttal & Cohen, 2012).

Σημασιολογικά, έχουν κατά καιρούς αναδυθεί όροι όπως αυτός της χωρικής δεξιότητας, της χωρο-αντιληπτικής διεργασίας, της χωρικής γνώσης, της χωρικής αντίληψης, της χωρο-αντιληπτικής νοημοσύνης, της χωρο-αντιληπτικής αίσθησης και της χωρικής αναπαράστασης (Lohman, 1988) κ.α.. Η σχετική ορολογία κατά γενική ομολογία διαπλέκεται, συγκοινωνεί διακριτικά κι επί της ουσίας δεν διαφέρει ριζικά παρά μόνο σε επιμέρους στοιχεία. Οι Δημητρίου & Ευκλείδη (1988) αναφέρονται στον όρο «Χωρική Ικανότητα» ως μια από τις επτά βασικές ανεξάρτητες μορφές αλλά αλληλοσυνδεόμενες μορφές νοημοσύνης ενώ και οι Linn & Petersen (1985) αποδέχονται τον ίδιο όρο ως δόκιμο κι ευρύτερα αποδεκτό αναφερόμενοι στη γενική δεξιότητα αναπαράστασης, μετασχηματισμού, δημιουργίας και ανάκλησης συμβολικών μη γλωσσικών πληροφοριών. Το Εθνικό Συμβούλιο Διδασκόντων των Μαθηματικών των ΗΠΑ (NCTM, 1989, 1991) προτείνει τον ορισμό της χωρο-αντιληπτικής αίσθησης ως μιας σύνθετης διαισθητικής ικανότητας που βοηθά το άτομο να κατανοήσει το περιβάλλον που το περιβάλλει. Με αυτό υπονοούνται και τα αντικείμενα που περιλαμβάνει καθώς και οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ ατόμου και στοιχείων του πλαισίου, σχέσεις οι οποίες αντανακλούν έννοιες όπως αυτές της κατεύθυνσης (αριστερά, δεξιά, μπροστά, πίσω κ.α.), της απόστασης (κοντά, μακριά), της σύγκρισης (πιο κοντά, πιο μακριά), της θέσης, των διαστάσεων αντικειμένων κ.ο.κ. Στους Bennie & Smit (1999), Olson & Bialystok (1983) και Bertoline (1998) συναντάμε πιο συχνά τους όρους της χωρικής αντίληψης και απεικόνισης. Οι Clements & Battista (1992), ο

Demetriou (2004) και η Τζεκάκη (2010) προτιμούν τη χρήση του όρου «χωρικός συλλογισμός» ενώ ο Bortoline (1998) κάνει χρήση του όρου «χωρο-αντιληπτική διεργασία» για να αναφερθεί στη νοητική διεργασία που πραγματοποιείται για να αντιλαμβανόμαστε, να αποθηκεύουμε, να ανακαλούμε, να δημιουργούμε, να επεξεργαζόμαστε και να μεταδίδουμε χωρικές εικόνες και συνθήκες.

Επί του παρόντος, με βάση τόσο τις αρχικές ερευνητικές ανάγκες όσο και τη συνολική μας εμπειρία από τη διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος, δεχόμαστε ότι ο όρος «χωρική σκέψη» μπορεί να λειτουργήσει αντιπροσωπευτικά και συνοπτικά για τα προαναφερθέντα λεκτικά σχήματα δεδομένου ότι περιλαμβάνει ή τουλάχιστον υπονοεί όλες τις διεργασίες που αφορούν τη σύνθετη συμπεριφορά του ατόμου ως δρόντος υποκειμένου στο χώρο όπως: 1) τη περιγραφική λειτουργία που σχετίζεται με τη περιγραφή, σύλληψη, διατήρηση και έκφραση της όψης και των σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων, 2) την αναλυτική λειτουργία που μας καθιστά ικανούς να κατανοήσουμε τη δομή των αντικειμένων και των σχέσεων και 3) τη συμπερασματική λειτουργία που μας επιτρέπει να εξηγήσουμε την προέλευση και τη λειτουργία των αντικειμένων.

Η χωρική σκέψη, ομολογουμένως είναι σημαντική δεδομένου ότι το άτομο εκτίθεται σε ευκαιρίες αλλά και προκλήσεις που απαιτούν την κατανόηση των σχέσεων και ιδιοτήτων των αντικειμένων που μας περιβάλλουν είτε με σημείο αναφοράς εμάς τους ίδιους ή και όχι, στη καθημερινή ζωή, στο περιβάλλον (συν)εργασίας, στις επιστήμες κ.α. Διαδραματίζει πρωτεύοντα ρόλο σε διεργασίες που μπορούν να εκτείνονται από τη κατανόηση μεταφορικών σχημάτων, τον προσανατολισμό και τη κίνησή μας στο δρόμο, τον υπολογισμό αποστάσεων και την ερμηνεία καλλιτεχνικών έργων, ως τον εντοπισμό κι εξόρυξη πληροφορίας από βάσεις δεδομένων, τις διαδικασίες επιστημονικής μοντελοποίησης δεδομένων και πληθώρα άλλων πεδίων εφαρμογής. Μπορεί και να εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς, είτε αυτοί σχετίζονται με εξειδικευμένα αντικείμενα είτε αφορούν απλές καθημερινές δραστηριότητες. Επίσης, η χωρική αίσθηση και σκέψη μπορεί να έχει διάφορες εκφάνσεις και αναπαραστάσεις, είτε μέσω των αισθήσεων, είτε μόνο νοητικά στο μυαλό του ατόμου και μπορεί να υποστηρίζεται από απλά εργαλεία όπως το μολύβι και το χαρτί ως και πιο σύγχρονα όπως το GIS⁷/GPS⁸, λογισμικά κλπ.

Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ (National Research Council, 2006), η χωρική σκέψη αποτελεί συνισταμένη βασικών διεργασιών όπως:

- χρήση/κατανόηση χωρικού κώδικα: Ο χωρικός γλωσσικός και συμβολικός κώδικας μας επιτρέπει να συλλάβουμε τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων στο χώρο. Σε ένα χάρτη αυτά μπορεί να είναι αντικείμενα που παρουσιάζονται ως σημεία, γραμμές ή περιοχές, οι μονάδες μέτρησης και τα σημεία αναφοράς

⁷ Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας / Geographic Information System

⁸ Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης / Global Positioning System

- σύνθετοι χωρικοί συλλογισμοί και δημιουργία χωρικών εννοιών (εύρεση διαδρομών, χωρικών συσχετισμών, ανακάλυψη χωροχρονικών σχέσεων, συνδέσεων, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, γωνία θέσης, διεύθυνση, όρια κ.α.)
- εργαλεία αναπαράστασης (χαρακτηριστικά χωρικών οντοτήτων, σχέσεις μεταξύ στατικών και δυναμικών οντοτήτων)
- διαδικασίες αιτιολόγησης
- μετασχηματισμοί (αλλαγή προοπτικής, προσανατολισμού, αλλαγή μεγέθους και κλίμακας, μετασχηματισμός σχημάτων κ.α.)

Και πάλι σύμφωνα με τον παραπάνω φορέα (National Research Council, 2006) θεωρείται πως τα βασικά πλαίσια στα οποία αναπτύσσεται, χρησιμεύει και βρίσκει ποικίλες εφαρμογές η χωρική σκέψη, είναι συνοπτικά:

- το καθημερινό, φυσικό περιβάλλον που ορίζεται τόσο γεωγραφικά όσο και χωροχρονικά. Στη περίπτωση αυτή μιλάμε για γνώση μέσα στο ίδιο το περιβάλλον και εμπλέκει τη σκέψη σε σχέση με το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζούμε με βασικότερη έκφραση μέσω του προσανατολισμού στο χώρο. Μπορεί να έχει και προεκτάσεις σε διάφορες άλλες δραστηριότητες όπως η συναρμολόγηση κάποιου αντικειμένου με καθοδήγηση μέσω γραπτών οδηγιών ή η τακτοποίηση αποσκευών σε ένα συγκεκριμένο χώρο ώστε να εκμεταλλευτούμε στο έπακρο τη χωρητικότητά του. Θα μπορούσαμε χαρακτηριστικά να αποκαλέσουμε τα παραπάνω ως τη «γεωγραφία» των καθημερινών μας περιβαλλόντων, των βιωμένων χώρων μας.
- το περιβάλλον χωροχρόνου αν και σ' αυτή τη περίπτωση η εστίαση αφορά κυρίως μια επιστημολογικής τεχνικής και σκοπιάς κατανόηση και αναπαράσταση της φύσης, των δομών και της λειτουργίας των φαινομένων που μας περιτριγυρίζουν. Αυτή είναι η γνώση για τον ίδιο το χώρο κι ενδεχομένως να μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η γεωγραφία των φυσικών μας χώρων.
- έννοιες και αντικείμενα τα οποία δεν είναι απαραίτητως χωρικής φύσης αλλά μπορούν κάλλιστα να συνδεθούν με τόπους μέσω συντεταγμένων χώρου-χρόνου και να αποκτήσουν υπόσταση στο χώρο. Αυτή είναι γνώση παράλληλα με το χώρο και ως χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τις γλωσσικές (εκ)δηλώσεις οι οποίες μετατρέπονται σε χωρικές ακολουθίες που απαντούν σε ζητήματα και βασίζονται σε αναπαραστάσεις που αναπτύσσουμε σχετικά με χωρικές έννοιες. Τυπικό παράδειγμα της γεωγραφίας κάποιου νοητού χώρου, είναι οι εννοιολογικοί χάρτες.

Επομένως, η δυναμική της χωρικής σκέψης, έγκειται στο γεγονός ότι αφενός δεν είναι μια διαδικασία στατική αλλά δυναμική και συνεχώς εξελισσόμενη, δεδομένου ότι μας βοηθά να δημιουργήσουμε υποθέσεις και να ελέγξουμε τις συνέπειές τους στον χωροχρόνο, αφετέρου μπορεί να παρέχει κατανόηση τόσο της δομής όσο και της λειτουργίας ενός φαινομένου ή μιας συνθήκης αλλά και των δυναμικών συσχετισμών που προκύπτουν σε σχέση με το περιβάλλον και με βάση τις ποικίλες αναπαραστάσεις που δομεί το άτομο εντός αυτού.

2.2 Χωρική σκέψη σύμφωνα με τον J. Piaget

Όπως και με άλλα ζητήματα γνωστικής ανάπτυξης, έτσι και στο πεδίο ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων με παιδιά, η συνεισφορά του Piaget υπήρξε σημαντική. Γενικότερα, οι έννοιες της προσαρμογής, της δράσης του ατόμου στο περιβάλλον του καθώς και η περιγραφή σταδίων ανάπτυξης αναφέρονται και στις διαδικασίες ανάπτυξης χωρικής αίσθησης και δεξιοτήτων. Συγκεκριμένα, οι θέσεις του Piaget ευνοούν ανοιχτά τον βιολογικό παράγοντα έναντι του κοινωνικού, αν και δεν παραγνωρίζεται η σημασία του ρόλου του τελευταίου ως προς τις διαδικασίες νοητικής ανάπτυξης του ατόμου. Σύμφωνα με τη θεώρηση του Piaget για την ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης που έγινε διεθνώς γνωστή στο τέλος της δεκαετίας του 1950 (Piaget & Inhelder, 1956), τα παιδιά γεννιούνται χωρίς επίγνωση του χώρου και των μόνιμων αντικειμένων που τον καταλαμβάνουν και τον δομούν ταυτόχρονα και γενικότερα, παιδιά μικρότερα των 7 χρόνων δεν μπορούν να αιτιολογήσουν και να κατανοήσουν πλήρως τις γνωστικές λειτουργίες που απαιτούνται σε δραστηριότητες στον χώρο όπως λόγου χάρη η ανάγνωση χάρτη.

Η θεωρία του Piaget για τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών καθώς και η έρευνα που πραγματοποίησε με την Inhelder (Piaget & Inhelder, 1956, 1967) και που υποστηρίχθηκε ευρύτερα (Geeslin & Shar, 1979 · Darke, 1982 · Everett, 2000) και στη συνέχεια σε σχέση με τον «χρονικά ιεραρχικό» τρόπο πρόσληψης και αναπαράστασης του χώρου και της γεωμετρίας από τα παιδιά, συγκλίνουν στο ότι η πρώιμη χωρική αντίληψη είναι εκ φύσεως τοπολογική και είναι τόσο ολιστική ώστε να επιτρέπει σε ένα παιδί να διατηρεί μια ευρύτερη αίσθηση του χώρου γύρω του και πάντα με προοπτική εξέλιξης σε ένα σύνολο πιο λεπτομερών και σύνθετων αντιλήψεων. Διακρίνουν στα παιδιά δυο λειτουργίες που έχουν να κάνουν με το χώρο δηλαδή την αντιληπτική (γνώση των αντικειμένων όπως αυτή προκύπτει από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον) και την αναπαραστατική (ανάκληση της εικόνας και των ιδιοτήτων των αντικειμένων που βρίσκονταν στο χώρο αλλά απουσιάζουν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή). Επίσης θεωρούν ότι η περιβαλλοντική προσαρμογή των παιδιών αναπτύσσεται σε μια σειρά διαφορετικών σταδίων: το αισθησιοκινητικό, το προδιεργασιακό, εκείνο των συνεκτικών διεργασιών, καθώς και το στάδιο των τυπικών διεργασιών.

Στο αισθησιοκινητικό στάδιο (περίπου από τη γέννηση έως την ηλικία των 2 ετών), τα παιδιά δεν παρουσιάζουν συγκεκριμένη

διανοητική λειτουργία, και μόνο στα τέλη των 2 ετών μοιάζει να αναπτύσσουν εσωτερικές αναπαραστάσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος και κυρίως την αντιληπτική ικανότητα που προαναφέραμε. Τα βρέφη αντιλαμβάνονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των αντικειμένων όπως το μέγεθος και κατά κάποιον τρόπο το σχήμα τους υπό μια τοπολογική έννοια. Αρχικά, η θέση των αντικειμένων στον χώρο γίνεται αντιληπτή σε συνάρτηση με το σώμα και τη θέση του ίδιου του παιδιού ενώ αργότερα, όσο εξελίσσεται η κίνηση, εμπλέκονται και άλλα αντικείμενα του περιβάλλοντος οπότε εμπλουτίζεται ανάλογα και η αντιληπτική ικανότητα. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Piaget και Inhelder (1967), η αντίληψη του περιβάλλοντος χώρου, περιλαμβάνει και γεγονότα που λαμβάνουν χώρα μέσα σ' αυτόν και όχι μόνο τα στατικά αντικείμενα.

Στο στάδιο της πρόλογικής σκέψης (2 έως 7 ετών), δεν μπορούν να εστιάσουν τη σκέψη τους σε περισσότερα από ένα πράγματα, αντιλαμβάνονται το χώρο με κύριο σημείο αναφοράς τον εαυτό τους (εγωκεντρική οπτική) και κατανοούν μόνον τις τοπολογικές χωρικές σχέσεις. Γύρω στην ηλικία των 3-4 ετών, είναι σε θέση να αναγνωρίσουν την ιδιότητα του σχήματος, τις πρώτες τοπολογικές χωρικές σχέσεις, τα ανοιχτά ή κλειστά σχήματα, αλλά δεν μπορούν να διακρίνουν τις διαφορές της μορφής μεταξύ κλειστών σχημάτων. Με την ηλικία των 5-6 ετών, αρχίζουν να διακρίνουν τη διαφορά μεταξύ ευθείας και καμπύλης γραμμής, το μέγεθος των γραμμών και των γωνιών (ευκλείδειες ιδιότητες), όμως, δεν μπορούν να διαχειριστούν τοπόσημα σε ένα αντικειμενικό χωρικό σύνολο, να περιστρέψουν ένα επίπεδο κατά 180 μοίρες, να περιγράψουν τις μεταβολές της θέσης, και να ανακατασκευάσουν μια διαδρομή αντίστροφης κατεύθυνσης. Σε αυτό το στάδιο, δεν διατηρείται αντιληπτή η έννοια της συνολικής απόστασης μιας διαδρομής και μόνο προς στο τέλος του τα παιδιά αρχίζουν να μαθαίνουν πώς να μετρούν κατ' εκτίμηση, χωρίς να συγκρίνουν άμεσα το μέγεθος με τη μονάδα μέτρησης.

Στο στάδιο της συγκεκριμένης λογικής σκέψης (από 7 έως 11 ετών), τα παιδιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν διανοητικές διαδικασίες οι οποίες τους επιτρέπουν να ταξινομήσουν, να οργανώσουν τα αντικείμενα σε σειρά, και να κατανοήσουν τις προβολικές ιδιότητες του χώρου. Στην ηλικία αυτή θεωρείται ότι τελειοποιούν τις αναπαραστατικές λειτουργίες τους, ωστόσο, παιδιά ηλικίας 7-9 ετών δεν είναι σε θέση να διαχειριστούν ένα σύστημα αναφοράς στο σύνολό του, ή να περιγράψουν μια διαδρομή. Στην ηλικία των 7 ετών περίπου, αντιλαμβάνονται αποτελεσματικά την έννοια της απόστασης μεταξύ δύο αντικειμένων, και στην ηλικία των 8,5 ετών είναι σε θέση να μετρήσουν μονοδιάστατα μεγέθη με λειτουργικό τρόπο και εμπειρικά να προβούν σε διοδιάστατες μετρήσεις. Παιδιά ηλικίας 9-11 ετών μπορούν να διαχειρίζονται τοπόσημα και μεταβολές της θέσης, μπορούν να κατασκευάσουν ένα τοπογραφικό σχέδιο σε ένα σύστημα συντεταγμένων και έχουν μια πλήρη εκτίμηση των διοδιάστατων και τριοδιάστατων μετρήσεων.

Τέλος, κατά το στάδιο της τυπικής λογικής σκέψης (από τα 11 και μέχρι την εφηβεία), τα παιδιά είναι ικανά για αφηρημένη και λογική σκέψη, είναι σε θέση να κατανοήσουν τις ευκλείδειες ιδιότητες του χώρου, να καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ γραμμικών και επιφανειακών

αντικειμένων και να αντιλαμβάνονται τους όγκους των αντικειμένων σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο.

Η θεωρία του Piaget είχε μεγάλη επίδραση στο παρελθόν στην έρευνα για την κατανόηση και χρήση χαρτών από παιδιά. Η προσέγγιση του δέχεται τη γνώση ως βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη των χαρτογραφικών ικανοτήτων. Τα παιδιά δομούν ενεργά τη γνώση τους για τους χάρτες μέσω αλληλεπιδράσεων και εμπειρίας και η διαπίστωση αυτή αποτελεί ένα θεμελιώδες ζήτημα που υποστηρίζεται τόσο από θεωρητικές όσο και πειραματικές προσεγγίσεις. Οι αντιληπτικές ικανότητες των παιδιών, σε κάθε στάδιο, αποτέλεσαν έναν οδηγό για την εισαγωγή των χαρτογραφικών εννοιών σταδιακά και ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας τους. Οι πειραματικές εργασίες του Piaget στηρίχθηκαν σε γραφικές αναπαραστάσεις και χωρικά μοντέλα και βοήθησαν πολύ στην πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά αντιλαμβάνονται το χώρο μέσα από χάρτες. Τα αποτελέσματα πολλών ερευνών με παιδιά που χρησιμοποιούσαν χάρτες επιβεβαίωσαν τη θεωρία του Piaget, ενώ σε ορισμένες πειραματικές μελέτες τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα παιδιά μπορούν να κάνουν ακόμη περισσότερα πράγματα με τους χάρτες ειδικότερα όταν η σύλληψη, η κατανόηση και η χρήση τους συνδέεται άμεσα και εμφανώς για τα παιδιά με αυτό που αναπαριστούν σε πραγματικό περιβάλλον (Liben & Downs, 1989).

Ωστόσο, παρά την ομολογουμένως σημαντική συνεισφορά του Piaget σε όλο το εύρος της μελέτης για τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών, δεν έχει λείψει και η κριτική αναφορικά με συγκεκριμένες πλευρές της θεωρίας του (Clements, 1999 · Clements & Battista, 1992 · Clements et al., 2001). Για παράδειγμα, κριτική έχει ασκηθεί σχετικά με την μη απόδοση σημασίας στους παράγοντες της κοινωνικής αλληλεπίδρασης και στη γλώσσα ως σημαντικού εργαλείου που ωθεί τη γνωστική ανάπτυξη (Davis & Hyun, 2005) καθώς επίσης και σχετικά με το γεγονός ότι συγκεκριμένες χωρικές δεξιότητες όπως αυτή του προσανατολισμού στο χώρο δεν λαμβάνονται υπόψη από το έργο του Piaget ως έμφυτες (Spelke & Newport, 1998 · Hermer & Spelke, 1994, 1996).

Επιπλέον, οι Lesh & Mierkiewicz (1978) αμφισβητούν ανοιχτά τη διάκριση ανάμεσα σε αντιληπτική και αναπαραστατική λειτουργία κατά τη διαδικασία χωρικής αίσθησης από παιδιά. Στην ουσία υποστηρίζουν ότι και οι δυο λειτουργίες είναι αλληλεπιδραστικές, εξίσου απαραίτητες και διαφοροποιούνται μόνο ως προς τον βαθμό επιρροής τους στα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης χωρικής-μαθηματικής σκέψης. Μια ακόμη αντίθετη άποψη προέρχεται από τους Fuson & Murray (1978) οι οποίοι μέσα από μια σειρά πειραμάτων με χρήση σχημάτων διαφορετικών μεγεθών απέδειξαν ότι τα παιδιά αντιλαμβάνονται με απτό τρόπο τις ιδιότητες των σχημάτων όταν αυτά είναι μικρότερης κλίμακας. Κατ' αυτόν το τρόπο στην ουσία υποδείκνυαν ένα σημαντικό κενό στην έρευνα του Piaget τονίζοντας το γεγονός ότι δεν είχε λάβει υπόψη σημαντικές μεταβλητές που κάθε φορά μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά τα δεδομένα, οδηγώντας επομένως σε ημιτελή συμπεράσματα. Το ίδιο κάνει και η Donaldson (1978) παρουσιάζοντας μια παραλλαγή του πειράματος «τα 3 βουνά» του Piaget και αποδεικνύοντας εν ολίγοις ότι δεν είναι απόλυτο το γεγονός ότι τα παιδιά λόγω του εγωκεντρικού συστήματος αναφοράς δεν έχουν τη δυνατότητα να «βλέπουν» και από διαφορετικές

οπτικές γωνίες. Τέλος, μια ακόμη σοβαρή κριτική, αφορά το γεγονός ότι ο Piaget φαίνεται να αγνοεί ή τουλάχιστον να μην εμβαθύνει ιδιαίτερα στις τοπολογικές ιδέες των παιδιών (Weinzweig, 1978 · Fuson 1978) σε αντίθεση με τον Darke (1982) ο οποίος μέσα από σημαντική έρευνα υποστηρίζει ότι οι τοπολογικές ιδέες αναπτύσσονται αρκετά νωρίς στη ζωή του ανθρώπου.

2.3 Χωρική σκέψη σύμφωνα με τον L. Vygotsky

Σύμφωνα με την οπτική του Vygotsky, το κοινωνικό πλαίσιο διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση και της χωρικής σκέψης. Η θεωρία του που σχετίζεται με τη μαθησιακή και γνωσιακή εξέλιξη, όπως εκφράζεται μέσω της έρευνάς του για τη σκέψη, τη γλώσσα και τις κοινωνικές διεργασίες, έχει προσφέρει σημαντική βάση σε μελέτες σχετικές με τις διαδικασίες χωρικής σκέψης και αναπαράστασης τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με το θεωρητικό του πλαίσιο, η γνωστική και όχι μόνο ανάπτυξη του παιδιού βασίζεται κυρίως στις αλληλεπιδράσεις του με το κοινωνικό περιβάλλον το οποίο συμπεριλαμβάνει τόσο τα πρόσωπα όσο και τα αντικείμενα (Bodrova & Leong, 2001). Σύμφωνα με διάφορες έρευνες (Hill & Redden 1984, Brosnan, 1998 · Robert & Heroux, 2004) τα παιχνίδια ως αντικείμενα με τα οποία παίζουν τα παιδιά, έχουν άμεση συσχέτιση με την ικανότητά τους να αναπτύξουν χωρική αιτιολόγηση. Συγκεκριμένα, σε σχέση με τον χώρο, καλύτερα φαίνεται να λειτουργούν τα παιδιά που ασχολούνται με δραστηριότητες όπως, κατασκευαστικά παιχνίδια τύπου Lego και ψηφιακά παιχνίδια τύπου Tetris, κάτι που συνάδει με την πεποίθηση του Vygotsky ότι η γνωστική ανάπτυξη επηρεάζεται άμεσα από τη συμμετοχή σε βιωματικές δραστηριότητες και δημιουργικό παιχνίδι (Vygotsky, 1978 · Wertsch 1985).

Με βάση τη θεώρηση του Vygotsky, η γνώση για τον χώρο εντάσσεται σε ένα πλούσιο πλαίσιο νοημάτων, επομένως για να μπορέσουμε να μελετήσουμε επαρκώς τις διαδικασίες δόμησης και ανάπτυξής της, θα πρέπει να την εξετάσουμε σε συνάρτηση με το κοινωνικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα. Το πλαίσιο αυτό αφορά και περιλαμβάνει το προϋπάρχον κοινωνικό και γνωστικό υπόβαθρο του υποκειμένου, τη σχέση του με το περιβάλλον και τους «άλλους», τη δομή της δραστηριότητας στην οποία εντάσσεται, τους εκάστοτε στόχους, τα υλικά και εργαλεία που εμπλέκονται αλλά και τη σχέση όλων αυτών μεταξύ τους. Ενδεικτικά, οι Luria και Vygotsky, σε αποστολές που πραγματοποίησαν στο Ουζμπεκιστάν, παρατήρησαν ότι οι αντιληπτικές και χωρικές δεξιότητες των εκεί αναλφάβητων κατοίκων ήταν πολύ διαφορετικές από ό, τι σε κατοίκους του Δυτικού κόσμου (Luria, 1976, 1979). Ένα από τα σημαντικότερα συμπεράσματα των ερευνών τους ήταν ότι οι αναλφάβητοι άνθρωποι συνδέονται στενά μόνο με συγκεκριμένες, μονοδιάστατες διαδικασίες και καταστάσεις που βιώνουν καθημερινά, συνεπώς, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην επίλυση αφαιρετικών προβλημάτων που ξεπερνούν την προσωπική τους εμπειρία (Luria, 1976), κάτι που υποστηρίζεται και από μεταγενέστερες έρευνες (Scribner et al. 1981, Ardila et al., 2010).

Υπό το πρίσμα της θεωρίας του Vygotsky έχουν πραγματοποιηθεί κατά καιρούς διάφορες έρευνες (Olton, 1982 · Cornell & Heth, 1983 · Heth & Cornell, 1980) οι οποίες επιχείρησαν να κατανοήσουν την ανάπτυξη και χρήση χωρικών δεξιοτήτων σε συνθήκες καθημερινής δράσης. Κατέληξαν στο ό,τι ακόμη και παιδιά μικρότερα των 2 ετών είναι σε θέση να αναπτύξουν απλοποιημένες χωρικές στρατηγικές. Η δυναμική αυτών των ερευνών έγκειται στο γεγονός ότι πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο επίλυσης προβλημάτων με νόημα για τα ίδια τα παιδιά που συμμετείχαν. Επιπλέον, το άτομο αναζητά και εντοπίζει αντικείμενα στον καθημερινό χώρο με στόχο την ανάπτυξη και χρήση μιας σειράς εργαλείων και διαδικασιών που δεν βοηθούν μόνο στην επίλυση μεμονωμένων προβλημάτων αλλά συμβάλλουν στον τρόπο με τον οποίο κατανοούμε και κωδικοποιούμε τα ίδια τα προβλήματα. Εργαλεία και πρακτικές όπως τα οργανωτικά σχήματα που χρησιμοποιούμε για να ομαδοποιούμε αντικείμενα στο περιβάλλον, συμβολικά συστήματα όπως χάρτες και μοντέλα για την αποτύπωση και τη περιγραφή του χώρου καθώς επίσης και γλωσσικές επικοινωνιακές δεξιότητες που επιτρέπουν στα παιδιά να αναζητούν πληροφορίες και βοήθεια σε σχέση με τον χώρο που τα περιβάλλει, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτενώς για την υποστήριξη και τη βελτίωση βασικών χωρικών δεξιοτήτων ακόμη και κατά τη προσχολική ηλικία.

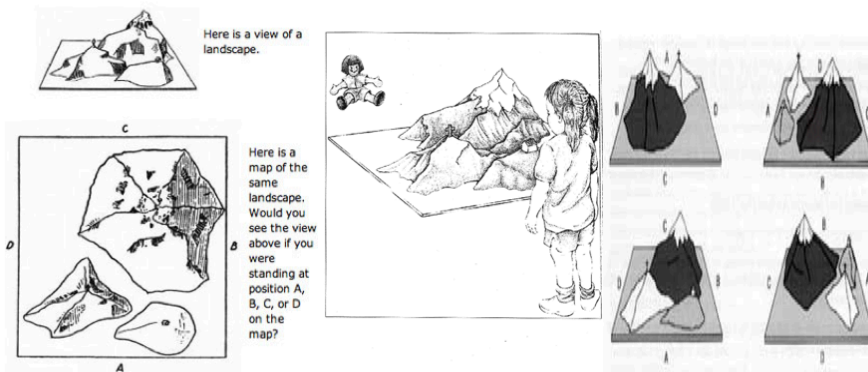
Η «εξερεύνηση» του χώρου είναι μια εγγενής ανθρώπινη ανάγκη η οποία ευνοεί την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων που πιστεύεται ότι αποτελούν μέρος της συμπεριφοράς του ατόμου, από το πρώτο κλόλας έτος της ηλικίας του (Gauvain, 1993). Σύμφωνα με την Acredolo (1978) και τους Wellman & Somerville (1982), από πολύ νωρίς τα παιδιά όταν καλούνται να εντοπίσουν αντικείμενα σε μεγάλης κλίμακας χώρο, καταφεύγουν σε ερεθίσματα που λαμβάνουν από το περιβάλλον σε συνεργασία με το αίσθημα της οικειότητας και της ασφάλειας που μπορεί να τους εμπνέει ο ίδιος ο χώρος και όχι σε συνάρτηση με χωρική συμπεριφορά που έχει προκύψει από συνήθεια και επαναληψιμότητα. Οι άνθρωποι «διευθετούν» και οργανώνουν τον χώρο γύρω τους μέσα από συνεχείς επαναδιαπραγματεύσεις με το άμεσο περιβάλλον και τις εμπειρίες τους μέσα σ' αυτό και πάντα με βάση μια ποικιλία εμφανών ή εν δυνάμει (χωρικών) εργαλείων τα οποία οι Griffin & Cole (1980) εύστοχα αποκαλούν «κοινωνιογνωστικούς ενισχυτές». Εξάλλου, κατά τη Rogoff (1990), οι γνωστικές ευκαιρίες που προκύπτουν από τη συμμετοχή του ατόμου στη χρήση εργαλείων, στο πλαίσιο πρακτικών και κοινωνικών διεργασιών, μπορούν να ευνοήσουν την ανάπτυξη χωρικής σκέψης. Κατά τον Vygotsky (1978) μάλιστα, η ανάπτυξη δεξιοτήτων σχετικά με την ίδια τη χρήση εργαλείων και μοντέλων αλλά ακόμη και η συμμετοχή σε πρακτικές που απαιτούν αυτή τη χρήση, αποτελούν από μόνα τους σημαντικά επιτεύγματα τα οποία σχετίζονται άμεσα με την ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων όπως οι χωρικές αλλά και επίλυσης προβλήματος.

2.4 Χωρική σκέψη κι εγωκεντρισμός

Μία από τις πιο σημαντικές πτυχές της χωρικής σκέψης που επηρεάζει καταλυτικά συμπεριφορές και συσχετισμούς με το κοινωνικό πλαίσιο του ατόμου είναι η τάση του για -εν πρώτοις- εγωκεντρική αντίληψη του χώρου και των διαδικασιών και των σχέσεων που εξυφαίνονται στο πλαίσιό του. Αυτή η πτυχή θεωρείται σημαντική γιατί από πολύ νωρίς τα παιδιά εκδηλώνουν την εγγενή τάση τους να προσανατολίζονται στο περιβάλλοντα χώρο μέσω εξερεύνησης και να ταυτοποιούν όχι μόνο τη θέση του ίδιου του σώματός τους σε σχέση με άλλα αντικείμενα αλλά και τις τοπολογικές συνδέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ τρίτων. Επιχειρούν να ξεχωρίσουν χωρικές σχέσεις που βασίζονται τόσο σε εγωκεντρικά όσο και αλλοκεντρικά σημεία αναφοράς (NCTM, 1996 · Yakimanskaya et al., 1991) αν και κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει πάντα με επιτυχία εφόσον εξαρτάται από την ηλικία, τις προσλαμβάνουσες και τις εμπειρίες των ίδιων των παιδιών και το ευρύτερο πλαίσιο.

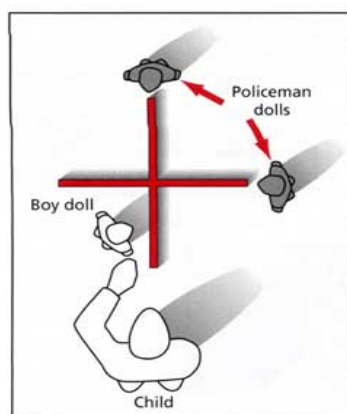
Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι ο τοπολογικός αυτοπροσδιορισμός του παιδιού υπονοεί έντονες κοινωνικές προεκτάσεις εφόσον το άτομο αναγκάζεται να αναγνωρίσει και να συνειδητοποιήσει τη θέση του και δια της οπτικής γωνίας κάποιου άλλου (ενήλικας, παιδί με το οποίο παίζει μαζί κ.α.). Κατά τον Bodalen (1970), οι προβολικές αναπαραστάσεις εκφράζονται μέσω της ικανότητας του ατόμου να συσχετίζει νοερά τον εαυτό του με τρίτους, εστιάζοντας σε ένα αντικείμενο μέσω της οπτικής γωνίας του «άλλου». Αυτή η διαδικασία απαιτεί την ικανότητα αποστασιοποίησης από την «ατομική» θέση στον χώρο και την αλλαγή της εγωκεντρικής οπτικής ως προς ένα διαφορετικό σύστημα αναφοράς.

Ένα από τα βασικότερα ερευνητικά πειράματα αν όχι το πρώτο που πραγματοποιήθηκε σε σχέση με τη προοδευτική ανάπτυξη τοπολογικών, προβολικών και ευκλείδειων χωρικών εννοιών σε παιδιά μικρής ηλικίας, ήταν το κλασικό πείραμα των Piaget & Inhelder (1956) «3 βουνά» (βλ. Εικόνα 4) με βάση το οποίο διατυπώθηκε η άποψη ότι παιδιά μεταξύ 4 και 7 χρόνων ενεργούν με απόλυτα εγωκεντρικό τρόπο αποδίδοντας τη δική τους προοπτική σε χωρικά έργα ενώ σε μεγαλύτερες ηλικίες, φάνηκε πως προοδευτικά, αυτή η εγωκεντρική στάση περιοριζόταν σημαντικά έτσι ώστε παιδιά ηλικίας 9-10 ετών να αναπαριστούν επιτυχώς με τη φαντασία τους χωρικές διατάξεις από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Έρευνες που ακολούθησαν κατά τα επόμενα χρόνια (Dodwell, 1963 · Laurendeau & Pinar, 1970) σε σχέση με παραπλήσια ζητήματα, κατέληγαν τόσο σε ανάλογα συμπεράσματα αντίστοιχα με αυτά των Piaget & Inhelder όσο και σε αντίθετα (Flavell 1977,1992 · Flavell et al., 1978 · Masangkay et al., 1974)



Εικόνα 4. Το πείραμα «3 βουνά» του Piaget

Επιπλέον, συναντάμε έρευνες οι οποίες τονίζουν πως τα λάθη που προέρχονται από εγωκεντρική αντίληψη του χώρου δε μειώνονται ιδιαίτερα με την αύξηση του ηλικιακού ορίου των παιδιών ενώ σε μερικές περιπτώσεις τα αυτά είναι συχνότερα σε μεγαλύτερες ηλικίες παρά σε μικρότερες (Housidas, 1965 · Fishbein et al., 1972 · Eliot & Dayton, 1976) Άλλες έρευνες οι οποίες αφορούσαν τον έλεγχο της εγωκεντρικής στάσης των παιδιών σε σχέση με την αντίληψη του χώρου, ήταν και αυτές των Borke (1971) ο οποίος διαπίστωσε ότι χρησιμοποιώντας το «μοντέλο των τριών βουνών», ακόμη και παιδιά ηλικίας τριών ετών επέλεξαν με ποσοστό επιτυχίας 42% τη σωστή θέση και οπτική γωνία με το ποσοστό αυτό να αυξάνεται στο 67% στην ηλικία των τεσσάρων. Ο Hughes (1975) εξάλλου, επιδιώκοντας να ασκήσει κριτική στο μοντέλο που πρότεινε ο Piaget, κατέληξε στο ότι τα παιδιά μπορούν να δομήσουν τρόπους σκέψης και αναπαράστασης του περιβάλλοντος με τρόπο όχι απόλυτα εγωκεντρικό από την ηλικία των τεσσάρων και αυτό μπορεί να αποδειχθεί όταν η δραστηριότητα στην οποία εμπλέκονται έχει νόημα και είναι πιο κοντά στις παραστάσεις και τις εμπειρίες τους, ενώ στο πείραμα του Piaget κάτι τέτοιο δεν ήταν παρόν (βλ. Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Αναπαράσταση του πειράματος του Hughes (1975)

Μια ακόμα θέση που προκύπτει από την έρευνα των Piaget & Inhelder (1956) είναι ότι τα παιδιά «πάσχουν» από το φαινόμενο της «στρουθοκάμηλου», δηλαδή θεωρούν πως δεν είναι ορατά ως οντότητες στους γύρω τους όταν τα ίδια δεν τους έχουν στο οπτικό τους πεδίο. Μια σειρά μελετών καταρρίπτει τη συγκεκριμένη θεώρηση ως λανθασμένη

δεδομένου ότι μέσα από στοχευμένη έρευνα πολλά παιδιά από τη προσχολική ηλικία ακόμα είναι σε θέση να εντοπίσουν με άνεση αντικείμενα ή άλλες οντότητες γύρω τους ακόμα και όταν δεν έχουν ολοκληρωμένη εικόνα της παρουσίας τους καθώς επίσης και ότι αντιλαμβάνονται πως και τα ίδια γίνονται εξίσου ορατά και αντιληπτά από το περιβάλλον τους άσχετα από τη προσωπική οπτική γωνία θέασης (Flavell et al., 1980 · Bridges & Rowles, 1985 · McGuigan, 2009 · McGuigan & Doherty, 2006 · Russel et al., 2012).

Σχετική δυσκολία στις μικρές ηλικίες φαίνεται να επιφέρει η αίσθηση των παιδιών ότι, ειδικά στη περίπτωση θέασης οντοτήτων του περιβάλλοντος (άλλα πρόσωπα ή ζώα) ή αντικειμένων που να τα αναπαριστούν (π.χ. κούκλες), όταν δεν είναι ορατά τα μάτια που θεωρούνται ζωτικό όργανο επικοινωνίας και συνδέονται άμεσα με το πρόσωπο, την κοινωνικότητα και την ίδια του την ύπαρξη στο χώρο, μπορεί να φαίνεται το σώμα αλλά όχι «εκείνος» ή «εκείνη» (Starmans & Bloom, 2012 · Russel et al., 2012). Αυτή η επιμονή στη κοινωνική σημασία της αμοιβαίας οπτικής επαφής (Cook, 1982 · Kleinke, 1986) φαίνεται πως έχει τις ρίζες της σε μια έμφυτη ανάγκη επικοινωνίας του παιδιού μέσω του βλέμματος από τις πρώτες κιόλας ώρες της ύπαρξης του αλλά και εξελικτικά κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής του (Martini & Kirkpatrick, 1981 · Fernal & O'Neil, 1993 · Batki et al., 2000 · Farroni et al. 2002). Τα παραπάνω επιβεβαιώνει και η πρόσφατη έρευνα των Moll et al. (2015) με την επιπρόσθετη μελέτη της γλωσσικής περιγραφής της πράξης οπτικής επαφής από τη μεριά των παιδιών και πώς αυτή συμπίπτει με τη πραγματική θεώρηση της γωνίας θέασης σε πρακτικό επίπεδο. Εξάλλου έρευνα των McGuigan & Doherty (2002) έχει δείξει ότι τα παιδιά μέχρι και την ηλικία των 2,5 ετών, τα καταφέρνουν αρκετά καλά σε έργα όπως αυτά που προαναφέρθηκαν, ωστόσο ο παράγοντας της γλώσσας και το γεγονός ότι κατά τη μικρή ηλικία απουσιάζει το επαρκώς αναπτυγμένο εξειδικευμένο χωρικό λεξιλόγιο με το οποίο να μπορούν να περιγράψουν τη χωρική τους αίσθηση, καθιστά πιο δύσκολη την απόδοση και περιγραφή των χωρικών διαδικασιών από τη μεριά τους, γεγονός που δυσκολεύει επίσης την ανίχνευση από τρίτους του τί αντιλαμβάνονται στην πραγματικότητα σε σχέση με τον χώρο.

2.5 Χωρικές αναπαραστάσεις

Ο όρος «αναπαράσταση» έχει αρκετές προεκτάσεις κι αναφορές, συνεπώς αποκτά πολλαπλές ερμηνείες ωστόσο, συνοψίζοντας μια σειρά διατυπώσεων (Goldin & Karut 1996 · Karut, 1985 · Roth & McGinn, 1998 · Seeger, 1998 · Von Glasersfeld, 1987) θα μπορούσαμε να συγκλίνουμε στο ό,τι ως αναπαράσταση νοείται η βασική δυνατότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί τις νοητικές δραστηριότητες, τα σύμβολα, και τα σημεία ώστε να κατανοεί, να εσωτερικεύει αλλά και να εξωτερικεύει με ποικίλους τρόπους την «αφαιρετική» γνώση που ήδη διαθέτει ή προτίθεται να προσλάβει. Με την επαφή και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον ο άνθρωπος δημιουργεί διάφορα είδη αναπαραστάσεων (νοητικές εικόνες, νοητικά μοντέλα κλπ.) για πρόσωπα και πράγματα, καταστάσεις καθώς και για θεωρίες που αναπτύσσονται και φαινόμενα που συμβαίνουν μέσα

σ' αυτό. Επιπλέον, φαίνεται πολύ φυσικό να μπορούμε να εκφράζουμε μια ιδέα με πολλούς τρόπους δεδομένου ότι η χρήση πολλών ειδών αναπαράστασης χαρακτηρίζει την ανθρώπινη σκέψη αν τη συγκρίνουμε με άλλες μορφές νοημοσύνης όπως αυτή των ζώων ή των υπολογιστικών συστημάτων (τεχνητή νοημοσύνη). Ένας από τους βασικούς παράγοντες διαφοροποίησης ενδέχεται να είναι ακριβώς αυτή η δυνατότητα του ανθρώπου να προσφεύγει ενσυνείδητα και κατά περίπτωση σε πολλαπλά συστήματα αναπαράστασης.

Από την οπτική της γνωστικής ψυχολογίας θεωρείται σαφές ότι σκέψη και αναπαραστατική λειτουργία του νου εξελίσσονται στο πλαίσιο μιας διαρκούς συνδιαλλαγής του υποκειμένου με τον εξωτερικό κόσμο. Η επαφή με τα σύμβολα και γενικά με τα διάφορα είδη αναπαράστασης ξεκινά πολύ νωρίς αφού, όπως επισημαίνουν οι DeLoache et al. (1998), η αρχική επαφή των παιδιών με τα σύμβολα ξεκινά πριν από τη γέννηση και στη συνέχεια ο άνθρωπος εμπλέκεται σε ένα δίκτυο συμβολισμών το οποίο συνεχώς επεκτείνεται κι εξελίσσεται. Οι Gagatsis et al. (1999) υπογραμμίζουν ότι η πρόοδος των γνώσεων συνοδεύεται από τη δημιουργία και την ανάπτυξη νέων, ειδικών σημειωτικών συστημάτων, που συνυπάρχουν και λειτουργούν παράλληλα με το πρώτο σύστημα, αυτό της φυσικής γλώσσας. Συνεπώς η διαδικασία δημιουργίας και χρήσης αναπαραστάσεων (θα πρέπει να) καταλαμβάνει σημαντική θέση και στην εκπαίδευση γιατί, σύμφωνα με τον Develay (όπως αναφέρεται από τον Κόμη, 1997) μπορεί να λειτουργήσει ως υποστηρικτικό εργαλείο για την προσέγγιση και «κατάκτηση» μιας έννοιας καθώς και για συσχετισμό της με διαδικασίες (DeLoache et al., 1998 · Goldin & Kaput, 1996 · Janvier, 1987 · Roth & McGinn, 1998 · Seeger, 1998). Τα νοητικά μοντέλα που συνθέτουν τα παιδιά έχουν ισχύ τόσο προβλεπτική όσο και επεξηγηματική και μπορούν να αποτελέσουν τους διαμεσολαβητικούς μηχανισμούς εκείνους που θα συμβάλλουν στην αναθεώρηση των υπαρχουσών θεωριών ή/και στην οικοδόμηση νέων (Βοσνιάδου, 2004).

Σύμφωνα με τον Bruner (1966), όσον αφορά την ανάπτυξη αναπαραστάσεων ως μέσων επεξεργασίας της προσλαμβάνουσας πληροφορίας και δόμησης της γνώσης, προτείνεται η διάκριση σε τρεις διαφορετικούς άξονες:

- πραξιακή αναπαράσταση/enactive (με βάση την πράξη). Εξαρτάται από τις δραστηριότητες του ανθρώπου και από τη λειτουργία των αισθήσεων (από τη γέννηση μέχρι την ηλικία των 18 μηνών). Περιλαμβάνει εικόνες από τη φυσική δραστηριότητα του ατόμου, δηλαδή αντιστοιχεί, ουσιαστικά, στο «να ξέρει πώς να κάνει κάτι».
- εικονική αναπαράσταση/iconic (με βάση την εικόνα). Αυτή (από 18 μηνών έως έξι/επτά ετών) αντιστοιχεί με εικόνες που μοιάζουν με το αντικείμενο αλλά λόγω της υποκειμενικότητάς τους διαφέρουν από άτομο σε άτομο χωρίς αυτό να σημαίνει βέβαια ότι δεν υπάρχουν κοινώς αποδεκτές και αδιαπραγμάτευτες για όλους εικόνες.
- συμβολική αναπαράσταση/symbolic (με βάση τη γλώσσα και τις διάφορες μορφές λόγου). Αντί για καθαρά περιγραφόμενα στάδια, οι τρόποι αναπαράστασης

ενσωματώνονται και είναι μόνο χαλαρά διαδοχικοί καθώς "μεταφράζονται" μεταξύ τους. Η συμβολική αναπαράσταση παραμένει η βασική κατάσταση, επειδή "είναι καθαρά η πιο μυστηριακή από τις τρεις. Αυτή σχετίζεται με τον αφαιρετικό/υποκειμενικό συμβολισμό (από την ηλικία των 7 ετών και μετά) που αναπτύσσει το άτομο στην επαφή του με τα αντικείμενα και τις έννοιες με τις οποίες έρχεται σε επαφή. Τα σύμβολα μπορούν να αναπαραστήσουν την αφαιρετική σκέψη των ανθρώπων μέσω της δυνατότητάς τους να διατυπώνουν προτάσεις για τον κόσμο χρησιμοποιώντας σύμβολα αντί για χειροπιαστά αντικείμενα.

Η σημαντικότερη συμβολή του Bruner ενδεχομένως να είναι η θεώρηση της αμοιβαίας επιρροής των τριών ειδών αναπαράστασης μεταξύ τους καθώς και του γεγονότος ότι εφόσον αναπτυχθούν επαρκώς, είναι σε θέση να διατηρήσουν την ανεξάρτητη δράση και δομή τους λειτουργώντας ωστόσο ταυτόχρονα και παράλληλα (Bruner, 1966). Εξάλλου, οι Francis et al. (2016) βασιζόμενοι σε πρόσφατη ερευνά τους σε σχέση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων χωρικής σκέψης σε παιδιά ηλικίας 8-9 ετών, ισχυρίζονται πως οι πραξιακές, οι εικονικές και οι συμβολικές αναπαραστάσεις αφενός δεν είναι διακριτές μεταξύ τους αφετέρου δεν αναπτύσσονται απαραίτητα γραμμικά με συγκεκριμένη χρονική αλληλουχία αλλά εμφανίζονται και γίνονται κατανοητές μέσα από σύνθετες διαδικασίες αλληλεπίδρασης, ταυτόχρονης εξέλιξης και αλληλεξάρτησης (Davis and Renert, 2014).

Πιο συγκεκριμένα, ως προς το ζήτημα της κατανόησης των χωρικών σχέσεων σημείων και δομών από τη μεριά των παιδιών, ένας χαρακτηριστικός τύπος αναπαράστασης που έχει αποτελέσει αντικείμενο αρκετών ερευνών (Huttenlocher et al., 2008 · Huttenlocher et al., 1999 · Wallace & Veek, 1995 · Liben & Downs, 1986 · Bluestein & Acredolo, 1979) είναι η χαρτογραφική απεικόνιση αυτή καθ'εαυτή, ένας απλός χάρτης, στην ανάγνωση και ερμηνεία του οποίου, μπορούμε να εντοπίσουμε τις διαφορετικές λειτουργίες χωρικής σκέψης. Θα πρέπει επίσης να συμπληρωθεί πως η εξοικείωση με γραφική δραστηριότητα σημαίνει ότι τα παιδιά ξεκινούν να χρησιμοποιούν χωρικές ιδιότητες και σχέσεις μέσα σε ένα 2Δ περιβάλλον αρχικά επανακωδικοποιώντας κάθε 3Δ απεικόνιση σε 2Δ και στη συνέχεια μόνο στο αντίστροφο (Yakimanskaya et al., 1991). Έτσι, τα οπτικά ερεθίσματα γίνονται πιο πολύπλοκα αλλά και πιο γενικεύσιμα. Ως οπτικά βοηθήματα δε θεωρούνται μόνο τα απτά 3Δ αντικείμενα αλλά και οι 2Δ αναπαραστάσεις (εικόνες, σκίτσα κλπ.) που εκτός από τους χάρτες μπορούν να είναι και αντικείμενα της καθημερινότητας με αφαιρετικά στοιχεία (Newcombe, 2013) όπως παιχνίδια παζλ (Fisher et al., 2012), ψηφιακές εφαρμογές και παιχνίδια πρώτου προσώπου (Feng et al., 2007 · Terlecki et al., 2008) κλπ.

Επιπλέον, θεωρείται πως κατά τη διάρκεια των διαδικασιών αλληλεπίδρασης των παιδιών με το περιβάλλον τους, τα αντικείμενα και τα γεγονότα που λαμβάνουν χώρα σ' αυτό, αναγνωρίζουν τις διάφορες χωρικές ιδιότητες. Με το να αναγνωρίζουν σχήματα, καθίσταται δυνατό το να απομονώσουν το αντικείμενο από το περιβάλλον του, να

μελετήσουν τις αντικειμενικές ιδιότητες και να λειτουργήσουν μ' αυτό πάντα σε σχέση με τις «περιβαλλοντικές» του λειτουργίες και προεκτάσεις. Στη προκειμένη περίπτωση μιλάμε για *τοπολογικές αναπαραστάσεις* οι οποίες αποτελούν τη βάση για τη διαμόρφωση χωρικής σκέψης στη προσχολική ηλικία μέσω αντικειμενικά υφιστάμενων, απτών σχημάτων (Yakimanskaya et al., 1991). Αυτές οι αναπαραστάσεις μπορούν να είναι πιο ακριβείς και ποιοτικότερες όταν στα παιδιά δίνεται η δυνατότητα να αλληλεπιδράσουν βιωματικά με το περιβάλλον τους, ειδικά όταν αυτό τους είναι γνώσιμο και ακόμα περισσότερο όταν συνεργάζονται με άλλα άτομα πάνω σε δραστηριότητες που παρέχουν πρόκληση και νοηματοδοτούνται από τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντά τους (Clements, 1999 · Clements et al., 2001 · Davis & Hyun, 2005).

Επίσης οι λεγόμενες *προβολικές χωρικές αναπαραστάσεις* βασίζονται σε όσα προαναφέρθηκαν. Οι σημαντικότερες αλλαγές, αφορούν τα συστήματα αναφοράς που πλέον δε περιορίζονται μόνο σε ένα και είναι πιο ρυθμιζόμενα. Ο προσανατολισμός του σώματος αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα όσον αφορά το καθορισμό των χωρικών σχέσεων. Επίσης κι άλλα συστήματα στα οποία ένα οποιοδήποτε αντικείμενο αποτελεί σημείο αναφοράς έξω από τον ίδιο τον εαυτό μας, οπτικά, λεκτικά ή μεταφορικά, δημιουργείται με βάση τον προαναφερθέντα προσανατολισμό.

Ενδεχομένως η χωρική σκέψη να αναπτύσσεται πέρα από τα αρχικά στάδια παράλληλα με το βαθμό πολυπλοκότητας που αποκτούν σταδιακά όλες οι ενέργειες χωρικού προσανατολισμού, με τον εμπλουτισμό τους μέσω ολοένα και πιο σύνθετων προβλημάτων, η επίλυση των οποίων απαιτεί το μετασχηματισμό μιας οπτικής κατάστασης μέσω της αντίληψης ή της αναπαράστασης χειρισμών των χωρικών εικόνων. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων βοηθά στη δημιουργία των απαραίτητων συνθηκών για την υιοθέτηση στρατηγικών κατασκευής, υπολογισμού και μέτρησης. Έτσι αναπτύσσονται *μετρικές αναπαραστάσεις* οι οποίες καθιστούν δυνατή τη χρήση συγκεκριμένων ιδιοτήτων όπως η απόσταση, το εύρος, το μήκος και το πλάτος και κατ' αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή και η επίλυση σύνθετων προβλημάτων υπολογισμού. Ταυτόχρονα, τα οπτικά ερεθίσματα κοινοποιούνται, σχηματοποιούνται πιο εύκολα και τονίζεται ο συμβολικός και αφαιρετικός τους χαρακτήρας. Εξάλλου, σύμφωνα με τις Καφούση & Σκουμπουρδή (2009) τα παιδιά προσχολικής ηλικίας εκτός από την απόκτηση βασικών αριθμητικών γνώσεων, μπορούν να ασχοληθούν εξίσου καλά και με θέματα Γεωμετρίας και μέτρησης. Σε αυτό συμφωνεί και η Τζεκάκη (2007), κατά την οποία, επιπλέον, η ανάπτυξη γεωμετρικής και χωρικής σκέψης, εκτός από αυτόνομες έννοιες και εμπειρίες, αποτελούν υποστηρικτικό εργαλείο αλλά και δείκτη μαθηματικής σκέψης των παιδιών (Hegarty & Kozhevnikov, 1999 · Rasmussen & Bisanz, 2005 · Gunderson et al., 2012).

Επομένως, δεδομένου ότι η δημιουργία αναπαραστάσεων φαίνεται να έχει ιδιαίτερα σημαντική επίδραση στις νοητικές δραστηριότητες του ατόμου και κατ' επέκταση στις γνωστικές διεργασίες, κρίνουμε χρήσιμο να συνοψίσουμε τα βασικότερα επιστημολογικά και εξελικτικά μοντέλα υποστήριξης της χωρικής σκέψης. Αφενός η βασική δυνατότητα του

ατόμου να κατανοεί, να αναδομεί, να ανακαλεί σύμβολα αλλά και να δημιουργεί νέα με αναφορές σε αναδυόμενη ή προϋπάρχουσα «αφαιρετική» γνώση, αφετέρου η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων που καθιστούν την ανθρώπινη νοητική διαδικασία μοναδική, αναδεικνύουν με σαφήνεια τη διασύνδεση σκέψης και αναπαραστατικής λειτουργίας στο πλαίσιο αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Ειδικότερα, η συμβολή του Bruner (1966) με την έμφασή του στην αμοιβαία και παράλληλη αλληλοτροφοδότηση πραξιακών, εικονικών και συμβολικών αναπαραστάσεων καθώς επίσης και η διάκριση σε τοπολογικές, προβολικές και μετρικές αναπαραστάσεις, όπως αυτή αναδεικνύεται από την ευρύτερη έρευνα σε ζητήματα ανάπτυξης χωρικής σκέψης (Yakimanskaya et al., 1991 · Clements et al., 2001 · Καφούση & Σκουμπουρδή, 2009 · Τζεκάκη, 2007), αποτέλεσαν σημαντικούς οδηγούς τόσο για την επιλογή των βασικών εργαλείων του διδακτικού πειράματος όσο και για τη διαμόρφωση του παρεμβατικού μοντέλου μας καθώς και για την ερμηνεία των δεδομένων που προέκυψαν στη συνέχεια.

2.6 Ενσώματη έκφραση και χωρική σκέψη

Σε συνέχεια του τύπου αναπαράστασης που σχηματίζεται μέσω της πράξης και της δράσης στο περιβάλλον (πραξιακή αναπαράσταση) και περιγράφηκε προηγουμένως, θα συμπληρώναμε ότι η διαδικασία της νόησης χαρακτηρίζεται ως ενσώματη, όταν κατά τη γνωστική επεξεργασία της πληροφορίας, δεν κατέχει κύριο ρόλο μόνο ο εγκέφαλος, αλλά και το ανθρώπινο σώμα (Eerland et al., 2011 · Markman & Brendl, 2005 · Wilson, 2002). Σύμφωνα λοιπόν με αυτή την προσέγγιση, η νόηση εκλαμβάνεται ως το σύνολο των διεργασιών που διαμοιράζονται και αλληλεπιδρούν με το φυσικό και κοινωνικό πλαίσιο (Adam & Galinsky, 2012 · Grafton, 2009, Varela et al., 1991) και κατά τη διάρκεια των οποίων, το ρόλο του διαμεσολαβητή μεταξύ της σκέψης και του περιβάλλοντος, διαδραματίζει το ανθρώπινο σώμα (Barsalou, 2008 · Thelen et al., 2001 · Shapiro, 2011 · Wilson, 2002 · Zacharia et al., 2012). Επομένως, υπάρχει η αντίληψη πως η ενσώματη δράση και η αλληλεπίδραση αισθήσεων, πράξης και περιβάλλοντος, συνδιαμορφώνουν σε σημαντικό βαθμό τη γνώση του ατόμου (Han et al. 2013 · Feldman & Narayanan, 2004), πολύ περισσότερο σε σχέση με τις διαδικασίες μη ενσώματης νόησης, κατά τις οποίες οι πληροφορίες θεωρούνται αφαιρετικές και συμβολικές και δε συνδέονται με αισθητικά και κινητικά συστήματα (Mahon & Caramazza, 2008). Η συνολική σωματική έκφραση αποτελεί επικοινωνιακό μέσο, μια σχεδόν «αυτόνομη δεύτερη γλώσσα» που μαζί με τον προφορικό λόγο αλλά και τον χώρο, συγκροτούν συντακτικές δομές παραγωγής συλλογισμού (Παντίδος & Ηρακλειώτη, 2014). Οι σωματικές δράσεις μπορούν να δημιουργήσουν ακόμα και συνθήκες εξέλιξης των συλλογισμών, υποδηλώνοντας, σύμφωνα με κάποιους ερευνητές, εννοιολογική αλλαγή (Givry & Roth, 2006).

Εξάλλου, η αντίληψη (νους) και η δράση (σώμα) δεν αποτελούν δύο ξεχωριστούς παράγοντες, αλλά αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για την

κατασκευή της γνώσης (Gallese, 2000 · Garbarini & Adenzato, 2004 · Varela et al., 1991) εφόσον η δράση τροφοδοτεί τη σκέψη και αντίστροφα. Η δράση δεν έπεται της σκέψης, αλλά ο άνθρωπος σκέφτεται και καθώς δρα (Shapiro, 2011), γεγονός που είναι σε θέση να αλλάξει τις καταστάσεις της σκέψης του (Wilson & Golonka, 2013). Προς την ίδια κατεύθυνση, ο Merleau-Ponty (2004) υποστηρίζει πως ο άνθρωπος, είναι ένα μυαλό με σώμα το οποίο μπορεί να αντιληφθεί τον κόσμο γύρω του, καθώς αυτό «προεκτείνεται» σε όλα αυτά τα στοιχεία και τις διαδικασίες που τον περικλείουν ενώ πολλοί ακόμα ερευνητές υποστηρίζουν πως ο νους δεν αποτελεί μία κινητήριο δύναμη που αυτόνομα λύνει προβλήματα, αλλά η λειτουργία του είναι αλληλένδετη με το σώμα (Wilson, 2002). Επιπλέον, οι Lakoff & Johnson (1999) εισάγουν τον όρο «ενσώματο ρεαλισμό», για να τονίσουν ότι το μυαλό δεν είναι ανεξάρτητο από την εξωτερική αναπαράσταση των διαδικασιών και των πραγματικών καταστάσεων καθώς το αισθησιοκινητικό μας σύστημα, διαδραματίζει κύριο ρόλο στη διαμόρφωση τους. Στην ουσία, το σώμα είναι αυτό που μετατρέπει τις εσωτερικές σκέψεις σε εξωτερικές αντανakλάσεις, καθώς αυτό φέρνει σε επαφή το γνωστικό σύστημα με τον κόσμο που το περιβάλλει.

Ένα παράδειγμα εμπειρίας δράσης, είναι οι χειρονομίες, οι οποίες αποτελούν μια (ανα)παραστατική κίνηση που επηρεάζει ένα εύρος γνωστικών διεργασιών (Goldin-Meadow & Beilock, 2010). Η «ενσωμάτωση», δηλαδή η άμεση εμπλοκή σε σωματικές εμπειρίες (Freiler, 2008 · Kontra et al., 2012 · Lindgren & Johnson-Glenberg, 2013) κάνει φανερό, πως ο εγκέφαλος δεν είναι ο μόνος γνωστικός πόρος για την επίλυση προβλημάτων. Το σώμα και η αλληλεπίδρασή μέσω αυτού με τον κόσμο που μας περιβάλλει αποτελεί αποτελεσματικό μέσο κατανόησης του περιεχομένου και των ιδιοτήτων του χώρου (Loomis & Lederman, 1986) αλλά κι επίλυσης προβλημάτων, καθώς οι δράσεις (εξωτερικές αναπαραστάσεις) μπορούν να αντικαταστήσουν ή καλύτερα να υποστηρίξουν κάποιες πιο σύνθετες εσωτερικές αναπαραστάσεις (Wilson & Golonka, 2013). Εξάλλου όπως προκύπτει από τη σχετική έρευνα (Westling & Johansson 1984), η αντιληπτική μας συμπεριφορά δεν μπορεί να απορρέει ούτε από την επενέργεια των εξωτερικών παραγόντων στο σώμα (εξωτερικότητα) ούτε και εξαρτάται αποκλειστικά και μόνον από τη δραστηριότητα του υποκειμένου (εσωτερικότητα) αλλά αναδύεται μέσα από τις σχέσεις που συνάπτουμε με το περιβάλλον μας. Στηριζόμενοι στην άποψη πως η γνώση γεννάται μέσω της αλληλεπίδρασης του ανθρωπίνου σώματος με τον περιβάλλοντα κόσμο, οι Kontra et al. (2012) και Zacharia et al. (2008), υποστηρίζουν πως η σωματική επίδραση πάνω σε αντικείμενα, αποτελεί ένα σημαντικό βιωματικό τρόπο μάθησης.

Αξίζει ν' αναφερθεί ότι ιδιαίτερα κατά τη τελευταία δεκαετία, ακόμα και μη εκπαιδευτικού χαρακτήρα βιντεοπαιχνίδια χρησιμοποιούν με αυξανόμενο ρυθμό ενεργητικές μορφές χωρικής παρατήρησης και αναπαράστασης που επιτρέπουν στο χρήστη να αλληλεπιδρά και να ελέγχει το περιβάλλον του παιχνιδιού με τις κινήσεις και τη φυσική δυναμική του ίδιου του σώματός του χωρίς την ύπαρξη τηλεχειριστηρίου ή άλλου απτικού διαμεσολαβητικού εργαλείου. Παραδείγματα τέτοιας τεχνολογίας είναι ενδεικτικά το Eye toy για τη πλατφόρμα Playstation

(Sony Computer Entertainment Inc.), το Kinect για τη πλατφόρμα Xbox (Microsoft Inc.) καθώς και η ίδια η κονσόλα Wii (Nintendo Inc.). Σε ορισμένα παιχνίδια, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να «βλέπει» πλήρη απεικόνιση του πραγματικού του εαυτού, ενσωματωμένη στο εικονικό περιβάλλον ενώ σε άλλα μπορεί να βλέπει τις ίδιες του τις κινήσεις να αναπαρίστανται από ένα κινούμενο χαρακτήρα (avatar) στο πλαίσιο της οθόνης. Ως μια αναδυόμενη τεχνολογία, οι συσκευές και τα περιβάλλοντα που αξιοποιούν την ενσώματη έκφραση, προσφέρουν νέες ευκαιρίες μάθησης (Sheu & Chen, 2014) αφού στο πλαίσιο παιχνιδιών που αξιοποιούν την αλληλεπίδραση με τον χώρο μέσω των χειρονομιών και της χρήσης του σώματος (gesture interactive game-based learning), είναι επίσης εφικτή και η ανάπτυξη δεξιοτήτων και γνώσεων εφόσον το άτομο εμπυθίζεται σε βιωματικά περιβάλλοντα δράσης (Altanis et al., 2013) τα οποία συχνά προσομοιάζουν την καθημερινότητα και περιλαμβάνουν ρεαλιστικές διαδικασίες της.

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι με την εμφάνιση νέων τεχνολογιών και μέσων έκφρασης όπως αυτών που εγγράφονται στο πεδίο της ΕΡ, κρίνεται απαραίτητο να επανεξετάσουμε τις «παραδοσιακές» πρακτικές που επικεντρώνονται κυρίως στις νοητικές διεργασίες ώστε να δοθεί έμφαση σε πιο βιωματικές συνθήκες που βασίζονται στην ενσώματη εμπειρία του περιβάλλοντος και στην κοινωνική συνδιαλλαγή. Το μοντέλο της ενσώματης νοητικής διεργασίας και η έμφαση στις διαδικασίες της απτικής και σωματικής αίσθησης ως γνωστικών μηχανισμών συνάδει με την αντίληψη ότι ο χειρισμός ενός ρομπότ και η αλληλεπίδραση με το «σώμα» του με την έμμεση διαμεσολάβηση του σώματος του «προγραμματιστή» και των γύρω του οδηγεί σε μαθησιακές εμπειρίες που ευνοούν την εμπύθηση και την αφαιρετική σκέψη.

Η ταύτιση της ΕΡ με τις πρακτικές της ενσώματης μάθησης αρχικά βασίζεται στη λογική της μεταφοράς του περιβάλλοντος προγραμματισμού σε μια κινητή συσκευή (ταμπλέτα, φορητός υπολογιστής, κινητό), γεγονός το οποίο δημιουργεί νέες δυνατότητες αφού πλέον εμπλέκεται και έχει άμεση σημασία στο τελικό αποτέλεσμα, η (μετα)κίνηση του ίδιου του σώματος ή άλλων αντικειμένων στην τάξη, η δυνατότητα επίδειξης στους άλλους του τί συμβαίνει με την προσομοίωση ή με τον κώδικα που εκτελείται και τα αποτελέσματα που έχει σε πραγματικό χρόνο. Οι Catlin & Blamires (2007) ισχυρίζονται ότι εφόσον η ενσώματη πρακτική αφορά τον τρόπο με τον οποίο εξάγουμε και μοιραζόμαστε νοήματα με τους «άλλους» μέσω άμεσης αλληλεπίδρασης του σώματος με το περιβάλλον και τα αντικείμενα που περιέχει, κάτι ανάλογο ισχύει και για τη ρομποτική η οποία αξιοποιεί και συσχετίζει τόσο στοιχεία του «πραγματικού κόσμου» όσο και του ψηφιακού σε περιβάλλον οθόνης. Από την άλλη, ισχυρίζονται πως τα ίδια παιδιά που φαίνεται να διακατέχονται από σχετική σύγχυση ως προς την ορθή εκτέλεση της εντολής «Ευθεία» σε εικονικό περιβάλλον υπολογιστή αντίθετα όταν καλούνται να κάνουν το ίδιο βιωματικά, ενσώματα στο πλαίσιο παιχνιδιού-ρόλων, εκτελούν τη κίνηση άψογα. Αυτό αποδεικνύει ακριβώς την αναγκαστική εμπύθηση κι εμπλοκή του παιδιού στη διαδικασία προγραμματισμού με πρακτικές απόλυτα βιωματικές και ενσώματες ώστε η κίνηση που δομείται αρχικά νοητικά να οριστεί τελικά

κατόπιν διαμεσολάβησης και του σώματος του ίδιου του «προγραμματιστή». Με άλλα λόγια, για την επιτυχή σύνταξη του εκτελέσιμου προγράμματος είναι απαραίτητη η ταύτιση του με αυτούσια δράση σε πραγματικό περιβάλλον και αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω αλληλοτροφοδότησης νοητικών κι ενσώματων διεργασιών.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η ΕΡ και η ενσώματη πράξη είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μιας και το ψηφιακό αποτύπωμα (πρόγραμμα σε περιβάλλον υπολογιστή) πρέπει απαραίτητα να επιβεβαιωθεί μέσω της προέκτασής του σε πραγματικό περιβάλλον και αυτό μπορεί να συμβεί μέσα από χρήση του ίδιου του σώματος του ατόμου που χειρίζεται το ρομπότ και τη διαδικασία προγραμματισμού αλλά και τυχόν συνεργατών του. Ακόμα και στο ενδεχόμενο που τόσο η διαδικασία προγραμματισμού όσο και η εκτέλεση της όποιας κίνησης ως φυσιολογική απόρροια, συμβαίνουν σε ψηφιακό περιβάλλον χωρίς την εμπλοκή «φυσικού» ρομπότ στον χώρο, έχουμε παρατηρήσει ότι το σώμα δε μένει αμέτοχο. Έτσι και στη περίπτωση της έρευνάς μας, όπως καταγράφεται και στα συμπεράσματα της διατριβής, όταν τα παιδιά κλήθηκαν να προγραμματίσουν ψηφιακό ρομπότ στο περιβάλλον του λογισμικού Lightbot (βλ.4.3.4), ο μηχανισμός δόμησης χωρικής σκέψης, επιβεβαίωσης χωρικών επιλογών αλλά και κατανόησης του χωρικού προβλήματος, εκδηλώνονταν είτε με μετατόπιση σώματος είτε με αλλαγή φοράς της ταμπλέτας και συντονισμό με εγωκεντρικό σημείο αναφοράς. Τέλος, στο νοηματικά πλούσιο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος, η απόπειρα ορισμού κίνησης του ρομπότ τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT και η επιβεβαίωση της ορθότητας του κώδικα σχεδόν πάντα είχε αναφορές στη χρήση του σώματος (αλλαγή θέσης, μετατόπιση ρομπότ, ευθυγράμμιση οπτικής γωνίας, χρήση χεριών κλπ.) και όχι απαραίτητα και αποκλειστικά στη χρήση γλώσσας μιας και όπως τεκμηριώνεται και ερευνητικά «το ανθρώπινο σώμα, δεν (συν)διαμορφώνει νοήματα απαραίτητα με τον προφορικό λόγο, αλλά μπορεί να αποδώσει και από μόνο του, αυθύπαρκτα νοήματα, τα οποία δε χρειάζονται αποσαφήνιση» (Hadzigeorgiou et al., 2009).

2.7 Χωρική σκέψη και μικρά παιδιά

Η ανάπτυξη και χρήση χωρικών δεξιοτήτων είναι μια κεντρική πτυχή των διαδικασιών προσαρμογής του ατόμου στο περιβάλλον και στις περιρρέουσες συνθήκες. Για να κατανοήσουμε την ανθρώπινη γνωστική λειτουργία, είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε πώς κωδικοποιούνται οι θέσεις των αντικειμένων στον χώρο, πώς αυτοπροσδιορίζονται για να προσανατολίζονται με επιτυχία και πώς το άτομο αναπαριστά και χρησιμοποιεί τη χωρική πληροφορία που προσλαμβάνει. Μέχρι πρόσφατα, οι σχετικές με τις συνθήκες ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων προσεγγίσεις, είναι αυτές που αναφέρθηκαν προηγουμένως και συνοπτικά αφορούν αφενός τις απόψεις του Piaget, αφετέρου του Vygotsky. Ο μεν πρώτος ισχυριζόταν ότι ο άνθρωπος γεννιέται χωρίς έμφυτη γνώση του χώρου ή μια αντίληψη της μόνιμης κατάστασης των αντικειμένων αλλά αυτή εξελίσσεται σταδιακά μέσα από τη βιωματική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον. Σύμφωνα με τη

προσέγγιση του Vygotsky η ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων διαμεσολαβείται από σημειωτικά συστήματα και υποστηρίζεται σημαντικά από το κοινωνικό πλαίσιο και τις αλληλεπιδράσεις με εμπειρότερα άτομα.

Από την άλλη, οι Newcombe & Huttenlocher (2000, 2006) προάγουν τη συζήτηση για μια προσέγγιση που βασίζεται στην επιρροή των αλληλεπιδράσεων στην χωρική ανάπτυξη των παιδιών και ισχυρίζονται ότι αυτή η οπτική περιλαμβάνει κι ενδεχομένως συμπληρώνει τις βασικές ιδέες των υπόλοιπων θεωρητικών προσεγγίσεων. Ισχυρίζονται ότι το βιολογικό υπόβαθρο του κάθε νηπίου, από μικρή κιόλας ηλικία, είναι σε θέση να αλληλεπιδρά με τις γνωστικές και εμπειρικές διεργασίες που προκύπτουν από το συγκεκριμένο χωρικό περιβάλλον το οποίο βιώνει κι εντός του οποίου δρα. Εξάλλου, ερευνητές προερχόμενοι από τα πεδία της γνωστικής ψυχολογίας και της γλωσσολογίας όπως οι Chomsky & Halle (1965) και Pinker (1994) έχουν υποστηρίξει την αντίληψη ότι τα νήπια έρχονται στον κόσμο με έτοιμα γλωσσικά εργαλεία είτε με πρότερη, έμφυτη γνώση των διαθέσεων και των επιθυμιών των γύρω τους ή αλλιώς με μια «βιολογική διαισθητικότητα». Κατά τις Shusterman & Spelke (2005), σε σχέση με την ανάπτυξη χωρικής αντίληψης, τα νήπια από το πρώτο διάστημα της ζωής τους διαθέτουν έμφυτη, διαισθητική γνώση που αφορά τον χώρο, τα αντικείμενά και τις ιδιότητές τους (βαρύτητα, αδράνεια, κίνηση στον χώρο κλπ.). Η γνώση αυτή βελτιώνεται με το πέρασ του χρόνου και με τον εμπλουτισμό των αλληλεπιδράσεων ειδικότερα με τη διαμεσολάβηση της γλώσσας.

Βασιζόμενοι σε έρευνες τους με βρέφη ηλικίας 5 μηνών, οι Van de Walle & Spelke (1996), ισχυρίζονται ότι τα παιδιά από το βρεφικό κιόλας στάδιο επιδεικνύουν έμφυτες δυνατότητες αντίληψης του περιβάλλοντος, των αντικειμένων που κινούνται μέσα σ' αυτό και της ολότητάς τους. Με βάση τα ευρήματά τους, τα νήπια είναι σε θέση να συνθέσουν πληροφορία που προσλαμβάνουν από το περιβάλλον ώστε να αντιληφθούν την κατάσταση ενός αντικειμένου όσο αυτό κινείται στον χώρο είτε είναι απόλυτα ορατό στο οπτικό τους πεδίο είτε μερικώς εντοπίσιμο σε διαφορετικές φάσεις ενώ παράλληλα παρουσιάζουν τη δυνατότητα δημιουργίας αναπαραστάσεων που αφορούν μη συστηματικές και τυχαίες σχέσεις που συνδέουν τα αντικείμενα του περιβάλλοντος. Τα αποτελέσματα αυτά φαίνεται να επιβεβαιώνουν τα πορίσματα άλλων σχετικών ερευνών (Spelke & Kinzler, 2007 · Spelke & Van de Walle, 1993 · Leslie & Keeble, 1987) με βάση τα οποία οι διαδικασίες αντίληψης κι αιτιολόγησης των χωρικών σχέσεων σε νήπια, δεν είναι διακριτές, αλληλοτροφοδοτούνται και συμβαίνουν παράλληλα.

Ωστόσο, το βασικότερο πρόβλημα αυτής της διαδικασίας είναι ότι επικεντρώνεται κυρίως σε ζητήματα προσανατολισμού και οπτικής εξερεύνησης του χώρου ενώ αγνοεί σε μεγάλο βαθμό σημαντικές πτυχές της χωρικής συμπεριφοράς όπως τη χρήση συμβολικών αναπαραστάσεων, στρατηγικών πλοήγησης και κίνησης στον χώρο και την αξιοποίηση της χωρικής μνήμης (Huttenlocher & Lourenco 2007, Plumert · Hund & Recker, 2007). Σημαντική είναι η κριτική που ασκείται από διάφορους ερευνητές (Nardini et al., 2006 · Nardini et al., 2008, Nardini et al., 2009) οι οποίοι εστιάζουν τις αιτιάσεις τους στο γεγονός ότι η

χρήση διαφορετικών συστημάτων αναφοράς σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο του υποκειμένου, βελτιώνεται σημαντικά και προοδευτικά με το πέρας της ηλικίας. Οι Nardini et al. (2008) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι παιδιά ηλικίας 8 ετών μπερδεύονται ιδιαίτερα όταν καλούνται να χρησιμοποιήσουν συνδυαστικά εγωκεντρικά και αλλοκεντρικά συστήματα αναφοράς για τη σύνθεση χωρικής πληροφορίας, χρήσιμη για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών στον χώρο.

2.8 Έννοιες χώρου και αναλυτικό πρόγραμμα

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η σημασία που ενέχει η ανάπτυξη χωρικής σκέψης στα παιδιά από τις μικρές ακόμη ηλικίες, είναι τόσο μεγάλη ώστε αντικατοπτρίζεται έντονα στο περιεχόμενο των Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών πολλών χωρών και στις αλλαγές που συντελούνται σ' αυτό με το πέρας του χρόνου. Το πλαίσιο στο οποίο περιλαμβάνονται κατά κύριο λόγο οι αναφορές σε χωρικές δεξιότητες και σε δραστηριότητες που να ευνοούν την ανάπτυξή τους, είναι το πεδίο της Γεωμετρίας, και της Γεωγραφίας αν και δε λείπουν οι αναφορές διαθεματικής φύσης. Στη παρούσα φάση θα θέλαμε να εξετάσουμε το Αναλυτικό Πρόγραμμα (στο εξής Α.Π.) της Ελλάδας με έμφαση στις αναφορές του στην ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Μαθηματικών, της Γεωμετρίας και της Γεωγραφίας, όσον αφορά ιδιαίτερα τη πρώτη βαθμίδα εκπαίδευσης.

Τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών στην Ελλάδα είναι διαχωρισμένα σαφέστατα με βάση το ηλικιακό κριτήριο και αν και σε μεγάλο βαθμό παρουσιάζουν λειτουργική συνέχεια, εντούτοις δεν διαθέτουν απόλυτα ενοποιημένη οντότητα όπως σε άλλες χώρες. Το πιο πρόσφατο Πρόγραμμα που αφορά το Νηπιαγωγείο είναι το αναθεωρημένο του 2014 (ΙΕΠ, 2014), σε συνέχεια του πιλοτικού του 2011 και αποτελεί ουσιαστικά συνέχεια του ΔΕΠΠΣ (Π.Ι., 2003). Σκοπός του είναι η υποστήριξη των εκπαιδευτικών προσχολικής αγωγής στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της μαθησιακής διαδικασίας σύμφωνα με τις νεότερες παιδαγωγικές αρχές. Στο νέο Α.Π. περιγράφονται με σαφήνεια:

- οι στόχοι της εκπαίδευσης και της αγωγής που παρέχεται στο νηπιαγωγείο για παιδιά 4-6 ετών έτσι όπως ορίζονται από τις κατευθύνσεις και τις προτεραιότητες του «Νέου Σχολείου» και της Ευρωπαϊκής Ένωσης και
- οι μαθησιακές εμπειρίες, τα υλικά και οι διδακτικές προσεγγίσεις που μπορούν να διευκολύνουν την υλοποίηση των παραπάνω στόχων. Οι Μαθησιακές Περιοχές ή αλλιώς Επιστημονικά Πεδία που περιλαμβάνονται είναι οκτώ και αφορούν: τη Προσωπική και Κοινωνική Ανάπτυξη, τη Γλώσσα, τα Μαθηματικά, τις Τέχνες, τη Φυσική Αγωγή, τις Φυσικές Επιστήμες, τις Κοινωνικές Επιστήμες και τις Τ.Π.Ε.

Στα πλαίσια του προγράμματος των Μαθηματικών για το Νηπιαγωγείο τα παιδιά πρέπει να βρίσκονται σε μια συνεχή

αλληλεπίδραση με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον με στόχο την ανάπτυξη απλών μαθηματικών δεξιοτήτων μέσω εφαρμογής των ιδεών τους σε κοινές περιστάσεις και πραγματικά προβλήματα της καθημερινότητας. Καλούνται να αξιοποιήσουν απλές μαθηματικές έννοιες για να αντιληφθούν ζητήματα που λαμβάνουν χώρο στο καθημερινό από περιβάλλον τους, συγκρίνουν και δομούν σχέσεις, σχέδια και ακολουθίες. Έτσι τα παιδιά, ενθαρρύνονται να αναπτύσσουν γνώσεις και να πειραματιστούν με τα μαθηματικά μέσα από βιωματικές καταστάσεις. Με βάση τα όσα περιγράφει το Α.Π., τα παιδιά επεξεργάζονται και αξιοποιούν νέα δεδομένα, συγκρίνουν και μέσα από διαδικασίες δοκιμής-ελέγχου επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις που διατυπώνουν, επινοούν κι επεξεργάζονται λύσεις για τα προβλήματα που τίθενται και στη πορεία αξιοποιούν τις ΤΠΕ και τα σύγχρονα εργαλεία όπου αυτό είναι εφικτό. Όλα αυτά προβλέπονται σε ένα ευρύτερο ομαδοσυνεργατικό περιβάλλον όπου ευνοείται ο πειραματισμός, η προσωπική παρατήρηση, η κατασκευή εννοιών, ιδεών και οντοτήτων, η ελεύθερη σκέψη και τα ανοιχτά περιβάλλοντα.

Αναγνωρίζεται το γεγονός ότι τα παιδιά, ως μαθητές και μέλη της σύγχρονης κοινωνίας, ζουν σε ένα κόσμο με ραγδαίες κοινωνικές, επιστημονικές και τεχνολογικές εξελίξεις κι ενδέχεται στο εγγύς μέλλον να έρθουν αντιμέτωπα με μια διαφορετική πραγματικότητα που απαιτεί ευχέρεια και προσαρμοστικότητα γνώσης. Έτσι, δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η επίλυση προβλήματος, η επεξεργασία δεδομένων, η ανάλυση και σύνθεση μιας συλλογιστικής διαδικασίας, η εκτίμηση, η πρόβλεψη και η γενίκευση. Επομένως, κεντρικοί στόχοι της μαθηματικής εκπαίδευσης σήμερα, δεν είναι η τυπική μάθηση εννοιών και διαδικασιών αλλά η ανάπτυξη ενός ευρύτερου τρόπου σκέψης που αξιοποιεί δημιουργικά και πρακτικά, χαρακτηριστικά της μαθηματικής σκέψης σε ποικίλα περιβάλλοντα.

Όσον αφορά το τρόπο οργάνωσης του προγράμματος των Μαθηματικών, έχει επιλεγεί η λογική των «τροχιών» ανάπτυξης εννοιών και διεργασιών οι οποίες οργανώνουν την πορεία που ακολουθεί η μαθησιακή εμπειρία των παιδιών. Οι πέντε άξονες με τις τροχιές που αναπτύσσονται στο πρόγραμμα των Μαθηματικών και αφορούν την προσχολική ηλικία είναι: α) αριθμοί και πράξεις (φυσικοί αριθμοί ως το 10 και πράξεις), β) χώρος και γεωμετρία-μέτρηση (προσανατολισμός στο χώρο, γεωμετρικά σχήματα, μετασχηματισμοί και οπτικοποίηση), γ) άλγεβρα (κανονικότητες και ισότητες), δ) στατιστική (οργάνωση δεδομένων), ε) πιθανότητες. Είναι σημαντικό ότι στο ίδιο το Α.Π. τονίζεται ιδιαίτερα ότι τα περισσότερα από τα στοιχεία που ανήκουν στους παραπάνω άξονες, δεν «διδάσκονται» στα παιδιά, ούτε αυτά τα «μαθαίνουν» υπό το παραδοσιακό πρίσμα, αλλά μέσω παιγνιώδους περιβάλλοντος και ατομικών δράσεων, κάνουν μια αρχική γνωριμία και δομούν τις πρώτες εμπειρίες τους. Σε κάθε τροχιά δίνονται οι μαθησιακοί στόχοι σε συνάρτηση με το σχετικό περιεχόμενο και προτείνονται ενδεικτικές δραστηριότητες και περιβάλλοντα. Τη θέση των «παλιών» περιεχομένων και ενδεικτικών δραστηριοτήτων, καταλαμβάνουν υπό μια έννοια η ανάλυση της θεματικής περιοχής σε βασικές τροχιές ανάπτυξης, στις οποίες αντιστοιχούν περιεχόμενα ανάπτυξης με σχετικές δραστηριότητες και οδηγίες.

Ειδικότερα, σε σχέση με τη θεματική ενότητα «Χώρος και Γεωμετρία-Μέτρηση» που μας αφορά πιο στενά στο πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας, τα περιεχόμενα άπτονται: α) του χώρου (θέσεις, διευθύνσεις, διαδρομές, ανάγνωση χαρτών, δόμηση χώρου και συντεταγμένες, αναγνώριση οικείων, απλών χαρτών εντοπίζοντας θέσεις και διαδρομές, δόμηση χώρου), β) των γεωμετρικών σχημάτων (αναγνώριση, ονομασία και ταξινόμηση επίπεδων και στερεών γεωμετρικών σχημάτων, ανάλυση σχημάτων σε στοιχεία και ιδιότητες, κατασκευές σχημάτων, σύνδεση μεταξύ γεωμετρικών σχημάτων και στερεών, ανάλυση σε άλλα σχήματα και μέρη), γ) των μετασχηματισμών και συμμετρίας, (μετατόπιση και στροφή, αξονική συμμετρία), δ) της οπτικοποίησης και του χωρικού συλλογισμού (αναγνώριση οπτικών γωνιών, δημιουργία οπτικοποιήσεων), ε) της μέτρησης μήκους (άμεσες και έμμεσες συγκρίσεις, μέτρηση με επικαλύψεις, χρήση τυπικών οργάνων μέτρησης μήκους, εκτιμήσεις αποστάσεων και μηκών), στ) της μέτρησης επιφάνειας (άμεσες και έμμεσες συγκρίσεις, δόμηση επιφανειών, χρήση οργάνων, εκτιμήσεις επιφανειών), ζ) της μέτρησης όγκου (άμεσες και έμμεσες συγκρίσεις με τη χρήση μη τυπικών μονάδων μέτρησης, εκτιμήσεις όγκου).

Για την επίτευξη στόχων σχετικών με τα προαναφερθέντα πεδία και κυρίως με αυτό της ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων και χωρικής Σκέψης, προτείνονται στο Α.Π. δραστηριότητες όπως: α) οργάνωση βιωματικών παιχνιδιών προσανατολισμού στο χώρο της τάξης, με διαφορετικά συστήματα αναφοράς κάθε φορά, β) χρήση ψηφιακών περιβαλλόντων με βάση τη χρήση της γλώσσας Logo, όπως το περιβάλλον «Ladybug Leaf» αλλά και του ελεύθερου λογισμικού GCompris⁹, γ) χρήση εκπαιδευτικού υλικού με τη μορφή χαρτών στη γωνιά των μαθηματικών ή της γραφής ή φυσικά στη βιβλιοθήκη, δ) συνδημιουργία, με τα παιδιά, χαρτών μικρο-χώρων όπου η αντιστοίχιση αντικειμένων ένα προς ένα στηρίζει την κατανόηση αυτής της μορφής παράστασης, ε) χρήση χαρτών για την αναπαράσταση χωρικών καταστάσεων και/ή μετακινήσεων, στ) παιχνίδια τοποθέτησης σε βιωματικά, εμπράγματα και αναπαραστατικά περιβάλλοντα όπου τα παιδιά καλούνται να εντοπίσουν τρόπους περιγραφής μιας θέσης ή μιας διαδρομής, ζ) παιχνίδια «επεξεργασίας» (παρατήρησης / αναγνώρισης) της οπτικής γωνίας μιας δισδιάστατης απεικόνισης, η) παιχνίδια υπολογισμού/εκτίμησης αποστάσεων με χρήση τυπικών και άτυπων μονάδων.

Εκτός της περιοχής των Μαθηματικών και της Γεωμετρίας που παραδοσιακά ταυτίζονται άμεσα με ζητήματα χώρου και χωρικών δεξιοτήτων, ανάλογες αναφορές υπάρχουν και στη μαθησιακή περιοχή των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο της οποίας τα παιδιά καλούνται να αναγνωρίζουν και να περιγράφουν τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, να χρησιμοποιούν μοντέλα αναπαράστασης των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών της επιφάνειας της Γης σε διάφορες κλίμακες (π.χ. μακέτες, μοντέλα, γεωμορφολογικούς δισδιάστατους και τρισδιάστατους-ανάγλυφους χάρτες). Ξεκινούν τη συστηματική

⁹ <https://gcompris.net/index-en.html>

προσέγγιση του χάρτη με σταδιακή εξοικείωση αρχικά με χάρτες ή μακέτες μικρής κλίμακας και σταδιακά προχωρούν στην επεξεργασία αναπαραστάσεων μεγαλύτερης κλίμακας αξιοποιώντας τους αυτοσχέδιους χάρτες που χρησιμοποιούν σε παιχνίδια και άλλες εκπαιδευτικές δράσεις.

Στη μαθησιακή περιοχή των ΤΠΕ, διερευνούν, πειραματίζονται και ανακαλύπτουν τη γνώση με λογισμικά ανοιχτού τύπου (οπτικοποίησης, προσομοίωσης). Μετά από παρατήρηση βιωμένων και γνώριμων χώρων τους, οι μαθητές ενθαρρύνονται στο να κατασκευάσουν την μακέτα τους. Εντοπίζουν στο Google Earth¹⁰ ή Google Street View τη γειτονιά τους ή συγκεκριμένα στοιχεία της προκειμένου να την αναπαραστήσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια και συμμετέχουν σε δραστηριότητες περιήγησης σε αρχαιολογικούς χώρους μέσω του Google Earth. Επιπλέον, μεταξύ των στόχων είναι η ανάπτυξη της ικανότητας κρίσης, της λήψης αποφάσεων, της επίλυσης προβλημάτων και της μοντελοποίησης της γνώσης με προγραμματιζόμενα παιχνίδια και περιηγητές εδάφους (τύπου Bee-Bot, βλ. 1.1) και λογισμικά ανοιχτού τύπου. Στο πλαίσιο δημιουργίας παραμυθιών και ιστοριών, καλούνται να αναπαραστήσουν διαδρομές, κατευθύνοντας το προγραμματιζόμενο παιχνίδι σε επιδαπέδιο πίνακα ενώ προβλέπουν ποια σημεία θα πρέπει να αποφύγει, σχεδιάζουν την πορεία κι εξηγούν τους λόγους που επέλεξαν τη συγκεκριμένη διαδρομή. Τέλος, τα παιδιά κάνουν χρήση λογισμικών εννοιολογικής χαρτογράφησης.

Στη μαθησιακή περιοχή «Περιβάλλον και εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη» εκτός από το σκοπό της ευαισθητοποίησης και κινητοποίησης των παιδιών ως μελλοντικών πολιτών προς την υιοθέτηση περιβαλλοντικής ηθικής και πρακτικών, μεγάλη σημασία αποδίδεται στη χρήση αναπαραστατικών μέσων για την οπτική απόδοση του περιβάλλοντος αλλά και στην κατανόησή του γεωγραφικού χώρου, είτε με την ευρύτερη έννοια είτε υπό το πρίσμα της χωρικής αντίληψης, ως συστήματος ισορροπιών και σχέσεων. Σημασία στις σχέσεις του σώματός μας με τα αντικείμενα και τα πρόσωπα του περιβάλλοντός μας γίνεται και στις ενότητες της Φυσικής Αγωγής και του Χορού. Μεταξύ των βασικών μαθησιακών στόχων είναι η αναγνώριση των στοιχείων του χώρου σε επίπεδο προσωπικού και γενικού χώρου, επιπέδων, διαδρομών και κατευθύνσεων. Τα παιδιά και εδώ ενθαρρύνονται να κατανοήσουν τις χωροτακτικές σχέσεις με τα αντικείμενα (πάνω, πίσω, ανάμεσα κτλ.) κι επομένως με σημείο αναφοράς το σώμα τους (εγωκεντρικά) ή κάποιο άλλο σημείο (αλλοκεντρικά). Επιπλέον κάνουν χρήση εποπτικών εργαλείων για την οριοθέτηση του χώρου ενώ ενθαρρύνονται να εξοικειωθούν με τις έννοιες «δεξιά-αριστερά, πάνω-κάτω, μακριά-κοντά» και να κινούνται τόσο ευθεία όσο και με εναλλαγές κατεύθυνσης μετά από απλά ή σύνθετα ερεθίσματα. Στο πλαίσιο του στόχου χρήσης κίνησης για τη βιωματική μάθηση εννοιών από διαφορετικές περιοχές, καλούνται να χαράσσουν διαδρομές για να κινηθούν με ασφάλεια, αποφεύγοντας «παγίδες» και διαλέγοντας τη συντομότερη πορεία. Τέλος, η μαθησιακή περιοχή των Τεχνών συμβάλει

¹⁰ <https://www.google.com/earth/>

κατά τ' άλλα στην ενθάρρυνση της δημιουργίας αναπαραστάσεων δυο και τριών διαστάσεων, στη γνωριμία με τις δυνατότητες της ψηφιακής τεχνολογίας για παραγωγή, αναπαραγωγή και μετασχηματισμό έργων και στην κατανόηση διαφορετικών οπτικών μέσα από διαφορετικούς ρόλους και τον σχηματισμό «νοητικών» εικόνων με βάση πληροφορίες άλλου προσώπου και απόδοση μέσω ζωγραφικής.

Συμπερασματικά, η χωρική σκέψη και ο βαθμός στον οποίο τα νέα αναλυτικά προγράμματα δίνουν ολοένα και περισσότερη έμφαση στην ανάπτυξη της με παιδιά από τις μικρές ακόμη ηλικίες, έχει ιδιαίτερα μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον και καταδεικνύει τη σημασία των σχετικών δεξιοτήτων. Επίσης, το γεγονός ότι υπονοεί πολύπλοκες διεργασίες που σχετίζονται με την ευρύτερη διαδικασία μάθησης, την εργασία, το παιχνίδι και γενικότερα τη συμπεριφορά του ατόμου και τη προσαρμοστικότητά του στο καθημερινό περιβάλλον και πεδίο δράσης του (Bishop, 1980, Rafi et al, 2006), ευνοεί την έρευνα και ειδικότερα την προσέγγιση εξειδικευμένων ζητημάτων που άπτονται της χωρικής σκέψης και θεωρούνται θεμελιώδη για το άτομο που αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του τόσο σε νοητικό όσο και σε ενσώματο πλαίσιο.

2.9 Χωρική σκέψη και ψηφιακά εργαλεία

Σε συνέχεια του προβληματισμού για τα παραπάνω ζητήματα, αναφερόμαστε σε σύγχρονα εργαλεία όπως αυτά που εντάσσονται στο πεδίο των περιβαλλόντων Εικονικής Πραγματικότητας (στο εξής ΕΠ). Αυτά τα μέσα, αξιοποιώντας νέες προσφερόμενες δυνατότητες, φαίνεται να παρέχουν εξαιρετικά πλούσιες χωρικές εμπειρίες σε σχέση με την ανάπτυξη δυναμικών χωρικών δεξιοτήτων που απαιτούνται για επιτυχημένη πλοήγηση, αντίληψη και αναπαράσταση χώρων. Σύμφωνα με τους Richardson et al. (1999) τα περιβάλλοντα ΕΠ είναι ιδανικά για την εκπαίδευση παιδιών προσχολικής ηλικίας και την ανάπτυξη στρατηγικών και δεξιοτήτων προσανατολισμού σε μεγάλης κλίμακας χώρους ενώ παράλληλα διευκολύνουν κι ενισχύουν τις χωρικές αναπαραστάσεις. Επιπλέον, αφενός φαίνεται να επεκτείνουν και να εμπλουτίζουν σε μεγάλο βαθμό την κινητική εμπειρία των παιδιών κατά τη διάρκεια της πλοήγησής τους σε 3D περιβάλλον μέσα από δράσεις περιστροφής, πρόβλεψης και σχεδιασμού κινήσεων κ.α., αφετέρου βοηθούν στην ανάπτυξη αντίληψης του περιβάλλοντα χώρου μέσα από διαφορετικές οπτικές. Επομένως, λόγω της εγγενούς σχέσης τους με διαδικασίες που συναντάμε και σε παρεμβάσεις με αξιοποίηση ΕΡ που αποτελεί επίκεντρο της παρούσας εργασίας, κρίναμε αναγκαίο να αναφερθούμε ξεχωριστά στη μέχρι τώρα εμπειρία και έρευνα. Κάτι τέτοιο μας βοήθησε να αντλήσουμε χρήσιμα συμπεράσματα που διευκόλυναν και την μετέπειτα ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν.

Για μια από τις τόσο ενδιαφέρουσες και πολύπλοκες πτυχές γνωστικής ανάπτυξης (Tlauka & Wilson, 1996 · Richardson et al., 1999) όπως αυτή της χωρικής σκέψης, οι νέες προοπτικές που αναδύονται χάρη σε καινοτόμα εικονικά-ψηφιακά περιβάλλοντα σχετίζονται άμεσα και με τις δυνατότητες που παρέχει η σύγχρονη τεχνολογία για πιστή αναπαράσταση πλούσιων φανταστικών αλλά και ρεαλιστικών

περιβαλλόντων. Σύμφωνα με τους Rizzo et al. (2002), οι τεχνολογίες εικονικής πραγματικότητας μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη στοχευμένη ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων με τη δυνατότητα δημιουργίας, αναπαράστασης και χειρισμού δυναμικών 3D αντικειμένων και περιβαλλόντων με σταθερό τρόπο και με ακριβή καταγραφή της ανθρώπινης αλληλεπιδραστικής επίδοσης με αυτά τα ερεθίσματα.

Η «μεταφορά» χωρικής συμπεριφοράς και αντίληψης από ψηφιακά-εικονικά σε πραγματικά περιβάλλοντα αποτελεί ένα αρκετά σοβαρό ζήτημα που έχει απασχολήσει αρκετά τη σχετική έρευνα (Richardson et al., 1999 · Bliss et al., 1997 · Darken & Banker, 1998, Waller et al., 1998 · Witmer et al., 1996 · Okagaki & Frensch, 1996 · Subrahmanyam & Greenfield, 1996). Η χρήση τρισδιάστατων περιβαλλόντων Εικονικής Πραγματικότητας (στο εξής Ε.Π.) ως διδακτικών εργαλείων και για διάφορα γνωστικά αντικείμενα επιβεβαιώνεται στη βιβλιογραφία (Loomiset al., 1999 · Mallot et al., 1998 · Péruch & Gaunet, 1998 · Péruch et al., 2000 · Winn, 1993 · Chittaro & Ranon, 2007 · Κόμης, 2004 · Mikropoulos, 2006 · Diplas & Pintelas, 2000). Η δυναμική τους έγκειται κυρίως στο γεγονός ότι η αίσθηση παρουσίας και δράσης του παιδιού-χρήστη μέσα στο ίδιο το πρόβλημα το οποίο καλείται να επιλύσει, αποτελεί ισχυρό κίνητρο για την απόπειρα απόκτησης του ελέγχου της ιδανικής θέσης και κίνησης στο εικονικό περιβάλλον (Mikropoulos 2006).

Σε σχετική έρευνα των Κόμη & Δίπλα (Diplas & Komis, 2010 · Κόμη & Δίπλας, 2010), με αντικείμενο τη μελέτη της επίδρασης του εικονικού περιβάλλοντος στις δεξιότητες χωρικής σκέψης των χρηστών αναφορικά με την επίλυση προβλήματος, επιχειρήθηκε η αξιολόγηση της επάρκειας των συστημάτων ΕΠ ως εκπαιδευτικών πλαισίων για μια ποικιλία γνωστικών αντικειμένων. Στη συγκεκριμένη έρευνα εκφράζεται η αναγκαιότητα του να είναι το υποκείμενο σε θέση να αποθηκεύσει δισδιάστατες και τρισδιάστατες πληροφορίες με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να είναι εφικτή αργότερα η ανάκτηση και χρήση αυτών των αναπαραστάσεων σε πιθανές περιπτώσεις επίλυσης προβλήματος όπως και στη περίπτωση χρήσης χαρτών (Lathrop & Kaiser, 2005). Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξαν οι ήταν ότι αρχικά φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης των χρηστών και των διαφορετικών στρατηγικών θέασης και εξερεύνησης του χώρου (χρήση εικονικού περιβάλλοντος & κάτοψης και χρήση χάρτη πραγματικού περιβάλλοντος).

Σε άλλη ανάλογη έρευνα των Gabrielli et al., (2000), γίνεται απόπειρα να περιγραφεί ο τρόπος με τον οποίο οι διαφορετικοί τρόποι εξερεύνησης και αναζήτησης σε περιβάλλον ΕΠ, μπορούν να επηρεάσουν τη χωρική επίδοση παιδιών ηλικίας έξι ετών κατά τη διάρκεια μιας σειράς δραστηριοτήτων. Η αναφορά γίνεται σε δυο βασικά μοντέλα πλοήγησης στον χώρο, εκ των οποίων εκείνο της «ενεργητικής εξερεύνησης» αναφέρεται σε εικονική περιήγηση που επιτρέπει στο άτομο να ελέγχει αυτόνομα την κίνησή και τις επιλογές διαδρομών με άμεσο, βιωματικό και σχετικά αυτόνομο τρόπο ενώ με το μοντέλο «παθητικής περιήγησης» οι νοητικοί χάρτες δομούνται στη μνήμη κυρίως μέσω παρακολούθησης της κίνησης άλλου ατόμου στο χώρο κι ενδεχομένως μέσω παροχής οδηγιών. Τα κυριότερα αποτελέσματα της έρευνας συνολικά, καταδεικνύουν ότι τα παιδιά είναι σε θέση να αναπτύξουν και να

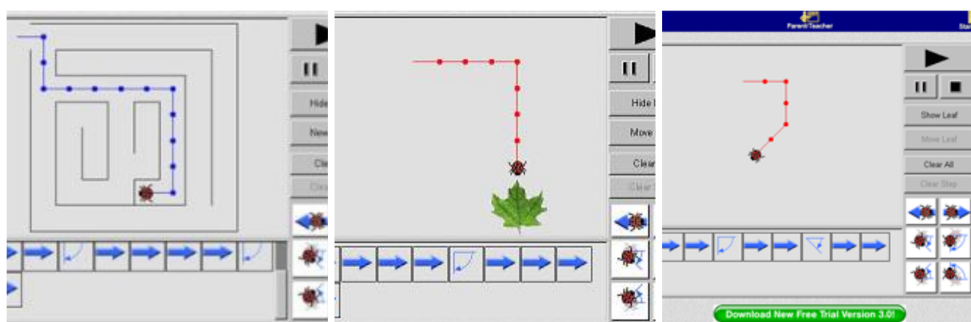
επιδείξουν διαφορετικά επίπεδα γνώσης και επαφής με το εικονικό περιβάλλον. Ωστόσο, πάντα υπάρχει άμεση συνάφεια, αφενός με τον βαθμό εξοικείωσής τους με το ίδιο το περιβάλλον αφετέρου με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τις απαιτήσεις και τους στόχους της δραστηριότητας. Ανάλογες διαπιστώσεις εντοπίζονται ευρύτερα στη βιβλιογραφία και σύμφωνα με τους Levene & Peterson, (2002) ισχύουν είτε πρόκειται για περιήγηση σε εικονικά περιβάλλοντα είτε για χρήση συμβατικού χάρτη του χώρου ή για συνδυασμό αυτών των δύο. Επιπλέον, φάνηκε πως η συνθήκη εξοικείωσης με το περιβάλλον μέσω παθητικής παρακολούθησης μάλλον αποδίδει φτωχότερα αποτελέσματα σε αντίθεση με τη συνθήκη ελεύθερης, βιωματικής εξερεύνησης η οποία επιτρέπει εξοικείωση του παιδιού με τα αντικείμενα του περιβάλλοντος που εκείνο επιλέγει να προσεγγίσει και με το ρυθμό που προτιμά.

Παραπλήσια ως προς τη βασική στοχοθέτηση, είναι και η έρευνα των Μπακαρού & Χρονάκη (2008), στην οποία μελετάται ο τρόπος με τον οποίο παιδιά προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας αντιλαμβάνονται τον εικονικό χώρο με ιδιαίτερη έμφαση κι εδώ στο ζήτημα της σχέση μεταξύ ενεργητικής-παθητικής χωρικής εξερεύνησης. Βασικός στόχος ήταν η διερεύνηση του κατά πόσο η παθητική εξερεύνηση εικονικού περιβάλλοντος με τον χειρισμό να πραγματοποιείται όχι από ενήλικο αλλά από ένα δεύτερο παιδί, ενισχύει τη χωρική αντίληψη των παιδιών που συμμετέχουν σε μια ανάλογη δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα της εν λόγω έρευνας αναφέρονται στην αξία που έχει η ανάκληση τοποσημών από τα ίδια τα παιδιά κατά την εξερεύνηση του ΕΠ και τη δόμηση συγκεκριμένων νοητών και μη διαδρομών επιβεβαιώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο και ευρήματα άλλων ερευνών (Moffat et al., 2001). Ένα επιπλέον ενδιαφέρον στοιχείο είναι το ότι τα παιδιά τα οποία αρχικά εξερεύνησαν με παθητικό τρόπο το ΕΠ, αξιοποίησαν τα ίδια σημεία αναφοράς και ίδιες διαδρομές όταν κλήθηκαν να αναλάβουν ρόλο ενεργού εξερευνητή. Επίσης σε σχέση με το ζήτημα της παθητικής εξερεύνησης τα αποτελέσματα συγκλίνουν με τα ευρήματα των Sandamas & Foreman (2007), πιστοποιώντας τον ισχυρό ρόλο της παθητικής εξερεύνησης στο πλαίσιο περιήγησης σε εικονικό περιβάλλον ως ισότιμης με την ενεργητική. Τέλος, μια ακόμη διαπίστωση που προκύπτει από την έρευνα των Μπακαρού & Χρονάκη (2008), είναι ότι αν και τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να ακολουθήσουν τα βήματα κίνησης με βάση την αφήγηση της ιστορίας, εντούτοις φάνηκε πως η ύπαρξη συγκροτημένου σεναρίου βοηθά το παιδί να δομήσει με πιο συγκεκριμένο τρόπο στρατηγικές προσανατολισμού και κίνησης στο χώρο.

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν οι Fessakis et al. (2013), με χρήση των λογισμικών Lady Bug Leaf και Lady Bug Maze (National Library of Virtual Manipulatives ¹¹), στο πλαίσιο των οποίων αναπτύχθηκαν συγκεκριμένα έργα, επιχειρήθηκε η μελέτη των στρατηγικών που ακολουθούν παιδιά νηπιαγωγείων για την επίλυση προβλημάτων κατεύθυνσης και προσανατολισμού σε συγκεκριμένα σενάρια. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν παιδιά νηπιαγωγείου τα οποία ενεπλάκησαν σε έργα, μερικά εκ των οποίων αφορούσαν προβλήματα

¹¹ http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_141_g_3_t_4.html

κατεύθυνσης και το ένα σχετιζόταν με εκτέλεση διαδρομής σε λαβύρινθο. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας αντιμετωπίζουν σημαντικές δυσκολίες κυρίως ως προς την εξοικείωση τους με το περιβάλλον αλλά και με την αποκωδικοποίηση των συμβολισμών της κίνησης γεγονός που προφανώς σχετίζεται με τα διαφορετικά συστήματα αναφοράς και την οπτική τους γωνία η οποία δεν είναι σε πλήρη ευθυγράμμιση με τις αναφορές των συμβόλων. Η επίλυση προβλημάτων σχετικά με τη θέση και τη κατεύθυνση είναι σε αρκετές περιπτώσεις προβληματική επίσης λόγω της έλλειψης των κατάλληλων λεκτικών εργαλείων από τη μεριά των παιδιών για τη περιγραφή των χωρικών σχέσεων, γεγονός που δυσχεραίνει τη παροχή οδηγιών και σε τρίτους όπου αυτό αναμένεται να συμβεί. Συμπερασματικά φάνηκε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν παρουσίασαν βελτίωση των χωρικών δεξιοτήτων τους κι επιπλέον, βοηθήθηκαν στην ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων (μέτρηση, αρίθμηση, σύγκριση, έννοια της γωνίας) καθώς επίσης ήρθαν σε επαφή με βασικές έννοιες προγραμματισμού (εντολές, αλληλουχία, αποσφαλμάτωση κ.α.).



Εικόνα 6. Οθόνες των εφαρμογών Lady Bug Leaf & Lady Bug Maze

Είναι γεγονός ότι κατά τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον σχετικά με την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων σε μαθητές διαφόρων ηλικιών, έχει αυξηθεί αισθητά χάρη και στα πορίσματα ερευνών οι οποίες συνδέουν άμεσα τις καλές επιδόσεις σε έργα χωρικής φύσης και οπτικοποίησης με την ακαδημαϊκή επιτυχία σε τομείς όπως οι επιστήμες, η μηχανολογία, οι τεχνολογίες και τα μαθηματικά (Battista, 1990 · Rafi et al., 2006 · Wai et al., 2009). Επιπρόσθετα, η εξέλιξη και το ολοένα και πιο προσιτό κόστος για τη χρήση νέων τεχνολογιών όπως η ρομποτική και τα περιβάλλοντα προγραμματισμού στις τάξεις οδηγεί την έρευνα στην αναζήτηση συσχετισμών ανάμεσα στην χωρική επίδοση και τα διαθέσιμα αυτά εργαλεία. Στο πλαίσιο αυτό κινείται η έρευνα των Julià & Antolí (2015) οι οποίοι επιχειρήσαν να αναλύσουν τις δυνατότητες που προφέρει η ΕΡ ως εργαλείο για την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά ηλικίας 12 ετών στην Ισπανία. Το συμπέρασμα είναι ότι τα παιδιά που ενεπλάκησαν σε δραστηριότητες ρομποτικής, παρουσίασαν σημαντικά ποιοτικότερες χωρικές δεξιότητες σε σχέση με τους αντίστοιχους της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, στη βάση μιας πιο λεπτομερούς ποσοτικής ανάλυσης των δεδομένων και συσχέτισης με τα τεστ αξιολόγησης πριν και μετά το πείραμα, φάνηκε πως υπήρξε άμεση συνάφεια μεταξύ επίδοσης και δραστηριοτήτων συναρμολόγησης και προγραμματισμού κατασκευών στο πλαίσιο συγκεκριμένων έργων.

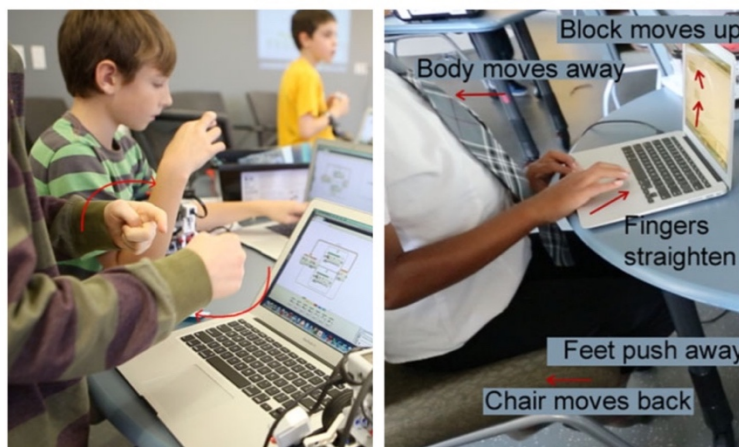


Εικόνα 7. Έργα παιδιών με χρήση ROBO Pro light

Η έρευνα των Francis et al. (2016), αφορούσε την εμπλοκή παιδιών σε διδακτικό πείραμα με δραστηριότητες ΕΡ και προγραμματισμού στη βάση της οπτικής της πραξιακής αναπαράστασης ως μέσου ερμηνείας του τρόπου με τον οποίο αναπτύσσονται δεξιότητες χωρικής αίσθησης κι αιτιολόγησης. Στη συγκεκριμένη έρευνα η οποία υλοποιήθηκε σε περιβάλλον άτυπης μάθησης, συμμετείχαν παιδιά ηλικίας 9-10 ετών και με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν φαίνεται να επιβεβαιώνεται το γεγονός ότι οι τυπολογίες πραξιακών - εικονικών - συμβολικών αναπαραστάσεων αναπτύσσονται ταυτόχρονα και όχι σε αλληλουχία, όπως ακριβώς ισχυρίζεται ο Bruner (1990) κι ενδεχομένως σε αυτό να συντελεί η φύση του περιβάλλοντος προγραμματισμού. Τα σύντομα επεισόδια με πρωταγωνιστές τα παιδιά στη προσπάθειά τους να προγραμματίσουν την «αίσθηση» και κίνηση των ρομπότ μέσα στο περιβάλλον, σύμφωνα με την έρευνα αυτή, συνιστούν παραδείγματα μάθησης σε δράση. Πιο συγκεκριμένα, αναδεικνύεται ακριβώς το γεγονός ότι τόσο η νοητική αναπαράσταση της ενδεχόμενης κίνησης του ρομπότ στον τρισδιάστατο χώρο όσο και η σύνθεση του αναγκαίου κώδικα σε δισδιάστατο ψηφιακό περιβάλλον υπολογιστή, απαιτούν συγκεκριμένη σκέψη και σίγουρα συχνή μετατόπιση μεταξύ 2Δ και 3Δ. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των ποικίλων χωρικών δεξιοτήτων υπονοεί επίσης τον τρόπο με τον οποίο δραστηριότητες προγραμματισμού για κίνηση στο χώρο μπορούν να ενθαρρύνουν σημαντικά ευκαιρίες για ανάπτυξη πολύπλοκων χωρικών συλλογισμών.

Ανάλογα, οι Khan et al. (2015) σε έρευνα τους που εδράζεται στην οπτική των Varela et al. (1991), περιγράφουν την πραξιακή αναπαράσταση ως απαραίτητο εργαλείο μάθησης σε περιβάλλοντα στα οποία δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην συνάφεια οργανισμού-περιβάλλοντος, δράσης, αισθησιοκινητικού συντονισμού και μαθησιακής διαδικασίας. Αυτή η αντίληψη σαφέστατα ταυτίζεται με τη λογική ότι τα διάφορα μαθηματικά εργαλεία «ενσωματώνονται» αυτομάτως στην μαθησιακή οντότητα του παιδιού και διαμορφώνουν την αλλαγή της θέσης και της υπόστασης του ίδιου του σώματος το οποίο μέσω αυτών των εργαλείων φαίνεται να «προεκτείνεται» νοερά (de Freitas & Sinclair, 2014). Όπως προκύπτει από την ανάλυση των αλληλεπιδράσεων των παιδιών με το εργαλείο Lego NXT και τις γλώσσες προγραμματισμού, υπάρχει σαφής και σημαντική εμπλοκή του σώματος στις διαδικασίες χωρικής αιτιολόγησης κατά τη διάρκεια της σύνθεσης κώδικα κατά τρόπο τέτοιο που να οδηγεί σε συντονισμό σκέψης, δράσης στο περιβάλλον και κίνησης και θέσης του σώματος. Τα παιδιά φάνηκε να κινούνται, να αισθάνονται και να βιώνουν πραξιακά και όχι μόνο αναπαραστατικά τις εμπειρίες που αναπτύσσουν κατά την αλληλεπίδραση τους με το περιβάλλον και τα εργαλεία ρομποτικής και

προγραμματισμού οπότε συνοπτικά οι Francis et al. (2016) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η εμπλοκή σε δραστηριότητες προγραμματισμού και χειρισμού ρομπότ αυξάνει σημαντικά την ενσώματη κατανόηση του περιβάλλοντος, της θέσης μας σε αυτό και των αιτιολογήσεων που πρέπει να διατυπωθούν ενίοτε.



Εικόνα 8. Ενσώματη/Πραξιακή αναπαράσταση στο πλαίσιο σεναρίων προγραμματισμού (φωτογραφίες από Francis et al., 2016)

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ανάπτυξη της χωρικής σκέψης αποδεικνύεται ιδιαίτερα σύνθετη διαδικασία. Επιπλέον, η εξέλιξη των δεξιοτήτων κατεύθυνσης, προσανατολισμού και αντίληψης διαφορετικής προοπτικής, αφενός εξαρτάται από πληθώρα παραγόντων, αφετέρου εξελίσσεται διαφορετικά από άτομο σε άτομο ανάλογα με τις πρότερες εμπειρίες του και τη πρόσβαση του ή μη σε εργαλεία του περιβάλλοντος. Ειδικότερα στη περίπτωση παιδιών προσχολικής ηλικίας, τα οποία σύμφωνα και με την ευρύτερη βιβλιογραφία αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες δυσκολίες σε σχέση με ζητήματα που αφορούν τον χώρο και την αντίληψη των διαδικασιών που δομούνται εντός του, χρειάζεται προσοχή κατά τον σχεδιασμό σχετικών δραστηριοτήτων ή/και την επιλογή των κατάλληλων εργαλείων. Η ιδιαίτερη σημασία που ενέχει η ανάπτυξη χωρικής σκέψης στα παιδιά από τις μικρές ακόμη ηλικίες, αντικατοπτρίζεται έντονα στο περιεχόμενο των ΑΠ και στο γεγονός ότι γίνεται εκτενής αναφορά τόσο στις δυνατότητες ανάπτυξης συγκεκριμένων χωρικών δεξιοτήτων όσο και στη πρόταση για χρήση συγκεκριμένων εργαλείων, μερικά εκ των οποίων αξιοποιήσαμε και στη δική μας έρευνα.

Είναι επομένως σημαντικό να επισημανθεί ότι η βιβλιογραφική επισκόπηση που αναφέρεται με λεπτομέρειες νωρίτερα στην παρούσα ενότητα σε συνδυασμό με τα προβλήματα που αναδεικνύονται ως προς τον τρόπο ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, αποτέλεσαν τη βάση για τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων. Επιπλέον, η διαπίστωση της ιδιαίτερης δυσκολίας των παιδιών σε σχέση με ζητήματα αλλοκεντρικής αντίληψης του περιβάλλοντος και το γεγονός ότι κάτι τέτοιο φαίνεται να μπορεί να αντιμετωπιστεί με την επιλογή κατάλληλων εργαλείων και πολλαπλών αναπαραστατικών μέσων, οδήγησε στον σχεδιασμό του ευρύτερου

διδασκτικού πειράματος. Ταυτόχρονα, τροφοδότησε και το ενδιαφέρον μας για διερεύνηση των συνθηκών υπό τις οποίες επιτυγχάνεται εξοικείωση με έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού στον χώρο με ή χωρίς ύπαρξη σταθερού σημείου αναφοράς. Να σημειωθεί ότι οι προσφερόμενες δυνατότητες και περιορισμοί για την αναπαράσταση εννοιών, που αναγνωρίσαμε που αναγνωρίσαμε σε εργαλεία όπως η Bee-Bot και το NXT, δημιούργησαν τη πεποίθηση ότι θα μπορούσαμε να διερευνήσουμε τους τρόπους με τους οποίους εξελίσσονται οι ιδέες και οι γνωστικές αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας σε σχέση με τις διαδρομές, τον εντοπισμό τοπολογικών σχέσεων, τη χρήση συμβολικού κώδικα και την κίνηση στον χώρο στο πλαίσιο σεναρίων ΕΡ.

Τέλος, είναι απαραίτητο να σημειώσουμε ότι τόσο η κατασκευή όσο και ο προγραμματισμός τεχνολογικά ελεγχόμενων περιβαλλόντων και οντοτήτων εμπλέκει τα παιδιά σε απόλυτα βιωματικές διαδικασίες που τροφοδοτούν αβίαστα την ανακαλυπτική διάθεση και την συνεργατική μάθηση μέσω αξιοποίησης στοιχείων και εργαλείων οπτικοποίησης που προσφέρονται από το περιβάλλον ή αναδύονται φυσιολογικά. Στο πλαίσιο αυτό είναι σαφείς οι συνειρμοί που σχετίζονται με την κοινωνικοπολιτισμική θεωρία στη βάση της οποίας εξελίχθηκε η έρευνα και αναλύθηκαν τα δεδομένα της. Ειδικότερα, η παιδαγωγική αξία που ενέχουν τα διάφορα εργαλεία ως μέσα αναπαράστασης που εν συνεχεία υποστηρίζουν τη δόμηση σκέψης και τους ποικίλους τρόπους με τους οποίους αυτή εκδηλώνεται στον κοινωνικό περίγυρο της τάξης. Η γλώσσα είναι ένα από τα σημαντικά αυτά εργαλεία αφού συνοδεύει και νοηματοδοτεί τις πράξεις και την βιωματική δοκιμή ιδεών ενώ παράλληλα διευκολύνει την ρύθμιση των κοινωνικών διεργασιών.

Υπό αυτό το πρίσμα, στο Κεφάλαιο 3 που ακολουθεί, γίνεται εκτενής αναφορά στην κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση της μαθησιακής διαδικασίας και στις ιδιαίτερες θεωρητικές και πρακτικές συνιστώσες της. Κρίθηκε αναγκαίο να αναλυθούν θεωρητικά ζητήματα που αφορούν τους ρόλους του κοινωνικού πλαισίου, των εργαλείων αλλά και εννοιών όπως η Ζώνη της Επικείμενης Ανάπτυξης καθώς και τα τρία αυτά στοιχεία, πιστεύουμε πως έχουν θεμελιώδη αξία σε παρεμβάσεις με σεναρία ΕΡ. Πιο συγκεκριμένα η πολυσημία των περιβαλλόντων και των εργαλείων προγραμματισμού αλλά και ο απαραίτητος συμβολικός κώδικας με τη διαμεσολαβητική του αξία, επιτρέπουν τη δόμηση πολλαπλών αναπαραστάσεων τόσο σε σχέση με την ίδια την αλγοριθμική πράξη όσο και με το περιβάλλον ως πλαίσιο πειραματισμού με έννοιες και διαδικασίες. Ως εκ τούτου η παράλειψη οποιασδήποτε συγκροτημένης αναφοράς στην ευρύτερη διάσταση της κοινωνικοπολιτισμικής θεωρίας θα οδηγούσε σε έλλειμμα συνδέσεων με τις επιλογές τόσο των εργαλείων όσο και των πρακτικών που εφαρμόσαμε στο διδακτικό πείραμα της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κοινωνικοπολιτισμική θεωρία και σχεδίαση μάθησης

Η κατασκευή και ο προγραμματισμός τεχνολογικά ελεγχόμενων περιβαλλόντων και οντοτήτων παραδοσιακά εμπλέκει τα παιδιά σε ενεργητικές και συνεργατικές διαδικασίες. Στο πλαίσιο της έρευνάς μας αναδεικνύονται οι συνδέσεις των παραπάνω με πρακτικές που εντάσσονται στο κοινωνικοπολιτισμικό θεωρητικό πλαίσιο εντός του οποίου ευνοούνται κυρίως τα στοιχεία της συνεργατικότητας, της διερεύνησης, της ημι-καθοδηγούμενης πρωτοβουλίας των παιδιών και της πολύσημης επικοινωνίας. Συνεπώς, το παρόν κεφάλαιο στοχεύει να συζητήσει το πλέγμα εννοιών και διαδικασιών της κοινωνικοπολιτισμικής προσέγγισης της μάθησης που λειτουργήσει ως πλαίσιο αφενός του σχεδιασμού του διδακτικού πειράματος, αφετέρου της ερμηνείας των στοιχείων που συλλέξαμε κατά τη συνεργασία μας με τα παιδιά. Αναφερόμαστε στον ρόλο του κοινωνικού πλαισίου ως παράγοντα διαμόρφωσης γνωστικών πρακτικών, στάσεων και στρατηγικών (βλ. 3.1 & 3.2) αλλά και ως «ενισχυτή» των δυνητικών ζωνών επικείμενης ανάπτυξης (βλ. 3.3) που διαμορφώνουν την μαθησιακή και κοινωνική εξέλιξη του ατόμου και της ομάδας κατ'επέκταση. Μέρος αυτού του πλαισίου είναι τα εργαλεία και τα αναπαραστατικά μέσα που είτε προσφέρονται με τρόπο προσχεδιασμένο από ενήλικο (εκπαιδευτή, γονέα κ.α.) είτε αναδύονται ως εν δυνάμει νοητικά υποστηρίγματα κατά την εξέλιξη της πράξης που συντελείται σε ατομικό ή κοινωνικό επίπεδο (βλ. 3.4).

Επιπλέον, στο παρόν κεφάλαιο (βλ. 3.5), ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στη γλώσσα με την ιδιότητα είτε του ρυθμιστικού εργαλείου μιας ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας είτε του εκφραστικού μέσου που επιτρέπει στο παιδί να κοινοποιήσει ιδέες, προσδοκίες, προτάσεις και διαπιστώσεις σε σχέση με την επίλυση ενός κοινού προβλήματος σε πλαίσιο σύμπραξης. Τέλος, την έρευνα αφορά το ζήτημα της γλωσσικής παραγωγής των παιδιών ως εργαλείου ανάλυσης των επεισοδίων που παράγονται με αφορμή μια διδακτική παρέμβαση. Δεδομένου ότι η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων της διατριβής εστιάζει στην ποιοτική προσέγγιση, κρίθηκε απαραίτητο να αναφερθούμε στα μοντέλα ανάλυσης τα οποία συνδέονται άμεσα με κοινωνικοπολιτισμικές πρακτικές (Rogoff, 2003· Kumpulainen & Wray, 2002) κι ενέπνευσαν και το δικό μας αντίστοιχο εργαλείο (βλ. 3.6).

3.1 Το ευρύτερο θεωρητικό πλαίσιο

Σύμφωνα με μοντέλα παραδοσιακά καθοδηγούμενης μάθησης, η πληροφορία είθισται να διαχέεται από τον «εμπειρότερο άλλο» (π.χ. δάσκαλο ή ακόμα και λογισμικό) μέσα από διαλέξεις, επιδείξεις, δραστηριότητες εξάσκησης κι εσωτερίκευσης κανόνων και δοκιμές (Gersten, Woodward, & Darch, 1986). Ο/η εκπαιδευτικός θεωρείται ως ο αποκλειστικός πομπός της γνώσης εν αντιθέσει με τις κονστрукτιβιστικές μεθόδους στις οποίες προβάλλεται ιδιαίτερα η

λογική της «δημιουργίας» και «κατασκευής» εννοιών και όχι της μηχανιστικής και παθητικής πρόσληψης γνώσης (Ertmer & Newby, 1993). Έχοντας τις ρίζες της μεταξύ άλλων και στο έργο των Dewey (1997) και Piaget (1952), η κονστρουκτιβιστική εκπαίδευση και πιο συγκεκριμένα η σχολή σκέψης του λεγόμενου «γνωστικού κονστρουκτιβισμού», υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι «κατασκευάζουν» τη δική τους γνώση και ότι η μάθηση είναι μια ενεργητική διαδικασία. Ο Dewey, ως πραγματιστής φιλόσοφος της εκπαίδευσης, συνέβαλε στην ανάπτυξη της εν λόγω θεωρίας αντικρούοντας αυταρχικές, παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας με την άποψη ότι η μάθηση πρέπει να στηρίζεται σε πραγματικές εμπειρίες, (δι)ερευνητικές πρακτικές και στα ενδιαφέροντα των ίδιων των παιδιών (Matthews, 2003).

Ένας σύγχρονος των Dewey & Piaget και με συνεισφορά στην εξέλιξη των ευρύτερων κονστρουκτιβιστικών πρακτικών υπήρξε ο Ρώσος ψυχολόγος Vygotsky (1978). Ιδιαίτερη έμφαση έδωσε στη σημασία της κοινωνικής διάστασης και του περιβάλλοντος ως προς τη διαμόρφωση των ατομικών διαδικασιών για την γνωστική ανάπτυξη του παιδιού κι ευρύτερα για την «παραγωγή» της ανθρώπινης γνώσης. Η κοινωνικοπολιτισμική αυτή προσέγγιση διατυπώθηκε και συστηματοποιήθηκε από τον Vygotsky και τους συνεργάτες του στην Σοβιετική Ένωση στις δεκαετίες 1920-1930, αν και έγινε ευρύτερα γνωστή αρκετά αργότερα. Βασίστηκε στην αντίληψη ότι οι ανθρώπινες δραστηριότητες διαδραματίζονται εντός πολιτιστικών πλαισίων, διαμεσολαβούνται από τη γλώσσα και άλλα συμβολικά συστήματα και μπορούν να γίνουν καλύτερα κατανοητές όταν εξετάζονται στην ιστορική τους εξέλιξη.

Η πλούσια και πολύπλευρη θεωρία του Vygotsky δημιούργησε το πλαίσιο για την ανάπτυξη σημαντικής έρευνας κι εφαρμογών σε πεδία όπως η γλωσσοδιδασκτική, η ψυχολογία της τέχνης, η μαθηματική εκπαίδευση και σκέψη, η σχέση μάθησης και ανάπτυξης και ακόμη η εκπαίδευση ατόμων με ειδικές ανάγκες κ.α. Ωστόσο, στις δυτικές χώρες οι ιδέες του Vygotsky προβλήθηκαν κι έγιναν ιδιαίτερα γνωστές μετά την έκδοση συλλογής άρθρων του στο «Νους στην κοινωνία/Mind in Society» (Cole et al., 1978). Στο πλαίσιο του έντονου ενδιαφέροντος για την κοινωνικοπολιτισμική θεωρία και το ευρύτερο έργο του Vygotsky και της σχολής του με επίκεντρο τις διδακτικές-μαθησιακές διαδικασίες ωστόσο, παρατηρείται ένα επίσης μεγάλο εύρος ερμηνειών, ανασκοπήσεων και προσεγγίσεων του θεωρητικού έργου του (Scribner & Cole, 1978 · Wertsch, 1985, 1991 · van der Veer & Valsiner, 1991).

Τα βασικά σημεία του έργου του Vygotsky και τα οποία συνθέτουν την θεωρία του, αναδεικνύονται από τον Wertsch (1991) και αφορούν βασικές θέσεις όπως:

- Η ατομική ανάπτυξη πηγάζει από κοινωνικές διεργασίες. Κατά τον Vygotsky και τον «γενετικό νόμο της ανάπτυξης» που διατυπώνεται στο βιβλίο του «Mind in Society» (1978), έμφαση δίνεται στην προτεραιότητα της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στην ανθρώπινη ανάπτυξη. Πιο συγκεκριμένα «κάθε λειτουργία κατά την πολιτισμική ανάπτυξη του παιδιού εμφανίζεται δύο φορές, σε δύο επίπεδα. Πρώτα εμφανίζεται στο κοινωνικό επίπεδο

και αργότερα στο ψυχολογικό, πρώτα ανάμεσα στους ανθρώπους, ως μία διαψυχολογική κατηγορία, και μετά στο παιδί ως μία ενδοψυχική κατηγορία. Αυτό ισχύει και για την εκούσια προσοχή, για τη λογική μνήμη και για το σχηματισμό εννοιών» (Cole et al., 1978: 57).

- Τα εργαλεία και τα «σημεία» που παρέχονται από το ευρύτερο περιβάλλον, είναι αυτά που διαμεσολαβούν και εν τέλει διαμορφώνουν την ανθρώπινη δραστηριότητα τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο. Κατά τον Vygotsky, η δόμηση της γνώσης βασίζεται κατά κύριο λόγο στη σημειωτική διαμεσολάβηση και τη γλώσσα -τον λόγο ευρύτερα- την οποία θεωρούσε σημαντικότερο βοήθημα για τη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών εφόσον συμβάλλει στην άρση αρκετών από τους περιορισμούς που τίθενται από το περιβάλλον και ευνοεί την καλλιέργεια των δεξιοτήτων αυτορρύθμισης κι ετερορρύθμισης. Επιπλέον, στο πλαίσιο της συζήτησης για τη γλώσσα, ο Vygotsky αναφερόμενος σε «σημεία» ή νοητικά-ψυχολογικά εργαλεία, υπονοεί και ένα εκτεταμένο σύνολο ποικίλων διαμεσολαβητικών μέσων και σημειωτικών συστημάτων που θα μπορούσαν να σχετίζονται με σχήματα, συμβολικές αναπαραστάσεις, διαγράμματα, συστήματα αρίθμησης, γραφή, τεχνικές απομνημόνευσης, αλγεβρικά συμβολικά συστήματα, έργα τέχνης, χάρτες, συμβατικά σήματα κ.α. Η αξιοποίηση τέτοιων εργαλείων και μέσων, κατά τον Vygotsky, όχι μόνο διευκολύνει τις πνευματικές λειτουργίες αλλά τις μορφοποιεί και τις μετασχηματίζει.

3.2 Το κοινωνικό πλαίσιο

Κατά τον Vygotsky (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978), το κοινωνικό περιβάλλον επηρεάζει κάτι παραπάνω από συμπεριφορές και ήδη καταγεγραμμένες αντιλήψεις αφού έχει ιδιαίτερα βαρύνουσα σημασία σε σχέση με τη διαμόρφωση του «πώς», «τι» και «γιατί» σκεπτόμαστε. Μέσα στο κοινωνικό μας περιβάλλον, διαμορφώνονται γνωστικές διαδικασίες και αυτό συμβαίνει σε διαφορετικά επίπεδα:

- εντός του άμεσου επιπέδου αλληλεπίδρασης το οποίο αφορά την καθαρά στιγμιαία αλληλεπίδραση του παιδιού με το/α άτομο/α που βρίσκονται δίπλα του.
- εντός του ευρύτερου δομικού επιπέδου το οποίο περιλαμβάνει τις κοινωνικές δομές που επιδρούν στο παιδί άμεσα ή έμμεσα όπως συμβαίνει με το οικογενειακό και το σχολικό περιβάλλον λόγου χάρη.
- εντός του γενικότερου κοινωνικοπολιτισμικού επιπέδου, το οποίο περιλαμβάνει κοινωνικά στοιχεία και εργαλεία όπως ο γλωσσικός

κώδικας, το αριθμητικό σύστημα, η χρήση ΤΠΕ, ευρύτερες στάσεις και συμπεριφορές κλπ.

Ένα από βασικά στοιχεία της θεωρίας του Vygotsky (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978) είναι και η άποψη ότι η μάθηση διαμεσολαβείται σε μεγάλο βαθμό από την κοινωνική αλληλεπίδραση των μαθητών με «πιο έμπειρους άλλους» όπως οι δάσκαλοι, οι γονείς, ακόμα και συνομήλικοι με πιο προηγμένες δεξιότητες κι ενδεχομένως περισσότερες γνωστικές εμπειρίες και παραστάσεις. Μέσω αυτού του είδους αλληλεπίδρασης εννοείται η από κοινού μάθηση και γενικότερα η συνεργατική «κατασκευή» γνώσης.

Ευρύτερα, το κοινωνικό πλαίσιο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαδικασία νοητικής ανάπτυξης γιατί συνδέεται άμεσα με την εξέλιξη νοητικών διεργασιών και η ξεχωριστή συνεισφορά του Vygotsky έγκειται ακριβώς στο γεγονός ότι διέκρινε τη δυνατότητα του «διαμοιρασμού» (sharing) γνωστικών διεργασιών υψηλού επιπέδου (higher mental processes) οι οποίες φαίνεται ότι δεν ενυπάρχουν μόνο εσωτερικά σε ατομικό επίπεδο αλλά μπορούν να προκύψουν και να δομηθούν κοινά κατά τις διαδικασίες αλληλεπίδρασης με άλλα άτομα. Τα παιδιά θεωρείται πως μαθαίνουν και δομούν νοητικές διεργασίες καθώς τις «μοιράζονται» ή τις θέτουν σε εφαρμογή σε κοινό πεδίο δραστηριότητας με άλλους. Μόνο μετά από μια τέτοια διαδικασία «διαμοιρασμένης εμπειρίας» (shared experience) μπορούν να εσωτερικεύσουν και να αξιοποιήσουν αργότερα και σε διαφορετικές περιστάσεις τις ίδιες νοητικές διεργασίες σε πλαίσιο ατομικής, αυτόνομης δράσης. Όπως φαίνεται, ολοένα και περισσότεροι ερευνητές φαίνεται να συμφωνούν με αυτή την οπτική του Vygotsky και αναγνωρίζουν στο κοινωνικό πλαίσιο ένα σημαντικό ρόλο σε σχέση με την ανάπτυξη νοητικών διεργασιών στα παιδιά (Rogoff et al., 2002 · Salomon, 1993).

Όπως αναφέρεται από τις Bodrova και Leong (1996), ως προς το ζήτημα της σχέσης μεταξύ γνωστικής ανάπτυξης και της συνεργασίας του παιδιού με τους γύρω του και όχι μόνο με τον εκπαιδευτικό, ο Vygotsky επιμένει ότι οι πιο «προσοδοφόρες» αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παιδιών συνοψίζονται στα ακόλουθα ζεύγη:

- Συνεργασία με συνομήλικους για την διεξαγωγή μιας κοινής δραστηριότητας: όταν ο περισσότερος έμπειρος ή ικανός παρέχει βοήθεια και υποστήριξη στον, θεωρητικά, πιο «αδύναμο» ή επιχειρεί να διορθώσει τυχόν σφάλματα και γνωστικές παρεκκλίσεις, αυτή η διαδικασία έχει συχνά θετικό αντίκτυπο και για τις δυο μεριές γιατί είναι σε θέση να ενισχύσει τη μεταγνωστική επάρκεια του ενός (έμπειρου/ικανού) αλλά και να βελτιώσει το χαμηλότερο γνωστικό επίπεδο του άλλου (λιγότερο ικανού/έμπειρου) μέσω εξατομικευμένης υποστήριξης (Cohen et al., 1982 · Palinscar et al., 1987)
- Συνεργασία μεταξύ παιδιών που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο δεξιοτήτων και γνώσης για την διεξαγωγή μιας κοινής δραστηριότητας: Κατά τη Zuckerman (2003) η αντίληψη ότι το μόνο είδος αλληλεπίδρασης που έχει θετική επίδραση για το παιδί,

είναι αυτό μεταξύ αρχάριου-έμπειρου, αποτελεί μια από τις πιο συχνές παρερμηνείες της έννοιας της «κοινωνικά κατανομημένης δραστηριότητας» όπως περιγράφηκε από τον Vygotsky. Από τη σχετική έρευνα (Wells, 2000 · Johnson & Johnson, 1994 · Slavin, 1994) έχει αποδειχθεί ότι υπάρχουν εξίσου θετικά αποτελέσματα και από την επίδραση μεταξύ ισότιμων μαθητών-τριών που διαθέτουν το ίδιο επίπεδο εμπειρίας ωστόσο ακόμα και σ'αυτή τη περίπτωση, η αξιοποίηση των γνωστικών συγκρούσεων που μπορεί να προκύψουν από τη διαφορετικότητα απόψεων, αποτελεί πρώτης τάξης ευκαιρία για γνωστική και νοητική ανάπτυξη (Zuckerman, 2003). Επιπλέον, σε ανάλογα πλαίσια δράσης, καθίσταται εφικτή η ανάληψη και συχνή εναλλαγή διαφορετικών ρόλων, γεγονός που είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τις διαφορετικές γνωστικές διεργασίες (π.χ. παρακολούθηση διαδικασίας και γνωστικής προόδου, σχεδιασμός δράσης, αυτοαξιολόγηση, αποσφαλμάτωση κ.α.) που είναι απαραίτητες για την ίδια την εκτέλεση μιας δραστηριότητας.

Η αναφορά στα ζεύγη συνεργασιών που αναπτύσσονται στο συνεργατικό πλαίσιο μάθησης, συμπίπτει απόλυτα με τη συζήτηση σχετικά με τις έννοιες της «αυτορρύθμισης» κι «ετερορρύθμισης». Εξάλλου, η αυτορρύθμιση είναι ένα κεντρικό στοιχείο της κοινωνικής ανάπτυξης και οι Bodrova & Leong (1996) την ορίζουν ως «την ικανότητα του ατόμου να δρα με σκόπιμο, προγραμματισμένο τρόπο ώστε να διέπει ένα μεγάλο μέρος της δικής του συμπεριφοράς». Από την άλλη, ο όρος «ετερορρύθμιση» (Vygotsky, 1978 · Wertsch, 1979) αναφέρεται στη συμπεριφορά η οποία θα ωθήσει το παιδί στο να κατακτήσει στόχους, να κατανοήσει έννοιες και διαδικασίες καθώς και να προοδεύσει γνωστικά και μεταγνωστικά κατά την απόπειρα «ρύθμισης» και υποστήριξης των ενεργειών άλλων ατόμων στη ροή εκτέλεσης ενός συγκεκριμένου κοινού έργου.

Ο ρόλος της αυτορρύθμισης τονίζεται ιδιαίτερα από τις Bodrova et al. (2011) οι οποίες επιμένουν ότι η ανάπτυξη της εκούσιας ατομικής συμπεριφοράς εξαρτάται άμεσα από τις εκάστοτε προτεινόμενες κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (Luria, 2002 · Newman et al., 1989), τα εργαλεία, τα μέσα και τις δραστηριότητες. Υπό το πρίσμα αυτό, κατά την άποψη των Vygotsky (1978) και Luria (1979), το παιχνίδι, η γλώσσα, και ειδικότερα, ο διάλογος είναι κρίσιμης σημασίας για την ανάπτυξη της αυτορρύθμισης. Σύγχρονοι θεωρητικοί έχουν προσθέσει νέα στοιχεία στον ορισμό της αυτορρύθμισης (Blair & Diamond, 2008 · Pintrich, 2000 · Schunk & Zimmerman, 2007) όπως το ότι αφενός συνίσταται σε μάθηση η οποία συμπεριλαμβάνει τον καθορισμό των στόχων από τα ίδια τα παιδιά, αφετέρου πρόκειται για «αυτοδημιουργούμενες σκέψεις, συναισθήματα, και δράσεις που έχουν συστηματικά σχεδιαστεί για να επηρεάσουν την ανάπτυξη των γνώσεων και δεξιοτήτων του ίδιου ατόμου» (Schunk & Zimmerman, 2007). Ομοίως, οι Blair & Diamond (2008) επισημαίνουν ότι η επίτευξη ισορροπίας μεταξύ συναισθηματικής διέγερσης και γνωστικής ρύθμισης οδηγεί σε αυτορρύθμιση.

Από την άλλη ο όρος «ετερορρύθμιση» παραπέμπει στη συνθήκη κατά την οποία ένα άτομο επηρεάζει κι ενδεχομένως καθορίζει και

«ρυθμίζει» σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά και την απόδοση ενός άλλου ατόμου κι ενδεχομένως αυτό να συμβεί και με την αντίστροφη φορά. Οι Zuckerman (2003) και Rubtsov (1981) διατύπωσαν την άποψη ότι η ετερορρύθμιση είναι προπομπός της ολοκληρωμένης στοχαστικής σκέψης που συναντάμε σε ενήλικους και παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας ενώ με τη σειρά τους άλλοι ερευνητές (Flavell, 1979 · Piaget, 1977), θεωρούν ότι ο αυτο-αναστοχασμός (self-reflection) αποτελεί μέρος διαδικασιών επίλυσης προβλήματος σε υψηλότερα επίπεδα νοητικής ανάπτυξης. Επίσης ο Vygotsky ισχυρίστηκε ότι η ετερορρύθμιση προηγείται της αυτορρύθμισης κατά την εξέλιξη της μαθησιακής διαδικασίας (Leont'ev, 1978 · Vygotsky, 1978).

Ειδικότερα σε ό,τι έχει να κάνει με εφαρμογές ΕΡ, όπως θα δούμε και στην ανάλυση των επεισοδίων στη συνέχεια, οι διαδικασίες αυτορρύθμισης κι ετερορρύθμισης όχι μόνο είναι εφικτές αλλά φυσιολογικά θεωρούνται προαπαιτούμενες κατά τη διάρκεια σχεδιασμού και προγραμματισμού της κίνησης όσο και απαραίτητες για τις διαδικασίες αποσφαλμάτωσης. Η διαδικασία σύλληψης, σχεδιασμού, υλοποίησης, αποσφαλμάτωσης κι επαναδοκιμής ενός εκτελέσιμου προγράμματος σε συνεργατικό πλαίσιο, απαιτεί από το ίδιο το άτομο αρχικά να αντιληφθεί τον ρόλο του, τις στρατηγικές δράσης που επιλέγει εντός του συγκεκριμένου πλαισίου και σε δεύτερο χρόνο να αναπτύξει ανάλογο «προβληματισμό» και να επέμβει ανάλογα σε σχέση με τις συνεργασίες που οδηγούν στην επίτευξη κοινών στόχων. Στο διδακτικό πείραμα της έρευνάς μας, οι στρατηγικές που ευνοούν την ανάπτυξη αυτορρυθμιστικών συμπεριφορών και τη μετάβαση σε ετερορρυθμιστική πράξη, βασίζονται σε χρήση «εμφανών» ή ακόμα και «μη εμφανών», αυτοσχέδιων εργαλείων (π.χ. προϋπάρχων συμβολισμός κίνησης, πλήκτρα των ελεγχόμενων συσκευών και τα αυτοσχέδια διαγράμματα ροής κίνησης κλπ.) και ακόμη περισσότερο στην αξιοποίηση όλων αυτών μέσω υποστήριξης από κάποιον πιο «έμπειρο άλλο». Εξάλλου δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις στις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν την ομιλία έτσι ώστε να οργανώσουν καλύτερα τη δική τους δράση να ρυθμίσουν συμπεριφορές των γύρω τους, άρα καλούνται αρκετά συχνά να λειτουργήσουν εν δυνάμει αυτορρυθμιστικά ή ετερορρυθμιστικά.

3.3 Η Ζώνη επικείμενης ανάπτυξης

Στο πλαίσιο της θεωρίας του για τη διασύνδεση των κοινωνικών διεργασιών με την ανάπτυξη των νοητικών λειτουργιών, ο Vygotsky διατύπωσε την ιδέα για την Ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης (ΖΕΑ), η οποία συνιστά ένα επεξηγηματικό πλαίσιο για τη σχέση μεταξύ μάθησης και ανάπτυξης. Σε μια εξήγηση των λεκτικών όρων που επέλεξε ο Vygotsky ώστε να περιγράψει συνοπτικά την προαναφερθείσα ιδέα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι, όπως αναφέρεται από τις Bodrova & Leong (1996) αρχικά, ο όρος «ζώνη» περιγράφει την ανάπτυξη ως μια διαδικασία συνεχούς μεταβολής της συμπεριφοράς και της ωρίμανσης και όχι ως σημείο σε μια ταξινομική κλίμακα. Το επίθετο «επικείμενη» υπονοεί το νοητό όριο που θέτουν οι αναδυόμενες συμπεριφορές όπως αυτές τείνουν να αναπτυχθούν στο εγγύς μέλλον και τέλος ο όρος «ανάπτυξη» αφορά τα

δυο διαφορετικά επίπεδα απόδοσης ξεκινώντας από το κατώτερο που αφορά το στάδιο στο οποίο μπορεί να φτάνει το παιδί ενεργώντας ατομικά και καταλήγοντας στο ανώτατο όριο, δηλαδή το επίπεδο της επιπρόσθετης ευθύνης που μπορεί να λάβει το παιδί με την βοήθεια ενός ικανού καθοδηγητή, ενήλικο ή γνωστικά πιο αναπτυγμένου παιδιού (Santrock, 2008).

Σε μια απόπειρα σύντομου ορισμού της ΖΕΑ, ο Vygotsky την περιγράφει ως την «απόσταση μεταξύ του πραγματικού επιπέδου ανάπτυξης κι εκείνου της δυναμικής εξέλιξης που μπορεί να προκύψει μέσα από διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων με τη βοήθεια και υποστήριξη πιο έμπειρων «άλλων» (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978). Η προσφερόμενη βοήθεια μπορεί να έχει τη μορφή παροχής στοιχείων και ερεθισμάτων, αναδιτύπωσης ερωτημάτων, πρόσκλησης στο παιδί να συνοψίσει, ότι άκουσε ή παρατήρησε, επίδειξης μιας τεχνικής/στρατηγικής ή έστω μέρος αυτής κλπ. Επιπλέον, ένα βασικό χαρακτηριστικό της ΖΕΑ είναι η μη στατικότητα της αλλά το γεγονός ότι μεταβάλλεται καθώς το παιδί κατακτά ολοένα και υψηλότερα και πολυπλοκότερα επίπεδα σκέψης και γνώσης επομένως απαιτείται μια αλληλουχία συνεχόμενων, σταδιακά μεταβαλλόμενων και αναπροσαρμοζόμενων ζωνών. Ότι κατακτήθηκε στο παρελθόν στο πλαίσιο υποστήριξης αποτελεί δείκτη κι επίπεδο ανεξάρτητης επίδοσης στη συνέχεια και αυτή η διαδικασία μπορεί να επαναλαμβάνεται ανάλογα με το πότε αναδύονται νέα επίπεδα υποβοηθούμενης δράσης μέχρι να «ολοκληρωθεί» η απόκτηση γνωστικών, συμπεριφορικών, κοινωνικών δεξιοτήτων και στρατηγικών.

Από την άλλη, θα μπορούσαμε να πούμε ότι η ΖΕΑ ως θεμελιώδης έννοια με κεντρικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία, χαρακτηρίζεται από τον βασικό περιορισμό του ότι δεν μπορούν αβίαστα να μεταδοθούν τα πάντα και πάντοτε. Όταν μια δεξιότητα ξεπερνά την ΖΕΑ των παιδιών, αυτά συνήθως την αγνοούν, αποτυγχάνουν στο να την αξιοποιήσουν ή απλά την χρησιμοποιούν με λανθασμένο τρόπο. Συνήθως ο εκπαιδευτικός, κατόπιν παρατήρησης, είναι σε θέση να αντιληφθεί αυτή την «αστοχία» και να επιλέξει το είδος, τον βαθμό, το περιεχόμενο και τη στιγμή της παρεχόμενης υποστήριξης που ενδέχεται να επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα σε σχέση με τη μάθηση του παιδιού αποτολμώντας έτσι τη μετάβαση σε υψηλότερα επίπεδα της ΖΕΑ. Αυτού του είδους η υποστήριξη έχει κατά καιρούς ονομαστεί ποικιλοτρόπως, ωστόσο συνηθίζεται να περιγράφεται κοινά και ως «γνωστική σκαλωσιά» ή «πλαίσιο στήριξης» (scaffolding) με το οποίο εννοούμε εν γένει την παροχή υποστήριξης στο παιδί από τη μεριά του εκπαιδευτικού, του γονέα, ενός γνωστικά πιο έμπειρου συνομήλικου, ενός εργαλείου (δραστηριότητα, γραφική αναπαράσταση, κείμενο, λογισμικό) ώστε να γεφυρωθεί το χάσμα ανάμεσα σε αυτό που μπορεί να επιτύχει από μόνο του και σε αυτό που μπορεί να κατακτήσει όταν καθοδηγείται από άλλους (Hartman, 2001 · Van Geert & Steenbeek, 2005). Αν και τον όρο εισήγαγαν πρώτοι οι Wood, Bruner και Ross το 1976 (Wood et al., 1976), η τεχνική της «σκαλωσιάς» συνειρμικά συνδέθηκε κυρίως με τη θεωρία του Vygotsky και ειδικότερα στο πλαίσιο της ΖΕΑ (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978).

Με βάση τη λογική της υποστήριξης που περιγράφεται παραπάνω, προβλέπεται η σταδιακά στοχευμένη απόσυρση της στήριξης καθώς το παιδί εξελίσσει τις δεξιότητες και γνώσεις του μέσω της εμπειρίας του με το περιβάλλον (Berk & Winsler, 1995). Πρόκειται για μια δυναμική διαδικασία μάθησης, που εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες της κατάστασης, το είδος της εργασίας, την ανταπόκριση του παιδιού και το κοινωνιοπολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα. (Van Geert & Steenbeek, 2005 · Van de Pol et al., 2010). Με τη σκαλωσιά, η ίδια η φύση της δραστηριότητας και του περιβάλλοντος εντός του οποίου παρέχεται δεν μεταβάλλεται, παρά μόνο ο βαθμός ευκολίας με τον οποίο το προηγούμενως ανέφικτο γνωστικά μετατρέπεται σε εφικτό σταδιακά και φυσικά όσο το επίπεδο της παρεχόμενης βοήθειας μειώνεται τόσο ώστε το παιδί να αρχίσει να αναλαμβάνει την ευθύνη της επίδοσής του (Wood et al., 1976)

Οι Wood et al. (1976) στην εμπειρική μελέτη που διεξήγαγαν, περιέγραψαν έξι στάδια στη διαδικασία της σκαλωσιάς με βάση τα οποία ο/η εκπαιδευτής/τρια:

- αρχικά εξασφαλίζει το ενδιαφέρον του παιδιού και το ωθεί να προσηλωθεί στις ανάγκες του έργου
- σταδιακά μειώνει τα βήματα που χρειάζονται για την επίλυση προβλήματος, δηλαδή απλοποιεί κατά το δυνατόν τις συνθήκες ώστε το παιδί να είναι σε θέση να ενεργήσει πιο αυτόνομα
- ενθαρρύνει τη δράση του παιδιού και δρα υποστηρικτικά
- επισημαίνει τα σημαντικά στοιχεία της δραστηριότητας και τα σημεία που ενδεχομένως χρειάζονται περισσότερη προσοχή
- ελέγχει διακριτικά την απογοήτευση που μπορεί να νιώσει το παιδί καθώς και τυχόν κινδύνους που μπορούν να οδηγήσουν σε αποτυχία
- υποβοηθά τη μοντελοποίηση λύσεων προς όφελος του παιδιού.

Οι Tharp & Gallimore (1990) μίλησαν με παραπλήσιο τρόπο για πέντε μέσα υποστήριξης της διαδικασίας τα οποία συνίστανται σε μοντελοποίηση της εργασίας, προσαρμογή στο επίπεδο του παιδιού, ανατροφοδότηση, διακριτική υποστήριξη και διατύπωση ερωτήσεων και γνωστική δόμηση.

Η Rogoff (1990) συνεισφέρει στη σχετική συζήτηση παραλληλίζοντας τις διαδικασίες γνωστικής ανάπτυξης με συνθήκες μαθητείας κατά τις οποίες τα παιδιά εξασκούνται στη χρήση εργαλείων σε δομημένες δραστηριότητες σε συνεργασία με άλλους ενήλικους αλλά και συνομήλικους. Εξειδικεύοντας περαιτέρω τη χρήση των εννοιών της «σκαλωσιάς» και της μαθητείας και βασιζόμενη στην παραδοχή του Vygotsky για το γεγονός ότι η ανάπτυξη συντελείται μέσω δράσεων και αλληλεπιδράσεων με πιο πεπειραμένα άτομα, η Rogoff (1995) εισήγαγε την έννοια της «καθοδηγούμενης συμμετοχής» ή κατά μια άλλη εκδοχή της ίδιας ερευνήτριας, την «υποβοηθούμενη επίδοση».

Θα ήταν αρκετά φυσιολογικό να θεωρήσουμε πως η υποβοηθούμενη επίδοση στο πλαίσιο της ΖΕΑ, αποτελεί απλά μια άλλη εκδοχή ή ονομασία των διαδικασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ αρχάριου

και πιο προχωρημένου γνωστικά ατόμου και ίσως να υπονοείται η ύπαρξη της στο πλαίσιο παραδοσιακής «μετωπικής» διδασκαλίας κατά την οποία ο πιο έμπειρος γνωστικά έχει την «ευθύνη» της παροχής υποστήριξης που θα οδηγήσει τον μαθητεύομενο στην επιθυμητή συμπεριφορά ή κατάκτηση συγκεκριμένης γνώσης (Rogoff, 1990). Ωστόσο, η αντίληψη του Vygotsky είναι αρκετά ευρύτερη και αφορά όλες τις κοινωνικά διαμοιραζόμενες δραστηριότητες ανεξαρτήτως της ηλικίας των συμμετεχόντων (Newman & Holzman, 1993), με ιδιαίτερη έμφαση στη σημασία της ΖΕΑ ως πλαισίου (συν)δημιουργίας. Οι Newman et al. (1989), βασιζόμενοι στην έρευνά τους με παιδιά δημοτικού στις ΗΠΑ, περιγράφουν τη ΖΕΑ ως μια κατασκευαστική διαδικασία κατά τη διάρκεια της οποίας ο/η εκπαιδευτικός οφείλει να είναι ενεργός/ή, ισότιμα με το παιδί, τονίζοντας έτσι τη σημασία της συνύπαρξης και των δυο πλευρών συμμετεχόντων σε πρακτικές συν-κατασκευής.

Η πιο πρόσφατη και συνδυαστική προσέγγιση τόσο της ΖΕΑ όσο και της έννοιας της «γνωστικής σκαλωσιάς» προέρχεται από τον Mercer (2000) ο οποίος προτείνει μια νέα έννοια η οποία μπορεί δυνητικά να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε με ποιο τρόπο η διαπροσωπική επικοινωνία μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση και την εννοιολογική δόμηση. Ορίζοντας τη διαδικασία αυτή ως «Ζώνη Ενδογνωστικής Ανάπτυξης» (Intermental Development Zone/IDZ) ο Mercer υπονοεί ακριβώς τις διεργασίες με βάση τις οποίες η διδασκαλία και η μάθηση αλληλοτροφοδοτούνται μέσα από ένα δυναμικό πλαίσιο κοινωνικού διαμοιρασμού της γνώσης που υποστηρίζεται από τη χρήση της γλώσσας και την επίτευξη συνεργατικών δραστηριοτήτων. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο οι συμμετέχοντες διατηρούν το κοινό τους ενδιαφέρον σε σχέση με ένα συγκεκριμένο έργο και στόχο και στη συχνή περίπτωση κατά την οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ εκπαιδευτή και παιδιών είναι παραγωγική, το ίδιο πλαίσιο (επανα)προσαρμόζεται στο επίπεδο κατανόησης του παιδιού αναλογικά και παράλληλα με την εξέλιξη της ίδιας της δραστηριότητας. Επομένως, όπως φαίνεται, η διαφοροποίηση της IDZ από τη παραδοσιακή έννοια της ΖΕΑ έγκειται στο γεγονός ότι δεν προκύπτει από την αμιγή ατομική δράση αλλά εξελίσσεται διαρκώς στο πλαίσιο μιας διαλογικής συνδιαλλαγής μεταξύ ατόμων που αλληλεπιδρούν. Συνοπτικά, ο Mercer προσεγγίζει την κοινωνικά διαμεσολαβημένη δραστηριότητα ως διαδικασία που πρέπει να:

- να στοχεύει στη δημιουργία και στη διατήρηση δυναμικής, «συγκειμενικής» γνώσης και κατανόησης
- να βασίζεται στη γλωσσική χρήση η οποία πρέπει να εξυπηρετεί το πλαίσιο αλλά ταυτόχρονα η εξέλιξή της να εξαρτάται και από αυτό με μια αμφίδρομη και αλληλοτροφοδοτούμενη σχέση
- η επιτυχής έκβαση κάθε συνεργατικού εγχειρήματος θα πρέπει να σχετίζεται άμεσα με την καταλληλότητα των επικοινωνιακών στρατηγικών στις οποίες προτιμάνε να ανατρέχουν οι συμμετέχοντες στη πρόθεσή τους να συνεισφέρουν ο καθένας με βάση τα δικά του γνωστικά και πνευματικά εφόδια

Σύμφωνα με τον Mercer (2000) και τους Wegerif et al. (1999) η χρήση γλώσσας βάσει της οποίας δομείται ευκολότερα, αποτελεσματικότερα και με διάρκεια η Ζώνη Ενδογλωσσικής Ανάπτυξης, χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα στοιχεία:

- Συχνή χρήση ερωταπαντήσεων όχι με γνώμονα τον έλεγχο και την αξιολόγηση της (νέας) γνώσης αλλά κυρίως με στόχο την ανίχνευση των σταδίων κατανόησης της πληροφορίας από τη μεριά των παιδιών για να προσαρμόζεται ανάλογα η διδακτική διαδικασία ώστε να επιλύει λανθάνουσες απορίες και να προωθεί το συλλογισμό και τους μηχανισμούς αιτιολόγησης, επεξήγησης από τη μεριά των μαθητών κατά την εξέλιξη της δραστηριότητας.
- Αποφεύγεται η «θεματική» διδασκαλία κι ενθαρρύνεται περισσότερο η ανάπτυξη διαδικασιών και δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων μέσω διαπραγμάτευσης που ευνοεί η λεκτική αλληλεπίδραση και η εξωτερίκευση των νοητικών διεργασιών
- Η μάθηση αντιμετωπίζεται ως κοινωνική, επικοινωνιακή διαδικασία. Η γλώσσα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σχετικά, δεδομένου ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να προσομοιώσει κοινωνικές συνθήκες και να δημιουργήσει ρεαλιστικά πλαίσια επικοινωνίας μέσα στα οποία η ατομική και συλλογική σκέψη δομείται στη βάση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Στη περίπτωση της δικής μας έρευνας, τα δεδομένα που παρουσιάζονται και ερμηνεύονται στη συνέχεια, προέκυψαν από δραστηριότητα που βασίστηκε στο ευρύτερο κοινωνικοπολιτισμικό θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο εντάσσεται και η συζήτηση σχετικά με τη ΖΕΑ και τη «γλωσσική σκαλωσιά». Ωστόσο θα μπορούσαμε να πούμε πως τα γλωσσικά επεισόδια που προέκυψαν φαίνεται να εντάσσονται καλύτερα στο πλαίσιο που προτείνεται από τον Mercer (2000) και δίνει ιδιαίτερη σημασία στη χρησιμότητα της γλωσσικής συνδιαλλαγής ως μέσου συνεχούς δόμησης νέων σχέσεων και ερμηνειών, στη δυναμική της συνεργατικής δραστηριότητας με «έμπειρους άλλους» ίδιας και διαφορετικής ηλικίας και στην αλληλοτροφοδότηση και επαναπροσαρμογή των επικοινωνιακών στρατηγικών.

3.4 Υλικά, εργαλεία και διαδικασία μάθησης

Μια ακόμα από τις θεμελιώδεις ιδέες του Vygotsky είναι ότι εκτός από την σημασία της κοινωνικής αλληλεπίδρασης, η χειραπτική και νοητική σχέση και επαφή με εκπαιδευτικά υλικά είναι απαραίτητη για διευκολυνθούν οι διαδικασίες νοητικής και γνωστικής εξέλιξης. Ο σημαντικός ρόλος των εκπαιδευτικών υλικών στις διαδικασίες διδασκαλίας και μάθησης αναδεικνύεται ολοένα και περισσότερο πρόσφατα (Meira, 1998). Συχνά συσχετίζεται με την υποστήριξη της επικοινωνίας της τάξης (Mercer & Sams, 2006), με την ανάπτυξη κριτικής σκέψης, υπολογιστικών δεξιοτήτων και πρακτικών (Jacobs & Kusiak, 2006 · Varol & Farram, 2006), με την διερεύνηση νέων ιδεών

(Pimm, 1995) καθώς και με την βελτίωση της γνωστικής επίδοσης παιδιών από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα (Σταθοπούλου κ.α., 2008).

Ένα παιδί έχει την ανάγκη να περιεργαστεί με τα χέρια και τις αισθήσεις, να συγκρίνει, να συζητήσει, να συσχετίσει, να σχεδιάσει και να επανασχεδιάσει τη διάταξη αντικειμένων μέχρι να δομήσει τη δική του γνώση και να κατανοήσει έννοιες προτού τις ενσωματώσει ουσιαστικά στο ήδη υπάρχον γνωστικό φορτίο του. Ούτως ή άλλως, το εκπαιδευτικό υλικό δεν ενέχει αυτομάτως «εργαλειακή ιδιότητα» την οποία αποκτά όταν το ίδιο το άτομο καταστεί ικανό να το ενσωματώσει στη δραστηριότητά του μέσα από την δημιουργία νέων νοητικών σχημάτων ή την προσάρτησή του σε προϋπάρχοντα. Σε αυτή τη διαδικασία «μετάλλαξης» ενός υλικού σε εργαλείο, δηλαδή κατά την «εργαλειακή γένεση», όπως αποκαλείται από τους Zbiek et al. (2007), το άτομο αλληλεπιδρά με το τεχνούργημα και αποκτά γνώση «για αυτό και με αυτό» με σκοπό την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

Κατά τον Pimm (1995) ωστόσο, η επιλογή και ενσωμάτωση, ακόμα και του θεωρητικά καταλληλότερου, εκπαιδευτικού υλικού στη διδακτική πράξη δεν οδηγεί αυτόματα στην κατανόηση εννοιών και στη μάθηση. Στη «διαλεκτική» σχέση με το περιβάλλον και τα (εκπαιδευτικά) τεχνουργήματα, κρίνεται απαραίτητη η πλαισίωση του υλικού από δραστηριότητες οι οποίες θα έχουν νόημα για τα παιδιά της συγκεκριμένης τάξης καθώς και η παρουσία και ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού ο οποίος θα είναι σε θέση να υποστηρίξει διακριτικά την όλη διαδικασία. Η Σκουμπουρδή (2012, 2014) θεωρεί πως τα εκπαιδευτικά υλικά μπορούν να μετατραπούν σε χρήσιμα εργαλεία για τη διδασκαλία και τη μάθηση ειδικά των μαθηματικών εννοιών αρκεί η ένταξή τους στην εκπαίδευση να γίνεται μέσω προσεκτικού σχεδιασμού και καλή γνώση τόσο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους όσο και των δυναμικών συνδέσεων τους με έννοιες και (μαθηματικές) ιδέες. Επιπλέον, για τη διασφάλιση της προοπτικής μετατροπής του υλικού από τεχνούργημα σε εργαλείο στα χέρια των παιδιών, σημαντική είναι και η επίγνωση των δυνατοτήτων που παρέχει για δημιουργία γενικεύσεων και τη σταδιακή μετακίνηση στην αφαιρετική σκέψη.

Για τη διευκόλυνση της συζήτησης θα ήταν, ωστόσο, χρήσιμο να ορίσουμε τί εννοούμε ακριβώς με τον όρο «εργαλείο» κι ενδεχομένως ποια η σημασιολογική του υπόσταση και ιδιαίτερη αξία στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Ενδεχομένως, ένα εργαλείο είναι «μέσο» το οποίο μας βοηθά να επιλύσουμε τυχόν προβλήματα ή να επιτελέσουμε μια λειτουργία σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο δράσης και με συγκεκριμένη στόχευση. Σύμφωνα με το Λεξικό της Κοινής Νεοελληνικής (Α.Π.Θ., 1998)¹²:

εργαλείο το [εργαλίο]: 1. τεχνητό αντικείμενο, συνήθ. απλής κατασκευής, που χρησιμοποιείται κυρίως με το χέρι για την εκτέλεση ορισμένης εργασίας: π.χ. Λίθινα / μεταλλικά εργαλεία. Εργαλεία για κρούση / για σύσφιγξη / για μέτρηση. Χειρουργικά εργαλεία. 2. για οτιδήποτε θεωρείται απαραίτητο: Το αυτοκίνητο για μένα είναι ~ για τη δουλειά μου. Το λεξικό είναι το ~ του μεταφραστή.

¹² <https://bit.ly/2TUQoGK>

Η πιο κοινότυπη περίπτωση εργαλείου που συναντάμε στη καθημερινότητά μας είναι όλα τα μέσα που έχουν φυσική υπόσταση, είναι απτά και εμφανή κι εξυπηρετούν συγκεκριμένες λειτουργίες, ωστόσο με την ίδια λογική οι άνθρωποι έχουν εφεύρει εργαλεία τα οποία βοηθούν τον νου να επεκτείνει τις δυνατότητές του. Αυτά τα νοητικά βοηθήματα είναι σε θέση να μας βοηθήσουν να σκεφτούμε καλύτερα και ευκολότερα, να παρακολουθήσουμε με επιτυχία μια διεργασία, να ανακαλέσουμε πληροφορίες στη μνήμη μας και γενικότερα να λειτουργήσουν ως «ενισχυτές» ή «διευκολυντές» της προσλαμβανόμενης πληροφορίας. Κατά τον Vygotsky (1978), τα (νοητικά) εργαλεία είναι σε θέση να βελτιώσουν σημαντικά τον τρόπο συμπεριφοράς του ατόμου και φυσικά να διαδραματίσουν ένα καίριο ρόλο στη νοητική ανάπτυξη οπότε η έρευνά του σε αυτό το πεδίο υπήρξε σημαντική. Για τον λόγο αυτό επίσης ο ίδιος επέμενε ότι η διαμεσολάβηση της γνώσης σχετικά με τη χρήση αυτού του είδους εργαλείων πρέπει να γίνεται από «εμπειρότερους άλλους», τους ενήλικους στα παιδιά. Η διαδικασία η αυτή μπορεί να φαίνεται ενδεχομένως απλή αλλά απαιτεί αρκετά περισσότερα στοιχεία από μία παραδοσιακή αντίληψη της διδασκαλία αφού το παιδί καλείται να καταλήξει στην αυτόνομη δημιουργική χρήση απτών και νοητικών εργαλείων η οποία ενδεχομένως θα το οδηγήσει στη δημιουργία νέων, δικής του επινόησης (Paris & Winograd, 1990).

Τα μικρά παιδιά είναι σαφέστατα ικανά να συνθέσουν σκέψη, να παρακολουθήσουν διαδικασίες και να χρησιμοποιήσουν αποτελεσματικά τη μνήμη τους. Οι διεργασίες πραγματοποιούνται με βάση αυθόρμητα, συχνά ιδιοσυγκρασιακά κίνητρα τα οποία μπορούν να δομηθούν και να οργανωθούν αποτελεσματικότερα με τη βοήθεια εργαλείων ώστε να οδηγήσουν σε ένα πιο «υπεύθυνο», αυτονομημένο μοντέλο μάθησης με μελλοντικές αναφορές και προεκτάσεις. Για τον λόγο αυτό, η απουσία τους θεωρείται πως έχει μακροπρόθεσμες επιπτώσεις σε σχέση με τη μάθηση γιατί είναι σε θέση να επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό το επίπεδο κατανόησης αφαιρετικών εννοιών από τη μεριά των παιδιών. Χωρίς αυτά τα εργαλεία, πολλά παιδιά μπορούν να ερμηνεύσουν και να αναδιατυπώσουν αρκετά επιστημονικά φαινόμενα αλλά δεν είναι σε θέση να μεταφέρουν και να εφαρμόσουν την ήδη υπάρχουσα γνώση σε άλλα προβλήματα και παραπλήσια πεδία (Bodrova & Leong, 1996).

Ο Vygotsky (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978) πρότεινε τον παραλληλισμό της σημασίας των νοητικών εργαλείων με την αντίστοιχη των μηχανικών εργαλείων για τη φυσική δράση του ατόμου στο περιβάλλον του, δεδομένου ότι επεκτείνουν τις δυνατότητες του μυαλού κι επιτρέπουν στο άτομο να προσαρμοστεί καλύτερα και γρηγορότερα στο περιβάλλον του. Επιπλέον, ακριβώς όπως με τα συμβατικά-μηχανικά εργαλεία, τα αντίστοιχα νοητικά, μπορούν να εφευρεθούν *ad hoc*, να χρησιμοποιηθούν, να επαναχρησιμοποιηθούν αλλά και να διδαχθεί η χρήση τους και σε άλλους, ωστόσο, διαθέτουν δυο διακριτές λειτουργίες:

- Κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης, έχουν εξωτερικές, συμπαγείς και απτές εκφάνσεις/εκδηλώσεις. Η πρώτη άμεση λειτουργία τους είναι να βοηθήσουν τα παιδιά να επιλύσουν συγκεκριμένα προβλήματα και να καταστεί δυνατό για αυτά να λειτουργούν αυτόνομα σε καταστάσεις που προηγουμένως θα

απαιτούσαν άμεση καθοδήγηση των ενηλίκων. Σε πιο προχωρημένα στάδια, τα ίδια εργαλεία εσωτερικεύονται, δεδομένου ότι υπάρχουν στο μυαλό χωρίς να είναι απαραίτητη η υποστήριξη από εξωτερικά μέσα.

- Η δεύτερη λειτουργία των εργαλείων-διαμεσολαβητών είναι μακροπρόθεσμη κι εντοπίζεται στη συμβολή της αναδιάρθρωσης του τρόπου σκέψης των παιδιών με την προώθηση της μετάβασης από τις κατώτερες νοητικές λειτουργίες στις ανώτερες. Τα νοητικά εργαλεία βοηθούν το άτομο στο να κατανοήσει, να δομήσει και να επέμβει στη συμπεριφορά του και όχι μόνο στο περιβάλλον γύρω του. Σύμφωνα με τον Vygotsky (1978) οι άνθρωποι ορίζουν τους εαυτούς τους ξεκινώντας από τα εξωτερικά/εξωτερικευμένα στοιχεία και μέσω ψυχολογικών εργαλείων. Χωρίς αυτά τα εργαλεία τα οποία μπορούν να βοηθήσουν το άτομο να ελέγξει τη συμπεριφορά του, οι αντιδράσεις στα ερεθίσματα του περιβάλλοντος θα ήταν σαφέστατα περιορισμένες κι αυτό γιατί τέτοιου είδους μέσα δίνουν τη δυνατότητα σχεδιασμού για το μέλλον, επινόησης σύνθετων λύσεων σε προβλήματα αλλά και συνεργασιών με άλλους προς την επίτευξη ενός κοινού στόχου (Bodrova & Leong, 2001).

Με βάση τα παραπάνω, τα εργαλεία βοηθούν τα παιδιά να διαμορφώσουν τις κινητικές, γνωστικές και συναισθηματικές τους συμπεριφορές, να αντιδρούν σε διεργασίες με βάση συγκεκριμένα μοτίβα, να σχεδιάζουν, να επιλύουν προβλήματα και να ενεργοποιούν τη μνήμη τους και σε γενικές γραμμές αναλαμβάνουν το ρόλο του «διαμεσολαβητή». Όπως αναφέρεται από τους Cole et al. (1978), ο Vygotsky θεωρούσε πως ένας διαμεσολαβητής είναι κάτι που ξεχωρίζει ως μεσάζων μεταξύ ενός ερεθίσματος του περιβάλλοντος και μιας εξατομικευμένης απόκρισης σ' αυτό. Συνεπώς, οι διαμεσολαβητές μπορούν να διαμορφώσουν ψυχικές διεργασίες και κοινωνικές συμπεριφορές. Οι διαδικασίες που διευκολύνουν οι διαμεσολαβητές περιλαμβάνουν την αντίληψη, την εστίαση προσοχής, τη μνήμη και τη σκέψη και χρησιμοποιούνται ως γνωστικό στήριγμα ή ακόμα πιο χαρακτηριστικά ως μέρος της «σκαλωσιάς» προκειμένου να βοηθηθούν τα παιδιά στο να ενεργήσουν σταδιακά πιο αυτόνομα και να «μοιραστούν» τη διαδικασία χρήσης τους με άλλους, σε ένα στάδιο διαπροσωπικής διαδικασίας. Όσο τα παιδιά εσωτερικεύουν κι ενσωματώνουν τα εργαλεία στον δικό τους τρόπο σκέψης, συντελείται η αλλαγή και το εργαλείο μετατρέπεται σε ενδοπροσωπικό ή ατομικό (intrapersonal or individual). Επομένως το παιδί δεν έχει πλέον την ανάγκη να μοιραστεί τη χρήση του εργαλείου γιατί αυτή συμβαίνει αυτόνομα πλέον.

Οι ενήλικες είναι ικανοί στο να δημιουργήσουν και να χρησιμοποιήσουν σχεδόν αυτοματοποιημένα και με εναλλαγές, σύνθετους διαμεσολαβητές όπως σύμβολα, σημεία, γραφικές αναπαραστάσεις, χάρτες κλπ. που είναι κατάλληλοι για μια σειρά από δράσεις και μπορούν είτε να εξωτερικεύονται, άρα να είναι προφανείς και για τους γύρω ή να είναι εσωτερικοί όπως οι τεχνικές μνήμης. Σε αντίθεση με τους ενήλικους, τα μικρά παιδιά μπορούν κατά κύριο λόγο να χρησιμοποιήσουν εξωτερικούς και εμφανείς διαμεσολαβητές δεδομένου

ότι οι εσωτερικού τύπου δεν έχουν πλήρως ενσωματωθεί ακόμα στα μοτίβα συλλογισμού τους. Επιπλέον, οι εξωτερικοί διαμεσολαβητές είναι απτοί, γεγονός πολύ σημαντικό για τα παιδιά και γι'αυτό τον λόγο είναι ανάμεσα στα πρώτα εργαλεία που μαθαίνουν να χρησιμοποιούν. Με βάση το θεωρητικό πλαίσιο του Vygotsky, τα δυναμικά απτικά εργαλεία του περιβάλλοντος μετατρέπονται σε νοητικά (και το αντίστροφο) μόλις το ίδιο το παιδί τα ενσωματώσει στη δράση του και όπως με άλλα πολιτισμικά εργαλεία (cultural tools), οι διαμεσολαβητές υφίστανται και δημιουργούνται πρώτα σε μια διαμοιρασμένη δραστηριότητα (shared activity) στο κοινωνικό πλαίσιο και μετά εσωτερικεύονται ή γίνονται κτήμα του παιδιού. Ο ίδιος ο Vygotsky (1994) περιέγραψε τέσσερα διαφορετικά στάδια στη διαδικασία της χρήσης εργαλείων από τα παιδιά:

- Στο πρώτο στάδιο η συμπεριφορά τους χαρακτηρίζεται από κατώτερες νοητικές λειτουργίες και οποιοσδήποτε διαμεσολαβητής, ακόμη κι αν η χρήση του παρουσιάσει και επεξηγηθεί από έναν ενήλικο, δεν θα έχει ιδιαίτερη βαρύτητα και δεν θα επιφέρει καμία αλλαγή στη συμπεριφορά του παιδιού. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στο πλαίσιο της έρευνας μας, η αρχική σύγχυση των παιδιών με τη χρήση τόσο των μπλοκ προγραμματισμού στο πλαίσιο του λογισμικού που χρησιμοποιήσαμε όσο και των καρτών που υπονοούσαν την κίνηση και διαδρομή της Bee-Bot σε περιβάλλον μακέτας. Σε πρώτο στάδιο ο υποστηρικτικός ρόλος και η στοχευμένη χρήση και τα δύο διαμεσολαβητικών εργαλείων δεν έγιναν αντιληπτά από τα παιδιά. Χρειάστηκαν βιωματικές διαδικασίες δοκιμής-λάθους και κυρίως αλληλεπίδραση με τον ερευνητή και τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας ώστε τα εργαλεία να νοηματοδοτηθούν σταδιακά από τα ίδια τα παιδιά.
- Στο δεύτερο στάδιο το παιδί καταφέρνει να χρησιμοποιεί διαμεσολαβητές αλλά μόνο κατόπιν βοήθειας ενός πιο έμπειρου ενήλικου και μόνο σε συνθήκες οι οποίες προσομοιάζουν εκείνες κατά τις οποίες επετεύχθη η εκμάθηση χρήσης των ίδιων διαμεσολαβητών. Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η περίπτωση που καταγράφεται στην έρευνά μας και αφορά τη χρήση του ίδιου του σώματος τους από τα παιδιά σε μία προσπάθεια αντίληψης αλλοκεντρικών σημείων αναφοράς. Παρατηρούμε πως αυτονομούνται σταδιακά σε αυτό το πεδίο, χάρη στην παράλληλη λεκτική υποστήριξη που λαμβάνουν από τον ερευνητή σε συνδυασμό με τον ενσώματο πειραματισμό τους στον χώρο και πάντα σε συσχέτιση με διαφορετικά σημεία θέασης.
- Το τρίτο στάδιο είναι εκείνο κατά το οποίο τα παιδιά αρχίζουν να αυτονομούνται σε κάποιο βαθμό, ωστόσο ακόμη ο διαμεσολαβητής έχει μόνο απτή και εξωτερική μορφή, γεγονός που μειώνει σημαντικά το εύρος εφαρμογής του. Κάτι ανάλογο παρατηρείται κυρίως στο πλαίσιο της δεύτερης ημέρας του διδακτικού πειράματος με κάθε μία από τις ομάδες. Μας είναι σαφές ότι τα παιδιά έχουν κατανοήσει

πλήρως τη σημειολογική αξία των καρτών κατεύθυνσης τόσο ως δεικτών κίνησης όσο και ως άτυπων εργαλείων μέτρησης απόστασης ωστόσο φαίνεται πως δεν μπορούν –σε αρχικό στάδιο τουλάχιστον- να μεταφέρουν και να αξιοποιήσουν αφαιρετικά αυτή τη γνώση στο νέο περιβάλλον προγραμματισμού που τους παρουσιάζουμε και είναι απαραίτητο για τον ορισμό της κίνησης του Lego NXT.

- Τέλος, στο τέταρτο στάδιο, το οποιοδήποτε εργαλείο έχει εσωτερικευθεί πλήρως και δεν υπάρχει η ανάγκη υποστήριξης από εξωτερικούς διαμεσολαβητές, γεγονός που βελτιώνει ποιοτικά τη συμπεριφορά του παιδιού. Κάτι τέτοιο παρατηρείται πρακτικά στη φάση της τελικής ατομικής συνέντευξης όπου το κάθε παιδί καλείται να προγραμματίσει την κίνηση ενός ψηφιακού ρομπότ σε περιβάλλον λογισμικού. Μας είναι σαφές ότι τόσο η σημειολογική αξία των συμβόλων κατεύθυνσης όσο και η αξία τους ως εργαλεία μέτρησης απόστασης αλλά και ο εντοπισμός της θέσης και του σημείου θέασης στον χώρο εκτιμώνται πλέον από τα περισσότερα παιδιά με αρκετά υψηλό βαθμό αποτελεσματικότητας χάρη στην εσωτερικευση των αρχικών εργαλείων που τους παρουσιάσαμε νωρίτερα.

Ωστόσο, σύμφωνα με διάφορους θεωρητικούς της αναπτυξιακής ψυχολογίας (Venger, 1977, 1986 · Elkonin, 1977 · Gal'perin, 1969), οι εξωτερικοί διαμεσολαβητές, για να είναι αποτελεσματικοί, οφείλουν να πληρούν βασικές προδιαγραφές όπως το ό,τι:

- θα πρέπει να έχουν ιδιαίτερη σημασία και νόημα πρωτίστως για το ίδιο το παιδί και όχι για τον ενήλικο και να είναι σε θέση να υπονοήσουν και να υποστηρίξουν έννοιες με απτό ή/και οπτικό τρόπο,
- θα πρέπει να συνδέονται άμεσα με ένα αντικείμενο που το παιδί θα χρησιμοποιήσει πριν ή κατά την εκτέλεση του έργου
- θα πρέπει να παραμείνουν σημαντικοί για το παιδί, κάτι που θα πάψει να συμβαίνει όταν χρησιμοποιηθούν σε υπερβολικό βαθμό ή για πάρα πολύ μεγάλο διάστημα εφόσον δεν αποσυρθούν την κατάλληλη στιγμή,
- θα πρέπει να επιτρέπουν τον συνδυασμό της διαμεσολάβησης με τη γλώσσα και άλλα συμπεριφορικά εργαλεία,
- θα πρέπει να επιλέγονται με το κριτήριο του κατά πόσο βρίσκονται εντός της ΖΕΑ του παιδιού ώστε να είναι σε θέση να συντονίσουν και να κατευθύνουν κατάλληλα τις ενέργειές του,
- θα πρέπει να συνδέονται άμεσα με ό,τι προσπαθούμε να μάθουμε στο παιδί να κάνει, με όρους συγκεκριμένων συμπεριφορών και δράσεων και όχι με ό,τι θα επιδιώκαμε το παιδί να σταματήσει να κάνει,
- θα πρέπει να υπάγονται σε ένα σχέδιο για το πώς το παιδί θα μπορέσει να συνεχίσει να τους χρησιμοποιεί και αυτόνομα.

3.5 Η γλώσσα ως «εργαλείο» μάθησης

Η γλώσσα αποτελεί εργαλείο επικοινωνίας που διευκολύνει τον «διαμοιρασμό» και ανταλλαγή εμπειριών, αλλά και την εξωτερίκευση στάσεων και συμπεριφορών που είναι απαραίτητες για τη δόμηση γνωστικών διεργασιών ενώ παράλληλα διευκολύνει τη μετατροπή της εξωτερικής εμπειρίας σε εσωτερική (κατα)νόηση καθιστώντας τις νοητικές διαδικασίες πιο ευέλικτες και ανεξάρτητες από τα άμεσα εξωτερικά ερεθίσματα. Επομένως, η γλώσσα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην νοητική ανάπτυξη του ατόμου εφόσον πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο που επιτρέπει τόσο την πρόσκτηση νέας πληροφορίας, γνώσης, στρατηγικών και δεξιοτήτων όσο και τη σύνθεση λογικής σκέψης. Χαρακτηριστικά ο Vygotsky συζήτησε σχετικά με τη σημασία της γλωσσικής συνδιαλλαγής για τη μάθηση στην πρώιμη παιδική ηλικία και την κεντρική θέση της στη θεωρία του περί Ζώνης Επικείμενης Ανάπτυξης (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978).

Επομένως, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι η γλώσσα είναι πρωτεύον -αν και όχι το μόνο και όχι για όλους- εργαλείο γιατί εξυπηρετεί δυο σημαντικές λειτουργίες, την εσωτερική (παρακολούθηση και διευθέτηση της σκέψης) και την εξωτερική (κοινωνική λειτουργία που διευκολύνει τη συμμετοχή και την επικοινωνία). Ο εξωτερικός λόγος, ευρύτερα, μας δίνει τη δυνατότητα της επικοινωνίας με τους γύρω μας, ενώ ο εσωτερικός μας επιτρέπει να ρυθμίσουμε τη συμπεριφορά και τη σκέψη μας. Ο γραπτός λόγος κάνει το ίδιο με τη διαφορά ότι μετατρέπει τη σκέψη μας σε απτή και ορατή διαδικασία κάτι που επίσης υποβοηθά η ζωγραφική και οι γραφικές αναπαραστάσεις. Επιπλέον, κάθε μορφή λόγου φαίνεται να συνεισφέρει στην επίτευξη μιας σημαντικής διαδικασίας όπως αυτής της εξοικείωσης με άλλα εργαλεία καθώς επίσης και στη δημιουργία στρατηγικών που βαθμιαία οδηγούν στην δόμηση σημαντικών νοητικών λειτουργιών όπως η συγκέντρωση, η μνήμη, τα συναισθήματα και η επίλυση προβλημάτων (Bodrova & Leong, 1996).

Ως προς την ανάδειξη της υψηλής σημασίας της συσχέτισης γλώσσας-μάθησης, ιδιαίτερα σημαντική είναι η αντιμετώπιση της μάθησης ως διαδικασίας που σχετίζεται άμεσα με το κοινωνικό πλαίσιο δραστηριοποίησης του ατόμου. Όπως αναφέρεται από την Chouliaraki (1995), σύμφωνα με τον Vygotsky, η γνωστική ανάπτυξη των μαθητών βασίζεται στην εσωτερίκευση της κοινωνικής επικοινωνίας, ενώ η γλώσσα και η συνείδηση τοποθετούνται σε ένα πλέγμα κοινωνικής δράσης που διαμορφώνεται σε ένα συγκεκριμένα συστήματα δραστηριότητας. Πιο συνοπτικά, η οπτική του Vygotsky σε σχέση με το ζήτημα γλώσσας-μάθησης, συνοψίζεται στα ακόλουθα:

- Η γλώσσα και η σκέψη αναπτύσσονται χωριστά στην αρχή μιας δραστηριότητας και κατόπιν συγχωνεύονται και αναπτύσσονται μαζί.
- Η γλώσσα έχει τις ρίζες της στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, όμως η σκέψη αναπτύσσεται από τις ενέργειες του ατόμου στο περιβάλλον.

- Ο εγωκεντρικός λόγος εσωτερικεύεται ως λεκτική σκέψη, ενώ παράλληλα δημιουργείται ο κοινωνικός λόγος που συμβάλλει στην ανάπτυξη της επικοινωνιακής ικανότητας.

Η γλώσσα του παιδιού, από την πρωτογενή της ακόμα μορφή, είναι εμφανώς κοινωνική και η πρωταρχική λειτουργία της είναι αυτή της κοινοποίησης στο περιβάλλον και της επίδρασης στα άτομα που το απαρτίζουν ενώ σε μετέπειτα φάση αρχίζει να διευκολύνει πολλαπλές λειτουργίες και σε μια ορισμένη ηλικία διακρίνεται σε κοινωνική και σε εγωκεντρική. Ως εκ τούτου, η εγωκεντρική γλώσσα κατά τον Vygotsky παράγεται στη βάση της κοινωνικής, καθώς το παιδί μεταβιβάζει στο προσωπικό πεδίο κοινωνικές μορφές επικοινωνίας και μορφές της συλλογικής συνεργασίας. Στη συνέχεια, από την εγωκεντρική γλώσσα του παιδιού, που έχει αποκοπεί από την κοινωνική δημιουργείται η εσωτερική γλώσσα του, που αποτελεί το θεμέλιο της λογικής του σκέψης.

Επομένως, από τα παραπάνω επιβεβαιώνεται μια σημαντική διάκριση η οποία αφορά δυο βασικά είδη λόγου:

- Εγωκεντρικός λόγος ο οποίος αφορά την εκφορά λόγου που έχει εξωτερική, εξωστρεφή έκφραση αλλά δεν απευθύνεται σε άλλους και έχει αποκλειστικά αυτορρυθμιστική λειτουργία για το άτομο. Αναλυτικότερα, η νοητική αυτή λειτουργία της εγωκεντρικής γλώσσας δεν αντικατοπτρίζει τον παραδοσιακό εγωκεντρισμό της παιδικής σκέψης, αλλά υπό συγκεκριμένες συνθήκες πολύ νωρίς μετατρέπεται σε μέσο σκέψης.
- Κοινωνικός λόγος που αφορά τη χρήση γλώσσας που απευθύνεται σε άλλους, έχει κοινωνική, επικοινωνιακή λειτουργία, εκφέρεται με εξωτερικό τρόπο και μπορεί να χαρακτηριστεί ως επίσημος και ανεπίσημος ανάλογα με τις εκάστοτε επικοινωνιακές περιστάσεις.

Επίσης, μια σημαντική πεποίθηση για τον Vygotsky (1987) ήταν ότι τα παιδιά έχουν την ικανότητα να εκφραστούν καλύτερα πάνω σε ουσιαστικές προσωπικές εμπειρίες και χάρη στον διάλογο που αναπτύσσεται, δομείται και η ικανότητα του παιδιού να κινείται από την ετερορρύθμιση στην αυτορρύθμιση. Ωστόσο, όπως και με άλλα εργαλεία η καθημερινή μάθηση και γνωστική ανάπτυξη, εξαρτώνται από τη γνωστική σκαλωσιά που παρέχεται από τους ενήλικους (Bodrova, et al., 2011) οπότε γίνεται κατανοητό ότι κατ' αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευτικοί δρουν ως διαμεσολαβητές, παρέχοντας υποστήριξη για τη γνωστική εξέλιξη των μαθητών τους (Kozulin & Presseisen, 1995 · Yang, 2000).

Εξάλλου, ο Mercer (2002) χαρακτηρίζει τη μαθησιακή διαδικασία που διαδραματίζεται στο πλαίσιο της σχολικής τάξης ως διαλογική, προϋποθέτοντας ότι η «συνομιλία» και η γλωσσική παραγωγή που συντελείται μεταξύ εκπαιδευτικού-παιδιών αλλά και των παιδιών μεταξύ τους έχουν προφανώς σημαντική συνεισφορά. Όπως προαναφέρθηκε, ούτως ή άλλως ο Vygotsky (όπως αναφέρεται στο Cole et al., 1978) συνδέει τη χρήση της γλώσσας ως πολιτισμικό εργαλείο (κατά τη διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης) με τη χρήση της ως ψυχολογικό εργαλείο (όταν αφορά την οργάνωση της ατομικής σκέψης)

ενώ τόνισε ότι η συμμετοχή σε συνεργατικές δραστηριότητες μπορεί να οδηγήσει στην κατασκευή νέων νοημάτων που είναι σε θέση να εσωτερικευτούν και να μετατραπούν σε εξατομικευμένη γνώση και δεξιότητες.

Η γλώσσα συνήθως έχει διττό ρόλο τόσο με το να δημιουργεί γνωστικές συγκρούσεις όσο και να τις επιλύει, δεδομένου ότι τα ίδια τα παιδιά, μέσω της (συν)ομιλίας μπορούν να ελέγξουν το κατά πόσο κατανοούν τα νοήματα και την πληροφορία που «κατασκευάζονται» στο περιβάλλον στο οποίο συμμετέχουν πάντα σε σχέση με το βαθμό κατανόησης που επιδεικνύουν οι γύρω τους. Παράλληλα είναι σε θέση να επιχειρηματολογήσουν αλλά και να «εκμαιεύσουν» πληροφορίες και εξηγήσεις από ενδεχομένως πιο «έμπειρους άλλους», δασκάλους ή ακόμα και συνομήλικους και συμμαθητές τους.

Επιπλέον, η γλώσσα αποτελεί το εργαλείο εκείνο με το οποίο οι ενήλικοι μπορούν να εφαρμόσουν στρατηγικές οι οποίες προωθούν τη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου αναφοράς και διαμοιραζόμενης γνώσης κατά τη διάρκεια των διαδικασιών διδασκαλίας-μάθησης όπως επίσης και να παράσχουν τη γνωστική «σκαλωσιά» που χρειάζεται το παιδί αλλά και να την αποσύρουν όποτε αυτό κριθεί σωστό. Μέσω διατύπωσης ερωτημάτων, (ανα)διατυπώσεων και επαναδιαπραγμάτευσης νοημάτων, οι ενήλικοι συνήθως στοχεύουν στην προώθηση της ισότιμης συμμετοχής της τάξης στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων και «κατασκευής» νέας γνώσης. Οι Kumpulainen & Wray (1997) αναφέρουν σχετικά ότι η γλώσσα μεσολαβεί ανάμεσα στις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο της τάξης κι ως εκ τούτου μετατρέπεται σε «κοινωνικό προϊόν» το οποίο προκύπτει από τον «πλαισιοθετημένο λόγο» που αναπτύσσεται από υποκείμενα που επικοινωνούν μεταξύ τους. Επομένως, όπως παρατηρείται από ερευνητές (Schegloff, 1997) τόσο η ανάλυση της γλώσσας όσο και η διδασκαλία με βάση μεμονωμένα και χρονικά πλαισιοθετημένα επεισόδια στα οποία οι συμμετέχοντες συνεισφέρουν κατά περίπτωση και όχι σε συνολική συσχέτιση με αλληλεπιδράσεις, εμπειρίες και γνώσεις που να έχουν δομηθεί σε ένα συγκεκριμένο εύρος χρόνου, δεν μπορούν να έχουν απόλυτη αποτελεσματικότητα. Αυτό γιατί σε όλες σχεδόν τις ανθρώπινες δραστηριότητες δεν αρκεί μόνο ο διαμοιρασμός πληροφορίας και η κοινωνική αλληλεπίδραση στο στενό χρονικό πλαίσιο της ομάδας αλλά και η δυναμική συσχέτιση πρότερων κοινών ιδεών που έχουν δομηθεί στο παρελθόν μεταξύ των συμμετεχόντων.

Κατά τον Mercer (2000), όταν (συν)εργαζόμαστε με άλλους, όχι μόνο αλληλεπιδρούμε αλλά δια-σκεπτόμαστε εφόσον συχνά, μέσω της γλωσσικής συνδιαλλαγής, καλούμαστε να συνδυάσουμε γνωστικά και «πνευματικά» αποθέματα για την εκπλήρωση κοινών στόχων. Φαίνεται ότι απαραίτητη βάση για την συνεργατική δόμηση γνωστικών σχημάτων είναι ο (διά)λογος ο οποίος εννοεί τη δημιουργία διαμοιρασμένης γνώσης και κατανόησης μέσα από μια διαδικασία αμοιβαίας ανάκλησης γνωστικών εμπειριών, η οποία οδηγεί σε μετασχηματισμό της εκάστοτε τρέχουσας γνωστικής κατάστασης των υποκειμένων. Αυτή ακριβώς τη δυνατότητα που προσφέρει η γλωσσική έκφραση, οι Gee & Green (1998) την περιγράφουν συνοπτικά με τον όρο «αντανεκλαστικότητα» (reflexivity) και γι' αυτό φαίνεται να λειτουργεί ως ένας σημαντικός

διαμεσολαβητικός παράγοντας μεταξύ εκπαιδευτικού και παιδιών (Draper & Anderson, 1991 · Mercer, 1995 · Lyle, 1996 · Wells, 1994 · Wood, 1992 όπως αναφέρεται από τις Kumpulainen & Wray, 1997).

Μεταξύ των άλλων, ο Vygotsky τονίζει την ιδιαίτερη σημασία του γραπτού λόγου για την ανάπτυξη των ανώτερων νοητικών λειτουργιών εφόσον θεωρείται πως επηρεάζει σημαντικά την νοητική ανάπτυξη καθιστώντας τη σκέψη εξωστρεφή κι ευνοώντας την εκούσια εκτίμηση και χρήση συμβόλων από τη μεριά των παιδιών. Μεταξύ άλλων, ο γραπτός λόγος φαίνεται πως βοηθά τη σκέψη να αποκτήσει την απαιτούμενη τακτικότητα και σειριακή αλληλουχία και παράλληλα επιτρέπει την ανάλυσή της στις διαφορετικές χρονικές στιγμές εκδήλωσής της, οπτικοποιώντας τυχόν προβλήματα κατανόησης μιας έννοιας ή διαδικασίας.

Επιπλέον, τα παιδιά, παράλληλα με την όποια αναπτυγμένη μορφή γραπτού λόγου, καταφεύγουν συχνά στη ζωγραφική, στο σχέδιο και στη χρήση συμβόλων γενικότερα, έτσι ώστε να αναφερθούν σε ό,τι βιώνουν στο περιβάλλον τους οπότε προσφέρουν μια επιπλέον δυνατότητα στους γύρω τους να κατανοήσουν πολλές από τις εσωτερικές σκέψεις τους μέσω ενός ιδιότυπου σημειωτικού συστήματος. Κατά τον Vygotsky, το σχέδιο λειτουργεί παραπλήσια με τον προφορικό και γραπτό λόγο εφόσον δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά να επικοινωνήσουν με τους γύρω τους αλλά ακόμα και με τους εαυτούς τους (Stetsenko, 1995) κι ενδεχομένως να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο να τα βοηθά να κατανοήσουν τη χρήση πιο σύνθετων εργαλείων όπως ο γραπτός λόγος. Μάλιστα ο Vygotsky (1997) θεωρούσε το σχέδιο ως τον προπομπό και το προαπαιτούμενο για την ανάπτυξη της δεξιότητας της γραφής ενώ και οι Piaget (1977) και Venger (1988) έχουν υποστηρίξει στο παρελθόν ότι το σχέδιο αποτελεί αναπαράσταση της πραγματικής εσωτερικής σκέψης του παιδιού. Βασιζόμενος στην ιδέα των νοητικών εργαλείων όπως συνολικά εξέφρασε ο Vygotsky, ο Venger (1988) ισχυρίζεται ότι τα πρωταρχικά σχέδια των παιδιών αποτελούν μη λεκτικά εργαλεία που μας δίνουν τη δυνατότητα να αναλύσουμε και να αποδομήσουμε αντικείμενα και καταστάσεις στα σημαντικά και λιγότερο σημαντικά στοιχεία τους και με δεδομένη μια τέτοια αντίληψη γίνεται κατανοητό ότι τα φαινομενικά πρωτόγονα, ανώριμα και ανολοκλήρωτα σχέδια των παιδιών δίνουν αυτή την εντύπωση γιατί απλά το παιδί παράγει μια αναπαράσταση ενός αντικειμένου ή κατάστασης, που αποτελείται αποκλειστικά και μόνο από τα απαραίτητα μέρη όπως τα αντιλαμβάνεται το ίδιο το παιδί (Venger, 1988). Όσο αυξάνεται το γνωστικό επίπεδο του παιδιού τόσο πιο πολύπλοκα και λεπτομερή γίνονται και τα σχέδια που παράγει για να αντικατοπτρίσουν την νεοαποκτηθείσα γνώση και εμπειρία.

Τέλος, ο Vygotsky (1997) συνδέει το σχέδιο και τη γραφή με τις χειρονομίες και την κίνηση του σώματος τα οποία και θεωρεί εξίσου σημαντικά νοητικά εργαλεία. Κατά τον ίδιο «χειρονομώντας είναι σαν να γράφουμε στον αέρα ενώ και τα γραπτά σύμβολα συχνά δεν είναι τίποτα παραπάνω από στατικές χειρονομίες». Τα παιδιά, ειδικά κατά την βρεφική και προσχολική ηλικία, συχνά καταφεύγουν στις χειρονομίες έτσι ώστε να εξωτερικεύσουν τις προθέσεις τους και να εξηγήσουν αυτό που σκέφτονται ενώ παράλληλα αυτή τους η συμπεριφορά μπορεί να

θεωρηθεί μια μορφή (προ)σχεδιασμού της δράσης και ως εκ τούτου αποτελεί δείκτη νοητικής εξέλιξης (Vygotsky, 1997).

3.6 Η χρήση γλώσσας στο πλαίσιο της τάξης

Έχοντας ήδη τονίσει τη διαμεσολαβητική αξία της γλώσσας που εμφανίζεται ως ισχυρό μέσο στις διαδικασίες της τάξης, είναι σημαντικό να αναφερθούμε και στην ιδιαίτερη σημασία που έχει στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας η συστηματική ανάλυση των γλωσσικών επεισοδίων που αναπτύσσονται μεταξύ εκπαιδευτικού-παιδιών αλλά και των παιδιών μεταξύ τους κατά τις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων. Ιδιαίτερα αξιόλογη είναι η συνεισφορά του Mercer (1996) στο πεδίο ανάλυσης του λόγου που αναπτύσσεται στο πλαίσιο της τάξης και η προσέγγιση του η οποία, αντλώντας από κοινωνικοπολιτισμικές οπτικές για τη μάθηση και θεωρώντας τη (συν)ομιλία ως ένα είδος κοινωνικού τρόπου σκέψης (*social mode of thinking*) επιχειρεί να αποτυπώσει τον χαρακτήρα της διαμαθητικής επικοινωνίας με εστίαση στο είδος των συνομιλιών που κυριαρχούν κατά την εργασία σε ομάδες.

Ειδικότερα, κατά τους Mercer (2005) και Wegerif & Mercer (1997, 2000), η τυπολογία των λόγων και της ομιλίας που συντελείται στο συνεργατικό πλαίσιο της σχολικής τάξης συνοψίζεται κατά κύριο λόγο στα εξής τρία περιγραφικά σχήματα:

- Συγκεντρωτική συνομιλία (*cumulative talk*). Κυριαρχεί η τάση της ομάδας για σύγκλιση και ταύτιση προς μια κοινή γνώμη και γνώση, η οποία όμως δομείται μέσω συσσώρευσης και άκριτης θετικής αποτίμησης. Οι συμμετέχοντες συνήθως εμπλέκονται σε επεισόδια που βασίζονται στην επαναληπτικότητα της πληροφορίας και στην επιβεβαίωσή της χωρίς ουσιαστική αμφισβήτηση και επεξεργασία.
- Ανταγωνιστική συνομιλία (*disputational talk*). Επικρατεί η ατομική γνώμη και η ατομοκεντρική λήψη των αποφάσεων στο πλαίσιο ενός ανταγωνιστικού και μη συνεργατικού κλίματος. Το χαρακτηριστικό στοιχείο είναι η διαφωνία των μελών της ομάδα εν μέσω προσπάθειας για κατ' επίφαση εποικοδομητική κριτική και προτάσεις. Αντιπροσωπευτικά στοιχεία αυτού του είδους συνομιλίας είναι η ανταλλαγή χρονικά σύντομων εκφράσεων επιβεβαίωσης ή αμφισβήτησης μεταξύ των μελών της ομάδας.
- Διερευνητική συνομιλία (*exploratory talk*). Οι συνομιλητές παρουσιάζουν και εξηγούν τις ιδέες τους, θέτουν υποθέσεις και προτάσεις, ώστε να καταλήξουν, κατόπιν κριτικής αξιολόγησης, στην παραγωγή νέας ομαδικής γνώσης που βασίζεται στη λογική τεκμηρίωση και μπορεί να τεθεί ανά πάσα στιγμή υπό εμφανή κριτική και εποικοδομητική διαπραγμάτευση στο πλαίσιο ανοιχτής «δημόσιας διαβούλευσης» (Mercer, 1995). Εξάλλου, η συμφωνία της ομάδας επί των αποφάσεων για δράση, αποτελεί τη βάση για κοινή εξέλιξη σε όλα τα επίπεδα. Για την ανάπτυξη της διερευνητικής συνομιλίας ο Mercer (1996) υποστηρίζει την

ανάγκη να γνωρίσουν οι μαθητές ορισμένους κανόνες βάσης, που θα προκύψουν μέσα από πρακτικές συζήτησης και διαπραγμάτευσης για την ίδια τη συνεργασία και την επικοινωνία στις ομάδες.

Και τα τρία προαναφερθέντα είδη της τυπολογίας συνομιλιών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της ομαδικής δουλειάς στην τάξη, δεν αποτελούν απόλυτα περιγραφικές κατηγορίες με βάση τις οποίες να μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και να κωδικοποιηθούν αξιωματικά όλα τα είδη λόγου που καταγράφονται. Ωστόσο μπορούν να αποτελέσουν μια τεκμηριωμένη βάση για την καλύτερη και πληρέστερη κατανόηση του πώς «συνομιλούν» τα παιδιά όταν καλούνται να «(συ)σκεφθούν» στο πλαίσιο της τάξης (Wegerif & Mercer, 1996).

Ωστόσο, στη βάση της κοινωνικοπολιτισμικής θεωρίας και των πολλαπλών ερμηνειών του θεωρητικού έργου του Vygotsky έχουν επίσης αναδυθεί και διάφορες άλλες προσεγγίσεις που αφορούν την ανάλυση συνομιλιών, συνεντεύξεων και του λόγου μεταξύ των παιδιών ευρύτερα όπως για παράδειγμα η μέθοδος της Rogoff (1995, 1997, 1998, 2003). Τις κυρίαρχες έννοιες της βυγκοτσικής θεωρίας όπως η σημαντικότητα του «εμπειρότερου άλλου», των αλληλεπιδράσεων, του κοινωνικού πλαισίου, των πολιτισμικών εργαλείων, η «διαμεσολαβημένη» σκέψη, η Rogoff τις επεκτείνει μέσω του ερευνητικού και θεωρητικού έργου της σε μια ολοκληρωμένη ανάλυση και κατανόηση της συγκρότησης της σκέψης των παιδιών η Rogoff (1998) προτείνοντας τη «μέθοδο τριπλής εστίασης» («three foci of analysis»).

Πιο συγκεκριμένα, η Rogoff προτείνει μια μέθοδο πολυεπίπεδης και πολυεστιακής ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων που προκύπτουν από τη δράση του παιδιού σε συνεργατικό πλαίσιο στο οποίο, δεν μελετάται μόνο το άτομο που συνθέτει τη σκέψη αλλά και οι διαπροσωπικές αλληλεπιδράσεις και «συνδιαλλαγές» που πραγματοποιούνται και φυσικά το κοινωνικό-πολιτισμικό-ιστορικό πλαίσιο μέσα στο οποίο λαμβάνουν χώρα. Αναλυτικότερα, τα πεδία εστίασης που προβάλλονται είναι τρία:

- «Προσωπική εστίαση» όπου η έμφαση δίνεται στη σκέψη και τη δράση του ατόμου.
- «Διαπροσωπική εστίαση» όπου η έμφαση δίνεται στις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις του υποκειμένου με τους άλλους.
- «Εστίαση στο πλαίσιο» όπου το ενδιαφέρον επεκτείνεται και στο ευρύτερο κοινωνικό-πολιτισμικό-ιστορικό περιβάλλον του ατόμου.

Σημαντικό στοιχείο όπως υπογραμμίζει και η ίδια η ερευνήτρια είναι ότι καθώς η ανάλυση εστιάζει διαδοχικά σε καθένα από τα τρία αυτά πεδία τα άλλα παραμένουν «παρόντα αλλά στο παρασκήνιο» (Rogoff, 1995, 1998). Υπό αυτό το πρίσμα της κοινωνικοπολιτισμικής προοπτικής, η προσέγγιση της Rogoff (1998, 2003) παρέχει ένα χρήσιμο εννοιολογικό εργαλείο για την ανάλυση της έρευνας με μικρά παιδιά. Είναι σημαντικό ότι μπορεί να τονίσει πόσο η σκέψη των παιδιών είναι ενσωματωμένη σε πλαίσια ενώ παράλληλα συνδέεται με συνεργασίες, σημεία και πολιτισμικά εργαλεία. Με βάση αυτή την προσέγγιση, η εστίαση μετατοπίζεται από το «απομονωμένο» άτομο, όπως συνηθίζεται

με βάση άλλες κυρίαρχες μεθόδους ιδιαίτερα στην έρευνα της επιστημονικής εκπαίδευσης, στην ίδια τη συμμετοχή ενός παιδιού μέσα σε μια δραστηριότητα και στο πώς αυτή η συμμετοχή μετασχηματίζεται κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας (προσωπική εστίαση), στη συνεργασία του παιδιού και στις σχέσεις του με τους άλλους (διαπροσωπική εστίαση), και σε τυχόν πολιτισμικούς/θεσμικούς/ιστορικούς παράγοντες που την επηρεάζουν (εστίαση στο πλαίσιο).

Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι κανένα από τα τρία πεδία ανάλυσης δεν μπορεί να ερμηνευτεί ή να κατανοηθεί αν αποκοπεί από την εν εξελίξει δραστηριότητα. Αναλύσεις που επικεντρώνονται μόνο σε ένα από αυτά τα πεδία και εστιάζουν σε αποσπασματικά επεισόδια που προέρχονται από συζητήσεις κι αλληλεπιδράσεις με παιδιά, όπως είθισται να συμβαίνει συχνά σε ερευνητικές περιστάσεις, διατρέχουν τον κίνδυνο να αγνοήσουν τους πολλαπλούς παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά τη σκέψη των παιδιών όπως λόγου χάρη τις άμεσες εμπειρίες των παιδιών, τα θέματα που διδάσκονται στο σχολείο ή στο σπίτι ή με μέλη της ευρύτερης οικογένειας, κοινά διαμορφωμένες αντιλήψεις (σε αντίθεση με όσους ενδεχομένως υποθέτουν ότι το παιδί τις διαμορφώνει αποκλειστικά με αυτόνομο τρόπο), τις πεποιθήσεις που διαμορφώνονται με βάση τα συμφραζόμενα, καθώς και τη σημασία των διαφόρων εργαλείων του περιβάλλοντος (τηλεόραση, βιβλία, τραγούδια, υλικά ζωγραφικής, και άλλα αντικείμενα που συχνά έχουν υποβοηθήσει και σε κάποιο βαθμό διαμορφώσει τη σκέψη των μικρών παιδιών.

Μια κεντρική ιδέα στο μοντέλο που προτείνει η Rogoff (1998, 2003), αφορά τον κατά περίπτωση μετασχηματισμό της συμμετοχικότητας ή αλλιώς τους τρόπους με τους οποίους ένα άτομο εξελίσσεται μέσω της συμμετοχής σε μια δραστηριότητα, δεδομένης της διαδικασίας προσαρμογής στην οποία υπόκειται ούτως ώστε να ενταχθεί επιτυχώς σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο και με τρόπους που συμβάλλουν τόσο στην εν εξελίξει δραστηριότητα όσο και στην προετοιμασία του ίδιου του ατόμου για τη μελλοντική συμμετοχή σε παρόμοιες περιστάσεις. Επιπλέον, οι τρόποι με τους οποίους ο ίδιος ο ερευνητής αναπτύσσεται και αλλάζει μέσω της συμμετοχής του στην ερευνητική δραστηριότητα, μπορούν με τη σειρά τους να οδηγήσουν σε αλλαγές στις απαντήσεις των παιδιών, και, τελικά, σε μια πολύ καλύτερη κατανόηση των εννοιολογήσεών τους. Εν τέλει, καθένα από τα 3 επίπεδα εστίασης που προτείνει η Rogoff επικυρώνουν τη βασική θεώρηση του Vygotsky ότι η μάθηση συντελείται αρχικά σε διαπροσωπικό επίπεδο, μεταξύ ατόμων που εμπλέκονται σε μια κοινή, διαμοιρασμένη δραστηριότητα και στη συνέχεια η ίδια διαδικασία μάθησης, εσωτερικεύεται και μετατρέπεται σε ατομικό επίπεδο (Vygotsky, 1987, 1997, 1999).

Μια ακόμα προσέγγιση που αφορά την ανάλυση γλωσσικών επεισοδίων που παράγονται στο πλαίσιο συνεργατικών δραστηριοτήτων σε περιβάλλον τάξης, είναι εκείνη που προτείνεται από τις Kumplainen και Wray (1997), βασίζεται θεωρητικά στο έργο των Glaser & Strauss (1967) και Weber (1990) και εδράζεται πρακτικά στην ανάγκη του να ληφθούν υπόψη οι γλωσσικές λειτουργίες και η σημασία τους ως προς τη διαμόρφωση της μαθησιακής διαδικασίας. Το πλαίσιο ανάλυσης που προτείνεται από συγκεκριμένους ερευνητές, είναι το αποτέλεσμα

πολυετούς πειραματισμού σε σχολεία διαφόρων χωρών (Φινλανδία, Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο) και με στόχο τη διερεύνηση της φύσης της κοινωνικής δραστηριότητας των μαθητών και πιο συγκεκριμένα της γλωσσικής αλληλεπίδρασης στο πλαίσιο συνεργατικών δραστηριοτήτων (Fourlas & Wray, 1990 · Kumpulainen & Wray, 2002 · Kumpulainen, 1996).

Με βάση την προσέγγιση των Kumpulainen & Wray, η μαθησιακή διαδικασία φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από την ενεργή συμμετοχή των ατόμων στις κοινωνικές πρακτικές του εκάστοτε περιβάλλοντος και το γεγονός αυτό με τη σειρά του προσδίδει ιδιαίτερη σημασία στις αλληλεπιδραστικές διαδικασίες που εκτυλίσσονται και για την κατανόηση των οποίων απαιτείται η ανάλυση τόσο των γλωσσικών λειτουργιών και εκφάνσεων όσο και άλλων σημειολογικών εργαλείων τα οποία χρησιμοποιούνται ως φορείς επικοινωνίας και μάθησης (Cole, 1996 · Halliday & Hasan, 1989 · Chang-Wells, 1992). Η αλληλεπίδραση των ατόμων, υπό το πρίσμα ανάλυσης μιας εμφανώς δυναμικής διαδικασίας, θεωρείται σύνθετο κοινωνικό φαινόμενο το οποίο συντίθεται όχι μόνο από γλωσσικά επεισόδια αλλά και από κοινωνικής φύσης, μη λεκτικά περιστατικά.

Αν και σταδιακά οι Kumpulainen & Wray (2002) κατέληξαν σε μια αρκετά λεπτομερή κι εμπειριστατωμένη κατηγοριοποίηση των αλληλεπιδράσεων των παιδιών αλλά και της φύσης και ποιότητας των γλωσσικών τους αλληλεπιδράσεων, στην πορεία διαπιστώθηκε ότι υπήρχε η βασίμη ανάγκη για τη δημιουργία ενός πιο περιγραφικού συστήματος ανάλυσης το οποίο να λαμβάνει υπόψη τα είδη αλληλεπιδράσεων υπό μια πιο ολιστική και πολυδιάστατη οπτική. Συνεπώς, η μεθοδολογία που προέκυψε στη πορεία, προσεγγίζει τη δυναμική της αλληλεπίδρασης στο πλαίσιο συνεργατικής δραστηριότητας υπο τρεις βασικές προοπτικές ανάλυσης.

Η πρώτη αφορά εστίαση στον χαρακτήρα και τη σκοπιμότητα των γλωσσικών λειτουργιών των παιδιών όπως αυτές αναπτύσσονται σε συνεργατικό πλαίσιο και με ιδιαίτερη έμφαση στις επικοινωνιακές στρατηγικές στις οποίες καταφεύγουν οι συμμετέχοντες με απώτερο σκοπό τη συνεργασία που θα οδηγήσει σε επίτευξη στόχων. Η λειτουργική ανάλυση των γλωσσικών αλληλεπιδράσεων εστιάζει στους σκοπούς για τους οποίους το άτομο αρθρώνει συγκεκριμένο λόγο σε συγκεκριμένες περιστάσεις. Μέσω αυτής της ανάλυσης διερευνώνται οι επικοινωνιακές στρατηγικές στις οποίες καταφεύγει το άτομο κατά την εμπλοκή του σε αλληλεπιδράσεις με άλλα άτομα (Halliday & Hasan, 1989) καθώς και η λειτουργική νοηματοδότηση των εκάστοτε λεκτικών σχημάτων (Austin, 1962 · Edwards & Westgate, 1994). Οι λειτουργίες για τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν τον προφορικό λόγο, συνδέονται άμεσα με το εκάστοτε συγκείμενο και το πλαίσιο εντός του οποίου παράγονται καθώς επίσης και με τις προσδοκίες, τις ερμηνείες και τα συναισθήματα του ατόμου όπως όλα αυτά εξελίσσονται κατά περίπτωση.

Αυτές οι γλωσσικές λειτουργίες εξυπηρετούν τόσο ενδοπροσωπικές όσο και διαπροσωπικές λειτουργίες (Halliday & Hasan, 1989) και η ερμηνεία τους με υπόβαθρο συνεργατικές δραστηριότητες, βασίζεται στο τί μπορεί να υπονοεί, να εννοεί ή να εκφράζει κυριολεκτικά το δρόν άτομο. Συνεπώς, δεν μπορούν να ερμηνευτούν στη βάση της αυστηρής

γραμματικοσυντακτικής ορθότητας τους αλλά με βάση τη συνεισφορά τους στο μετασχηματισμό της συμμετοχικότητας των ατόμων και στην εξελιξιμότητα της δραστηριότητας στην οποία εκδηλώνονται. Η κατανόηση κι ερμηνεία των λόγων για τους οποίους τα παιδιά χρησιμοποιούν τη γλώσσα στο πλαίσιο αλληλεπιδράσεων με άλλα άτομα, μπορεί να υποβοηθηθεί σημαντικά από τα δεδομένα που προκύπτουν από την άμεση παρατήρηση, την ανάλυση βιντεοσκοπήσης και συνεντεύξεων.

Οι γλωσσικές λειτουργίες στο πλαίσιο αλληλεπίδρασης, είναι οι ελάχιστες μονάδες ανάλυσης που ταυτοποιούνται με βάση συγκεκριμένα αίτια και σκοπούς σε συνθήκες διαλογικού νοήματος, λαμβάνονται υπόψη ως νοηματοδοτημένα λεκτικά σώματα και αναλύονται με βάση τις επιμέρους καταγεγραμμένες στιγμές του ευρύτερου επεισοδίου (παροχή πληροφορίας, επίδειξη, αιτιολόγηση, αξιολόγηση, διατύπωση ερωτήματος, απόκριση, οργάνωση δράσης, επίκριση και έκφραση συμφωνίας/ασυμφωνίας, επιχειρηματολογία, σύνθεση πληροφορίας, επισκόπηση, υπαγόρευση, ανάγνωση κειμένου/οδηγιών, επανάληψη, αφήγηση εμπειρίας, έκφραση συναισθημάτων). Μερικές από αυτές τις λειτουργίες περιγράφουν άμεσα τη φύση της αλληλεπίδρασης από την άποψη της άμεσης δράσης (π.χ. υπαγόρευση, ανάγνωση οδηγιών κλπ.), ενώ άλλες αφορούν μια πιο ερμηνευτική/γνωστική πρακτική (π.χ. παροχή πληροφορίας, αιτιολόγηση, αξιολόγηση ή κοινωνική οπτική (π.χ. εκδήλωση συναισθήματος, απόκριση, επίκριση κλπ.) στη βάση της ανάλυσης των γλωσσικών αλληλεπιδράσεων. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι καμία από αυτές τις λειτουργίες δεν είναι μονοδιάστατη δεδομένου ότι μπορεί να αντανακλά την κοινωνική-γνωστική-διαλεκτική δράση των ατόμων όσο αυτά αλληλεπιδρούν στο πλαίσιο κοινωνικών διεργασιών και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να θεωρηθεί ότι οι γλωσσικές λειτουργίες που εκδηλώνονται σε συνεργατικές δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος συχνά διαφέρουν ανάλογα με το πλαίσιο και το συγκείμενο της εκάστοτε κατάστασης επομένως δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως προκαθορισμένα και «κλειστού τύπου» εργαλεία ανάλυσης.

Η δεύτερη διάσταση της προσέγγισης των Kumpulainen & Wray, αφορά εστίαση στις γνωστικές διεργασίες και στους τρόπους με τους οποίους τα παιδιά προσεγγίζουν και επεξεργάζονται τις μαθησιακές συγκυρίες που προκύπτουν στο πλαίσιο αλληλεπίδρασης τους στην τάξη. Το ενδιαφέρον της ανάλυσης εδώ, συγκεντρώνεται κυρίως στον εντοπισμό των στρατηγικών δράσης του ατόμου αλλά και τη στάση του απέναντι στη μάθηση, στη γνωστική ανάπτυξη αλλά και στον ρόλο του ως δρον υποκείμενο με στόχο την (συνεργατική) επίλυση προβλημάτων. Με βάση αυτό το πεδίο ανάλυσης, οι γνωστικές διεργασίες αντιμετωπίζονται ως εκ φύσεως δυναμικές, προσαρμοζόμενες στις εκάστοτε συνθήκες και συνδημιουργούνται μέσω των εξελισσόμενων αλληλεπιδράσεων στο κοινωνιοπολιτισμικό πλαίσιο της δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, οι Kumpulainen & Wray (2002) προτείνουν τρεις ευρύτερες υποκατηγορίες που περιγράφουν αναλυτικότερα τη φύση των γνωστικών διεργασιών που αναπτύσσονται στο πλαίσιο συνεργατικών δραστηριοτήτων.

Η πρώτη, η διαδικαστική διεργασία (procedural processing) αφορά την εκτέλεση διαδικασιών χωρίς πρότερο σχεδιασμό δεδομένου ότι ο

τρόπος σκέψης δεν εξελίσσεται στοχευμένα αλλά φαίνεται να «συσσωρεύεται» χωρίς να διέπεται η διαδικασία αυτή από συστηματικό προγραμματισμό, συνεργασία ή ανταλλαγή απόψεων. Συχνά, η δραστηριότητα των παιδιών αφορά μόνο το τελικό «προϊόν» δράσης αδιαφορώντας για τις ενδιάμεσες διαδικασίες κι επικεντρώνεται κυρίως σε μηχανικά διαδικαστικό χειρισμό δεδομένων. Αντίθετα, η δεύτερη υποκατηγορία, η ερμηνευτική/διερευνητική διεργασία, αφορά συνθήκες κατά τις οποίες ο τρόπος σκέψης που προηγείται της δράσης, καθίσταται εμφανής μέσω της γλωσσικής έκφρασης ή της χρήσης άλλων διαμεσολαβητικών εργαλείων με αποτέλεσμα όλη η δραστηριότητα να βασίζεται και να επικεντρώνεται σε διαδικασίες σχεδιασμού, στρατηγικών δράσης και επαλήθευσης υποθέσεων, οι οποίες κατά γενική ομολογία αντανάκλουν τον βαθμό εμπλοκής των παιδιών και το άμεσο ενδιαφέρον τους για τη δραστηριότητα. Τέλος, η εκτός πλαισίου δραστηριότητα (Off-task activity) αφορά τις συνθήκες εκείνες κατά τις οποίες η δράση των παιδιών δεν εστιάζεται στην εκάστοτε δραστηριότητα στην οποία εμπλέκονται όπως για παράδειγμα οι συζητήσεις για άσχετα ζητήματα, η αφηρημένη σκέψη, το άσχετο παιχνίδι κλπ.

Τέλος, οι Kumpulainen & Wray αναφέρονται σε εστίαση στις κοινωνικές διεργασίες, δηλαδή στη φύση των κοινωνικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ ατόμων που εμπλέκονται σε ομαδικές δραστηριότητες με ιδιαίτερη έμφαση στην εξέταση των τύπων και των μορφών συμμετοχής στο πλαίσιο κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Η ανάλυση των κοινωνικών διεργασιών στοχεύει στο να ταυτοποιήσει επαρκώς τις κοινωνικές σχέσεις και τους τύπους συμμετοχής σε ομάδες συνεργασίας. Η τυπολογία των αλληλεπιδράσεων που αναδύεται αφορά μοτίβα συνεργατικότητας, συμβουλευτικής, επιχειρηματολογίας, ατομικής δράσης, κυριαρχίας, σύγκρουσης και σύγχυσης σκέψης. Θα πρέπει να τονιστεί ότι οι «μονάδες» και τα σώματα ανάλυσης που προκύπτουν σε σχέση με τις διαφορετικές γνωστικές και κοινωνικές διεργασίες, δεν διέπονται από «στενούς» κανόνες όπως γίνεται στη βάση αυστηρών εκφωνημάτων (utterance basis) αλλά βασίζονται στην εξέλιξη της αλληλεπίδρασης όπως αυτή σημειώνεται σε κάθε διαφορετική στιγμή του εκάστοτε επεισοδίου και όπως αυτή ερμηνεύεται από τον ερευνητή ή ακόμα και από τα δρόντα άτομα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί αλλά θα αναλυθεί με μεγαλύτερη έμφαση στο επόμενο κεφάλαιο, το πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνάς μας βασίζεται στις συνθήκες και στις διαδικασίες του διδακτικού πειράματος. Όλα όσα παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν στις ενότητες του παρόντος κεφαλαίου, αποτελούν δομικά στοιχεία του διδακτικού μας πειράματος τόσο ως προς τις δυο ατομικές συνεντεύξεις (αρχική και τελική) που πραγματοποιήσαμε με τα παιδιά όσο και σε σχέση με την διήμερη διδακτική παρέμβαση που μεσολάβησε. Ο σχεδιασμός του συνολικού πειράματος είναι προφανές ότι δομήθηκε γύρω από τη χρήση προγραμματιζόμενων συσκευών (Bee-Bot, NXT) από τα παιδιά με στόχο την ενίσχυση των χωρικών δεξιοτήτων τους. Ωστόσο είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι το διδακτικό πείραμα βασίστηκε σε συγκεκριμένους άξονες που αφορούσαν το κοινωνικό πλαίσιο, τα υλικά κι εργαλεία και τη γλώσσα ως διαμεσολαβητικό εργαλείο.

Φροντίσαμε να λάβουμε υπόψη μας ότι το πλαίσιο διεξαγωγής της κύριας διδακτικής παρέμβασης με τις ομάδες παιδιών, θα έπρεπε να αναδεικνύει τα στοιχεία της συνεργασίας και της διερεύνησης μέσα από ελεύθερο παιχνίδι με παράλληλη διακριτική υποστήριξη της πρωτοβουλίας από τον ερευνητή στο πλαίσιο δημιουργίας δυναμικών Ζωνών Επικείμενης Ανάπτυξης. Συνεπώς τα σενάρια και οι δραστηριότητες δομήθηκαν στη βάση των παραπάνω στοιχείων και τόσο η επιλογή όσο και η διαμόρφωση των εκπαιδευτικών υλικών έγιναν στη βάση του ότι αυτά θα μπορούσαν να εξελιχθούν σε εργαλεία που θα διαμεσολαβούσαν χωρικές και μαθηματικές έννοιες και διαδικασίες εφόσον ήταν οικεία στα παιδιά και θα εξυπηρετούσαν τους στόχους της ομάδας στο πλαίσιο του παιχνιδιού με τα ρομπότ. Για τον λόγο αυτό προτιμήσαμε τη χρήση αναπαραστάσεων (κατόψεις, ιχνογραφήματα, κάρτες συμβολισμού κίνησης, εικονοεντολές λογισμικού κλπ.) που θεωρήσαμε πως είχαν τη δυνατότητα να ενισχύσουν την εργαλειακή αξία των ίδιων των υλικών αλλά και να οδηγήσουν σταδιακά στην ολοκλήρωση της αφαιρετική σκέψης των παιδιών.

ΜΕΡΟΣ 2: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μεθοδολογικό και αναλυτικό σχέδιο της έρευνας

Η βασική προβληματική που διέπει την παρούσα έρευνα, αφορά το κατά πόσο, δυναμικά εργαλεία ΕΡ, περιβάλλοντα προγραμματισμού ή/και ψηφιακοί/εικονικοί μικρόκοσμοι όπως τα Lego NXT/EV3, Bee-Bot, Ladybug, Lightbot, Scratch κ.α., μπορούν να συμμετάσχουν στην δημιουργία πλαισίων μάθησης που υποστηρίζουν τα παιδιά στην ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων. Αυτό μπορεί να συμβεί λόγω του παιγνιώδους χαρακτήρα που τα διακρίνει, της ομοιότητάς τους με συσκευές, περιβάλλοντα και παιχνίδια της καθημερινότητας τους αλλά ταυτόχρονα της δυνατότητας που παρέχουν για μοντελοποίηση χωρικών σχέσεων και για εξωτερίκευση της σκέψης των παιδιών με ποικίλους τρόπους. Μια τέτοια διαδικασία επιτρέπει το ζετύλιγμα αναλυτικών διεργασιών αποσφαλμάτωσης κι ενθαρρύνει τη μεταγνωστική σκέψη. Η παρούσα διατριβή αποσκοπεί στο να συνεισφέρει στην ανάγκη σύστασης ενός σαφούς πλαισίου δράσης με στόχο αφενός τη πρόταση εργαλείων ΕΡ και πρακτικών που ευνοούν την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, αφετέρου τη δόμηση συναφών μαθησιακών σεναρίων. Επιπλέον, στοχεύει στο να ελέγξει ποιες χωρικές έννοιες και δεξιότητες μπορούν να καλλιεργηθούν με τη βοήθεια τεχνολογιών ΕΡ, ποια είδη χωρικού συλλογισμού και αναπαραστάσεων αναδύονται καθώς επίσης και ποιες συνθήκες που συνδιαμορφώνουν το πλαίσιο συμμετοχής και δράσης των παιδιών.

Τα συμπεράσματα στα οποία μας οδήγησε η πρότερη βιβλιογραφική επισκόπηση σε σχέση με ζητήματα εκπαιδευτικών εφαρμογών ρομποτικής (βλ. Κεφάλαιο 1) αλλά και ως προς την ανάπτυξη χωρικής σκέψης με παιδιά γενικότερα (βλ. Κεφάλαιο 2) είναι σημαντικά για τη διαμόρφωση μιας πιο στοχευμένης αντίληψης σε σχέση με την προβληματική της έρευνας. Επιπλέον μας οδήγησαν στο να χαρτογραφήσουμε τυχόν «κενά» της μέχρι τώρα έρευνας σε σχέση με τα προς διερεύνηση ζητήματα χωρικής σκέψης των παιδιών και αξιοποίησης τεχνολογιών. Συνεπώς, άξονες της ερευνητικής μας απόπειρας στο πλαίσιο του σχεδιασμού είναι:

- Οι δραστηριότητες που βασίζονται σε χρήση εργαλείων ΕΡ συχνά χρησιμοποιούνται για τη διδακτική/μαθησιακή προσέγγιση εννοιών τεχνολογίας, πληροφορικής και προγραμματισμού ωστόσο ο πολύσημος χαρακτήρας τους, επιτρέπει πιο σύνθετες και διαθεματικές προεκτάσεις σε πλαίσιο τάξης.
- Παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι εφικτό να εμπλακούν σε διαδικασίες χωρικής σκέψης, αιτιολόγησης και αντίληψης του χώρου, αξιοποιώντας ποικίλα μέσα και εργαλεία, ειδικότερα όταν αυτά ενισχύουν τη δημιουργία πολλαπλών μορφών αναπαραστάσεων που υποστηρίζουν την εξωτερίκευση της σκέψης και υποστηρίζουν την δράση.
- Εκτός από τις πρότερες εμπειρίες και αντιλήψεις τους σε σχέση με τον χώρο, για τα παιδιά σημαντικός παράγοντας

διαμόρφωσης ή/και βελτίωσης της χωρικής σκέψης τους αποτελεί η τυπολογία και ποιότητα αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον και τους γύρω τους είτε πρόκειται για συννομήλικους είτε για ενήλικα άτομα (π.χ. εκπαιδευτήs-τρια κ.α.).

- Ο ρυθμός, η ένταση και ο τρόπος με τον οποίο παρεμβαίνει ο/η εκπαιδευτής-τρια, είναι σε θέση να αναδείξει καλύτερα τις δυνατότητες τόσο της συνεργατικής δράσης όσο και των ίδιων των εργαλείων που στην περίπτωση της ερευνάς μας έχουν
- Υπό αυτό το πρίσμα αναδεικνύεται η επανεκτίμηση της σημασίας της συνδυαστικής αξιοποίησης ψηφιακού (περιβάλλον λογισμικού) και «πραγματικού» περιβάλλοντος (περιβάλλον μακέτας ή παραπλήσιο) και η έμφαση στην αξιοποίηση εργαλείων ΕΡ όχι αποκλειστικά ως μέσων ανάπτυξης δεξιοτήτων προγραμματισμού αλλά ως μέσων για την καλλιέργεια εμπειριών και βιωματικών αναπαραστάσεων χωρικών διαδικασιών και σχέσεων.

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο αναφέρεται στην προβληματική και στο ευρύτερο μεθοδολογικό πλαίσιο που διέπουν και οδηγούν την έρευνα (βλ. 4.1 & 4.2), στο μοντέλο του διδακτικού πειράματος που ακολούθησε (βλ. 4.3) καθώς και στα επιμέρους στάδια της (βλ. 4.3.2). Περιγράφονται με λεπτομέρειες τα υλικά και εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της συνεργασίας μας με τα παιδιά (βλ. 4.3.3 & 4.3.4). Αναφερόμαστε εκτενώς στις δύο ξεχωριστές ατομικές συνεντεύξεις που πραγματοποιήσαμε με τα παιδιά και κυρίως στα διαφορετικά έργα κι ερωτήματα τους (βλ. 4.4.2 & 4.4.4) ενώ περιγράφεται πλήρως το πλαίσιο διεξαγωγής του διήμερου διδακτικού πειράματος με τις διαφορετικές ομάδες που συμμετείχαν στην έρευνα (βλ. 4.4.3). Τέλος, τίγονται ζητήματα που αφορούν στοιχεία εμπιστευσιμότητας, αξιοπιστίας και δεοντολογίας (βλ. 4.5).

4.1 Η προβληματική και τα ερωτήματα της έρευνας

Όπως προαναφέρθηκε, η βασική προβληματική της παρούσας έρευνας, έχει να κάνει με το αν, σε ποιο βαθμό και με ποιά μέσα και διαδικασίες, η ΕΡ αναδεικνύει προοπτικές και μαθησιακές ευκαιρίες για ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο ενός διδακτικού πειράματος με παιδιά προσχολικής ηλικίας. Με βάση τα παραπάνω, οι κύριοι ερευνητικοί προβληματισμοί, συμπυκνώνονται στα εξής ερωτήματα:

- Ερευνητικό Ερώτημα 1. «Ποιες χωρικές έννοιες και δεξιότητες φαίνεται να αναδύονται όταν τα παιδιά εμπλέκονται σε έργα που απαιτούν τον προγραμματισμό συγκεκριμένης κίνησης προγραμματιζόμενων συσκευών σε μικροχώρο;». Το ερώτημα αυτό συνίσταται πιο αναλυτικά στα εξής:
 - 1.1 Εξοικειώνονται τα παιδιά με έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού στον χώρο με ή χωρίς ύπαρξη σταθερού

- σημείου αναφοράς στο πλαίσιο σεναρίων ΕΡ;
- 1.2 Αναπτύσσονται οι ιδέες και οι γνωστικές αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας σε σχέση με τις διαδρομές και την κίνηση στον χώρο στο πλαίσιο σεναρίων ΕΡ;
 - Ερευνητικό Ερώτημα 2. «Με ποιες επιμέρους διαδικασίες ενθαρρύνεται η ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων παιδιών προσχολικής ηλικίας στη προσπάθειά τους να προγραμματίσουν τη κίνηση συσκευών σε μικροχώρο είτε μέσω ψηφιακού περιβάλλοντος (οπτικός προγραμματισμός) είτε μέσω απτής διεπαφής (με πλήκτρα, χωρίς την ύπαρξη οθόνης και εμφανούς εκτελέσιμου προγράμματος)»¹³. Πιο συγκεκριμένα:
 - 2.1. Ποια τα εργαλεία που υποστηρίζουν τη νοητική διαδικασία και την εξέλιξή της στο χώρο, πώς και πότε τα παιδιά ανατρέχουν σε αυτά;
 - 2.2. Ποιος ο ρόλος της ομάδας, των «εμπειρότερων άλλων» και του πλαισίου ευρύτερα;
 - 2.3. Πώς η γλώσσα διαμεσολαβεί τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο;
 - 2.4. Σε ποιες στρατηγικές επίλυσης χωρικού προβλήματος ανατρέχουν τα παιδιά;

4.2 Μεθοδολογία της έρευνας

Το ζήτημα του τί σημαίνει «επιστημονική έρευνα και μέθοδος» δεν έχει μια μοναδική απάντηση αποδεκτή από όλους τους επιστήμονες. Αν και οι απαντήσεις συνδέονται με διάφορα φιλοσοφικά ρεύματα μέσα στον χρόνο, ωστόσο, τα τρία βασικά ερευνητικά μοντέλα σχεδιασμού και διεξαγωγής μιας ερευνητικής διαδικασίας είναι το ποιοτικό, το ποσοτικό και το μικτό (Creswell, 2009). Οποσδήποτε, η διεξαγωγή μιας ολοκληρωμένης ερευνητικής μελέτης, ανεξάρτητα από το μοντέλο, ακολουθεί συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης, όπως τη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, και τέλος τη δημοσίευση και αναγνωρισμένη αξιοπιστία της μελέτης. Η ανάπτυξη των παραπάνω σταδίων συνδέεται με την επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών διερευνήσεων, οι οποίες έχουν ήδη χαρακτηριστεί ως «προσεγγίσεις διερεύνησης» ή «μεθοδολογίες έρευνας» (Creswell, 2009). Στην περίπτωση των κοινωνικών επιστημών διακρίνουμε τρεις αντίστοιχες ερευνητικές προσεγγίσεις:

- Ποσοτική (Quantitative). Έχει το φιλοσοφικό της υπόβαθρο στο πεδίο του θετικισμού και στο παράδειγμα των θετικών επιστημών βάσει των οποίων τα πάντα είναι εν δυνάμει μετρήσιμα και συγκρίσιμα. Οι ρίζες της εντοπίζονται στη μεθοδολογία των

¹³ Για λεπτομερέστερη αναφορά σε περιβάλλοντα και εργαλεία που αξιοποιήθηκαν κατά το διδακτικό πείραμα, βλ. 4.5.

φυσικών επιστημών, την πειραματική ψυχολογία κλπ. και θεωρεί ότι υπάρχει αντικειμενική γνώση πέρα από υποκειμενικές ερμηνείες. Σκοπός της ποσοτικής έρευνας είναι να ανακαλύψει τις αιτίες της αλλαγής των κοινωνικών φαινομένων μέσω αντικειμενικής μέτρησης και αριθμητικής ανάλυσης (Creswell, 1999). Επιπλέον, βασίζεται σε πειράματα με ανεξάρτητες κι εξαρτημένες μεταβλητές, τα οποία μπορούν να επαναληφθούν με τον ίδιο τρόπο από ανεξάρτητους-αντικειμενικούς παρατηρητές ώστε να οδηγήσουν σε επιστημονικές γενικεύσεις που αφορούν τα φαινόμενα που μελετώνται κάθε φορά. Η εκπαιδευτική έρευνα που πραγματοποιείται με βάση αυτό το μοντέλο, αναζητά πρότυπα που μπορούν να προβλέπουν μελλοντικά αποτελέσματα και επικυρώνονται μέσα από συσχετισμούς και μελέτη αιτίων, διαδικασιών, πρακτικών κι αποτελέσματος. Η κριτική που έχει δεχθεί η συγκεκριμένη προσέγγιση σχετίζεται ακριβώς με την αδυναμία της να αντιληφθεί τη μοναδικότητα των εκάστοτε συνθηκών και μεταβλητών, γεγονός που οδηγεί σε απλουστεύσεις των υπό μελέτη φαινομένων και σε παραγωγή αποσπασματικής γνώσης. Επιπλέον, μία ακόμα αδυναμία αφορά το γεγονός ότι οι συνθήκες διδασκαλίας δεν μπορούν ποτέ να αναπαραχθούν και να επαναληφθούν αυτούσιες οπότε κάτι τέτοιο όπως είναι φυσικό δεν εγγυάται δυνατότητες γενίκευσης.

- Ποιοτική (Qualitative). Όπως επισημαίνεται και από τους Auerbach & Silverstein (2003) το μοντέλο ποιοτικής έρευνας προσεγγίζει άμεσα την υποκειμενική εμπειρία κι ενθαρρύνει τη νατουραλιστική παρατήρηση με σκοπό όχι μόνο τον προσδιορισμό των βιωμένων εμπειριών των ατόμων που συμμετέχουν ή μελετώνται, αλλά και την ουσιαστική κατανόηση των σχετικών πλαισίων. Εξάλλου, οι ποιοτικές μέθοδοι επιτρέπουν την ερμηνεία της κοινωνικής πραγματικότητας από τη σκοπιά των ίδιων των υποκειμένων και όχι μόνο του ερευνητή (Κυριαζή, 1998). Ταυτόχρονα δεν ελέγχουν αλλά αντιθέτως παράγουν ερευνητικές υποθέσεις μιας και σκοπός του ερευνητή δεν είναι ο έλεγχος μιας ήδη υπάρχουσας θεωρίας, όπως στην ποσοτική έρευνα, αλλά ο εντοπισμός και η διαρκής αποσαφήνιση εννοιών που συνθέτουν το υπό μελέτη φαινόμενο και βάσει των οποίων συγκροτείται το εκάστοτε πλαίσιο (Κυριαζή, 1998). Οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων περιλαμβάνουν επιδόσεις σε συγκεκριμένα έργα. Και αυτό το μοντέλο έχει δεχθεί κριτική που αφορά κατά κύριο λόγο αδυναμία λόγω υποκειμενικότητας ωστόσο κάτι τέτοιο φαίνεται να καταρρίπτεται με τριγωνοποίηση και συσχετισμό πολλαπλών απόψεων.
- Μικτό μοντέλο. Ανάμεσα στις δυο προαναφερθείσες προσεγγίσεις, πιο πρόσφατα έχει αναδυθεί το μικτό μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει έναν συνδυασμό στρατηγικών με θεμελιώδη αρχή τη συλλογή πολλαπλών ειδών δεδομένων από τους ερευνητές. Σκοπός του μικτού μοντέλου είναι να αντλήσει και να αξιοποιήσει με όσο το δυνατόν καταλληλότερο τρόπο τόσο ποιοτικά όσο και

ποσοτικά δεδομένα με τρόπο τέτοιο ώστε αυτά να αλληλοενισχύονται (Creswell, 2009). Ακόμα πιο συγκεκριμένα, για την έρευνα στη μαθηματική εκπαίδευση, υπό το πρίσμα του μικτού μοντέλου, αναδείχθηκαν νέες προσεγγίσεις όπως η έρευνα μέσω σχεδιασμού (research by design) που αποσκοπεί στο να αποφευχθεί η απομάκρυνση του υπό μελέτη πληθυσμού από το «φυσικό» του περιβάλλον και κατά συνέπεια ο περιορισμός του σε ελεγχόμενα πειραματικά περιβάλλοντα που στερούνται αυθεντικότητας (Cobb et al., 2003 · diSessa & Cobb, 2004). Κατά τους Wang & Hannafin (2005: 2), *«η έρευνα μέσω σχεδιασμού αποτελεί μια μεθοδολογία που ως στόχο έχει να βελτιώσει εκπαιδευτικές πρακτικές μέσα από συστηματική, ευέλικτη κι επαναληπτική αναθεώρηση, ανάλυση, ανάπτυξη και εφαρμογή, βασισμένη στη συνεργασία μεταξύ ερευνητών και επαγγελματιών σε αυθεντικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, και η οποία οδηγεί στο σχεδιασμό βασικών αρχών ή στη διατύπωση νέων θεωριών».*

- Η έρευνά μας, όπως έχει προαναφερθεί, τείνει να αξιοποιήσει την αναδυόμενη έμφαση στη διερεύνηση των δυνατοτήτων που απορρέουν από τη χρήση δυναμικών περιβαλλόντων και «έξυπνων» προγραμματιζόμενων συσκευών στην εκπαίδευση με εστίαση σε συγκεκριμένες διδακτικές προτάσεις και σε συσχέτιση με το εκάστοτε αναλυτικό πρόγραμμα (Chambers et al, 2007). Η πρότερη εμπειρία στο πεδίο της ΕΡ, μας παρέχει παραδείγματα καλής πρακτικής και διδακτικών παρεμβάσεων με βάση τις οποίες είμαστε σε θέση να αναφερθούμε διεξοδικά στη σχεδίαση κατάλληλα διαμορφωμένων δραστηριοτήτων. Μας επιτρέπει επίσης να μιλήσουμε πιο συγκεκριμένα για τις γνωστικές έννοιες που δυνητικά θα κατασκευάσουν τα παιδιά στο πλαίσιο αυτών των δραστηριοτήτων (Bers et al., 2002 · Chiocciariello et al., 2002 · Alimisis et al., 2007 · Χρονάκη & Κούριας, 2011 · Ζαχαράκη κ.α., 2014). Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα οργανώθηκε με βάση το ευρύτερο ποιοτικό ερευνητικό μοντέλο, με στόχο την καταγραφή της αλληλεπιδραστικής σχέσης μεταξύ παιδιών, υλικού και εννοιών στο πλαίσιο μικτής ομάδας, σε συνθήκες δημιουργικού παιχνιδιού εντός του σχολικού ωραρίου. Οδηγηθήκαμε σε αυτή την επιλογή καθώς η επαγωγική και ευέλικτη φύση των ποιοτικών μεθόδων για τη συλλογή δεδομένων είθισται να προσφέρει τη δυνατότητα να μπορεί κανείς να διερευνά τις απαντήσεις ή παρατηρήσεις και να αποκτά πιο λεπτομερείς περιγραφές και εξηγήσεις από τη συνάρθρωση εμπειριών, συμπεριφορών και πεποιθήσεων όπως αυτές εκδηλώνονται στο φυσικό τους περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Εξάλλου, κατά τους Denzin & Lincoln (2000) και Ritchie & Lewis (2003) η ποιοτική έρευνα τοποθετεί τον παρατηρητή μέσα στον κόσμο και στο περιβάλλον που αποτελείται από ένα σύνολο ερμηνειών και

απτών πρακτικών που τον κάνει ορατό. Αυτές οι πρακτικές μετουσιώνουν το άυλο σε αναπαραστάσεις που συμπεριλαμβάνουν σημειώσεις, συνεντεύξεις, φωτογραφίες, ηχογραφήσεις, βιντεοσκοπήσεις και υπομνήματα. Σε αυτό το επίπεδο, η ποιοτική έρευνα αναλαμβάνει να κάνει μία ερμηνευτική, νατουραλιστική προσέγγιση του κόσμου και να αποκαλύψει σχέσεις ή συχτείσεις ανάμεσα σε διαδικασίες, άτομα και ομάδες.

Η υλοποίηση της έρευνας εξυπηρετήθηκε στο σύνολό της και πιο συγκεκριμένα για τη συλλογή των δεδομένων (συμμετοχική παρατήρηση, συνεντεύξεις κλπ) από το ποιοτικό μοντέλο μιας κι επιτρέπει την ανάδειξη νοημάτων της κοινωνικής δραστηριότητας των ατόμων σε δεδομένες χωροχρονικές συνθήκες. Παράλληλα αντλήσαμε στοιχεία από εθνογραφικές πρακτικές οι οποίες γενικότερα δίνουν τη δυνατότητα στον ερευνητή να διερευνήσει το πώς βιώνουν, αισθάνονται και ερμηνεύουν τα μέλη μιας κοινωνικής ομάδας μια διαδικασία. Στην περίπτωση μας με παιδιά νηπιαγωγείου μας ενδιαφέρει επίσης και το ποια είδη δεξιοτήτων και στρατηγικές ευνοούνται μέσα από την εφαρμογή συγκεκριμένων πρακτικών κι εργαλείων. Πρόκειται για μια μέθοδο έρευνας που χρησιμοποιείται στις ανθρωπιστικές και κοινωνικές επιστήμες κατά κύριο λόγο και απορρίπτει τη θετικιστική άποψη ότι τα κοινωνικά φαινόμενα υπόκεινται σε αντικειμενικές συνθήκες και νόμους γενικής ισχύος.

Επιπλέον, η εθνογραφική προσέγγιση δεν επιβάλλει συγκεκριμένες τεχνικές συλλογής κι ανάλυσης δεδομένων. Τα δεδομένα μπορεί να είναι οι σημειώσεις και το ημερολόγιο του ίδιου του ερευνητή (σημειώσεις παρατήρησης, προσωπικών απόψεων, προφορικών συζητήσεων), ιχογραφήματα, γραπτά κείμενα, βιντεοσκοπημένο ή/και ηχογραφημένο υλικό ακόμα και ποσοτικά δεδομένα καθώς και συνεντεύξεις οι οποίες συνήθως είναι ανοιχτού τύπου ή ημιδομημένες. Ωστόσο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα συνηθισμένα όργανα που χρησιμοποιεί για τη συλλογή των δεδομένων είναι η συμμετοχική παρατήρηση, οι συνεντεύξεις, διάφορα έργα και τεχνουργήματα και η ενδοσκόπηση του ερευνητή (Eisenhart, 1988). Σύμφωνα με την Κυριαζή (2009), η παρατήρηση προτιμάται όταν μας ενδιαφέρει να εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο τα ίδια τα άτομα που παρατηρούμε ερμηνεύουν όσα συμβαίνουν γύρω τους και πώς επηρεάζει αυτό στη συνέχεια τη συμπεριφορά τους άρα και τη μάθηση όταν μιλάμε για το πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας. Για τον λόγο αυτό η επιτυχία της έρευνας στηρίζεται σε μεγάλο μέρος στην αποδοχή του ερευνητή (εθνογράφου) από τα μέλη της κοινότητας στην οποία συμμετέχει και στις διαπροσωπικές σχέσεις του με άτομα που απαρτίζουν την υπό μελέτη ομάδα (Πηγιακή, 2004).

Η παρούσα έρευνα, εντάσσεται στο παραπάνω πλαίσιο και με περισσότερη ακρίβεια θα λέγαμε ότι χαρακτηρίζεται ως μικρο-εθνογραφικού χαρακτήρα. Η μικρο-εθνογραφία διαφέρει από τη μακρο-εθνογραφία δεδομένου ότι εστιάζει στη μελέτη μικρών ομάδων σε μία περιορισμένη χρονική περίοδο, ενώ συνήθως η μακρο-εθνογραφία ασχολείται με τη λεπτομερή περιγραφή μιας κοινωνίας ή κουλτούρας για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (Lutz, 1981). Επιπλέον, ενώ η μακρο-εθνογραφία επιχειρεί να περιγράψει πιο σφαιρικά τις διαδικασίες που

διέπουν τις πράξεις μιας ομάδας, η μικρο-εθνογραφική προσέγγιση επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα σημεία τα οποία επιλέγονται πιο στοχευμένα ως πιο αντιπροσωπευτικά των συμμετεχόντων. Μια δεύτερη βασική διαφορά μεταξύ μικρο-και μακρο-εθνογραφίας είναι ότι η πρώτη εστιάζεται πιο αναλυτικά και άμεσα στις αλληλεπιδράσεις των μελών της υπό διερεύνηση ομάδας σε επίπεδο προσώπων (Berg, 2001).

4.3 Το διδακτικό πείραμα

Στην έρευνά μας εστιάζουμε σε διαδικασίες ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων που λαμβάνουν χώρα σε τάξη νηπιαγωγείου κατά τη διάρκεια σεναρίων με προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών. Ωστόσο δεν κάνουμε άμεσες αναφορές και συνδέσεις με το ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον του σχολείου ή της κοινότητας, το οποίο θεωρούμε ότι αποτυπώνεται έμμεσα στο περιβάλλον της τάξης. Ακόμα πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκε η προσέγγιση του διδακτικού πειράματος το οποίο επιτρέπει την εθνογραφική καταγραφή και ερμηνεία των «συμβάντων» εντός της κοινότητας της τάξης, με ιδιαίτερη έμφαση στη μελέτη της διαδικασίας μάθησης και διδασκαλίας (Cobb et al., 2003 · Χρονάκη, 2008, 2010). Ο βασικός λόγος επιλογής της συγκεκριμένης πρακτικής είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της τα οποία κρίναμε ότι εξυπηρετούσαν απόλυτα τους στόχους και το πλαίσιο της έρευνας και μπορούσαν να αναδείξουν ενδιαφέρουσες μαθησιακές πτυχές που συχνά – κακώς κατά τη γνώμη μας- δεν συνδέονται με την ΕΡ. Πιο συγκεκριμένα, αναφερόμαστε στην προτεραιότητα του διδακτικού πειράματος στη δόμηση σχέσεων εμπιστοσύνης και αμοιβαίου σεβασμού μεταξύ των συμμετεχόντων. Δεύτερον, ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο αποτελεί η έμφαση στη διαρκή εξέλιξη και προσαρμογή των μαθησιακών εργαλείων κατά τη ροή του ίδιου του πειράματος βάσει των εκάστοτε αναδυόμενων αναγκών (Goodchild et al., 2002: 109-11). Εξάλλου, σύμφωνα με την Χρονάκη (2008), το διδακτικό πείραμα αποτελεί μέθοδο μελέτης της άρρηκτα συνδεδεμένης και αλληλοτροφοδοτούμενης σχέσης μεταξύ διδακτικής και μαθησιακής διαδικασίας και αναπτύσσεται βάσει της αναγκαιότητας να μελετηθεί η ίδια η διαδικασία ανάπτυξης της μάθησης και οι εμπλεκόμενες αλληλεπιδράσεις και όχι τόσο –ως καθόλου- το αποτέλεσμα και η επίδοση των παιδιών.

Επιπλέον, το κυρίως ζητούμενο της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είναι η συλλογή ποιοτικών δεδομένων με στόχο τη διερεύνηση των ενδιάμεσων βημάτων που οδηγούν τόσο στην «ανάπτυξη» δεξιοτήτων σε σχέση με την μαθησιακή και την διδακτική διαχείριση αλλά και με την δόμηση γνώσης. Η έννοια του πειραματισμού είναι απόλυτα συνυφασμένη αφενός με τον σχεδιασμό και την εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης, αφετέρου με τη καταγραφή της πορείας της στη βάση ποιοτικών μεθόδων συλλογής δεδομένων, όπως η συμμετοχική παρατήρηση (Cobb et al., 2000). Απώτερος στόχος παραμένει η κατανόηση και χαρτογράφηση της κοινωνικογνωστικής ανάπτυξης των παιδιών λαμβάνοντας υπόψη την περιπλοκότητα μιας σχολικής τάξης. Επιπλέον, η «παρατήρηση» δεν εστιάζει στην καταγραφή μιας «στατικής» πραγματικότητας αλλά, αντίθετα, στην αποτύπωση δυναμικών και συνεχώς μεταβαλλόμενων και αλληλοτροφοδοτούμενων φαινομένων.

Τέλος, θα πρέπει να πούμε ότι το διδακτικό πείραμα ως μεθοδολογία, έχει ευρύτατα χρησιμοποιηθεί και δοκιμαστεί στο πεδίο της μαθηματικής εκπαίδευσης (Kelly & Lesh, 2012 · Glasersfeld, 2006).

4.3.1 Το πλαίσιο της έρευνας (χώρος, παιδιά)

Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στον χώρο δύο συστεγαζόμενων νηπιαγωγείων του αστικού κέντρου του Βόλου (βλ. Εικόνα 9) κατά τη διάρκεια του εβδομαδιαίου διδακτικού προγράμματος σε ώρες που καθορίστηκαν κατόπιν συνεννόησης με τις εκπαιδευτικούς και με σεβασμό στο ωρολόγιο πρόγραμμα και στις προκαθορισμένες δραστηριότητες του σχολείου. Τα συγκεκριμένα νηπιαγωγεία διέθεταν συνολικά 4 τάξεις νηπίων εκ των οποίων οι δυο αφορούσαν τυπικό ωράριο λήξης και οι άλλες δυο εντάσσονταν σε πρόγραμμα ολοήμερου. Στη περίπτωση μας, η συνεργασία έγινε με τις 2 εκπαιδευτικούς και η συμμετοχή των παιδιών αφορούσε ισομερώς τόσο το κλασικό όσο και το ολοήμερο τμήμα.

Η έρευνα ενέπλεξε 20 παιδιά, αγόρια και κορίτσια ηλικίας μεταξύ 4,5-6 ετών (12 παιδιά του κλασικού τμήματος και 8 του ολοήμερου) και η επιλογή τους έγινε τυχαία με αμερόληπτη διαδικασία. Αυτό σημαίνει ότι δεν λήφθηκε υπόψη είτε οποιαδήποτε προσωπική άποψη του ερευνητή, είτε η πρότερη γνώμη και υπόδειξη εκ μέρους της εκπαιδευτικού. Ως μοναδική προϋπόθεση τέθηκε ο ισορροπημένος, κατά το δυνατόν, αριθμός αγοριών και κοριτσιών και η ηλικιακή ομοιομορφία του δείγματος καθώς επίσης και ο ζυγός αριθμός που θα μας επέτρεπε τον ακριβέστερο διαχωρισμό σε ομάδες (5 ομάδες των 4 παιδιών). Να σημειωθεί επίσης ότι κατά τη διάρκεια της παρέμβασής μας, η σύνθεση των ομάδων δεν άλλαξε ούτε στο ελάχιστο από απρόβλεπτες απουσίες, ούτε διαταράχθηκε από μεγάλα χρονικά διαλείμματα καθώς η περίοδος διεξαγωγής απείχε σημαντικά από γιορτές και άλλες εκδηλώσεις του νηπιαγωγείου, γεγονός που θα απαιτούσε ενδεχομένως τη συμμετοχή των παιδιών σε παράλληλες υποχρεώσεις.



Εικόνα 9. Οι βασικοί χώροι διεξαγωγής της ατομικής συνέντευξης (αριστερά) και του διδακτικού πειράματος (δεξιά)

Με βάση το γενικότερο πλάνο της έρευνας και του διδακτικού πειράματος, εκτός από την κατεξοχήν διήμερη παρέμβαση με κάθε ομάδα των τεσσάρων, προγραμματίστηκαν δυο ατομικές συνεντεύξεις (μία πριν και μία μετά τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης) με κάθε ένα από τα 20 παιδιά με διάρκεια που κυμάνθηκε μεταξύ 25'-40'. Κύριο αντικείμενο των ατομικών συνεντεύξεων ήταν ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και συμμετοχή των παιδιών σε μικροέργα (αναπαράσταση διαδρομών σε χαρτί, εύρεση και αναγνώριση θέσεων, χρήση μακέτας και ρομποτικής κατασκευής, προγραμματισμός ψηφιακής οντότητας σε περιβάλλον λογισμικού κ.α.), η φύση των οποίων συνάδει τόσο με την ηλικία των υποκειμένων όσο και με τις βασικές αρχές του κώδικα ερευνητικής δεοντολογίας που αναφέρονται σε δραστηριότητα η οποία διενεργείται με απόλυτο σεβασμό στην αξία του ανθρώπου, στις γενικά αναγνωρισμένες αρχές προστασίας των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, της ισότητας και κυρίως της προστασίας του παιδιού.

4.3.2 Στάδια υλοποίησης της έρευνας

Η παρούσα έρευνα οργανώθηκε με στόχο να καταγράψει και να αναλύσει τα επεισόδια που προκύπτουν από την αλληλεπίδραση των παιδιών στο πλαίσιο συνεργατικών δραστηριοτήτων ΕΡ. Το διδακτικό πείραμα διήρκεσε συνολικά δύο μήνες (4/2016-6/2016) με βάση τη σειριακή ακολουθία που περιγράφεται λεπτομερώς στη συνέχεια. Εφαρμόστηκε σε τέσσερα διακριτά στάδια κάθε ένα εκ των οποίων σχεδιάστηκε ώστε να οδηγήσει σε δεδομένα που δυνητικά θα μπορούσαν να απαντήσουν στα ερευνητικά μας ερωτήματα. Το πλήρες χρονοδιάγραμμα της ερευνητικής διαδικασίας με τις επιμέρους φάσεις και την σύνδεσή τους με το ερευνητικό πρωτόκολλο, αποτυπώνεται πλήρως στο γράφημα 2.

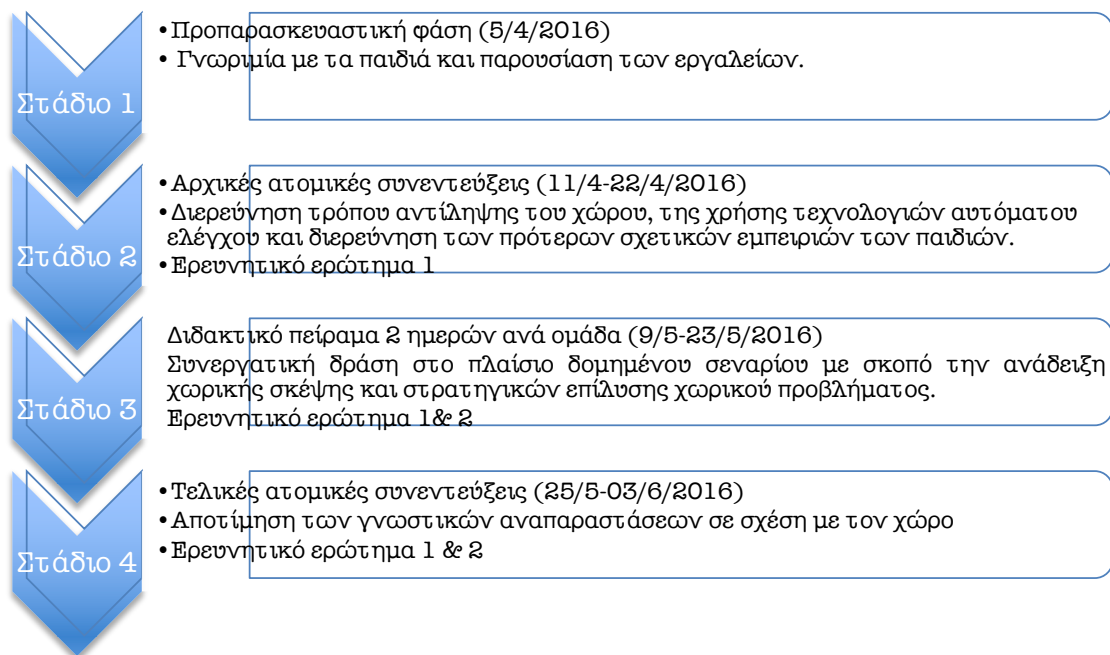
Το Στάδιο 1 αφορούσε κυρίως τη συνάντηση γνωριμίας του ερευνητή με τα παιδιά και λειτούργησε παράλληλα ως προπαρασκευαστική δραστηριότητα γνωριμίας της τάξης με τα εργαλεία της έρευνας, εμπλέκοντας τα ίδια τα παιδιά τόσο σε σχετικό παιχνίδι όσο και σε ανοιχτή συζήτηση σχετικά με αυτά. Η συγκεκριμένη φάση της έρευνας δεν αποσκοπούσε ευθέως στη συλλογή δεδομένων που θα εξυπηρετούσαν συγκεκριμένες διαδικασίες διερεύνησης, ωστόσο μας οδήγησε σε πρώιμες διαπιστώσεις για τον τρόπο αντίληψης του χώρου και της χρήσης προγραμματιζόμενων συστημάτων από τα παιδιά καθώς και για πρότερες σχετικές εμπειρίες τους. Επιπλέον, η παρουσίαση των εργαλείων και ειδικά του τρόπου χρήσης τους, διασφάλιζε σε μεγάλο βαθμό ότι κατά τη διάρκεια των επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης τα παιδιά θα ήταν σε θέση να εξυπηρετήσουν διαδικασίες προγραμματισμού και χειρισμού της Bee-Bot και του NXT σε επαρκή βαθμό. Αυτό το στοιχείο θεωρήσαμε ότι θα έδινε αρκετό χώρο στον ελεύθερο πειραματισμό των παιδιών με το περιβάλλον (άρα και με τις αναδυόμενες χωρικές έννοιες και σχέσεις εντός αυτού) απροβλημάτιστα και στο πλαίσιο παιχνιδιού.

Στο Στάδιο 2 υλοποιήθηκε ημιδομημένη ατομική συνέντευξη σε συνδυασμό με μικροέργα με κάθε παιδί ξεχωριστά. Στόχος ήταν να

διερευνηθούν τυχόν πρότερες εμπειρίες και νοητικά σχήματα των παιδιών σε σχέση τόσο με το χώρο όσο και με τη χρήση τεχνολογιών και προγραμματιζόμενων συστημάτων πριν από την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Επομένως από το στάδιο αυτό της έρευνας προέκυψαν τα πρώτα στοιχεία που συνδυαστικά με όλα τα υπόλοιπα υπό το πρίσμα της ποιοτικής ανάλυσης, βοηθούν στο να απαντηθεί στη συνέχεια το ερευνητικό ερώτημα 1.

Το Στάδιο 3 αφορούσε το κύριο μέρος της παρέμβασης. Είχε διάρκεια δύο ημερών και συνολικά τεσσάρων διδακτικών ωρών με καθεμιά από τις πέντε ομάδες παιδιών. Συμμετείχαν τέσσερα παιδιά κάθε φορά καθώς και ο ερευνητής με το ρόλο του συμμετοχικού παρατηρητή. Η υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης αφορούσε την ομαδική, συνεργατική δράση των παιδιών στο πλαίσιο δομημένου σεναρίου βάσει του οποίου καλούνταν να οργανώσουν και να υλοποιήσουν την κίνηση και την διαδρομή δύο διαφορετικών ειδών ρομπότ (Bee-bot και NXT) σε περιβάλλον μακέτας που ευνοούσε την ανάδειξη χωρικής σκέψης, εννοιών και διαδικασιών υπολογιστικής σκέψης και στρατηγικών επίλυσης χωρικού προβλήματος. Όπως είναι επόμενο, από αυτό το στάδιο προέκυψαν σημαντικά ποιοτικά δεδομένα τα οποία ενδεχόμενα είναι σε θέση να αιτιολογήσουν με σχετική σαφήνεια τις απαντήσεις και στα δυο ερευνητικά ερωτήματά μας.

Ολοκληρώνοντας την προηγούμενη φάση του πειραματισμού και με τις πέντε ομάδες παιδιών περάσαμε στο Στάδιο 4 που αφορούσε τις τελικές ημιδομημένες ατομικές συνεντεύξεις οι οποίες συνοδεύονταν κάθε φορά από συγκεκριμένα μικρο-έργα ανοιχτής λύσης (βλ. 4.4.4). Με βάση την ανάλυση των δεδομένων και τον μεταξύ τους συσχετισμό (παρουσία του κάθε παιδιού στις δύο ατομικές συνεντεύξεις και στη διδακτική παρέμβαση συνολικά και με την επικουρική ερμηνεία των δεδομένων του προηγούμενου σταδίου) μπορούμε να πούμε πως ήταν εφικτό να προχωρήσουμε σε τεκμηρίωση των ερευνητικών μας υποθέσεων. Χωρίς να έχουμε την άνεση της γενίκευσης των συμπερασμάτων λόγω της μικρής κλίμακας της έρευνας, εντούτοις θεωρούμε ότι το Στάδιο 4 μας παρέχει στοιχεία για να ισχυροποιήσουμε μία σειρά από υποθέσεις που σχετίζονται με τα ερευνητικά μας ερωτήματα.



Γράφημα 2. Εξελικτικά στάδια ερευνητικής διαδικασίας

4.3.3 Υλικά και εργαλεία της έρευνας

Τα κυρίως υλικά κι εργαλεία που χρησιμοποίησαν τα παιδιά κατά τη διάρκεια του διδακτικού πειράματος, συνοψίζονται στα εξής:

- Υλικά σχεδίασης για σχεδιασμό και γραφική αναπαράσταση διαδρομών (λευκές κόλλες A4, μαρκαδόροι)
- Φωτογραφικό υλικό σχετικό με διαδρομές και εντοπισμό θέσης στον χώρο και πιο συγκεκριμένα κάτοψη της μακέτας της διδακτικής παρέμβασης ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία ταύτισης του σχεδίου/σχεδιασμού διαδρομής με τη πραγματική κίνηση των ρομπότ στο χώρο από τη μεριά των παιδιών.
- Φύλλα καταγραφής αναστοχαστικών διαδικασιών από τα ίδια τα παιδιού.
- Ιχνογραφήματα των αναπαραστάσεων των παιδιών.
- Μία (1) τρισδιάστατη μακέτα με αναπαραστάσεις κτιρίων και περιβάλλοντος πόλης και διαφορετικές διαδρομές. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της βασίστηκαν στα τεχνικά χαρακτηριστικά και τις ανάγκες κίνησης των Bee-Bot & NXT. Για τον λόγο αυτό, το δάπεδό της κατατμήθηκε σε 40 τετράγωνα με μήκος πλευράς 15 εκατοστά, όσο δηλαδή και το ακριβές μήκος αλλά και βήμα των ρομπότ που έπρεπε να προγραμματίσουν τα παιδιά στο πλαίσιο των σεναρίων του διδακτικού πειράματος ώστε να δημιουργηθεί πλέγμα που θα επιτρέπει να τεθεί σε λειτουργία ο προγραμματισμός.
- Κάρτες με συμβολική αναπαράσταση όλων των εντολών της ψευδο-γλώσσας και με διαστάσεις ίσες με εκείνες του βήματος της Bee-Bot ώστε να διευκολύνεται η διαδικασία υπολογισμού της απόστασης από τα παιδιά αλλά και η δυνατότητά οπτικοποίησης

και τμηματικής εξέτασης της ακολουθίας βημάτων του «αλγορίθμου». Οι ίδιες κάρτες χρησίμευσαν και για τη διαδικασία προγραμματισμού του NXT εφόσον είχε προβλεφθεί να ανταποκρίνονται και στο εύρος βήματος της δεύτερης ρομποτικής κατασκευής του πειράματος ώστε να μη διαταραχθεί ο τρόπος σκέψης και οι διαμορφωμένες στρατηγικές των παιδιών.

- Μια (1) προγραμματιζόμενη συσκευή-περιηγητής εδάφους Bee-Bot¹⁴. (για περισσότερες λεπτομέρειες βλέπε 4.3.4).
- Ένα (1) πλήρως προγραμματιζόμενο, προκατασκευασμένο ρομπότ Lego NXT¹⁵ (βλ. 4.3.4).
- Το λογισμικό Robolab για τον προγραμματισμό κι έλεγχο του NXT (βλ. 4.3.4).
- Την εφαρμογή Light Bot ¹⁶ η οποία παρέχει δυνατότητες αλληλεπίδρασης με ψηφιακό χαρακτήρα στο πλαίσιο προκαθορισμένου μικροκόσμου (βλ. 4.3.4).
- Ένας (1) φορητός ηλεκτρονικός υπολογιστής για τη χρήση του εκάστοτε αναγκαίου ψηφιακού εργαλείου ελέγχου της ρομποτικής συσκευής.
- Μία ταμπλέτα (iPad 2) με οθόνη αφής για την εκτέλεση της εφαρμογής Lightbot.

Η επιλογή των εργαλείων, η οργάνωση της ερευνητικής διαδικασίας και η σύνθεση των τελικών δραστηριοτήτων με τη σειρά που υλοποιήθηκαν, ως σκοπό είχαν αφενός την υποστήριξη της προσωπικής εμπειρίας μας ώστε να διευκολυνθεί η διερεύνηση των ζητημάτων που αφορούν την έρευνά μας.



Εικόνα 10. Απτικές και ψηφιακές κάρτες εικονοεντολών ψευδογλώσσας για προγραμματισμό κίνησης στη μακέτα του πειράματος

¹⁴ <http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/Products/PD1723538/Bee-Bot-Floor-Robot/>

¹⁵ <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>

¹⁶ <http://lightbot.com>

4.3.4 Εργαλεία ρομποτικής του διδακτικού πειράματος

Δεδομένου ότι η έρευνα που σχετίζεται με τις δυνατότητες των παιδιών για ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων, συνήθως αφορά παραδοσιακά εργαλεία και περιβάλλοντα που παρουσιάζουν συγκεκριμένες δυνατότητες, περιορισμούς αλλά και κατεξοχήν πλεονεκτήματα. Η πρωτοτυπία της παρούσας διατριβής, έγκειται στην αξιοποίηση σύγχρονων εκφραστικών μέσων που είναι κοντά σε πτυχή της σύγχρονης κουλτούρας των παιδιών με ισχυρές αναφορές στη χρήση τεχνολογίας, προγραμματισμού και «προβλημάτων» ανοιχτής λύσης. Κρίνουμε χρήσιμο να αναφερθούμε με λεπτομέρεια πρώτα στα εργαλεία της έρευνας (συνεντεύξεις και διδακτική παρέμβαση) και κατά κύριο λόγο σ' εκείνα που σχετίζονται με το πεδίο της ΕΡ μιας και θα καταστήσει πιο εύκολη και κατανοητή τη συνέχεια του κειμένου για τον αναγνώστη ο οποίος θέλει να αντιληφθεί πλήρως τις διαδικασίες και τα σενάρια στα οποία ενεπλάκησαν τα παιδιά αλλά και τη σύνδεσή τους με τα ερωτήματα που οδήγησαν την έρευνά μας.

Για τις δραστηριότητες της πρώτης ημέρας της διδακτικής παρέμβασης, χρησιμοποιήσαμε μια (1) προγραμματιζόμενη συσκευή, τον περιηγητή εδάφους Bee-Bot ¹⁷ ο οποίος έχει μορφή μέλισσας και παραπέμπει στη φιλοσοφία χρήσης και στις διδακτικές δυνατότητες της πρώιμης χελώνας της Logo (βλ. Εικόνα 11). Με βάση τη μέχρι τώρα εμπειρία (DeMichele et al. 2008, Stoeckelmayr, 2011), η Bee-Bot θεωρείται κατάλληλη για την εξοικείωση τόσο με βασικές πτυχές υπολογιστικού τρόπου σκέψης όσο και με την καλλιέργεια χωρικής σκέψης σε παιδιά ηλικίας 5-7 ετών. Πρόκειται στην ουσία για μια συσκευή που έχει συνολικό μήκος 13 εκατοστά και κινείται στο έδαφος με μικροσκοπικές ρόδες με βάση τις επιλογές που ο χρήστης μπορεί να κάνει απευθείας μέσω των 7 ενσωματωμένων πλήκτρων της. Καθένα από τα πλήκτρα διαθέτει διαφορετικό και αντιπροσωπευτικό συμβολισμό κίνησης ή ενέργειας και αντιστοιχεί σε μια συγκεκριμένη εντολή (κατεύθυνση εμπρός-πίσω, επιτόπια στροφή δεξιά-αριστερά, παύση ενός δευτερολέπτου, καθαρισμός μνήμης, εκτέλεση προγράμματος). Το εύρος του κάθε βήματος της Bee-Bot είναι 15 εκατοστά και προς διευκόλυνση των διαδικασιών μέτρησης κι εκτίμησης απόστασης από τη μεριά των παιδιών, ισοδυναμεί με το μήκος ενός τυπικού μαρκαδόρου. Επιπλέον ισοδυναμεί σχεδόν με το μήκος του ίδιου του σώματός της, γεγονός ιδιαίτερα χρήσιμο σε σενάρια μέτρησης με επικάλυψη. Δεν χρειάζεται να συνδεθεί με υπολογιστή για να λειτουργήσει και η κίνησή της τροφοδοτείται από ενσωματωμένη επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Ο προγραμματισμός της βασίζεται στη φιλοσοφία των εντολών της Logo με τη διαφορά ότι το αποτέλεσμα της ψευδο-γλώσσας, δηλαδή η κίνηση εκτελείται σε πραγματικό περιβάλλον.

¹⁷ <http://www.tts-group.co.uk/shops/tts/Products/PD1723538/Bee-Bot-Floor-Robot/>



Εικόνα 11. Η Bee-Bot και οι 7 εντολές χειρισμού της κίνησης μέσω πλήκτρων

Μια σημαντική παράμετρος είναι ότι η σύνθεση του εκτελέσιμου προγράμματος πραγματοποιείται με μη εμφανή τρόπο και συγκεντρωτικά σε πραγματικό χρόνο μέσω του διαδοχικού πατήματος των πλήκτρων κατεύθυνσης, με παράλληλη εκπομπή σύντομου ήχου ανά βήμα με τα παιδιά να έχουν τη δυνατότητα εισαγωγής και αποθήκευσης στην εσωτερική μνήμη έως 40 εντολών που μπορούν να μετακινήσουν τη Bee-Bot σε οποιαδήποτε διαδρομή σχεδιάσουν εκ των προτέρων. Η εκτέλεση της διαδρομής πραγματοποιείται μόνο μετά το πάτημα του πλήκτρου εκκίνησης («Go»). Σε κάθε βήμα που εκτελείται, αφενός αναβοσβήνουν τα μάτια της Bee-Bot, αφετέρου παράλληλα εκπέμπεται χαρακτηριστικός ήχος ο οποίος σηματοδοτεί την ορθή εκτέλεση και στο τέλος της διαδρομής, το ίδιο ηχητικό σήμα επαναλαμβάνεται τρεις συνεχόμενες φορές ως ένδειξη ολοκλήρωσης του προγράμματος. Η κίνηση μπορεί να εκτελείται είτε σε ευθεία είτε σε επιτόπια στροφή 90° η οποία λογίζεται ως ξεχωριστό βήμα κατά τη διαδικασία προγραμματισμού. Δεν υπάρχει δυνατότητα παραμετροποίησης της στροφής σε σχέση με τις μοίρες.

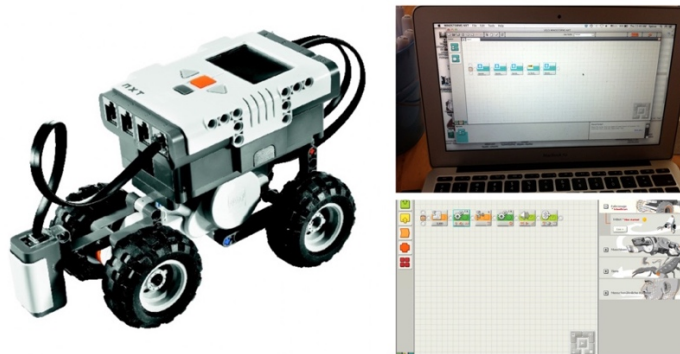


Εικόνα 12. Πλήκτρα εντολών/κατεύθυνσης της Bee-Bot

Για τις δραστηριότητες της δεύτερης ημέρας της διδακτικής παρέμβασης, καταφύγαμε στη χρήση ενός (1) πλήρως προγραμματιζόμενου, προκατασκευασμένου (νωρίτερα από εμάς) όχημα-ρομπότ Lego NXT¹⁸ με το ανάλογο λογισμικό χρήσης του το οποίο κάνει σαφή αναφορά σε διαδικασίες προγραμματισμού μέσω εικονοεντολών (blocks) και αφορά σχεδιασμό και εκτέλεση κίνησης στον χώρο και όχι μόνο (βλ. Εικόνα 13). Το μοντέλο που χρησιμοποιήσαμε είναι LEGO Mindstorms δεύτερης γενιάς και στο σύνολό του αποτελείται στην ουσία από ένα προγραμματιζόμενο «εγκέφαλο»-μικροελεγκτή με μορφή μικρού κύβου γνωστό ως RCX (brick), από ποικίλα «δομικά» υλικά (τουβλάκια, γρανάζια, τροχούς, βραχίονες, συνδετήρες κ.ά.), αισθητήρες (υπερήχων, φωτός, αφής κλπ), εξωτερικές συσκευές (π.χ. κινητήρες) που επιτρέπουν την υλοποίηση διαφορετικών κατασκευών κάθε φορά. Υπάρχει επίσης μία ενσωματωμένη οθόνη LCD που μπορεί να εμφανίζει το επίπεδο φόρτισης των μπαταριών, την κατάσταση των θυρών εισόδου-εξόδου, ποιο πρόγραμμα εκτελείται, και άλλες πληροφορίες ενώ παρέχει και σχετικά περιορισμένες δυνατότητες απευθείας σύνθεσης προγράμματος χωρίς τη διαμεσολάβηση υπολογιστή.

Το προγραμματιστικό περιβάλλον που το συνοδεύει, είναι το Robolab, ένα βασισμένο σε διαγράμματα ροής περιβάλλον το οποίο επιτρέπει στο χρήστη να προγραμματίσει χρησιμοποιώντας εικονίδια που αναπαριστούν όλους τους τύπους δεδομένων και τις βασικές εντολές και δομές προγραμματισμού σε μια συμβολική μορφή χωρίς τη χρήση συμβατικού κώδικα. Η κάθε εντολή (μπλοκ) αντιστοιχεί σε ένα κατάλληλα οπτικοποιημένο εικονίδιο με πλήρη παραμετροποίηση στοιχείων (π.χ. ταχύτητα κινητήρων, κατεύθυνση, χρόνος εκτέλεσης κίνησης, μοίρες περιστροφής κινητήρα, μεταβλητές, βρόγχος επανάληψης, λογική συνθήκη κλπ.) και ο τρόπος σύνθεσης του προγράμματος είναι ιδιαίτερα κατανοητός εφόσον απαιτεί μόνο το σύρσιμο κι εναπόθεση (drag 'n drop) του εκάστοτε μπλοκ από την παλέτα εντολών (κάτω μέρος οθόνης) στο πλέγμα ακολουθιακής δομής. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα τέτοιων γλωσσών προγραμματισμού είναι η ελαχιστοποίηση των συντακτικών λεπτομερειών με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπος το παιδί και η εστίαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων, στοιχεία που τις καταστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικές. Τα προγράμματα που συνθέτει ο χρήστης σε περιβάλλον υπολογιστή (PC ή Mac), μεταφορτώνονται ασύρματα ή ενσύρματα στη διαθέσιμη ενσωματωμένη μνήμη του RCX. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η σύνθεση της τελικής κατασκευής μπορεί να βασίζεται είτε σε προκαθορισμένο σχέδιο είτε σε έμπνευση του χρήστη με βάση συγκεκριμένο πρότζεκτ. Η τελική κατασκευή μπορεί να λειτουργήσει αντιδρώντας με κάποιο βαθμό σχετικής αυτονόμησης στα εσωτερικά και εξωτερικά ερεθίσματα κυρίως σύμφωνα με τις προγραμματισμένες οδηγίες.

¹⁸ <https://www.lego.com/en-us/mindstorms>



Εικόνα 13. Απλό όχημα Lego Minstorms NXT και γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού

Στην περίπτωση της εφαρμογής που υλοποιήσαμε, το προκατασκευασμένο όχημά μας αποτελούταν από τον εγκέφαλο, από (2) κινητήρες, από τέσσερις (4) ρόδες και ελάχιστα δομικά στοιχεία που προσέδιδαν τη μορφή απλού οχήματος το οποίο είχε σχεδιαστεί και υλοποιηθεί εξ' αρχής λαμβάνοντας απόλυτα υπόψη τις συνθήκες κίνησης στη μακέτα του διδακτικού πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, φροντίσαμε ώστε η κατασκευή να έχει συνολικό μήκος τόσο όσο και η Bee-Bot (συνολικό μήκος 13 εκατοστά) άρα και όσο ακριβώς το κάθε τεταρτημόριο της μακέτας. Αυτό έγινε με σκοπό να δοθεί η δυνατότητα στα παιδιά να αναπτύξουν νοητικά σχήματα και στρατηγικές διαχείρισης της κίνησης και του χώρου με κοινές αναφορές και στα δύο προαναφερθέντα εργαλεία. Επομένως, υπό το ίδιο πρίσμα φροντίσαμε ώστε το κάθε βήμα του Τάλω (όπως ονομάσαμε το NXT νωρίτερα στην ολομέλεια) να ισοδυναμεί με 15 εκατοστά, όσα δηλαδή και το βήμα της Bee-Bot αλλά και τα τεταρτημόρια του δαπέδου στο οποίο θα εκτελούσε την εκάστοτε κίνηση. Για τον λόγο αυτό και δεδομένου ότι αυτούσιος στόχος μας δεν ήταν η μελέτη των διαδικασιών ανάπτυξης υπολογιστικής σκέψης αλλά και ότι δεν θέλαμε να εμπλέξουμε τα παιδιά σε πολύπλοκες διαδικασίες προγραμματισμού που ενδεχομένως θα οδηγούσαν σε απογοήτευση και ενδεχόμενο εκνευρισμό την ομάδα, αποφασίσαμε να παράσχουμε «έτοιμες», ήδη παραμετροποιημένες εντολές. Προτιμήσαμε να παρέμβουμε στις εικονοεντολές κίνησης του λογισμικού. Αφού προκαθορίσαμε για κάθε εικονίδιο τις παραμέτρους του χρόνου κίνησης, της έντασης των κινητήρων και της κατεύθυνσης, αντικαταστήσαμε το καθένα από τα αυτά με εικονίδια που προσομοίαζαν τα αντίστοιχα που χρησιμοποιήσαμε για τον «προγραμματισμό» της Bee-Bot. Πρόθεση μας ήταν αυτά να είναι άμεσα κατανοητά από τα παιδιά χωρίς περαιτέρω παρερμηνείες (βλ. Εικόνα 14).



Εικόνα 14. Τυπική εντολή κίνησης ευθεία για το NXT (αριστερό και μεσαίο στιγμιότυπο). Η ίδια εντολή, παραμετροποιημένη και έτοιμη προς χρήση από τα παιδιά (δεξί στιγμιότυπο).

Το τρίτο βασικό εργαλείο της έρευνας με αναφορές σε διαδικασίες προγραμματισμού σε ψηφιακό περιβάλλον, ήταν η εφαρμογή LightBot¹⁹ που χρησιμοποιήθηκε κατά την τελική συνέντευξη με τα παιδιά. Μετά τη διεξαγωγή των αρχικών ερωτήσεων, τους παρουσιάσαμε σε περιβάλλον tablet με οθόνη αφής (10”) την εφαρμογή η οποία διατίθεται δωρεάν τόσο σε online έκδοση όσο και σε τοπικά εκτελέσιμο αρχείο και αποτελείται από μια σειρά σύντομων παζλ τα οποία οι χρήστες καλούνται να λύσουν προγραμματίζοντας σωστά μέσω των κατάλληλων εικονοεντολών τη κίνηση του avatar-πρωταγωνιστή, ενός μικρού ρομπότ. Στη περίπτωσή μας η εφαρμογή αποθηκεύτηκε τοπικά στη μνήμη του τάμπλετ και εκτελέστηκε κάθε φορά τοπικά. Οι πίστες είναι αυτοτελείς και ολοκληρώνονται στο περιβάλλον μιας μόνο οθόνης χωρίς αλληλοσυνδεδεμένες συνέχειες και προαπαιτούμενα σεναρίου. Το περιβάλλον χωρίζεται σε ίσα καταμεμημένα τεταρτημόρια καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε ένα βήμα του ρομπότ. Στο κάτω μέρος της οθόνης αφενός υπάρχουν οι διαθέσιμες εικονοεντολές από τις οποίες ο παίκτης μπορεί κάθε φορά να διαλέξει αυτές που χρειάζεται και να τις σύρει στο ενσωματωμένο πλαίσιο ακολουθιακής δομής που είναι τοποθετημένο στο δεξί μέρος της οθόνης κι απεικονίζει το εκτελέσιμο σε σειρά. Για κάθε διόρθωση που χρειάζεται να γίνει, αρκεί η επιλογή του κατάλληλου εικονιδίου έτσι ώστε είτε αυτό να συρθεί εκτός ακολουθίας είτε να μετακινηθεί σε άλλο σημείο εντός αυτής.

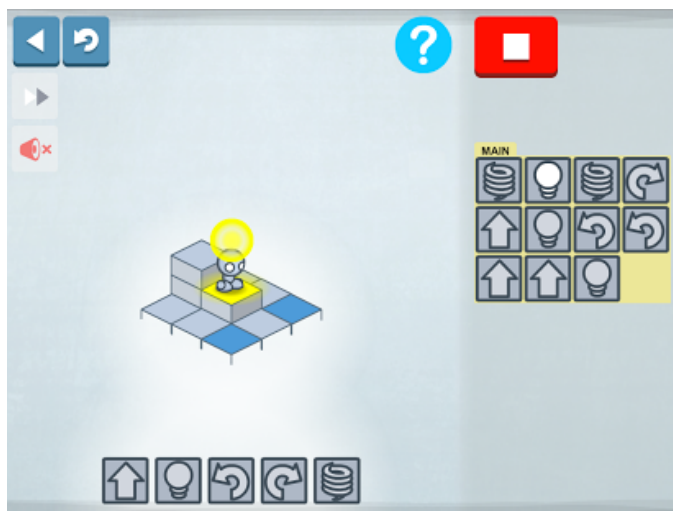
Σκοπός των αποστολών αυτών είναι να εισαγάγουν τους χρήστες στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού όπως η σύνθεση κώδικα, ο βρόγχος επανάληψης, οι μεταβλητές, οι ενέργειες κ.α. Το Lightbot διατίθεται τόσο για υπολογιστές (PC, Mac) με τη χρήση ποντικιού όσο και για φορητές συσκευές (τάμπλετ, κινητά) με απλή χρήση της οθόνης αφής. Θεωρήσαμε τη συγκεκριμένη εφαρμογή ως μια έκφανση ισότιμη με τις υπόλοιπες της επικρατούσας τάσης πειρατισμού με παιδαγωγική ρομποτική στις μικρές ηλικίες (Bee-Bot, Lego NXT, WeDo, Ladybug Maze κ.α.). Κοινός στόχος όλων αυτών, η εναλλακτική προσέγγιση προγραμματισμού κυρίως όσον αφορά τον αλγοριθμικό, φορμαλιστικό τρόπο σκέψης υπό το πρίσμα της ανάπτυξης των διαδικασιών σχεδιασμού και ορισμού κίνησης (ψηφιακών ή απτών) οντοτήτων στο χώρο (Miglino et al., 1999 · Κόμης, 2004).

Επιπλέον, βασίζεται σε διαδικασίες επίλυσης προβλήματος (Pappert, 1980) αλλά και σχεδιασμού εναλλακτικών νοητικών διαδρομών τις οποίες μπορούν να ακολουθήσουν τα παιδιά όταν εμπλέκονται σε έργα ΕΡ με οπτικό προγραμματισμό. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Τσοβόλα και Κόμη (2008) αναφερόμαστε σε: 1) ορισμό και απόδοση συμπεριφοράς ψηφιακής-προγραμματιζόμενης οντότητας όπως αυτή υλοποιείται πραγματοποιείται σε διακριτές φάσεις (λεκτική δήλωση προγραμματιζόμενης συμπεριφοράς, καταγραφή σε φύλλο εργασίας, σύνθεση κώδικα/εκτελέσιμου προγράμματος, «παλινδρομική» υλοποίηση μέσω διαδικασιών «δοκιμής-λάθους»), 2) ταύτιση συμπεριφοράς (τα παιδιά παρατηρούν την εκτέλεση ενός προγράμματος και καλούνται στη

¹⁹ <http://lightbot.com/>

συνέχεια να το αναπαραστήσουν γραφικά, λεκτικά ή/και με ένα λογικό διάγραμμα ροής).

Είναι χρήσιμο να επισημανθεί ότι η επιλογή των δυο κύριων εργαλείων (Lego NXT & Bee-Bot) του διδακτικού πειράματος, που βασίζονται επίσης σε διαφορετικό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ παιδιών και συσκευής είχε ως βασική σκοπιμότητα την ανάδειξη της διαφορετικής προσέγγισης που απαιτείται για το προγραμματισμό της κίνησης. Συνεπώς αφορά και τις διαφορετικές στρατηγικές που έπρεπε να αναπτύξουν τα παιδιά ώστε να αντιληφθούν και να αντιμετωπίσουν το χώρο γύρω τους. Πιο συγκεκριμένα, εστίασαμε στην εναλλαγή μεταξύ διαδικασιών προγραμματισμού κίνησης σε 2Δ ψηφιακό περιβάλλον (NXT) αλλά και σε πραγματικό 3Δ χώρο (Bee-Bot) με ταυτόχρονη συμβολική αναπαράσταση της κι επαλήθευση της σε πραγματικό περιβάλλον. Είχαμε τη πεποίθηση ότι κάτι τέτοιο θα μπορούσε να οδηγήσει σε πιο συνειδητή συναίσθηση του χώρου και των δεξιοτήτων που απαιτούνται για την αντίληψη και λογική οργάνωση των διαδικασιών που διέπουν τη λειτουργία του.



Εικόνα 15. Ενδεικτική οθόνη της εφαρμογής LightBot

Συνεπώς, σημασία για εμάς είχε η διαφαινόμενη πολυσημία των διαμεσολαβητικών μέσων και η πολυποικιλότητα του εκάστοτε συμβολικού κώδικα που αναδεικνύεται μέσα από τις διαδικασίες σχεδιασμού και προγραμματισμού της κίνησης και λειτουργεί ως «σκαλωσιά». Ως τέτοια τροφοδοτεί ανώτερες νοητικές διαδικασίες και αναπαραστάσεις που απαιτούνται για την ταύτιση των διαφορετικών διαστάσεων (2Δ & 3Δ) απεικόνισης που εμπλέκονται. Ως προς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και των δυο βασικών εργαλείων που επιλέξαμε, θα μπορούσαμε να πούμε πως στη περίπτωση του NXT ιδιαίτερη βαρύτητα είχε η ευκολία σύνθεσης προγράμματος με χρήση του ποντικιού και εναπόθεση εικονιδίων (αλλαγμένων επί τούτου από εμάς σε σχέση με τα «εργοστασιακά», προσχεδιασμένων και προσαρμοσμένων στο φάσμα δεξιοτήτων παιδιών προσχολικής ηλικίας) σε ένα ούτως ή άλλως εύχρηστο και απλό περιβάλλον. Αφετέρου στη περίπτωση της Bee-

Βοτ, σημαντικό στοιχείο ήταν η ομοιότητα με παιχνίδια του παιδικού περιβάλλοντος (σχήμα, χρώματα, φιγούρα κ.α.) καθώς και η «ασφαλής» απτική σχέση που απαιτείται για τον προγραμματισμό της κίνησής της και είναι εξ'ορισμού κοντά στις δεξιότητες των ίδιων των παιδιών ως αυτονόητο μέσο εξερεύνησης του κόσμου γύρω τους.

Πίνακας 1. Συνοπτικός πίνακας εργαλείων του διδακτικού πειράματος

Ερευνητικό Πρωτόκολλο	Εργαλείο	Τεχνική εργαλείου	Στάδιο έρευνας	Ερευνητικό ερώτημα
Διερεύνηση χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός)	Φωτογραφίες θέσης και κίνησης στον χώρο	Ατομική συνέντευξη	2	EE1
Διερεύνηση χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός)	Χειραπτικό υλικό με μορφή παιχνιδιού (αυτοκινητάκια) και μακέτα μικρών διαστάσεων με αναπαράσταση κτιρίων μιας γειτονιάς.	Ατομική συνέντευξη	2	EE1
Διερεύνηση χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός)	Εργαλεία και υλικά σχεδίασης	Ατομικό σχέδιο	1, 2 & 3	EE1 & EE2
Διερεύνηση (αρχικά) και αποτίμηση (τελικά) χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός)	Φύλλα καταγραφής αναστοχασμού παιδιών	Ατομικό σχέδιο	1, 2 & 3	EE1 & EE2
Διερεύνηση της αντίληψης και αναπαράστασης της κίνησης στον χώρο	Ιχνογραφήματα αναπαραστάσεων	Ατομικό σχέδιο	1,2 & 3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής σκέψης και στρατηγικών επίλυσης χωρικού προβλήματος	Τρισδιάστατη μακέτα	Συνεργατική δράση	3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων κατεύθυνσης και προσανατολισμού	Κάρτες εντολών ψευδογλώσσας	Ατομικό σχέδιο & Συνεργατική δράση	1 & 3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής σκέψης και στρατηγικών επίλυσης χωρικού προβλήματος	Περιηγητής εδάφους Bee-Bot	Συνεργατική δράση	1,2 & 3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής σκέψης και στρατηγικών επίλυσης χωρικού προβλήματος	Ρομπότ-όχημα Lego NXT	Συνεργατική δράση	1 & 3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων κατεύθυνσης και προσανατολισμού	Λογισμικό Robolab	Συνεργατική δράση	1 & 3	EE1 & EE2
Καλλιέργεια και ανάδειξη χωρικής αντίληψης και αναπαραστάσεων κατεύθυνσης και προσανατολισμού	Φορητός υπολογιστής	Συνεργατική δράση	1 & 3	EE1 & EE2
Τελική αποτίμηση χωρικής αντίληψης, αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός) και στρατηγικών επίλυσης προβλήματος	Ψηφιακή εφαρμογή LightBot	Ατομική συνέντευξη	4	EE1 & EE2
Τελική αποτίμηση χωρικής αντίληψης, αναπαραστάσεων (θέσεις, κατεύθυνση, προσανατολισμός) και στρατηγικών επίλυσης προβλήματος	Ταμπλέτα με οθόνη αφής	Ατομική συνέντευξη	4	EE1 & EE2

4.4 Διαδικασίες και εργαλεία συλλογής δεδομένων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως (βλ. 4.2) η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων της έρευνας βασίστηκε τόσο σε προσωπική, συμμετοχική παρατήρηση του ερευνητή, ο οποίος είχε ενεργό ρόλο καθ'όλη τη διάρκεια του διδακτικού πειράματος, όσο και σε ατομικές συνεντεύξεις με τα παιδιά καθώς και σε οπτικοακουστικό υλικό (φωτογραφίες, βίντεο, φύλλα εργασίας). Τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή και συλλογή των ερευνητικών δεδομένων ήταν τα εξής:

- Μία (1) ψηφιακή φωτογραφική μηχανή για την καταγραφή των επιμέρους στιγμών των διδακτικών επεισοδίων αλλά και των μεμονωμένων έργων των παιδιών τόσο στο πλαίσιο των ατομικών συνεντεύξεων όσο και των ομαδικών δραστηριοτήτων.
- Δύο (2) βιντεοκάμερες τελευταίας τεχνολογίας με σταθερά τρίποδα για την ψηφιακή εγγραφή και αποθήκευση τόσο των ατομικών συνεντεύξεων, όσο και των επεισοδίων που προκύπτουν από το διδακτικό πείραμα σε όλο το εύρος του.

Προτιμήθηκε η παρατήρηση ως διαδικασία συλλογής δεδομένων, μιας κι επιτρέπει στον ερευνητή να αντλήσει πληροφορίες μέσα από την άμεση και βιωματική παρατήρηση ατόμων, ομάδων, διαδικασιών, συμπεριφορών, συνθηκών, χώρων κλπ. Όπως και στη δική μας περίπτωση, είθισται να καταγράφονται -με κάποιον τρόπο- οι παρατηρήσεις σε πρωτογενή μορφή και συνήθως στο πλαίσιο σημειώσεων ημερολογιακού τύπου και σε δεύτερο χρόνο να υπόκεινται σε ταξινόμηση, κωδικοποίηση και ερμηνεία. Η τεχνική της παρατήρησης θεωρείται αφενός μια πολύ χρήσιμη επικουρική τεχνική συλλογής δεδομένων στην κοινωνική/παιδαγωγική έρευνα αφετέρου ενέχει μεθοδολογικούς κινδύνους που αφορούν κατά βάση την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της, δεδομένου ότι υπάρχει πάντα ανοικτό το ζήτημα της αντικειμενικότητας κι αμεροληψίας κατά την καταγραφή των δεδομένων. Ωστόσο, σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές και μέσα, χρησιμοποιείται συμπληρωματικά ώστε μπορεί να ευνοήσει την τριγωνοποίηση δεδομένων και να προσφέρει εξαιρετικά ενδιαφέρουσες πληροφορίες για το υπό μελέτη θέμα (Cohen & Manion, 1994 · Φίλιας, 2004 · Flick, 2009).

Στην περίπτωση της παρούσας έρευνας, είχαμε προαποφασίσει τις εξής σημαντικές παραμέτρους:

- Βαθμός συμμετοχής του ερευνητή. Πρόκειται για καθοριστικό στοιχείο της παρατήρησης επειδή επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό τόσο τις σχέσεις του ερευνητή με την ομάδα, όσο και για τη συναρμογή ολόκληρου του ερευνητικού του σχεδίου. Στο διδακτικό πείραμα που εφαρμόσαμε αποφασίσαμε να έχουμε τον ρόλο του συμμετοχικού παρατηρητή. Αυτό σημαίνει ότι αποκαλύψαμε εξ'αρχής την επιστημονική μας ιδιότητα, γνωστοποιήσαμε τις ερευνητικές μας προθέσεις και προσπαθήσαμε να επιτύχουμε τη

μεγαλύτερη δυνατή συμμετοχή και διείδυση στις ομάδες των παιδιών.

- Μέθοδος της παρατήρησης. Αν και αυτή μπορεί να είναι λεπτομερής, αυστηρή και συστηματική βάσει προσχεδιασμένης «σχάρας» συγκεκριμένων σημείων, εντούτοις επιλέξαμε ένα ευρύτερο, πιο ελεύθερο μοντέλο. Είναι γεγονός ότι η ελεύθερη παρατήρηση προσφέρει ένα εξαιρετικά πλούσιο πρωτογενές υλικό, το οποίο ο ερευνητής κινδυνεύει να ξεχάσει ή να αλλοιώσει όταν, μετά την παρατήρηση, προσπαθήσει να το καταγράψει. Δεδομένου ότι θέλαμε να πετύχουμε υψηλότερο βαθμό διείδυσης στην ομάδα των παιδιών για να αντλήσουμε όσο το δυνατόν πιο «αυθεντικά» δεδομένα βασισμένα στον αυθορμητισμό των παιδιών, προτιμήσαμε να συμμετάσχουμε ενεργά στις δραστηριότητες, διατηρώντας ωστόσο το στοιχείο της παρατήρησης σε μια απλή επιτόπια, περιγραφική καταγραφή των επεισοδίων με συνοπτικά σχόλια αμέσως μετά το πέρας της κάθε συνάντησης. Είχαμε προσχεδιάσει τι θα παρατηρούσαμε και πόσο σημαντικό θα ήταν αυτό για την έρευνά μας, γεγονός που εν μέρει διαμόρφωσε και τον σχεδιασμό του ίδιου του διδακτικού πειράματος στο σύνολό του. Η περαιτέρω ταξινόμηση, κωδικοποίηση κι ανάλυση του πρωτογενούς υλικού έγινε σε δεύτερο χρόνο με συστηματική κατηγοριοποίηση, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφή των στοιχείων που είχαμε επιλέξει εξ αρχής να μελετήσουμε ή και άλλων που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της παρατήρησης και που ίσως δεν τα είχαμε προβλέψει.
- Είδος δεδομένων προς συλλογή. Ως «δεδομένα» μιας έρευνας δεν λογίζονται μόνο ποσοτικά στοιχεία αλλά και οι φορτισμένες λέξεις, τα ποικίλα εκφωνήματα, δηλαδή ο (προφορικός ή γραπτός) λόγος που αρθρώνουν οι συμμετέχοντες, ιχνογραφήματα, φωτογραφίες και βιντεοσκοπήσεις που αποτυπώνουν στιγμιότυπα ή/και επεισόδια μικρής ή μεγάλης διάρκειας, σχέδια, κίνηση των σωμάτων στο χώρο κλπ. Στην περίπτωση της έρευνάς μας, τα δεδομένα που τροφοδότησαν την ανάλυση και τα συμπεράσματά μας βασίζονται στην αξιοποίηση φωτογραφιών, βιντεοσκοπήσεων, απομαγνητοφωνημένων διαλόγων, ψηφιακών αναπαραστάσεων κώδικα (NXT, Lightbot), αυτοσχέδιων χαρτών και ιχνογραφημάτων κίνησης που δημιούργησαν τα παιδιά.
- Τρόπος και μέσα καταγραφής δεδομένων. Τα ερευνητικά εργαλεία της συλλογής δεδομένων αντιστοιχούν στη μεθοδολογική προσέγγιση του σχεδιασμού της παράλληλης τριγωνοποίησης (Creswell, 2009) η οποία περιλαμβάνει την παράλληλη συλλογή (ποιοτικών και ποσοτικών) δεδομένων –ιδανικά ίδιας βαρύτητας– σε ξεχωριστή φάση της ερευνητικής διαδικασίας. Η εφαρμογή της παραπάνω προσέγγισης στην έρευνα μας οδήγησε στην επιλογή και ανάπτυξη εργαλείων συλλογής δεδομένων με γνώμονα τον ποιοτικό χαρακτήρα της μεθοδολογίας μας. Πιο συγκεκριμένα

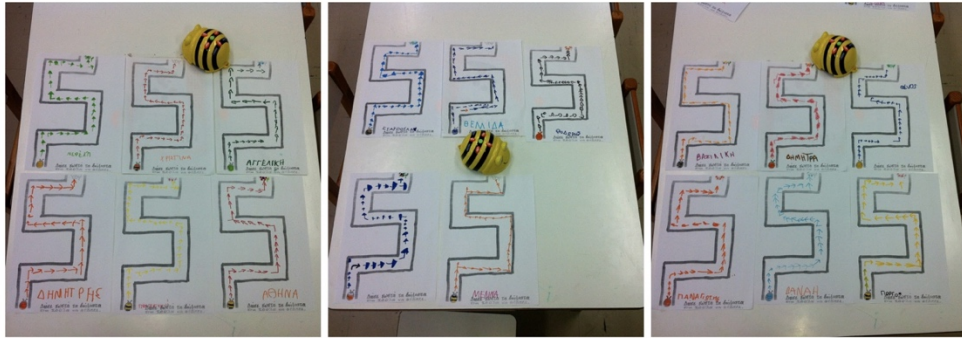
χρησιμοποιήθηκαν δύο βιντεοκάμερες που τοποθετήθηκαν σε διαφορετικά σημεία θέασης (μία εστίαζε μόνο στα χέρια, στις κινήσεις και στη δράση των παιδιών στη μικροκλίμακα του περιβάλλοντος της μακέτας και η άλλη κάλυπτε πανοραμικά όλο τον χώρο) και το υλικό στο οποίο μας οδήγησαν περιλαμβάνεται σε 50 αρχεία βίντεο με συνολική διάρκεια 22,5 ωρών βιντεοσκόπησης. Από την διαδικασία απομαγνητοφώνησης προέκυψαν συνολικά 50 κείμενα διαφορετικής έκτασης, τα δεδομένα των οποίων κωδικοποιήθηκαν και ταξινομήθηκαν με βάση αφενός τις προσχεδιασμένες «σχάρες» αξιολόγησης των δύο ατομικών συνεντεύξεων (βλ. 4.4.2 & 4.4.3) και το εργαλείο ανάλυσης της διδακτικής παρέμβασης (βλ. 6.1). Επιπλέον, έγινε χρήση φορητής φωτογραφικής κάμερας με την οποία αποτυπώσαμε διαφορετικές στιγμές με συγκεκριμένη στόχευση σε εξελικτικά επεισόδια κάθε σταδίου της έρευνας. Από τις φωτογραφίες που προέκυψαν, επιλέχθηκαν μόνο εκείνες που μπορούσαν να υποστηρίξουν την ανάλυση και την ερμηνεία των απομαγνητοφωνημένων κειμένων και των σχεδίων των παιδιών. Να σημειωθεί ότι τα ίδια τα παιδιά είχαν ενημερωθεί για την ύπαρξη της βιντεοκάμερας και της ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής ως μέσων που θα κατέγραφαν το παιχνίδι μας με τα ρομπότ.

4.4.1 Στάδιο γνωριμίας με τα παιδιά και τα εργαλεία της διδακτικής παρέμβασης

Όπως ήδη αναφέρθηκε, πριν από τη διεξαγωγή τόσο των συνεντεύξεων με τα παιδιά όσο και του ίδιου του διδακτικού πειράματος, σε συνεννόηση με τις εκπαιδευτικούς του νηπιαγωγείου, πραγματοποιήσαμε δύο προπαρασκευαστικές συναντήσεις γνωριμίας με τα παιδιά. Στο πλαίσιο αυτών των συναντήσεων υλοποιήσαμε δραστηριότητες γνωριμίας της τάξης με τα εργαλεία της έρευνας και πιο συγκεκριμένα με εκείνα τα οποία, σύμφωνα με τις ίδιες τις εκπαιδευτικούς, αγνοούσαν (Bee-Bot & Lego NXT). Αρχικά θεωρήσαμε αναγκαίο να γνωριστούμε με τα παιδιά στο περιβάλλον της τάξης τους. Επιπλέον, στόχος ήταν να δομήσουμε μια σχέση εμπιστοσύνης και να καλλιεργήσουμε αίσθημα εμπιστοσύνης και ασφάλειας, στοιχεία απαραίτητα τόσο για τις ατομικές συνεντεύξεις όσο για τις δραστηριότητες στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης στη συνέχεια. Επιπλέον, μέσα από το ελεύθερο παιχνίδι με την ολομέλεια, είχαμε την ευκαιρία να φέρουμε τα παιδιά σε επαφή με βασικά στοιχεία χειρισμού τόσο της Bee-Bot, όσο -κυρίως- του Lego NXT λόγω της πολυπλοκότητας που επιφέρει η διαμεσολάβηση ηλεκτρονικού υπολογιστή και λογισμικού. Ήταν επίσης χρήσιμο για εμάς να διαπιστώσουμε την ευχρηστία των εργαλείων και να ανιχνεύσουμε τυχόν παράγοντες δυσκολίας κατά τον χειρισμό τους από τη μεριά των παιδιών.

Κατά τη πρώτη μας συνάντηση, η εκπαιδευτικός της τάξης, μας ούστησε στα παιδιά με την ιδιότητα του «εκπαιδευτικού που ήρθε από το Πανεπιστήμιο» και ο οποίος θα βρισκόταν για το επόμενο διάστημα σε καθημερινή –σχεδόν– βάση στο περιβάλλον του νηπιαγωγείου και θα φρόντιζε να τους μάθει τη χρήση «ρομπότ», όπως χαρακτηριστικά αποκάλεσε τόσο τη Bee-Bot όσο και το NXT. Δεν είχε προηγηθεί κάποια άλλη προπαρασκευαστική δραστηριότητα σε σχέση με τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου και προγραμματισμού νωρίτερα οπότε η πρώτη σχετική επαφή της τάξης έγινε μαζί μας. Η διαδικασία γνωριμίας βασίστηκε σε ελεύθερη συζήτηση στην ολομέλεια κι επικεντρώθηκε σε ανίχνευση απόψεων και πρότερων γνώσεων των παιδιών αναφορικά με ζητήματα τεχνολογίας, υπολογιστών και ρομπότ. Στη συνέχεια τους κάναμε μια σύντομη επίδειξη χρήσης της Bee-Bot εξηγώντας τους παράλληλα τον τρόπο λειτουργίας της και τα πλήκτρα χειρισμού ώστε να εκκινήσουμε τη συζήτηση σχετικά με το πώς νόμιζαν τα ίδια τα παιδιά ότι το ρομπότ «αντιλαμβάνόταν» τις δικές μας προθέσεις κάθε φορά που πατούσαμε τα πλήκτρα της. Εισαγάγαμε επίσης και την ιδέα της επικάλυψης της απόστασης που διανύει σε κάθε βήμα της η Bee-Bot με μαρκαδόρους ώστε να διευκολύνουμε την εκτίμηση απόστασης με τη χρήση ενός γνώριμου αντικειμένου ως μη τυπικού οργάνου μέτρησης.

Η άμεση επαφή των παιδιών με τη χρήση της, πραγματοποιήθηκε σε βιωματικό παιχνίδι των 10 ατόμων σε κυκλική διάταξη κάθε φορά, κατά τη διάρκεια του οποίου τα μέλη της «παρεούλας» έστειλαν τη μελισσούλα το ένα στο άλλο κατόπιν οργάνωσης της σειράς από εμάς. Στο πλαίσιο αυτής της απλής δραστηριότητας είχαμε την ευκαιρία και τις αφορμές να απαντήσουμε σε ερωτήσεις των παιδιών σχετικά με τη λειτουργία της Bee-Bot καθώς και να φέρουμε την ομάδα σε επαφή έστω και σε πρώιμο βαθμό με ορισμένες έννοιες σχετικά με τον χώρο, την έννοια της διαφορετικής οπτικής γωνίας του «απέναντι», στρατηγικές εκτίμησης απόστασης κλπ. Σε δεύτερη φάση οριοθετήσαμε με ταινία στο δάπεδο μια σύντομη διαδρομή και ζητήσαμε από τα παιδιά να σχεδιάσουν πρώτα σε φύλλο χαρτιού τις «οδηγίες» κίνησης στον συγκεκριμένο χώρο (βλ. Εικόνα 16). Στη συνέχεια τους ζητήσαμε να συνεργαστούν σε ζευγάρια ώστε να «προγραμματίσουν» τη κίνηση της Bee-Bot χρησιμοποιώντας αυτοσχέδιες κάρτες με βάση τόσο το σχέδιο που είχαν δημιουργήσει πριν και λειτουργούσε ως υποστηρικτικό εργαλείο της σκέψης τους όσο και των καρτών κατεύθυνσης (βλ. Εικόνα 17). Σε παράλληλο χρόνο τα παιδιά πειραματίστηκαν με το σώμα τους ως σημείο αναφοράς που θα ενίσχυε ακόμα περισσότερο τη χωρική τους αντίληψη και σκέψη χωρίς ωστόσο να δεχτούν ιδιαίτερες παρεμβάσεις και διορθώσεις από τη μεριά μας δεδομένου ότι ο στόχος ήταν κυρίως η πρωτογενής επαφή με συγκεκριμένα εργαλεία και διαδικασίες που αφορούσαν χώρο και πρώιμη υπολογιστική σκέψη.



Εικόνα 16. Ιχνογραφήματα κίνησης Bee-Bot στο πλαίσιο πιλοτικής δραστηριότητας

Κατά τη δεύτερη ημέρα των συναντήσεων με τα παιδιά, σκοπός μας ήταν η εξοικείωση τους με το NXT, την άλλη προγραμματιζόμενη συσκευή που θα συναντούσαν αργότερα στο πλαίσιο της παρέμβασης. Περιμέναμε ότι ενδεχομένως θα χρειαζόταν επιπλέον χρόνος, δεδομένης της αναγκαστικής διαμεσολάβησης του υπολογιστή και της συνεπακόλουθης δυσκολίας στη χρήση mouse κατά την διαδικασία σύνθεσης του εκτελέσιμου που θα όριζε τη κίνηση του ρομπότ μας. Ωστόσο αυτή η ανησυχία μας δεν επιβεβαιώθηκε μιας και τα περισσότερα παιδιά έδειξαν αρκετή άνεση με τον χειρισμό του υπολογιστή ενώ σε μεγάλο βαθμό φάνηκαν να κατανοούν με ευκολία τόσο τις βασικές εντολές της συμβολικής γλώσσας προγραμματισμού που τους δείξαμε όσο και τις ομοιότητες με τις διαδικασίες προγραμματισμού κίνησης της Bee-Bot. Με στόχο την ενθάρρυνση του εντοπισμού ομοιοτήτων, αναλογιών αλλά και διαφορών στον προγραμματισμό των δύο ρομπότ του πειράματος (Bee-Bot, Lego NXT) οργανώσαμε ακριβώς το ίδιο βιωματικό παιχνίδι γνωριμίας με εκείνο που έλαβε χώρα κατά την πρώτη ημέρα γνωριμίας και τα παιδιά φάνηκε να ανταποκρίνονται επαρκώς αν και με ελαφρώς μεγαλύτερη δυσκολία.



Εικόνα 17. Δημιουργία ιχνογραφημάτων κίνησης της Bee-Bot και βιωματικό παιχνίδι στο πλαίσιο πιλοτικής δραστηριότητας

4.4.2 Η αρχική ατομική συνέντευξη

Δεδομένης της ερευνητικής μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε (αρχική συνέντευξη, διδακτική παρέμβαση, τελική συνέντευξη), κρίθηκε

προφανής η κατάρτιση ενός ενδεικτικού μοντέλου αρχικής συνέντευξης με συγκεκριμένα έργα και πιθανές ερωτήσεις που θα καθοδηγούσαν την έρευνα σε σχέση με ζητήματα χωρικής αντίληψης και θα υποβοηθούσαν τη μετέπειτα ανάλυση και αποτίμηση. Πριν από τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε ατομική ημιδομημένη συνέντευξη μέσης διάρκειας 30 λεπτών με καθένα από τα συνολικά 20 παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα, ώστε αυτή να λειτουργήσει τόσο εισαγωγικά για τα όσα έλαβαν χώρα κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και ως μέσο ώστε να ανιχνευθούν οι προϋπάρχουσες εμπειρίες ή να εντοπιστούν τυχόν γνωστικά κενά των παιδιών σε σχέση με ζητήματα χωρικής σκέψης και δράσης. Τα δεδομένα που προέκυψαν, λήφθηκαν υπόψη σε κάποιο βαθμό πριν από τη διεξαγωγή της παρέμβασης και αν και δεν καθόρισαν τη φύση ή το βαθμό δυσκολίας των δραστηριοτήτων και έργων που περιελάμβανε, εντούτοις οδήγησαν σε βελτιώσεις ως προς τη σειρά και τον τρόπο εφαρμογής. Πρόθεσή μας ήταν να εντοπίσουμε κάποιους σαφείς δείκτες γνωστικής εξέλιξης των παιδιών όσον αφορά σύνθετες χωρικές έννοιες και δεξιότητες, όπως αυτοί προέκυψαν σε συνδυασμό και με τη τελική συνέντευξη. Η λογική γύρω από την οποία δομήθηκε η συλλογή δεδομένων και η συνέντευξη αφορά τρεις βασικούς άξονες:

- Χαρτογράφηση τρόπου σκέψης, αναπαράστασης και έκφρασης των παιδιών σε σχέση με αντιπροσωπευτικά ζητήματα χώρου και διαδρομών.
- Ανίχνευση πρότερων γνώσεων σε συγκεκριμένα ζητήματα χωρικής σκέψης.
- Ανίχνευση πρότερων γνώσεων και αντιλήψεων σε σχέση με ζητήματα Τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου.

Τόσο η πολυπλοκότητα όσο και η δεδομένη σημασία του χωρικού γραμματισμού όρισαν τη δόμηση της συνέντευξης με έμφαση στη διερεύνηση της γεωμετρικής σκέψης. Κύριος διαρθρωτικός αρμός στα διάφορα ερωτήματα και έργα ήταν η αντίληψη ότι οι ιδέες που ανιχνεύονται ή υποβοηθάται η έκφρασή τους σε κάθε διαφορετική φάση, γίνονται το έναυσμα και το αντικείμενο σκέψης και δράσης στο επόμενο στάδιο. Επομένως, φροντίσαμε ώστε τα ερωτήματα να έχουν όσο το δυνατόν προκαθορισμένη διαδοχική σειρά με απώτερο σκοπό να ενισχύουν τις προαπαιτούμενες λογικές συνδέσεις στο τρόπο σκέψης των παιδιών. Παράλληλα, έτσι θα αποφεύγαμε τυχόν «θόρυβο» επί του τελικού αποτελέσματος εξαιτίας μεταβλητών όπως αυτή του άγχους λόγω γνωστικών κενών, πίεσης, έλλειψης αυτοπεποίθησης, φόβου απόρριψης, βιασύνης κ.α. Επιπλέον, τα διάφορα έργα και ερωτήματα της αρχικής συνέντευξης, είχαν ως παράλληλο σκοπό τη δημιουργία ή την ενίσχυση των αναπαραστάσεων των παιδιών σε σχέση με ζητήματα που κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν στη μετέπειτα διδακτική παρέμβαση χωρίς ωστόσο να αποτελούν προϊόν διδασκαλίας ή ρυθμιστικής παρέμβασης από τη μεριά μας.

Δεδομένου ότι η αρχική συνέντευξη είχε εν μέρει χαρακτήρα αξιολόγησης η οποία σε συνδυασμό με την αντίστοιχη τελική συνέντευξη θα μας βοηθούσε να εκτιμήσουμε τυχόν εξέλιξη στη χωρική σκέψη των

παιδιών, κρίναμε απαραίτητο να καταγράψουμε και να κωδικοποιήσουμε την ανταπόκριση των παιδιών στη βάση αυτοσχέδιας κλίμακας. Αν και η έρευνα μας εγγράφεται στο ποιοτικό μοντέλο, η ανάγκη για καταγραφή της πορείας της μάθησης και τη διδασκαλίας σε συσχετισμό με τη φύση των εργαλείων της παρέμβασης, τις κοινωνικές πρακτικές, τις γνωστικές στρατηγικές και τις αλληλεπιδράσεις που αναδύθηκαν κατά τη διάρκεια όλου του διδακτικού πειράματος μας οδήγησαν σε αυτή την διαδικασία εκτίμησης. Αφενός βασιστήκαμε στη βιβλιογραφική επισκόπηση σε σχέση με την εξέλιξη της χωρικής σκέψης των παιδιών (βλ. Κεφ. 2) ώστε να ορίσουμε συγκεκριμένα κριτήρια που συνδυαστικά θα λειτουργούσαν ως δείκτες της χωρικής συμπεριφοράς των παιδιών απέναντι σε συγκεκριμένα χωρικά έργα στα οποία τα εμπλέξαμε πριν και μετά τη διεξαγωγή της διήμερης διδακτικής παρέμβασης. Απομονώσαμε και κωδικοποιήσαμε «κοινές» χωρικές έννοιες και πρακτικές (π.χ. χρήση τοπολογικών όρων, ενσώματη προσέγγιση, εκτίμηση απόστασης, αναπαράσταση κίνησης κ.α.), τις εντάξαμε στις ανάγκες του κάθε έργου ξεχωριστά και προσαρμόσαμε την αξιολόγηση της κατανόησης και χρήσης τους από τη μεριά των παιδιών σε κλίμακα πέντε βαθμίδων (1-5). Αφετέρου, έμπνευση για τον συγκεκριμένο τρόπο καταγραφής, χαρακτηρισμού κι αξιολόγησης των χωρικών δεξιοτήτων αποτέλεσαν παραπλήσιες έρευνες των Flannery & Bers (2013) και Bers et al. (2014) οι οποίες πραγματεύονται το ζήτημα της ανάπτυξης υπολογιστικής σκέψης με παιδιά νηπιαγωγείου και σχεδίασαν ανάλογες κλίμακες. Επιπλέον, το έργο του Hughes (1986: σελ. 88-97) μας τροφοδότησε με επιπλέον ιδέες για τον τρόπο περιγραφής των επιμέρους κατηγοριών της κάθε βαθμίδας της κλίμακας.

Αν και σε κάθε έργο ο χαρακτηρισμός της απόκρισης των παιδιών διαφέρει ανάλογα με τη φύση της αλληλεπίδρασης που απαιτείται (π.χ. κατανόηση, λεκτική έκφραση, εξήγηση, εκτίμηση, σχέδιο κ.α.) εντούτοις φροντίσαμε ώστε η κλίμακα να αποτελείται οπωσδήποτε από πέντε ανάλογες βαθμίδες ίσης αξίας ως προς τη διαμόρφωση της τελικής εικόνας κι εκτίμησης για το κάθε παιδί ξεχωριστά. Η ταξινόμηση των απαντήσεων έγινε βάσει κλίμακας ιεράρχησης (βλ. Πίνακα 3), σύμφωνα με την οποία ο ερευνητής προβαίνει σε κάποιου είδους συναγωγή συμπερασμάτων που μπορεί να σχετίζονται με την απλή καταγραφή συμβάντων ή/και τη διατύπωση κρίσεων (Cohen et al., 2002). Η διαβάθμιση ήταν συνειδητά απλή και όχι εξαντλητική μιας και η έρευνα απέχει από το ποσοτικό μοντέλο καταγραφής συμπεριφορών και στη φάση αυτή ενδιαφερόταν για μια πρωτογενή σκιαγράφηση με υποστηρικτικό ρόλο και όλα τα υπόλοιπα δεδομένα που θα προέκυπταν στη συνέχεια. Τέλος, το άθροισμα των επιμέρους επιδόσεων σε κάθε έργο οδήγησε σε έναν τελικό μέσο όρο που θα μας έδινε τη δυνατότητα να τον συσχετίσουμε με τον αντίστοιχο της τελικής συνέντευξης και να οδηγηθούμε σε μια διακριτική εκτίμηση της πορείας της μάθησης και της όποιας εξέλιξης της χωρικής σκέψης των παιδιών που συμμετείχαν στο διδακτικό πείραμα στο σύνολό του.

Σε πρώτο χρόνο, επιχειρήσαμε τη δόμηση σχέσης εμπιστοσύνης και τη γνωριμία με τα παιδιά που συμμετείχαν. Μέσω των ερωτημάτων 1.1-1.21 προσπαθήσαμε να συλλέξουμε στοιχεία που αφορούν τη σχέση τους με τα ζητούμενα της έρευνας και το κοινωνικοπολιτισμικό υπόβαθρο. Τα




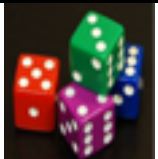





ερωτήματα διατυπώθηκαν με την ίδια ακριβώς σειρά κάθε συνέντευξη και αφορούσαν το οικογενειακό υπόβαθρο και τις ατομικές εμπειρίες των παιδιών σε ζητήματα διαδρομών και κίνησης στον χώρο, αντίληψης των χωρικών σχέσεων, χωρικών συνηθειών και χρήσης νέων τεχνολογιών.

Πίνακας 2. Ερωτήματα σκιαγράφησης του προφίλ των παιδιών

- 1.1 Πως σε λένε;
- 1.2 Πόσων χρόνων είσαι;
- 1.3 Από που είσαι;
- 1.4 Που μένεις;
- 1.5 Τί δουλειά κάνουν οι γονείς σου;
- 1.6 Έχεις άλλα αδέρφια; Αν ναι είναι πιο μεγάλα από εσένα;
- 1.7 Έχεις χρόνο μετά το σχολείο; Πως προτιμάς να τον περνάς;
- 1.8 Βλέπεις ταινίες; Ποιες είναι οι αγαπημένες σου; Γιατί;
- 1.9 Ποια είναι τα αγαπημένα σου παιχνίδια;
- 1.10 Έχετε υπολογιστή / tablet / παιχνιδιομηχανή στο σπίτι;
- 1.11 Πως τα πας με τους υπολογιστές; Σου αρέσουν; Ασχολείσαι αρκετά; Πόσο;
- 1.12 Αντιμετωπίζεις προβλήματα με τους υπολογιστές; Αν ναι, ποιος/οι σε βοηθούν να τα λύσεις;
- 1.13 Σου αρέσουν τα ηλεκτρονικά παιχνίδια; Αν ναι ποιο είναι το αγαπημένο σου και γιατί;
- 1.14 Ξέρεις να χρησιμοποιείς τις άλλες συσκευές που έχετε στο σπίτι; Τι ξέρεις να κάνεις μ' αυτές;
- 1.15 Παίζεις έξω; Κάνεις βόλτες με τα πόδια ή με το ποδήλατό σου;
- 1.16 Κάνεις ταξίδια; Πού έχει πάει;
- 1.17 Το σπίτι σου είναι μακριά ή κοντά στο σχολείο σου;
- 1.18 Πως πηγαίνεις από το σπίτι σου στο σχολείο;
- 1.19 Παρατηρείς τη διαδρομή; Τι σου κάνει εντύπωση; Μιλάς για τη διαδρομή με κανέναν;
- 1.20 Μπορείς να μου την ζωγραφίσεις σε μια κόλλα χαρτί;
- 1.21 Έχεις ποτέ χαθεί κάπου, στο πάρκο, στη γειτονιά; Αν ναι, πως βρήκες το δρόμο σου;

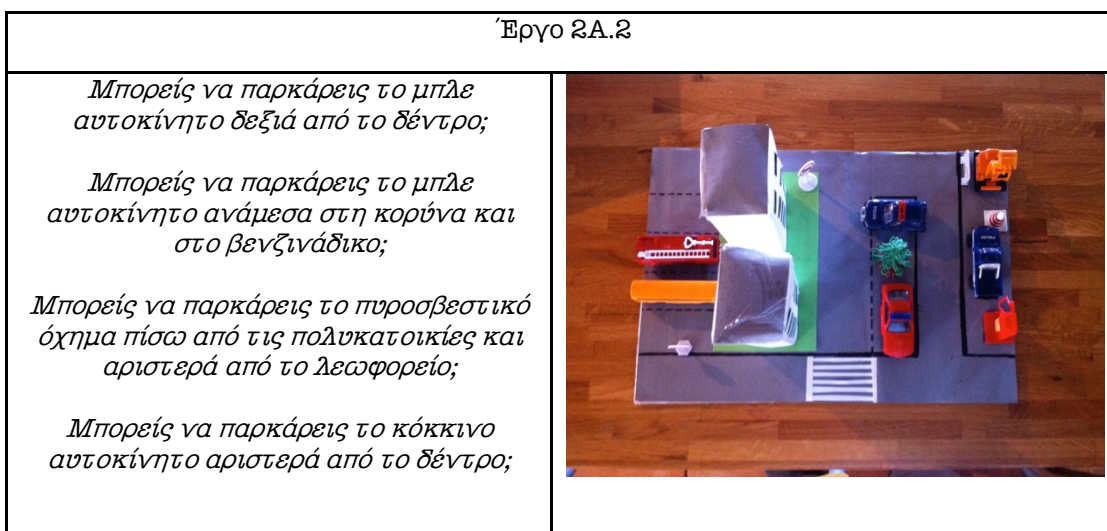
Σε δεύτερο χρόνο, ακολούθησαν τα διάφορα «έργα» τα οποία κινούνται αυστηρά γύρω από άξονες χωρικής αντίληψης, τόσο με συγκεκριμένο όσο και με πιο αφαιρετικό περιεχόμενο (βλ. Πίνακα 3 στο τέλος του παρόντος κεφαλαίου). Στα πρώτα έργα τα παιδιά κλήθηκαν να αναγνωρίσουν τοπολογικές έννοιες (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, σχέσεις όπως «εσωτερικό», «εξωτερικό», «σύνορο» κ.α.) και μετασχηματισμούς (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς). Ταυτόχρονα επιχειρήθηκε η ανίχνευση της κατανόησης και σωστής χρήσης χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού). Έγινε χρήση φωτογραφικού υλικού και σκίτσων τόσο από γνώριμα όσο και από μη γνώριμα αντικείμενα και περιβάλλοντα τα οποία δείξαμε στα παιδιά και τους ζητήσαμε να ορίσουν περιγραφικά τη θέση αντικειμένων ωθώντας τα έμμεσα να χρησιμοποιήσουν όσο το δυνατόν περισσότερους τοπολογικούς χαρακτηρισμούς. Η εκτίμηση της θέσης, της απόστασης ή της διεύθυνσης ενός σημείου ήταν δυνατό να γίνει σε σχέση με μια άλλη οντότητα ή κάποιο άλλο σημείο αναφοράς. Οι εκτιμήσεις αυτές περιλάμβαναν κατά κύριο λόγο τον προσανατολισμό, την τοποθεσία, την απόσταση, το μέγεθος. Αρχικά, οι ερωτήσεις μας ήταν απλές, κατανοητές και χωρίς ιδιαίτερη βοήθεια κι επεξήγηση από τη μεριά μας. Σε περίπτωση δυσκολίας, προσπαθήσαμε να διευκολύνουμε σταδιακά μέχρι να εντοπίσουμε είτε την ικανότητα του παιδιού να ανταπεξέλθει με το κατάλληλο γλωσσικό κώδικα είτε με χειρονομίες και περιγραφικό τρόπο, είτε εν τέλει να καταλήξουμε στη διαπίστωση τυχόν γνωστικού κενού.

Στο έργο 2.A.1 (βλ. Εικόνα 18) ζητήσαμε από τα παιδιά να εντοπίσουν και να μας περιγράψουν τη θέση συγκεκριμένων στοιχείων σε διάφορες φωτογραφίες ώστε να εστιάσουμε σε ζητήματα αναγνώρισης-περιγραφής θέσεων στο χώρο, αναγνώρισης τοπολογικών εννοιών (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, σχέσεις όπως «εσωτερικό», «εξωτερικό», «σύνορο» κ.α), σχέσεων με το περιβάλλον και τα υπόλοιπα αντικείμενα (δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.), δημιουργίας μετασχηματισμών (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς), κατανόησης και (σωστής) χρήσης χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού). Η διαβάθμιση των απαντήσεων έγινε με βάση την ακόλουθη κλίμακα: 1) απουσία απόκρισης (το παιδί δεν απαντά με κανένα τρόπο παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται) 2) τυχαία απόκριση (λανθασμένη και χωρίς αιτιολόγηση απάντηση παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται), 3) ιδιοσυγκρασιακή απόκριση (συνήθως σωστή απάντηση, χωρίς τακτικότητα και με απολύτως έμμεση συσχέτιση με έννοιες χώρου κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης), 4) δεικτική-περιγραφική προσέγγιση (προσπάθεια υπόδειξης της θέσης με χρήση χειρονομιών ή/και αιτιολόγηση με χρήση μη τοπολογικών όρων χωρίς λεκτική έμφαση στις χωρικές σχέσεις του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με διακριτική ανατροφοδότηση από τη μεριά του ερευνητή), 5) τοπολογική προσέγγιση (αιτιολόγηση με χρήση αμιγώς τοπολογικών όρων χωρίς να δέχεται ανατροφοδότηση ή κατόπιν ελάχιστης βοήθειας)

Έργο 2.A.1: Μπορείς να μου περιγράψεις ακριβώς που βρίσκεται:			
			
ο Άγιος Βασίλης (μέσα από...)	ο σκύλος (έξω από...)	το γουρουνάκι και τα κοτοπουλάκια (Αριστερά/δεξιά από...).	το μωβ ζάρι (Πάνω από.... Κάτω από.... Αριστερά από.... Δεξιά από.....)
.....ο φωτογράφος που τράβηξε αυτές τις φωτογραφίες και πως το κατάλαβες;			
			
(Από ψηλά....)			(Από χαμηλά....)
.....το αεροδρόμιο, η κυκλωμένη καρέκλα, η κόκκινη μπιλίτσα			
			
(Κάτω από.... Μακριά από.... Κοντά σε.....)	(Πάνω από.... Αριστερά από...)		(Κάτω από... Πάνω από... Μέσα σε....)

Εικόνα 18. Έργο 2.A.1 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση

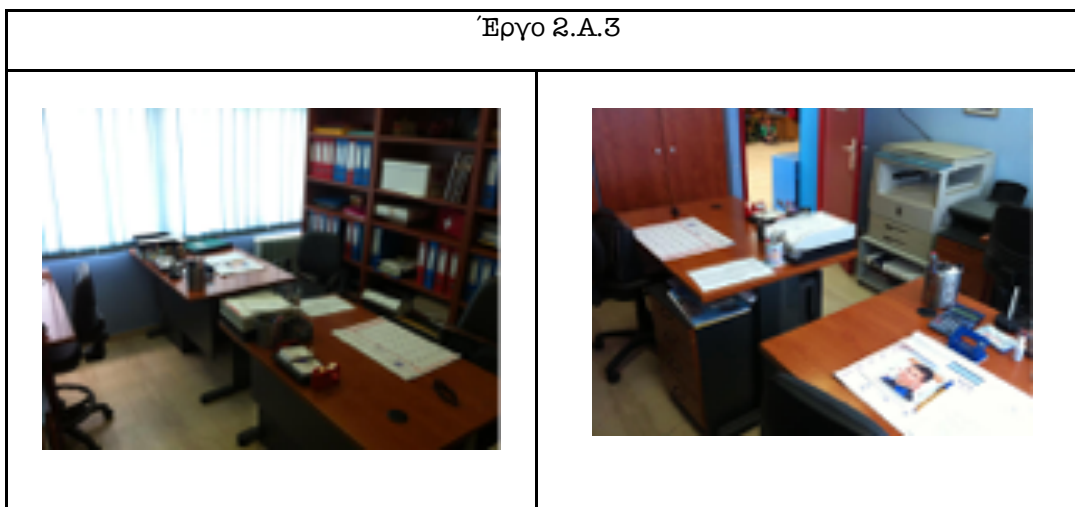
Στη συνέχεια, στο επόμενο έργο (2Α.2 στην Εικόνα 19), επιδιώξαμε να ανιχνεύσουμε τις δυνατότητες κατανόησης (γλωσσικού) χωρικού κώδικα και δράσης στο χώρο με βάση συγκεκριμένες οδηγίες για τοποθέτηση αντικειμένων σε συγκεκριμένες θέσεις. Στο περιβάλλον μιας μικρής μακέτας απεικόνισης αστικού περιβάλλοντος, ζητήσαμε από τα παιδιά να τοποθετήσουν («παρκάρει») τέσσερα αυτοκίνητα με βάση συγκεκριμένες θέσεις και έννοιες (πίσω από...μπροστά από...ανάμεσα σε...δίπλα σε...κλπ). Αρχικά οι διευκρινίσεις που κάναμε ήταν τυπικές, με βάση κοινές τοπολογικές εκφράσεις κι εφόσον διαπιστώναμε δυσκολία στις αντιδράσεις των παιδιών, προσπαθήσαμε διακριτικά να επαναδιατυπώσουμε τις διευκρινίσεις μας με λεξιλόγιο που φαινόταν πως μπορούσαν να κατανοήσουν. Η ανταπόκριση τους ως προς τις τοπολογικές οδηγίες που παρέχουμε, χαρακτηρίστηκε με βάση την ακόλουθη κλίμακα: 1) Απουσία απόκρισης (δεν παρατηρείται καμία αντίδραση και κανένας βαθμός συνεργασίας λόγω έλλειψης κατανόησης ή συγκέντρωσης) 2) Ανεπαρκής απόκριση (εφόσον η σημαντική ανατροφοδότηση που παρέχουμε δεν επιφέρει καμία αλλαγή στην αρχική θέση που επέλεξε το παιδί και δε συμβαδίζει με τις αρχικές οδηγίες), 3) Επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης (εφόσον η επίτευξη της σωστής θέσης στο χώρο επέλθει κατόπιν ανατροφοδότησης με τη μορφή σημαντικών λεκτικών ή/και δεικτικών παρεμβάσεων από τη μεριά του ερευνητή/εκπαιδευτή), 4) Επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης (εφόσον η επίτευξη της σωστής θέσης στο χώρο επέλθει κατόπιν ανατροφοδότησης με τη μορφή υποβοηθητικών σχολίων/ερωτήσεων από τη μεριά του ερευνητή/εκπαιδευτή), 5) Άμεσα επαρκής (εφόσον το παιδί ανταποκριθεί απόλυτα σωστά στις οδηγίες χωρίς επιπλέον βοήθεια και ανατροφοδότηση).



Εικόνα 19. Έργο 2.Α.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση

Στο έργο 2Α.3 (βλέπε Εικόνα 20) εστίασαμε σε διαδικασίες προσανατολισμού στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς). Παρουσιάζαμε δύο φωτογραφίες του δωματίου (στο οποίο διεξαγόταν η συνέντευξη), τραβηγμένες από δύο διαφορετικές γωνίες. Η

οπτική του παιδιού ήταν επί τούτου ευθυγραμμισμένη με αυτή που έδειχνε η δεύτερη φωτογραφία που τους παρουσιάζαμε. Αρχικά ζητούσαμε να αναγνωρίσουν, να ονομάσουν και να προσδιορίσουν τη θέση τεσσάρων αντικειμένων, που φαίνονταν σε κάθε φωτογραφία. Στη συνέχεια ζητούσαμε να μας προσδιορίσουν τί ήταν αυτό που έδινε η κάθε φωτογραφία. Αν τα παιδιά δεν κατάφεραν να καταλάβουν μόνο του ότι η φωτογραφία αποτελούσε πιστή αναπαράσταση του συγκεκριμένου χώρου, τότε με σχετικές ερωτήσεις βοηθήσαμε διακριτικά. Για να διερευνήσουμε αν τα παιδιά κατανοούσαν την οπτική γωνία των φωτογραφιών και αν μπορούσαν να υποδείξουν την θέση του φωτογράφου καθώς και την θέση τους στις φωτογραφίες, διατυπώναμε ερωτήσεις του τύπου «Πού καθόταν ο φωτογράφος όταν έβγαλε την φωτογραφία αυτή;» ή «Πού θα πρέπει να καθίσουμε εμείς για να βγάλουμε μια ίδια φωτογραφία;» Αν δεν κατανοούσαν την πρώτη ερώτηση αναδιατυπώναμε και ρωτούσαμε «Σε ποια από τις δύο φωτογραφίες θα φαινόμασταν και εμείς αν μας φωτογράφιζε ο φωτογράφος αυτή τη στιγμή;» και «Σε ποιο σημείο στη φωτογραφία καθόμαστε αυτή τη στιγμή; Μπορείς να σημειώσεις ποια είναι η θέση μας πάνω στη φωτογραφία;» Η ανταπόκριση των παιδιών ως προς την αναγνώριση, περιγραφή και αιτιολόγηση θέσης στο χώρο χαρακτηριζόταν ακριβώς με βάση την παραπάνω κλίμακα (*Απουσία απόκριση, Ανεπαρκής απόκριση, Επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης, Επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης, Άμεσα επαρκής*).



Εικόνα 20. Φωτογραφίες έργου 2.Α.3 αρχικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση

Στο έργο 2B (βλ. Εικόνα 21) επιχειρήσαμε να ανιχνεύσουμε τις στρατηγικές και τον τρόπο σκέψης των παιδιών σε σχέση με διαδικασίες εκτίμησης/μέτρησης απόστασης με άτυπα μέσα (περιβάλλον φωτογραφίας). Αρχικά δείχναμε μια πανοραμική φωτογραφία του γνωστού ηλεκτρονικού παιχνιδιού Pac-Man και ζητούσαμε να υποθέσουν ποια από τις δυο «βιταμίνες» (κίτρινη μπίλια Α ή Β) ήταν πιο κοντά στον Pac-Man ώστε να τη φάει πιο γρήγορα; Φροντίζαμε να ρωτήσουμε για ποιο λόγο εξέφραζαν μια δεδομένη άποψη και σε ποια στοιχεία βασιζόταν ενδεχομένως για να εκτιμήσουν την απόσταση. Παρείχαμε την ελευθερία να κινηθούν κατά βούληση ώστε να πραγματοποιήσουν συγκρίσεις. Πιθανές ερωτήσεις: «Πώς κατάλαβες ότι το Α/Β είναι κοντά/μακριά; Τί

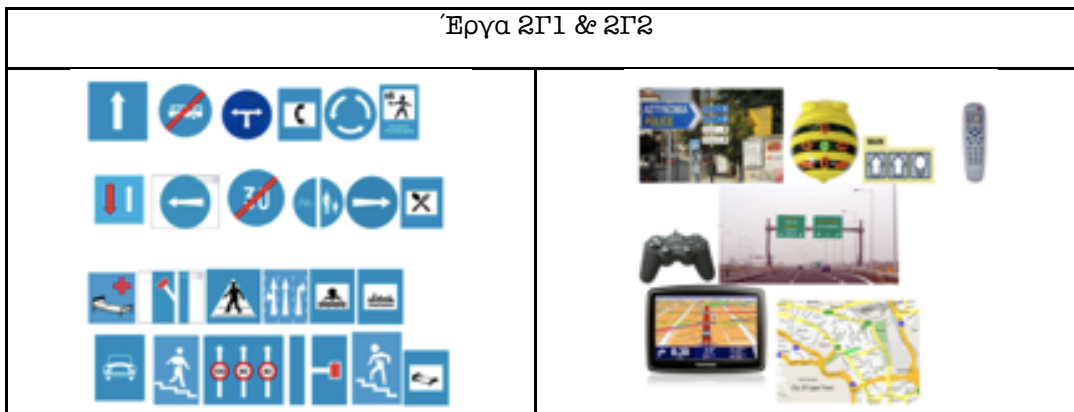
σε βοήθησε; Είναι κοντά; Πόσο κοντά;... Ποιο είναι πιο κοντά;...Πώς μπορείς να είσαι σίγουρος;...Πώς θα μπορούσες να μετρήσεις την απόσταση για να σιγουρευτείς;». Στο συγκεκριμένο έργο, η διαβάθμιση των απαντήσεων γινόταν με βάση τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς: 1) απουσία απόκρισης (το παιδί δεν απαντά με κανένα τρόπο παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται) 2) τυχαία απόκριση (λανθασμένη και χωρίς αιτιολόγηση απάντηση παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται), 3) ιδιοσυγκρασιακή απόκριση (συνήθως σωστή απάντηση, χωρίς τακτικότητα και με απολύτως έμμεση συσχέτιση με τυπικά ή άτυπα εργαλεία μέτρησης και κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης), 4) δεικτική- περιγραφική προσέγγιση (προσπάθεια αιτιολόγησης της απάντησης με χρήση χειρονομιών ή/και χωρίς λεκτική έμφαση στις μετρικές σχέσεις του περιβάλλοντος σε συνδυασμό με διακριτική ανατροφοδότηση από τη μεριά του ερευνητή), 5) ποσοτική, τεκμηριωμένη προσέγγιση με χρήση εργαλείου μέτρησης (αιτιολόγηση με χρήση τυπικού ή άτυπου εργαλείου μέτρησης χωρίς να δέχεται ανατροφοδότηση ή κατόπιν ελάχιστης βοήθειας)



Εικόνα 21. Φωτογραφία έργου 2.Β αρχικής συνέντευξης

Στα έργα 2Γ1 και 2Γ2 πραγματοποιήσαμε ζητήματα αναγνώρισης και χρήσης συμβόλων που αφορούν το χώρο και ύπαρξη χωρικής σκέψης ως σημειωτικής. Κάθε φορά δείχναμε μια σειρά από φωτογραφίες (βλ. Εικόνα 22) και ζητούσαμε από τα παιδιά να μας υποδείξουν ποια από τα σύμβολα που απεικονίζονταν, σχετίζονταν με διαδικασίες κίνησης και τί υπονοούσαν εφόσον το γνώριζαν ή μπορούσαν να το αντιληφθούν επί τόπου. Η ποικιλία συμβόλων αφορούσε τόσο αφαιρετικά συστήματα όσο και πιο συγκεκριμένα που είχαν ευθεία αναφορά και σύνδεση με το χώρο (π.χ. σήματα ΚΟΚ, πλήκτρα κατεύθυνσης σε χειριστήριο κλπ.). Στο συγκεκριμένο έργο, η διαβάθμιση των απαντήσεων γίνεται με βάση τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς: 1) απουσία απόκρισης (το υποκείμενο της έρευνας δεν απαντά και δεν αναγνωρίζει κανένα συμβολισμό κίνησης με κανένα τρόπο παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται) 2) τυχαία απόκριση (δεν αναγνωρίζει κανένα συμβολισμό κίνησης ή το κάνει σε 2-3 περιπτώσεις με εμφανώς τυχαίο τρόπο και χωρίς αιτιολόγηση παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται), 3) ιδιοσυγκρασιακή απόκριση (συνήθως σωστή ή μερικώς σωστή απάντηση, το παιδί αναγνωρίζει τοπολογική-χωρική αξία συμβολισμό σε τουλάχιστον 4-5 από τις φωτογραφίες που του παρουσιάζουμε αλλά αυτό συμβαίνει χωρίς τακτικότητα και κατόπιν

φυσιολογικής ανατροφοδότησης), 4) δεικτική-περιγραφική προσέγγιση (προσπάθεια αναγνώρισης και υπόδειξης του συμβολισμού κίνησης για 6-8 φωτογραφίες που ζητούνται κι αυτό συμβαίνει κυρίως με χρήση χειρονομιών ή/και μερική αιτιολόγηση και σε συνδυασμό με διακριτική ανατροφοδότηση από τη μεριά του ερευνητή), 5) Απόλυτα επαρκής απόκριση (εντοπισμός και των 8 φωτογραφιών με συμβολισμό κίνησης και αιτιολόγηση με χρήση αμιγώς χωρικής ορολογίας χωρίς να δέχεται ανατροφοδότηση ή κατόπιν ελάχιστης βοήθειας μέσω ερωτήσεων ενθάρρυνσης).



Εικόνα 22. Φωτογραφίες έργων 2.Γ.1 & 2.Γ.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση

Στα έργα 2Δ1 & 2Δ2 (βλ. Εικόνα 23) επιχειρήσαμε να εντοπίσουμε δεξιότητες κατανόησης αλλά και παροχής οδηγιών για εκτέλεση διαδρομής σε χάρτη στο πλαίσιο της δημιουργίας σύνθετων χωρικών συλλογισμών (εύρεση διαδρομών, θέσεων, χωρικών συσχετισμών, συνδέσεων με χάρτες, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, διεύθυνση, όρια κ.α.). Αρχικά παρουσιάζαμε στα παιδιά την γραφική απεικόνιση ενός περιβάλλοντος πάνω στο οποίο βρίσκονταν συγκεκριμένα σημεία και σηματοδοτημένες θέσεις (τοπόσημα). Τους ζητούσαμε να ακολουθήσουν τις οδηγίες μας και να σχεδιάσουν πάνω στον άτυπο χάρτη τη διαδρομή που τους υπαγορεύαμε, χρησιμοποιώντας αποκλειστικά τοπόσημα μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους. Η ανταπόκριση των παιδιών ως προς τις παρεχόμενες οδηγίες κατεύθυνσης και κίνησης στον χώρο αξιολογήθηκε όπως και στο έργο 2Α3.

Έργο 2Δ1 & 2Δ2	Ενδεικτικές οδηγίες
	<p><i>«Βρισκόμαστε στη παραλία και πρέπει να ακολουθήσουμε τον κατάλληλο δρόμο μέχρι το αυτοκίνητό μας. Δε μπορούμε να πατήσουμε το γκαζόν οπότε πρέπει πάντα να είμαστε αναγκαστικά πάνω στο δρομάκι. Ξεκινάς από τις ξαπλώστρες στη παραλία και ακολουθείς τον πρώτο δρόμο που θα βρείς μπροστά σου προς τα πάνω. Περπατάς μέχρι να συναντήσεις τη παιδική χαρά στο δεξί σου χέρι. Από εκεί συνεχίζεις ευθεία προς τα πάνω μέχρι να δείς τη πισίνα. Εκεί στρίβεις δεξιά και προχωράς μέχρι να βρείς ένα σημείο στο οποίο συναντιούνται πολλοί δρόμοι. Εκεί στρίβεις πάλι δεξιά και μετά από λίγο θα δείς το πάρκινγκ. Παίρνεις το αυτοκίνητό σου και κατευθύνεσαι προς τα πάνω μέχρι να δείς μπροστά σου ένα τριγωνικό κήπο. Εκεί είναι η έξοδος, στρίβεις δεξιά, βγαίνεις στο μεγάλο δρόμο και φεύγεις.»</i></p>

Εικόνα 23. Έργα 2.Δ.1 & 2.Δ.2 ατομικής συνέντευξης πριν τη διδακτική παρέμβαση

Τέλος, στο έργο 2E επιχειρήσαμε να εμπλέξουμε τα παιδιά σε δραστηριότητα δημιουργίας εξωτερικών (όπως χειραπτικά μέσα, ζωγραφίες) και εσωτερικών αναπαραστάσεων (π.χ. μετάβαση από οπτικές αναπαραστάσεις σε σχέδια ή/και το αντίστροφο). Τους παρουσιάζαμε τη μακέτα μικροπεριβάλλοντος στο οποίο υπήρχε ένα εμφανές σημείο αφετηρίας και προορισμού με μόλις μια πρακτικά δυνατή διαδρομή που εκτελούσε ένα Lego NXT ή ένα Bee Bot. Παρείχαμε την απεικόνιση του ίδιου περιβάλλοντος σε δισδιάστατο χάρτη και τους ζητούσαμε να μας αναπαραστήσουν με όποιο τρόπο εκείνα έκριναν καλύτερο και με όποιο πιθανό συμβολισμό τη διαδρομή. Πρόκειται, επομένως, για την ελεύθερη δημιουργία ενός ιχνογραφήματος κίνησης της κίνησης, του οποίου η χρήση ενδείκνυται κατά τους Τσοβόλα και Κόμη (2008) ως μια από τις νοητικές διαδρομές των παιδιών που εμπλέκονται σε δραστηριότητες με προγραμματισμό κίνησης μέσω εντολών (όπως θα δούμε και παρακάτω).

Η ανταπόκριση των παιδιών ως προς το ιχνογράφημα κίνησης που τους ζητούσαμε να σχεδιάσουν με βάση τη παρατήρηση της κίνησης της Bee-Bot στο μικροχώρο, χαρακτηριζόταν με βάση την ακόλουθη κλίμακα: 1) Απουσία απόκρισης (δεν παρατηρείται καμία αντίδραση και κανένας βαθμός συνεργασίας λόγω έλλειψης κατανόησης ή συγκέντρωσης και η σχεδίαση που πραγματοποιείται είναι εμφανώς με σχετική με αυτό που ζητάμε) 2) Ανεπαρκής απόκριση (εφόσον το ιχνογράφημα που σχεδιάζει δεν έχει ιδιαίτερη συνάφεια ή στερείται συστηματικότητας σε σχέση με την κίνηση του ρομπότ που παρακολούθησε, έστω και κατόπιν δικής μας ανατροφοδότησης, 3) Επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης (εφόσον η σχεδίαση του ιχνογραφήματος επέλθει κατόπιν επανάληψης της προγραμματισμένης κίνησης ή/και ανατροφοδότησης με τη μορφή σημαντικών λεκτικών ή/και δεικτικών παρεμβάσεων από τη μεριά του ερευνητή/εκπαιδευτή. Το ιχνογράφημα μπορεί να μην αποτυπώνει με πλήρη ακρίβεια την κίνηση και να περιέχει στροφές και μη ευθεία κίνηση αλλά παραπέμπει εμφανέστατα στην κίνηση της Bee-Bot), 4) Επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης (εφόσον η σχεδίαση του ιχνογραφήματος επέλθει κατόπιν επανάληψης της προγραμματισμένης κίνησης ή/και διακριτική ανατροφοδότησης με τη μορφή διευκρινιστικών σχολίων από τη μεριά του ερευνητή/εκπαιδευτή. Το ιχνογράφημα περιέχει ευθείες κι ενδεχομένως συμβολισμό κίνησης όπως βέλη κατεύθυνσης ή/και τοπόσημα έμπνευσης του παιδιού ώστε να οριοθετηθεί επαρκέστερα η κίνηση), 5) Άμεσα επαρκής (εφόσον το παιδί, χωρίς ανατροφοδότηση και επανάληψη της κίνησης του ρομπότ, σχεδιάσει απόλυτα σωστά το ιχνογράφημα με ευθείες γραμμές κι ενδεχομένως συμβολισμό κίνησης όπως βέλη κατεύθυνσης ή/και τοπόσημα έμπνευσης του παιδιού ώστε να οριοθετηθεί επαρκέστερα η κίνηση).

Πίνακας 3. Συσχετισμός ερωτημάτων/έργων και χωρικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο της αρχικής συνέντευξης

Έργο/Ερώτημα	Έννοια-Δεξιότητα	Διαβάθμιση απάντησης (1-5)
1.1 - 1.21	Διαμόρφωση προφίλ παιδιού	Δεν χρειάζεται αξιολόγηση καθώς πραγματοποιείται μόνο καταγραφή
2.Α.1	Αναγνώριση περιγραφής θέσεων στο χώρο, αναγνώριση τοπολογικών εννοιών	1-απουσία απόκρισης 2-τυχαία απόκριση 3-ιδιοσυγκρασιακή απόκριση 4-δεικτική/περιγραφική προσέγγιση έργου 5-τοπολογική προσέγγιση έργου
2.Α.2	Κατανόηση (γλωσσικού) χωρικού κώδικα και δράση στο χώρο με βάση συγκεκριμένες οδηγίες	1-απουσία απόκρισης 2-ανεπαρκής απόκριση 3-επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης 4-επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης 5-άμεσα επαρκής
2.Α.3	Προσανατολισμός στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς	1-απουσία απόκρισης 2-ανεπαρκής απόκριση 3-επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης 4-επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης 5-άμεσα επαρκής
2.Β	Εκτίμηση/μέτρηση απόστασης με άτυπα μέσα	1-απουσία απόκρισης 2-τυχαία απόκριση 3-ιδιοσυγκρασιακή απόκριση 4-δεικτική/περιγραφική προσέγγιση έργου 5-ποσοτική, τεκμηριωμένη απόκριση με χρήση εργαλείου μέτρησης
2.Γ.1 & 2.Γ.2	Αναγνώριση και χρήση συμβόλων που αφορούν το χώρο και ύπαρξη χωρικής σκέψης ως σημειωτικής	1-απουσία απόκρισης 2-ανεπαρκής απόκριση 3-επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης 4-επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης 5-άμεσα επαρκής
2.Δ.1 & 2.Δ.2	Κατανόηση αλλά και παροχή οδηγιών για εκτέλεση διαδρομής σε χάρτη (φωτογραφία) στο πλαίσιο της δημιουργίας σύνθετων χωρικών συλλογισμών	1-απουσία απόκρισης 2-ανεπαρκής απόκριση 3-επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης 4-επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης 5-άμεσα επαρκής
2.Ε	Δημιουργία εξωτερικών αναπαραστάσεων της κίνησης	1-απουσία απόκρισης 2-ανεπαρκής απόκριση 3-επαρκής κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης 4-επαρκής κατόπιν διακριτικής ανατροφοδότησης 5-άμεσα επαρκής

4.4.3 Η διδακτική παρέμβαση

Μετά την ολοκλήρωση των ατομικών συνεντεύξεων ακολούθησε

η διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης, η οποία διήρκεσε συνολικά 2 μήνες και ενέπλεκε, σε κάθε συνεδρία, μια ομάδα τεσσάρων παιδιών. Η ενασχόληση της κάθε ομάδας με τα εργαλεία της έρευνας, αφορούσε 4 διδακτικές ώρες συνολικά (το μέγιστο 1 διδακτική ώρα/ημέρα για κάθε ομάδα) και προβλέφθηκε η εμπλοκή των παιδιών σε δραστηριότητες ανοιχτού τύπου με προγραμματιζόμενες συσκευές (Bee-Bot, Lego NXT) σε διαφορετικά σενάρια σχεδιασμού και εκτέλεσης κίνησης με βάση συγκεκριμένους προορισμούς αλλά και χωρικούς περιορισμούς. Κάθε ομάδα, μέσα σε δυο διαφορετικές ημέρες, είχε τη δυνατότητα να αναπτύξει και να κατανοήσει διαφορετικούς τρόπους αναπαράστασης κίνησης και στη συνέχεια να πειραματιστεί με κάθε ένα από τα προαναφερθέντα εργαλεία στο πλαίσιο τρισδιάστατης μακέτας που απεικόνιζε περιβάλλον πόλης. Σκοπός της παρέμβασης, σε σχέση με τους βασικούς στόχους και άξονες της παρούσας έρευνας, ήταν να εντοπιστούν τυχόν επεισόδια που αφορούσαν κυρίως χωρικές έννοιες και διαδικασίες όπως αναδείχθηκαν από τη βιβλιογραφική επισκόπηση πεδίου νωρίτερα (βλ. Κεφ. 2) :

- τη γνώση μέσα στο περιβάλλον αλλά και για αυτό (υπονοούμε τη σκέψη σε σχέση με το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζούμε με βασικότερη έκφραση μέσω του προσανατολισμού στο χώρο και προεκτάσεις σε άλλες δραστηριότητες, κατανόηση της φύσης, των δομών και της λειτουργίας των φαινομένων που μας περιτριγυρίζουν στο φυσικό μας χώρο),
- την έννοια της προοπτικής (διαφορετικές προοπτικές και οπτικές γωνίες υποκειμένων σε σχέση με την ίδια σκηνή, δεξιότητα φανταστικής σύλληψης διατάξεων του χώρου από διαφορετικές θέσεις και δεξιότητες ανάληψης «προοπτικής»),
- τη χρήση και κατανόηση χωρικού κώδικα [Κατά τον Kosslyn (1978) ο χωρικός γλωσσικός και συμβολικός κώδικας μας επιτρέπει να συλλάβουμε τα χαρακτηριστικά των αντικειμένων στο χώρο και υπονοεί την ύπαρξη σημαντικών νοητικών δεξιοτήτων],
- σύνθετους χωρικούς συλλογισμούς και δημιουργία χωρικών εννοιών (έγερση διαδρομών, χωρικών συσχετισμών, ανακάλυψη χωροχρονικών σχέσεων, συνδέσεων, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, γωνία θέσης, διεύθυνση, όρια κ.α.),
- κατανόηση εννοιών χώρου, χωρικών σχέσεων και τοπολογικών εννοιών (μπροστά από, πίσω από, δεξιά, αριστερά, σύγκλιση, όριο κ.α.),
- ζητήματα αναπαράστασης χώρου (αναγνώριση και χρήση βασικών τύπων οπτικών αναπαραστάσεων που αφορούν το χώρο, δημιουργία χωρικών αναπαραστάσεων, διατήρηση αναπαραστάσεων στη λειτουργική/ενεργό μνήμη με σκοπό την αιτιολόγηση κατά περίπτωση ή την επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος, αναδρομή σε αναπαραστάσεις με σκοπό την εστίαση σε τμήματά τους που έχουν ενδιαφέρον σε συγκεκριμένες σύγχρονες περιστάσεις),
- δεξιότητες και τυπικές-άτυπες γνώσεις στις τεχνολογίες με

έμφαση στις διαδικασίες προγραμματισμού. Όπως προκύπτει και από τη φύση των μέσων που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα έρευνα, στη βάση του θεωρητικού πλαισίου που υποστηρίζουν τόσο τη συνέντευξη όσο και τα έργα με τους μαθητές ήταν η πρωταρχική υπόθεση του Papert (1980) ότι εφόσον το παιδί μαθαίνει να προγραμματίζει μέσω υπολογιστή απτές αλλά και εικονικές/ψηφιακές οντότητες θα μπορούσε επαγωγικά να αντιληφθεί καλύτερα τη διαδικασία της νοητικής του εξέλιξης αλλά και να κατανοήσει ευκολότερα βασικές λογικο-μαθηματικές έννοιες. Από την αρχική μορφή της «Γεωμετρίας Χελώνας», τη Logo και τη "κατασκευαστική θεωρία της μάθησης" (constructivism), μέσω της οποίας αναδεικνύονται κάποια πολύ σημαντικά στοιχεία του τρόπου με τον οποίο μαθαίνουν τα παιδιά ιδιαίτερα μέσα από τη χρήση μιας γλώσσας προγραμματισμού, αντλήσαμε τη πεποίθηση ότι οι εμπειρίες με διαδικασίες προγραμματισμού: α) μπορούν να οδηγήσουν τα παιδιά στην απόκτηση γενικών γνωστικών δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, που μπορούν να μεταφερθούν και σε άλλους γνωστικούς χώρους και β) αποδεικνύουν ότι μια κατανοητή γλώσσα προγραμματισμού συνιστά ένα ιδανικό «περιβάλλον» για τη μάθηση βασικών μαθηματικών εννοιών, μια «μαθηματοχώρα», όπως χαρακτηριστικά την αποκαλούσε ο ίδιος ο Papert (1980) μέσα στην οποία το αφαιρετικό μπορεί να γίνει συγκεκριμένο, μέσα από ποικίλες εικονικές, σεναριακές και πραξιακές αναπαραστάσεις (Ράπτης & Ράπτη 2007, Κόμης 2004).

Συνεπώς τα ζητήματα που μας απασχόλησαν κατά την εξέλιξη τόσο της συνέντευξης όσο και των έργων με τα παιδιά, συνοψίζονται στους δυο βασικούς άξονες των τεχνολογιών αυτομάτου ελέγχου (χειρισμός μέσω συμβολικής γλώσσας ή απτών συμβόλων) και των διαδικασιών κι εννοιών προγραμματισμού όπως ο σχεδιασμός και υλοποίηση εκτελέσιμου προγράμματος, ο κύκλος προγράμματος, η παραμετροποίηση, το διάγραμμα ροής, η ακολουθία εντολών, η δομή επανάληψης, η αποσφαλμάτωση, η αποδόμηση προγράμματος (Fessakis et al., 2013· Resnick, 2014· Resnick et al., 2009· Barker & Ansorge, 2007· Nugent et al., 2008, 2009· Ατματζίδου κ.α., 2008· Καρατράντου κ.α. 2005).

Πίνακας 4. Χρονολόγιο παρεμβάσεων

Συναντήσεις	Ημερομηνίες
Προπαρασκευαστική συνάντηση (ολομέλεια)	5/4/16
Αρχικές ατομικές συνεντεύξεις	11/4-22/4/16
Ομάδα Ο1 (1 ^η ημέρα παρέμβασης)	9/5/16
Ομάδα Κ1 (1 ^η ημέρα παρέμβασης)	9/5/16
Ομάδα Ο1 (2 ^η ημέρα παρέμβασης)	10/5/16
Ομάδα Κ1 (2 ^η ημέρα παρέμβασης)	10/5/16
Ομάδα Ο2 (1 ^η ημέρα παρέμβασης)	13/5/16
Ομάδα Κ2 (1 ^η ημέρα παρέμβασης)	13/5/16
Ομάδα Ο2 (2 ^η ημέρα παρέμβασης)	16/5/16
Ομάδα Κ2 (2 ^η ημέρα παρέμβασης)	16/5/16
Ομάδα Κ3 (1 ^η ημέρα παρέμβασης)	20/05/16
Ομάδα Κ3 (2 ^η ημέρα παρέμβασης)	23/05/16
Τελικές ατομικές συνεντεύξεις	25/5 - 03/06/16

4.4.4 Εργαλείο ανάλυσης επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης

Αρκετές είναι οι μελέτες που έχουν διερευνήσει τη φύση της δραστηριότητας του παιδιού, ιδιαίτερα της λεκτικής αλληλεπίδρασης, σε διαφορετικές καταστάσεις μάθησης στο πλαίσιο μικρής ομάδας (Abnett et al., 2001 · Kumpulainen & Wray, 2002 · Mercer et al., 2003 · Mercer & Littleton, 2007 · Wegerif et al., 1998 · Wray & Kumpulainen, 2010). Σύμφωνα με τον Mercer (1995), η γνώση και η κατανόηση μπορούν να αναπτυχθούν όταν τα παιδιά μιλούν και συνεργάζονται χωρίς την παρουσία του εκπαιδευτικού ενώ υπάρχουν επίσης εμπειρικές ενδείξεις ότι οι δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων τα ενθαρρύνουν ώστε να καταλήξουν σε συμφωνία κι έχουν σημαντικά εκπαιδευτικά οφέλη (Mercer et al., 2003 · Wegerif & Mercer, 1997) παρέχοντας μοναδικές ευκαιρίες για την ανάπτυξη των προφορικών ικανοτήτων τους (Mercer & Littleton, 2007). Επίσης, μία ακόμα ενδιαφέρουσα συνεισφορά στον χώρο των μαθησιακών διαδικασιών υπό το πρίσμα των γλωσσικών επιστημών και η οποία συνομιλεί με το ευρύτερο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, προέρχεται από την παράδοση της κοινωνικής σημειωτικής (social semiotics). Ειδικότερα από την επιστημονική συνεισφορά του Kress (2010) ο οποίος θεωρεί ότι το κάθε επικοινωνιακό συμβάν προκαλείται από κάποιον από τους συμμετέχοντες λόγω (κοινού) ενδιαφέροντος. Η συμμετοχή σε τέτοια «συμβάντα» αποτυπώνει κάποιου είδους εμπειρία στους συμμετέχοντες και η μάθηση που προκύπτει είναι συνεχής και κοινωνικά διαμεσολαβημένη.

Όπως προαναφέρθηκε, πρόθεση της παρούσας έρευνας είναι να προκύψει μια στοχευμένη ανάλυση των επεισοδίων του διδακτικού πειράματος υπό το πρίσμα της «κοινωνικοπολιτισμικής θεώρησης της επικοινωνίας» που παράγεται μεταξύ των συμμετεχόντων (παιδιά, ερευνητής και ευρύτερο πλαίσιο/περιβάλλον κάθε φορά). Μεταξύ των άλλων, έμφαση δίνεται και στα μη λεκτικά στοιχεία της αλληλεπίδρασης (π.χ. χρήση σώματος, σχεδιαγράμματα, γραφικές αναπαραστάσεις κλπ.) τα οποία μπορεί να έχουν βαρύνουσα σημασία για την ερμηνεία τόσο των ερευνητικών δεδομένων όσο και των ενδιάμεσων διαδικασιών που τα προκαλούν. Σύμφωνα με τις παραδοσιακές απόπειρες καταγραφής του διδακτικού γίγνεσθαι με βάση τις γλωσσικές ανταλλαγές (π.χ. Σχολή του Birmingham), η γλώσσα πρέπει να εκλαμβάνεται ως ένας αυστηρός κώδικας διδακτικών/μαθησιακών πράξεων, μέσω του οποίου μεταφέρονται μηνύματα και πληροφορίες από τον πομπό στον δέκτη και αποτυπώνουν όλο το πιθανό εύρος των ειδών αλληλεπίδρασης μεταξύ δασκάλων και μαθητών (Sinclair & Coulthard, 1975). Επιπλέον, κάτι τέτοιο αντανakλά ευρύτερες αντιλήψεις της εποχής οι οποίες εστίαζαν στην αποτύπωση του δομημένου, ιεραρχικού χαρακτήρα της διδασκαλίας σε επίπεδο μικροσυμβάντος όπου τον κύριο ρόλο τον είχε ο δάσκαλος (Mehan, 1979). Κατά τον Walsh (2011), σημαντικό μειονέκτημα ανάλογων παραδοσιακών προσεγγίσεων, μπορεί να θεωρηθεί η ύπαρξη προαποφασισμένων κατηγοριών που αγνοούν ό,τι δεν εντάσσεται σε αυτές καθώς και το γεγονός ότι η κωδικοποίηση συχνά δεν είναι εύκολη, αφού εκφωνήματα με την ίδια επιφανειακή δομή μπορεί να έχουν τελείως

διαφορετική λειτουργία (Mercer 2010). Τέλος, οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις δεν είναι σε θέση να αναδείξουν το γεγονός ότι η αλληλεπίδραση συνδημιουργείται από τους συμμετέχοντες (Κωστούλη 2002), είναι πολύ πιο σύνθετη και το συγκεκριμένο παίζει πολύ σημαντικό ρόλο (Walsh 2011).

Επομένως, προτιμήσαμε να δημιουργήσουμε το εργαλείο κωδικοποίησης και ανάλυσης των εκφωνημάτων που περιγράφεται παρακάτω και συνοπτικά έχει ως βάση το σκεπτικό ότι η γλωσσική παραγωγή και λογογένεση συνιστά διαδικασία αλλαγής της ανθρώπινης εμπειρίας και σταδιακής αναμόρφωσης της ίδιας της μαθησιακής υποκειμενικότητας όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται και από την Christie (2002). Στο πλαίσιο αυτό, αξιοποιώντας την παράδοση του Vygotsky ως προς τις διαδικασίες μάθησης, αναδεικνύεται ο ρόλος του εκπαιδευτικού ως σημαντικού παράγοντα στην παραγωγή συνομιλίας από τα παιδιά και του κοινωνικοπολιτισμικού συγκειμένου που είναι δυναμικό και συνεχώς εξελισσόμενο. Θεωρείται δυναμικό με την έννοια ότι δημιουργείται και αναδημιουργείται από τη χρήση της γλώσσας των συμμετεχόντων ανάλογα με τα τοπικά δεδομένα, τους περιορισμούς και τους διαφορετικούς ρόλους και στόχους των πρωταγωνιστών. Επιπλέον, κάθε αλληλεπίδραση θεωρείται ως μέσο διαμόρφωσης και αλλαγής του συγκειμένου εφόσον κάθε συνεισφορά έχει στενή σχέση με την προηγούμενη αλλά και με όσες θα ακολουθήσουν (Walsh 2011). Κατά τον τρόπο αυτό, η ανάλυση δεν εστιάζει στην αναζήτηση κάποιων μόνο προκαθορισμένων δομών που αναδύονται από τη γλωσσική συνδιαλλαγή παιδιών και παιδιών-εκπαιδευτή αλλά ενδιαφέρεται για ποικίλες αλληλεπιδράσεις, ρόλους, ιδιαιτερότητες εργαλείων και υλικών κ.α. υπό το πρίσμα της κοινωνικής σημειωτικής (Hodge & Kress, 1988 · Kress & Van Leeuwen, 1996 · Van Leeuwen, 2005) με έμφαση στη συλλογή ποικίλων δεδομένων (φωτογραφίες, ιχνογραφήματα, σχεδιαγράμματα, αναλυτικές σημειώσεις, περιγραφή κινήσεων και χρήσης σώματος κλπ.).

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι η προσέγγισή μας είναι λιγότερο επικεντρωμένη στην ίδια τη γλώσσα και περισσότερο στις λειτουργίες που επιτελούνται και στα «νοητά συνεργατικά πλέγματα» που εξυφαίνονται στο πλαίσιο επίτευξης μιας από κοινού πνευματικής δραστηριότητας με συγκεκριμένους γνωστικούς στόχους. Αντιμετωπίζουμε τον διάλογο ως μια, ούτως ή άλλως, μορφή νοητικής δραστηριότητας, ως κοινωνικό τρόπο σκέψης σε συνδυασμό με τα συμπληρωματικά πλην όμως απαραίτητα στοιχεία του περιβάλλοντος. Αυτό θεωρείται ως πλαίσιο το οποίο παρέχει εν δυνάμει εργαλεία στους συμμετέχοντες οι οποίοι με τη σειρά τους τα χρησιμοποιούν ενσυνείδητα ή όχι στη προσπάθεια τους να επιλύσουν συγκεκριμένα προβλήματα χώρου. Η ανάλυση που περιγράφουμε και παραθέτουμε παρακάτω, αφορά όχι μόνο τις διαδικασίες κοινής γνωστικής δέσμευσης, αλλά και τα αναπτυξιακά και μαθησιακά τους αποτελέσματα και το μοντέλο της αντλεί σημαντικά στοιχεία από τη δουλειά άλλων ερευνητών που επίσης επινόησαν αυτοσχέδια εργαλεία για την ανάλυση επεισοδίων και την αναζήτηση απαντήσεων για τα δικά τους ερευνητικά ερωτήματα. Παραδείγματα μπορούν να βρεθούν στη δουλειά των Lyle (1993, 1996), Gee & Green (1998), Wells (2000) και κατά κύριο λόγο στη προτεινόμενη

από τη Rogoff (1998) «μέθοδο τριπλής εστίασης» η οποία εξετάζει τη σκέψη των παιδιών ως διαδικασία ενσωματωμένη σε πλαίσια ενώ παράλληλα αυτή συνδέεται με διαδοχικούς κοινωνικογνωστικούς μετασχηματισμούς του ατόμου (προσωπική εστίαση), συνεργασίες (διαπροσωπική εστίαση), σημεία και πολιτισμικά εργαλεία (εστίαση στο πλαίσιο).

Αφόρμηση για τη διαμόρφωση του ερμηνευτικού εργαλείου της έρευνάς μας, αποτέλεσε η έρευνα των Kumrulinen & Wray (2002) οι οποίες κατά βάση εστιάζουν στη σημασία και βαρύτητα των γλωσσικών λειτουργιών και αλληλεπιδράσεων αλλά και ενός πλήθους σημειολογικών εργαλείων ως προς τη διαμόρφωση της μαθησιακής διαδικασίας στο πλαίσιο της ομάδας. Συνεπώς, το εργαλείο ανάλυσης που προέκυψε στη πορεία, αξιοποιεί στοιχεία προερχόμενα τόσο από το μοντέλο της Rogoff όσο και των Kumrulinen & Wray (βλ. 3.6) και προσεγγίζει τη δυναμική της αλληλεπίδρασης στο πλαίσιο συνεργατικής δραστηριότητας υπό δυο βασικούς πυλώνες.

Ο πρώτος άξονας αφορά εστίαση στο Δυναμικό Πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης. Ως Δυναμικό Πλαίσιο θεωρούμε τις προσχεδιασμένες (από τον ερευνητή) ή φυσικά αναδυόμενες υλικές και άυλες συνθήκες εντός των οποίων εξελίσσεται η διδακτική παρέμβαση και συνίσταται:

- στις κοινωνικές διεργασίες και πρακτικές της ευρύτερης ομάδας συμμετεχόντων και στην τυπολογία των αλληλεπιδράσεων (λεκτικών καθώς και μη λεκτικών) που αναδύονται,
- στους τρόπους χρήσης/(εφ)εύρεσης εργαλείων
- στις παρεμβατικές ή μη πρακτικές ενηλίκων.

Ο δεύτερος άξονας αφορά εστίαση στον χαρακτήρα και στην σκοπιμότητα των γλωσσικών λειτουργιών και των επικοινωνιακών στρατηγικών στις οποίες καταφεύγουν οι συμμετέχοντες με απώτερο σκοπό τη συνεργασία που θα οδηγήσει σε επίτευξη κοινών αλλά και ατομικών στόχων.

Η ταξινόμηση της καταγεγραμμένης γλωσσικής παραγωγής παιδιών κι ερευνητή στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, με τρόπο τέτοιο ώστε να αποδίδεται η αξία και σκοπιμότητα της σε σχέση με τους παραπάνω άξονες, πραγματοποιήθηκε στη βάση συγκεκριμένης «σχάρας» κατηγοριών (για λεπτομερή περιγραφή, βλ. Παράρτημα 6). Η κατηγοριοποίηση στην οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια, προέκυψε από ενδελεχή επανεξέταση του πρωτογενούς απομαγνητοφωνημένου κειμένου και συνομιλιών σε δεύτερο χρόνο και στη βάση της στοχοθεσίας και των ερωτημάτων της έρευνας. Η κωδικοποίηση των διαλόγων μας επέτρεψε να ποσοτικοποιήσουμε δεδομένα και πληροφορίες που αναπτύσσονται με λεπτομέρειες στη συνέχεια και στα γραφήματα που ακολουθούν τόσο στο παρόν κεφάλαιο όσο και στη συζήτηση των ερευνητικών δεδομένων (βλ. 7.2). Πιο συγκεκριμένα αναφερόμαστε στα ακόλουθα πεδία:

- Πλαίσιο
 - Κοινωνικές διεργασίες
 - Συνεργατική (ΚΔ-ΣΥΝ)
 - Αλληλοδιδασκτική (ΚΔ-ΑΑΔ)
 - Επιχειρηματολογική (ΚΔ-ΕΠΙ)
 - Ατομιστική (ΚΔ-ΑΤΟ)
 - Κυριαρχική (ΚΔ-ΚΥΡ)
 - Συγκρουσιακή (ΚΔ-ΣΥΓΚ)
 - Σύγχυση (ΚΔ-ΣΥΓΧ)
 - Χρήση-εφεύρεση εργαλείου (ΓΛ-ΕΡΓ)
 - Ιδιοσυγκρασιακή χρήση εργαλείων
 - Χρήση «εμφανών» νοητικών εργαλείων (προϋπάρχων συμβολισμός κίνησης/πλήκτρα, διάγραμμα ροής κίνησης....)
 - Χρήση «μη εμφανών» νοητικών εργαλείων (περιγραφικός λόγος, περιστροφή τάμπλετ/φωτογραφίας, χρήση σώματος/χεριών/δαχτύλων, χρήση τοποσήμων, χρήση τεταρτημορίων/στοιχείων περιβάλλοντος ως άτυπων μέσων μέτρησης
 - Υποβοηθούμενη χρήση νοητικών εργαλείων
 - Αυτόνομη χρήση νοητικών εργαλείων που ανακαλούνται από τη μνήμη
 - Παρέμβαση ερευνητή
 - Διευκρινιστική-ενισχυτική ερώτηση (ΕΡΕ-Δ1)
 - Επίκληση εμπειριών παιδιών (ΕΡΕ-Δ2)
 - Παρακίνηση για αλλαγή στρατηγικής (ΕΡΕ-Δ3)
 - Παρακίνηση για προβληματισμό (ΕΡΕ-Δ4)
 - Ζήτηση εξήγησης (ΕΡΕ-Δ5)
 - Πρόταση νέας ιδέας (ΕΡΕ-Δ6)
 - Άμεση παροχή απάντησης (ΕΡΕ-Δ7)
 - Επιβράβευση (ΕΡΕ-Δ8)
 - Αναδιατύπωση πληροφορίας (ΕΡΕ-Δ9)
 - Οπτικοποίηση έννοιας με χρήση σώματος (ΕΡΕ-Δ10)
 - Επίκληση ομάδας (ΕΡΕ-Δ11)
 - Συμβουλευτική (ΕΡΕ-Δ12)
 - Επιβεβαιωτική απόκριση (ΕΡΕ-Δ13)
- Γλωσσικές Διεργασίες
 - Παροχή πληροφορίας (ΓΛ-ΠΠ)
 - Αιτιολόγηση - επεξήγηση ιδέας (ΓΛ-ΑΙΤ)
 - Αξιολόγηση ιδέας (ΓΛ-ΑΞΙ)
 - Διερεύνηση ιδέας-διαδικασίας (ΓΛ-ΔΙΕ)
 - Απόκριση (ΓΛ-ΑΠΟ)
 - Οργάνωση-έλεγχος διαδικασίας (ΓΛ-ΟΡΓ)
 - Προσωπική άποψη - Συμφωνία (ΓΛ-ΠΑ-Σ)
 - Προσωπική άποψη - Ασυμφωνία (ΓΛ-ΠΑ-Α)
 - Παροχή οδηγιών - υπαγόρευση (ΓΛ-ΠΟ)
 - Αναδιατύπωση - ανασύνθεση πληροφορίας (ΓΛ-ΑΝΑ)
 - Επανάληψη ιδέας (ΓΛ-ΕΠ)
 - Αφήγηση προσωπικής εμπειρίας (ΓΛ-ΑΠΕ)
 - Έκφραση συναισθήματος (ΓΛ-ΣΥΝ)
 - Διατύπωση υπόθεσης (ΓΛ-ΥΠΟ)
 - Ατομικός λόγος (ΓΛ-ΑΤΛ)

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης και με σκοπό να διαπιστώσουμε το κατά πόσο στο πλαίσιο της όντως αναδύθηκαν ευκαιρίες ανάπτυξης χωρικής σκέψης που είναι και το ζητούμενο της έρευνας, χρησιμοποιήσαμε μία επιπλέον εξειδικευμένη «σχάρα» κατηγοριοποίησης. Σε αυτή εντάξαμε όλες εκείνες τις έννοιες και διαδικασίες που αφορούν χωρική σκέψη και συμπεριφορά

και περιμέναμε ότι καλούνταν να αντιμετωπίσουν τα παιδιά κατά την εμπλοκή τους στις δραστηριότητες προγραμματισμού ρομπότ. Η κατηγοριοποίηση αφορούσε τα εξής πεδία:

- Αναγνώριση τοπολογικών εννοιών και περιγραφή χωρικών σχέσεων με το περιβάλλον (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.)
- Προσανατολισμός στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς)
 - *Εγωκεντρική αντίληψη χώρου*
 - *Προσπάθεια συντονισμού της προοπτικής (χρήση σώματος/αλλαγή θέσης υποκειμένου/περιστροφή έργου)*
 - *Άμεση αντίληψη διαφορετικής προοπτικής*
- Κατανόηση και (σωστή) χρήση χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού). Αναγνώριση, συσχέτιση και χρήση συμβόλων που αφορούν το χώρο και ύπαρξη χωρικής σκέψης ως σημειωτικής.
- Εκτίμηση/Μέτρηση απόστασης με χρήση άτυπων μέσων (κοντά, μακριά)
- Δημιουργία σύνθετων χωρικών συλλογισμών (εύρεση διαδρομών, θέσεων, χωρικών συσχετισμών, συνδέσεων με χάρτες, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, διεύθυνση, όρια κ.α.)
- Στρατηγικές κατανόησης του χώρου, της θέσης και του προσανατολισμού στο χώρο
 - *Καμία ανάπτυξη/χρήση στρατηγικής*
 - *Τυχαία συμπεριφορά χωρίς αιτιολόγηση*
 - *Ιδιοσυγκρασιακή αντίδραση*
 - *Στρατηγική δοκιμής-λάθους*
 - *Χρήση τοποσήμων*
 - *Χρήση σώματος*
 - *Περιστροφή/Μετασχηματισμός/Χειρισμός αντικειμένου/περιβάλλοντος/εργαλείου*

Για να διευκολύνουμε τη μετέπειτα ανάλυση και διεξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με το πεδίο που αφορούσε την εκδήλωση χωρικής σκέψης και συμπεριφοράς κατά την εξέλιξη της διδακτικής παρέμβασης, καταφύγαμε στην υιοθέτηση αυτοσχέδιας κλίμακα αξιολόγησης. Η κλίμακα αυτή διέθετε 5 επίπεδα που χαρακτήριζαν με αύξοντα τρόπο την χωρική αλληλεπίδραση και συμπεριφορά κάθε παιδιού που συμμετείχε στην έρευνα ως:

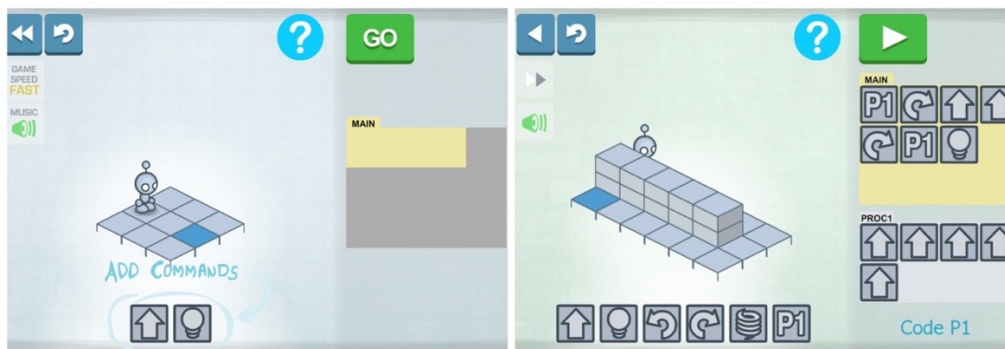
- «τυχαία» (απάντηση/αντίδραση που στερούνταν οποιαδήποτε συνάφειας με το πλαίσιο της δραστηριότητας),
- «ιδιοσυγκρασιακή» (απάντηση/αντίδραση σχετική με το πλαίσιο της δραστηριότητας αλλά χωρίς λογική εξήγηση και αιτιολόγηση),

- «δεικτική» (απάντηση σε χωρικό πρόβλημα με κύριο εργαλείο έκφρασης δεικτικές πρακτικές και όχι περιγραφικό λόγο),
- «περιγραφική» (απάντηση σε χωρικό πρόβλημα με περιγραφικό λόγο ο οποίος διαθέτει σε μεγάλο βαθμό ορθή προσέγγιση του χώρου και με αρκετή λεπτομέρεια) ,
- «τοπολογική/ποσοτική» (απάντηση σε χωρικό πρόβλημα με περιγραφικό λόγο ο οποίος διαθέτει βασίζεται σε άρτια προσέγγιση του χώρου, με αρκετή λεπτομέρεια και χρήση κατάλληλης χωρικής ορολογίας).

4.4.5 Η τελική ατομική συνέντευξη

Μετά τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης με όσα παιδιά προβλεπόταν βάσει του σχεδιασμού της έρευνας, πραγματοποιήθηκε τελική ατομική συνέντευξη διάρκειας (κατά μέσο όρο) 20 λεπτών, κατά την οποία τα παιδιά κλήθηκαν αφενός να απαντήσουν σε μια σειρά από συγκεκριμένες -ανοιχτού τύπου- ερωτήσεις. Αυτές αρχικά έγιναν με σκοπό τη καταγραφή των απόψεων τους σε σχέση με τη συμμετοχή τους στην έρευνα και κυρίως στις δραστηριότητες προγραμματισμού της Bee-Bot και του NXT κατά τη διάρκεια του διδακτικού πειράματος . Οι ερωτήσεις ήταν για όλα ανεξαιρέτως τα παιδιά οι ίδιες και πραγματοποιήθηκαν με την ακόλουθη σειρά:

- 3.1: «Θέλω να μου πεις τη γνώμη σου για τα παιχνίδια που παίξαμε.»
- 3.2: «Γιατί, τί πιο ωραίο είχα; Τί είχε πιο όμορφο; Ποιο ήταν πιο εύκολο;»
- 3.3: «Πώς προγραμματίζουμε τα 2 ρομποτάκια, θυμάσαι; Τον Τάλω πώς τον προγραμματίζουμε;»
- 3.4: «Μετά από το παιχνίδι με τα ρομποτάκια, πιστεύεις ότι έμαθες κάτι καινούριο που δεν ήξερες;»
- 3.5: «Τώρα έχεις μάθει να προγραμματίζεις κάπως ένα ρομποτάκι;»
- 3.6: «Αν σου δώσω ένα άλλο ρομποτάκι τώρα πιστεύεις ότι θα μπορέσεις να το προγραμματίσεις;»



Εικόνα 24. Εκδήλωση χωρικής σκέψης των παιδιών στο περιβάλλον του λογισμικού «Lightbot»

Στη περίπτωση του συγκεκριμένου έργου προτιμήσαμε την υιοθέτηση της πρώτης τυπολογίας νοητικών διαδρομών απ' αυτές που προτείνονται παραπάνω ως βασικού εργαλείου ανίχνευσης της αίσθησης των παιδιών σχετικά με: α) την επαρκή κατανόηση των ψευδοεντολών, β) τη βασική προγραμματιστική δομή της ακολουθίας, γ) τον σχεδιασμό και την υλοποίηση διαδρομών (σχεδιασμός, εκτίμηση απόστασης, μέτρηση απόστασης, κατεύθυνση, επιβεβαίωση, επαναδιαπραγμάτευση πορείας), δ) την κατανόηση της θέσης και της κατεύθυνσης στο χώρο με βάση διαφορετικά προβολικά συστήματα, ε) τη διαδικασία αυτορρύθμισης με κύριο εκφραστικό μέσο τις διαδικασίες «δοκιμής-λάθους» (Clements & Nastasi, 1999).

Επίσης, το ενδιαφέρον μας εστιάστηκε στην απόπειρα (προ)σχεδιασμού λύσεων ή στην υιοθέτηση της τακτική «δοκιμής-λάθους» καθώς σύμφωνα με τη μέχρι τώρα εμπειρία (Φεσάκης & Τασούλα, 2007, Fessakis et al., 2013), οι στρατηγικές που φαίνεται να επιλέγουν τα παιδιά που εμπλέκονται σε περιβάλλοντα ΕΡ, αφορούν: α) σχεδιασμό (τα παιδιά δείχνουν συγκεντρωμένα και αποφασιστικά σε ότι αφορά τη συμμετοχικότητά τους, διαθέτουν σταθερό βλέμμα επικεντρωμένο σε αυτό που καλούνται να κάνουν και ενεργούν ανεπηρέαστα από τα σχόλια και την ανατροφοδότηση των γύρω τους), β) «δοκιμή και λάθος» (δεν διακρίνεται κάποια ξεκάθαρη μορφή σχεδιασμού και η επιλογή των εντολών γίνεται «βήμα-βήμα» με γνώμονα τη βραχυπρόθεσμη επάρκεια της εκτέλεσης, ενώ σε περίπτωση «αποτυχημένης» επιλογής, τα ίδια τα παιδιά φαίνεται να αναζητούν τη βοήθεια ή την επιβεβαίωση).

Με την εφαρμογή του μοντέλου «δοκιμή και λάθος», είναι δυσκολότερο να εντοπίσουμε ποια παιδιά πραγματικά (προ)σχεδιάζουν τη λύση που προτείνουν, ωστόσο, αυτή η διαδικασία βοηθά στην ορθότερη διαχείριση του αυξημένου γνωστικού φορτίου που παρουσιάζεται στις απαιτητικές και πλούσιες συνθήκες τεχνολογικών περιβαλλόντων μάθησης. Μέσω προσεκτικής παρατήρησης της συμπεριφοράς των παιδιών απέναντι σε τέτοιες συνθήκες, είναι εφικτό να ανιχνεύσουμε και στρατηγικές (προ-σχεδιασμού). Και στο ζήτημα αυτό (σχεδιασμός ή «δοκιμή-λάθος» από παιδιά μικρής ηλικίας) υπάρχει σημαντική έρευνα και βιβλιογραφία και για περιβάλλοντα που δεν εμπλέκουν γενικότερα τεχνολογίες αλλά και ΕΡ (Casey et al. 2008, Gauvain & Rogoff 1989, Kaller et al. 2008, Sandberg & Huttenlocher, 2001).

Στις 2 διαφορετικές διαδρομές που το κάθε παιδί κλήθηκε να σχεδιάσει και να εκτελέσει μέσα από διαδικασίες δοκιμής-λάθους, αξιολογήθηκε ευθέως σε σχέση με ζητήματα χωρικής σκέψης (χρήση χωρικού κώδικα, ορθή αντίληψη οπτικής γωνίας, κατανόηση/προσδιορισμός θέσης, εκτίμηση απόστασης, σωστή απόδοση/περιγραφή κατεύθυνσης (αριστερά-δεξιά), συσχέτιση σημειωτικού συστήματος με την εκτέλεση της κίνησης) και δευτερευόντως ως προς την υιοθέτηση προγραμματιστικών στρατηγικών και τακτικών (πρόταση/οργάνωση λύσης, αποσφαλμάτωση). Για κάθε ένα από τα προαναφερθέντα αντιπροσωπευτικά πεδία χωρικής σκέψης αξιολογήθηκε ξεχωριστά με βάση κλίμακα πέντε βαθμίδων (απόλυτα ανεπαρκής, ανεπαρκής, ελάχιστα επαρκής, σχεδόν επαρκής, επαρκής) από την οποία προέκυψε ο συνολικός μέσος όρος επίδοσης και για τα δύο έργα που σχετίζονται με τον προγραμματισμό στο περιβάλλον της εφαρμογής

Lightbot. Πιο συγκεκριμένα η αξιολόγηση βασίστηκε στις εξής βαθμίδες και τα ακόλουθα κριτήρια σε σχέση με την διαχείριση του «χωρικού προβλήματος»:

- 1) Απόλυτα ανεπαρκής προσέγγιση (Το παιδί καταφεύγει στην έκφραση μέσω χειρονομιών και δεικτικού τρόπου ίσως και σε συνδυασμό με λέξεις όπως «από εδώ, από εκεί» ή/και καταφεύγει σε απόλυτα λανθασμένη χρήση χωρικού λεξιλογίου για να περιγράψει τα βήματα της διαδρομής. Δεν αντιλαμβάνεται, ούτε κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης τη διαφορά οπτικής γωνίας και δυσκολεύεται να αντιληφθεί τις διαφορές στη περιγραφή της κίνησης την οποία κάνει μάλλον λάθος παρά τη σημαντική παρότρυνση να χρησιμοποιήσει το σώμα του ή/και να καταφύγει στην περιστροφή του τάμπλετ για να υποβοηθήσει τη νοητική του αναπαράσταση. Αδυνατεί να αντιληφθεί την αρχική θέση του ρομπότ ως σημείο έναρξης της διαδρομής και την συμπεριλαμβάνει ως βήμα στον σχεδιασμό/προγραμματισμό της κίνησης (προσθέτοντας μια περιττή εντολή). Παράλληλα, τα βήματα της διαδρομής δεν αντιστοιχούν σε καμία εικονοεντολή, γεγονός που επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα και δεν διορθώνονται κατόπιν δικής μας παρέμβασης, Αποδίδει/Περιγράφει την κατεύθυνση (αριστερά-δεξιά) με λάθη τα οποία ταυτίζονται και με σύγχυση στο συμβολισμό κίνησης (εικονοεντολή). Χρειάζεται απόλυτη ανατροφοδότηση σε κάθε βήμα σχεδόν κι αυτή με τη μορφή άμεσων παρεμβάσεων αφού δεν κινείται αυτόνομα από την αρχή μέχρι και κάποιο σημείο πριν το τέλος).
- 2) Ανεπαρκής προσέγγιση (Το παιδί κάνει ελάχιστη χρήση χωρικού λεξιλογίου για να περιγράψει τα βήματα της διαδρομής και κυρίως καταφεύγει στην έκφραση μέσω χειρονομιών και δεικτικού τρόπου σε συνδυασμό με λέξεις όπως «από εδώ, από εκεί, έτσι», Αντιλαμβάνεται με μεγάλη δυσκολία και μόνο κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης τη διαφορά οπτικής γωνίας, προσπαθεί να σχεδιάσει την κίνηση με βάση αυτό το δεδομένο αλλά δυσκολεύεται να αντιληφθεί τις διαφορές στη περιγραφή της κίνησης την οποία κάνει μάλλον λάθος κι ενδεχομένως χρειάζεται σημαντική παρότρυνση να χρησιμοποιήσει το σώμα του και να καταφύγει στην περιστροφή του τάμπλετ για να υποβοηθήσει τη νοητική του αναπαράσταση. Αδυνατεί να αντιληφθεί την αρχική θέση του ρομπότ ως σημείο έναρξης της διαδρομής και την συμπεριλαμβάνει ως βήμα στον σχεδιασμό/προγραμματισμό της κίνησης (προσθέτοντας μια περιττή εντολή). Παράλληλα, κάθε βήμα της διαδρομής δεν αντιστοιχεί απόλυτα σε μια εικονοεντολή και παρουσιάζονται 3-4 περιττές/επαναλαμβανόμενες εντολές που επηρεάζουν αρνητικά το τελικό αποτέλεσμα αλλά διορθώνονται κατόπιν δικής μας παρέμβασης. Αποδίδει/Περιγράφει την κατεύθυνση (αριστερά-δεξιά) με λάθη τα οποία ταυτίζονται και με σύγχυση στο συμβολισμό κίνησης (εικονοεντολή). Χρειάζεται σημαντική ανατροφοδότηση σε κάθε βήμα σχεδόν κι αυτή με τη μορφή άμεσων υποδείξεων και γενικά δεν κινείται αυτόνομα και

ζητά επιβεβαίωση για τις επιλογές του από την αρχή μέχρι και κάποιο σημείο πριν το τέλος).

- 3) Ελάχιστη επαρκής προσέγγιση (Το παιδί κάνει ελάχιστη χρήση χωρικού λεξιλογίου για να περιγράψει τα βήματα της διαδρομής και κυρίως καταφεύγει στην έκφραση μέσω χειρονομιών και δεικτικού τρόπου σε συνδυασμό με λέξεις όπως «από εδώ, από εκεί, έτσι», Αντιλαμβάνεται με μεγάλη δυσκολία και μόνο κατόπιν σημαντικής ανατροφοδότησης τη διαφορά οπτικής γωνίας, προσπαθεί να σχεδιάσει την κίνηση με βάση αυτό το δεδομένο αλλά δυσκολεύεται να αντιληφθεί τις διαφορές στη περιγραφή της κίνησης την οποία κάνει μάλλον λάθος κι ενδεχομένως χρειάζεται σημαντική παρότρυνση να χρησιμοποιήσει το σώμα του και να καταφύγει στην περιστροφή του τάμπλετ για να υποβοηθήσει τη νοητική του αναπαράσταση. Αδυνατεί να αντιληφθεί την αρχική θέση του ρομπότ ως σημείο έναρξης της διαδρομής και την συμπεριλαμβάνει ως βήμα στον σχεδιασμό/προγραμματισμό της κίνησης (προσθέτοντας μια περιττή εντολή). Παράλληλα, κάθε βήμα της διαδρομής δεν αντιστοιχεί απόλυτα σε μια εικονοεντολή και παρουσιάζονται 3-4 περιττές/επαναλαμβανόμενες εντολές που επηρεάζουν αρνητικά το τελικό αποτέλεσμα αλλά διορθώνονται κατόπιν δικής μας παρέμβασης. Αποδίδει/Περιγράφει την κατεύθυνση (αριστερά-δεξιά) με λάθη τα οποία ταυτίζονται και με σύγχυση στο συμβολισμό κίνησης (εικονοεντολή). Χρειάζεται σημαντική ανατροφοδότηση σε κάθε βήμα σχεδόν κι αυτή με τη μορφή έμμεσων υποδείξεων και γενικά δεν κινείται αυτόνομα και ζητά επιβεβαίωση για τις επιλογές του από την αρχή μέχρι και κάποιο σημείο πριν το τέλος.)
- 4) Σχεδόν επαρκής προσέγγιση (Το παιδί κάνει χρήση κατάλληλου χωρικού λεξιλογίου για να περιγράψει τα βήματα της διαδρομής αλλά σε κάποια σημεία καταφεύγει αποκλειστικά ή συνδυαστικά στην έκφραση μέσω χειρονομιών και δεικτικού τρόπου ή παραλείπει λέξεις ενώ εκτελεί τα αντίστοιχα βήματα σωστά. Αντιλαμβάνεται με μικρή δυσκολία και μέσω αυτόνομης δράσης – δοκιμής και λάθους- τη διαφορά οπτικής γωνίας, προσπαθεί να προσαρμόσει τον τρόπο σκέψης του και σχεδιάζει την κίνηση με βάση αυτό το δεδομένο αντιλαμβανόμενος τις διαφορές στη περιγραφή της κίνησης αλλά ενδεχομένως καταφεύγει στην περιστροφή του τάμπλετ για να υποβοηθήσει τη νοητική του αναπαράσταση. Αντιλαμβάνεται την αρχική θέση στη διαδρομή και τη λαμβάνει υπόψη κατά το σχεδιασμό/προγραμματισμό της κίνησης ενώ και κάθε βήμα της διαδρομής είναι μετρήσιμο και αντιστοιχεί απόλυτα σε μια εικονοεντολή με εξαίρεση 1-2 περιττές/επαναλαμβανόμενες εντολές που δεν επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα, Αποδίδει/Περιγράφει την κατεύθυνση (αριστερά-δεξιά) αν και αρχικά μπορεί να δείξει κάποια δυσκολία λόγω διαφορετικής οπτικής γωνίας αλλά στη συνέχεια συσχετίζει σωστά την απόφασή του με τον ανάλογο συμβολισμό κίνησης (εικονοεντολή). Χρειάζεται διακριτική ανατροφοδότηση κι αυτή

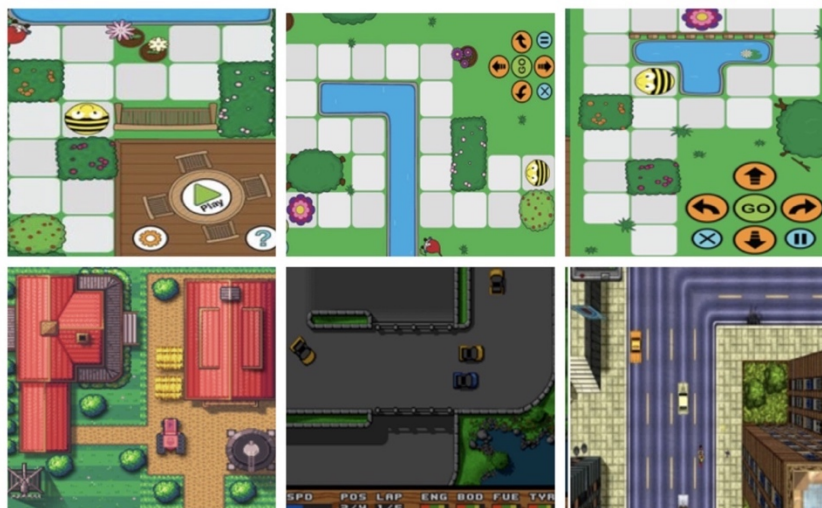
με τη μορφή διευκρινιστικών ερωτήσεων και όχι άμεσων ή έμμεσων υποδείξεων και γενικά κινείται σχεδόν αυτόνομα αν και σε κάποια σημεία στην αρχή, ζητά επιβεβαίωση για τις επιλογές του.

- 5) Επαρκής προσέγγιση (Το παιδί περιγράφει με σαφή χρήση χωρικού λεξιλογίου τα βήματα της διαδρομής, Αντιλαμβάνεται τη διαφορά οπτικής γωνίας, προσαρμόζει τον τρόπο σκέψης του και σχεδιάζει την κίνηση με βάση αυτό το δεδομένο αντιλαμβανόμενος τις διαφορές στη περιγραφή της κίνησης χωρίς να χρειαστεί να ζητήσει βοήθεια ή ενεργώντας μόνος με τη χρήση του σώματός του. Είναι σε θέση να αντιληφθεί απόλυτα την αρχική θέση στη διαδρομή και τη λαμβάνει υπόψη κατά το σχεδιασμό/προγραμματισμό της κίνησης ενώ και κάθε βήμα της διαδρομής είναι μετρήσιμο και αντιστοιχεί απόλυτα σε μια εικονοεντολή. Αποδίδει/Περιγράφει σωστά την κατεύθυνση (αριστερά-δεξιά) και συσχετίζει επίσης σωστά την απόφασή του με τον ανάλογο συμβολισμό κίνησης (εικονοεντολή) αντιλαμβανόμενος και τη διαφορά οπτικής γωνίας. Χρειάζεται ελάχιστη ως καθόλου ανατροφοδότηση κι αυτή με τη μορφή 1-2 διευκρινιστικών ερωτήσεων και όχι άμεσων ή έμμεσων υποδείξεων και γενικά κινείται αυτόνομα και με αυτοπεποίθηση χωρίς να ζητά επιβεβαίωση για τις επιλογές του.)

Σε δεύτερο χρόνο, στην ερευνητική δραστηριότητα 3.8 (3.8.1-3.8.6, παραγωγή χωρικού λόγου) παρουσιάστηκε στα παιδιά μια σειρά 7 εικόνων και φωτογραφιών (βλ. Εικόνα 25) από περιβάλλοντα που να τους είναι είτε οικεία είτε απλά ευχάριστα (περιβάλλον ηλεκτρονικών παιχνιδιών, πίστες παιχνιδιού κ.α.) και τους ζητήθηκε να μας περιγράψουν λεκτικά, θέσεις και διαδρομές στο χώρο όπως επίσης και να μας αιτιολογήσουν τις επιλογές και τις απόψεις τους. Στο συγκεκριμένο έργο περιγραφής θέσης και κατεύθυνσης στο χώρο που απεικονίζεται σε στατικές φωτογραφίες επιχειρήθηκε η ανίχνευση της δυνατότητας αναγνώρισης τοπολογικών εννοιών (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, σχέσεις όπως «εσωτερικό», «εξωτερικό», «σύνορο» κ.α.), σχέσεων με το περιβάλλον και τα υπόλοιπα αντικείμενα (δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.), δημιουργίας μετασχηματισμών (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς) καθώς και κατανόησης και (σωστής) χρήση χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού). Η διαβάθμιση των απαντήσεων έγινε με βάση τους ακόλουθους χαρακτηρισμούς: 1) απουσία απόκρισης (το παιδί δεν απαντά με κανένα τρόπο παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται) 2) τυχαία απόκριση (λανθασμένη και χωρίς αιτιολόγηση απάντηση παρά την ανατροφοδότηση που δέχεται), 3) ιδιοσυγκρασική απόκριση (συνήθως σωστή απάντηση, χωρίς τακτικότητα και με λανθασμένη αιτιολόγηση όταν αυτή ζητηθεί), 4) δεικτική- περιγραφική προσέγγιση (σωστή υπόδειξη της κατεύθυνσης με χρήση χειρονομιών ή/και αιτιολόγηση με χρήση μη χωρικής ορολογίας), 5) τοπολογική προσέγγιση (άμεση και σωστή υπόδειξη κατεύθυνσης και

με συνειδητή και επαρκή αιτιολόγηση εφόσον αυτή ζητηθεί)

Τέλος, σκοπός της συνέντευξης και των επιμέρους έργων ήταν, μέσω των ψηφιακών διαδρομών που κλήθηκαν να σχεδιάσουν και να προγραμματίσουν τα παιδιά αλλά και μέσω ημιδομημένων ερωτημάτων, να διαπιστωθεί κατά πόσο επιτεύχθηκαν οι γνωστικοί στόχοι της διδακτικής παρέμβασης που έχουν αναφερθεί εκτενέστερα προηγουμένως (βλ.4.4.3).



Εικόνα 25. Οπτικά ερεθίσματα (3.8.1 – 3.8.6) στο πλαίσιο των λεκτικών έργων κατά την τελική συνέντευξη

4.5 Ζητήματα εμπιστευσιμότητας και δεοντολογίας

Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πριν (βλ. 4.2), η προσέγγιση της ποιοτικής ερευνητικής μεθοδολογίας έχει κερδίσει την προσοχή και την ευρύτερη αποδοχή σχετικά πρόσφατα. Αυτή η «νομιμοποίησή» του έχει επηρεάσει σημαντικά τα υπό συζήτηση επιστημολογικά ζητήματα για την ανάπτυξη της γνώσης της επιστημονικής κοινότητας στο πλαίσιο της κοινωνικής/παιδαγωγικής έρευνας. Ένα από τα πιο καίρια ζητήματα της συζήτησης αυτής αφορά πτυχές αξιοπιστίας, εγκυρότητας της γνώσης και γενίκευσης των αποτελεσμάτων.

Η διασφάλιση της εμπιστευσιμότητας και των προδιαγραφών δεοντολογίας μιας ποιοτικής έρευνας επιτυγχάνεται με την ικανοποίηση συγκεκριμένων κριτηρίων ερευνητικής συνέπειας και την εμπεριστατωμένη περιγραφή της ερευνητικής διαδικασίας στον/στην αναγνώστη/ρια της. Κατ' αυτόν τον τρόπο τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα της έρευνας αποκτούν ευρύτερη αξία, έξω από τα όρια του ίδιου του ερευνητή. Η ποιοτική έρευνα που πραγματοποιείται στο πεδίο της εκπαίδευσης, ενδεχομένως πολύ περισσότερο από τις ποσοτικές έρευνες, έτυχε κι εξακολουθεί να τυγχάνει κριτικής σε σχέση με τον πιθανό βαθμό αξιοπιστίας της με βασικότερη αιτίαση ό,τι οι ερευνητές που την διεξάγουν δεν έχουν κανένα τρόπο να επιβεβαιώσουν την αλήθειά τους (Denzin & Lincoln, 2000). Από την παρούσα έρευνα δεν θα μπορούσε να λείπει η αναφορά στις στρατηγικές και στα στοιχεία εκείνα που διαφυλάσσουν και υποστηρίζουν τόσο τις μεθοδολογικές επιλογές όσο και την αξία των συμπερασμάτων μας. Τα κριτήρια

εμπιστευσιμότητας που ορίσαμε στην συγκεκριμένη περίπτωση συνάδουν με αυτά που προτείνονται από τους Lincoln & Guba (1985) και είναι:

- η αξιοπιστία, δηλαδή η εσωτερική εγκυρότητα (αξιοπιστία τρίτων) συνεπώς η εμπιστοσύνη για την αλήθεια των δεδομένων που παρήγαγε η έρευνα,
- η γενικευσιμότητα, δηλαδή η εξωτερική εγκυρότητα, ο βαθμός στον οποίο τα συμπεράσματα και τα ευρήματα της έρευνας μπορούν δυνητικά να μεταφερθούν και να βρουν εφαρμογή σε άλλα πλαίσια ή ομάδες,
- η βασιμότητα, δηλαδή η ύπαρξη επαρκών στοιχείων που να επιτρέπουν την εξέταση παραγόντων αστάθειας και τέλος,
- επιβεβαιωσιμότητα, αντικειμενικότητα, ουδετερότητα και ανά πάσα στιγμή διαθεσιμότητα των δεδομένων σε όσες μορφές προέκυψαν (π.χ. απομαγνητοφωνημένα κείμενα, αρχεία βίντεο, φωτογραφίες κ.α.).

4.5.1 Εμπιστευσιμότητα της έρευνας

Η εμπιστευσιμότητα σε μια ποιοτική έρευνα αναφέρεται στην εφαρμοσιμότητα της μεθοδολογικής σχεδίασης, στην ποιότητα των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκειά της και στο κατά πόσο και με ποιο τρόπο αυτός ο σχεδιασμός και τα συγκεκριμένα δεδομένα οδηγούν σε αξιόπιστα ευρήματα, με την έννοια ότι αναπαριστούν με εμπιστευτικό τρόπο την πραγματικότητα (Lincoln, 2001). Η έννοια της αξιοπιστίας της έρευνας που εντάσσεται στο ποιοτικό μοντέλο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι αντιστοιχεί στην έννοια της «εσωτερικής εγκυρότητας» (quantitative / positive school). Επιπλέον, η γενικευσιμότητα των ευρημάτων μιας ποιοτικής μελέτης αντιστοιχεί στην «εξωτερική εγκυρότητα» της ποσοτικής σχολής εκπαιδευτικής έρευνας κι αναφέρεται στη δυνατότητα τυχόν γενίκευσης των συμπερασμάτων της μελέτης σε ευρύτερα σύνολα ανάλογων περιπτώσεων. Κατά τον Denzin (1994), μία από τις σημαντικότερες τεχνικές για να ικανοποιήσει μια έρευνα το κριτήριο της γενικευσιμότητας είναι η πυκνή κι έντονη περιγραφή των δεδομένων και ευρημάτων της έρευνας και πιο συγκεκριμένα «η περιγραφή αυτήν που δίνει το συγκείμενο μιας εμπειρίας, δηλώνει τις προθέσεις και το νόημα που οργανώνουν την εμπειρία, και αποκαλύπτει την εμπειρία ως μια διαδικασία».

Μια βασική μεθοδολογική στρατηγική που ακολουθήσαμε στην παρούσα έρευνα, επιχειρώντας να διασφαλίσουμε την αξιοπιστία της, ήταν η «τριγωνοποίηση» μεθόδων και δεδομένων, μια διαδικασία που κατά τον Denzin (1994) αφορά εφαρμογή και συνδυασμό διαφορετικών ερευνητικών μεθόδων στην έρευνα του ίδιου φαινομένου. Στην έρευνα μας αφενός χρησιμοποιήσαμε πολλαπλές μεθόδους και πηγές συλλογής

δεδομένων, αφετέρου τα ίδια τα δεδομένα συνδέονταν κάθε φορά με συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα. Αυτή η σύνδεση μας «υποχρέωσε» να παράσχουμε επαρκή επιβεβαιωτικά τεκμήρια σε σχέση με το εκάστοτε ερευνητικό ερώτημα συνδυαστικά με πλήθος πληροφοριών που προέρχονταν από άλλες πηγές δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, συνδέσαμε τις ερευνητικές μεθόδους και τα εργαλεία με τους σκοπούς της έρευνας και το πλαίσιο κωδικοποίησης με το οποίο αναλύσαμε τα δεδομένα και θεωρούμε ότι αυτή η διαδικασία προσέδωσε αξιοπιστία στα αποτελέσματα της έρευνας κι εξασφάλισε την επάρκεια των ερμηνειών που προέκυψαν από αυτά τα αποτελέσματα.

Άλλο κριτήριο ποιότητας κι ακρίβειας της ποιοτικής έρευνας είναι η βασιμότητα (dependability) της, δηλαδή η λεπτομερής περιγραφή από τον ερευνητή της αναδυόμενης ερευνητικής διαδικασίας καθώς και η επιβεβαιωσιμότητα της (confirmability), δηλαδή να μπορεί να αποδειχθεί ότι οι ερμηνείες της έρευνας βασίζονται στο συγκεκριμένο περιγραφόμενο πλαίσιο και ότι οι συμμετέχοντες, οι αλληλεπιδράσεις και τα προϊόντα τους είναι απτά και πραγματικά (Mullholland & Wallace, 2003). Στην περίπτωση της έρευνάς μας, τόσο η παρουσίαση όσο και τη συζήτηση των ευρημάτων των παρατηρήσεων των συμμετεχόντων στην έρευνα έγινε με τρόπο που να καταδεικνύει ξεκάθαρα και τεκμηριωμένα το ρόλο τους στην έρευνα. Οι ιστορίες και οι λόγοι των συμμετεχόντων προέκυψαν μέσα από το εύρος των ερευνητικών πηγών που αξιοποιήθηκαν κατά την έρευνα στο πεδίο. Επιπλέον, στοχεύοντας στην ικανοποίηση του κριτηρίου της γενικευσιμότητας της παρούσας έρευνας, επιχειρήσαμε να δομήσουμε την παρουσίαση, ανάλυση κι ερμηνεία των δεδομένων στη βάση μιας ειλικρινούς καταγραφής με πυκνή και στοχευμένη περιγραφή των επεισοδίων που προέκυψαν. Τα επεισόδια αυτά επιλέχθηκαν μέσα από το πλήθος των απομαγνητοφωνημένων κειμένων και των φωτογραφικά καταγεγραμμένων διαδικασιών που προέκυψαν από τη δουλειά μας με τα παιδιά στο πλαίσιο όλου του διδακτικού πειράματος.

Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα από μία πληθώρα πηγών όπως η ατομική συνέντευξη με κάθε ένα από τα 20 παιδιά, η συμμετοχική παρατήρηση, η βιντεοσκόπηση, η φωτογράφιση και τέλος τα ατομικά φύλλα εργασίας των παιδιών σε διαφορετικές φάσεις της έρευνας. Στο πλαίσιο της ποιοτικής έρευνας, οι σημειώσεις και τυχόν έργα και γραπτά, συχνά υποβοηθούνται και τεκμηριώνονται καλύτερα από την ύπαρξη οπτικοακουστικών δεδομένων που προκύπτουν είτε από φωτογράφιση, μαγνητοφώνηση ή/και βιντεοσκόπηση. Στην έρευνά μας όλες οι διαδικασίες που έλαβαν χώρα στις συνεντεύξεις (εστίαση στο άτομο) και στη διδακτική παρέμβαση (εστίαση στην ομάδα και στην συμπεριφορά του ατόμου εντός αυτής), βιντεοσκοπήθηκαν ώστε να μας επιτρέψουν να καταγράψουμε όσο το δυνατόν πληρέστερα το υπό διερεύνηση πεδίο. Η βιντεοσκόπηση πραγματοποιήθηκε από δύο κάμερες που κάλυπταν υπό διαφορετική γωνία κι εστίαση τη δράση και τις αλληλεπιδράσεις στον χώρο. Η περαιτέρω αξιοποίηση των δεδομένων που προέκυψαν συνολικά, βασίζεται και στην αποτύπωση και μελέτη των αναπαραστάσεων που παρήγαγαν τα παιδιά (σχεδιαγράμματα, διαγράμματα ροής, ζωγραφιές). Επιπλέον, ενισχύεται από αυτά που καταγράψαμε με φωτογραφίες κατά τη διάρκεια της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον και τα εργαλεία

της έρευνας όσο και από στην ανάλυση των συνομιλιών με τη μορφή γραπτών κειμένων όπως αυτά προέκυψαν από διαδικασίες συστηματικής απομαγνητοφώνησης διαλόγων. Η απομαγνητοφώνηση πραγματοποιήθηκε ακολουθώντας παραπλήσια μοντέλα (βλ. Παράρτημα 4) όπως αυτό του MacWhinney (αναφορά από Turan, 1999) και κυρίως του Flick (2009). Η επιλογή του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου έγινε γιατί κατά τη γνώμη μας εστιάζει σε στοιχεία που αναδεικνύουν ποικίλες πτυχές των επεισοδίων (γλωσσικές και εξωγλωσσικές) άρα διευκολύνουν την εφαρμογή του «πολυεστιακού» ερμηνευτικού μοντέλου μας επιτρέποντας την καταγραφή δεδομένων που εξυπηρετούν απόλυτα τους στόχους της έρευνας.

Το πλήθος και η ποικιλομορφία των δεδομένων που συλλέξαμε, θεωρούμε πως βοηθά σημαντικά στη διασφάλιση της αξιοπιστίας της έρευνας δεδομένου ότι τα συμπεράσματα που συνάγουμε κατόπιν της ανάλυσης, είναι πάντα επαληθεύσιμα στη βάση των οπτικών και ηχητικών αποδείξεων και κωδικοποιημένων αναφορών που είμαστε σε θέση να διαθέτουμε σε μεγάλο εύρος. Επιπλέον στοιχείο διασφάλισης της αξιοπιστίας της έρευνας, είναι η σχέση εμπιστοσύνης που φροντίσαμε να δομήσουμε πριν τη διεξαγωγή του διδακτικού πειράματος, τόσο με τις εκπαιδευτικούς οι οποίες μας «εμπιστεύθηκαν» τις τάξεις τους και πραγματοποίησαν την εισαγωγική επαφή μας με τα παιδιά όσο και με τα ίδια τα παιδιά. Αυτή η αμοιβαία εμπιστοσύνη αποτέλεσε για εμάς την εγγύηση ότι όσα καταγράψαμε στις διαφορετικές φάσεις της έρευνάς μας, ήταν προϊόν ειλικρινούς, αβίαστης και αυθεντικής αλληλεπίδρασης των παιδιών μεταξύ τους και μαζί μας χωρίς επιρροή από εξωγενείς συνθήκες που ίσως επηρέαζαν αρνητικά ή περιορίζαν τη συμπεριφορά τους. Επιπλέον, δεδομένου ότι και το περιβάλλον του διδακτικού πειράματος ήταν η καθημερινή βιωμένη κατάσταση και το σύνθημα πρόγραμμα του σχολείου τους, θεωρούμε πως συνέβαλλε σε μια πιο άνετη και αυθεντική συμπεριφορά από τη μεριά των παιδιών εφόσον ενεργούσαν στον φυσικό χώρο τους.

4.5.2 Ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας

Τα ζητήματα ηθικής και δεοντολογίας αναφέρονται στους κανόνες ή στο σύστημα αξιών που (πρέπει) να διέπει τη διεξαγωγή μιας έρευνας (Reynolds, 1979). Αν και ως έννοιες συναφείς και κοντινές συναντιούνται μιας και αναφέρονται στα «σωστά» και στα «λανθασμένα» της ερευνητικής διαδικασίας, η «ηθική» και «δεοντολογία» διαφέρουν ως προς βασικά στοιχεία. Αφενός, η «ηθική» ενδιαφέρεται για την επιλογή των συγκεκριμένων ενεργειών ή πράξεων ενός ερευνητή που αφορούν διαδικασίες κατά τη διάρκεια διεξαγωγής μιας έρευνας και αν αυτές συνάδουν με αποδεκτές προσεγγίσεις αφετέρου η «δεοντολογία» αναφέρεται στις ενέργειες που ένας ερευνητής οφείλει να προβλέψει ή στις οποίες μπορεί ή πρέπει να προβεί πριν τη διεξαγωγή μιας έρευνας (Robson, 1993).

Σε σχέση με τις διαδικασίες με άξονα τη διασφάλιση δεοντολογίας, αρχικά υπήρξε μέριμνα για την εξασφάλιση όλων των αδειών που απαιτούνται για τη διδακτική παρέμβαση σε δημόσιο σχολείο ώστε να

κατοχυρωθεί η έγκριση διεξαγωγής της έρευνας αλλά και η απρόσκοπτη δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων στη συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα χορηγήθηκε άδεια από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (πρώην Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, βλ. Παράρτημα 1) το οποίο ενέκρινε τόσο το ερευνητικό σχέδιο στο σύνολό του όσο και τη χρήση των συγκεκριμένων εργαλείων έρευνας και το πρωτόκολλο συλλογής δεδομένων. Οι επιπλέον ενέργειές μας στη συνέχεια, αποσκοπούσαν στην ενημέρωση των γονέων μέσω επιστολής που συντάχθηκε και διαμοιράστηκε από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Η επιστολή αυτή (βλ. Παράρτημα 3) αφενός αναφερόταν με κατανοητό τρόπο στις διαδικασίες διεξαγωγής των συνεντεύξεων και του διδακτικού πειράματος, αφετέρου συνοδευόταν από έντυπο συγκατάθεσης για τη συμμετοχή των παιδιών τους στην έρευνα όσο και από υπεύθυνη δήλωση σχετικά με την ενημέρωση τους επί των διαδικασιών βιντεοσκόπησης (βλ. Παράρτημα 3).

Κρίνεται αναγκαίο να διασαφηνιστεί ότι βάσει του εγκεκριμένου πρωτοκόλλου, οποιοδήποτε προϊόν έρευνας, είτε οπτικοακουστικό (βίντεο και φωτογραφίες) είτε γραπτό-σχεδιαστικό (σχέδια, ζωγραφιές, ιχνογραφήματα), προέκυψε από τις ατομικές συνεντεύξεις και την κυρίως παρέμβαση, δεσμευτήκαμε εκ των προτέρων ότι θα προβαλλόταν στο πλαίσιο της διατριβής με τρόπο τέτοιο που να διασφαλίζει τη προστασία της ταυτότητας των υποκειμένων. Επιπλέον, η καταγραφή του διδακτικού πειράματος με βιντεοκάμερα, υλοποιήθηκε έτσι ώστε το πλάνο να εστιάζει μόνο στις κινήσεις και όχι στα πρόσωπα των παιδιών. Τέλος, στο φωτογραφικό υλικό που συγκεντρώθηκε και επιλεγμένο μέρος του οποίου συμπεριλαμβάνεται στη παρούσα διατριβή, καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε να μη καταγραφούν πρόσωπα. Ωστόσο, όπου αυτό δεν ήταν εφικτό τοποθετήθηκε «μωσαϊκό» ή εφαρμόστηκαν ανάλογες τεχνικές απόκρυψης της ταυτότητας. Τέλος, όσον αφορά το τελικό κείμενο που προέκυψε από την απομαγνητοφώνηση, προβλέφθηκε η απόδοση ψευδωνύμου σε κάθε παιδί.

4.5.3 Όρια και περιορισμοί της έρευνας

Στο σημείο αυτό, είναι απαραίτητο να αναφερθούμε επιγραμματικά στους στα βασικότερα όρια της συγκεκριμένης έρευνας. Αρχικά, υπάρχουν οι περιορισμοί που αφορούν την ερευνητική προσέγγιση και μεθοδολογία αλλά και τα ίδια τα ερευνητικά εργαλεία. Επιπλέον, η ίδια η μελέτη μιας διδακτικής παρέμβασης ενέχει από μόνη της απρόβλεπτες δυσκολίες και εμπόδια, αφού η εκπαιδευτική διαδικασία είναι εγγενώς πολύπλευρη και πολύπλοκη. Σύμφωνα με τους Berhman et al. (1997), στο πεδίο της εκπαίδευσης μεγάλη σημασία διαδραματίζουν παράγοντες όπως οι υποκειμενικές και κοινωνικές (σ)τάσεις και επιλογές, στοιχεία τα οποία είναι πρακτικά αδύνατο να καταγραφούν με ακριβή βαθμό μεταξύ των ερευνητικών δεδομένων.

Όσον αφορά την παρούσα έρευνα, σε σχέση με τη συνολική εκτίμηση που αφορά το διδακτικό πείραμα και τα αποτελέσματά του, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι μέχρι και τη στιγμή που πραγματοποιήθηκε ο σχεδιασμός και η εφαρμογή της παρέμβασης, στην ως τότε έρευνα

υπήρχαν σχετικά λίγα καταγεγραμμένα παραδείγματα καλών πρακτικών σε σχέση με χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής με την συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα (νήπια) όπως προκύπτει εξάλλου από την βιβλιογραφική επισκόπηση νωρίτερα (βλ. 1.6). Συνεπώς, έπρεπε εμείς οι ίδιοι να θέσουμε ή να εντοπίσουμε τυχόν όρια στη χρήση εργαλείων ρομποτικής για παιδιά προσχολικής ηλικίας, να εμπνευστούμε λύσεις για συγκεκριμένα προβλήματα που ανέκυψαν και μάλλον να βαδίσουμε σε ένα σχεδόν «αχαρτογράφητο» πεδίο έρευνας κυρίως σε ό,τι αφορά τη παρέμβασή μας με το Lego NXT,. Το γεγονός αυτό, ωστόσο, θεωρούμε ότι ενίσχυσε σημαντικά τη δημιουργικότητα μας σε ζητήματα παιδαγωγικού σχεδιασμού και τροφοδότησε περαιτέρω την ερευνητική μας «περιέργεια». Για την όσο το δυνατόν καλύτερη αντιμετώπιση της συγκεκριμένης δυσκολίας αξιοποιήσαμε εμπειρίες του ίδιου του ερευνητή από μία σειρά άτυπων πειραμάτων που διεξήχθησαν με παιδιά ανάλογων ηλικιών κατά το διάστημα των 2 ετών που προηγήθηκαν της παρέμβασης.

Ένας επιπλέον περιορισμός τέθηκε εκ των πραγμάτων από το γεγονός ότι το ίδιο πρόσωπο έπρεπε να εξυπηρετεί ταυτόχρονα τον ρόλο του εμπυχωτή/εκπαιδευτικού και του ερευνητή με όποιες τυχόν δυσκολίες συνεπάγεται αυτό στο πεδίο της διεξαγωγής του εκπαιδευτικού έργου αλλά και της αυτούσιας ερευνητικής διαδικασίας. Η επιμέλεια των λήψεων της βιντεοκάμερας αλλά και της φωτογραφικής μηχανής μέσω των οποίων θα αποτυπώνονταν σημαντικές στιγμές του διδακτικού πειράματος, γινόταν παράλληλα με το έργο του εμπυχωτή με τα παιδιά. Το γεγονός αυτό ίσως σε ορισμένες περιπτώσεις οδήγησε στην μη άμεση καταγραφή κάποιων επιμέρους στοιχείων με μεγαλύτερη ακρίβεια, ωστόσο τόσο η απομαγνητοφώνηση των διαλόγων όσο και η συνδυαστική χρήση φωτογραφιών αλλά και βιντεοσκοπήσεων από δύο διαφορετικά πλάνα λήψης (ένα στοχευμένο, κοντινό στην πίστα κι ένα που κάλυπτε την ευρύτερη δραστηριότητα της ομάδας των παιδιών) βοήθησαν σημαντικά στη διαμόρφωση μίας πιο πλήρους αντίληψης των επεισοδίων χωρίς απώλεια χρήσιμων δεδομένων.

Τέλος, μια ακόμα δυσκολία αφορά τη διαθεσιμότητα του χρόνου και των χώρων διεξαγωγής της διδακτικής παρέμβασης κυρίως. Παρά τη φιλότιμη συνεργασία και διάθεση για βοήθεια από τη μεριά των εκπαιδευτικών του νηπιαγωγείου που μας φιλοξένησε, δε στάθηκε δυνατόν να εξασφαλίσουμε τη «μόνιμη» εγκατάσταση των υλικών και εργαλείων του διδακτικού πειράματος στον χώρο που μας διατέθηκε ούτως ή άλλως. Αν και ο χώρος που χρησιμοποιήθηκε ήταν σταθερός καθόλη τη διάρκεια της παρουσίας μας εντός του Νηπιαγωγείου, εντούτοις θεωρούμε πως μια πιο σταθερή εγκατάσταση θα έδινε στα παιδιά την αίσθηση της απόλυτης ενσωμάτωσης της παρέμβασής μας στο καθημερινό τους πρόγραμμα. Επιπλέον, αν και ο χρόνος που μας διατέθηκε ανά ημέρα στο ωρολόγιο πρόγραμμα ήταν επαρκής με βάση τον εκπαιδευτικό και ερευνητικό σχεδιασμό που είχαμε κάνει πριν την παρέμβαση, θεωρούμε πως ιδανικά θα θέλαμε να δουλεύαμε με τα παιδιά σε ακόμα μεγαλύτερο εύρος χρόνου ώστε να έχουμε την ευκαιρία να πειραματιστούμε στο πλαίσιο περισσότερων σεναρίων.

Συνολικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι στην έρευνά μας δεν συναντήσαμε δυσκολίες και αξεπέραστα προβλήματα σε βαθμό που να αλλοιώσουν ενδεχομένως τόσο τον αρχικό σχεδιασμό όσο και τα τελικά

ευρήματα και συμπεράσματά μας. Οι περιορισμοί που τέθηκαν ήταν εξ' αρχής διαχειρίσιμοι και σε μεγάλο βαθμό προβλέψιμοι. Σημαντικός παράγοντας στην αντιμετώπιση όσων περιορισμών προαναφέρθηκαν ήταν η αμέριστη συνεργασία των εκπαιδευτικών που παρά την μη άμεση συμμετοχή τους στο διδακτικό πείραμα, ήταν πάντα διαθέσιμοι να συνεισφέρουν στην επίλυση προβλημάτων και στην εξυπηρέτηση της δραστηριότητάς μας με τα παιδιά τόσο σε υλικό όσο και ηθικό επίπεδο. Ωστόσο είναι σαφές ότι για την προέκταση της έρευνάς σε μελλοντική εφαρμογή, υπάρχει πλέον η εμπειρία και η γνώση να αποφευχθούν σε ικανοποιητικό βαθμό τα προβλήματα και τα όρια που αντιμετωπίσαμε.

ΜΕΡΟΣ 3: ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: «Ξεδιπλώνοντας» την χωρική σκέψη των παιδιών

Όπως προαναφέρθηκε, η μεθοδολογία που εφαρμόσαμε βασίζεται κατά κύριο λόγο στις αρχές του διδακτικού πειράματος καθώς μας ενδιέφερε να διερευνήσουμε την δυναμική αλλαγή στην έκφραση της χωρικής σκέψης με χρήση εργαλείων ΕΡ εντός του μεταβαλλόμενου πλαισίου της ίδιας της μαθησιακής διαδικασίας. Στο πλαίσιο αυτό υλοποιήσαμε δύο ατομικές συνεντεύξεις με τα παιδιά, πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Οι συνεντεύξεις αυτές δεν είχαν κλινικό χαρακτήρα ο οποίος ούτως ή άλλως έχει δεχτεί κριτική καθώς αδυνατεί να εξηγήσει σε βάθος τις περίπλοκες κοινωνικογνωστικές διεργασίες που χαρακτηρίζουν την ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης (Bruner, 1985 · Donaldson, 1978). Αντίθετα, επρόκειτο για ατομικές διερευνητικές συζητήσεις με τα παιδιά στη βάση συγκεκριμένων χωρικών έργων (ψηφιακών, απτικών, σχεδιαστικών) που δεν απαιτούσαν απόκριση της μορφής σωστού ή λάθους. Στις ενότητες του παρόντος κεφαλαίου, παρουσιάζουμε περιπτώσεις που αναδεικνύουν την εκδήλωση χωρικής σκέψης από τη μεριά των παιδιών τόσο κατά την αρχική συνέντευξη (βλ. 5.1) όσο και κατά τη συνέντευξη που πραγματοποιήσαμε μετά τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης (βλ. 5.2). Τέλος, αναφορά γίνεται στον τρόπο με τον οποίο ανιχνεύσαμε τη βελτίωση που θεωρούμε πως επήλθε στη χωρική σκέψη των παιδιών μετά την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής (βλ. 5.3).

5.1 Η έκφραση της χωρικής αίσθησης των παιδιών κατά την αρχική ατομική συνέντευξη

Η αρχική ημιδομημένη ατομική συνέντευξη με το κάθε παιδί είχε μέση διάρκεια 30 λεπτά. Μας βοήθησε να αντιληφθούμε καλύτερα τις πρότερες χωρικές εμπειρίες που έχει αναπτύξει εντός του κοινωνικού του πλαισίου (σχολείο, οικογένεια κλπ.) αλλά και τυχόν «παρανοήσεις» ή δυσκολίες σε σχέση με συγκεκριμένες χωρικές έννοιες και διαδικασίες. Εκτός από το χαρακτήρα καταγραφής των παραπάνω, η συνέντευξη μας οδήγησε σε δεδομένα τα οποία αξιοποιήθηκαν και σε κάποιο βαθμό (ανα)διαμόρφωσαν τον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης προσαρμόζοντάς την στις συνθήκες της τάξης. Φροντίσαμε ώστε τα έργα (λεκτικά, περιγραφικά, σχεδιαστικά, απτικά) να διέπονται από μια κλιμάκωση της δυσκολίας τους στη βάση της αρχής ότι οι ιδέες που ανιχνεύονται ή υποβοηθάται η έκφρασή τους σε κάθε διαφορετική φάση, λειτουργούν ως ερέθισμα και «σκαλωσιά» για το επόμενο στάδιο δόμησης γνώσης. Επιπλέον, παράλληλα στόχευαν στη δημιουργία ή την ενίσχυση των αναπαραστάσεων των παιδιών σε σχέση με ζητήματα που έρχονται να αντιμετωπίσουν στο συνεργατικό πλαίσιο της παρέμβασης που θα ακολουθούσε. Θέτουν επίσης τη βάση για διακριτική ενθάρρυνση και

διαμεσολάβηση της σκέψης περιορίζοντας παράλληλα την «μετωπική» διδακτική παρέμβαση από τη μεριά του ερευνητή.

Η αντίχνευση της χωρικής αντίληψης, των χωρικών συνηθειών των παιδιών καθώς και αντιλήψεων και στάσεων τους σε σχέση με ζητήματα τεχνολογιών, επιχειρήθηκε κατά κύριο λόγο στο πρώτο μέρος της αρχικής ατομικής συνέντευξης (βλ. 4.4.2). Εκτός από τις ελάχιστες τυπικές ερωτήσεις που μας οδήγησαν σε πληροφορίες σχετικές με το κοινωνικό περιβάλλον του παιδιού, όλες οι υπόλοιπες, ακόμα και αυτές που δεν το κάνουν εμφανώς, υποκινούν αναφορές σε χωρικές συνήθειες και χωρική σκέψη. Κατά βάση, τα περισσότερα παιδιά αναφέρονται στον αρκετό ελεύθερο χρόνο που διαθέτουν και στο τι ακριβώς προτιμούν να κάνουν. Η πλειοψηφία διαθέτει υπολογιστή ή/και τάμπλετ κι ενδεχομένως μια παιχνιδομηχανή (π.χ. Wii, Playstation) με τα οποία ασχολείται συχνά ιδιαίτερα όταν υπάρχουν μεγαλύτερα αδέρφια. Άλλες ασχολίες αφορούν δραστηριότητες στη παιδική χαρά με άλλα παιδιά καθώς και ζωγραφική αλλά και παιχνίδια «συμβατικού» τύπου όπως πάζλ. Ωστόσο τα περισσότερα από τα παιδιά με τα οποία συνομιλήσαμε, εξέφρασαν σαφή προτίμηση στην ενασχόληση με ψηφιακά παιχνίδια κι εφαρμογές (π.χ. Angry birds κ.α.) και μάλιστα σε καθημερινή βάση. Αρκετά ήταν εκείνα τα οποία δήλωσαν πως χρησιμοποιούν τον οικιακό υπολογιστή για να ζωγραφίζουν αλλά και ότι στο πλαίσιο παιχνιδιού ασχολούνται και με άλλες συσκευές όπως τα κινητά των γονέων τους.

Ενδεικτικό παράδειγμα στοιχείων για τις χωρικές συνήθειες μέσα από την ελεύθερη συζήτηση με κάθε παιδί ατομικά είναι η περίπτωση του Γιώργου ο οποίος φαίνεται να έχει μια αρκετά καλή σχέση με τις τεχνολογίες. Μας μιλά για τα αγαπημένα του βιντεοπαιχνίδια με αγώνες αυτοκινήτων και ότι του αρέσει να παίζει κυρίως με το χειριστήριο και όχι σε κάποιο τάμπλετ. Στο σημείο αυτό κάνει μια πρώτη αναφορά στις έννοιες «αριστερά-δεξιά» και τις συσχετίζει με τα βελάκια κατεύθυνσης όπως τα χρησιμοποιεί στα βιντεοπαιχνίδια. Υπό το ίδιο πρίσμα και η Αθηνά μας μιλά για το αγαπημένο της παιχνίδι «με ρομποτάκια» στον υπολογιστή, το οποίο και χειρίζεται με τα βελάκια όπως μας λέει η ίδια. Ο Θοδωρής επίσης, αναφέρει πως έχει δικό του υπολογιστή, μας περιγράφει τα αγαπημένα του βιντεοπαιχνίδια και δηλώνει ότι προτιμά να παίζει με τα πλήκτρα επειδή έχουν πάνω πιο ξεκάθαρο τον συμβολισμό της κίνησης.

Στις παραπάνω περιπτώσεις που αναφέραμε ενδεικτικά, είναι προφανές ότι χάρη σε στοιχεία που άντλησαν τα ίδια τα παιδιά από την καθημερινότητά τους και από ασχολίες που τα ενδιαφέρουν ιδιαίτερα, αναδείχθηκαν ευκαιρίες για να διαπιστώσουμε την επαφή τους με βασικές χωρικές έννοιες. Είχαμε τη δυνατότητα να αντιληφθούμε τα όρια στην κατανόηση (π.χ. αντίληψη διαφορετικών θέσεων και οπτικών θέασης στον χώρο), στον τρόπο έκφρασης και στη χρήση χωρικής ορολογίας χωρίς την πίεση που ενδεχομένως ασκεί η ύπαρξη δομημένων έργων στα οποία τα παιδιά καλούνται να ανταποκριθούν πιο οργανωμένα. Επιπλέον, μέσα από σειρά στοχευμένων ερωτήσεων μπορέσαμε να συλλέξουμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τα παιδιά σε σχέση με καθημερινές τους χωρικές συνήθειες, όπως για παράδειγμα, με ποιον τρόπο μεταβαίνουν από το σπίτι στο σχολείο, αν παρατηρούν και θυμούνται ενδιάμεσα στοιχεία και τοπόσημα της

διαδρομής κλπ. Στη προσπάθειά τους να ανταποκριθούν στις ερωτήσεις μας, τα περισσότερα παιδιά, έδειξαν να καταλαβαίνουν τί ακριβώς τους ζητούσαμε και αναφέρονταν με αρκετές λεπτομέρειες έστω και αν σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάστηκε διακριτική ανατροφοδότηση μέσω επιπλέον ενισχυτικών ερωτήσεων.

Ενδεικτικά, ο Θάνος μας δηλώνει ότι παίζει στη παιδική χαρά και μας αναφέρει με πολύ περιγραφικό τρόπο και χρήση τοποσήμων το πού βρίσκεται, καταδεικνύοντας μία ικανοποιητική αίσθηση του βιωμένου χώρου του. Μας αφηγείται τη διαδρομή με τα πόδια από το σπίτι στο σχολείο ενώ αναφέρει ότι το σπίτι μιας συμμαθήτριάς του είναι πιο κοντά στο σχολείο σε σχέση με το δικό του. Από την άλλη, η Δανάη αναφέρει ότι στο σχολείο πηγαίνει τόσο με τα πόδια όσο και με το αυτοκίνητο. Αυτό που μας κάνει εντύπωση είναι ότι με ένα συνδυασμό χειρονομιών και λεκτικής περιγραφής, αναφέρεται σε συγκεκριμένα τοπόσημα που συναντά στη διαδρομή της. Η Θέμις πηγαίνει και αυτή με τα πόδια από το σπίτι στο σχολείο και υποστηρίζει ότι η διαδρομή χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένα κτίρια που τη βοηθούν να θυμάται τον δρόμο. Μας μιλά επίσης για ένα (ίσως εννοεί και περισσότερα ταξίδια) στην Αθήνα για να δει τη μητέρα της και μας λέει με σιγουριά ότι είναι πολύ μακριά. Χαρακτηριστικά καλή είναι η συνομιλία μας με τη Νεφέλη η οποία, όπως μας λέει, έχει ταξιδέψει 2 φορές στο εξωτερικό με αεροπλάνο και μας μιλά για τις διαδρομές με το μετρό εκεί. Μας μιλά για το ότι κατά τη διαδρομή της από το σπίτι στο σχολείο της, κινείται με αυτοκίνητο κάνοντας αναφορά σε συγκεκριμένα τοπόσημα που συναντά και παρατηρεί στη πορεία («βλέπω στη σειρά ένα βενζινάδικο, δυο μεγάλες στροφές και ένα σουπερμάρκετ που με βοηθά να καταλάβω πως πλησιάζω στο σχολείο»).

Ιδιαίτερα βοηθητικά για συμπεράσματα σε συνδυασμό με τη συζήτηση που προηγήθηκε είναι τα σχέδια που ζητήσαμε από τα ίδια τα παιδιά να δημιουργήσουν σε σχέση με τη διαδρομή «σπίτι-σχολείο». Η συζήτηση σχετικά με τη σημασία των ζωγραφιών και των σχεδίων ως δεικτών εξέλιξης χωρικής σκέψης, συνδέεται άμεσα με την ικανότητα των παιδιών να αναπαριστούν χωρικά στοιχεία του περιβάλλοντός τους μέσω της κατανόησης της θέσης ενός αντικειμένου σε σχέση με άλλα. Ενώ υπάρχουν πολλές πιθανές προσεγγίσεις σε σχέση με τη διερεύνηση των διαδικασιών γνωστικής ανάπτυξης, τα σχέδια ενός παιδιού μπορούν να αποτελέσουν αντιπροσωπευτικό ερμηνευτικό εργαλείο, ένα «παράθυρο» στις νοητικές διεργασίες τους (Cherney et al., 2006) και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συχνά για γνωστική, προσωπική και διαγνωστική αξιολόγηση (Knoff & Prout, 1985 · Naglieri, 1988). Η έρευνα για τα παιδικά σχέδια σχετίζεται με στοιχεία οπτικού ρεαλισμού των απεικονίσεων τους (Cox, 1992) και κυρίως με τις αντιληπτικές, γνωστικές και κινητικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην παραγωγή ενός σχεδίου (Freeman, 1980).

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα πολύ μικρά παιδιά παράγουν συνήθως πολύ λιτές και δυσνόητες αναπαραστάσεις οι οποίες φαίνονται πιο ολοκληρωμένες και πιο πιστές στη πραγματικότητα όσο επέρχεται γνωστική εξέλιξη, ωρίμανση και βελτίωση των δεξιοτήτων τους παράλληλα με την ανάπτυξη του οπτικού ρεαλισμού που συμπεριλαμβάνει την εξέταση της προοπτικής (Tallandini & Valentini, 1991). Το σημαντικό στοιχείο που αφορά και τη δική μας εκτίμηση σε

σχέση με τα σχέδια που δημιούργησαν για τις ανάγκες της αρχικής συνέντευξης, είναι ότι η εξέλιξη της χωρικής σκέψης τους αποκαλύπτεται επίσης από την πολυπλοκότητα των σχεδίων τους, κάτι που επιβεβαιώνεται από τη σχετική έρευνα (Bensur et al., 1997 · DeLoache et al., 1996). Στη περίπτωση μας, αν και δεν προβλέφθηκε η λεπτομερής και αναλυτική εξέταση των σχεδίων των παιδιών (βλ. ενδεικτικά Εικ.26) και ο συσχετισμός με αντίστοιχα έργα μετά το πέρας του διδακτικού πειράματος, εντούτοις κρίνουμε ότι μας παρέχεται χρήσιμη πληροφορία που υποστηρίζει την αρχική μας εκτίμηση σε σχέση με τη χωρική σκέψη και τις αναπαραστάσεις που μπορούσαν να δημιουργήσουν τα παιδιά πριν την εμπλοκή τους στις δραστηριότητες με τη Bee-Bot και το NXT.

Μπορούμε να πούμε ότι υπήρξαν διαφορετικές αντιδράσεις απέναντι στο συγκεκριμένο έργο από τη μεριά των παιδιών. Αρχικά, υπήρξαν περιπτώσεις στις οποίες αντιμετωπίσαμε πλήρη άρνηση για οποιαδήποτε συνεργασία (π.χ. Θάνος, Μελίνα) και αυτό ενδεχομένως να αποδίδεται σε αίσθημα ανασφάλειας ή άγχους ότι δεν θα ανταποκρίνονταν σε τυχόν προσδοκίες από τη μεριά μας (παρόλο που κάτι τέτοιο δεν πιστοποιήθηκε, αποτελεί υποκειμενική εικασία). Σε άλλες περιπτώσεις (ενδεικτικά, Θωμάς, Θεοδώρα, Ιωάννης, Κέβιν, Αθηνά, Γιώργος, Δανάη, Παρασκευή, Θέμις, Θεωδώρας) τα έργα τους είχαν λιτό και σχεδόν απόλυτα γραμμικό χαρακτήρα χωρίς να απεικονίζουν συμπληρωματικά και σημαντικά στοιχεία του περιβάλλοντος (π.χ. δέντρα, κτίρια, σήματα, δρόμους κ.α.) και χωρίς να μας προσφέρουν ιδιαίτερη πληροφορία ή υπόνοια σε σχέση με πιθανή διαδρομή. Από την άλλη υπήρχαν και περιπτώσεις παιδιών (ενδεικτικά, Νικόλας, Νεφέλη, Ελένη) που φάνηκε να έχουν πρόθεση να αναπαραστήσουν ποικιλία τοποσημών και επιπλέον στοιχείων με σχετικό σεβασμό σε ζητήματα προοπτικής και κατεύθυνσης. Γεγονός είναι ότι συνδυάζοντας τις δημιουργίες των παιδιών στο συγκεκριμένο έργο με άλλες πληροφορίες που συλλέξαμε από τα υπόλοιπα έργα και τη συνομιλία μαζί τους, ήμασταν σε θέση να διαμορφώσουμε μια σχετικά αντιπροσωπευτική εικόνα που θα αποδεικνυόταν χρήσιμη τόσο για τις ανάγκες σχεδίασης του διδακτικού πειράματος (διδακτική διαμόρφωση κι επιλογή εργαλείων) όσο και για την ευρύτερη κατανόηση της χωρικής σκέψης τους.



Εικόνα 26. Ενδεικτικά σχέδια παιδιών για έργο 1.21 της αρχικής συνέντευξης

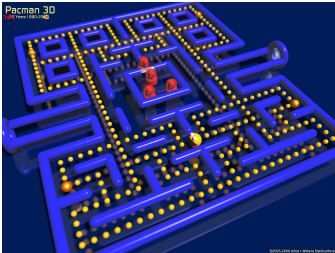
Ο άξονας καταγραφής αντιλήψεων, τρόπων αναπαράστασης και έκφρασης των παιδιών σε σχέση με αντιπροσωπευτικά ζητήματα χώρου και διαδρομών ήταν αυτός που όρισε σε μεγάλο βαθμό την εξελικτική πορεία της συζήτησης και της εκτέλεσης των έργων. Γενικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι αρκετά παιδιά (ο Ιωάννης, ο Θάνος, η Αθηνά, η Δανάη) στερούνταν βασικού χωρικού λεξιλογίου και δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα με την κατανόηση σχετικής ορολογίας και σε επίπεδο αυτόνομης ενεργητικής χρήσης προτίμησαν «αφηγηματική» στρατηγική. Ενώ κατατανοούσαν έννοιες χώρου εντούτοις φάνηκε να χρειάζονται αρκετή βοήθεια και ανατροφοδότηση από εμάς. Σε αρκετές περιπτώσεις, όταν τα παιδιά δεν κατέφευγαν σε περιγραφική προσέγγιση χωρικών διαδικασιών και εννοιών, τη χρήση χωρικής γλώσσας, υποκαθιστούσε ο δεικτικός τρόπος έκφρασης και η απουσία λεπτομερών χωρικών συσχετισμών.

Ιδιαίτερη δυσκολία που αφορούσε τη πλειοψηφία των παιδιών σε ζητήματα περιγραφής θέσης, εντοπίστηκε σε σχέση με την κατανόηση και χρήση εννοιών κατεύθυνσης. Οι σημαντικά συγκεχυμένες απαντήσεις που συχνά λαμβάναμε κατά την επιτέλεση των έργων ή την ανοιχτή συζήτηση, υπονοούν σαφή δυσκολία στη χρήση των εννοιών «αριστερά-δεξιά» παρά τη διακριτική βοήθεια και ανατροφοδότηση που παρείχαμε. Επιπλέον, είναι χαρακτηριστικό ότι στην πλειοψηφία των συνεντεύξεων, τα παιδιά αντιμετώπισαν σημαντικές δυσκολίες ως προς την κατανόηση και περιγραφή θέσης σε σχέση με διαφορετικό σημείο αναφοράς και προοπτικής οπότε μέρος της ανταπόκρισης τους βασιζόταν σε ιδιοσυγκρασιακή προσέγγιση χωρίς επαρκείς εξηγήσεις (ενδεικτικά, ο Κέβιν, η Νεκταρία, ο Μόδεστος, η Μελίνα). Ανάλογη δυσκολία καταγράφεται και ως προς την αντίληψη του ίδιου χώρου από διαφορετικές οπτικές θέασης. Γεγονός είναι πως τα ζητήματα αυτά ήταν αναμενόμενα αν αναλογιστούμε ότι έχουν ήδη καταγραφεί κι εξηγηθεί επαρκώς κατά καιρούς από τη σχετική βιβλιογραφία, ενδεικτικό μέρος της οποίας παρατίθεται στις ενότητες 2.2 έως και 2.4. Να σημειωθεί ότι υπήρξαν και περιπτώσεις παιδιών που είτε κάνοντας διαισθητική αναφορά στο σώμα τους (Νικόλας, Θοδωρής) είτε όχι (Θέμις, Νεφέλη), δεν φάνηκε να αντιμετωπίζουν ιδιαίτερες δυσκολίες ούτε με τις έννοιες «δεξιά-αριστερά» ούτε με τη προοπτική του χώρου ή τουλάχιστον δεν εντοπίστηκαν τόσα προβλήματα ώστε να εμποδίζουν την απόδοσή τους στα χωρικά έργα που τους ζητήθηκε να εκτελέσουν. Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, οι χωρικές νοητικές διαδικασίες των παιδιών, εκφράζονταν και υποστηρίζονταν σχεδόν με απόλυτη αρτιότητα και πλήρη αιτιολόγηση, τόσο αναπαραστατικά με χειρονομίες κι ενσώματη δράση όσο και λεκτικά (Νεφέλη) και με αναφορά σε πολλαπλούς χωρικούς συσχετισμούς. Καταγράφηκαν και περιστάσεις κατά τις οποίες το παιδί (ενδεικτικά Ελένη, Μελίνα) ήταν σε θέση να κατανοήσει απόλυτα χωρικούς συσχετισμούς, να επισημάνει τη διαφορετική γωνία θέασης που ταυτιζόταν με τη θέση του εκείνη τη στιγμή ωστόσο δεν μπορούσε να εξηγήσει τις σχετικές έννοιες με σαφήνεια.

Στον τομέα της εκτίμησης απόστασης με άτυπα μέσα, αν και επιλέξαμε ένα έργο που θεωρήσαμε πως θα μπορούσε να είχε ευθεία σύνδεση με σχετικές στρατηγικές που καλλιεργούνται στο πλαίσιο της σχολικής καθημερινότητας των παιδιών (π.χ. εκτίμηση με επικάλυψη

επιφάνειας, μέτρηση όμοιων στοιχείων ως άτυπων μέσων υπολογισμού κλπ.) εντούτοις, στις περισσότερες περιπτώσεις παρατηρήσαμε πως αναδύθηκαν σημαντικές δυσκολίες. Η πλειοψηφία των παιδιών, δεν κατάφερε να αντιληφθεί το υπονοούμενο μέσο μέτρησης (διάσπαρτες μπίλιες τοποθετημένες σε ίση απόσταση η μία από την άλλη σε περιβάλλον πίστας του γνωστού ηλεκτρονικού παιχνιδιού Pacman) και χρειάστηκε διακριτική ανατροφοδότηση και καθοδήγηση. Ωστόσο ακόμα και τότε οι απαντήσεις περιορίστηκαν είτε σε ιδιοσυγκρασιακή απόκριση είτε σε κατ' εκτίμηση δεικτικές εικασίες των παιδιών χωρίς καμία πράξη μέτρησης (έστω και λανθασμένη), κυρίως διαισθητικά και στερούμενες αιτιολόγησης (βλ. Πίνακα 5).


Πίνακας 5. Έργο εκτίμησης απόστασης με άτυπα μέσα (Αρχική συνέντευξη)

Έργο 2B	Ενδεικτικοί διάλογοι
	<p>1 <i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Ποια καραμελίτσα είναι πιο κοντά στον pacman...μπορείς να μου τις δείξεις;</i></p> <p>2</p> <p>3 <i>Θ: Να τις μετρήσω;</i></p> <p>4 <i>Ε: Άμα θέλεις.</i></p> <p>5 <i>Θ: Μία, δύο, τρεις, τέσσερις...</i></p> <p>6</p> <p>7 <i>Ε: Τέσσερις. Δεν έχει άλλες πορτοκαλί. Ποια είναι πιο κοντά στον pacman, νομίζεις;</i></p> <p>8</p> <p>9 <i>Θ: Αυτή.</i></p> <p>10 <i>Ε: Πώς το σκέφτηκες αυτό; Τι σε βοήθησε να το καταλάβεις;</i></p> <p>11</p> <p>12 <i>Θ: Γιατί είναι πιο κοντά αυτό με αυτό.</i></p> <p>13</p> <p>14 <i>Ε: Ο pacman με τη μπίλια;</i></p> <p>15 <i>Θ: Ναι.</i></p> <p>16 <i>Ε: Πώς το καταλαβαίνεις ότι αυτό δεν είναι τόσο κοντά;</i></p> <p>17</p> <p>18 <i>Θ: Γιατί είναι μακριά.</i></p> <p>19 <i>Ε: Το κατάλαβες δηλαδή με το μάτι;</i></p> <p>20 <i>Θ: Ναι.</i></p> <p>21 <i>Ε: Υπάρχει κάποιος τρόπος να το υπολογίσεις αλλιώς; Αν σου έλεγα να μετρήσεις τις μπιλίτσες αυτές εδώ θα μπορούσες;</i></p> <p>22</p> <p>23 <i>Θ: Ναι. Είναι πολλές.</i></p> <p>24</p> <p>-</p> <p>40 <i>Ε: Ποια είναι η πιο κοντινή στον pacman για να τη φάει γρήγορα για να μη τον φάνε τα φαντάσματα;</i></p> <p>41</p> <p>42 <i>Α: Αυτή.</i></p> <p>43 <i>Ε: Πώς κατάλαβες ότι είναι η πιο κοντινή;</i></p> <p>44 <i>Α: Γιατί πάει έτσι και έτσι.</i></p> <p>45 <i>Ε: Είναι πιο μεγάλη απόσταση δηλαδή;</i></p> <p>46 <i>Α: Ναι.</i></p> <p>47 <i>Ε: Αυτή εδώ είναι κοντά;</i></p> <p>48 <i>Α: Όχι γιατί πάει έτσι, έτσι κι έτσι.</i></p> <p>-</p> <p>61 <i>Ε: Ποια είναι η πιο κοντινή στον pacman για να τη φάει γρήγορα και να φάει τα φαντάσματα;</i></p> <p>62</p> <p>63 <i>Ν: Αυτή.</i></p> <p>64 <i>Ε: Πώς το κατάλαβες;</i></p> <p>65 <i>Ν: Γιατί πάει έτσι.</i></p> <p>66 <i>Ε: Αυτή γιατί δεν είναι κοντά;</i></p> <p>67 <i>Ν: Γιατί θες δυο ώρες να πας εκεί.</i></p> <p>68 <i>Ε: Πώς το κατάλαβες;</i></p> <p>69 <i>Ν: Είναι ακόμη πιο μακριά.</i></p>
	<p>Δείχνει την οθόνη Μετρά με δεικτικό τρόπο</p> <p>Δείχνει στην οθόνη</p>

Στα έργα σχετικά με την λήψη/παροχή οδηγιών κατεύθυνσης και προσανατολισμού από/σε τρίτο πρόσωπο, τα περισσότερα παιδιά φάνηκε να είναι σε θέση να κατανοήσουν απόλυτα τις δικές μας οδηγίες χωρίς παρέκκλιση. Σε δεύτερο χρόνο (ενδεικτικά βλ. Πίνακα 6), όταν κλήθηκαν να γίνουν τα ίδια πάροχοι χωρικής πληροφορίας, δεν μπόρεσαν να

εξυπηρετήσουν τον βασικό στόχο που ήταν η χρήση σχετικής ορολογίας (έστω και με προσεγγιστική περιγραφή) μιας και οι οδηγίες που μας παρείχαν, στη πλειοψηφία τους στερούνταν συστηματικότητας και λεπτομέρειας ενώ δεν συμπεριελάμβαναν τοπολογικούς όρους για να βοηθήσουν περισσότερο τον δέκτη (ερευνητής). Σε ελάχιστες περιπτώσεις όπως αυτή του Μόδεστου, το παιδί δεν ήταν σε θέση να περιγράψει ούτε καν λεκτικά τη διαδρομή που του ζητήσαμε αλλά προτίμησε την απολύτως δεικτική στρατηγική στο χάρτη χωρίς περαιτέρω περιγραφή βημάτων έστω και κατά προσέγγιση.

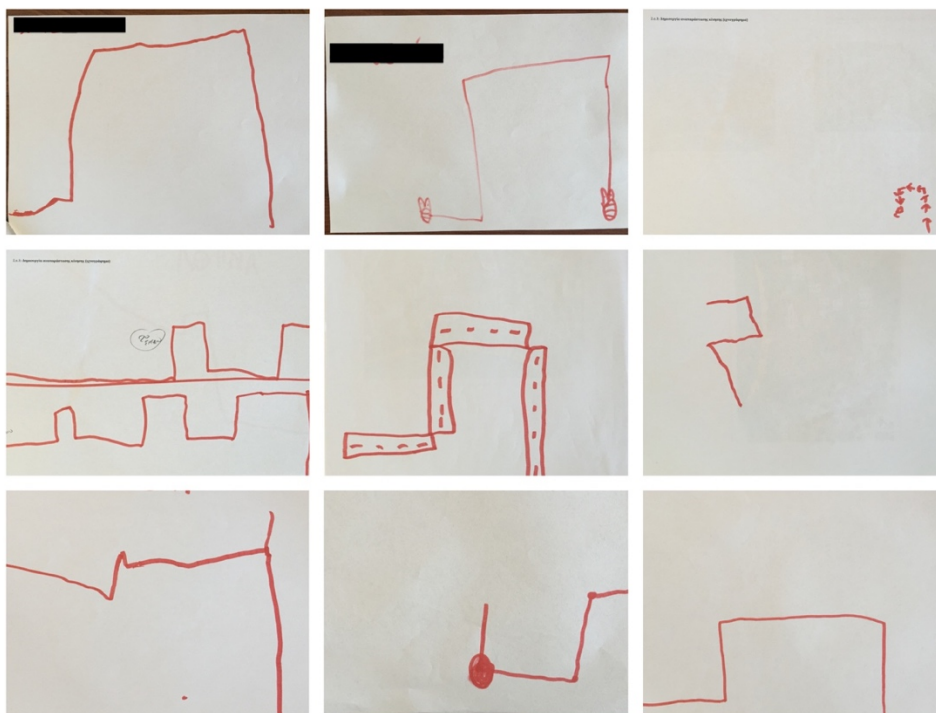
Πίνακας 6. Έργο περιγραφής διαδρομής με χωρικούς όρους (Αρχική συνέντευξη)

Έργο 2Δ.2	Ενδεικτικοί διάλογοι		
	1	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): ...θέλω να βρω το δωμάτιο μου που είναι εδώ. Θα μου δώσεις οδηγίες;</i>	Δείχνει με το δάχτυλο την διαδρομή στον χάρτη
	2	<i>Θ: Ναι θα πας έτσι, έτσι έτσι. (αναπαριστά τη διαδρομή με το δάχτυλο στον χάρτη)</i>	
	3	<i>Ε: Αν εγώ δεν έβλεπα και μόνο άκουγα πως θα το περιέγραψες;</i>	
	4	<i>Θ: Θα πας δίπλα, μετά επάνω, δίπλα και μετά στρίβεις...</i>	
	5	-	
	6	<i>Ε: Τώρα θα μου δώσεις εσύ οδηγίες πως θα πάω από εδώ στο σπίτι μου εδώ.</i>	
	7	<i>Δ: Να πας εδώ μπροστά και να στρίψεις και να πας στο σπίτι σου εδώ μπροστά</i>	
	8	<i>Ε: Στρίβω, τι κάνω εκεί;</i>	
	20	<i>Δ: Προχώρα, προχώρα όλο ευθεία και μετά να στρίψεις και μετά να πας προς τα πάνω και εκεί είναι το σπίτι σου</i>	
	21	<i>Ε: Στρίβω, τι κάνω εκεί;</i>	
22	<i>Δ: Προχώρα, προχώρα όλο ευθεία και μετά να στρίψεις και μετά να πας προς τα πάνω και εκεί είναι το σπίτι σου</i>		
23	<i>Ε: Στρίβω, τι κάνω εκεί;</i>		
24	<i>Δ: Προχώρα, προχώρα όλο ευθεία και μετά να στρίψεις και μετά να πας προς τα πάνω και εκεί είναι το σπίτι σου</i>		
25	<i>Ε: Στρίβω, τι κάνω εκεί;</i>		
26	<i>Δ: Προχώρα, προχώρα όλο ευθεία και μετά να στρίψεις και μετά να πας προς τα πάνω και εκεί είναι το σπίτι σου</i>		

Το τελευταίο έργο της αρχικής μας συνομιλίας με τα παιδιά, αφορούσε τη δημιουργία ιχνογραφήματος της κίνησης που θα εκτελούσε η Bee-Bot στην επιφάνεια του τραπεζιού της συνέντευξης (ενδεικτικά βλ. Εικόνα 27). Σε αυτή τη περίπτωση δεν υπήρχε ούτε επιδαπέδια πίστα ούτε σχετικά τοπόσημα οπότε αυτό που ουσιαστικά ζητούσαμε από τα παιδιά ήταν η γραφική αποτύπωση της διαδρομής σε ένα φύλλο χαρτιού και στη συνέχεια η λεκτική περιγραφή της. Σκοπός μας ήταν αφενός να ανιχνεύσουμε τον τρόπο και τον συμβολισμό τον οποίο τα παιδιά θα επέλεγαν ώστε να αναπαραστήσουν την κίνηση με βάση την ελεύθερη έμπνευση τους χωρίς καμία καθοδήγηση, αφετέρου να αντιληφθούμε αν ήταν σε θέση να αναφερθούν στα παραπάνω με χωρική γλώσσα ή έστω προσεγγιστικά. Τέλος, ήταν μια καλή αφορμή ώστε να δούμε με ποιόν τρόπο τα παιδιά αντιλαμβάνονται και αποδίδουν τον τρόπο κίνησης ενός ρομπότ, στοιχεία τα οποία θα μας φαίνονταν χρήσιμα για τη συνέχεια του διδακτικού πειράματος.

Η πλειοψηφία των παιδιών αντιμετώπισε το έργο αυτό με αρκετό ενδιαφέρον και εξέφρασε σχετική ευκολία μιας και φαινόταν αρκετά κοντά σε συνηθισμένες δραστηριότητες σχεδιασμού και γραφικής απόδοσης της πραγματικότητας, όπως συχνά συμβαίνει στη καθημερινότητα των νηπίων. Στις περισσότερες των περιπτώσεων (ενδεικτικά, Θέμις, Νικόλας, Θωμάς) ο σχεδιασμός του ιχνογραφήματος ήταν αρκετά καλός αναπαραστατικά, στοχευμένος και η απόδοση της πραγματικής κίνησης πολύ πιστή. Υπήρξαν παιδιά (π.χ. η Χριστίνα) που

ζήτησαν να ξαναδοούν την κίνηση της Bee-Bot ώστε να την σχεδιάζουν ταυτόχρονα («Να το βλέπω για να το κάνω»), άλλα που δημιούργησαν ιχνογράφημα κατά προσέγγιση (Θεοδώρα) και άλλα (Νικόλας 2) που δεν κατάφεραν ούτε στο ελάχιστο την κίνηση της Bee-Bot ή αρνήθηκαν να την αναπαραστήσουν.



Εικόνα 27. Ενδεικτικά ιχνογραφήματα παιδιών για έργο 2E της αρχικής συνέντευξης με την Bee-Bot

5.2 Η έκφραση της χωρικής αίσθησης των παιδιών κατά την τελική ατομική συνέντευξη

Από τη τελική ατομική «συνέντευξη» (για λεπτομέρειες βλ. 4.4.4) και τα ψηφιακά χωρικά έργα στα οποία συμμετείχαν τα παιδιά, καταφέραμε να αντλήσουμε ενδιαφέροντα στοιχεία που ταυτίζονται με διαπιστώσεις που απορρέουν από τη διεξαγωγή και ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης κατά τις προηγούμενες ημέρες. Η απόληξη του πειράματος με τη μορφή δεκάλεπτων εξατομικευμένων συναντήσεων αποτίμησης με κάθε παιδί, βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στο πλαίσιο οπτικού προγραμματισμού που οι Τσοβόλας και Κόμης (2008) συνοψίζουν στα στάδια α) απόδοσης συμπεριφοράς (ορισμός συμπεριφοράς ψηφιακής-προγραμματιζόμενης οντότητας μέσω λεκτικής δήλωσης, σύνθεσης ψευδο-κώδικα, «παλινδρόμησης» μεταξύ «δοκιμής-λάθους») και β) ταύτισης συμπεριφοράς (παρατήρηση της εκτέλεσης του κώδικα και αναπαράστασης του ποικιλοτρόπως π.χ. λεκτικά ή/και με ένα λογικό διάγραμμα ροής).

Μια από τις κύριες διαπιστώσεις στις οποίες καταλήξαμε και από τις 20 συνομιλίες που διεξήχθησαν είναι ότι αν και τα ίδια τα παιδιά

φάνηκε να διασκεδάζουν εξίσου και με τα 2 εργαλεία (Bee-Bot, NXT) η προτίμηση τους έκλινε κυρίως προς τη χρήση της Bee-Bot γιατί όπως μας ανέφεραν αρκετές φορές, διέθετε κουμπιά, άρα λογικά τους φάνηκε πιο ελκυστικός και πιθανώς πιο κατανοητός στη χρήση ο απτικός τρόπος διεπαφής σε αντίθεση με τον άυλο ψηφιακό «καμβά» του λογισμικού του NXT. Χαρακτηριστικά, η Μελίνα, ένα από τα παιδιά που συμμετείχαν, μας είπε ότι η Bee-Bot της άρεσε περισσότερο κι αυτό γιατί όπως ισχυρίστηκε «προχωρούσε ωραία και έστριβε» εννοώντας προφανώς ότι ήταν πιο προβλέψιμη και με ακρίβεια προγραμματιζόμενη η κίνηση (σταθερό κι ευθύ βήμα), πιο εύκολη στη χρήση με εμφανείς εντολές στα πλήκτρα χειρισμού («είχε κουμπιά και βελάκια πάνω γι' αυτό ήταν πιο ωραία»). Σε δεύτερο χρόνο, σε αρκετές περιστάσεις, τα παιδιά εξέφρασαν θετική άποψη για το NXT γιατί όπως αναφέρει και η Αθηνά, αν και δυσκολότερο, δημιούργησε συνεργατική διάθεση στην ομάδα. Χαρακτηριστικά μας είπε πως με τη Bee-Bot η ομάδα μάλωνε πιο συχνά και αυτό ίσως εξηγείται και από το γεγονός ότι με το NXT οι ρόλοι δράσης ήταν αρκετά διακριτοί ενώ υπήρχαν αρκετά πεδία ευθύνης τα οποία διασφάλιζαν επαρκή και ουσιαστική εμπλοκή όλων των μελών, γεγονός που με τη Bee-Bot δεν ήταν τεχνικά εφικτό (μια επιφάνεια διεπαφής, ένας χειριστής κάθε φορά).

Επιπλέον αυτό που φαίνεται να αναδύεται συχνά είναι η επίγνωση της διαφορετικότητας στο τρόπο προγραμματισμού κάθε φορά με διαφορετικό εργαλείο (Bee-Bot & NXT) αλλά παράλληλα και η αυτοπεποίθηση των ίδιων των παιδιών σε σχέση με τις «ειδικές» γνώσεις που απέκτησαν κατά τη συμμετοχή τους στο διδακτικό πείραμα. Συχνά μας περιγράφουν με ευστοχία την ακριβή διαδικασία προγραμματισμού και δείχνουν να έχουν εμπεδώσει πλήρως τον ενεργό τους ρόλο ως «προγραμματιστών» της κίνησης των ρομπότ και στην ουσία την ευθύνη τους για το εκάστοτε τελικό αποτέλεσμα αναλόγως σεναρίου. Πλέον, φαίνεται να έχουν κατανοήσει την απαραίτητη διαμεσολαβητική αξία του προγραμματισμού μέσω απτής διεπαφής ή/και του υπολογιστή και μας απαντάνε συνήθως με αυτοπεποίθηση. Επιπλέον, μέσα από τις διαδικασίες προγραμματισμού αναδεικνύονται ζητήματα συνεργασίας και αλληλοβοήθειας στο πλαίσιο σχεδίασης και υλοποίησης διαδρομών (*Ε: Μετά από το παιχνίδι με τα ρομποτάκια, πιστεύεις ότι έμαθες κάτι καινούριο που δεν ήξερες; Ν: Εμ, ναι. Ότι χρειαζόμαστε πάντα βοήθεια όταν πρέπει να πάμε κάπου. Και να νομίζουμε ότι μπορούμε, πάντα χρειαζόμαστε βοήθεια.*)

Ενδεικτικά συμπεράσματα για το αν/πως κεφαλαιοποίησαν τα παιδιά την εμπειρία τους από τη συμμετοχή στη διήμερη διδακτική παρέμβαση, μπορέσαμε να αντλήσουμε από τη δεύτερη φάση της ατομικής συνέντευξης κατά την οποία θα έπρεπε να προγραμματίσουν τη κίνηση ψηφιακής οντότητας σε δυο διαφορετικά περιβάλλοντα (πίστες) με αυξανόμενη δυσκολία στο σχεδιασμό της διαδρομής. Σε αυτή τη πρώτη «αποστολή» (βλ. Πίνακα 7), ο Θάνος φαίνεται να διστάζει κυρίως λόγω άγνοιας του περιβάλλοντος. Κατόπιν παρότρυνσής μας και μέσα από προσπάθεια να αντιστοιχίσει τακτικές προγραμματισμού που έμαθε κατά την ενδιάμεση φάση της παρέμβασης, φαίνεται να κατανοεί πώς ακριβώς να χειριστεί το νέο ρομπότ (Lightbot) μέσα από γνώριμες πρακτικές (χρήση εικονοεντολών). Στις πρώτες αυτές κινήσεις στο νέο περιβάλλον, τα περισσότερα παιδιά αν και επιχείρησαν να εξερευνήσουν το νέο

«εργαλείο» (νέα μπλοκ εντολών) και το μη γνώριμο περιβάλλον διεπαφής με σχετικά υψηλό βαθμό αυτονομίας, εντούτοις ζήτησαν επιβεβαίωση από τον ερευνητή προτού κάνουν το οποιοδήποτε βήμα. Σε κάθε περίπτωση τόσο οι στρατηγικές δράσης των παιδιών όσο και εκείνες για παροχή βοήθειας από τη μεριά του ερευνητή, προσέγγιζαν σε αντίστοιχο βαθμό τις πρακτικές που αναπτύχθηκαν κατά τις προηγούμενες ημέρες.

Πίνακας 7. Πειραματισμός στο πλαίσιο χρήσης της εφαρμογής Lightbot

	Διάλογος	Σχόλια
58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73	<p><i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): «Ο στόχος ξέρεις ποιος είναι; Να φτάσεις στο μπλε το κουτάκι και φτάνοντας να ανάψει και μία λάμπα. Νομίζεις ότι μπορείς να το κάνεις αυτό;</i></p> <p><i>Θ: Δε νομίζω</i></p> <p><i>Ε: Για σκέψου υπάρχει κάποιος τρόπος να οδηγήσεις το ρομποτάκι εδώ; Για σκέψου τι έμαθες με τον Τάλω, με τη μελισσούλα πώς να προγραμματίσεις τα ρομποτάκια.»</i></p> <p><i>Θ: Ένα βήμα μπροστά κι άλλο ένα. Δυο βήματα μπροστά.</i></p> <p><i>Ε: Για κάνε μια δοκιμή να δεις αν τρέχει το πρόγραμμα σωστά, με το πράσινο κουμπί.</i></p> <p><i>Ε: Έλα τώρα, εύκολο ήταν! Πάμε σε ένα πιο δύσκολο τώρα</i></p> <p><i>Θ: Αυτό μου αρέσει!!</i></p>	<p><i>(Σε πρώτη φάση του εξηγούμε την «αποστολή» κι εκείνος χωρίς δεύτερη σκέψη, μας περιγράφει τι ακριβώς θα κάνει με βάση τα βήματα που θα πρέπει να εκτελεστούν αλλά το κυριότερο είναι ότι παρά το γεγονός ότι μιλά με σιγουριά, προτιμά να του επιβεβαιώσουμε πρώτα τη σωστή κίνηση κάθε φορά και γι' αυτό προφανώς μας δείχνει τα βήματα πάνω στη πίστα χωρίς να πατήσει τις εντολές.)</i></p> <p><i>(Το πρόγραμμα εκτελείται επιτυχώς)</i></p>

Κατά την εκτέλεση της δεύτερης διαδρομής (βλ. Πίνακα 8) η οποία είναι πιο πολύπλοκη σε σχέση με την εισαγωγική πρώτη αποστολή, τα παιδιά φαίνονται πιο ενθουσιώδη ωστόσο και πάλι χρειάζονται διακριτική ανατροφοδότηση η οποία ακολουθεί το πρότυπο προηγούμενων παρεμβάσεων μας μέσω ερωτήσεων παρότρυνσης και παρακίνησης για σκέψη και/ή επίκληση αναπαραστάσεων. Λόγω άλλης προοπτικής του ρομπότ στο ψηφιακό περιβάλλον, συχνά σφάλουν σε σχέση με την απόδοση σωστής κατεύθυνσης και τότε απαιτείται η διαμεσολάβηση του σώματος και των χεριών για να γίνει κατανοητό το ζήτημα των διαφορετικών σημείων αναφοράς.

Πίνακας 8. Πειραματισμός με τη δεύτερη διαδρομή στο πλαίσιο της εφαρμογής Lightbot

	Διάλογος	Σχόλια
88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98	<p><i>Ν: Ένα βήμα μπροστά και εδώ.</i></p> <p><i>Ε: Ωραία για σκέψου. Μου είπες ένα βήμα μπροστά. Μετά τι πρέπει να κάνει; Να στρίψει;</i></p> <p><i>Ν: Ναι.</i></p> <p><i>Ε: Που να στρίψει αριστερά ή δεξιά;</i></p> <p><i>Ν: Δεξιά.</i></p> <p><i>Ε: Ποιο δείχνει το δεξί σου χέρι;</i></p> <p><i>Ε: Αυτό; Ποιο είναι το δεξί σου χέρι;</i></p> <p><i>Ν: Αυτό</i></p> <p><i>Ε: Με ποιο γράφεις;</i></p> <p><i>Ν: Με αυτό.</i></p>	<p><i>(κάνει νεύμα με το κεφάλι)</i></p> <p><i>(το δείχνει πάνω στο tablet αλλά λανθασμένα)</i></p> <p><i>(δείχνει το αριστερό)</i></p> <p><i>(έχουμε παρατηρήσει πιο πριν ότι είναι δεξιόχειρας)</i></p> <p><i>(σηκώνει σωστά αυτή τη φορά το δεξί)</i></p>

Όταν χρησιμοποιούμε ως διαμεσολαβητικό εργαλείο το σώμα και τα χέρια γίνεται άμεσα κατανοητή η διαφορά και ο Ιωάννης καταλήγει στη σωστή επιλογή. Αυτό που παρατηρούμε είναι ότι αμέσως μετά τη παρότρυνσή μας να σκεφτεί με βάση τον τρόπο με τον οποίο χειριζόταν το NXT και την Bee-Bot, αποδίδει καλύτερα τόσο στην αντίληψη του

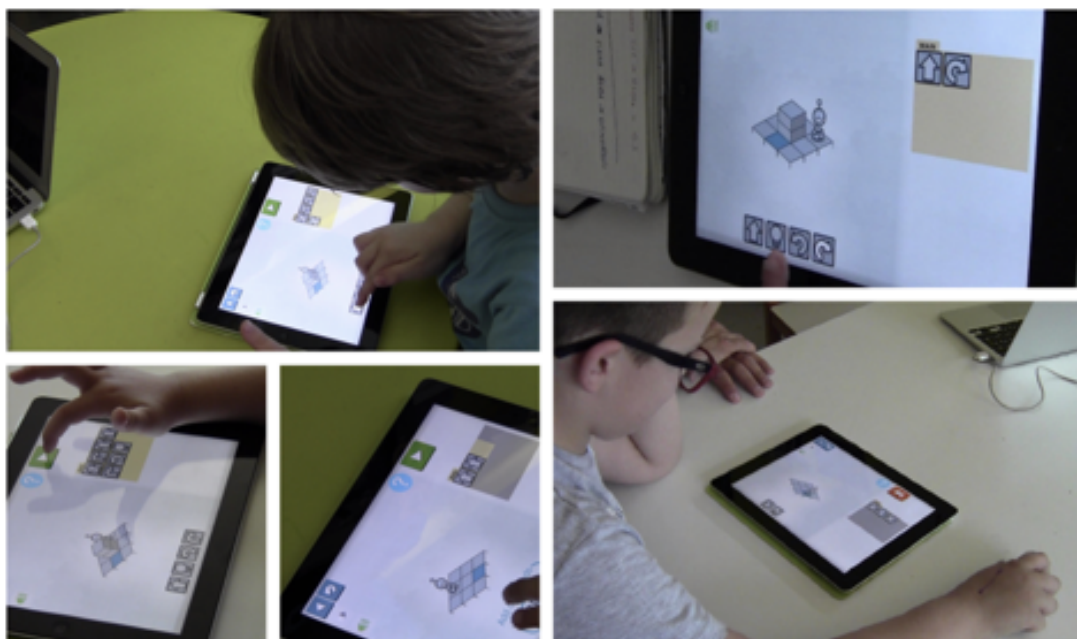
χώρου όσο και στον τρόπο μέτρησης των βημάτων, γεγονός που οδηγεί και στη δημιουργία σωστού προγράμματος. Επίσης τον βοηθά ιδιαίτερα η τακτική που του προτείνουμε να συνθέτει και να εκτελεί το πρόγραμμα σταδιακά ώστε να παρακολουθεί καλύτερα την εξέλιξη της διαδρομής και του εκτελέσιμου με βάση την αλληλοτροφοδοτούμενη διαδικασία δοκιμής-λάθους. Σε παραπάνω από ένα σημεία της διαδικασίας είναι εμφανής η επιρροή του διαφορετικού συστήματος αναφοράς σε σχέση με τη σωστή επιλογή κατεύθυνσης/προγραμματισμού, κάτι που διορθώνεται με διακριτική ανατροφοδότηση από τη μεριά μας (βλ. Πίνακα 8: γραμμές 94-98).

Η Δανάη δείχνει πολύ μεγάλη διάθεση ώστε να σχεδιάσει την κίνηση χωρίς να ζητά ιδιαίτερη βοήθεια από τη μεριά μας, τουλάχιστον στην αρχή και ξεκινά να προγραμματίζει την κίνηση αρχίζοντας με μια λανθασμένη στροφή αριστερά. Δεδομένου ότι πλέον έχει κατανοήσει τη φιλοσοφία και τον τρόπο κίνησης στο περιβάλλον, νιώθει αυτοπεποίθηση να προγραμματίσει άμεσα αλλά σε κάποια αρχική φάση ζητά μόνη της να δοκιμάσει τα 2 αρχικά βήματα –στροφή αριστερά, ένα βήμα ευθεία- που είχε επιλέξει νωρίτερα. Από μόνη της, δίνει την εντύπωση ότι έχει εμπεδώσει τη στρατηγική δοκιμής-λάθους αλλά σε περίπτωση εσφαλμένης επιλογής προτιμά να σβήσει το εκτελέσιμο στο σύνολό του όταν έστω και 1 ή 2 βήματα είναι άστοχα. Δείχνει μια βασική δυσκολία σε σχέση με την χρήση των εντολών «δεξιά-αριστερά», δεδομένης και της διαφοράς οπτικής γωνίας σε σχέση με την προγραμματιζόμενη οντότητα αλλά με λίγη αλλά επίμονη βοήθεια φαίνεται να ξεπερνά σιγά σιγά τον αρχικό προβληματισμό της αν και πάλι ανά τακτά διαστήματα χρειάζεται υπενθύμιση σε σχέση με τις έννοιες «αριστερά-δεξιά». Εντοπίζει από μόνη της το ακριβές σημείο σφάλματος στη διαδικασία αλλά τη δυσκολεύει ιδιαίτερα η διαφορετική προοπτική. Σε κάποια σημεία, είναι απαραίτητη η διαμεσολάβηση του σώματος και των χεριών μας όπως και η αναγκαία περιστροφή του τάμπλετ ώστε να αντιληφθεί καλύτερα τη θέση και την κατεύθυνση στον χώρο. Επιπλέον, δείχνει να μετρά σωστά την απόσταση που πρέπει να διανυθεί και δοκιμάζει τμηματικά το εκτελέσιμο προτού προχωρήσει οριστικά σε επόμενα βήματα αφού έτσι αισθάνεται πιο ασφαλής. Σε συγκεκριμένες περιστάσεις φαίνεται ότι προσπαθεί να σχεδιάσει νοητικά τη διαδρομή όπως και το να μετρήσει σωστά την απόσταση που πρέπει να διανυθεί (μέσω των πλακιδίων του περιβάλλοντος και αντιπαραβολής με τα μπλοκ εικονοεντολών) και προτού αρχίσει καν να «προγραμματίζει» δείχνει να σκέφτεται και να προβληματίζεται σε σχέση με την όλη διαδικασία.

Ο Νικόλας αφού συνθέσει το εκτελέσιμο, σε κάποια στιγμή του έργου της συνέντευξης, διαπιστώνει ότι έχει συμπεριλάβει μια λάθος κίνηση και βιάζεται να διορθώσει το σφάλμα. Ακολουθεί μια διαδικασία δοκιμής-λάθους μέχρι την επίτευξη του τελικού στόχου. Το θετικό αποτέλεσμα είναι ότι παρά τις λανθασμένες επιλογές, ο Νικόλας μέσα από τη στρατηγική αποσφαλμάτωσης έχει αναπτύξει τη δεξιότητα του να εντοπίζει το προβληματικό σημείο του προγράμματος σε συνδυασμό με το ορατό αποτέλεσμα κατά τη διαδρομή όπως επίσης και ότι χρειάζεται ελάχιστη βοήθεια ώστε να αντιληφθεί σε ένα μόνο σημείο τη διαφορετική οπτική γωνία κίνησης του ρομπότ. Από άποψη χωρικής συμπεριφοράς φαίνεται να έχει αποκομίσει σημαντικά στοιχεία όπως τη μέτρηση

απόστασης με διαφορετικά/άτυπα μέσα, την αίσθηση του χώρου και της κατεύθυνσης και μια σχετικά καλή σχέση με χωρικό λεξιλόγιο.

Είναι φανερό ότι κατά τη διαδικασία αυτή, τα περισσότερα παιδιά προσπαθούν να επιβεβαιώσουν τις υποθέσεις που κάνουν και να εξοικειωθούν με το νέο περιβάλλον και γι' αυτό όταν η συζήτηση έχει ωριμάσει, δέχονται την ανάλογη παρακίνηση ώστε να δοκιμάσουν τις υποθέσεις τους στη πράξη. Σημαντικό είναι ότι τις περισσότερες φορές έχει προηγηθεί από τα ίδια, η διόρθωση/αντικατάσταση ενός λανθασμένου βήματος χωρίς να σβήσουν ολόκληρο το εκτελέσιμο και να το φτιάξουν από την αρχή (όπως συνέβη σε αρκετές περιπτώσεις). Συχνά συνηθίζουν να παρεμβαίνουν μόνο στο προβληματικό σημείο, γεγονός που μας οδηγεί στη διαπίστωση ότι οι διαδικασίες αποσφαλμάτωσης είναι πιο στοχευμένες όταν υποστηρίζονται από πλήρη οπτικοποίηση κι αναπαράσταση της σκέψης. Επίσης φαίνεται να επιβεβαιώνεται η διαπίστωση που αναφέραμε νωρίτερα (Fessakis et al., 2013) και η οποία αφορά τις στρατηγικές που φαίνεται να προτιμούν τα παιδιά που εμπλέκονται σε σενάρια προγραμματισμού. Λιγότερο συχνή η στρατηγική προ-σχεδιασμού (αυτοπεποίθηση και προσήλωση σε συγκεκριμένα βήματα και ενέργειες, χωρίς επιρροή από τα σχόλια και την ανατροφοδότηση των γύρω τους) και πιο πιθανή η εφαρμογή στρατηγικής «δοκιμής και λάθους» (διαδικασία που στερείται ξεκάθαρης μορφής σχεδιασμού αλλά διακρίνεται από «βήμα προς βήμα» επιλογή των εντολών με γνώμονα τη βραχυπρόθεσμη επάρκεια και τμηματική επιτυχία και σε περίπτωση αστοχίας έπεται απόπειρα εντοπισμού του σφάλματος). Είναι βέβαια δυσκολότερο στο πλαίσιο εφαρμογής πρακτικών «δοκιμής και λάθους» να είμαστε βέβαιοι σχετικά με το ποια παιδιά όντως μελετούν και προσχεδιάζουν τα βήματα και τις προτεινόμενες λύσεις, ωστόσο, μέσω προσεκτικής παρατήρησης της συμπεριφοράς τους απέναντι σε τέτοιες συνθήκες, είναι εφικτό να ανιχνεύσουμε και στρατηγικές προσχεδιασμού.



Εικόνα 28. Χωρικά έργα κατά τη διάρκεια της τελικής ατομικής συνέντευξης

5.3 Ανιχνεύοντας τη χωρική σκέψη των παιδιών

Εκτός από τα ποιοτικά δεδομένα που παρατέθηκαν συμπερασματικά μέχρι τώρα, είναι χρήσιμο υποστηρικτικά να ανατρέξουμε και σε ορισμένα ποσοτικά που προκύπτουν από την επεξεργασία και τον συνδυασμό των αποτελεσμάτων αξιολόγησης των δύο ατομικών συνεντεύξεων. Τόσο τα έργα της αρχικής όσο και της τελικής συνέντευξης, στόχευαν στην ανίχνευση της εκ των προτέρων ύπαρξης όσο και της εξέλιξης ή ανάπτυξης συγκεκριμένων χωρικών δεξιοτήτων (βλέπε 4.4.2 & 4.4.4). Είναι επόμενο ότι με την εκτίμηση της αλλαγής στη χωρική σκέψη των παιδιών, αφενός επιδιώξαμε μια ενδεικτική καταγραφή της οποιασδήποτε εξέλιξης με όλα τα επιμέρους στοιχεία που την απαρτίζουν, αφετέρου θέλαμε να δούμε ποια και πόσα παιδιά πραγματικά έδειξαν να επηρεάζονται θετικά από την εμπλοκή τους στην διδακτική παρέμβαση που μεσολάβησε.

Συνοπτικά αυτές οι μεταβολές καταγράφονται στον Πίνακα 9 με τη μορφή σύγκρισης του μέσου όρου αποτίμησης μεταξύ αρχικής και τελικής ατομικής συνέντευξης με το κάθε παιδί ξεχωριστά. Τα ποσοτικά στοιχεία που παραθέτουμε, προέκυψαν από τον μέσο όρο του αθροίσματος των επιδόσεων των παιδιών στα έργα της κάθε συνέντευξη ξεχωριστά, με συνεπακόλουθη αναγωγή σε κλίμακα επί τοις εκατό (%) βάσει των κλιμάκων αξιολόγησης πέντε βαθμίδων που περιγράφονται αναλυτικά νωρίτερα (βλέπε 4.4.2 & 4.4.4) και αφορούν επί μέρους χωρικές έννοιες και δεξιότητες. Σε σύνολο 20 παιδιών που συμμετείχαν πλήρως σε όλες τις φάσεις της έρευνας (βλ. Πίνακα 9), για τα 6 καταγράφηκε αξιοσημείωτη βελτίωση στους τομείς χωρικής γνώσης, σκέψης και συμπεριφοράς όπως τους προκαθορίσαμε από την αρχή της διαδικασίας σχεδίασης της παρέμβασης, των έργων και της διατύπωσης των ερευνητικών μας ερωτημάτων και υποθέσεων.

Πίνακας 9. Αλλαγές στη χωρική σκέψη των παιδιών κατά τα έργα των συνεντεύξεων

Παιδί	Σύνολο 1ης συνέντευξης (μ.ο)	Σύνολο 2ης συνέντευξης (μ.ο)
Θάνος	75,8%	72,6%
Αθηνά	68,9%	91,4%
Γιώργος	60,3%	91,1%
Δανάη	61,5%	75,3%
Παρασκευή	57,8%	68,5%
Θέμις	72,1%	75,7%
Νικόλας 1	69,3%	81,4%
Θοδωρής	78,8%	85,7%
Χριστίνα	61,9%	68,6%
Νεκταρία	57,6%	71,5%
Νεφέλη	76,5%	90%
Μόδεστος	56,5%	78,6%
Κέβιν	58,8%	85,7%
Μελίνα	60,7%	70%
Νικόλας 2	68,4%	88,5%
Θωμάς	66,9%	70,5%
Ιωάννης	66,9%	78,6%
Ελένη	79,4%	91,4%
Θεοδώρα	65,7%	94,3%
Αλεξία	53,3%	88,6%

Μέσω της ευρύτερης ανάλυσης κι ερμηνείας των επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης που προηγήθηκε, εντοπίζονται ψήγματα ανάπτυξης εμπειριών σε σχέση με την αναγνώριση και χρήση τοπολογικών εννοιών και προβολικών σχέσεων με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος. Ωστόσο θεωρούμε σκόπιμο να προβούμε σε περαιτέρω τεκμηρίωση της διαπίστωσης αυτής μέσα από μια σύγκριση των μετρήσιμων δεδομένων που προέκυψαν από τα ατομικά έργα των παιδιών που επέδειξαν μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με τις προαναφερθείσες έννοιες και διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα, με βάση τα καταγεγραμμένα αποτελέσματα και το γεγονός ότι η μέση μετρήσιμη βελτίωση κυμαίνεται μεταξύ 4-14% κατόπιν σύγκρισης των επιδόσεων στα διάφορα αρχικά και τελικά έργα, τα παιδιά που φάνηκε να βελτιώνουν σημαντικά τη χωρική συμπεριφορά και σκέψη τους σύμφωνα με τα επιμέρους κριτήρια που θέσαμε εξ αρχής, ήταν η Αθηνά (κατά 22,5%), ο Γιώργος (κατά 30,8%), ο Κέβιν (κατά 26,9%), η Θοδώρα (κατά 28,6%), η Αλεξία (κατά 35,3%) και σε μικρότερο αλλά επίσης σημαντικό βαθμό ο Μόδεστος ως προνήπιο (κατά 22,1%).

Ενδεικτικά αναφέρουμε:

- Η Αθηνά στον τομέα της αναγνώρισης θέσεων και τοπολογικών εννοιών σημείωσε μια βελτίωση της τάξης του 34% (από το 60% στο 94%), στη χρήση της χωρικής ορολογίας έμεινε στάσιμη ενώ και στην αντίληψη προβολικών σχέσεων με διαφορετικά σημεία αναφοράς απέδωσε σημαντικά καλύτερα (100% έναντι 60%). Επιπλέον, στο ζήτημα της κατανόησης τοπολογικών όρων (δεξιά-αριστερά) που καταγράφηκε στα έργα της τελικής συνέντευξης, η Αθηνά σημειώνει την υψηλότερη δυνατή επίδοση (100%).
- Ο Γιώργος είχε την πλέον εντυπωσιακή βελτίωση αφού από το 58% στην αναγνώριση θέσεων στο χώρο έφτασε στα τελευταία έργα στο 92%, έμεινε και αυτός στάσιμος στο ζήτημα χρήσης χωρικής ορολογίας ενώ σημείωσε εντυπωσιακή βελτίωση στο θέμα αντίληψης του χώρου από διαφορετικές οπτικές γωνίες θέασης (40% σε 100%). Επίσης, το επίπεδο κατανόησης χωρικών όρων που συνεπάγεται πληρέστερη επικοινωνία και δράση στο χώρο, καταγράφεται σε απόλυτα επίπεδα (100%) κατά τη διάρκεια των έργων αξιολόγησης.
- Ο Κέβιν ήταν ένα ακόμα από τα παιδιά που κατέγραψαν αλλαγές χωρικής σκέψης και συμπεριφοράς στα έργα της τελικής συνέντευξης αφού ενώ η απόδοσή του ήταν υψηλά σταθερή σε ζητήματα χρήσης χωρικής ορολογίας αλλά και προβολικών σχέσεων με διαφορετικά σημεία αναφοράς, στο θέμα της αναγνώρισης θέσεων στο χώρο η επίδοσή του διπλασιάστηκε (από 48% στα 98%). Κατά τ' άλλα φαίνεται από την αλληλεπίδραση μαζί του στα έργα της τελικής συνέντευξης ότι κατανοεί χωρική ορολογία σε πολύ υψηλό επίπεδο (80%).

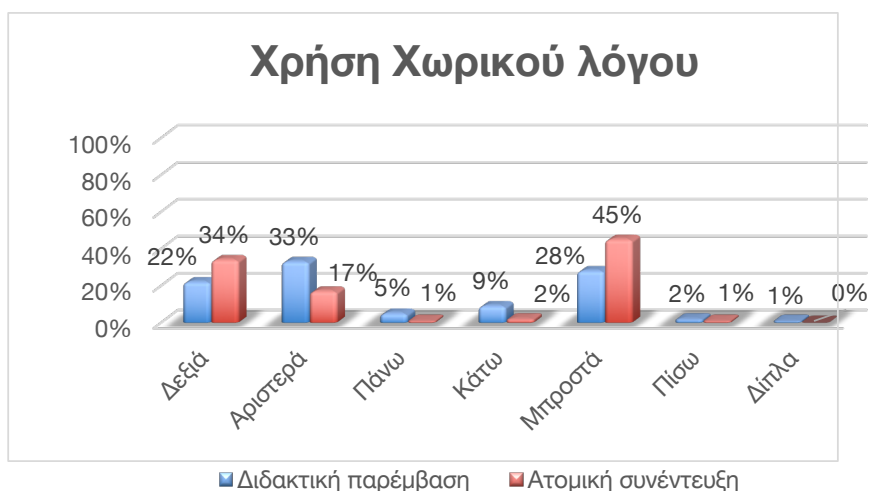
- Περίπτωση ακριβώς ανάλογη με του Κέβιν είναι και αυτή της Θοδώρας η οποία εκτός των άλλων στα έργα της τελικής συνέντευξης αναγνώρισε και απέδωσε περιγραφικά με πολύ μεγαλύτερη ευκολία θέσεις και σχέσεις το χώρο (από 72% σε 100%).
- Η Αλεξία από την άλλη, αν και σταθερά καλή στο πεδίο χρήσης χωρικής ορολογίας (96% και 100% και στις δυο συνεντεύξεις), κατέγραψε σημαντικότερη βελτίωση σε ό,τι αφορά την επιτυχή αναγνώριση θέσεων στο περιβάλλον και στο χώρο αφού από το 44% των έργων της αρχικής συνέντευξης, στα έργα της τελικής έφτασε σχεδόν σε απόλυτο βαθμό (98%) ενώ και στα ζητήματα αντίληψης αλλοκεντρικών σημείων αναφοράς βελτίωσε την επίδοσή της σημαντικά αφού τη διπλασίασε (40% και 80% αντίστοιχα).
- Από την αρχή της έρευνας μας, είχαμε την ενημέρωση από την υπεύθυνη νηπιαγωγό ότι ο Μόδεστος ως προνήπιο ενδεχομένως να αντιμετωπίζει σχετικές δυσκολίες τόσο με ζητήματα χρήσης υπολογιστή, προγραμματισμού αλλά και επαρκούς κατανόησης εννοιών και διαδικασιών χώρου ωστόσο αυτό φάνηκε να μην επαληθεύεται σε μεγάλο βαθμό. Δεδομένου ότι ο Μόδεστος υπήρξε ένα από τα παιδιά που σημείωσαν τον υψηλότερο βαθμό συνολικής βελτίωσης στην πλειοψηφία των χωρικών ζητημάτων της έρευνας, έχει σημασία να αναφερθούμε επίσης στο γεγονός ότι ως προς τα κριτήρια επαλήθευσης των ερευνητικών μας υποθέσεων, σημείωσε σημαντική εξέλιξη στον τομέα αναγνώρισης και απόδοσης θέσεων στο χώρο (48% σε 82%) αλλά και σε εκείνον της κατανόησης προβολικών σχέσεων εκτός εγωκεντρικής αντίληψης (60% σε 80%). Εντυπωσιάζει το γεγονός ότι η καταγεγραμμένη επίδοσή του στα έργα της συνέντευξης αξιολόγησης καταδεικνύει άριστη κατανόηση χωρικής ορολογίας (100%).

Θα πρέπει ωστόσο να σημειωθεί πως ειδικά στο πεδίο που αφορά παρατήρηση βελτίωσης της σκέψης σε σχέση με ζητήματα αναγνώρισης και απόδοσης των θέσεων στο χώρο, είναι χαρακτηριστικό ότι όλα τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα φάνηκε να επηρεάζονται θετικά από την εμπλοκή τους στις δραστηριότητες του διήμερου διδακτικού πειράματος με τη Bee-Bot και το NXT. Επιπλέον, οι αποκλίσεις στην επίδοση τους μεταξύ των δυο ατομικών συνεντεύξεων, κυμαίνονται από το επίπεδο ελάχιστης βελτίωσης μέχρι ακόμα και διπλασιασμό των καταγεγραμμένων ποσοστών τους, γεγονός που μαρτυρά εξέλιξη. Να συμπληρώσουμε ότι αυτό το στοιχείο αφορά και τα 14 παιδιά που υπολείπονται χωρίς κανένα να έχει σημειώσει αρνητική εξέλιξη.

Ως προς την επαρκή ή όχι χρήση χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού) και την εκδήλωση σύνθετων χωρικών συλλογισμών και χωρικών λειτουργιών των παιδιών, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ένα μέρος των στοιχείων που παραθέσαμε προηγουμένως λειτουργούν ενισχυτικά και σε αυτή τη περίπτωση. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί ότι

όσον αφορά τη συσχέτιση χρήσης χωρικού κώδικα και κίνησης, κατά τα έργα της τελικής συνέντευξης, ιδιαίτερη βαρύτητα είχε ο ίδιος ο συμβολικός κώδικας ο οποίος αποτελούσε και το αποκλειστικό διαμεσολαβητικό εργαλείο μεταξύ του παιδιού και της ψηφιακής οντότητας του λογισμικού, γεγονός που ενισχύει ενδεχομένως την αξία των αποτελεσμάτων της τελικής αξιολόγησης. Είναι γεγονός ότι και στον τομέα της επαρκούς χρήσης χωρικού συμβολικού κώδικα, τα παιδιά που ξεχώρισαν για την γενικότερα βελτιωμένη χωρική συμπεριφορά τους, είχαν ούτως ή άλλως υψηλές επιδόσεις. Ενδεικτικά, η Αθηνά βελτιώθηκε ελαφρώς (από 70% σε 80%), ο Γιώργος κατέγραψε αξιοσημείωτη αλλαγή (από 50% σε 100%) όπως και ο Κέβιν, η Θοδώρα, η Αλεξία και ο Μόδεστος (από 50% σε 80%).

Γενικεύοντας τον παραπάνω συλλογισμό και κατόπιν της «πανοραμικής» άποψης που μας προσφέρει η αποτίμηση μιας συσχέτισης μεταξύ των δύο συνεντεύξεων, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι τα περισσότερα παιδιά, ενώ στη πορεία έδειξαν να εξοικειώνονται με έννοιες και διαδικασίες χώρου ενδεχομένως άγνωστες ή ασαφείς πριν από τη συμμετοχή τους στο διδακτικό πείραμα, εντούτοις η προσέγγισή τους βασιζόταν περισσότερο στη χρήση του σώματος, στη δεικτική στρατηγική καθώς και σε πρακτικές έμμεσης περιγραφής χωρίς πλούσιο χωρικό λεξιλόγιο. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση αυτούσιου χωρικού λόγου και λεξιλογίου από τη μεριά των παιδιών κατά τη διάρκεια όλου της διδακτικής παρέμβασης περιορίστηκε σε μόλις 92 περιπτώσεις ενώ άλλες τόσες ακριβώς καταγράφηκαν και στο περιεχόμενο της τελικής ατομικής συνέντευξης με τα παιδιά και όλες αφορούσαν αποκλειστικά τις ακόλουθες λέξεις: δεξιά, αριστερά, πάνω, κάτω, μπροστά, πίσω, δίπλα (βλ. Γράφημα 3). Η πλειοψηφία των όρων σχετιζόταν με τις έννοιες «αριστερά-δεξιά» και «μπροστά» (ευθεία), γεγονός που δικαιολογείται απόλυτα από το γεγονός ότι ο προγραμματισμός της κίνησης της Bee-Bot αλλά και του NXT νωρίτερα, επί της ουσίας μπορούσε να βασιστεί αποκλειστικά και μόνο στις 3 βασικές κατευθύνσεις. Συνεπώς, η ανάγκη για λεκτική περιγραφή, αν και αυξημένη σε σχέση με το πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, ήταν σχετικά περιορισμένη και η εξοικείωση των παιδιών στοχευμένη σε συγκεκριμένο χωρικό λεξιλόγιο.



Γράφημα 3. Χρήση αυτούσιας χωρικής ορολογίας από τα παιδιά

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι και οι δυο ατομικές συνεντεύξεις που πραγματοποιήσαμε με τα παιδιά, αρχική και τελική, εξελίχθηκαν στη βάση της διερευνητικής συζήτησης σε συνδυασμό με έργα τα οποία δεν απαιτούσαν περιοριστική απόκριση κλειστού τύπου. Το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να «ξεδιπλώσουμε» την αβίαστη έκφραση της χωρικής σκέψης των παιδιών, να ανιχνεύσουμε τυχόν βελτίωση μετά την εμπλοκή τους σε δραστηριότητες ΕΡ και να αναστοχαστούμε σε σχέση με την επίδραση που τυχόν είχε η ενδιάμεση διδακτική παρέμβαση. Αυτό που μπορούμε να καταθέσουμε είναι ότι αρχικά, ιδιαίτερη δυσκολία των παιδιών σε ζητήματα περιγραφής θέσης, εντοπίστηκε σε σχέση με την κατανόηση και χρήση εννοιών κατεύθυνσης, με σαφή δυσκολία στη χρήση των εννοιών «αριστερά-δεξιά» παρά τη διακριτική βοήθεια και ανατροφοδότηση που παρείχαμε. Επιπλέον, ακόμα πιο χαρακτηριστικό είναι ότι στην πλειοψηφία των αρχικών συνεντεύξεων, τα παιδιά δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα ως προς την κατανόηση και περιγραφή θέσης αντικειμένων σε σχέση με διαφορετικό σημείο αναφοράς και προοπτικής και συχνά κατέφυγαν σε ιδιοσυγκρασιακή προσέγγιση χωρίς επαρκείς εξηγήσεις.

Στη φάση της τελικής συνέντευξης, διαφάνηκε ότι μάλλον η διδακτική παρέμβαση, βοήθησε τα παιδιά να αντιληφθούν άμεσα ή έστω με ελάχιστη υποστήριξη από ενήλικο άτομο, τρόπους αξιοποίησης των προσφερόμενων δυνατοτήτων εργαλείων του περιβάλλοντος για την επίλυση προβλήματος. Παράλληλα, βοηθήθηκαν στο να κάνουν αυθόρμητη «προβολή» πρακτικών και εργαλείων που χρησιμοποίησαν νωρίτερα, σε νέες περιστάσεις και για νέες χρήσεις, αξιοποιώντας αφαιρετικά την πρότερη εμπειρία και γνώση τους. Σε σχέση με τις αποκλειστικά χωρικές έννοιες και δεξιότητες, παρατηρήθηκε ότι, αν και τα παιδιά φαίνονταν πιο «σίγουρα» σε σχέση με τις επιλογές τους στα χωρικά έργα που τους παρουσιάσαμε, ωστόσο και πάλι χρειάζονταν διακριτική ανατροφοδότηση. Κύρια δυσκολία εξακολουθούσε να είναι η εσφαλμένη αντίληψη του αλλοκεντρικού σημείου αναφοράς και η απόδοση του εκάστοτε ορθού προσανατολισμού σε περίπτωση που οι εντολές κίνησης δίνονταν από διαφορετική προοπτική θέασης και τότε ήταν απαραίτητη η διαμεσολάβηση του σώματος και ειδικότερα των χεριών μέσα από συγκεκριμένες ημερομηνίες για να γίνει κατανοητό το ζήτημα των διαφορετικών σημείων αναφοράς.

Σε σχέση με την παραπάνω δυσκολία, θεωρούμε πως αναδύεται μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές της διδακτικής παρέμβασης και του παιχνιδιού με τη Bee-Bot και το NXT: τα παιδιά αντιλαμβανόμενα το πρόβλημα, ανατρέχουν στο σώμα τους το οποίο χρησιμοποιούν ως διαμεσολαβητικό εργαλείο για να κατανοήσουν καλύτερα τον χώρο και να οδηγηθούν στον ορισμό ορθής κίνησης. Επιπλέον, ακόμα ένα θετικό στοιχείο που «κληροδότησε» στα παιδιά η εμπλοκή τους στα σενάρια της παρέμβασης, είναι η ύπαρξη μιας σειράς βιωματικών πρακτικών και στρατηγικών στις οποίες ανατρέχουν για την αντιμετώπιση νέων προβλημάτων σε άλλο περιβάλλον πλέον. Χαρακτηριστικά, στο βασικό έργο της τελικής συνέντευξης (προγραμματισμός κίνησης στο περιβάλλον του παιχνιδιού Lightbot), η συχνή παρότρυνσή μας ώστε να σκεφτούν με βάση τον τρόπο με τον οποίο χειρίζονταν νωρίτερα το NXT και την Bee-Bot, αποδίδει καλύτερα τόσο στην αντίληψη του χώρου όσο

και στον τρόπο μέτρησης των βημάτων, γεγονός που οδηγεί και στη σύνθεση ορθού κώδικα για τον προγραμματισμό του ρομπότ. Επιπλέον, σε συνέχεια των παραπάνω, παρατηρούμε μια σαφή τάση των παιδιών για αξιοποίηση της στρατηγικής δοκιμής-λάθους ως πρακτική επίλυσης προβλημάτων κατά το πρότυπο της διαδικασίας «αποσφαλμάτωσης» που εφαρμόστηκε στα σενάρια προγραμματισμού της διδακτικής παρέμβασης.

Στο πλαίσιο μίας συνολικής αποτίμησης, θα μπορούσε να τονιστεί ότι εντοπίσαμε στα παιδιά σημαντικά σημεία εξέλιξης στο πεδίο της αναγνώρισης και χρήσης τοπολογικών εννοιών και προβολικών σχέσεων με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος χωρίς ωστόσο να εξαλειφθούν πλήρως οι αναμενόμενες -λόγω ηλικίας- δυσκολίες. Με βάση τα καταγεγραμμένα αποτελέσματα και το γεγονός ότι η μέση μετρήσιμη βελτίωση των παιδιών κυμάνθηκε από ελάχιστα ως ικανοποιητικά (μεταξύ 4-14% κατόπιν σύγκρισης των επιδόσεων στα διάφορα αρχικά και τελικά έργα). Αυτό που κυρίως όμως αναδεικνύεται από την ποιοτική προσέγγιση της έρευνας (και δεν μπορεί να ενταχθεί σε αυστηρά ποσοτικά δεδομένα) είναι η εξέλιξη των παιδιών σε ζητήματα στρατηγικών δράσης στο πλαίσιο της πρακτικής επιμέρους έργων. Το γεγονός αυτό θεωρούμε πως οφείλεται στον ευρύτερο σχεδιασμό του (δυναμικού) πλαισίου του διδακτικού πειράματος το οποίο συνίσταται στην επιλογή κατάλληλων εργαλείων ΕΡ και στις παρεχόμενες δυνατότητες για ανάδειξη νέων διαμεσολαβητικών μέσων αλλά και στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και τις συνεργατικές πρακτικές που ευνοήσαμε κι ενθαρρύνσαμε από τη μεριά μας και που περιγράφονται με λεπτομέρεια στο επόμενο κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Υποστηρίζοντας την ανάπτυξη χωρικής σκέψης μέσω Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: εστίαση στο δυναμικό πλαίσιο

Οι Barnes & Todd (1978, 1995) υπήρξαν μεταξύ των πρώτων που ασχολήθηκαν με την αναλυτική καταγραφή κι ερμηνεία επεισοδίων συνεργατικής μάθησης στο πλαίσιο της τάξης και συγκεκριμένα του τρόπου με τον οποίο τα παιδιά αλληλεπιδρούν προφορικά ενώ ασχολούνται με την επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων. Τα ευρήματά τους υποστηρίζουν την αντίληψη ότι τα παιδιά είναι περισσότερο πιθανό να συμμετάσχουν σε ανοιχτή, μακρά συζήτηση και επιχειρηματολογία με τους συνομηλίκους τους κι αυτή η αλληλεπίδραση προσφέρει τη δυνατότητα να αποκτήσουν ένα βιωματικά και αυτόνομα δομημένο «γνωσιακό φορτίο». Παραπλήσια είναι και τα συμπεράσματα άλλων ερευνητών (Mercer, 2000 · Mercer et al., 2003 · Wegerif & Mercer, 1997 · Mercer & Littleton, 2007) οι οποίοι διερευνούν τους τρόπους με τους οποίους τα παιδιά χρησιμοποιούν την ομιλία ως εργαλείο που προωθεί την από κοινού συνεργατική σκέψη, επομένως, αναγνωρίζοντας συνολικά την ομάδα ως μονάδα ανάλυσης και όχι μόνο το άτομο. Ανάλογες πρακτικές μπορούν να βρεθούν στη δουλειά των Lyle (1993, 1996), Gee & Green (1998), Wells (2000). Επιπλέον, βασική επιρροή για τη σχεδίαση του διδακτικού πειράματος της έρευνας μας, είναι η δουλειά των Kumrulinen & Wray (2002) αλλά και της Rogoff (1998) οι οποίες κατά βάση εστιάζουν σε διακριτά αλλά παράλληλα πεδία ανάλυσης των δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της τάξης με έμφαση στη σκέψη των παιδιών ως διαδικασία ενσωματωμένη σε πλαίσια, που παράλληλα συνδέεται με διαδοχικούς κοινωνιογνωστικούς μετασχηματισμούς του δρόντος ατόμου, συνεργασίες, σημεία και πολιτισμικά εργαλεία.

Το ιδακτικό πείραμα τόσο από την άποψη του αρχικού σχεδιασμού όσο και κατά την εξέλιξή του, βασίζεται στην αρχή ότι η επικοινωνία, υπό ευρύτερο πρίσμα, συντελείται μέσω διαμοιρασμού και ανταλλαγής πληροφορίας και πράξης. Στην περίπτωση της τάξης, αφορά ενδεχομένως, ζητήματα γνώσεων, εννοιών, διαδικασιών, εμπειριών, συναισθημάτων υπό την έννοια ότι όλα τα παραπάνω μπορούν να οπτικοποιηθούν, να αποκτήσουν απτική ιδιότητα και στη συνέχεια να διαμοιραστούν και να υποβληθούν σε διαδικασίες διαπραγμάτευσης, συζήτησης και συνεπώς να αλλάξουν ανάλογα. Οι Sfard (2001) και Sfard & Kieran (2001) συμφωνούν δίνοντας μια ερμηνεία των διαδικασιών επικοινωνίας σε μια (μαθηματική) τάξη. Αφετηρία τους η διαπίστωση ότι η από κοινού δόμηση και ανταλλαγή (μαθηματικής) πληροφορίας είναι αυτή που συντελεί στην επικοινωνία οπότε αυτομάτως συνυφαίνεται με τη δόμηση νέας γνώσης και βασίζεται στη χρήση ενός ευρύτατου υποστηρικτικού οικοσυστήματος εργαλείων αλλά και αναδυόμενων κοινωνικών πρακτικών και αλληλεπιδράσεων των συμμετεχόντων. Στα στοιχεία αυτά αναφερόμαστε αναλυτικά στη συνέχεια του παρόντος κεφαλαίου.

Επιπλέον, συνδυαστικά με τα εργαλεία και τα υλικά, ως φυσική απόρροια της χρήσης τους, μας ενδιαφέρουν οι διεργασίες και οι πρακτικές που αναδύονται στο ομαδοσυνεργατικό πεδίο. Τις θεωρούμε

βασικά στοιχεία του διδακτικού πειράματος και κυρίως της διήμερης παρέμβασης και του παιχνιδιού των παιδιών με τα ρομπότ, συνεπώς επιχειρήσαμε να τις καταγράψουμε και να τις ερμηνεύσουμε υπό το πρίσμα του Δυναμικού Πλαισίου. Είναι προφανές ότι η τυπολογία των λεκτικών (και μη) αλληλεπιδράσεων που αναπτύσσονται στο πλαίσιο της ομάδας, μπορεί να εκδηλώνεται σε διαφορετικά επίπεδα και να αφορά είτε πρακτικές του ατόμου απέναντι σε εργαλεία, χωρικές έννοιες και διαδικασίες, είτε σχέσεις μεταξύ μελών της ομάδας (παιδιά-παιδιά, παιδιά-εκπαιδευτής). Οι σχέσεις αυτές ιδωμένες εν εξελίξει μπορεί να αφορούν μοτίβα συνεργατικότητας, ετερορρυθμισμού, κυριαρχίας, επιβολής, ατομικής πρωτοβουλίας και δράσης εντός της ομάδας και μας ενδιαφέρουν σε μεγάλο βαθμό καθώς θεωρούμε ότι τροφοδοτούνται από τις ιδιαίτερες συνθήκες του διδακτικού πειράματος αλλά ταυτόχρονα επηρεάζουν και ρυθμίζουν σε σημαντικό βαθμό με τη σειρά τους τις γνωστικές διεργασίες και λειτουργίες εντός αυτού. Επιπλέον, ενδέχεται να σχετίζονται «μονοδιάστατα» με την τυπολογία των παρεμβατικών πρακτικών (με οποιονδήποτε τρόπο) του ενήλικου και πιο συγκεκριμένα του ερευνητή/εμπψυχωτή προς τα παιδιά. Θεωρούμε ότι η συμπεριφορά του εκπαιδευτή, εκτός του ότι έχει ούτως ή άλλως εγγενή διαμεσολαβητική αξία στο πλαίσιο ευρύτερων διδακτικών παρεμβάσεων, έχει ιδιαίτερη σημασία για τη διδακτική παρέμβαση μας δεδομένου ότι υποστηρίζει τη δράση των παιδιών σε δύο διακριτά γνωστικά πεδία: το ένα αφορά αμιγώς τις στρατηγικές κατανόησης του χώρου και το άλλο σχετίζεται με την αλγοριθμική πρακτική που απαιτείται για τον χειρισμό εργαλείων που τα παιδιά γνωρίζουν για πρώτη φορά και ίσως φαίνονται περίπλοκα στη χρήση.

6.1 Χρήση κι (εφ)εύρεση εργαλείων

Ξεκινώντας την αναφορά μας από τα διάφορα υλικά κι εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε με τα παιδιά, μπορούμε να πούμε ότι η συνεχής, εξελισσόμενη παροχή και εν δυνάμει δημιουργία αυτοσχέδιων εργαλείων και ποικιλίας αναπαραστάσεων του χώρου, ήταν μία ακόμα βασική υποστηρικτική δομή του πειράματος και σαφής συνιστώσα του ευρύτερου Δυναμικού Πλαισίου. Εξάλλου, οι αναπαραστάσεις (λεκτικές, συμβολικές, γραφικές κλπ.) θεωρούνται υψηλής αξίας για την γνωστική ανάπτυξη καθώς και βασικό επικοινωνιακό εργαλείο στη μαθηματική δραστηριότητα. Αφενός αναφερόμαστε σε αναπαραστάσεις που μπορεί να έχει προσχεδιάσει και προγραμματίσει εκ των προτέρων να χρησιμοποιήσει ο εκάστοτε εκπαιδευτικός (γραφικά ή νοητικά εργαλεία, φυσικά αντικείμενα κ.α.) ώστε να επικοινωνήσει στη τάξη συγκεκριμένες μαθηματικές έννοιες και διαδικασίες. Αφετέρου και τα ίδια τα παιδιά μπορούν να επινοήσουν τις δικές τους ή να κωδικοποιήσουν/μεταφράσουν τα δεδομένα που προκύπτουν από τις εξωτερικές αναπαραστάσεις και καταδεικνύουν τη νοητική και γνωστική τους εξέλιξη (Carruthers, 2003).

Για τις Bussi (1996) και Chronaki (1998), εργαλεία μπορούν να «εντοπιστούν» ευρύτερα σε φωτογραφίες, μεθόδους σχεδιασμού και ζωγραφικής όπως χρησιμοποιούνται από αρχιτέκτονες και καλλιτέχνες

και μπορούν να εμφανιστούν με «αναβαπτισμένο» ρόλο και άλλη σκοπιμότητα στη τάξη εξυπηρετώντας τη παρατήρηση και τη σκέψη των παιδιών. Αυτό φαίνεται να επιβεβαιώνεται και από την άποψη του Wertsch (Wertsch, 1991, 1998, Wertsch & Kazak, 2007) σε σχέση με τα εργαλεία τα οποία εκτός από τους περιορισμούς που μπορούν να έχουν, οδηγούν σε μοναδικές προσφερόμενες δυνατότητες (affordances) και η χρήση τους συχνά οδηγεί το άτομο να εκφράσει ασυνείδητα περισσότερα από όσα νομίζει πως γνωρίζει. Επιπλέον οι Cobb & Bauersfeld (1995) υποστηρίζουν πως οι δραστηριότητες του διαλόγου (της συζήτησης), της γραφής, του σχεδίου ή της κατασκευής, μπορούν να θεωρηθούν διαδικασίες «γλωσσικής πραγμάτωσης/οπτικοποίησης» της προσπάθειας του/της εκπαιδευτικού ή/και παιδιών να διαπραγματευτούν (μαθηματικά) νοήματα. Ιδιαίτερη σημασία υπό αυτό το πρίσμα έχουν οι ανοιχτού τύπου δραστηριότητες και τα εργαλεία που εμπλέκουν την ολομέλεια και προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες στα παιδιά ώστε να παρουσιάσουν τον τρόπο σκέψης αλλά και να διαπραγματευτούν νοήματα.

Υπό το πρίσμα που περιγράψαμε παραπάνω, ο σχεδιασμός ολόκληρης της έρευνας και του διδακτικού πειράματος (συμπεριλαμβανομένων και των ατομικών συνεντεύξεων πριν και μετά τη διεξαγωγή του) βασίζονται σε μεγάλο βαθμό τόσο στη παροχή εμφανών εργαλείων οπτικοποίησης εννοιών και διαδικασιών που σχετίζονται με το χώρο όσο και στη προοπτική και δυνατότητα αυτόνομης και αυθόρμητης δημιουργίας εργαλείων κατά την εξέλιξη των δραστηριοτήτων του πειράματος. Οι δυνατότητες που μας δίνει η παρατήρηση των σχετικών επεισοδίων και σε συνδυασμό με τα εργαλεία ανοιχτού τύπου που τίθενται στη διάθεση των παιδιών καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, επιτρέπουν τη διαπίστωση λεπτών συσχετισμών μεταξύ των ενεργειών στο πλαίσιο της ομάδας. Επιπλέον, η εξελικτική πορεία των ίδιων των επεισοδίων (συνολικά δυο με κάθε ομάδα παιδιών) συνάδει με τους επιδιωκόμενους στόχους και πιο συγκεκριμένα με:

- εξοικείωση με τον (μικρο)χώρο διεξαγωγής των δραστηριοτήτων (μακέτα) αλλά και με τη θέση του κάθε παιδιού σε σχέση με αυτόν μέσω κατόψεων, χρήσης τοποσήμων και αυτόνομης δημιουργίας υποτυπώδους χάρτη του περιβάλλοντος,
- κατανόηση της διαδικασίας κίνησης στο χώρο με βάση συγκεκριμένο προορισμό και σχεδιασμό της κίνησης τόσο με τη δημιουργία ελεύθερα σχεδιασμένου διαγράμματος κίνησης όσο και αναπαράστασης της διαδρομής με τυπικό συμβολισμό κατεύθυνσης (μικρές κάρτες με συμβολισμό της κίνησης και χρήση της κάτοψης ως «καμβά σχεδιασμού της κίνησης»),
- συζήτηση στην ολομέλεια και απόφαση για την επιλογή της «ταχύτερης» διαδρομής με βάση τις ατομικές προτάσεις, τις λύσεις και την αιτιολόγηση της επιλογής του κάθε παιδιού ξεχωριστά,

- αναπαράσταση του τελικού και κοινά αποδεκτού «εκτελέσιμου προγράμματος» του «ρομπότ» μας με μεγάλες κάρτες που παραπέμπουν στο συμβολισμό που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό κίνησης της Bee-Bot εν είδει «απτικής οθόνης ελέγχου» της κίνησης,
- συσχετισμό καρτών οι οποίες βοηθούν τα παιδιά στη χρήση των πλήκτρων κίνησης της Bee-Bot με την ίδια την αφαιρετική διαδικασία της τμηματικής κίνησης,
- χρήση διαφορετικής συμβολικής γλώσσας για τον προγραμματισμό της κίνησης διαφορετικού τύπου «ρομπότ» (NXT) σε ψηφιακό περιβάλλον υπολογιστή και ανάπτυξη διαφορετικού διαλεκτικού μοντέλου για την επίτευξη κίνησης,
- διαπραγμάτευση εννοιών και νοημάτων με τη διαμεσολάβηση τόσο απτικών όσο και ψηφιακών εργαλείων.



Εικόνα 29. Συνεργασίες για επίλυση προβλημάτων στο πλαίσιο αποστολών στη μακέτα

Όπως αναδύεται από την ανάλυση των επεισοδίων ομαδικής δραστηριότητας αλλά και των ατομικών συνεντεύξεων με τα παιδιά, από το διδακτικό πείραμα προκύπτει μια ευρεία καταγραφή εργαλείων. Αυτά επινοήθηκαν και προβλέφθηκαν είτε από εμάς στην απόπειρά μας να συνθέσουμε αποτελεσματικές «γνωστικές σκαλωσιές», να προβλέψουμε κατά το δυνατόν αλλά και να αναδείξουμε εξελικτικές «ζώνες επικείμενης ανάπτυξης», είτε τα ανέδειξαν τα ίδια τα παιδιά στη προσπάθειά τους να προσεγγίσουν τις υπό διαπραγμάτευση έννοιες και να επιτύχουν τους στόχους στο πλαίσιο του σεναρίου. Πιο συγκεκριμένα, μια από τις πιο προφανείς ομάδες εργαλείων ήταν αυτά που προσφέρονταν στα παιδιά με βάση τον αρχικό σχεδιασμό του πειράματος, δηλαδή, κατόψεις, κάρτες με συμβολισμό κίνησης, αναπαράσταση της κίνησης από τα ίδια τα παιδιά μέσω δραστηριοτήτων ελεύθερου αλλά και καθοδηγούμενου σχεδιασμού/ζωγραφικής. Κρίναμε απαραίτητο να εστιάσουμε ιδιαίτερα στο ζήτημα της οπτικοποίησης της πληροφορίας και της σταδιακής κι εξελικτικής παραπομπής σε αναπαραστατικά-διαμεσολαβητικά μέσα όπως οι μικρές κάρτες με τα βελάκια κατεύθυνσης που χρησιμοποιήθηκαν για τον (προ)σχεδιασμό της διαδρομής πάνω στη φωτογραφία-κάτοψη του χώρου στο πλαίσιο της προπαρασκευαστικής-ατομικής εργασίας αλλά και οι μεγάλες κάρτες για τον τελικό σχεδιασμό της κίνησης από την ολομέλεια. Επίσης σημαντική θεωρήσαμε την

ενθάρρυνση για χρήση «μη εμφανών» εργαλείων όπως τα τεταρτημόρια της μακέτας, τα τοπόσημα του περιβάλλοντος και το διάγραμμα κίνησης που ζητήσαμε από τα ίδια τα παιδιά να σχεδιάσουν ώστε να εξοικειωθούν με τις διαδικασίες σχεδιασμού, καταγραφής και αναλυτικής σκέψης.



Εικόνα 30. Υποστήριξη της χωρικής σκέψης των παιδιών με εργαλεία αναπαράστασης

Στο επεισόδιο που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 5), η ομάδα βρίσκεται ακόμα στην αρχή τόσο του σχεδιασμού της κίνησης της Bee-Bot όσο και της «διαπραγμάτευσης» βασικών εννοιών χώρου. Παράλληλα γίνεται απόπειρα από τη μεριά του ερευνητή αφενός να βοηθήσει τα παιδιά να αντιληφθούν τρόπους και στρατηγικές αναπαράστασης της θέσης μας στο χώρο αφετέρου να πραγματοποιήσουν συνδέσεις με εμπειρίες που ανέπτυξαν σε ανάλογες πρόσφατες δραστηριότητες ώστε να σχεδιάσουν σωστά τη κίνηση της Bee-Bot. Στα παιδιά παρέχονται όλα εκείνα τα υλικά με τα οποία είχαν εργαστεί και στη συνάντηση εξοικείωσης και γνωριμίας. Αυτά είναι ούτως ή άλλως γνώριμα στη καθημερινότητά τους στο νηπιαγωγείο (χαρτί, μαρκαδόροι, σχέδιο) αλλά τους ζητείται η δημιουργία ενός άτυπου χάρτη στον οποίο αποτυπώνεται γραφικά το περιβάλλον της τρισδιάστατης μακέτας.

Ενδεικτικά σε αυτό το επεισόδιο αφού έχουμε εξηγήσει στην ολομέλεια το σενάριο και το στόχο της κίνησης στη μακέτα, βρισκόμαστε ακόμα στην αρχή της συνεργασίας της ομάδας αλλά και της εξοικείωσης με τις διαδικασίες του σεναρίου και του προγραμματισμού κίνησης της Bee-Bot. Από το εισαγωγικό κιόλας ερώτημα που απευθύνεται στην ολομέλεια, είναι προφανής η προσπάθεια του ερευνητή να ευνοήσει την σύγκλιση της ομάδας και των πρότερων εμπειριών τόσο σε ατομικό όσο και συλλογικό επίπεδο (βλ. γραμμές 211-212 & 215-217). Από την άλλη, επιχειρείται η εισαγωγή μιας νέας λύσης (σχεδιασμός χάρτη) και η παραπομπή σε χρήση εργαλείων (σχέδιο) που λειτουργούν ως σημεία αναφοράς στο πλαίσιο επίλυσης του προβλήματος της «παροχής οδηγιών» σε κάποιον άλλο (Bee-Bot). Είναι επίσης χαρακτηριστική η άμεση αξιοποίηση του νέου εργαλείου από τη μεριά των παιδιών εφόσον σε

δεύτερο χρόνο όταν ο ερευνητής προσπαθεί να εκμαιεύσει λεπτομερείς επεξηγήσεις για τις προτεινόμενες διαδρομές, οι περιγραφές των παιδιών πλέον μετατοπίζονται από την αποκλειστική χρήση δεικτικής στρατηγικής σε ένα συνδυασμό χειρονομιών αλλά και συσχετισμού του περιβάλλοντος με τα ίδια τα σχέδιά τους (βλ. Εικόνα 31). Τα σχέδια αυτά πλέον λειτουργούν ως σημεία αναφοράς και συσχέτισης του αφαιρετικού με το ορατό και το απτό (Steinbring, 2000).



Εικόνα 31. Διαγράμματα ροής που ευνοούν δεικτική-περιγραφική πρακτική σε περιβάλλον μακέτας.

Είναι αρκετά χαρακτηριστικό το γεγονός ότι η διαδικασία δημιουργίας χαρτών και στη συνέχεια η απόπειρα επεξήγησης των σχεδίων από τη μεριά των παιδιών εκκινεί ένα διάλογο ο οποίος στερείται απόλυτα χωρικών περιγραφών και λεξιλογίου τουλάχιστον σε αυτό το αρχικό στάδιο. Ωστόσο τα ενεργοποιεί σημαντικά στο πεδίο αντίληψης του χώρου με τη βοήθεια έντονης χρήσης μη λεκτικών στοιχείων όπως οι χειρονομίες και η χρήση του σώματος ως σημείου αυτοαναφοράς και αντιπαραβολής με άλλα σημεία αναφοράς στο χώρο. Επιπλέον, φαίνεται πως λειτουργεί ως αφορμή για το συσχετισμό του περιβάλλοντος (3Δ μακέτα) με τη γραφική αναπαράστασή του (2Δ σχέδιο χάρτη) και τη θέση του ατόμου σε σχέση και με τα δυο (βλ. Εικ. 32) αλλά και με τη κατανόηση της αξίας οπτικοποίησης μιας διαδικασίας ή οποία όταν παραμένει αφαιρετική δεν ευνοεί την ενδεδειγμένη δράση στο περιβάλλον (βλ. Πίνακα 10, γραμμές 225-228).



Εικόνα 32. Χρήση σώματος για κατανόηση και δείξη χώρου

Πίνακας 10. Χρήση αυτοσχέδιων χαρτών για την υποστήριξη της χωρικής σκέψης και δράσης

	Διάλογος	Σχόλια
210	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Πώς μπορούμε να βοηθήσουμε τη μελισσούλα να</i>	
211	<i>φτάσει εκεί που θέλουμε αφού δε ξέρει τον δρόμο; Όταν χάνουμε τον</i>	
212	<i>δρόμο τι κάνουμε εμείς;</i>	
213	<i>Δ: Να πάει έτσι κι έτσι.</i>	
214	<i>Ε: Ναι αλλά εσείς το δρόμο τον ξέρετε! Η μελισσούλα που δεν τον</i>	
215	<i>ξέρει, τι κάνει; Πώς θα τη βοηθήσουμε; Όταν χανόμαστε τι κάνουμε;</i>	
216	<i>Έχουμε κανένα χάρτη; ... Τι λέτε; Θέλετε να φτιάξουμε έναν για να</i>	
217	<i>βοηθήσουμε τη Σούλα μελισσούλα;</i>	
218		
219	<i>Ε: Ξέρετε τι θέλω, αν γίνεται; Για πείτε μου, η μελισσούλα πως θα</i>	
220	<i>ξέρει το δρόμο που της προτείναμε να κάνει; Δεν θα έπρεπε να τη</i>	
221	<i>δώσετε και κάποια σημάδια; Δεν πρέπει να τη βοηθήσουμε στη πορεία</i>	
222	<i>με κάποια σημάδια για να θυμάται τον δρόμο; (#)</i>	
223	<i>Μου εξηγείτε τί έχετε φτιάξει; Παρασκευή πώς πηγαίνει η</i>	
224	<i>μελισσούλα;</i>	
225	<i>Π: Πάει από 'δω και στρίβει και μετά από 'δω ξαναστρίβει.</i>	
226		
227		
228		
229	<i>Ε: Μόδεστε εσύ τι έχεις φτιάξει;</i>	
230	<i>Μ: Πάει εκεί, μετά εκεί, μετά εκεί κι εκεί.</i>	
231		
232		
233	<i>Ε: Εσύ Δανάη; Από που ξεκινάει η μέλισσα;</i>	
234		
235	<i>Δ: Από 'δω, πηγαίνει ευθεία, μετά στρίβει, πάλι ευθεία.</i>	
236		
237		
238	<i>Ε: Εσύ Νικόλα;</i>	
239	<i>Ν: Πάει έτσι (ευθεία) κι έτσι κι έτσι κι έτσι και μπαίνει στο σπιτάκι</i>	
240	<i>της</i>	
		<i>(σχεδιάζει πάνω από τη μακέτα με τα χέρια της τη διαδρομή. Λαμβάνει τον λόγο ανθόρμητα, εις βάρος της Παρασκευής η οποία αργεί να απαντήσει. Χρησιμοποιεί μη λεκτικά μέσα και χειρονομίες για την περιγραφή διαδρομής.)</i>
		<i>(Μοιράζουμε λευκές κόλλες για να σχεδιάσουν τον χάρτη καθώς και χρώματα και τους δίνουμε χρόνο να σχεδιάσουν το χάρτη της μετέπειτα διαδρομής. Δεν αντιμετωπίζουν προβλήματα και σχεδιάζουν σχετικά γρήγορα σε λιγότερο από 30".)</i>
		<i>(την ώρα που μιλά, ακολουθεί με το δάχτυλό της τη διαδρομή που σχεδίασε. Χρησιμοποιεί έντονα μη λεκτικά μέσα και χειρονομίες πάντα όμως σε συσχέτιση με τον αυτοσχέδιο χάρτη και το περιβάλλον της μακέτας.)</i>
		<i>(εκεί=στροφή)</i>
		<i>(την ώρα που μιλά, ακολουθεί με το δάχτυλό του τη διαδρομή)</i>
		<i>(δείχνει με το δάχτυλο την αφετηρία της διαδρομής)</i>
		<i>(Χρησιμοποιεί έντονα μη λεκτικά μέσα και χειρονομίες αλλά αφήνει ημιτελή τη περιγραφή)</i>
		<i>(έτσι=στροφή)</i>
		<i>(Χρησιμοποιεί έντονα μη λεκτικά μέσα και χειρονομίες και την ώρα που μιλά, ακολουθεί με το δάχτυλό του τη διαδρομή που σχεδίασε)</i>

Κατά τη πρώτη ημέρα της διδακτικής παρέμβασης συνεχίζουμε να δουλεύουμε με την ίδια ομάδα αφού έχει ήδη προηγηθεί η διαδικασία αποτύπωσης και κατανόησης του χώρου και των θέσεων σε αυτόν. Η δραστηριότητα εξελίσσεται με την εισαγωγή νέων μέσων οπτικοποίησης και συμβολικής αναπαράστασης χωρικών εννοιών καθώς και της λειτουργικής τους σημασίας για την επίτευξη της επιθυμητής κίνησης της Bee-Bot στη μακέτα (βλ. Πίνακα 11). Χαρακτηριστικά, τα παιδιά έρχονται για δεύτερη φορά σε επαφή με τον απτικό τρόπο χειρισμού της Bee-Bot αλλά σε αυτή τη περίπτωση διαθέτουν επιπλέον εργαλεία. Κατανοούν έστω και υποσυνείδητα με ποιο τρόπο να χρησιμοποιήσουν τα πλήκτρα κατεύθυνσης όχι αφαιρετικά αλλά σε συνδυασμό με τον προσχεδιασμό και την αναπαράσταση της κίνησης με τη βοήθεια των καρτών. Σε αυτή τη φάση φαίνεται να συνειδητοποιούν τη λειτουργική αξία των καρτών αναπαράστασης των βημάτων/εντολών κίνησης της Bee-Bot αλλά και τη σημασία τους ως άτυπης μονάδας μέτρησης εφόσον υποβοηθούν την εκτίμηση και τον ακριβή υπολογισμό της απόστασης που μεσολαβεί από την αφετηρία ως και τον τελικό προορισμό που έχουμε ορίσει στο πλαίσιο της αποστολής (βλ. γραμμές 128-144).

Ενδεχομένως να είναι και η πρώτη φορά που τα ίδια τα παιδιά αναδεικνύουν και αποδίδουν τον ρόλο εργαλείου σε αντικείμενα του περιβάλλοντός τους χωρίς καν τη δική μας παρέμβαση ενώ κάτι τέτοιο φαίνεται να συμβαίνει έντονα και με τα τεταρτημόρια στα οποία είναι

εμφανώς χωρισμένη η μακέτα. Είναι προφανές ότι η πρόθεσή μας κατά τον σχεδιασμό της δραστηριότητας και των εργαλείων ήταν ακριβώς το να οδηγηθούν τα παιδιά στο να αξιοποιήσουν κατά το δυνατόν αυτόνομα τα στοιχεία του περιβάλλοντος έτσι ώστε να αντιληφθούν έννοιες χώρου και διαδικασίες μέτρησης, εκτίμησης και σύγκρισης απόστασης.

Πίνακας 11. Ανάδειξη στοιχείων του περιβάλλοντος ως χωρικών δεικτών και άτυπων οργάνων μέτρησης

	Διάλογος	Σχόλια
110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133	<p><i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Μήπως όμως πρέπει να μάθουμε να μιλάμε λίγο καλύτερα με τη μελισσούλα; Μήπως να τη βοηθήσουμε να καταλάβει το χάρτη σας; Τι λέτε; Θέλετε να της δείξουμε κάποιες καρτούλες; ΟΛΑ ΜΑΖΙ: Ναι!!</i></p> <p><i>Ε: Τα θυμάστε τα κουμπάκια της μελισσούλας;</i></p> <p><i>Δ: Δεξι-Αριστερό-Πάνω-Κάτω</i></p> <p><i>Ε: Θα θέλατε να σας δώσω αυτές τις καρτούλες; Πως μπορείτε να πείτε στη μελισσούλα προς τα που να πάει με αυτές τις κάρτες;</i></p> <p><i>Δ: Αυτή εδώ είναι ίδια με αυτή.</i></p> <p><i>Ν: Αυτή είναι διαφορετική.</i></p> <p><i>Μ: Εγώ θέλω το 5!</i></p> <p><i>Ε: Ααα δηλαδή υπάρχουν και αριθμοί εδώ ή βελάκια; Το 5;</i></p> <p><i>Μ: Αριθμοί...βελάκια...</i></p> <p><i>Ε: Το σπίτι της είναι μακριά ή κοντά από εδώ;</i></p> <p><i>Ν: Μακριά.</i></p> <p><i>Δ: Κοντά!!</i></p> <p><i>Ε: Πως μπορούμε να καταλάβουμε αν είναι μακριά ή κοντά; Από τι μπορείτε να το καταλάβετε, υπάρχει τρόπος;</i></p> <p><i>Ν: Από τα τετράγωνα.</i></p> <p><i>Δ: Κάνουμε το δρόμο και βοηθάμε τη μελισσούλα. Από τα βελάκια.....</i></p>	<p><i>(δείχνει τα κουμπιά στη ράχη του Bee-Bot)</i></p> <p><i>(μας δείχνει δυο βέλη κατεύθυνσης)</i></p> <p><i>(μας δείχνει το σύμβολο «Go»)</i></p> <p><i>(Προφανώς ο Μόδεστος υπονοεί ότι θα πρέπει να πάρει τόσες κάρτες όσες θα είναι τα βήματα του Bee-Bot.)</i></p> <p><i>(διαδοχικά διερευνητικά ερωτήματα που συνιστούν «γνωστική σκαλωσιά»)</i></p> <p><i>(απουσιάζει η αιτιολόγηση. Ιδιοσυγκρασική Απάντηση)</i></p> <p><i>(εννοεί τα ίσα τμήματα στα οποία είναι καταμεμημένο περιβάλλον της μακέτας και κάθε ένα απ'αυτά ισοδυναμεί με ένα πλήρες βήμα του Bee-Bot)</i></p>

Στο ίδιο πλαίσιο συσχετισμών των αντικειμένων και της θέσης τους στο χώρο με τα αναπαραστατικά-διαμεσολαβητικά μέσα και τον συμβολισμό χωρικής συμπεριφοράς, παρατηρήθηκε ότι συχνά τα παιδιά διαμόρφωσαν από μόνα τους αλλά και σε συνεργασία με τον ερευνητή και τους συνομήλικούς τους ποικίλες στρατηγικές κατανόησης των προαναφερθέντων διαδικασιών. Σε αρκετές περιπτώσεις, στη προσπάθειά τους είτε να οπτικοποιήσουν την αφαιρετική χωρική σκέψη τους είτε για να εξηγήσουν σφάλματα και λανθασμένες επιλογές στο σχεδιασμό της κίνησης κατέφυγαν σε ανάδειξη και χρήση ποικιλίας εργαλείων. Ενδεικτικά αναφέρεται η περιστροφή και η χειροκίνητη αλλαγή της θέσης της Bee-Bot ή του Lego NXT στη μακέτα με παράλληλη παρατήρηση των εικονοεντολών κίνησης, η μίμηση κίνησης στον χώρο με τη χρήση δακτύλων και χεριών και ο τμηματικός (βήμα προς βήμα) έλεγχος του «εκτελέσιμου» αρχείου που είχαν αναπαραστήσει με κάρτες και σχέδια μέσω πραγματικής κίνησης στη μακέτα (βλ. Εικ. 33). Στο επεισόδιο που παρατίθεται στη συνέχεια (βλ. Πίνακα 12), η δεύτερη ομάδα παιδιών του ολοήμερου τμήματος, επιχειρεί να προγραμματίσει σωστά τη κίνηση του NXT (που εν τω μεταξύ έχουν γνωρίσει με το όνομα «Τάλως») ώστε αυτό να φτάσει σε προκαθορισμένη θέση στη μακέτα (βενζινάδικο).



Εικόνα 33. Τεταρτημόρια μακέτας και κάρτες-εντολές προγραμματισμού ως νοητικά βοηθήματα

Παρατηρούμε ότι επειδή για πρώτη φορά εκείνο το διάστημα εμπλέκεται στις διαδικασίες η διαμεσολαβητική χρήση του υπολογιστή για τη δημιουργία του προγράμματος που θα εκτελούσε το NXT στη συνέχεια, είναι χρήσιμη η υπενθύμιση στην ομάδα σχετικά με τον νέο τρόπο «επικοινωνίας» και τις πιο σύνθετες διαδικασίες προγραμματισμού. Η σημασία μιας τέτοιας αναδρομής έγκειται στο ότι οι «νέες» διαδικασίες αλληλεπίδρασης με το NXT, δεν βασίζονται πλέον σε άμεση απτική επαφή με το ίδιο το προγραμματιζόμενο όχημα αλλά σε χρήση του ποντικιού και στη μεταφορά του ψηφιακού κώδικα από την οθόνη του λογισμικού σε πραγματικό περιβάλλον. Τα παιδιά ακριβώς επειδή ενθουσιάζονται από την εμπλοκή και την ανάληψη ευθύνης για τη χρήση του νέου «εντυπωσιακού» εργαλείου όπως ο υπολογιστής εκδηλώνουν τη διάθεσή τους να το χρησιμοποιήσουν με έντονο διεκδικητικό τρόπο τουλάχιστον σε αρχικό στάδιο (βλ. γραμμές 33-37). Στο πλαίσιο της ενεργοποίησης της ομάδας, τους ζητάμε να μας εξηγήσουν αν αντιλαμβάνονται πόσο σημαντική είναι η διαμεσολάβηση του υπολογιστή στις διαδικασίες κίνησης του NXT που έχουμε στη μακέτα και πώς λειτουργεί σε σχέση με το σχεδιασμό που έχουμε ήδη κάνει με τις αναπαραστατικές κάρτες. Η Αλεξία ενεργοποιείται εξ' αρχής και αυτόβουλα στη χρήση του ποντικιού, του υπολογιστή και του σχετικού λογισμικού ώστε να δημιουργήσει ένα πρώτο εκτελέσιμο το οποίο λειτουργεί ως βάση συζήτησης με την ολομέλεια. Ακολουθεί μια συνεχής και εξελισσόμενη προσπάθεια από την ομάδα για βελτιστοποίηση και ταύτιση του προσχεδιασμένου εκτελέσιμου (αναπαράσταση με κάρτες) και των υπόλοιπων συνοδευτικών εργαλείων (κάτοψη μακέτας με σχεδιασμό κίνησης από τα ίδια τα παιδιά) με το ψηφιακό σημειωτικό σύστημα προγραμματισμού του λογισμικού Mindstorms NXT (μπλοκ/εικονοεντολές) κι εν τέλει την κίνηση του ίδιου του NXT στο μικροχώρο της μακέτας (βλ. γραμμές 16-30).

Η παράλληλη ύπαρξη πολλών αναπαραστατικών εργαλείων φαίνεται πως δίνει στην ομάδα αλλά και στα παιδιά μεμονωμένα την «ασφάλεια» και αυτοπεποίθηση για αβίαστο πειραματισμό και επιβεβαιωτική εφαρμογή των ιδεών τους (διαδικασία δοκιμής-λάθους) στον χώρο και στο περιβάλλον μέχρι να προσεγγίσουν ικανοποιητικά τις διάφορες έννοιες και διαδικασίες που σχετίζονται με την παρέμβαση. Επιπλέον η συνύπαρξη πολλαπλών εργαλείων που επί της ουσίας

εξυπηρετούν την ίδια σκοπιμότητα κατανόησης, οπτικοποίησης και οργάνωσης της κίνησης προσφέρει στα παιδιά τη δυνατότητα εκτίμησης της αξίας των στρατηγικών (προ)σχεδιασμού, της διευκόλυνσης των διαδικασιών αποσφαλμάτωσης που ευνοούν τόσο την αιτιολόγηση όσο και τη σύγκριση απόψεων στο πλαίσιο της ολομέλειας καθώς και της σημασίας που έχει η στρατηγική δοκιμής-λάθους για την επίτευξη του τελικού στόχου (βλ. γραμμές 44-62).

Πίνακας 12. Συγκερασμός και αξιοποίηση ψηφιακού και απτικού σημειωτικού συστήματος «προγραμματισμού» από τα παιδιά

	Διάλογος	Σχόλια
1	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Για ακούστε τί άλλο θέλω να κάνουμε. Θέλω να</i>	
2	<i>στείλουμε τον Τάλω να πάει να βάλει βενζίνη. Τί πρέπει να κάνουμε, για</i>	
3	<i>σκεφτείτε λίγο.</i>	
4	<i>ΕΛ: Εγώ να το κάνω.</i>	
5	<i>Α: Ξέρω, ξέρω, ξέρω.</i>	
6	<i>ΕΛ: Ξέρω, να στρίψει, να πάει από δω, να πάει από δω και να κάνει.</i>	
7	<i>Ε: Δηλαδή; Μήπως θέλετε να φτιάξετε το πρόγραμμα;</i>	
8	<i>Α: Εγώ, εγώ!!</i>	
9	<i>Ε: Μαζί, όλοι! Για φτιάξτε το.</i>	(Τα παιδιά μαζεύονται ξανά γύρω από τον υπολογιστή)
10		
11	<i>Ε: Για πείτε μου τώρα, πώς θα φτιάξουμε το πρόγραμμα για τον Τάλω;</i>	
12	<i>Α: Εγώ ξέρω!</i>	(Η Αλεξία παίρνει το ποντίκι στα χέρια της)
13	<i>Ε: Όχι εκεί στον υπολογιστή. Με τις καρτούλες πρώτα. Έχουμε τις</i>	
14	<i>καρτούλες.</i>	(παρακίνηση για οπτικοποίηση)
15	<i>#</i>	
16	<i>Α: Το 'φτιαξα κύριε!</i>	(Η Αλεξία έχει επιχειρήσει να φτιάξει το εκτελέσιμο στον υπολογιστή όσο προσπαθούμε με την ομάδα να βρούμε πιθανές διαδρομές)
17		
18		
19	<i>Ε: Το 'φτιαξες! Να 'δω.</i>	
20	<i>Ε: Για δείτε, είναι σωστό το πρόγραμμα που έφτιαξε;</i>	
21	<i>Κ: Όχι!!</i>	
22	<i>Ε: Γιατί;</i>	
23	<i>Α: Να το δοκιμάσουμε;</i>	(Η Αλεξία ζητά από μόνη της τη δοκιμή και προχωρά σε πρόταση στην ολομέλεια για επαλήθευση. Η Θοδώρα πατάει το κουμπί και το NXT εκτελεί μια διαδρομή που δεν έχει σχέση με αυτό που θέλουμε)
24		
25		
26		
27		
28	<i>Κ: Τί;</i>	(Ο Κέβιν εκδηλώνει την έκπληξη του)
29	<i>Α: Έπρεπε να στρίψει!</i>	(το διαπιστώνει μόνη της η Αλεξία)
30	<i>Κ: Αλεξία το έκανες λάθος!</i>	
31	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Θέλετε να δούμε τί βήματα πρέπει να βάλουμε για να το</i>	
32	<i>κάνουμε σωστά; Εγώ σας προτείνω κάτι.</i>	
33	<i>ΕΛ: Να το σβήσουμε!!</i>	
34	<i>Ε: Βεβαίως.</i>	(Η Ελένη σβήνει το προηγούμενο πρόγραμμα)
35	<i>ΕΛ: Τώρα εγώ!</i>	
36	<i>Κ: Καλά μη μαλώνετε.</i>	(Ο Κέβιν λειτουργεί ως «καταλύτης» στη σύγκρουση που διαφαίνεται)
37		
38	<i>Ε: Ωραία. Ακούστε με λίγο. Είπαμε ότι πρέπει πρώτα να φτιάξουμε το</i>	
39	<i>πρόγραμμα με τις καρτούλες. Ελάτε όλοι εδώ να βοηθήσετε.</i>	
40	<i>ΕΛ: Να μια στροφή!</i>	(Η Ελένη μας δίνει ένα εικονίδιο στροφής δεξιά)
41	<i>Ε: Ωραία, βάλτε την όμως.</i>	
42	<i>ΕΛ: Πού, εδώ;</i>	
43	<i>Ε: Να.</i>	
44	<i>ΕΛ: Ααα, ξέρω που χρειάζεται. Εκεί ακριβώς που είναι.</i>	(Η Ελένη τοποθετεί το εικονίδιο πάνω ακριβώς στη σωστή θέση στη μακέτα)
45		(επιβράβευση και σύνδεση της καλής εξέλιξης με το γεγονός της χρήσης σχεδιασμού πριν την εκτέλεση)
46	<i>Ε: Μπράβο, σωστό είναι, ακριβώς εδώ που είναι. Γι' αυτό σας είπα να το</i>	(Η Ελένη έχει αναλάβει από μόνη της τη πρωτοβουλία του να τοποθετήσει τα εικονίδια πάνω στη διαδρομή και μέχρι στιγμής έχει δημιουργήσει το εξής: επιτόπου στροφή δεξιά-ένα βήμα ευθεία-στροφή δεξιά-ένα βήμα ευθεία)
47	<i>σχεδιάσετε πρώτα το πρόγραμμα. Μπράβο, ωραία.</i>	(Ζητά από τη Θοδώρα να της δώσει ένα σύμβολο στροφής δεξιά)
48		
49		
50		
51		
52		
53	<i>ΕΛ: Δώσε μου ένα άλλο «στρίβει»!</i>	
54	<i>Θ: Να, βρήκα!</i>	

55	<i>Κ: Εντ υχώς</i>	
56	<i>ΕΛ: Εντάξει!</i>	
57	<i>Ε: Και μετά αφού στρίψει, πόσα ακόμα βήματα πρέπει να κάνει για να</i>	
58	<i>στρίψει στο βενζινάδικο;</i>	
59	<i>Κ: Άλλο ένα βήμα.</i>	
60	<i>ΕΛ: Δώσ' μου. Εδώ!</i>	<i>(Η Ελένη ζητά και τοποθετεί ακόμα ένα εικονίδιο για να ολοκληρώσει το «εκτελέσιμο»)</i>
61		
62	<i>Ε: Λοιπόν, να ρωτήσω εγώ κάτι; Για κοιτάξτε εδώ. Στρίβει δεξιά, κάνει</i>	
63	<i>ένα βήμα. Για να φτάσει στη γωνία εδώ πόσα βήματα πρέπει να κάνει;</i>	
64	<i>Ένα;</i>	<i>(αναπαριστούμε την κίνηση του NXT με το χέρι μας για να βοηθήσουμε τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα)</i>
65		
66	<i>ΕΛ: Ένα!</i>	
67	<i>Κ: Δυσ!</i>	
68	<i>Ε: Θεodώρα;</i>	
69	<i>Θ: 1..2..3..4..5..</i>	<i>(Η Θεodώρα μετράει όλα τα βήματα μέχρι την ολοκλήρωση της διαδρομής)</i>
70		
71	<i>Ε: Για να φτάσει εδώ!</i>	
72	<i>Κ: Άλλο ένα.</i>	
73	<i>Ε: Δείπει κάτι επομένως εδώ;</i>	
74	<i>ΕΛ: Ναι!</i>	
75	<i>Ε: Δηλαδή;</i>	
76	<i>ΕΛ: Μποστά!</i>	
77	<i>Ε: Ωραία, θέλετε να το δοκιμάσουμε;</i>	
78	<i>Κ: Ναι.</i>	
79	<i>ΕΛ: Εντάξει.</i>	
80		
81		<i>(Μετακινούμε την αναπαράσταση της κίνησης στο πλάι της μακέτας για να μπορούν τα παιδιά να παραλληλίσουν τη κίνηση με το πρόγραμμα)</i>
82		
83		
84		

Σε άλλα επεισόδια που ξεχωρίσαμε από όλες τις ημέρες της διήμερης παρέμβασης (βλ. Πίνακα 13), φαίνεται πως η αξία της εμπλοκής των παιδιών σε διαδικασίες σχετικές με το προγραμματισμό της κίνησης στο χώρο συνίσταται ακριβώς στην οπτικοποίηση μιας αφαιρετικής δραστηριότητας και η αντίληψή της ως ενιαίας, συνολικής διαδικασίας η οποία ωστόσο συνίσταται σε πολλά ενδιάμεσα βήματα. Είναι φανερό πως κατά τον αρχικό σχεδιασμό της δραστηριότητας υποθέσαμε πως θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη για τα παιδιά και τη δόμηση χωρικής σκέψης, η υποχρεωτική εμπλοκή τους στη διαδικασία συζήτησης (βλ. γραμμές 81-82) των επιμέρους βημάτων της κίνησης των προγραμματιζόμενων οντοτήτων μέσω της παράλληλης γραφικής αναπαράστασης ενός «εναλλακτικού καμβά» προγραμματισμού (βλ. Εικ.34). Αυτό το «πρόγραμμα» θα έπρεπε να μεταφερθεί και στον «εγκέφαλο» και τη μνήμη τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT σε δεύτερο χρόνο με απώτερο σκοπό την υλοποίησή του στο περιβάλλον της μακέτας. Εξάλλου, ιδιαίτερα η φύση της Bee-Bot, με τα πλήκτρα κίνησης στη ράχη της και τη παράλληλη απουσία οθόνης στην οποία να αναπαράγονται οι επιλογές του χειριστή, σε αντίθεση με το NXT, καθιστούσε αναγκαία την αναπαράσταση των βημάτων με εναλλακτικό τρόπο.



Εικόνα 34. Φυσικά και ψηφιακά διαγράμματα κίνησης που δημιούργησαν τα παιδιά

Όπως παρατηρήσαμε, η ύπαρξη ενός «διαγράμματος κίνησης» αυτής της φύσης είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός «δυναμικού νοητικού εργαλείου». Αυτό επέτρεπε και ευνοούσε σε παράλληλο χρόνο τόσο τη διαδικασία αναστοχασμού των παιδιών όσο και την «εξέλιξη» του ίδιου του εργαλείου εφόσον βελτιωνόταν -μέσω διαδικασίας δοκιμής και λάθους- η αποτελεσματικότητα του ως προς την επίτευξη του τελικού στόχου της διαδρομής (βλ. γραμμές 103-113). Ενδεχομένως να αποτελεί το πλέον σημαντικό νοητικό βοήθημα μεταξύ των όσων με έμμεσο τρόπο προτείναμε στα παιδιά να χρησιμοποιήσουν, δεδομένου ότι δημιούργησε τις προϋποθέσεις αυτές που επέτρεπαν κάθε φορά την ανάδειξη σημαντικών πρακτικών που αποτελούν απαραίτητα βήματα για την επίλυση προβλήματος. Έτσι αναδείχθηκαν διαδικασίες αποσφαλμάτωσης (οπτικοποίηση και ευκολότερη ανάδειξη του σφάλματος), επαναδιαπραγμάτευσης εννοιών χώρου με την ολομέλεια και τον ερευνητή, ετερορύθμισης, επιχειρηματολογίας αλλά και αντίληψης της κίνησης ως ενιαίας σειριακής διαδικασίας με επιμέρους ξεχωριστά βήματα. Δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε εν τέλει τις ευκαιρίες μαθηματοποίησης μιας φαινομενικά απλής διαδικασίας και αναγωγής της σε σχεδόν αλγοριθμική.

Πίνακας 13. Το αυτοσχέδιο "διάγραμμα κίνησης" ως εξελικτικό, δυναμικό εργαλείο υποστήριξης αλγοριθμικής σκέψης

	Διάλογος	Σχόλια	
81	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Κοιτάξτε τι έχει φτιάξει εδώ η Δανάη; Έφτιαξε ένα πρόγραμμα!! Συμφωνείτε με το πρόγραμμα αυτό;</i>	<i>(εν τω μεταξύ ο Νικόλας έχει λανθασμένα προσθέσει χωρίς να ρωτήσει, ένα εικονίδιο με «βήμα εμπρός» στην αρχή του εκτελεσίμου)</i>	
82	<i>83 Δηλαδή, πόσα βελάκια έχει βάλει μπροστά; Νικόλα θέλεις να βάλεις το πρόγραμμα στο μναλονδάκι της μέλισσας για να δούμε αν είναι σωστό;</i>		
84	<i>85 Δ: Σωστά το 'κανα!!</i>		
86	<i>86 Ε: Για να δούμε!! Το έκανε σωστά; Τι λέτε εσείς οι υπόλοιποι;</i>		
87	<i>87 Δ: Ναι!! Πήγε μπροστά-μπροστά-μπροστά-στρίβει-μπροστά-μπροστά-στροφή-μπροστά-μπροστά-στρίβει και το «Go».</i>		
88			
89			
90			
91	<i>91 Ε: Για ξαναδείτε λίγο το πρόγραμμα!</i>		
92			
93		<i>(παράλληλα δείχνει με το χέρι της τα εικονίδια. (επεξήγηση, αναπαράσταση ιδέας αλλά και αυτοαξιολόγηση)</i>	
94			
95			
96			
97	<i>97 Ε: Ωπ! Σταμάτησε! Τι δεν κάναμε; Κάτι δεν κάναμε Μήπως ξεχάσαμε κάτι;.....Αφού φτιάξατε ένα πολύ καλό πρόγραμμα! Γιατί;</i>		
98	<i>98 Δ: Τώρα το βρήκα εγώ!</i>		
99			
100			
101	<i>101 Ε: Τι πρέπει να κάνουμε;</i>		
102	<i>102 Δ: Θα πρέπει να ακολουθήσουμε αυτό!</i>		
103			
104		<i>(Η Δανάη μετρά και περιεργάζεται τα εικονίδια ένα ένα με το δάχτυλό της. Στη συνέχεια ο Νικόλας πληκτρολογεί τα βήματα αλλά το Bee-Bot, ενώ εκτελεί τη διαδρομή σωστά, σταματά μετά από 5 βήματα)</i>	
105			
106	<i>106 Ε: Ωραία!! Για να δούμε!</i>		
107			
108			
109			
110			
111			
112			
113			
114	<i>114 Ε: Εδώ δε πρέπει να στρίψει;</i>		
115			
116		<i>(Εννοούμε ότι κάποιο λάθος πρέπει να έγινε στη μεταφορά από την αναπαράσταση στο εκτελεσίμο) (Αφού το έχει σκεφτεί λίγο και μετά από παρατήρηση των εικονιδίων)</i>	
117	<i>117 Δ: Να παέι από 'δω! Να παέι έτσι το βελάκι</i>		
118			
119	<i>119 Ν: Για μισό λεπτό! Κάτι κάναμε λάθος! Εδώ πρέπει να στρίψει.</i>		
120			
			<i>(Μας δείχνει την αναπαράσταση με τα εικονίδια για να εκφράσει την άποψή της η οποία προέκυψε από παρατήρηση, αποφεύγει τον από μνήμης προγραμματισμό και ανατρέχει στο διάγραμμα ροής)</i>
		<i>(Εκεκινά να εισάγει εκ νέου τα βήματα η Δανάη παρατηρώντας με προσοχή την αναπαράσταση αλλά στο σημείο της δεύτερης στροφής αριστερά, λόγω διαφορετικής οπτικής, σταματά να το σκεφτεί. Εκεί βοηθά ο Νικόλας υποδεικνύοντας το σωστό βήμα με το δάχτυλό του. Τα παιδιά ολοκληρώνουν την εισαγωγή κι εκτελούν)</i>	
		<i>(επιμένουμε στο σημείο που από πριν αποδείχτηκε προβληματικό. Προσπαθούμε να επισημάνουμε το σημείο σύγχυσης με μια ενισχυτική ερώτηση) (υποδεικνύει τη κατεύθυνση αλλά συγχέει τα εικονίδια «ευθεία» και «στροφή»)</i>	
		<i>(αλλάζει τη φορά του εικονιδίου της ευθείας έτσι ώστε να οδηγεί σε δεξιά στροφή, προφανώς.</i>	

Σε συνέχεια των παραπάνω, παρατίθεται ακόμα ένα χαρακτηριστικό περιστατικό του διδακτικού πειράματος (βλ. Πίνακα 14), αυτή τη φορά με τη πρώτη ομάδα του κλασικού τμήματος και τις διαδικασίες προγραμματισμού του NXT. Και σε αυτή τη περίπτωση διαφαίνεται η χρησιμότητα της συνύπαρξης και ταυτόχρονης χρήσης πολλαπλών σημειωτικών εργαλείων και συστημάτων εφόσον πάλι ο συνδυασμός της χρήσης «απλών δομικών στοιχείων» προγραμματισμού (κάρτες συμβολισμού κίνησης με ρόλο εντολών), του ψηφιακού/συμβολικού περιβάλλοντος ελέγχου του Lego NXT και άλλων εργαλείων του περιβάλλοντος (τοπόσημα μακέτας, σώμα κλπ.), μάλλον ευνοεί τη διαπραγμάτευση και κατανόηση χωρικών εννοιών και διαδικασιών στο πλαίσιο συζήτησης και αιτιολόγησης στην ολομέλεια. Στο συγκεκριμένο επεισόδιο αφού ανιχνεύσουμε τυχόν δυσκολίες των παιδιών με τον τρόπο χειρισμού του υπολογιστή και του λογισμικού, προχωράμε σε ισότιμο διαμοιρασμό ρόλων κι ευθυνών (υπεύθυνος για τη περιγραφή του προσχεδίου προγραμματισμού, προγραμματιστής, υπεύθυνος σύνδεσης υπολογιστή-NXT, ελεγκτής κίνησης) και προσπαθούμε να ευνοήσουμε τις διαδικασίες αιτιολόγησης,

διαπραγμάτευσης και κατανόησης των χωρικών εννοιών από τη μεριά των παιδιών. Ενδεικτικά, προς το τέλος του επεισοδίου, τόσο η Δανάη όσο και ο Μόδεστος εκφράζουν με αρκετό ενθουσιασμό τη διαπίστωσή τους ότι το NXT εκτελεί ακριβώς το πρόγραμμα που σχεδίασε η ομάδα στην οθόνη του υπολογιστή (βλ. γραμμές 292-297), άρα οπτικοποιεί το «προϊόν» συζήτησης και διαπραγμάτευσης της ομάδας (βλ. Εικ.35).

Κάτι ακόμα που αναδείχθηκε μέσα από τα καταγεγραμμένα επεισόδια και έχει ήδη αναφερθεί έμμεσα και προηγουμένως, είναι η ανάγκη των παιδιών να οπτικοποιήσουν ενσώματα τη χωρική πληροφορία και τις χωρικές σχέσεις που αναπτύσσονταν στο περιβάλλον. Επομένως μιλάμε για πολλαπλές ευκαιρίες πραξιακής αναπαράστασης που σαφώς αναδεικνύουν τη μάθηση που συντελείται εν μέσω -και όχι ως απόρροια- ενεργητικής συμμετοχής και δράσης. Έτσι και στη συγκεκριμένη παρέμβαση και στα επεισόδια που παρατίθενται προς ανάλυση εδώ, η οπτική μας αφορά τη βιωματική διαδικασία προγραμματισμού «ρομπότ» από τα ίδια τα παιδιά τα οποία για να εισαγάγουν τις κατάλληλες εντολές κίνησης τόσο στο διάγραμμα ροής όσο εν συνεχεία και στον «εγκέφαλο» της Bee-Bot και του NXT, έπρεπε να πειραματιστούν και να επιβεβαιώσουν ενσώματα τις τοπολογικές έννοιες και τις χωρικές σχέσεις που θα καθόριζαν την ορθή πορεία και διαδρομή στο περιβάλλον της μακέτας.

Πιο συγκεκριμένα, είτε κατόπιν παραίνεσης του ερευνητή είτε ακόμα και αυτόνομα σε μεταγενέστερα στάδια των επεισοδίων, τα περισσότερα παιδιά κατέφυγαν στη «μετατροπή» του ίδιου του σώματός τους σε νοητικό εργαλείο. Αυτό γιατί μέσω της αλλαγής θέσης τους στο χώρο, ενάλλασαν άλλοτε συνειδητά, άλλοτε κατόπιν εξωτερικής παρέμβασης το εγωκεντρικό σημείο αναφοράς με αλλοκεντρικό με βιωματικό τρόπο, ως εκ τούτου, κατάφερναν να αντιληφθούν ορθά τη προοπτική με βάση την οποία η Bee-Bot και το NXT κινούνταν στο χώρο. Το γεγονός αυτό είχε εξίσου σημαντική επιρροή και στις διαδικασίες προγραμματισμού όπως είναι φυσιολογικό. Επιπλέον, κυρίως με παρότρυνση από τη μεριά μας, τα ίδια τα χέρια των παιδιών αρκετές φορές εξυπηρέτησαν ένα απόλυτα βιωματικό τρόπο προσέγγισης και κατανόησης των εννοιών «δεξιά-αριστερά» εφόσον συχνά λειτούργησαν ως οι σωστοί δείκτες κατεύθυνσης παράλληλα με την χρήση της κατάλληλης χωρικής περιγραφής ώστε να υποστηριχθεί κιναισθητικά η εκάστοτε έννοια.



Εικόνα 35. Σύνθεση προγράμματος στο περιβάλλον του λογισμικού Lego Mindstorms NXT

Πίνακας 14. Η αξία της συνόπαρξης και χρήσης πολλαπλών σημειωτικών εργαλείων και συστημάτων για την οπτικοποίηση διαδικασιών κίνησης στο χώρο

	Διάλογος	Σχόλια
238	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Τώρα, για να τον προγραμματίσουμε..... Παρασκευή,</i>	
239	<i>πως λες ότι θα τον πούμε να κάνει βηματάκι, με ποιά τρόπο;</i>	(Δεν υπάρχει απόκριση)
240	<i>Δ: Να το πω εγώ; Μ' αυτά!</i>	(εννοεί τα εικονίδια-μπλοκ κίνησης στο λογισμικό)
241		
242	<i>Ε: Πρέπει να ανάψουμε τον Τάλω! Έλα Νικόλα! Ο Μόδεστος είναι αυτός</i>	
243	<i>που θα βάζει το καλώδιο. Θα πρέπει να ανοίξουμε το πρόγραμμα τώρα.</i>	
244	<i>Ξέρετε να χρησιμοποιείτε ποντίκι;</i>	
245	<i>Μ: Ναι.</i>	
246	<i>Ν: Εγώ ξέρω να χρησιμοποιώ ποντίκι.</i>	
247	<i>Ε: Λοιπόν! Οι εικονίτσες είναι εδώ πάνω.</i>	(εννοούμε τα «μπλοκ» του λογισμικού)
248	<i>Δ: Να πατήσω εγώ;</i>	
249	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Μόδεστε έβαλες το καλώδιο;</i>	
250	<i>Μ: Ναι.</i>	
251	<i>Ε: Μπράβο! Τώρα με το ποντίκι πρέπει να τραβήξουμε την εικονίτσα.</i>	(Περιγράφουμε την drag 'n drop διαδικασία)
252	<i>Ποια θέλουμε;</i>	
253	<i>Δ: Μπροστά!</i>	
254	<i>Ε: Πάρε το ποντίκι να μας δείξεις Δανάη.</i>	(«Σύρει» το σωστό μπλοκ κίνησης πάνω στο πλέγμα εντολών του λογισμικού)
255	<i>Ε: Μπράβο! Τώρα....πόσα βηματάκια ακόμη πρέπει να βάλουμε; Μόδεστε;</i>	
256	<i>Μ: Δεξιά!</i>	
257	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Πως θα βοηθήσεις τον Τάλω....</i>	
258	<i>Ν: Άλλο ένα.....εεεε...άλλα δυο.</i>	
259	<i>Ε: Άλλα δυο; Ωραία. Μόδεστε, μπορείς να πας να δεις τις εικονίτσες και</i>	(Εννοούμε να μεταφέρει στους προγραμματιστές τα βήματα που έχουμε προσχεδιάσει.)
260	<i>να μας βοηθάς, να μας λες πόσα βελάκια είναι ακόμα να βάλουμε;</i>	
261	<i>Ε: Πόσα έχεις βάλει Δανάη;</i>	
262	<i>Δ: 3.</i>	
263	<i>Ε: Μόδεστε, έχει βάλει 3 βελάκια μπροστά, είναι σωστά;</i>	
264	<i>Μ: 1...2...3...4...5</i>	(Μετράει όλα τα βήματα συνολικά μέχρι το τέλος και όχι μόνο τα βήματα εμπρός.)
265		
266	<i>Ε: Περίμενε! 3 βελάκια μπροστά! Όταν τελειώσουν αυτά τα 3, τι βελάκι</i>	
267	<i>έχει μετά; Προς τα που πρέπει να στρίψει; Τι βελάκι είναι αυτό;</i>	
268		(Ο Μόδεστος κουνάει emphaticά στον αέρα το δεξί του χέρι και μας υποδεικνύει τη σωστή κατεύθυνση χωρίς να το λέει. Χρήση μέρους του σώματος για υπόδειξη απάντησης. Πλήρης απουσία λόγου)
269		
270		
271		
272	<i>Ε: Ποιο χεράκι είναι αυτό;</i>	
273	<i>Μ: Δεξί!</i>	(ορθή υπόδειξη)
274	<i>Ε: Ωραία! Άρα τι θα βάλουμε Δανάη;</i>	
275	<i>Δ: Πρέπει να το βάλουμε προς τα εκεί</i>	(Μας δείχνει με το χέρι της τη σωστή κατεύθυνση)
276	<i>Ε: Ποιο είναι το δεξί;</i>	(εννοούμε το μπλοκ κίνησης στο λογισμικό)
277	<i>Δ: Αυτό;</i>	(υποδεικνύει αριστερή κατεύθυνση. Δανθασμένη απάντηση σε σχέση με την υπόδειξη που μας έκανε νωρίτερα, επομένως παρατηρείται σχετική σύγχυση)
278		
279		
280		
281	<i>Ε: Αυτό είναι το μπλε. Το μπλε ή το κίτρινο; Ποιο είναι το δεξί;</i>	
282	<i>Δ: Το κίτρινο.</i>	
283	<i>Ε: Ωραία! Βάλε το κίτρινο. Παρ'το με το ποντίκι....ωραία! Και τώρα αφού</i>	(Προσπαθούμε να μοιράσουμε ισότιμα τη συνεισφορά και τη συμμετοχή των μελών της ομάδας)
284	<i>στρίψει τι άλλο πρέπει να κάνει μετά τη στροφή Μόδεστε;</i>	
285	<i>Δ: Μπροστά!!!</i>	
286	<i>Μ: Εδώ;</i>	(μας ρωτάει δείχνοντας το βήμα ευθεία)
287	<i>Ε: Τι είναι αυτό το βελάκι; Τι σημαίνει;</i>	(Ο Μόδεστος μας υποδεικνύει πάλι χωρίς να μιλά)
288		
289	<i>Ε: Ωραία! Και πως είπαμε θα το βάλουμε στο μυαλοντάκι του;</i>	
290	<i>Δ: Αυτό μπροστά θέλει!</i>	(Τοποθετεί και το τελευταίο βήμα στο εκτελέσιμο)
291	<i>Ν: Και μετά GO!</i>	
292	<i>Δ: Το κατάλαβε! Το κατάλαβε!</i>	(Με ενθουσιασμό παρατηρεί τη συσχέτιση της κίνησης στην μακέτα με τον κατάλληλο συμβολισμό στο εκτελέσιμο)
293		
294		
295	<i>Μ: Α, βλέπουμε τον υπολογιστή, βλέπουμε τον υπολογιστή!!</i>	(Με ενθουσιασμό παρατηρεί τη συσχέτιση της κίνησης στην μακέτα με τον κατάλληλο συμβολισμό στο εκτελέσιμο)
296		
297		

Εξάλλου ο Tall (2013) έχει τονίσει πώς η μαθηματική σκέψη (άρα και η χωρική ως μέρος αυτής) πηγάζει από την ανθρώπινη αισθησιοκινητική αντίληψη και δράση ενώ αναπτύσσεται και εξελίσσεται μέσω της

γλώσσας και του συμβολισμού. Αυτή η αναφορά είναι σύμφωνη με τον συνδυασμό της «πραξιακής αναπαράστασης εντός δράσης» του Bruner και της εικονιστικής αναπαράστασης που περιλαμβάνει όχι μόνο την οπτικοποίηση αλλά επίσης εξαρτάται από την οπτική ή άλλη αισθητηριακή οργάνωση και από τη χρήση συνοπτικών εικόνων. Σύμφωνα με παρατηρήσεις που μπορούμε να κάνουμε και σε ανάλογα επεισόδια του πειράματός μας, υπάρχει βάσιμος λόγος να υποθέσουμε ότι οι πραξιακές, εικονιστικές και συμβολικές αναπαραστάσεις δεν αποτελούν ανεξάρτητες διεργασίες ούτε ότι αναγκαστικά αναπτύσσονται διαδοχικά στο χρόνο. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι πολύπλοκα αναδυόμενες, συνυπάρχουσες και συν-εξαρτώμενες και τα όσα προκύπτουν από την ανάλυση των επεισοδίων, μας το επιβεβαιώνουν σε μεγάλο βαθμό.

Στο επεισόδιο που παρουσιάζεται στον πίνακα 15 παρατηρούμε τον Μόδεστο ο οποίος ως προνήπιο φαίνεται να διαθέτει ελαφρώς πιο «ανώριμη» χωρική συμπεριφορά σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά της ομάδας. Κατά τη διάρκεια σχεδιασμού του προγράμματος άρα και της κίνησης της Bee-Bot, καταφεύγει σε ιδιοσυγκρασιακές απαντήσεις αλλά και σε μη συντονισμένη χρήση του σωστού γλωσσικού κώδικα και του σώματος που θεωρητικά αναπαριστά τοπολογική θέση (βλ. σειρές 81-86). Όπως παρατηρούν και οι Goldin-Meadow (2003) η μη συντονισμένη λειτουργία χειρονομίας, κινησιολογίας και λόγου συμβαίνει όταν η χειρονομία γίνεται φορέας διαφορετικής πληροφορίας από αυτή που φέρει η λεκτική λειτουργία. Ενώ τέτοιου είδους περιστατικά έλλειψης συντονισμού παράγονται από δρόντα υποκείμενα όλων των ηλικιών και σε μεγάλο εύρος δραστηριοτήτων (Garber & Goldin-Meadow, 2002 · Gershkoff-Stowe & Smith, 1997) ειδικά στη περίπτωση παιδιών, όπως υποστηρίζεται από τους Church & Goldin-Meadow (1986), ενδέχεται να συμβαίνει σε μεγαλύτερο βαθμό κατά το ενδιάμεσο στάδιο κατανόησης μιας έννοιας και βρίσκουν πιο εύκολο το να αναπαραστήσουν ιδέες σχετικές με αυτή την έννοια μέσω χειρονομιών, αυθόρμητα, μη λεκτικά.

Πίνακας 15. Ενδιάμεσο στάδιο κατανόησης χωρικών εννοιών μέσω της διαδικασίας συντονισμού σώματος, πράξης, λόγου

	Διάλογος	Σχόλια
81	<i>E: Είπαμε ότι αυτό πάει αριστερά, αυτό ευθεία προς τα πάνω, το «go»</i>	<i>(τους ζητάμε να αναγνωρίσουν τη κατεύθυνση προς τα δεξιά) (Ιδιοσυγκρασιακή και λανθασμένη απάντηση) (Ο Μόδεστος σηκώνει το αριστερό χέρι) (σηκώνουμε το δεξί) (Παρατηρούμε μια σχετική σύγχυση των παιδιών ως προς το να κατανοήσουν πλήρως και να συνδυάσουν τις έννοιες κατεύθυνσης με το συμβολισμό τους, τοποθετούμε τα 5 σύμβολα κίνησης σε κατανοητό άξονα (σταυρό) (ο άξονας κατεύθυνσης έχει συμβολιστεί πλέον πλήρως) (πατάει 2 φορές το πλήκτρο «ευθεία» πάνω στο Bee-Bot)</i>
82	<i>είπαμε το βάζουμε τελευταίο, αυτό πηγαίνει κάτω και αυτό εδώ; Που δείχνει;</i>	
83	<i>M: Αριστερά!!</i>	
84	<i>E: Ποιο είναι το αριστερό σου χέρι Μόδεστε;</i>	
85	<i>Π: Στα δεξιά!</i>	
86	<i>E: Αυτό το χέρι ποιο είναι;</i>	
87	<i>ΟΛΑ ΜΑΖΙ: Το δεξί!!</i>	
88		
89		
90		
91		
92		
93		
94	<i>E: βλέπετε τώρα τα βελάκια. Αν θέλει τώρα να κάνει ένα τετράγωνο η</i>	
95	<i>μελισσούλα ξέρετε πως θα της πούμε να την κάνει;</i>	
96	<i>Δ: Εξέρω τι θα κάνει!</i>	
97	<i>E: Πως θα το κάνει;</i>	
98	<i>Δ: Θα πατήσουμε εδώ</i>	
99	<i>E: Ας μη πατήσουμε κανένα κουμπάκι! Δε πρέπει πρώτα να το</i>	
100	<i>σχεδιάσουμε για να της το δείξουμε; Θέλετε να φτιάξουμε ένα πρόγραμμα</i>	
101	<i>με τα βελάκια;</i>	

Όπως υποστηρίχθηκε παραπάνω, οι χειρονομίες οπτικοποιούν άμεσα ή έμμεσα έννοιες και λέξεις αλλά όπως επισημαίνεται από τους Roth & Thom (2011) η σχέση αυτή λειτουργεί και αμφίδρομα εφόσον οι λέξεις δρουν ως δείκτες γι' αυτές υπό την έννοια της ενσώματης έκφρασης. Οι διαδικασίες αυτές συχνά αυτοματοποιούνται σε τέτοιο βαθμό και δημιουργούν συστηματικά μοντέλα αξιοποίησης της θέσης και της χρήσης του σώματός μας ώστε να ανακαλούμε πολύ καλύτερα τη χωρική πληροφορία από ό,τι με αποκλειστικά λεκτικό-περιγραφικό τρόπο. Ιδιαίτερα στα μικρά παιδιά, με τον ίδιο τρόπο που χρησιμοποιούν για παράδειγμα τα δάχτυλα τους ώστε να διευκολύνουν τις διαδικασίες μέτρησης και υπολογισμού (Sfard, 2008), έτσι και στο πλαίσιο κατανόησης του χώρου και της κίνησης εντός αυτού, φαίνεται πως η καλύτερη πρακτική διαμεσολάβησης εδράζεται στη ενσώματη αντίληψη και δράση. Ειδικά στο πεδίο της αναπαράστασης εννοιών και διαδικασιών με τα χέρια και της αλληλεπίδρασής τους με τη γλώσσα, παρατηρείται μια πολυδιάστατη σχέση που στην περίπτωση των παιδιών εκφράζεται σε τρία επίπεδα: α) αρχικά μιλάμε για αντικατάσταση της ομιλίας από χειρονομίες, β) αναφερόμαστε σε πλήρη ταύτιση τους με την ομιλία και γ) τέλος υπάρχει και η περίπτωση της σύγκρουσης μεταξύ λεκτικής έκφρασης και χειρονομιών (Elia et al., 2011). Η τελευταία περίπτωση αναφέρεται επίσης ως δείκτης μετάβασης από το ένα επίπεδο ταύτισης λόγου-χειρονομιών στο άλλο (Alibali et al., 2000).

Συνοπτικά, λεκτικά σχήματα, χειρονομίες, χρήση σώματος και στοιχεία του περιβάλλοντος εμπλέκονται σε ένα πλαίσιο αλληλοτροφοδότησης όπως φαίνεται και στο παρακάτω απόσπασμα (βλ. Πίνακα 16) από τη συνεργασία μας με τα τέσσερα παιδιά της δεύτερης ομάδας του ολοήμερου. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρούμε πως η παραίνεση του ερευνητή προς τα παιδιά (βλ. γραμμές 308-309), αναφέρεται ανά τακτά διαστήματα στη χρήση ποικίλων (νοητικών) εργαλείων, όχι με την απόλυτη λογική της αλληλουχίας αλλά σε πλαίσιο συνδυαστικής εφαρμογής δεδομένου ότι σε αρκετές περιπτώσεις η κατανόηση μιας χωρικής έννοιας περνά αναγκαστικά από μια ισότιμη χρήση όλων των διαθέσιμων εργαλείων. Για παράδειγμα, ο πιο συνηθισμένος συνδυασμός αφορούσε τη σχεδόν παράλληλη αξιοποίηση του προφορικού περιγραφικού λόγου (εξωτερίκευση σκέψης), των καρτών/εντολών (αναπαράσταση εννοιών), της κίνησης και των πλήκτρων της Bee-Bot και της μετακίνησης/θέσης του σώματος (πραξιακή αναπαράσταση) και ειδικά των χεριών του παιδιού που ολοκλήρωναν τη δεικτική-περιγραφική προσέγγιση του χωρικού προβλήματος (βλ. γραμμές 327-328 & 335-336 & 338-340).

Πίνακας 16. Χρήση πραξιακής αναπαράστασης για τη κατανόηση χωρικών εννοιών

	Διάλογος	Σχόλια
301		(Τα παιδιά επαναπρογραμματίζουν τη Beebot και το βλέπουν να εκτελεί τη κίνηση)
302	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Έφτασε. Εδώ τώρα τί πρέπει να κάνει;</i>	
303	<i>ΕΛ: Να στρίψει!</i>	
304	<i>Ε: Ωραία για να στρίψει προς τα εδώ πού να της πούμε να στρίψει;</i>	(η Ελένη την έχει ήδη στρίψει με το χέρι και πάει να πατήσει το πλήκτρο της στροφής αλλά εμείς την επαναφέρουμε)
305		
306		
307		
308	<i>Ε:Μισό λεπτάκι. Δε θα πατάμε τίποτα. Πρώτα θα το σχεδιάσουμε με τις καρτούλες και μετά. Ποιό βελάκι πρέπει να της βάλουμε;</i>	
309	<i>ΟΛΑ: Αυτό!</i>	(δείχνουν με το δάχτυλο το βελάκι στροφής και πάνε να το πατήσουν)
310		
311		
312	<i>Ε: Όχι, πρώτα να το σχεδιάσουμε, με τις καρτούλες.</i>	
313	<i>ΟΛΑ: Αυτό!</i>	(μας δείχνουν το εικονίδιο «ευθεία»)
314	<i>Ε: Αυτά είπαμε ότι πάνε ευθεία, δε μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε</i>	
315	<i>εδώ.</i>	
316	<i>Ε: Αυτό! Προς τα πού θα στρίψει, αριστερά ή δεξιά;</i>	(άμεση υπόδειξη 2 πιθανών επιλογών)
317	<i>ΟΛΑ: Αριστερά.</i>	
318		
319		(ταυτόχρονα αναπαριστούμε τη στροφή του Bee-Bot μετακινώντας με το χέρι της μελισσούλα έτσι ώστε τα παιδιά να μπορούν να παρακολουθήσουν τον συλλογισμό της κατεύθυνσης)
320		
321		
322	<i>Ε: Και αφού στρίψει αριστερά πόσα βηματάκια πρέπει να πάει μπροστά</i>	
323	<i>μετά;</i>	
324	<i>Α: 2!!</i>	
325	<i>Ε: Για βάλτε τα.</i>	
326		
327	<i>Ε: Εδώ, εδώ θα τα βάλουμε πρώτα, με τις καρτούλες πρώτα.</i>	(η Ελένη πάει να πατήσει τα πλήκτρα κατευθείαν) (τα παιδιά τοποθετούν τις κάρτες στη θέση τους κι εμείς μετακινούμε με το χέρι τη μέλισσα ανάλογα πάνω στη μακέτα)
328		
329	<i>Ε: Κι αν φτάσει μετά εδώ τί κάνουμε;</i>	
330	<i>ΟΛΑ ΜΑΖΙ: Να στρίψει.</i>	(χωρίς σαφή κατεύθυνση και χωρική υπόδειξη)
331	<i>Ε: Προς τα πού; Αριστερά ή δεξιά;</i>	(άμεση υπόδειξη 2 πιθανών επιλογών)
332	<i>Κ: Δεξιά!</i>	(Ο Κέβιν μας απαντά από την απέναντι πλευρά της μακέτας οπότε η απάντησή του συνδέεται άμεσα με τη δική του οπτική γωνία αλλά δε ταυριάζει με το εκτελέσιμο)
333		
334		
335	<i>Ε: Για έλα Κέβιν από 'δω για να βλέπεις όπως βλέπουν όλοι. Για ελάτε</i>	
336	<i>όλοι να βλέπουμε όπως βλέπει η μελισσούλα.</i>	
337		
338	<i>Ε: Πού θα στρίψει;</i>	(τα παιδιά μετακινούνται σε θέση πίσω από το Bee-Bot)
339	<i>Κ: Αριστερά!</i>	(σωστή πληροφορία λόγω αλλαγής θέσης)
340	<i>Ε: Για βάλτε Κέβιν το βελάκι.</i>	
341	<i>Α: Μετά να βάλουμε κι ένα μπροστά!!!</i>	
342	<i>Ε: Αφού στρίψει λοιπόν μετά τι θα κάνει;</i>	(μετακινούμε πάλι με το χέρι το Bee-Bot)
343	<i>Α: Ξέρω, θα φτάσει εδώ.</i>	(δείχνει με το δάχτυλο το επόμενο βήμα στη μακέτα)
344	<i>Ε: Για να φτάσει εδώ τί πρέπει να κάνουμε;</i>	
345	<i>Θ: Ένα μπροστά!</i>	
346	<i>Ε: Να βάλουμε ένα βελάκι ευθεία και μετά;</i>	
347	<i>Θ: Να στρίψει.</i>	(συμπληρώνουμε την αναπαράσταση του εκτελέσιμου με τα εικονίδια)
348	<i>#</i>	
349	<i>Ε: Και αφού στρίψει εδώ, μετά τι κάνει;</i>	
350	<i>Θ: Να πάει ένα βήμα ευθεία.</i>	
351	<i>Ε: Ωραία για βάλτο κι αυτό.....Για κοιτάξτε τώρα. Αν τη ξαναβάλουμε</i>	
352	<i>από την αρχή πρέπει να φτιάξουμε το πρόγραμμα της. Κέβιν πήγαινε τη</i>	
353	<i>στην αρχή αλλά πρέπει να φτιάξεις ένα πρόγραμμα σαν κι αυτό, για</i>	(μετακινούμε το Bee-Bot στην αφετηρία έτσι ώστε να το επαναπρογραμματίσουμε)
354	<i>κοίτα.</i>	(τα παιδιά μετακινούνται όλα στην αφετηρία της μακέτας και επαναπρογραμματίζουν φωναχτά το Bee-Bot. Ο Κέβιν αποφασίζει να βάλει τα πρώτα 8 βήματα του εκτελέσιμου και δοκιμάζει την κίνηση)
355		
356	<i>#</i>	
357		
358	<i>Ε: Για να δούμε τί θα κάνει; Κέβιν ακολούθησε το πρόγραμμα ακριβώς;</i>	
359	<i>Κ: Ναι!</i>	

Τα ίδια περιβάλλοντα παρατηρήθηκε ότι, εκτός από (νοητικά) εργαλεία τα οποία ευνοούν την ανάπτυξη χωρικής σκέψης και δεξιοτήτων προσανατολισμού, εύρεσης και σχεδιασμού διαδρομών, προσφέρουν σημαντικές ευκαιρίες και για την παράλληλη ανάπτυξη άλλων πτυχών μαθηματικής σκέψης. Για παράδειγμα, η

μαθηματοποίηση των χωρικών διαδικασιών που πρέπει να ακολουθηθούν ως μέσο επίλυσης των προβλημάτων που σχετίζονται με τη κίνηση του Bee-Bot ή του NXT στη μακέτα οδηγεί στη χρήση στοιχείων του περιβάλλοντος και του πλαισίου ως άτυπων οργάνων μέτρησης και σύγκρισης αποστάσεων αλλά και απλών πράξεων πρόσθεσης, αφαίρεσης κ.α. Είναι σαφές ότι τόσο ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων και της μακέτας όσο και η επιλογή των εργαλείων του διδακτικού πειράματος έγινε ακριβώς λαμβάνοντας υπόψη ότι η εμπλοκή των παιδιών σε μια πολυσύνθετη διαδικασία σχεδιασμού κίνησης θα δημιουργούσε σημαντικές ευκαιρίες ανάπτυξης μαθηματικής σκέψης.

Στα επεισόδια που παρατίθενται στη συνέχεια (βλ. Πίνακα 17), ο ερευνητής καλεί κάθε φορά τα παιδιά να επιλέξουν την πιο σύντομη από τις διαδρομές που προτείνονται στην ολομέλεια, ακολουθώντας στοχευμένη ατομική εργασία (βλ. γραμμή 401). Ως μέσο αποτροπής του ιδιοσυγκρασιακού και κυρίως εγωκεντρικού τρόπου σκέψης των παιδιών, ο οποίος σε αρχικό στάδιο στερείται κάθε λογικής αιτιολόγησης και υπαγορεύεται κυρίως από ενθουσιασμό, ανταγωνισμό και κυριαρχικές τάσεις στο πλαίσιο της ομάδας, ζητάμε να μας εξηγήσουν τις διαφορές μεταξύ των προτεινόμενων διαδρομών (βλ. γραμμές 402-405). Κατά τον τρόπο αυτό (προς)καλούμε τα ίδια τα παιδιά να αντιληφθούν έμμεσα τυχόν άτυπα εργαλεία μέτρησης και σύγκρισης, τα οποία όπως είναι φυσιολογικό θα οδηγούσαν στη μαθηματοποίηση μιας -κατά τ'άλλα ιδιοσυγκρασιακής κι αφαιρετικής- διαδικασίας, μέσω πράξεων πρόσθεσης, αφαίρεσης, σύγκρισης σε σχέση με τις έννοιες του «περισσότερου» και «λιγότερου» (βλ. γραμμές 410-444). Αυτά τα άτυπα όργανα μέτρησης ήταν τόσο οι κάρτες-εντολές προγραμματισμού της Bee-Bot (οι οποίες ποσοτικοποιούσαν τα επιμέρους βήματα ανάγοντάς τα σε μετρήσιμες μονάδες αλλά και σε συγκρίσιμα αριθμητικά σύνολα) και τα «μπλοκ κίνησης» του NXT όσο και τα τεταρτημόρια στα οποία ήταν επί τούτου χωρισμένη η επιφάνεια της μακέτας.

Με βάση αυτά τα μη εμφανή εργαλεία μέτρησης και υπολογισμού, ήταν εφικτό να δημιουργηθεί το κατάλληλο πλαίσιο για όλες εκείνες τις μαθηματικές πράξεις και διεργασίες που με τη σειρά τους οδηγούσαν τα παιδιά στην εύρεση λύσεων για το εκάστοτε χωρικό-προγραμματιστικό πρόβλημα των επιμέρους «αποστολών». Η κύρια προσπάθειά μας με όλες τις ομάδες ήταν να τους εμπνεύσουμε τη σημασία μιας λογική απόδοσης ποσοτικών χαρακτηριστικών στα στοιχεία που ταυτόχρονα αποτελούσαν μέρος της ορθής προγραμματιστικής διαδικασίας καθώς και της εξαγωγής συγκριτικών συμπερασμάτων που βασίζονταν σε πράξεις και αιτιολογημένους υπολογισμούς και όχι σε τυχαία, αφαιρετική σκέψη (βλ. γραμμές 459-495).

Πίνακας 17. Ανοιχτές ευκαιρίες άτυπης μαθηματικοποίησης των χωρικών διαδικασιών

	Διάλογος	Σχόλια
401	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Πώς μπορούμε να μετρήσουμε ποια είναι η πιο γρήγορη;</i>	(Μας υποδεικνύει μια διαφορετική, τη δική της)
402	<i>Ν: Αυτή εδώ!</i>	
403	<i>Ε: Γιατί Νεφέλη; Η πιο γρήγορη είναι αυτή που έφτιαξες εσύ;</i>	(μας ξαναδείχνει τις 2 διαδρομές που υπέδειξε πριν)
404	<i>Ν: Ναι!!</i>	
405	<i>Γ: Εγώ λέω αυτή κι αυτή</i>	(Η Νεφέλη μας δείχνει το συμβολισμό πάνω στη μακέτα)
406	<i>Ν: Γιατί μπορεί να πάει και ανάποδα ο δρόμος.</i>	
407	<i>Ε: Δε μας πειράζει πως πάει ο δρόμος. Για σκεφτείτε, χθες πώς μετρούσαμε</i>	(Υποδεικνύει πάλι τη δική του)
408	<i>τα βηματάκια της μελισσούλας; Με ποιον τρόπο;</i>	
409		(δείχνουμε τη διαδρομή που προτείνει ο Γιώργος)
410	<i>Ε: Με τα τετραγωνάκια και με τα βελάκια; Εσείς όμως εδώ δε μετρήσατε</i>	
411	<i>με τα τετραγωνάκια! Αν σας βάλω να μετρήσετε με τα τετραγωνάκια;</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
412	<i>Για σκεφτείτε ποια από τις διαδρομές είναι η πιο γρήγορη;</i>	
413	<i>Γ: Αυτή!</i>	(εννοεί την αφετηρία)
414	<i>Ε: Ναι, αλλά χωρίς να μετρήσεις; Θάνο, πόσα βήματα πρέπει να κάνει ο</i>	
415	<i>Τάλως εδώ;</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
416	<i>Θ: 4!</i>	
417	<i>Ε: Θέλεις να μου τα δείξεις;</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
418	<i>Θ: 4, εδώ πάνω. 1...2...3...4...</i>	
419	<i>Ε: 4!!</i>	(εννοούμε το τετράγωνο της αφετηρίας)
420	<i>Γ: Εδώ θέλει 5.</i>	
421	<i>Ε: 5 θέλει στην Νεφέλη; Για να δούμε! Πως τα μέτρησες Νεφέλη;</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
422	<i>Ν: Αρχισα από αυτό το κουτάκι</i>	
423	<i>Ε: Δηλαδή; Από εδώ ξεκινάει, δεν το μετράμε, άρα πως κατάλαβες ότι</i>	(εννοούμε το τετράγωνο της αφετηρίας)
424	<i>είναι 5. Δε πειράζει, μέτρα κι αυτό!</i>	
425	<i>Ν: Εεε, 1...2...3...4...5...</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
426	<i>Ε: 5!! Αν όμως βγάλουμε αυτό το κουτάκι;</i>	
427	<i>Ν: 4!!</i>	(δείχνουμε δίπλα δίπλα 2 διαφορετικές διαδρομές, του Θάνου και της Νεφέλης)
428	<i>Ε: 4! 4 βήματα! 4 βήματα έχει αυτή η διαδρομή, 4 κι αυτή!!</i>	
429	<i>Ε: Αυτή εδώ του Γιώργου, πόσα βήματα έχει;</i>	(Επιχειρούμε αντιπαραβολή έργων που θα προκαλέσει τη σκέψη και σχετική συζήτηση)
430		
431	<i>Γ: 1...2...3...4...5...6...7...8...</i>	(μετράει με το δάχτυλο πάνω στη κάτοψη)
432	<i>Ε: 8! Της Χριστίνας, να δούμε και λίγο της Χριστίνας. Χριστίνα, πόσα</i>	
433	<i>βηματάκια πρέπει να κάνει για να φτάσει εδώ;</i>	(με βεβαιότητα)
434	<i>Γ: 4 θα είναι!!</i>	
435	<i>Ε: Γιατί το λες αυτό; Πώς το σκέφτηκες;</i>	(με βεβαιότητα)
436	<i>Γ: Έκανε αυτό που έκανε και η Νεφέλη!</i>	
437	<i>Ε: Ααα, είναι η ίδια διαδρομή δηλαδή;</i>	(με βεβαιότητα)
438	<i>Γ: Ναι!</i>	
439	<i>Ε: Ωραία, ποια λέτε να διαλέξουμε; Η δική σου Γιώργο όχι ότι δεν είναι</i>	(με βεβαιότητα)
440	<i>ωραία αλλά είναι η πιο μεγάλη, θέλουμε να είναι γρήγορη διαδρομή</i>	
441	<i>Γ: Του Θάνου</i>	(με βεβαιότητα)
442	<i>Ε: Γιατί;</i>	
443	<i>Γ: Γιατί έχει 4.</i>	(με βεβαιότητα)
444	<i>Ε: Ναι αλλά και της Νεφέλης έχει 4 βήματα και της Χριστίνας!</i>	
445		(με βεβαιότητα)
446	<i>Ε: Ωραία, ας κάνουμε το εξής. Θέλω να μετρήσετε τα βηματάκια που</i>	
447	<i>πρέπει να κάνει ο Τάλως. Θυμάστε πώς τα μετρούσαμε τα βήματα;</i>	(με βεβαιότητα)
448	<i>Α: Ναι! Με τα βελάκια.</i>	
449	<i>Ε: Τα βελάκια ή κάτι άλλο;</i>	(με βεβαιότητα)
450	<i>ΘΕ: Με τον υπολογιστή;</i>	
451	<i>Θ: 7, 7!!</i>	(Μας κοιτάει με μεγάλη αυτοπεποίθηση και τον παρατηρήσαμε να μετράει τα βήματα όσο εμείς διατυπώναμε την ερώτηση)
452		
453		(Ο Θοδωρής προσπαθεί να μας δείξει -αόριστα- με το μαρκαδόρο πάνω στη μακέτα)
454	<i>Ε: Πώς τα μέτρησες; Μπορείς να μου δείξεις με το χεράκι;</i>	
455		(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
456	<i>Ε: Για δείξε μου με το χεράκι Θοδωρή.</i>	
457	<i>Θ: 1..2..3..4..5..6..7!</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
458		
459	<i>Ε: Βλέπω ότι ο Θοδωρής μετράει τις γραμμούλες.</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
460	<i>ΘΕ: Κι εγώ.</i>	
461	<i>Ε: Ας δούμε εδώ στο χάρτη για να βοηθηθούμε λίγο περισσότερο. Πολύ</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
462	<i>σωστή η ιδέα με τις γραμμούλες αλλά επειδή ο Τάλως κάνει βήμα</i>	
463	<i>μεγαλύτερο απ' τη γραμμούλα θέλω να μου πείτε αν μπορείτε να</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
464	<i>παρατηρήσετε εδώ πάνω (στη μακέτα) με ποιο τρόπο θα μετρήσουμε τα</i>	
465	<i>βήματα.</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
466	<i>Ν: Εγώ θ!</i>	
467	<i>Ε: θ; Πώς τα μέτρησες; Τις γραμμούλες μέτρησες κι εσύ; Υπάρχει κανένας</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
468	<i>άλλος τρόπος;</i>	
469	<i>Ν & Α: 1.2.3.4.5.6</i>	(Μετράει ενώ υποδεικνύει τα τετράγωνα-βήματα που θα διανυθούν με βάση τη διαδρομή που προτείνει)
470	<i>ΘΕ: Εγώ έχω 5!</i>	

471	<i>Ε: Μισό λεπτάκι, για ακούστε με λίγο. Εγώ κατάλαβα ότι οι περισσότεροι</i>	<i>(Ο Θοδωρής και η Νεκταρία ξαναμετράνε τα βήματα πάνω στη κάτοψη)</i>	
472	<i>μετρήσατε με τις γραμμούλες και είναι πολύ ωραία σκέψη αλλά όπως σας</i>		
473	<i>εξήγησα ο Τάλως κάνει μεγαλύτερο βήμα από τις γραμμούλες</i>		
474	<i>Θ & ΝΕ: 1.2.3.4.5.6.7.8.9.10</i>		
475			
476	<i>Ε: Να ρωτήσω κάτι άλλο; Μήπως υπάρχει κάποιος άλλος τρόπος, πιο</i>		<i>(η σωστή αντίδραση έρχεται μετά από τον προβληματισμό που ενδεχομένως δημιουργήσε η επισήμανση μας)</i>
477	<i>εύκολος γιατί ο Τάλως δεν κάνει τόσο μικρά βήματα.</i>		
478	<i>Α: 1..2... Πάει μέσα σε κουτάκια;</i>		
479			
480			
481	<i>Ε: Τι λέει η Αθηνά; Για δείτε, τί θα μπορούσαμε να μετρήσουμε;</i>		
482	<i>Ν: Πού είναι ο Τάλως;</i>		
483	<i>Ε: Να ο Τάλως. Τι θέλεις να δεις;</i>		
484	<i>Α: Να τον βάλουμε 4.</i>		
485	<i>Ε: Πως το σκέφτηκες αυτό Αθηνά;</i>	<i>(μετράει τα τεταρτημόρια της κάτοψης)</i>	
486	<i>Α: 1..2..3..4..</i>		
487	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Τί μέτρησες για να μας πεις ότι είναι 4;</i>		
488	<i>Α: Να, τέτοια. Το ένα κουτάκι, το άλλο κουτάκι....</i>		
489	<i>Ε: Αααα, ωραία ιδέα. Άρα, θέλετε να δείτε πόσα κουτάκια έχει βάλει ο</i>		
490	<i>καθένας στη διαδρομή του για να δούμε ποια είναι η πιο γρήγορη; Για</i>		
491	<i>μετρήστε τα κουτάκια και γράψτε τον αριθμό πάνω στο χαρτί.</i>		
492			
493			
494			<i>(Το κάθε παιδί μετράει τα βήματα πάνω στη κάτοψη και μετά από μια μικρή διαβούλευση των παιδιών καταλήγουν στα 5)</i>

Συνοψίζοντας, φαίνεται πως η παροχή βασικών εμφανών εργαλείων (ελεύθερο διάγραμμα πορείας, μικρές και μεγάλες κάρτες με αναπαράσταση κατεύθυνσης, φωτογραφία-κάτοψη του μικροχώρου) καθώς και η αρχικά καθοδηγούμενη οπτικοποίηση χωρικών εννοιών και διαδικασιών με τρόπο που να αναδύεται μέσα από το «ελεύθερο» παιχνίδι των παιδιών, οδηγεί σε αυθόρμητη εφεύρεση νέων εργαλείων και ανάδειξη πολλαπλών αναπαραστατικών μέσων του περιβάλλοντος (π.χ. οι διαχωριστικές γραμμές του δρόμου, τα τεταρτημόρια της μακέτας, τα τοπόσημα της μακέτας, ο συσχετισμός του ΞΔ περιβάλλοντος με τη ΞΔ αναπαράστασή του, η θέση και ο προσανατολισμός του σώματος κ.α.) κατά την εξέλιξη των δραστηριοτήτων. Η κατά βάση μη σειριακή και σχεδόν τυχαία αλληλεμπλοκή εργαλείων συνθέτουν την εξελισσόμενη γνωστική «σκαλωσιά» που καθοδηγεί τη χωρική σκέψη άρα και δράση των παιδιών μέσα από κοινωνικά δομημένες διαδικασίες δοκιμής-λάθους. Θα μπορούσαμε επίσης να πούμε πως η παραπάνω καταγραφή (που παρουσιάζεται συγκεντρωτικά) και ανάλυση μας παρέχει ικανοποιητικές απαντήσεις στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα που αφορά τις στρατηγικές επίλυσης προβλήματος στις οποίες ανατρέχουν τα παιδιά με το ρόλο των «προγραμματιστών» της κίνησης. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά αντιλαμβάνονται βιωματικά:

- την αξία της στρατηγικής δοκιμής-λάθους και των διαδικασιών αποσφαλμάτωσης,
- τη σημασία τόσο της χρήσης υπαρχόντων εργαλείων όσο και της «εφεύρεσης» ad hoc δυναμικών εργαλείων τα οποία διευκολύνουν την εξέλιξη της νόησης και παράλληλα, ως διαρκώς δυναμικά, εξελίσσονται μέσω αυτής τη διαδικασίας αλληλοτροφοδότησης περιβάλλοντος-μέσου-πράξης,
- τη χρησιμότητα της συνδυαστικής και σχεδόν παράλληλης αξιοποίησης πολλαπλών αναπαραστατικών μέσων που ευνοούν τη κατανόηση, οπτικοποίηση και οργάνωση της κίνησης,
- την αξία της διαδικασίας (προ)σχεδιασμού,

- τον κεντρικό ρόλο της χρήσης του ίδιου μας του σώματος όχι μόνο ως «νομοτελειακού» μέσου εγωκεντρικής αντίληψης του χώρου αλλά και ως κιναισθητικού εργαλείου για την εξαγωγή βιωματικών συμπερασμάτων μέσω συγκρίσεων και συσχετισμών στοιχείων του περιβάλλοντος.
- έστω και ασυνείδητα την αποτελεσματικότητα της στρατηγικής συνδυασμού πραξιακής, εικονικής και συμβολικής αναπαράστασης.

6.2 Κοινωνικές διεργασίες στο πλαίσιο της ομάδας

Ένα ακόμα στοιχείο που αναδύεται από την ανάλυση των επεισοδίων του διδακτικού πειράματος είναι και το ότι στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων που ενέπλεξαν τα παιδιά στις διαδικασίες σχεδιασμού και προγραμματισμού της κίνησης τόσο του περιηγητή εδάφους (Bee-Bot) όσο και του ψηφιακά ελεγχόμενου οχήματος (NXT), εμφανίζονται σημαντικές ευκαιρίες συνεργασίας, αλληλοτροφοδότησης και αλληλοδιδασκαλίας. Το γεγονός αυτό με τη σειρά του αναδεικνύει έντονα στοιχεία αλληλοδιδακτικών συμπεριφορών υπό το πρίσμα των κοινωνικών διεργασιών που υπονοεί η χρήση της γλώσσας από τα παιδιά. Όλα αυτά παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια, υποστηρίζονται από ενδεικτικά παραδείγματα διαλόγων με τη σχετική ανάλυση και συνοψίζονται στον Πίνακα 25 με τον οποίο ολοκληρώνεται το παρόν κεφάλαιο.

Όσον αφορά τις καταγεγραμμένες και κωδικοποιημένες κοινωνικές διεργασίες των επεισοδίων με την πρώτη ομάδα του κλασικού τμήματος (K1), σε σύνολο 119 χαρακτηρισμένων εκφωνημάτων, αναδεικνύονται σε αρκετά υψηλό βαθμό οι συνεργατικές (33,7%) όσο οι επιχειρηματολογικές (10,5%) πρακτικές, οι οποίες δεν εγγράφονται σε κανένα άλλο επεισόδιο με τις υπόλοιπες ομάδες. Παράλληλα, σε αρκετά υψηλό ποσοστό κυμαίνονται οι κυριαρχικές (27,5%) ενώ ελάχιστες είναι οι περιστάσεις στις οποίες καταγράφεται στοιχείο αλληλοδιδασκαλίας (5,2%). Στο πλαίσιο συνεργασίας με τη δεύτερη ομάδα (K2) ο λόγος που εκφέρεται από τα παιδιά και αντικατοπτρίζει έντονη συνεργατική δραστηριότητα αποτελεί το υψηλότερο ποσοστό από όλες τις ομάδες του διδακτικού πειράματος (59,8%), ενώ στα σημαντικά στοιχεία που αναδύονται από την ανάλυση και κωδικοποίηση των δεδομένων που προέκυψαν και από τα επεισόδια με την τρίτη ομάδα (K3), είναι η διάθεση των παιδιών για συνεργασία και αλληλοδιδασκαλία σε αθροιστικά 36,9% όλων των στιγμών λόγου που κωδικοποιήθηκαν με άξονα τις κοινωνικές διεργασίες. Ωστόσο με τη συγκεκριμένη ομάδα, εντύπωση προκαλεί η ιδιαίτερα υψηλή παρουσία ατομιστικών, κυριαρχικών και συγκρουσιακών αλληλεπιδράσεων (συνολικά 63,1%). Σε ό,τι αφορά τις ομάδες του ολοήμερου τμήματος, αφενός με τη πρώτη (O1), στο σύνολο των γλωσσικών επεισοδίων που εγγράφονται στο πεδίο κοινωνικής συνδιαλλαγής των παιδιών, το 48,6% συνολικά αφορά τη σκοπιμότητα οικοδόμησης συνεργασιών και την αλληλοϋποστήριξη σε βαθμό «αλληλοδιδασκαλίας» εν όψει επίτευξης κοινών στόχων όπως η επιτυχής ολοκλήρωση των αποστολών που έχουν ανατεθεί στην ομάδα στο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος και του περιβάλλοντος της πίστας.

Επιπλέον, σε αρκετά υψηλό βαθμό (30,4%) σε σχέση με άλλες ομάδες του πειράματος, καταγράφεται η χρήση ατομικού λόγου για την «κοινοποίηση» της εσωτερικής σκέψης ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της φάσης σχεδιασμού της κίνησης της Bee-Bot. Αφετέρου, από τη παρατήρηση και ανάλυση των δεδομένων της τελευταίας ομάδας (O2), σημαντικό στοιχείο ως προς τη βελτίωση των χωρικών δεξιοτήτων σχεδόν όλων των παιδιών θα πρέπει να θεωρείται το γεγονός ότι στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων και των 2 ημερών, η κωδικοποίηση συνομιλιών υπό το πρίσμα των κοινωνικών διεργασιών (συνολικά 37 τη πρώτη ημέρα και 105 τη δεύτερη!), εγγράφει υψηλό βαθμό συνεργατικών και αλληλοδιδασκτικών πρακτικών (39,8% συνολικά).

Ενδεικτικά, στο παρακάτω επεισόδιο (βλ. Πίνακα 18) και τα τέσσερα μέλη της ομάδας συμμετέχουν με συχνή εναλλαγή ρόλων αφενός χωρίς να παρατηρούνται συγκρουσιακά ή/και κυριαρχικά στοιχεία αφετέρου με τη συνεργατική πρακτική να κυμαίνεται στα όρια της αλληλοδιδασκαλίας με βάση τη παράλληλη χρήση εργαλείων του περιβάλλοντος από τα ίδια τα παιδιά! Παρατηρούμε πως στο πρώτο αδιέξοδο που συναντάται, η Αλεξία δεν αρκείται στο να υποδείξει λεκτικά την (κατά τη γνώμη της) σωστή κίνηση αλλά προσπαθεί να αναπαραστήσει τόσο με το χέρι όσο και με τη στάση του σώματός της τη σωστή κατεύθυνση (βλ. γραμμές 39-40). Ενδεχομένως να επιχειρείται μίμηση πρότερης συμπεριφοράς του ερευνητή ο οποίος καθ' όλη τη διάρκεια του διδακτικού πειράματος έκανε συχνή χρήση παρόμοιων πρακτικών για να βοηθήσει τα παιδιά. Επιπλέον, είναι εμφανές το γεγονός ότι η ανάληψη πρωτοβουλίας για βοήθεια συχνά εκδηλώνεται με σεβασμό στους ρόλους των μελών της ομάδας δεδομένου ότι οι παρεμβάσεις είναι λεκτικές (π.χ. ο Θοδωρής υποδεικνύει χωρίς ωστόσο να πατήσει το πλήκτρο) και βασίζονται στη συνεργασία.

Πίνακας 18. Συνεργατική συμπεριφορά παιδιών ως αλληλοδιδασκαλία

	Διάλογος	Σχόλια
31	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Εδώ που θα φτάσει Θέμιδα, τί πρέπει να κάνει;</i>	
32	<i>ΘΕ: Να στρίψει.</i>	
33	<i>Ε: Δηλαδή;</i>	
34	<i>Ν: Να το πατήσω;</i>	
35	<i>Ε: Όχι, η Θέμιδα θα το κάνει. Είναι η σειρά της Θέμιδας. Προς τα πού;</i>	
36	<i>ΘΕ: Προς τα δεξιά.</i>	
37	<i>Ε: Για πάντα το!</i>	
38		
39	<i>Α: Το άλλο για να πάει έτσι!</i>	
40		
41	<i>Θ: Αυτό!</i>	
42	<i>Ε: Και αφού στρίψει δεξιά. Πόσα βηματάκια ευθεία θα βάλουμε Θοδωρή;</i>	
43	<i>Θ: 6.</i>	
44	<i>Ε: Ωραία. Για πάντα.</i>	
45	<i>Ν: 1.2.3.4.5.6</i>	
46	<i>Ε: Ωραία, για να δούμε. Τώρα η Αθηνά θα πατήσει το «go».</i>	
47		
48	<i>Α: Το «go». Αφού δεν πρέπει να πάει και μια έτσι;</i>	
49	<i>Ε: Ααααα, και αν πρέπει να στρίψει και προς τα εκεί ποιο κουμπί πρέπει να πατήσει; Αριστερά ή δεξιά;</i>	
50	<i>Α: Αριστερά.</i>	
51	<i>Ε: Ωραία. Και αν στρίψει εδώ, τί πρέπει να κάνει μετά;</i>	
52	<i>ΘΕ: Να βάλει ένα βήμα!</i>	
53	<i>Ε: Ωραία!</i>	
54	<i>Α: Να το βάλω εγώ;</i>	
55	<i>Ε: Ποιο; Το «ευθεία»...Ωραία, η Νεκταρία πατάει το «go» τώρα</i>	
		(προκύπτει σύγχυση μεταξύ λόγου-πράξης)
		(Η Θέμις πάει να πατήσει το «αριστερά») (Φωνάζει και δείχνει με το χέρι και το σώμα παράλληλα. Παροχή βοήθειας) (ο Θοδωρής δείχνει χωρίς να πατήσει το πλήκτρο)
		(όσο ο Θοδωρής πατάει τα πλήκτρα, η Νεκταρία μετράει φωναχτά)
		(αναπαριστά τη στροφή με το χέρι της)

Στο περιστατικό που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 19), τα παιδιά (συν)εργάζονται στο πλαίσιο χρήσης του λογισμικού με το οποίο είναι δυνατός ο προγραμματισμός του NXT. Να σημειωθεί πως είχαμε εκ των προτέρων αποφασίσει να δημιουργήσουμε και να διαθέσουμε στα παιδιά εικονοεντολές με έτοιμη παραμετροποίηση όσον αφορά τη ταχύτητα, τις περιστροφές και άλλες μεταβλητές που ορίζουν τη τελική κίνηση του NXT, επιλέγοντας μάλιστα να αναπαραστήσουμε την εκάστοτε λειτουργία τους με συμβολισμό κατεύθυνσης που να είναι απόλυτα κατανοητός και να μη δημιουργεί επιπλέον εμπόδια παρερμηνείας από τη μεριά των παιδιών. Αυτό συνέβη γιατί στις προθέσεις μας ήταν να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα που θα προέκυπταν από δυσκολία στο χειρισμό των ίδιων των εικονοεντολών έτσι ώστε να συγκεντρωθούμε στη πραγματική αλληλεπίδραση των παιδιών μεταξύ τους αλλά και με τα εργαλεία του περιβάλλοντος χωρίς περιττό «θόρυβο» πληροφορίας. Επιπλέον, με αυτό το τρόπο θα μπορούσαμε να εστιάσουμε με μεγαλύτερη ασφάλεια στις διαδικασίες αποσφαλμάτωσης οι οποίες θα αφορούσαν κατ' αποκλειστικότητα τις επιλογές των παιδιών σε σχέση με τον χώρο και τη συγκεκριμένη κίνηση εντός αυτού και όχι άλλες παραμέτρους (ταχύτητα, μήκος «βήματος», χρόνος κάλυψης απόστασης κλπ.). Επομένως, δουλεύοντας με εργαλεία που ήταν γνωστικά και χειριστικά προσβάσιμα από τα παιδιά, καταφέραμε να παρατηρήσουμε πως όταν αυτά ενεπλάκησαν σε δραστηριότητα υψηλού ενδιαφέροντος για τα ίδια, κυρίως χάρη στην εμπλοκή του υπολογιστή και του NXT που απείχαν αρκετά από τα συμβατικά «παιχνίδια» και απτικά εργαλεία που χειρίζονταν μέχρι εκείνη τη στιγμή, σημείωσαν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό συνεργατικότητας και αλληλοδιδασκαλίας (βλ. γραμμές 402-418). Αυτές οι τάσεις καταγράφηκαν ιδιαίτερα κατά τη διαδικασία αποσφαλμάτωσης του εκτελέσιμου προγράμματος στο περιβάλλον του λογισμικού του NXT. Ενδεχομένως η μεγαλύτερη «σοβαρότητα» με την οποία αντιμετώπισαν τη χρήση του υπολογιστή ως διαμεσολαβητικού εργαλείου μεταξύ των ίδιων και του «ρομπότ», τους ενέπνευσε επιπλέον αίσθημα υπευθυνότητας και υψηλότερο βαθμό συγκέντρωσης στις διαδικασίες που συνδέονταν με τη κίνηση στη μακέτα αμέσως μετά.

Πίνακας 19. Συνεργασίες παιδιών στο πλαίσιο εξοικείωσης με εργαλεία προγραμματισμού

	Διάλογος	Σχόλια	
400	<i>Ε: Ελάτε, είναι καινούριο το πρόγραμμα. Το σβήνουμε για να φτιάξουμε</i>	<i>(ο Θάνος έχει το ρόλο του «προγραμματιστή») (δείχνει την αντίστοιχη εντολή στο λογισμικό) (έκκληση για βοήθεια) (ξαναδείχνει την οθόνη)</i>	
401	<i>ένα καινούριο. Ελάτε. Βοηθάτε τον Θάνο.</i>		
402	<i>Γ: Δεξιά. Αυτό!</i>		
403	<i>Θ: Αυτό;</i>		
404	<i>Γ: Ναι. Μετά....</i>		
405	<i>Ν: Ένα βήμα μπροστά</i>		
406	<i>Γ: Δνο....Κάτσε να σου δείχνω!!</i>		<i>(εκνευρισμένος, ξαναδείχνει την οθόνη) (Ο Θάνος τοποθετεί τη πρώτη εντολή «ευθεία»)</i>
407			
408			
409	<i>Γ: Άλλο ένα τώρα...κάτσε... τι λέω τι λέω.</i>		<i>(Ο Θάνος εκφράζει απορία με τη κίνηση του χεριού)</i>
410			
411	<i>Ε: Μη ξεχνάτε ότι αν κάποιον μπερδεύσετε μπορείτε να πάτε να το δείτε κι</i>	<i>(δείχνει τις κάρτες που αναπαριστούν τη κίνηση) (Η Νεφέλη παράλληλα πάει να δείξει το σημείο στη μακέτα) (δείχνει την οθόνη μετά από σκέψη)</i>	
412	<i>από κοντά. Να δείτε λιγάκι τι θέση έχει.</i>		
413	<i>Γ: Αυτό, αυτό....</i>		
414			
415			
416	<i>Γ: Αυτό!</i>		
417	<i>Ε: Ποιο είναι το αυτό;</i>		
418	<i>Γ: Το πίσω.</i>		
419	<i>Ε: Το πίσω; Αν στρίψει εδώ, κάνει δυο βήματα και φτάσει εδώ, τι πρέπει</i>		
420	<i>να κάνει;</i>		
421	<i>Γ: Θα στρίψει δεξιά.</i>	<i>(ξαναβοηθάμε τα παιδιά με το να αναπαραστήσουμε τη κίνηση αργά πάνω στη μακέτα) (εννοούμε στο λογισμικό και δείχνουμε την οθόνη) (Ο Θάνος τοποθετεί το ανάλογο εικονίδιο στη σειρά των εντολών) (συμβολίζει τον αριθμό με τα δάχτυλά του και υποδεικνύει την κατάλληλη εντολή στο λογισμικό ώστε να καθοδηγήσει τον Θάνο) (δείχνει το εικονίδιο «πίσω»)</i>	
422	<i>Ε: Μπράβο! Δε πρέπει να το βάλεις όμως κι εδώ;</i>		
423			
424			
425	<i>Γ: Δνο μπροστά!</i>		
426			
427	<i>Θ: Πολύ μεγάλο πρόγραμμα, ε;</i>		
428	<i>Ε: Είναι μεγάλο πρόγραμμα!</i>		
429	<i>Γ: Κι αυτό!</i>		
430	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Όταν φτάσει εδώ όπως είπαμε....Ακούστε με λίγο. Όταν</i>		
431	<i>πάτε να προγραμματίσετε κάτι θα πρέπει να σκέφτεστε λιγάκι για τη θέση</i>		
432	<i>που θα έχει εκείνη τη στιγμή που κινείται.</i>		
433	<i>Γ: Ξέρω τι πρέπει να κάνει!</i>		
434	<i>Ε: Δηλαδή τι θα κάνει τώρα;</i>		
435	<i>Γ: Θα στρίψει αριστερά</i>		
436	<i>Ε: Για έλα από εδώ, έτσι όπως κοιτάει το ρομποτάκι. Για ελάτε εδώ πίσω!</i>		
437	<i>Γ: Ξεσε, δεξιά.....Τι κάνεις; Θα με τρελάνεις εσύ!</i>	<i>(Παρακολουθεί τον Θάνο να τοποθετεί ένα εικονίδιο σε λάθος θέση)</i>	
438			
439	<i>Ε: Τι κάνει, όπισθεν; Τί πρέπει να διορθώσουμε;</i>	<i>(δείχνει στην οθόνη ποια εντολή πρέπει να αλλάξει ο Θάνος) (ολοκληρώνουν το πρόγραμμα)</i>	
440	<i>Γ: Σβήστο αυτό! Και μετά ένα μπροστά.</i>		
441			
442			

Ο ρόλος του «εμπειρότερου άλλου» φαίνεται πως αναδεικνύεται με μεγαλύτερη ευκολία στο πλαίσιο προγραμματισμού του NXT με τη χρήση του υπολογιστή (βλ. Πίνακα 20). Οι εικονοεντολές ή αλλιώς «μπλοκ κίνησης» (όπως αποκαλούνται σχετικά) σε σειριακή τοποθέτηση, ο μεγαλύτερος βαθμός συγκέντρωσης που απαιτεί μια διαδικασία που εμπλέκει αναπαραστατικά μέσα και εργαλεία από τον θεωρούμενο «κόσμο των ενηλίκων» αλλά και η αμεσότητα του αποτελέσματος της σκέψης των ίδιων των παιδιών εφόσον το ίδιο το νοητικό προϊόν (εκτελέσιμο πρόγραμμα) μεταφέρεται αυτούσιο στον εγκέφαλο του NXT προς εκτέλεση και έλεγχο στη πίστα, δημιουργούν ένα πιο ακριβές και πλούσιο πλαίσιο παρατήρησης της συμπεριφοράς και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Παράλληλα αυξάνεται και το εύρος καταγραφής των ιδεών, των συγκρούσεων αλλά και του βαθμού συνεργασίας μεταξύ τους. Επιπλέον, εξαιρετικά σημαντικό είναι το γεγονός ότι η παρατήρησή μας βασίζεται σε αλληλεπιδράσεις που σημειώνονται επί ορατών δυναμικών δεδομένων (εντολές και εκτελέσιμο πρόγραμμα στο περιβάλλον NXT) τα

οποία αλλάζουν άμεσα και διαρκώς από τη παρέμβαση των ίδιων παιδιών, τη συνεχή επαναδιαπραγμάτευση εννοιών και διαδικασιών και απαιτούν διαφορετικά είδη νοητικής «σκαλωσιάς» (scaffolding) κάθε φορά.

Πίνακας 20. Ο ρόλος του «εμπειρότερου άλλου» στο πλαίσιο προγραμματισμού του ΝΧΤ

	Διάλογος	Σχόλια
31	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Για να δούμε τι θα κάνουμε τώρα.</i>	
32	<i>Θ: Πρέπει να βάλουμε τα βελάκια.</i>	
33	<i>Ε: Πόσα;</i>	
34	<i>Γ: 2. Αριστερά.</i>	
35		
36		
37	<i>Ε: Αριστερά; Το «ευθεία» δηλαδή!</i>	(ήδη έχει αρχίσει να σχηματίζει το εκτελέσιμο με το να τοποθετήσει την πρώτη εικονοεντολή στο λογισμικό)
38		(Έχει να κάνει με τη διάταξη που έχουν τα εικονίδια στο λογισμικό. Προσπαθούμε να επισημάνουμε τη διαφορά που μπορεί να έχει ο συμβολισμός κίνησης στο εκτελέσιμο)
39		
40		
41	<i>Γ: Ένα κι άλλο ένα από κάτω.</i>	
42	<i>Γ: Εκεί...</i>	(τοποθετεί το ένα εικονίδιο δίπλα στο άλλο)
43	<i>Γ:.....Τι;;</i>	(του κάνει εντύπωση γιατί θεωρούσε με βάση την τοποθέτηση των καρτών που είχε προηγηθεί, ότι και τα εικονίδια τοποθετούνται το ίδιο αλλά διαπιστώνει ότι στο περιβάλλον λογισμικού είναι διαφορετικά).
44		(γυρίζει το κεφάλι και απευθύνεται σ' εμάς για βοήθεια με απορία. Έκκληση για βοήθεια)
45		
46		
47	<i>Γ: Μα δε το κάνουμε έτσι;</i>	
48		
49	<i>Ε: Πώς;</i>	
50	<i>Γ: Εμείς πρέπει να το βάλουμε από κάτω. Θέλουμε να το βάλουμε από κάτω.</i>	(εννοεί τα εικονίδια)
51		
52	<i>Ε: Θέλετε να το βάλετε από κάτω; Δε πειράζει στη σειρά θα τα βάλουμε...</i>	
53	<i>Μετά τι κάνει;</i>	
54	<i>Γ: Στρίβει...Αριστερά.</i>	
55		
55		
56	<i>Ε: Ωραία, για βοηθήστε εδώ. Ποιο είναι το αριστερά;</i>	<i>Θ: (Ο Θάνος δείχνει να μη μπορεί να συνεχίσει στο επόμενο βήμα. Περιμένει επιβεβαίωση)</i>
57	<i>Γ: Εδώ!</i>	<i>(Προσπαθούμε να καλέσουμε σε βοήθεια την ομάδα)</i>
58		<i>(Ο Γιώργος υποδεικνύει το εικονίδιο και ο Θάνος προσπαθεί να το τραβήξει με το ποντίκι)</i>
59	<i>Θ: Πού;</i>	<i>(ζητά διευκρινίσεις από το άλλο μέλος της ομάδας)</i>
60	<i>Γ: Όχι εκεί!! Κάτω!</i>	<i>(δίνει οδηγίες)</i>
61	<i>Ε: Ωραία. Τώρα;</i>	
62		
63		
64	<i>Ε: Όταν φτάσει εδώ και στρίψει, πού θα πάει;</i>	<i>(Ο Γιώργος σηκώνεται όρθιος για να εξετάσει καλύτερα τις επιλογές της διαδρομής στη μακέτα)</i>
65		<i>(αναπαριστούμε τη κίνηση πάνω στη μακέτα μέχρι και το σημείο που τα παιδιά έχουν ήδη προγραμματίσει)</i>
66		<i>(στέκεται όρθιος και αναπαριστά τη κίνηση προς τα αριστερά από τη δική του οπτική γωνία. Με βάση τη κίνηση του ΝΧΤ, όντως είναι ευθεία)</i>
67	<i>Γ: 2 βήματα μπροστά.</i>	
68		
69	<i>Ε: Άρα πόσα βελάκια μπροστά θα βάλουμε;</i>	
70	<i>Γ: 2!</i>	
71	<i>Ε: 2! Για να δούμε!</i>	
72	<i>Γ: Να τα βάλω εγώ;</i>	
73	<i>Ε: Εντάξει. Θάνο δώσ' το και λίγο στον Γιώργο. (εννοούμε το ποντίκι)</i>	
74	<i>Γ: Δυο μπροστά είπαμε;</i>	
75		
76	<i>Θ: Ναι!!</i>	
77		
78	<i>Θ: Άλλο ένα!! Και μετά έφτασε!!</i>	<i>(Έκκληση για βοήθεια και παράλληλα ανοίγει τη παλέτα των εντολών)</i>
		<i>(Ο Γιώργος τοποθετεί το πρώτο εικονίδιο)</i>
		<i>(όσο παρακολουθεί τον Γιώργο)</i>

Σε δύο ακόμα επεισόδια από τη πρώτη μας ημέρα συνεργασίας με το κλασικό τμήμα στο πλαίσιο της δραστηριότητας με τη Bee-Bot (βλ. Πίνακα 21), παρατηρούμε πως ο Νικόλας παρουσιάζει σχετική δυσκολία ή ακόμα και έλλειψη αυτοπεποίθησης σε σχέση με τις διαδικασίες μεταφοράς του εκτελέσιμου προγράμματος που είχε σχεδιάσει νωρίτερα η ομάδα. Μάλλον αισθάνεται πιο σίγουρος να ανατρέξει συχνά σε βοήθεια είτε να δεχθεί την ανατροφοδότηση από το περιβάλλον και πιο συγκεκριμένα από τη Δανάη ακόμα και σε περιπτώσεις που δεν το ζητούσε από μόνος του (βλ. γραμμές 337-348). Είναι προφανές ότι κι εμείς

ενισχύουμε το αίσθημα της συνεργασίας και προσκαλούμε την ομάδα να συνδράμει με οδηγίες και βοήθεια (βλ. γραμμές 332-334) χωρίς να στερήσει από τον Νικόλα τη δυνατότητα να συνεχίζει να χειρίζεται εκείνος τις διαδικασίες «προγραμματισμού». Επιπλέον φαίνεται πως στο συνεργατικό ή ακόμα και αλληλοδιδασκτικό πλαίσιο που διαμορφώνεται, οι ρόλοι μεταξύ των παιδιών μοιράζονται σχετικά αβίαστα και χωρίς ίχνος συγκρούσεων γεγονός που ευνοεί ετερορρυθμιστικές συμπεριφορές στη προοπτική της επίτευξης των στόχων που έχουν τεθεί από την ομάδα. Είναι επίσης σαφές ότι σε όλα τα επεισόδια που ακολουθούν, η Δανάη ως μεγαλύτερη, διεκδικεί και αναλαμβάνει έναν πιο ενεργό ρόλο με σαφή «διδασκτική» προσέγγιση και υποδείξεις προς την ομάδα. Παρέχει οδηγίες τόσο σε συγκεκριμένα σημεία στα οποία διαφαίνεται λάθος στον προγραμματισμό ή στη χωρική «συμπεριφορά» της Bee-Bot όσο και στις στρατηγικές αντιμετώπισης του προβλήματος, ενώ από την άλλη ο Μόδεστος ως πιο μικρός (προνήπι) φαίνεται να δέχεται τη παρεχόμενη βοήθεια με ιδιαίτερη άνεση.

Πίνακας 21. Επίλυση προβλήματος μέσω ανατροφοδότησης από το ίδιο το περιβάλλον

	Διάλογος	Σχόλια
331	<i>Δ: Να το κάνω;</i>	<i>(προσφέρεται να δείξει τις εντολές)</i> <i>(πρόσκληση για συνεργασία της ομάδας)</i>
332	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Όχι, ο Νικόλας θα το κάνει αλλά να τον βοηθήσετε κι εσείς. Πόσα βελάκια θα βάλει προς τα</i>	
333	<i>μπροστά;</i>	<i>(υποδεικνύει και προσπαθεί να παρέμβει η Δανάη για να επισπεύσει τη διαδικασία γιατί θεωρεί ότι ο Νικόλας δεν κατάλαβε)</i> <i>(μετρά τα βήματα όσο ο Νικόλας «προγραμματίζει».)</i> <i>(Ο Νικόλας εισάγει τα βήματα με βάση τις οδηγίες, δηλαδή 3 βήματα μπροστά και αριστερά)</i> <i>(μετρά τα βήματα ευθεία και τα υποδεικνύει πάνω στην αναπαράσταση με τα εικονίδια)</i>
334	<i>Ν: 3</i>	
335	<i>Ε: Για πάντα τα!</i>	
336	<i>Δ: Το μπροστά!</i>	
337		
338		
339	<i>Δ: 1....2.....3....</i>	
340		
341	<i>Ε: Και μετά προς τα που στρίβει;</i>	
342	<i>Δ: Κάτω, κάτω!!</i>	
343		<i>(Η Δανάη ωστόσο δείχνει με το δάχτυλό της το «πλήκτρο» αριστερής στροφής στο εικονίδια-αναπαράσταση του εκτελέσιμου. Ο Νικόλας συνεχίζει να εισάγει τις εντολές και φαίνεται να περιμένει επιβεβαίωση ώστε να συνεχίσει)</i>
344	<i>Ε: Και μετά τι κάνει;</i>	
345	<i>Δ: 1...2....</i>	
346		
347		
348		

Κατά τη δεύτερη ημέρα της διδασκτικής παρέμβασης, αυτή τη φορά με τη τρίτη στη σειρά ομάδα του κλασικού τμήματος (βλ. Πίνακα 22), τα παιδιά μετουσιώνουν την εμπειρία που απέκτησαν από το παιχνίδι με τη Bee-Bot λίγο νωρίτερα σε νέα δράση με το NXT και τη διαμεσολάβηση του υπολογιστή και του σχετικού λογισμικού προγραμματισμού. Αν και τα αναπαραστατικά και διαμεσολαβητικά μέσα (λογισμικό, εικονίδια προγραμματισμού, ποντίκι, υπολογιστής) αλλά και το κατεξοχήν προγραμματιζόμενο παιχνίδι (NXT) διαφέρουν σημαντικά από τη πρότερη επαφή τους με τον περιηγητή εδάφους (Bee-Bot) οι διαδικασίες συνεργασίας στο πλαίσιο της ομάδας παραμένουν εξίσου σημαντικές και εκδηλώνονται με έντονο τρόπο (βλ. γραμμές 414 & 432-436). Στο επεισόδιο αυτό η ομάδα έχει ως αποστολή τον προγραμματισμό του Ταλω (NXT) για μετάβαση σε ένα συγκεκριμένο σημείο στη μακέτα (βενζινάδικο) στο πλαίσιο του σεναρίου. Στη στιγμή που το αρχικά σχεδιασμένο πρόγραμμα φαίνεται να είναι λανθασμένο, από τη μεριά μας

κρίνουμε χρήσιμο να υπενθυμίσουμε στα παιδιά πως πρέπει να ξαναπροσπαθήσουν δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στις συνεργασίες και την ισότιμη συμμετοχή όλων που θα μπορούσαν να εντοπίσουν τα σφάλματα «κώδικα» και να δημιουργήσουν ένα επιτυχημένο εκτελέσιμο άρα και τη σωστή κίνηση του NXT στη μακέτα. Η Αθηνά αντιδρά θετικά στο κάλεσμά μας με το να καλέσει την ομάδα σε συνεργασία («Παιδιά!!», γραμμή 432) και να φέρει την ιδέα της προς συζήτηση. Όταν ο Θεοδωρής συμφωνεί με μάλλον ιδιοσυγκρασιακό και βιαστικό τρόπο, η Θεοδώρα σπεύδει να προτείνει το σωστό βήμα κατόπιν σκέψης κι εν τέλει να επηρεάσει την απόφαση της ομάδας. Στο σημείο που τόσο η Θεοδώρα όσο και η Αθηνά φαίνεται να αναλαμβάνουν ενεργούς ρόλους καθοδηγητή, παρεμβαίνουμε για να θυμίσουμε πως κάθε πρόταση που κατατίθεται στην ομάδα πρέπει να είναι αιτιολογημένη και να δοκιμάζεται υπεύθυνα (βλ. γραμμές 430-431). Είναι επίσης προφανές ότι στο συγκεκριμένο επεισόδιο ο Θεοδωρής αισθάνεται πιο ασφαλής να ενεργεί στο πλαίσιο των υποδεικνυόμενων βημάτων και οδηγιών ωστόσο αυτή η αλληλεπίδραση με την ομάδα, υποχρεώνει την Αθηνά να γίνει πιο ακριβής στις οδηγίες τις και να τις τεκμηριώσει καλύτερα (βλ. γραμμές 435-436).

Πίνακας 22. Παροχή οδηγιών μεταξύ παιδιών στο πλαίσιο διαδικασιών αποσφαλμάτωσης

	Διάλογος	Σχόλια
411	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Θέλετε να τον στείλουμε και στο βενζινάδικο; Ας</i>	
412	<i>σβήσουμε το πρόγραμμα για να φτιάξουμε το καινούριο. Για σκεφτείτε</i>	
413	<i>τώρα και συνεργαστείτε μεταξύ σας.</i>	
414	<i>Α: Παιδιά!! Θα πάει, 1..2..3..</i>	
415	<i>Ε: Για να πάει στο βενζινάδικο πόσα βήματα θέλει;</i>	
416	<i>Θ: 3 θέλει. Θα πρέπει να πάει 3 ευθεία,</i>	
417	<i>ΘΕ: Πρώτα πρέπει να πάει ένα μπροστά</i>	
418	<i>Ε: Συμφωνείτε όλοι;</i>	
419	<i>ΟΔΑ: Ναι!</i>	
420	<i>Ε: Ωραία για βάλτε το.</i>	
421	<i>Α: Σβήστο!</i>	
422	<i>ΘΕ: Ευθεία!</i>	
423	<i>Ε: Πόσα ευθεία;</i>	
424	<i>Α: 1..2..3..στροφή και μετά ευθεία και πάλι ευθεία.....</i>	
425	<i>Ε: Μισό λεπτάκι, δε δίνεις όμως απόλυτα σωστές οδηγίες στο φίλο μου</i>	
426	<i>τον Θεοδωρή. Τι σημαίνει στροφή;</i>	
427	<i>Α: Στροφή!!</i>	
428	<i>Ε: Προς τα πού;</i>	
429	<i>Α: Δεξιά!</i>	
430	<i>Ε: Αντε μπράβο, πες του το. Φτιάξτε το μόνοι σας για να με φωνάξετε να</i>	
431	<i>το δω. Εσείς είστε τώρα που πρέπει να τελειοποιήσετε το πρόγραμμα.</i>	
432	<i>Α: Εμείς θα το ολοκληρώσουμε!</i>	
433	<i>Θ: Τί να κάνω;</i>	
434	<i>Ε: Τι να κάνει ζητά ο Θεοδωρής. Βοηθήστε τον.</i>	
435	<i>Α: Ευθεία, στροφή δεξιά</i>	(δείχνει τα βήματα στην οθόνη)
435	<i>Ε: Πόσα βήματα ευθεία;</i>	
436	<i>Α: 1..2..3... και μετά στροφή δεξιά</i>	
437		(εκτελείται η κίνηση με επιτυχία)

Στοιχεία αλληλοδιδασκτικών συμπεριφορών, εντοπίζονται και σε επεισόδια που καταγράψαμε κατά τη δεύτερη ημέρα του διδακτικού πειράματος με τη πρώτη ομάδα του ολοήμερου τμήματος (βλ. Πίνακα 23). Η ομάδα, εξοικειωμένη με τις διαδικασίες προγραμματισμού της Bee-Bot, μεταφέρει την εμπειρία και στο πλαίσιο των αποστολών του NXT. Στο πρώτο επεισόδιο ο Θωμάς φαίνεται να εντοπίζει ένα λάθος στο πρόγραμμα που σχεδίασε η Μελίνα και παρεμβαίνει με επιμονή, επομένως του ζητάμε να μας αιτιολογήσει την άποψή του σε σχέση με τη διόρθωση που προτείνει (βλ. γραμμές 500-512). Η Μελίνα φαίνεται να

προβληματίζεται και να συμφωνεί με τη προτροπή του Θωμά ο οποίος αποκτά την αυτοπεποίθηση να διεκδικήσει το ρόλο του «συντονιστή» κατά τη διαδικασία σχεδιασμού και εκτέλεσης του προγράμματος (βλ. γραμμές 512, 516). Από την άλλη, η ίδια αποδέχεται έναν πιο παθητικό ρόλο και σε κάθε βήμα που κάνει αναμένει επιβεβαίωση από τον Θωμά και την ομάδα ευρύτερα ωστόσο στα σημεία που η επισήμανση του λάθους γίνεται χωρίς αιτιολόγηση, αναλαμβάνουμε δράση. Ζητάμε εξηγήσεις ώστε να αξιοποιήσουμε τη διαδικασία εντοπισμού και διόρθωσης σφάλματος προς όφελος της ομάδας τόσο σε σχέση με ζητήματα χωρικής συμπεριφοράς (θέση, προσανατολισμός στο χώρο κλπ.) όσο και με διαδικασίες λογικής σκέψης και προγραμματισμού. Η Μελίνα συνεχίζει να έχει ρόλο προγραμματιστή ωστόσο αυτή τη φορά μαζί με τον Θωμά και ο Ιωάννης διεκδικεί καθοδηγητικό ρόλο (βλ. γραμμές 525-546). Αυτό ενίοτε προκαλεί συγκρουσιακές συνθήκες που οδηγούν την ομάδα συνολικά σε επαναδιαπραγμάτευση εννοιών και διαδικασιών χώρου.

Πίνακας 23. Αλληλοδιδακτικές συμπεριφορές στο πλαίσιο της ομάδας

	Διάλογος	Σχόλια
500	Θ: Μα, το 'κανε λάθος!!	(επιμένει έντονα)
501	ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Τι πιστεύεις ότι έκανε λάθος;	
502	Ν: Έπρεπε μετά από τη στροφή να πάει προς τα πάνω.	
503	Μ: Α ναι, ναι!	(Η Μελίνα δείχνει να το σκέφτεται καλύτερα)
504	Ε: Άρα πρέπει να το διορθώσουμε τώρα. Τί πρέπει να κάνει τώρα;	
505	Ι: Να πάει πάνω.	
506	Θ: Το πάνω!	(όλα τα παιδιά εννοούν τη κίνηση ευθεία)
507	Ε: Αυτό, τέλεια!	
508	Μ: Να το βάλω έτσι;	(η Μελίνα ζητά οδηγίες όσο προσπαθεί να εισάγει τη νέα εντολή στο πρόγραμμα)
509		(διορθώνει γιατί βλέπει τη Μελίνα να τοποθετεί την εικονοεντολή σε λάθος θέση)
510	Θ: Όχι, όχι!	(Δίνει οδηγίες κι επιβεβαιώνει)
511	Μ: Εδώ;	
512	Θ: Πήγαινε πιο 'κει! Ναι.	
513	Ε: Ωραία, θέλετε να του το βάλουμε στο μυαλό; Ο Νικόλας βάζει το	
514	καλώδιο για να δούμε το πρόγραμμα και αν το κάνουμε σωστά.	
515	Μ: Και πρέπει να στρίψει μετά όμως. Για να πάει στη θέση του.	
516	Θ: Δεν είναι έτσι. Σβήστο, σβήστο, πάτα κλικ! Δεν είναι έτσι ρε!	
517	Ε: Μπορείς να πας να το σβήσεις. Τί έχει κάνει λάθος; Έχει βάλει	
518	παραπάνω βήμα;	
519	Ν: Ναι! Έχει βάλει αυτό κι αυτό ήταν λάθος.	
520	Ε: Ωραία, αυτό τότε σβήστο.	
521	Μ: Αυτό;	(η Μελίνα δείχνει να το σκέφτεται και ζητά επιβεβαίωση)
522	Ε: Ποιο κουμπάκι πατάτε;	
523	Μ: Ααα, το ευθεία!	
524	Ι: Τρία! Βάλε.	(δείχνει με το δάχτυλο στην οθόνη που θα πρέπει να σύρει η Μελίνα την εικονοεντολή)
525	Ε: Εγώ βέβαια να σας θυμίσω ότι πρέπει να κοιτάτε το πρόγραμμα.	
526	Ι: Εδώ βάλτο στο πρώτο.	
527		
528	Μ: Τί γίνεται τώρα;	
529	Ε: Τί γίνεται; Να το φτιάξουμε λίγο; Θωμά, βοήθησε τα παιδιά, μπορείς να	
530	τους διαβάξεις το πρόγραμμα.	(εκείνη τη στιγμή οι εντολές «ευθεία» ήταν 2 αντί για τρεις)
531	Θ: Εντάξει.	(Η Μελίνα «τραβάει» στο πλέγμα εντολών άλλο ένα βελάκι «ευθεία»)
532	Ε: Κοίταξε εδώ πόσα βελάκια έχουν βάλει στην οθόνη.	
533	Θ: Μόνο τρία θέλει.	
534		
535	Θ: Παιδιά, τώρα το στρίψιμο.	
536	Μ: Αυτό δηλαδή;	
537	Ι: Όχι. Όχι αυτό, αυτό! 2 φορές	
538	Μ: Α ναι, ναι!!	(η Μελίνα συνεχίζει με βάση τις οδηγίες αν και δείχνει να το σκέφτεται παράλληλα)
539	Ι: Όχι, μια μια!	(Φωνάζει. Εννοεί την εντολή «ευθεία» απλά με τον τρόπο αυτό απεικονίζεται αναγκαστικά στη γραμμή εντολών. Συσχετισμός κατεύθυνσης-συμβολισμού)
540	Μ: Μία.	
541	Θ: Και τώρα το πάνω, το πάνω!	
542	Ν: Ναι!!	
543		

Στο επόμενο επεισόδιο (βλ. Πίνακα 24) το οποίο καταγράφεται μόλις λίγες στιγμές αργότερα στο πλαίσιο της δραστηριότητας της ίδιας ομάδας, είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικό το γεγονός ότι και πάλι αναδεικνύεται η δυναμική των συνεργασιών και της αλληλοδιδασκαλίας που αυτή τη φορά όμως βασίζονται σε αμοιβαία εναλλαγή ρόλων αφού το παιδί που πριν παρείχε οδηγίες σε προηγούμενη φάση του επεισοδίου τώρα τις δέχεται από τη Μελίνα την οποία καθοδηγούσε νωρίτερα!

Πίνακας 24. Αμοιβαία εναλλαγή ρόλων (πάροχος-αποδέκτης βοήθειας) μεταξύ των παιδιών

	Διάλογος	Σχόλια	
637	<i>Θ: Να το ξεκινήσουμε από την αρχή;</i>	<i>(μετράνε τα βήματα όσο τοποθετούνται στη γραμμή εντολών)</i>	
638	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Ωραία, ξεκίνα το.</i>		
639	<i>Μ: Τρία! Τρία!! Και 2 στρίβει.... 1...2....</i>		
640	<i>Γ: Κι άλλο ευθεία</i>		
641	<i>Μ: Κι άλλο ένα. 3...</i>		
642	<i>Θ: 3, εντάξει;</i>		
643	<i>Μ: Ναι!</i>		
644	<i>Θ: Και μετά;</i>		
645	<i>Μ: Στρίβεις.</i>		
646	<i>Θ: Από πού; Από πού; Από πού στρίβουμε, πες!</i>		<i>(ζητά επιβεβαίωση από την ομάδα για το επόμενο βήμα)</i>
647			
648	<i>Ε: Παιδιά, βοηθήστε τον προγραμματιστή.</i>		
649	<i>Θ: Από εδώ;</i>		
650	<i>Μ: Όχι, από την άλλη, από 'δω!. Ναι! Άλλο ένα τέτοιο και τελειώσαμε</i>	<i>(Η Μελίνα δείχνει την εντολή στην οθόνη. Προτείνει να χρησιμοποιήσουν ακόμα μια εντολή για στροφή)</i>	
651	<i>Ε: Συμφωνείτε παιδιά;</i>		
652	<i>Ν: Όχι!! Ευθεία, ευθεία.</i>		
653	<i>Μ: Αει καλά!</i>		
654	<i>Ν: Ευθεία!</i>		
655	<i>Ε: Παιδιά, όταν στρίψει εδώ;</i>		
656	<i>Μ: Να στρίψει άλλο ένα, κοίτα θωμά!</i>		
657	<i>Ε: Όταν θα στρίψει εδώ αριστερά, μετά προς τα πού πάει;</i>		
658	<i>Μ: Κι άλλο 1.</i>		
659	<i>Ε: Άλλο 1 τί;</i>		<i>(δείχνουμε το σημείο στη μακέτα για να βοηθήσουμε τη σκέψη των παιδιών)</i>
660	<i>Μ: Ευθεία!</i>		
661	<i>Ε: Ωραία, για δοκιμάστε και θα δούμε. Βάλτε το πρόγραμμα, για κοιτάξτε!</i>		
662	<i>Μ: Γρήγορα, πριν χάσει το μυαλό του!!</i>		
663		<i>(αλλάζει γνώμη)</i> <i>(θέτουμε σε λειτουργία το πρόγραμμα και το ρομποτάκι)</i> <i>(παρακολουθούμε την κίνηση μέχρι την επιτυχή ολοκλήρωση)</i>	
664			

Συνοπτικά θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως η -υπό το πρίσμα των κοινωνικών διεργασιών- ανάλυση και ερμηνεία των επεισοδίων (όπως αποτυπώνεται στον Πίνακα 25) και κυρίως των ευκαιριών συνεργασίας και αλληλοϋποστήριξης που αναδύονται μεταξύ των παιδιών, μας παρέχουν χρήσιμα συμπεράσματα σε σχέση με τη διαμόρφωση ενός ευνοϊκού κλίματος για την ενθάρρυνση χωρικής σκέψης μέσα από πρώιμες διαδικασίες προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από τα παραπάνω, τα στοιχεία που καταγράφονται συστηματικά ως θετικοί δείκτες είναι η τάση συνεργασίας και κυρίως αλληλοδιδασκαλίας που βασίζεται σε αμοιβαία και συχνή εναλλαγή ρόλων μεταξύ των παιδιών ως προς τον πάροχο-πομπό και δέκτη της βοήθειας στο πλαίσιο της ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας. Στα θετικά επίσης εγγράφεται ο σεβασμός στον εκάστοτε ρόλο («προγραμματιστής», χειριστής του ρομπότ κλπ.) αλλά και στην αποδεδειγμένα περισσότερη εμπειρία ή/και τεχνολογική δεξιότητα ορισμένων παιδιών, ειδικά στις περιπτώσεις μικτών ομάδων που αποτελούνταν από νήπια και προνήπια. Επιπλέον, σε αρκετές περιπτώσεις τα ίδια τα παιδιά φάνηκε να αισθάνονται πιο «ασφαλή» σε σχέση με τη

δράση και την έκφραση των απόψεών τους στο πλαίσιο συνεργασίας και αλληλοϋποστήριξης της ομάδας, γεγονός που αντίστοιχα υποχρέωνε τα «παιδιά-καθοδηγητές» της δραστηριότητας να διατυπώνουν με μεγαλύτερη σαφήνεια, περισσότερη επεξηγηματικότητα και ακρίβεια τις οδηγίες τους σε σχέση με τον προγραμματισμό και τη κίνηση στο χώρο της μακέτας. Άλλο στοιχείο που επίσης αναδεικνύεται και θεωρείται αποτέλεσμα κοινωνικής αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον είναι και η τακτική της αντιγραφής των επεξηγηματικών στρατηγικών και των πρότερων συμπεριφορών του ερευνητή από τη μεριά των παιδιών στη προσπάθειά τους να παράσχουν βοήθεια σε άλλα μέλη της ομάδας στο πλαίσιο της παρέμβασης. Τέλος, μια εξαιρετικά σημαντική επισήμανση έχει να κάνει με το γεγονός ότι η συνεχής μεταβλητότητα του περιβάλλοντος και η δυναμικότητα των δεδομένων που προκύπταν εντός του (εργαλεία, εντολές και εκτελέσιμο περιβάλλοντος προγραμματισμού NXT κ.α.) συχνά οδηγούσαν σε αλληλεπιδράσεις που διαμόρφωναν εξίσου δυναμικά την επαναδιαπραγμάτευση χωρικών εννοιών και διαδικασιών. Αυτό συνέβη σε αρκετές περιστάσεις κατά τις οποίες η διαπίστωση τυχόν λαθών στην κίνηση του ρομπότ, εκκινούσε συζήτηση και διαπραγμάτευση εννοιών χρήσιμων για την εκτέλεση της ορθής κίνησης αλλά και με ευρύτερη γνωστική αξία εφόσον μέσω της απτής και ορατής εφαρμογής/βελτίωσης ιδεών, τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα του βιωματικού πειραματισμού με τον χώρο.

Πίνακας 25. Κοινωνικές διεργασίες μεταξύ παιδιών στο πλαίσιο της ομάδας

		Ομάδα Κ1	Ομάδα Κ2	Ομάδα Κ3	Ομάδα Ο1	Ομάδα Ο2	Μ.Ο.
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	<i>Συνεργασία</i>	33,7%	59,8%	26,9%	39,6%	28,7%	38%
	<i>Αλληλοδιδασκαλία</i>	5,2%	6,6%	10%	9%	11,1%	9%
	<i>Επιχειρηματολογία</i>	10,5%	-	-	-	-	2,1%
	<i>Ατομισμός</i>	11,5%	12,8%	26,7%	30,4%	25,3%	21,5%
	<i>Κυριαρχία</i>	27,5%	9,9%	23,7%	10,2%	12,7%	17%
	<i>Σύγκρουση</i>	8,6%	8,8%	12,7%	10,7%	14,8%	11,3%
	<i>Σύγχυση</i>	3%	2,1%	-	-	-	1%

6.3 Ο ερευνητής/εκπαιδευτικός ως ακόμα ένας «έμπειρος άλλος»

Οι παρεμβάσεις του ερευνητή/εκπαιδευτικού έχουν αναλυθεί σε μια προσπάθεια να συζητήσουμε την σημασία της στο πλαίσιο των διαδικασιών της ομάδας. Συγκεκριμένα μας ενδιαφέρει να δούμε την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων των παιδιών. Αποτιμώντας συνολικά τη τυπολογία της παρεμβατικής συμπεριφοράς του, όπως εξάλλου αυτό αποτυπώνεται και στο συγκεντρωτικό γράφημα (βλ. Γράφημα 4 στο τέλος της παρούσας ενότητας) που αφορά τα 10 επεισόδια του διδακτικού πειράματος, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως τη μεγαλύτερη συχνότητα σημειώνουν οι διευκρινιστικές και ενισχυτικές ερωτήσεις με συνολικά 388 καταγεγραμμένες περιστάσεις λόγου (43% σε σύνολο 900) ενώ χαμηλότερης συχνότητας φαίνεται να είναι οι πρακτικές άμεσης παροχής οδηγιών (5%), η αναδιατύπωση πληροφορίας (2%) και η άμεση παροχή απάντησης (1%).

Στα επεισόδια που παρατίθενται στη συνέχεια, η συμπεριφορά των παιδιών απέναντι στο χωρικό πρόβλημα, δηλαδή στην εύρεση και σχεδίαση σωστής διαδρομής στη μακέτα είναι αρχικά ιδιοσυγκρασιακή και οι απαντήσεις περισσότερο αυθόρμητες παρά προϊόν αναστοχασμού και επαρκούς σχεδιασμού (βλ. γραμμές 234-238). Ωστόσο στη συνέχεια κατόπιν παρέμβασης του ερευνητή και εμπλοκής σε μια πιο «διαλογική» σχέση με το περιβάλλον, τα σημεία της μακέτας και με τη θέση του σώματος στο χώρο, επιτυγχάνεται ο εντοπισμός των σωστών χωρικών σχέσεων, άρα και ο σωστός προγραμματισμός που ορίζει την επιθυμητή διαδρομή (βλ. γραμμές 240-253). Πιο συγκεκριμένα, οι ενισχυτικές και διευκρινιστικές ερωτήσεις του ερευνητή/εκπαιδευτικού (βλ. Πίνακα 26), η συνεχής διαπραγμάτευση τοπολογικών εννοιών μέσω παραίνεσης για αλλαγή θέσης και σημείου αναφοράς και ο συσχετισμός με το «εκτελέσιμο» αρχείο που αποτελείται είτε από κάρτες εντολών είτε από ψηφιακή αναπαράσταση τους στο περιβάλλον προγραμματισμού (μπλοκ οπτικού προγραμματισμού), οδηγούν στο τέλος στην συνειδητοποίηση κι εντοπισμό του σφάλματος, στην αλλαγή στάσης των παιδιών απέναντι στις χωρικές έννοιες και διαδικασίες και συνεπαγωγικά στην βιωματική κατανόηση και εσωτερίκευσή τους (βλ. γραμμές 259, 265, 286, 293).

Πίνακας 26. Ο εκπαιδευτικός ως διαμεσολαβητής μεταξύ παιδιών-χωρικών εννοιών-εργαλείων

	Διάλογος	Σχόλια
231		(Η Beebot εκτελεί τη διαδρομή)
232	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Για κοιτάξτε, έφτασε εδώ με 7 βήματα, στρίβει, κάνει ένα, δυο και</i>	
233	<i>τώρα τι πρέπει να κάνει;</i>	
234	<i>Γ: Κάτω.</i>	
235	<i>Θ: Ένα!</i>	
236	<i>Ν: Ένα;</i>	
237	<i>Ε: Κάτω; Για ελάτε από εδώ και οι 4. Από 'δω, από 'δω, πίσω από τη μελισσούλα, να</i>	
238	<i>βλέπετε όπως βλέπει η μελισσούλα.</i>	
239		
240	<i>Γ: Αριστερά</i>	
241	<i>Ε: Αριστερά! Τι λέτε; Να τη βάλουμε να στρίψει αριστερά;</i>	
242	<i>Ν: Ναι.</i>	
243		
244	<i>Ε: Κι αφού στρίψει αριστερά μετά τι πρέπει να κάνει;</i>	
245	<i>Θ: Ίσια</i>	
246	<i>Γ: Ένα.</i>	
247	<i>Ε: Προς τα πού να κάνει ένα;</i>	
248	<i>Γ: Πίσω.</i>	
249	<i>Ε: Πίσω; Για έλα να δεις από 'δω.</i>	
250		
251		
252	<i>Γ: Μπροστά</i>	
253	<i>Ε: Ααα μπράβο. Ένα βήμα μπροστά. Και αφού κάνει το ένα βήμα μπροστά, που πρέπει</i>	
254	<i>να πάει;</i>	
255	<i>Γ: Αριστερά</i>	
256	<i>Ε: Πώς;</i>	
257	<i>Γ: Δεξιά.</i>	
258	<i>Ε: Δεξιά ή αριστερά; Ποιο είναι το δεξί σου χεράκι Γιώργο;</i>	
259	<i>Ε: Άρα;</i>	
260	<i>Γ: Δεξιά.</i>	
261	<i>Ε: Δοιπόν, να το βάλουμε από την αρχή το πρόγραμμα; Ποιος θέλει να το βάλει; Να το</i>	
262	<i>βάλει ο Γιώργος;</i>	
263	<i>Γ: Από εδώ;</i>	
264	<i>Ε: Ναι αλλά σκέψον, από πού μπορείς να πάρεις μια ιδέα για το τί πρόγραμμα να βάλεις;</i>	
265	
266	<i>Ε: Ααα, για ελάτε να δούμε το πρόγραμμα του Νικόλα! Πόσα βελάκια έχεις βάλει</i>	
267	<i>ευθεία;</i>	
268	<i>Ν: 1...2...3...</i>	
269	<i>Μ: 3!</i>	
270	<i>Ε: Μελίνα, έλα εδώ να μας δείξεις πόσα κουτάκια χρειάζεται για να πάει μέχρι εδώ.</i>	
271	<i>Μ: 3!</i>	
272	<i>Ε: 1..2...3... Και όταν φτάσει εδώ Νικόλα, τί του λες να κάνει;</i>	
273		
274	<i>Θ: Να πάει προς τα πάνω</i>	
275	<i>Γ: Εεε, να στρίψει.</i>	
276	<i>Ε: Αριστερά ή δεξιά;</i>	
277	<i>Μ: Αριστερά.</i>	
278		
279	<i>Ε: Ποιό είναι αυτό το χέρι;</i>	
280	<i>Θ: Το αριστερό!!</i>	
281	<i>Ε: Αυτό;</i>	
282	<i>Μ: Το δεξί!</i>	
283	<i>Ε: Άρα προς τα πού θα στρίψει;</i>	
284	<i>Μ & Θ: Δεξιά!</i>	
285	<i>Ε: Έχεις βάλει «δεξιά». Αν στρίψει δεξιά, μετά τι πρέπει να κάνει; Πόσα κουτάκια</i>	
286	<i>έχουμε για να φτάσουμε εδώ;</i>	
287	<i>Μ: Ένα!!!</i>	
288	<i>Ε: Πόσα βήματα πρέπει να κάνει;</i>	
289	<i>Θ: Κύριε εγώ το 'κανα!</i>	
290	<i>Ε: Μισό λεπτάκι!</i>	
291	<i>Θ: Κύριε, κοίτα εγώ το 'κανα!</i>	
292	<i>Ε: Θα μου το δείξεις Θωμά. Όταν θα στρίψει ο Τάλλως εδώ, πόσα βηματάκια θα πρέπει</i>	
293	<i>να κάνει Θωμά;</i>	
294	<i>Θ: Ένα!</i>	
295	<i>Ε: Άρα τί λείπει από το πρόγραμμα του Νικόλα;</i>	
296	<i>Θ: Το ένα!</i>	
297	<i>Ε: Άρα θέλεις να το βάλεις εσύ; Ευθεία ή να στρίψει;</i>	
298	<i>Θ: Πρέπει να κάνει 1..2..3.. και μετά προς τα πάνω!</i>	
299	<i>Ε: Ευθεία δηλαδή! Άρα τί του λείπει;</i>	
300	<i>Θ: Το «προς τα πάνω»!</i>	
		(Οι απαντήσεις είναι κάπως αφηρημένες και είτε δεν συνδέονται άμεσα με αυτό που ζητάμε -απάντηση με αριθμό στη μια περίπτωση- είτε είναι λανθασμένες από άποψη χωρικής περιγραφής (λόγω διαφορετικής θέσης/οπτικής στον χώρο) (Άμεσα και κατηγορηματικά με το που αλλάζει οπτική γωνία. Η απάντηση διαμορφώνεται χάρη στην αλλαγή προοπτικής)
		(Μας απαντά κοιτάζοντας τη μακέτα από την απέναντι πλευρά. Λανθασμένη περιγραφή κατεύθυνσης λόγω διαφορετικής οπτικής/θέσης.) (Έχοντας αλλάξει οπτική γωνία) (Παράλληλα με τις ερωτήσεις που κάνουμε, τοποθετούμε και το Bee-Bot πάνω στις ανάλογες θέσεις τις μακέτας με βάση τις διαδοχικές οδηγίες των παιδιών)
		(Σηκώνει το δεξί χέρι για να διαπισώσει από μόνο τη σωστή κατεύθυνση) (Βοήθησε η χρήση του σώματος)
	
		(Ο Νικόλας μετράει με το δάχτυλό του)
		(δείχνουμε τα ανάλογα κουτάκια στη μακέτα για επιβεβαίωση) (Ο Θωμάς σηκώνεται να δει καλύτερα τη μακέτα)
		(απαντά η Μελίνα χωρίς χρονοτριβή αλλά και χωρίς ιδιαίτερη σκέψη) (σηκώνουμε το αριστερό χέρι)
		(σηκώνουμε το δεξί χέρι)
		(Εν τω μεταξύ ο Νικόλας φαίνεται να καταλαβαίνει ότι κάτι πρέπει να αλλάξει στην αναπαράσταση της κίνησης και αφαιρεί τα 2 λανθασμένα -στροφή δεξιά-εικονίδια) (Συζητάμε για το πρόγραμμα του Νικόλα για να δούμε να είναι σωστό)

Είναι εμφανές ότι ο τρόπος αλληλεπίδρασης και ο διαμεσολαβητικός ρόλος που επιδιώχθηκε από τον ερευνητή κάθε φορά, στόχευαν στην ενεργοποίηση των παιδιών ως προς τη διαδικασία κωδικοποίησης/αποκωδικοποίησης χωρικής συμπεριφοράς και ανάλογων εννοιών στο πλαίσιο παιγνιώδους δραστηριότητας. Οι στρατηγικές προσέγγισης που επιλέχθηκαν είχαν να κάνουν με την υποστήριξη των παιδιών στην προσπάθεια αναγωγής των σχέσεων των αντικειμένων και του περιβάλλοντος σε χωρικές έννοιες μέσω πρώιμων διαδικασιών προγραμματισμού και ελέγχου τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT. Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε για τη πλειοψηφία των παρεμβάσεων του ερευνητή ότι, είτε μεσολαβούσε αίτημα για ανατροφοδότηση από την ίδια την ομάδα, είτε το απαιτούσε το διαφαινόμενο «αδιέξοδο» στο οποίο είχε περιέλθει η δραστηριότητα σε κάποιο δεδομένο χρονικό σημείο. Η παρέμβαση αυτή εκδηλωνόταν με τη μορφή ερωτημάτων τα οποία ως στόχο είχαν να προβληματίσουν κριτικά την ομάδα, να παρακινήσουν για αλλαγή σκέψης ή ανάκληση πληροφορίας και να δημιουργήσουν τις προθέσεις εκείνες που θα καλλιεργούσαν στρατηγικές δοκιμής-λάθους και την δόμηση σκέψης. Επιπλέον, μέσα από ερωτήματα (βλ. Πίνακα 27) τα οποία παρακινούσαν τα παιδιά να εξηγήσουν τις επιλογές και τις απαντήσεις τους απέναντι σε συγκεκριμένο χωρικό πρόβλημα, προσφερόταν η δυνατότητα ανίχνευσης τυχόν αστοχιών στην αναγνώριση ή κατανόηση χωρικών εννοιών οπότε η όλη διαδικασία εξασφάλιζε ευκαιρίες αποτίμησης σε σχέση με τους επιμέρους γνωστικούς στόχους του διδακτικού πειράματος ταυτόχρονα με την εξέλιξή του. Χαρακτηριστικό είναι ότι οι ερωτήσεις του ερευνητή ήταν συνήθως ανοιχτού τύπου και συνοδεύονταν σχεδόν πάντα από συσχετισμό με συγκεκριμένα εργαλεία και στοιχεία του περιβάλλοντος και/ή ταυτόχρονη αναπαράσταση με χρήση του σώματος.

Πίνακας 27. Ενδεικτικές ερωτήσεις στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης

<i>Για πείτε μου, η μελισσούλα πως θα ξέρει το δρόμο που της προτείναμε να κάνει; Δεν θα έπρεπε να τη δώσετε και κάποια σημάδια; Δεν πρέπει να τη βοηθήσουμε στη πορεία με κάποια σημάδια για να θυμάται τον δρόμο;</i>
<i>Τουλάχιστον θα θέλατε να μου εξηγήσετε τι έχετε φτιάξει; Παρασκευή τι έχεις εδώ; Θέλεις να μου εξηγήσεις πως πηγαίνει η μελισσούλα;</i>
<i>Μήπως όμως πρέπει να μάθουμε να μιλάμε λίγο καλύτερα με τη μελισσούλα; Μήπως να τη βοηθήσουμε να καταλάβει το χάρτη σας; Τι λέτε; Θέλετε να της δείξουμε κάποιες καρτούλες;</i>
<i>Θα θέλατε να σας δώσω αυτές τις καρτούλες; Πως μπορείτε να πείτε στη μελισσούλα προς τα που να πάει με αυτές τις κάρτες;</i>
<i>Να σας ρωτήσω, γιατί βάζετε τόσα πολλά βελάκια;</i>
<i>Πως μπορούμε να καταλάβουμε αν είναι μακριά ή κοντά; Από τι μπορείτε να το καταλάβετε, υπάρχει τρόπος;</i>
<i>Ποια βελάκια νομίζεις ότι χρειάζεσαι;</i>

<i>Πόσα ακόμη βελάκια πρέπει να πατήσουμε για να φτάσει εδώ; (δείχνουμε το επιθυμητό σημείο)</i>
<i>Θα τα βάλουμε δίπλα δίπλα; Προς τα που παέι; (δεν υπάρχει απόκριση). Μήπως να τα βάλουμε έτσι; Και μετά;</i>
<i>Για περίμενε! Δες θ μπροστά. Πως το σκέφτηκες αυτό; Μέτρησες κάτι.</i>

Στο γράφημα 3, παρουσιάζονται αναλυτικά οι πρακτικές στις οποίες κατέφυγε ο ερευνητής στην προσπάθεια δόμησης γνωστικής «σκαλωσιάς» που θα ενεργοποιούσε την διάθεση των παιδιών για διερεύνηση κι ανακάλυψη σε σχέση με δυσνόητες ή αφαιρετικές χωρικές έννοιες και διαδικασίες. Σε σχεδόν ισότιμο βαθμό βλέπουμε να καταγράφονται τόσο οι στρατηγικές ζήτησης χωρικών εξηγήσεων από τη μεριά τους ως προς τις παρεχόμενες απαντήσεις τους (7%) αλλά και η τάση επίκλησης της ομάδας και σύγκλισης για από κοινού (συνεργατική) επίλυση προβλήματος (5%). Είναι επίσης ενδεικτικό της διάθεσης για κινητοποίηση των παιδιών με ενεργητικό τρόπο απέναντι στα χωρικά προβλήματα των αποστολών το γεγονός ότι στο 17% των περιπτώσεων που καταγράφηκαν, ο ερευνητής προτιμά να παρακινήσει είτε μεμονωμένα άτομα είτε την ομάδα για περαιτέρω προβληματισμό και αλλαγή στρατηγικής απέναντι στο πρόβλημα. Αυτό συμβαίνει ώστε να εκκινήσει επαγωγικά μια συνεργατική, κοινωνικά διαμεσολαβημένη διαδικασία επίλυσης προβλήματος που αναμένεται να οδηγήσει σε δόμηση νέας γνώσης ή αναδιαπραγμάτευση παλαιότερης. Ενδεικτικά, αποφεύγει στις περισσότερες περιπτώσεις είτε να παρουσιάσει άμεσα μια σωστή απάντηση ή λύση (μόλις 1% συνολικά) είτε να παράσχει συμβουλές και συγκεκριμένες οδηγίες (μόλις 5%). Εξάλλου ο καθολικός σχεδιασμός του διδακτικού πειράματος, η επιλογή εργαλείων για δόμηση εννοιών χώρου αλλά και η πρόθεση να ενθαρρυνθεί η αυθόρμητη δημιουργία εργαλείων από τα ίδια τα παιδιά σε ένα περιβάλλον με προβλήματα ανοιχτών λύσεων, συνδέονται απόλυτα και δικαιολογούν τη συνεχή τακτική του ερευνητή να ενθαρρύνει τη σκέψη, τον ουσιαστικό και δομημένο προβληματισμό των παιδιών και την ευελιξία των στρατηγικών επίλυσης.

Είναι επόμενο πως αποφεύχθηκαν οι ερωτήσεις κλειστού τύπου και προτιμήθηκε η ενίσχυση του ήδη υπάρχοντος προβληματισμού των παιδιών με νέα ερωτήματα των οποίων οι ποικίλες απαντήσεις επαγωγικά οδηγούσαν τόσο στη σταδιακή απόκριση στο χωρικό πρόβλημα όσο και στην εξελικτική δόμηση νέων εννοιών χώρου. Σε αρκετές περιπτώσεις τα σχόλια και οι παρεμβάσεις του ερευνητή συνοδεύονταν από παρακίνηση για δράση από τη μεριά των παιδιών αλλά και από έμμεση προβολή καλών πρακτικών και ιδεών ενός μέλους της ομάδας ώστε αυτό να λειτουργήσει ως κίνητρο για δημιουργικό προβληματισμό και στρατηγικές δοκιμής-λάθους. Από αυτές τις στρατηγικές αναμενόταν να προκύψει η επιβεβαίωση ή απόρριψη της προτεινόμενης λύσης και ανάδειξη μιας νέας. Επί της ουσίας η επιλογή αυτής της επαγωγικής στρατηγικής, λειτούργησε στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεσματικά και ευνόησε τόσο τις συνεργασίες και την ισότιμη συμμετοχή στο πλαίσιο της ομάδας εφόσον κάθε συνεισφορά

μπορούσε να βοηθήσει στην επίλυση κοινών προβλημάτων όσο και την αλληλοτροφοδότηση μέσω βιωματικής εφαρμογής των λύσεων. Ενδεικτικά παρατιθενται ακριβώς όπως εντοπίζονται σε διαφορετικά επεισόδια στον Πίνακα 23.

Πίνακας 28. Ενδεικτικές παρεμβάσεις στο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος

<i>Ενδεικτική ερώτηση</i>	<i>Είδος παρέμβασης</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Από που ξεκινάει η μελισσούλα, για δείξε μου.....Για βάλε μου ένα σημαδάκι για να ξέρουμε. • Ποιό βελάκι πρέπει να της βάλουμε και γιατί; 	Ζήτηση εξήγησης
<ul style="list-style-type: none"> • Ξέρετε, αν της βάλετε πολλά σημάδια στο χάρτη θα είναι πολύ πιο εύκολο για τη μέλισσα να βρει το δρόμο γιατί δεν θα τον ξεχάσει. Θέλεις να δεις πώς μπορείς να το βάλεις στο χάρτη σου καλύτερα;..... • Ξέρετε τί θα ήθελα τώρα; Θα θέλατε να προσπαθήσετε να σχεδιάσετε πάνω στη φωτογραφία τη διαδρομή με βελάκια; 	Συμβουλευτική
<ul style="list-style-type: none"> • Για γυρίστε όλοι τη φωτογραφία ώστε να έχετε το πάρκο στα αριστερά σας. • Μισό λεπτάκι. Δε θα πατάμε τίποτα. Τί λέτε πρώτα να το σχεδιάσουμε με τις καρτούλες και μετά; 	Παρακίνηση για δράση/αλλαγή στρατηγικής
<ul style="list-style-type: none"> • Για σήκω όρθιος Κέβιν για να δεις πώς ταιριάζει; 	Παρακίνηση για χρήση σώματος και οπτικοποίηση.
<ul style="list-style-type: none"> • Εγώ προτείνω κάτι. Θα έλεγα να σχεδιάσουμε καλύτερα τη διαδρομή με τα βελάκια. Για κοιτάξτε ποια βελάκια σας δίνω! 	Πρόταση για νέα ιδέα
<ul style="list-style-type: none"> • Ααα, τα κουτάκια λέει ο Κέβιν!! Μέτρησε τα κουτάκια. Πως σας φαίνεται η ιδέα να το δοκιμάσουμε όλοι για να δούμε; 	Επίκληση ομάδας
<ul style="list-style-type: none"> • 11 βήματα λέει η Ελένη ότι χρειάζεται αλλά είναι όλα τα ίδια; • Άρα μήπως πρέπει πριν απ' όλα τα βελάκια να βάλετε αυτό; 	Διευκρινιστική/Ενισχυτική ερώτηση
<ul style="list-style-type: none"> • Τί κάνατε λάθος; Τι πρέπει να κάνει; Να το ξαναβάλουμε; • Μπορεί να πάει απ'όλους τους δρόμους; 	Παρακίνηση για προβληματισμό

Σημαντικό στοιχείο που συνάδει τόσο με την έμφυτη τάση των παιδιών να προσεγγίζουν τις καταστάσεις γύρω τους με ενσώματο τρόπο όσο και με το γεγονός ότι η μάθηση είναι συχνά κιναισθητική και

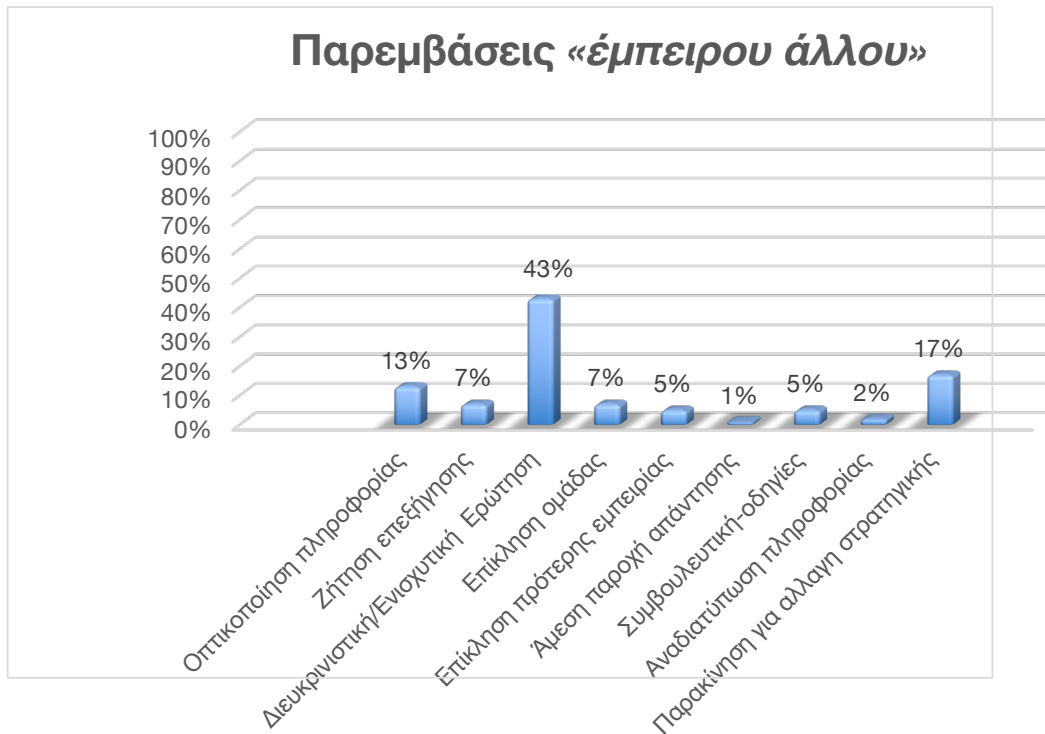
πολύσημη είναι και το 13% των περιπτώσεων στις οποίες ο ερευνητής κατέφυγε στη χρήση του σώματος ώστε να αναπαραστήσει (οπτικοποιήσει) θέση, προοπτική ή χωρική έννοια που δεν μπορούσε να γίνει αντιληπτή με τα συμβατικά μέσα ενώ σε άλλες περιπτώσεις παρότρυνε τα ίδια τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν το σώμα τους ως σημείο αναφοράς και διαμεσολαβητικό μέσο. Βασική επιδίωξη του ήταν η συγκρότηση εννοιών χώρου μέσω της «αυθόρμητης» ανάδειξης εργαλείων και φυσικά μέσω αξιοποίησης του περιβάλλοντος και της σωματικής εμπειρίας των ίδιων των παιδιών. Χωρίς αυτά τα στοιχεία, τόσο η διαδικασία νόησης θα ήταν κενή περιεχομένου όσο και οι νοητικές αναπαραστάσεις θα παρουσιάζονταν με στοιχεία και ιδιότητες διαφορετικά από αυτά που «οπτικοποιεί» το σώμα όταν εμπλέκεται (Wilson & Foglia, 2016) άρα θα εξακολουθούσαν να διατηρούν τον αφαιρετικό τους χαρακτήρα (Lakoff & Johnson, 1999). Ενδεικτικά σε διαφορετικές στιγμές παρέμβασης:

- *Ποιό είναι το αριστερό σου χέρι Μόδεστε; Αυτό το χέρι ποιό είναι; (σηκώνουμε το δεξί)*
- *Κάτω εεε; Δανάη, αν έρθεις από 'δω (εννοούμε να μετακινηθεί ως προς την οπτική γωνία ώστε να ευθυγραμμιστεί με την οπτική της μέλισσας) και δεις τη μελισσούλα, προς τα που στρίβει, αριστερά ή δεξιά;*
- *Για σκέψου! Για έλα από 'δω! Ελάτε και όλοι από 'δω, πίσω μου, όπως βλέπει η μελισσούλα. Προς τα ποιό χεράκι πρέπει να στρίψει;*
- *Ποιό είναι το δεξί έτσι όπως βλέπετε τη μελισσούλα; Ποιό είναι Νικόλα;*

Στα επεισόδια που ακολουθούν (βλ. Πίνακα 24) μπορούμε να παρατηρήσουμε σε αρκετά σημαντικό βαθμό πώς ο ερευνητής προσπαθεί να συντονίσει τις διαδικασίες σκέψης, κατανόησης και πράξης των παιδιών της ομάδας που φαίνεται να μην έχουν πλήρως εξοικειωθεί με τις έννοιες «αριστερά-δεξιά». Η απόπειρα εξήγησης των διαφορών συνίσταται στη συνδυαστική χρήση της ίδιας της Bee-Bot, της θέσης στο χώρο της μακέτας παράλληλα με τις κάρτες κατεύθυνσης που αποτελούν τις εντολές του άτυπου «εκτελέσιμου προγράμματος», το σώμα των παιδιών και τη θέση του στο χώρο με διαφορετικές προοπτικές και σημεία αναφοράς (βλ. γραμμές 127, 139, 142, 150-151, 157). Φαίνεται πως μετά από την επιτυχή εμπλοκή των παιδιών σε ένα βιωματικό παιχνίδι, το τελικό αποτέλεσμα καταδεικνύει κατανόηση των εννοιών, του συμβολισμού και του γλωσσικού κώδικα που αφορούν τη διαφορετική κατεύθυνση στο χώρο σε συνδυασμό με την (εφ)εύρεση αυτοσχέδιων νοητικών εργαλείων (τεταρτημόρια μακέτας) από τα ίδια τα παιδιά με σκοπό τη μέτρηση απόστασης που θα διευκολύνει την ολοκλήρωση της αποστολής-διαδρομής της Bee-Bot (βλ. γραμμές 158-163). Συνεπώς και σε αυτά τα επεισόδια προκύπτει ότι από μια δράση με κεντρική χρήση προγραμματιζόμενων εργαλείων, αναδύονται ζητήματα όπως η ενσώματη κατανόηση εννοιών και η βιωματική συσχέτιση του (προ)σχεδιασμού της κίνησης στο χώρο με το ίδιο το περιβάλλον στο οποίο θα εκτελεστεί καθώς. Επιπλέον, αναδεικνύεται και η (εν)αλλαγή του εγωκεντρικού σημείου θέασης για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών κίνησης με βάση αλλοκεντρικά σημεία αναφοράς που επηρεάζουν και τον συμβολισμό και αναπαράσταση της διαδρομής που πρέπει να εισαχθεί στον εγκέφαλο του «ρομπότ» (βλ. γραμμές 165-178).

**Πίνακας 29. Βιωματική εμπειρία χώρου, εργαλείων και σώματος με τη συνδρομή του
"εμπειρότερου άλλου"**

	Διάλογος	Σχόλια
127	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Μετά, όταν φτάσει εδώ, που στρίβει;</i>	<p>(δείχνουμε το σημείο στο οποίο η Bee-Bot πρέπει να στρίψει πάλι αριστερά) (δείχνει επίμονα με το χέρι της πάνω στο σημείο της μακέτας) (προβληματίζεται, παίρνει το εικονίδιο της αριστερής στροφής και πάει να το αλλάξει)</p> <p>(Η Δανάη υποδεικνύει με το χέρι της το σημείο πάνω στη μακέτα) (Μας δείχνει αυτή τη φορά το εικονίδιο της αριστερής στροφής)</p> <p>(εννοούμε να μετακινηθεί ώστε να ευθυγραμμιστεί με την οπτική της μέλισσας) (μας δείχνει με το χέρι της προς την αριστερή κατεύθυνση) (σηκώνει το χέρι για επιβεβαίωση)</p> <p>(Μας δείχνει το πλήκτρο στη ράχη του Beebot) (μεταφέρουμε το Bee-Bot στο σημείο στο οποίο τα παιδιά, φάνηκε να έχουν πρόβλημα και το στρίβουμε ανάλογα με τη κατεύθυνση που θα ακολουθήσει. Σημαντικό ρόλο παίζει η χρήση του σώματος και η βιωματική κατανόηση της συσχέτισης «κάτω» με «αριστερά». Το αποτέλεσμα είναι ότι μέσω αυτής της διαδικασίας γίνεται κατανοητή η χρήση των όρων και των εννοιών κατεύθυνσης τόσο σε σχέση με το πλαίσιο όσο και σε σχέση με την εγωκεντρική οπτική.) (Εννοεί τα τεταρτημόρια στα οποία είναι χωρισμένη η μακέτα. Εδώ γίνεται επιτυχής συνδυασμός άτυπου τρόπου μέτρησης με την έννοια της απόστασης και το περιβάλλον στο οποίο κινείται το ρομποτάκι μας) (με βάση την οπτική γωνία της Δανάης όντως είναι δεξιά, αλλά με βάση το εκτελέσιμο η ακολουθία απαιτεί στροφή προς τα αριστερά) (Προτείνουμε αλλαγή οπτικής γωνίας ευθυγραμμισμένης με την οπτική του Bee-Bot στη μακέτα για να βοηθήσουμε το συλλογισμό των παιδιών) (Η Δανάη παρακολουθεί «ανάποδα» απ' ότι τα υπόλοιπα παιδιά)</p> <p>(σηκώνει το αριστερό χέρι. Η απάντηση που διαμορφώνεται είναι πλέον σωστή λόγω αλλαγής οπτικής γωνίας)</p>
128		
129	<i>Δ: Κάτω!</i>	
130	<i>Ε: Κάτω; Ναι αλλά το «κάτω» είναι «αριστερά ή «δεξιά»</i>	
131	<i>Ν: Αααα!</i>	
132	<i>Ε: Όχι, όχι! Δεν θέλω να το αλλάξετε αλλά να σκεφθείτε. Για κοιτάξτε! Αν φτάσει</i>	
133	<i>εδώ που θα στρίψει η μελισσούλα τώρα;</i>	
134	<i>Ε: Προς τα που;</i>	
135		
136	<i>Δ: Εδώ!</i>	
137	<i>Ε: Αριστερά ή δεξιά;</i>	
138	<i>Δ: Κάτω!!!</i>	
139	<i>Ε: Κάτω εεε; Δανάη, αν έρθεις από 'δω και δεις τη μελισσούλα, προς τα που στρίβει,</i>	
140	<i>αριστερά ή δεξιά;</i>	
141	<i>Δ: Απο 'δω!</i>	
142	<i>Ε: Αριστερά ή δεξιά; Ποιό είναι το χεράκι με το οποίο δείχνεις;</i>	
143	<i>Δ: Το αριστερό</i>	
144	<i>Δ: Να βάλουμε και το «αριστερά»</i>	
145	<i>Ε: Το αριστερό (πλήκτρο) ποιο είναι;</i>	
146	<i>Δ: Αυτό!</i>	
147		
148	<i>Ε: Ωραία, πάτα το... Ωραία! Και αφού στρίψει εδώ προς τα που πρέπει να πάει;</i>	
149	<i>Δ: Μπροστά!</i>	
150	<i>Ε: Μπροστά. Ναι; Πόσες φορές όμως θα το πατήσουμε μπροστά; Μήπως μπορείτε να</i>	
151	<i>βοηθηθείτε για να βρείτε κάποιο τρόπο να μετρήσετε τα βήματα</i>	
152	<i>Δ: 2!</i>	
153	<i>Ε: 2. Πώς το κατάλαβες; Το είδες; Μέτρησες κάτι;</i>	
154	<i>Ν: Μέτρησα.</i>	
155	<i>Ε: Δηλαδή;</i>	
156	<i>Ν: Την απόσταση!</i>	
157	<i>Ε: Πώς τη μέτρησες;</i>	
158		
159	<i>Ν: Είναι δυο κουτάκια!</i>	
160	<i>Ε: Τα κουτάκια! Μπράβο Νικόλα!</i>	
161		
162		
163		
164	<i>Δ: Δεξιά!</i>	
165	<i>Ε: Για σκέψου! Για έλα από 'δω! Ελάτε και όλοι από 'δω, πίσω μου, όπως βλέπει η</i>	
166	<i>μελισσούλα. Προς τα ποιό χεράκι πρέπει να στρίψει;</i>	
167		
168		
169	<i>Ν: Αριστερά!</i>	
170		
171		
172	<i>Δ: Το δεξί!</i>	
173	<i>Ε: Το δεξί; Για έλα εδώ για να δεις όπως βλέπει η μελισσούλα. Παναγιώτα ποιό χεράκι</i>	
174	<i>είναι; Πού κοιτάει η μελισσούλα; Προς τα πού πρέπει να στρίψει;</i>	
175	<i>Δ: Μπροστά!</i>	
176	<i>Ε: Μπροστά; Νικόλα τί λές εσύ;</i>	
177	<i>Ν: Αριστερά!</i>	
178	<i>Ε: Να το δοκιμάσουμε;</i>	



Γράφημα 4. Τυπολογία παρεμβάσεων του ερευνητή κατά τη διδακτική παρέμβαση

Συμπερασματικά, στην παρούσα ενότητα, επιχειρήσαμε να «κωδικοποιήσουμε» και να αναλύσουμε τις παρεμβάσεις του ερευνητή/εκπαιδευτικού σε μια προσπάθεια να αναδείξουμε την βαρύτητά τους στο πλαίσιο των συνεργατικών διαδικασιών της ομάδας για τον προγραμματισμό της κίνησης ρομπότ στον χώρο. Η συνολική αποτίμηση της συμπεριφοράς του ερευνητή με την ιδιότητα του εμπυχωτή-εκπαιδευτικού, μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως αν και συχνά μεταβαλλόμενη αναλόγως των ειδικών συνθηκών του κάθε επεισοδίου, βασίστηκε στο γενικότερο μοντέλο της διατύπωσης διευκρινιστικών και ενισχυτικών ερωτήσεων ανοιχτού τύπου και στις ευρύτερες επαγωγικές πρακτικές. Έλλειψαν σχεδόν απόλυτα οι πρακτικές άμεσης παροχής οδηγιών και απάντησης ενώ παράλληλα, στις αυθόρμητες και συχνά ιδιοσυγκρασιακές απαντήσεις των παιδιών, η παρέμβαση του ερευνητή γινόταν με σκοπό να εκκινήσει μία «διαλογική» σχέση με το περιβάλλον και τα «σημεία» του με βιωματικό κι ενσώματο τρόπο που συχνά οδήγησε σε κατανόηση και εσωτερικεύση χωρικών εννοιών και σχέσεων. Στη βάση της εμπλοκής του ερευνητή στα έργα της ομάδας, ήταν ο κριτικός προβληματισμός, η παρακίνηση για αλλαγή σκέψης ή ανάκληση πληροφορίας και η δημιουργία προϋποθέσεων για καλλιέργεια των στρατηγικών δοκιμής-λάθους και αυτοαναλογισμού. Τέλος, χαρακτηριστική ήταν η πρόθεση για ανάδειξη των πρακτικών συνεργατικής επίλυσης προβλήματος και της ισότιμης συμμετοχής ως πλαισίου δράσης που θα ευνοούσε την αλληλοτροφοδότηση μέσω βιωματικής προσέγγισης του χώρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Χωρική σκέψη, γλώσσα και Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η ανάλυση και ερμηνεία του αρθρωμένου λόγου των παιδιών στη βάση των διαφόρων εκφωνημάτων και της σκοπιμότητάς τους στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης, σχετίζεται με την έμφαση που θέλουμε να αποδοθεί στις επικοινωνιακές στρατηγικές που επιλέγουν και οι οποίες κατά συνέπεια θα πρέπει να εξεταστούν ως σημαντικά υποστηρικτικά εργαλεία που ευνοούν τη συνεργασία και κατ' επέκταση την δόμηση χωρικών δεξιοτήτων που αποτελούν και επίκεντρο της έρευνάς μας. Μέσω της λειτουργικής ανάλυσης των γλωσσικών αλληλεπιδράσεων επιτυγχάνεται εστίαση στους σκοπούς για τους οποίους το άτομο αρθρώνει συγκεκριμένο λόγο σε συγκεκριμένες περιστάσεις και μέσω αυτής της διαδικασίας μπορεί να διερευνηθεί η δυναμική που ενέχουν τόσο ενδοπροσωπικές όσο και διαπροσωπικές λειτουργίες (Halliday & Hasan, 1989) σε σχέση με τις γνωστικές διαδικασίες. Συνεπώς, οι γλωσσικές διεργασίες ιδωμένες ως προς τη συνεισφορά τους στο μετασχηματισμό και στην εξέλιξη της κοινωνικής, διαλεκτικής και κυρίως της γνωστικής δραστηριότητας των ατόμων μπορούν να συνδράμουν αποφασιστικά στη παρατήρηση, ανάλυση και συνδυαστική ερμηνεία των δεδομένων που προέκυψαν από την συνολική καταγραφή του διδακτικού πειράματος. Αυτό που αρχικά μπορούμε να πούμε είναι ότι ήδη από την επεξεργασία των δεδομένων είχαν αρχίσει να αναδύονται γλωσσικές διεργασίες με πολύ συγκεκριμένη στόχευση και χρήση όπως για παράδειγμα η παροχή πληροφορίας στην ομάδα, η επεξήγηση μιας πρότασης/ιδέας που ενδεχόμενα αφορούσε λύση σε πρόβλημα κίνησης στον χώρο ή προγραμματισμού συσκευής αλλά και η έκφραση συμφωνίας ή διαφωνίας με άλλα μέλη κ.α.

Αναλυτική παράθεση όλων των ειδών γλωσσικής διεργασίας των ομάδων με τις οποίες συνεργαστήκαμε ακολουθεί στον Πίνακα 30. Τα στοιχεία αυτά προκύπτουν από την κωδικοποίηση των αυτούσιων διαλόγων και την αντίστοιχη «ποσοτικοποίηση» ενδεικτικών εκφωνημάτων κάθε επεισοδίου ξεχωριστά στη βάση των σχετικών κατηγοριών του αυτοσχέδιου εργαλείου ανάλυσης (βλ. Παράρτημα 6). Θα ήταν χρήσιμο να αναφέρουμε συνοπτικά ότι κατά μέσο όρο οι σημαντικότεροι λόγοι γλωσσικής παραγωγής αφορούσαν τόσο αιτιολόγηση ιδέας ή παροχή οδηγιών σε τρίτους όσο και απόκριση σε ερωτήματα και προκλήσεις του περιβάλλοντος καθώς και παροχή πληροφορίας. Τέλος, βάσει της συχνότητας με την οποία αναδύθηκαν αλλά και της βαρύτητας που θεωρήσαμε πως είχαν για την εξέλιξη των επεισοδίων και τη δόμηση της χωρικής σκέψης των παιδιών, ξεχωρίζουν τρία βασικά είδη λόγου και πιο συγκεκριμένα ο αιτιολογικός/επεξηγηματικός, ο ρυθμιστικός και ο διερευνητικός.

Πίνακας 30. Συνοπτικός πίνακας καταγεγραμμένων γλωσσικών διεργασιών κατά την εξέλιξη του ομαδοσυνεργατικού διδακτικού πειράματος

	Ομάδα Κ1	Ομάδα Κ2	Ομάδα Κ3	Ομάδα Ο1	Ομάδα Ο2
<i>Παροχή πληροφορίας</i>	12 (6,4%)	2 (1,6%)	20 (13,9%)	17 (8,2%)	51 (17,3%)
<i>Αιτιολόγηση / Επεξήγηση / Αναπαράσταση ιδέας</i>	25 (13,3%)	17 (13,7%)	14 (9,8%)	23 (11,1%)	18 (6,1%)
<i>Αξιολόγηση</i>	5 (2,7%)	3 (2,4%)	-	6 (2,9%)	6 (2%)
<i>Διερεύνηση</i>	9 (4,8%)	9 (7,3%)	3 (2,1%)	18 (8,7%)	21 (7,1%)
<i>Απόκριση</i>	63 (33,5%)	40 (32,3%)	58 (40,6%)	61 (29,3%)	101 (34,4%)
<i>Οργάνωση/Έλεγχος</i>	19 (10,1%)	8 (6,5%)	7 (4,9%)	17 (8,2%)	20 (6,8%)
<i>Προσωπική άποψη, Συμφωνία</i>	1 (0,5%)	1 (0,8%)	4 (2,8%)	3 (1,4%)	1 (0,3%)
<i>Προσωπική άποψη, Ασυμφωνία</i>	13 (6,9%)	1 (0,8%)	1 (0,7%)	-	2 (0,7%)
<i>Παροχή οδηγιών / Υπαγόρευση</i>	14 (7,4%)	25 (20,2%)	14 (9,8%)	21 (10,1%)	35 (12%)
<i>Αναδιατύπωση πληροφορίας/ Ανάγνωση/Ερμηνεία συμβόλων</i>	3 (1,6%)	-	4 (2,8%)	9 (4,3%)	10 (3,4%)
<i>Επανάληψη</i>	-	-	-	-	-
<i>Αφήγηση προσωπικής εμπειρίας</i>	1 (0,5%)	-	-	-	7 (2,4%)
<i>Έκφραση συναισθήματος</i>	15 (8%)	9 (7,3%)	10 (6,7%)	21 (10,1%)	11 (3,7%)
<i>Διατύπωση υπόθεσης</i>	2 (1%)	5 (4%)	2 (1,4%)	1 (0,5%)	5 (1,7%)
<i>Εξωτερίκευση εσωτερικής σκέψης/ Ατομικός λόγος</i>	9 (4,8%)	4 (3,2%)	6 (4,2%)	11 (5,3%)	6 (6,4%)
ΣΥΝΟΛΟ ΕΚΦΩΝΗΜΑΤΩΝ	188 (100%)	124 (100%)	143 (100%)	208 (100%)	294 (100%)

ΓΛΩΣΣΙΚΕΣ
ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ

7.1 Αιτιολογικός/Επεξηγηματικός λόγος

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον στο πλαίσιο του διδακτικού μας πειράματος, παρουσιάζουν οι γλωσσικές λειτουργίες που συντίθενται στη βάση λόγου ο οποίος αναπτύσσεται με χαρακτήρα αιτιολογικό έτσι ώστε να παρασχεθούν περαιτέρω εξηγήσεις και πληροφορίες σε σχέση με τυχόν διαμορφωμένες απόψεις ή/και δράση. Ο αιτιολογικός λόγος εξάλλου θεωρείται ως υψηλής εκπαιδευτικής αξίας (Wegeriff & Mercer, 1996) αν και σύμφωνα με τις Wray & Kumrulinen (2010) συχνά η γλώσσα που χρησιμοποιούν τα παιδιά εμπεριέχει στοιχεία αξιολόγησης αλλά οι αιτιάσεις και η επιχειρηματολογία μπορεί και να απουσιάζουν. Ο λόγος των παιδιών πολλές φορές παράγεται με σκοπιμότητα να αποσαφηνίσει και να παρουσιάσει τις αντιλήψεις τους για ένα φαινόμενο ή ένα πείραμα οπότε συχνά συνδέεται με το φυσικό περιβάλλον που τα περιβάλλει και συνδυάζεται και με μη-λεκτική συμπεριφορά (χειρονομίες, εκφράσεις

προσώπου, κίνηση/θέση σώματος) ως βασικό στοιχείο της αλληλεπιδραστικής αλυσίδας.

Στο επεισόδιο που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 31), διανύουμε τη χρονική φάση της παρέμβασης κατά την οποία ωθούμε τα παιδιά στο να οργανώσουν τη χωρική τους σκέψη στη βάση των εργαλείων που τους παρέχουμε διευκολυντικά κι εν συνεχεία πρέπει να επιβεβαιώσουν βιωματικά τις υποθέσεις τους μέσω της αυτούσιας κίνησης της Bee-Bot στο περιβάλλον της μακέτας. Αρχικά, τους δείχνουμε κάρτες μικρού μεγέθους (με συμβολισμό κίνησης) που να μπορούν να τοποθετηθούν σειριακά ακριβώς πάνω στον ατομικό χάρτη που έχουν ήδη σχεδιάσει με βάση τη πορεία που δυνητικά θα διανύσει η Bee-Bot. Τα παιδιά περιεργάζονται για λίγο τις κάρτες με το συμβολισμό κίνησης, για 2-3 λεπτά κινούνται αυτόνομα με αυτές χωρίς καμία παρέμβαση από εμάς και τελικά διαλέγουν όποιες/όσες θέλουν ώστε να τις τοποθετήσουν ακριβώς πάνω στη προσχεδιασμένη διαδρομή και να υποστηρίξουν με ακόμα ένα αναπαραστατικό μέσο την προτεινόμενη (από το καθένα) διαδρομή στο περιβάλλον της μακέτας. Σε πρώτο χρόνο οι επιλογές τους βασίζονται ενδεχομένως σε ιδιοσυγκρασιακό και αφηρημένο τρόπο σκέψης χωρίς καμία ιδιαίτερη επεξήγηση ή/και μετρική σύνδεση με το περιβάλλον οπότε τους παρακινούμε να αιτιολογήσουν τις επιλογές τους με σκοπό να εκκινήσουμε προβληματισμό και συσχετίσεις. Πολύ σύντομα, δυο από τα παιδιά της ομάδας κατανοούν τη στρατηγική σχεδιασμού της κίνησης που προσπαθούμε να υπονοήσουμε κι εν συνεχεία οδηγούνται σε εμπλουτισμό κι αιτιολόγηση των απαντήσεών τους που λίγο πριν ήταν μονολεκτικές και χωρίς περαιτέρω επεξήγηση του τρόπου σκέψης τους.

Πίνακας 31. Παρακίνηση για χωρική αιτιολόγηση και επεξήγηση

	Διάλογος	Σχόλια
227	<i>E: Το αριστερό (πλήκτρο) ποιο είναι;</i>	<p>(Μας δείχνει το πλήκτρο στη ράχη του Beebot)</p> <p>(Η Δανάη συμπληρώνει την κίνηση με το αριστερό πλήκτρο)</p> <p>(μεταφέρουμε τη Bee-Bot στο σημείο στο οποίο τα παιδιά, φάνηκε να έχουν πρόβλημα και το στρίβουμε ανάλογα με τη κατεύθυνση που θα ακολουθήσει)</p> <p>(Έννοεί τα τεταρτημόρια στα οποία είναι χωρισμένη η μακέτα)</p>
228	<i>Δ: Αυτό!</i>	
229	<i>E: Ωραία, πάτα το!</i>	
230		
231	<i>E: Ωραία! Και αφού στρίψει εδώ προς τα που πρέπει να πάει;</i>	
232		
233	<i>Δ: Μπροστά!</i>	
234	<i>E: Μπροστά. Ναι. Πόσες φορές όμως θα το πατήσουμε μπροστά. Μήπως μπορείτε να βοηθηθείτε για να βρείτε κάποιο τρόπο να μετρήσετε τα βήματα;</i>	
235	<i>Δ: 2!</i>	
236	<i>E: 2. Πως το κατάλαβες; Το είδες; Μέτρησες κάτι;</i>	
237	<i>N: Μέτρησα.</i>	
238	<i>E: Δηλαδή;</i>	
239	<i>N: Την απόσταση!</i>	
240	<i>E: Πως τη μετρήσες;</i>	
241	<i>N: Είναι δυο κουτάκια!</i>	
242	<i>E: Τα κουτάκια! Μπράβο Νικόλα! Ωραία! Θέλεις να πατήσεις το μπροστά 2 φορές;</i>	
243		

Στο παρακάτω επεισόδιο (βλ. Πίνακα 32), η ομάδα εμπλέκεται στην πιο πολύπλοκη δραστηριότητα προγραμματισμού κι ελέγχου της κίνησης της πιο εξελιγμένης συσκευής NXT η οποία απαιτεί διαμεσολάβηση υπολογιστή και τη σύνθεση προγράμματος στο πλαίσιο του εξειδικευμένου λογισμικού. Οι ρόλοι των παιδιών διαφοροποιούνται κι εμπλουτίζονται εφόσον πλέον υπάρχει η ανάγκη για σχεδιασμό, έλεγχο και επιβεβαίωση του εκτελέσιμου προγράμματος σε πολλαπλά επίπεδα

(αυτοσχέδιος χάρτης διαδρομής, προσχέδιο με κάρτες, λογισμικό NXT, εκτέλεση στη μακέτα). Ο ερευνητής βασίζεται στη στρατηγική «ερέθισμα - απόκριση - ανατροφοδότηση - επανέλεγχος» μέσω διερευνητικών ερωτήσεων που ενισχύουν την ανάγκη αιτιολόγησης των επιλογών από τη μεριά των παιδιών καθώς επίσης και στη τακτική ενίσχυσης της ομαδοσυνεργατικής δουλειάς μέσω επίκλησης της ομάδας («Παιδιά, ακούτε τι λέει η Δανάη;», «Έχουμε ήδη βάλει 2 βελάκια, πόσα χρειαζόμαστε ακόμη», «Λέτε να δοκιμάσουμε...;» κ.α.) για την επίλυση του χωρικού προβλήματος. Κατά κύριο λόγο η Δανάη η οποία έχει αναλάβει το ρόλο του «σχεδιαστή προγράμματος» με κάρτες εικονοεντολών φαίνεται να ανταποκρίνεται ενεργά τόσο στη διερεύνηση των πιθανών λύσεων όσο και στην εφαρμογή συνεργατικού τρόπου επίλυσης ως μέλος της ομάδας. Χαρακτηριστικά παρατηρούμε ότι μέσω της εμπλοκής σε διαδικασία ερωταπαντήσεων που αφορούν τις επιλογές κατά τη φάση σχεδιασμού και «πιλοτικής» εκτέλεσης ενός στοιχειώδους προγράμματος που θα κινήσει επιτυχώς το ρομποτάκι μας (NXT) στη μακέτα, κινητοποιούνται όλα τα παιδιά είτε στη βάση της αναζήτησης λύσεων με ποικίλους αναπαραστατικούς τρόπους είτε με απόπειρα αιτιολόγησης και επεξήγησης που σταδιακά οδηγεί στην αντίληψη του λάθους και στη διόρθωσή του. Σε όλη τη διάρκεια του επεισοδίου είναι εμφανής η βαρύτητα των ποικίλων εργαλείων του περιβάλλοντος στην ενίσχυση της επιχειρηματολογίας και της διαδικασίας αιτιολόγησης κι επεξήγησης των απαντήσεων/λύσεων όπως και στην αναγνώριση τυχόν σφαλμάτων κατά τη διαδικασία προγραμματισμού.

Πίνακας 32. Το περιβάλλον και τα εργαλεία ως ενισχυτές χωρικής επιχειρηματολογίας

	Διάλογος	Σχόλια	
427			
428	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Τρελάθηκε, ε; Μπορείτε να μετρήσετε τα βήματα. Για να φτάσει</i>	<i>(Ο Νικόλας επιχειρεί να ξαναβάλει σε λειτουργία το NXT για να ξαναδεί τη διαδρομή)</i>	
429	<i>εδώ...Νικόλα μια στιγμή προτού το πατήσεις.....πόσα κουτάκια είναι;</i>		
430	<i>Δ: Το ξέρω, το ξέρω!!! Ακόμη ένα μπροστά.</i>		
431	<i>Ε: Παιδιά, ακούτε τι λέει η Δανάη; Για να φτάσει εδώ πόσα βελάκια πρέπει να βάλουμε</i>		
432	<i>ακόμη; Έχουμε ήδη βάλει 2. Πόσα χρειαζόμαστε ακόμη;</i>		
433	<i>Ν: 3</i>		
434	<i>Ε: 3; Λέτε να δοκιμάσουμε να βάλουμε άλλο ένα;</i>		
435	<i>Δ: Όχι!!!</i>		
436	<i>Ε: Γιατί;</i>		
437	<i>Δ: Να το πω εγώ το λαθάκι;</i>		
438	<i>Ε: Για πες!</i>		
439	<i>Δ: Απλώς, είχα βάλει εδώ. Ένα μπροστά, δύο μπροστά, τρία μπροστά, τέσσερα εδώ...</i>		<i>(μας υποδεικνύει το τετραγωνάκι αφετηρία)</i>
440	<i>Ε: Έβαλες 3 μπροστά; Για δεξ.</i>		
441	<i>Δ: Ναι!!</i>		
442	<i>Ε: Πού είναι τα 3 μπροστά; Για έλα να τα δεις εδώ!</i>		<i>(μας υποδεικνύει τα τετράγωνα της μακέτας και όχι στην οθόνη)</i>
443	<i>(υποδεικνύουμε την οθόνη του προγράμματος)</i>		
444	<i>Δ: Να! 1...2...3...!</i>		
445	<i>Ε: Μισό λεπτάκι! Εδώ έχεις 3 βελάκια μπροστά;</i>		<i>(Εν τω μεταξύ ο Νικόλας προσπαθεί να μετρήσει τη διαδρομή, κυλά το NXT πάνω στη μακέτα κι αυτό μας παρακινεί να μοιραστούμε την ίδια στρατηγική επαλήθευσης με την ομάδα)</i>
446	<i>Δ: Όχι, εδώ τα είχα βάλει (υποδεικνύει τη μακέτα)</i>		
447	<i>Ε: Εδώ πόσα έπρεπε να είχαμε βάλει;</i>		
448	<i>Μ: Να το ξαναφτιάξουμε!</i>		
449	<i>Ε: Ναι, να το ξαναδοκιμάσουμε.</i>		
450		<i>(κυλάμε το NXT και παράλληλα μετράμε τα βήματα όλοι μαζί).</i>	
451			
452	<i>Ε: Για κοιτάξτε εδώ αργά αργά! 1.....2.....μισό λεπτάκι.....και θέλει πόσα ακόμη;</i>		
453	<i>Ν/Δ: Άλλο ένα! Δε πρέπει να βάλουμε άλλο ένα βελάκι μπροστά</i>		
454	<i>Ε: Άλλο ένα. Αρα, θέλετε να το δοκιμάσουμε;</i>		
455	<i>Μ: Έκανε ένα λάθος.</i>		

Σε ανάλογο επεισόδιο που ακολουθεί (βλ. Πίνακα 33), η ομάδα βρίσκεται στη φάση σχεδιασμού της κίνησης και συνεπώς του εκτελέσιμου προγράμματος που θα πρέπει να συνθέσει στο περιβάλλον λογισμικού του NXT. Καθ' όλη τη διάρκεια της αλληλεπίδρασης με τα παιδιά, είναι προφανής η μετατόπιση της συμπεριφοράς τους από την αφαιρετική αιτιολόγηση στη χρήση συμπαγούς επιχειρηματολογίας που μπορεί να επεξηγήσει επαρκώς τόσο τον τρόπο με τον οποίο σκέφτηκαν όσο και τις τελικές επιλογές τους κατά τη διαδικασία σχεδιασμού της κίνησης. Οι ερωτήσεις μας λειτουργούν καθοδηγητικά ώστε τα παιδιά και πιο συγκεκριμένα ο Γιώργος, που αναλαμβάνει πιο πρωταγωνιστικό ρόλο, να εξηγήσει με σταδιακά εξελισσόμενο και λεπτομερέστερο τρόπο, πως ακριβώς αποφάσισε τον ακριβή αριθμό των βημάτων του NXT στη μακέτα. Είναι ενδεικτικό ότι στα ερεθίσματα (ερωτήσεις) που θέτουμε ακολουθεί στοιχειοθετημένη απόκριση (απάντηση με επεξήγηση) στη λογική της αξιοποίησης των εργαλείων που διαθέτει το περιβάλλον που παρέχουμε στα παιδιά (τεταρτημόρια μακέτας, κάρτες εικονοεντολών κλπ.) και χαρακτηριστικά ο Γιώργος ξεκινά την αιτιολόγησή του από αφαιρετική βάση («*Πώς βάλατε τα βελάκια, πώς τα υπολογίσατε; Απ' τον δρόμο*»), στη πορεία χάρη στη παρέμβασή μας επιχειρεί να τη μαθηματικοποιήσει κάνοντας σύνδεση με τυπικά όργανα μέτρησης («*Υπάρχει τρόπος να το μετρήσουμε; Ναι....Με το μέτρο...με τον χάρακα*») και στο τέλος αξιοποιώντας όλη τη διαδικασία διαλόγου καταλήγει στην πλέον ιδεατή επεξήγηση της επιλογής του με βάση τη ποσοτικοποίηση των ίδιων των εργαλείων που χρησιμοποίησε νωρίτερα («*Οκτώ βελάκια*»). Συνεπώς φαίνεται πως ο Γιώργος βοηθήθηκε στο να αντιληφθεί με ποιόν τρόπο μπορεί να μοιραστεί μαζί μας και να εξηγήσει/κοινοποιήσει στην ομάδα με σαφήνεια τη διαδικασία σκέψης και υπολογισμού.

Πίνακας 33. Οι στρατηγικές αιτιολόγησης των παιδιών ως δείκτες εξέλιξης χωρικής σκέψης

	Διάλογος	Σχόλια
28	<i>Γ: Πάει, τελείωσαν τα βελάκια!</i>	
29	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Μήπως κάποιος έβαλε κανένα παραπάνω;</i>	
30	<i>Ν: Όχι! Εγώ το έκανα ακριβώς όπως το γράψαμε με τον μαρκαδόρο.</i>	
31	<i>Ε: Το έκανες όπως το γράψαμε με τον μαρκαδόρο; Δηλαδή, μισό λεπτάκι.....να</i>	
32	<i>ρωτήσω. Πώς βάλατε τα βελάκια, πώς τα υπολογίσατε;</i>	
33	<i>Γ: Απ' τον δρόμο.</i>	(χωρίς εξήγηση)
34	<i>Ε: Δηλαδή; Υπάρχει τρόπος να το μετρήσουμε;</i>	
35	<i>Γ: Ναι!</i>	
36	<i>Ε: Πώς;</i>	
37	<i>Γ: Με το μέτρο.....Με τον χάρακα.</i>	(αναδρομή σε χρήση τυπικού οργάνου)
38	<i>Ε: Δηλαδή αν δεν έχουμε μέτρο πώς αλλιώς θα μετρήσουμε τα βελάκια; Πόσα</i>	(δημιουργούμε ένα υποθετικό σενάριο για να καθοδηγήσουμε στην σύνδεση που θέλουμε να προκύψει)
39	<i>βηματάκια θα κάνει η μελισσούλα;</i>	(Όλα τα παιδιά το σκέφτονται. Ο Γιώργος και ο Θάνος μετράνε με το δάχτυλο τους τα εικονίδια-εντολές. Φαίνεται πως η ερώτησή μας έχει αποτέλεσμα)
40		
41		
42	<i>Γ: Οκτώ!!!</i>	
43	<i>Ε: Οκτώ; Πώς το κατάλαβες;</i>	
44	<i>Γ: Μέτρησα τα βελάκια. (Επεξήγηση)</i>	

Στο επόμενο επεισόδιο που παραθέτουμε ενδεικτικά (βλ. Πίνακα 34), η τακτική μας να ζητάμε εξηγήσεις για τις επιλογές των παιδιών

στο πλαίσιο σχεδιασμού της κίνησης της Bee-Bot, οδηγεί σε ενίσχυση τόσο της αυτοαξιολόγησης όσο και της αλληλοδιδασκτικής πρακτικής αφού τα ίδια τα παιδιά καλούνται να ελέγξουν τα έργα τους (ιχνογραφήματα με χρήση καρτών εικονοεντολών) μέσω συγκρίσεων με εκείνα της υπόλοιπης ομάδας. Απαραίτητο υποστηρικτικό εργαλείο εκτός από τα παρεχόμενα εργαλεία είναι σαφέστατα η κατά το δυνατόν τεκμηριωμένη αιτιολόγηση των απόψεων που ακούγονται κατά τη διαδικασία σύγκρισης των έργων μεταξύ τους. Το γεγονός αυτό βοηθά τον εντοπισμό του «λάθους» τόσο από το παιδί που το επισημαίνει (π.χ. Θωμάς) όσο και από εκείνο που δέχεται την τροφοδότηση (π.χ. Μελίνα).

Πίνακας 34. Το αίτημα του ερευνητή για επεξήγηση επιλογής ως μέσο ενίσχυσης αυτοαξιολόγησης και αλληλοδιδασκαλίας

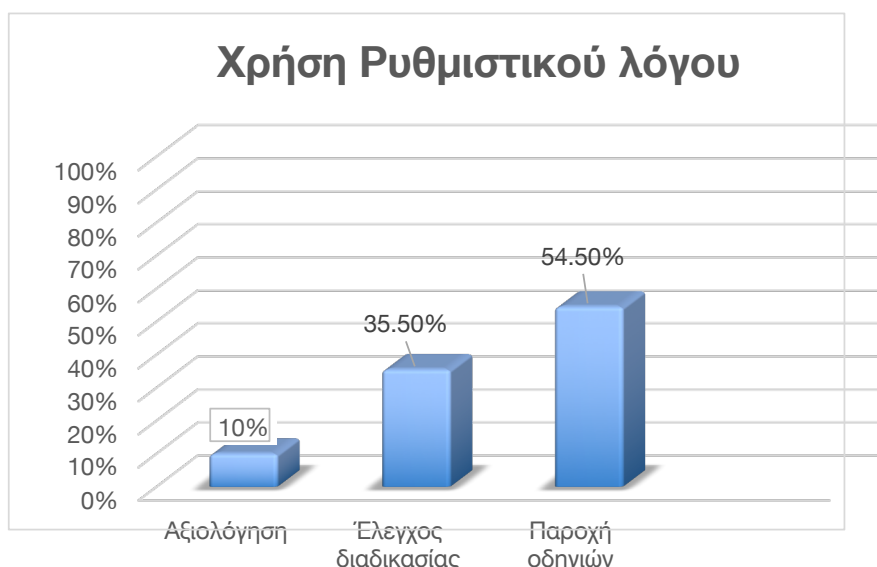
	Διάλογος	Σχόλια
130	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Νομίζω ότι όλοι σχεδιάσατε τον ίδιο δρόμο.</i>	<p>(Παρατηρούμε τις κατόψεις και τις διαδρομές που προτείνουν τα παιδιά)</p> <p>(Αν και προσπαθεί, η αιτιολόγηση που παρέχει είναι μη χωρικής φύσης και όχι ιδιαίτερα λεπτομερής)</p> <p>(η Μελίνα προσπαθεί να εξηγήσει τι έχει κάνει δείχνοντας τα εικονίδια της)</p> <p>(έχει χρησιμοποιήσει 2 βελάκια μόνο και το ένα δίπλα στο άλλο τοποθετημένα. Θεωρεί ότι έχει ολοκληρώσει το πρόγραμμα αλλά στην ουσία δεν υπάρχει συσχετισμός με την πραγματική πορεία)</p> <p>(Η Μελίνα δείχνει να το σκέφτεται καλύτερα)</p>
131	<i>Μ: Ναι!</i>	
132	<i>Θ: Εγώ έκανα το μπροστά</i>	
133	<i>Ν: Κι εγώ έκανα το μπροστά.</i>	
134	<i>Μ: Κι εγώ.</i>	
135	<i>Ι: Εγώ πήρα το «ξο»...</i>	
136	<i>Ε: Μισό λεπτάκι, αυτό είναι το δικό σου. Της Μελίνας το πρόγραμμα χρειάζεται κάτι;</i>	
137	<i>Θ: Είναι ίδιο με της Μελίνας.</i>	
138	<i>Μ: Όχι δεν είναι.</i>	
139	<i>Ε: Γιατί Θωμά; Τί λες;</i>	
140	<i>Θ: Εεε, γιατί δεν έκανε αυτό εδώ πάνω που έπρεπε να πάει.</i>	
141	<i>Ε: Δηλαδή τί εννοείς;</i>	
142	<i>Θ: Έπρεπε να πάει έτσι κι έτσι κι έτσι και μετά προς τα εκεί να στρίψει, να πάει προς</i>	
143	<i>το πάνω και μετά...</i>	
144	<i>Ε: Άρα, δηλαδή λείπει κάτι από το πρόγραμμα της Μελίνας, πιστεύεις;</i>	
145	<i>Θ: Ναι!!</i>	
146	<i>Ε: Τί λείπει, έλα να μου δείξεις.</i>	
147	<i>Ι: Το στρίψιμο!!</i>	
148	<i>Ε: Να στρίψεις;</i>	
149	<i>Θ: Πρέπει να πάει προς τα εκεί. Πρέπει να πάει και προς τα πάνω.</i>	
150	<i>Μ: Να, να το «πάνω».</i>	
151		
152	<i>Θ: Ναι όμως έτσι θα φύγει από τη γραμμή!</i>	
153	<i>Ε: Φτιάξτε ο καθένας από ένα πρόγραμμα, όπως νομίζετε και θα τα συζητήσουμε σε</i>	
154	<i>λίγο.</i>	
155	<i>Ι: Εγώ το έφτιαξα ήδη.</i>	
156		
157	<i>Ε: Το 'φτιαξες ήδη; Για δεξ λίγο καλύτερα. Μ' αυτά τα 2 βελάκια θα καταλάβει ο</i>	
158	<i>Τάλας προς τα που να πάει;</i>	
159	<i>Μ: Με τον δικό μου δρόμο ίσως θα καταλάβει.....</i>	
160	<i>Ε: Μισό λεπτό, μπορείτε να το διορθώσετε αν θέλετε. Αφησέ το Μελίνα.</i>	
161	<i>Θ: Μα, το 'κανε λάθος!!!</i>	
162	<i>Ε: Τι πιστεύεις ότι έκανε λάθος;</i>	
163	<i>Ν: Έπρεπε μετά από τη στροφή να πάει προς τα πάνω.</i>	
164	<i>Μ: Α ναί, ναί!</i>	

7.2 Ρυθμιστικός λόγος (παροχή οδηγιών σε άλλον, οργάνωση και έλεγχος στο πλαίσιο της ομάδας)

Στο πλαίσιο τόσο του ελεύθερου παιχνιδιού με συνομήλικους τους όσο και ομαδοσυνεργατικών επεισοδίων, τα παιδιά συχνά χρησιμοποιούν τη γλώσσα για να παράσχουν οδηγίες σε άλλους ή να υπαγορεύσουν κάτι

σχετικό με τη δραστηριότητα στην οποία συμμετέχουν. Αυτό καταδεικνύει συνεργατικό χαρακτήρα και τη διάθεση της ομάδας να διερευνήσει νέους τρόπους δράσης και σκέψης. Επιπλέον, γίνεται εμφανής η τάση ανάληψης πρωτοβουλίας του ατόμου σχετικά με την οργάνωση και τον διαμοιρασμό ιδεών. Επιπλέον, σύμφωνα με σχετικές έρευνες (Brown & Campione, 1990 · Cohen, 1994), ένα σημαντικό στοιχείο που αναδύεται μέσα από αποτελεσματικές μαθησιακές διαδικασίες είναι αφενός η δεξιότητα αφετέρου ο λόγος που αναπτύσσουν τα παιδιά ώστε να κρίνουν και να αξιολογούν τα δεδομένα, τα έργα, τις πράξεις, τις ιδέες και τις απόψεις τόσο τις δικές τους όσο και των γύρω τους (Wray & Kumpulainen, 2009). Τέλος, δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν την ομιλία και την γλώσσα ευρύτερα έτσι ώστε να οργανώσουν καλύτερα τη δουλειά τους ή να ρυθμίσουν συμπεριφορές, δικές τους (αυτορρυθμισμό) ή των γύρω τους (ετερορρυθμισμό). Το γεγονός αυτό μας προσφέρει ένα χρήσιμο εργαλείο για να εκτιμήσουμε το μεταγνωστικό αποτύπωμα της δραστηριότητας στην οποία συμμετέχουν τα παιδιά (Brown & Campione, 1990).

Και οι τρεις προαναφερθείσες γλωσσικές λειτουργίες (παροχή οδηγιών, αξιολόγηση, οργάνωση-έλεγχος) μας απασχόλησαν σε σημαντικό βαθμό τόσο κατά τη κωδικοποίηση των γλωσσικών λειτουργιών που εκδηλώθηκαν στα επεισόδια του διδακτικού πειράματός μας με τα παιδιά όσο και κατά την ανάλυση των δεδομένων. Αν και η καταγραφή τους βασίστηκε σε ξεχωριστά κωδικοποιημένες κατηγορίες, εντούτοις θα πρέπει να τονιστεί ότι και οι τρεις συγκεκριμένες λειτουργίες είναι απόλυτα αλληλένδετες μεταξύ τους στο πλαίσιο ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας. Ενδεχομένως η μια προϋποθέτει αξιωματικά την ύπαρξη των υπολοίπων έστω και όχι με γραμμικό χαρακτήρα οδηγώντας μας να τις εντάξουμε συνολικά υπό το πρίσμα του ρυθμιστικού λόγου. Πιο συγκεκριμένα, με την οργανωτικής σκοπιμότητα της γλώσσας, τα παιδιά φαίνεται να κάνουν απόπειρα ελέγχου της ροής της δουλειάς της ομάδας. Παράλληλα αυτορρυθμίζονται αλλά και ετερορρυθμίζουν μέσω «επιβολής» ή/και διαπραγμάτευσης άτυπων κανόνων της ομάδας, μέσω ανάληψης ρόλων αλλά και παροχής βοήθειας ή οδηγιών κ.α. (Tolentino, 2004). Για τον λόγο αυτό, τα στοιχεία που παραθέτουμε στη συνέχεια και συνοψίζονται στο γράφημα 4, μας ενδιαφέρουν κυρίως υπό το πρίσμα της ύπαρξης του κοινού ρυθμιστικού χαρακτήρα του λόγου των παιδιών όπως περιγράφηκε ήδη νωρίτερα.



Γράφημα 5. Σκοπός χρήσης Ρυθμιστικού λόγου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

Στο επεισόδιο που ακολουθεί (Πίνακας 35), η ομάδα αποπειράται να σχεδιάσει το εκτελέσιμο πρόγραμμα άρα και τη διαδρομή της Bee-Bot στον μικροχώρο της μακέτας. Είναι άμεσα εμφανές ότι η Δανάη διεκδικεί και αναλαμβάνει αυτόνομα ένα πιο ενεργό ρόλο σε όλη τη διαδικασία ενώ τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας και ιδιαίτερα ο Μόδεστος (ως προνήπιο και μικρότερος ηλικιακά) φαίνεται να δέχονται αβίαστα αυτή την εξέλιξη. Στο πλαίσιο ανάληψης ενός πιο καθοδηγητικού ρόλου, η Δανάη κρίνει σκόπιμο να υποδεικνύει ανοιχτά τα επόμενα βήματα κίνησης («*Θα πατήσουμε αυτό*»), να δίνει σαφείς οδηγίες και εντολές («*Μπροστά, πάντα αυτό εδώ*») αλλά και να υιοθετεί «μετωπικές» διδακτικές προσεγγίσεις καθοδήγησης («*...Ξέρω τις οδηγίες. Ωραία, άκου, μετράς πόσα μπροστά θα είναι...Θα μετράς όταν λέω. Εγώ θα λέω 1 θα πατάς το ένα, όταν λέω 2 θα πατάς 2. Εντάξει...*»). Σε κάθε περίπτωση, η χρήση ρυθμιστικού λόγου συνδυάζεται με τη ταυτόχρονη διαμεσολάβηση εργαλείων και αναπαραστατικών μέσων του περιβάλλοντος που οπτικοποιούν έννοιες και διαδικασίες τόσο για το παιδί που δέχεται την ανατροφοδότηση όσο και για εκείνο που «ρυθμίζει» τη διαδικασία.

Πίνακας 35. Ενδεικτική διατύπωση ρυθμιστικού λόγου μεταξύ παιδιών

	Διάλογος	Σχόλια
280	<i>Ε: Αφήστε τον Μόδεστο να το κάνει. Εσείς οι υπόλοιποι μπορείτε να τον βοηθήσετε,</i>	<i>(μετρά τα βήματα)</i> <i>(Η Δανάη επιστρέφει στην αφετηρία με τον Μόδεστο)</i>
281	<i>να του λέτε τι να κάνει.</i>	
282	<i>Δ: Ωραία!</i>	
283	<i>Ε: Μόδεστε, καθάρισε πρώτα το μυαλουδάκι. Εσείς πρέπει να του δίνετε οδηγίες</i>	
284	<i>όμως τώρα, έτσι δεν είναι;</i>	
285	<i>Δ: Ναι, να κάνω εγώ, ξέρω τις οδηγίες. Ωραία, άκου, μετράς πόσα μπροστά θα</i>	
286	<i>είναι.....1.....2.....</i>	
287		
288	<i>Δ: Θα μετράς όταν λέω. Εγώ θα λέω 1 θα πατάς το ένα, όταν λέω 2 θα πατάς 2.</i>	
289	<i>Εντάξει;.....Ωραία...Πάτα 1! Εντάξει.....2.....Πάτα 2!</i>	
290	<i>Ε: Πόσα έχεις πατήσει μέχρι τώρα;</i>	<i>(μετράμε με το δάχτυλό μας τα τετράγωνα πάνω στη μακέτα)</i>
291	<i>Δ: 3!</i>	
292	<i>Ε: 1....2....3. Πόσα ακόμη πρέπει να βάλεις;</i>	
293	<i>Δ: Ακόμα 3.</i>	
294	<i>Ε: Ωραία, πες του τι να κάνει.</i>	
295	<i>Δ: 1.....</i>	
296	<i>Δ: Ακόμη ένα!</i>	
297	<i>Δ: Ακόμη ένα!</i>	
298		
299		
		<i>(ο Μόδεστος πατάει 1 πλήκτρο ευθεία)</i> <i>(ο Μόδεστος πατάει 1 πλήκτρο ευθεία)</i> <i>(Όσο η Δανάη «διαβάζει» και υπαγορεύει το εκτελέσιμο, ο Μόδεστος πατά τα πλήκτρα.)</i>

Στο επόμενο επεισόδιο (Πίνακας 36) η ομάδα επιχειρεί να διερευνήσει τη χρήση υπολογιστή και του εξειδικευμένου λογισμικού ώστε να προγραμματίσει την κίνηση του πιο σύνθετου NXT. Με ένα νέο διαμεσολαβητικό εργαλείο και τις ενδεχόμενα αυξημένες δυσκολίες που τίθενται, οι ρόλοι των παιδιών στη δραστηριότητα μοιράζονται πλέον διαφορετικά αλλά παράλληλα αυξάνονται αναδεικνύοντας την αναγκαιότητα ύπαρξης ενός ή πλέον ατόμων που θα καθοδηγούν τον χειριστή του υπολογιστή αλλά και θα ελέγχουν την ορθότητα των εντολών σε δυο επίπεδα: τόσο ως προς την ορθότητα της χρήσης τους όσο και σε σχέση με την ορθή τοποθέτησή τους στο πλέγμα εντολών του λογισμικού. Χαρακτηριστικά, παρατηρούμε ότι ο ρυθμιστικός λόγος αρθρώνεται ισότιμα από περισσότερα μέλη στο πλαίσιο της ομάδας, γεγονός που ευνοεί περισσότερο συνθήκες κοινώς αποδεκτής ετερορρύθμισης και αλληλοτροφοδότησης σε σημείο ώστε η παροχή βοήθειας και οδηγιών να θεωρείται εν τέλει από τα ίδια τα μέλη της ομάδας απαραίτητη και επιθυμητή. Ωστόσο, είναι εμφανές ότι, μάλλον κατόπιν και της παρότρυνσής μας, η Θοδώρα είναι το παιδί που αναλαμβάνει έναν πιο ενεργό καθοδηγητικό ρόλο, ελέγχει, επιβεβαιώνει τις επιλογές της ομάδας και το γεγονός αυτό γίνεται αβίαστα ευνοώντας έτσι την ομαλή μετάβαση από τον πιο αφαιρετικό τρόπο προγραμματισμού που γνώρισε η ομάδα στο επεισόδιο με τη Bee-Bot σε ένα συμπαγή και ορατό. Στο πλαίσιο της ισότιμης, όπως προαναφέρθηκε, αλληλοτροφοδότησης, εκφράζονται και σχόλια που αξιολογούν τις προσπάθειες της ομάδας («*Έπρεπε να στρίψει! Αλεξία το έκανες λάθος! Να το σβήσουμε!!*») και κάτι τέτοιο μάλλον επιβεβαιώνει ή απορρίπτει, ορίζει και καθοδηγεί τα επόμενα βήματα της ομάδας σε συνάρτηση με το άμεσο οπτικό αποτέλεσμα της κίνησης στο περιβάλλον της μακέτας.

Πίνακας 36. Ρυθμιστικός λόγος των παιδιών ως αναδυόμενο μέσο αξιολόγησης και αλληλοτροφοδότησης στο πλαίσιο της ομάδας

	Διάλογος	Σχόλια
200		
201	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Όλοι πρέπει να πείτε τη γνώμη σας. Θοδώρα εσύ μπορείς να βοηθήσεις με το να διαβάξεις το πρόγραμμα από εκεί.</i>	<i>(Τα παιδιά περιεργάζονται το πρόγραμμα αλλά και το NXT)</i>
202		
203	<i>Α: Κι άλλο μπροστά;</i>	<i>(Η Αλεξία σχολιάζει τις επιλογές της Ελένης)</i>
204	<i>Θ: 2 μπροστά.</i>	
205	<i>Κ: Μα δε χωράει άλλο.</i>	
206	<i>ΕΛ: Περιμένε να το βάλω καλέ! Πού μπαίνει αυτό;</i>	
207	<i>Θ: 2 μπροστά..... Ένα στρίβουμε αριστερά.....αριστερά</i>	
208		<i>(Η Θοδώρα διαβάζει το πρόγραμμα για να βοηθήσει τους «προγραμματιστές»)</i>
209	<i>ΕΛ: Από δω;</i>	
210	<i>Θ: Αριστερά, ναι αυτό.</i>	
211	<i>ΕΛ: Ναι; (Περιμένει οδηγίες)</i>	<i>(εννοεί ευθεία αλλά ο τρόπος με τον οποίο απεικονίζεται η κίνηση «ευθεία» είναι με το βελάκι προς τα πάνω)</i>
212	<i>Θ: Και άλλα 2 πάνω</i>	<i>(η Θοδώρα συνεχίζει να βοηθά)</i>
213	<i>#</i>	
214	<i>Θ: Κι ένα στρίβει αριστερά. Α όχι το βάλουμε, όχι άλλο.</i>	
215
216		<i>(Η Θοδώρα πατάει το κουμπί και το NXT εκτελεί μια διαδρομή που δεν έχει σχέση με αυτό που θέλουμε)</i>
217		<i>(Ο Κέβιν εκδηλώνει την έκπληξή του)</i>
218		<i>(το διαπιστώνει μόνη της η Αλεξία)</i>
219	<i>Κ: Τί!!!!</i>	
220	<i>Α: Έπρεπε να στρίψει!</i>	
221	<i>Κ: Αλεξία το έκανες λάθος!</i>	
222	<i>Ε: Μισό λεπτάκι. Θέλετε να δούμε τί βήματα πρέπει να βάλουμε για να το κάνουμε σωστά; Εγώ σας προτείνω κάτι.</i>	
223	<i>ΕΛ: Να το σβήσουμε!!</i>	
224	<i>Ε: Βεβαίως.</i>	<i>(Η Ελένη σβήνει το προηγούμενο πρόγραμμα)</i>

Στο πλαίσιο ρύθμισης των διαδικασιών εντός της ομάδας συχνά τα παιδιά ανέτρεξαν σε τακτικές και χρήση λόγου που ως σκοπό είχε και την αξιολόγηση του αποτελέσματος των έργων που είτε παρήγαγαν αρχικά ατομικά είτε κατόπιν συνεργασίας. Τα έργα αυτά μπορούσαν να αφορούν τόσο τον σχεδιασμό της κίνησης μέσω βοηθητικών ιχνογραφημάτων ή καρτών εικονοεντολών όσο και τη δημιουργία εκτελέσιμου αρχείου στο περιβάλλον λογισμικού του NXT και φυσικά την αυτούσια κίνηση της εκάστοτε προγραμματιζόμενης συσκευής. Στο παρακάτω σύντομο επεισόδιο (Πίνακας 37) κατά τη διάρκεια χρήσης του υπολογιστή μέσω του οποίου θα οριζόταν η κίνηση του NXT στη μακέτα με βάση το σενάριο, είναι χαρακτηριστικό ότι η Θέμις, βασιζόμενη στη παρατήρηση των εργαλείων και των συμβολικών συστημάτων του περιβάλλοντος αναλαμβάνει με εμφανώς κυριαρχικό τρόπο να παρέμβει και να υποδείξει τη λανθασμένη εντολή κατεύθυνσης σε μια προσπάθεια αποσφαλμάτωσης. Κατόπιν παρέμβασής μας, εκφράζει τελικά την αξιολογική κρίση της στην ολομέλεια («Μα, το 'κανε λάθος!») και στη συνέχεια την τεκμηριώνει με πλήρη αιτιολόγηση η οποία τελικά βοηθά τη Μελίνα να αντιληφθεί και να εντοπίσει το σφάλμα.

Πίνακας 37. Αξιοποίηση συμβολικών συστημάτων του διδακτικού πειράματος από τη μεριά των παιδιών για υποστήριξη ρυθμιστικής παρέμβασης

	Διάλογος	Σχόλια
280	<i>Θ: Και τώρα το πάνω!</i>	<i>(Η Θέμις φωνάζει με επιμονή κι εννοεί την εντολή «ευθεία» απλά με τον τρόπο αυτό απεικονίζεται αναγκαστικά στη γραμμή εντολών)</i> <i>(Προσπαθεί να επιβληθεί)</i> <i>(Αδιάλειπτες φωνές)</i>
281	<i>N: Όχι!</i>	
282	<i>M: Ναι!</i>	
283	<i>Θ: Το πάνω, το πάνω!</i>	
284		
285		
286	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Μισό λεπτό, μπορείτε να το διορθώσετε αν θέλετε. Αστο Μελίνα.</i>	
287	<i>Θ: Μα, το 'κανε λάθος!</i>	
288	<i>Ε: Τι πιστεύεις ότι έκανε λάθος;</i>	
289	<i>Θ: Έπρεπε μετά από τη στροφή να πάει προς τα κάτω.</i>	
290	<i>M: Χμμμ, σωστά!</i>	<i>(Η Μελίνα δείχνει να το σκέφτεται καλύτερα)</i> <i>(δίνουμε για το πως να γίνει η αλλαγή στο πρόγραμμα)</i>
291		
292	<i>Ε: Μήπως να το διορθώσουμε τώρα καλύτερα;</i>	

Κατά τη συνεργασία μας με μια από τις πλέον «ενδιαφέρουσες» - ερευνητικά- ομάδες του διδακτικού πειράματος, από τα επεισόδια που παρατίθενται στη συνέχεια (βλ. Πίνακα 38), αναδύονται αρκετά στοιχεία χρήσης οργανωτικού λόγου που στόχο έχει τον έλεγχο της ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας σε σχέση με τους στόχους που έχουν οριστεί από την αρχή. Η ομάδα, στο επεισόδιο που ακολουθεί, έχει φτάσει στο σημείο οριστικού προγραμματισμού του ΝΧΤ, γεγονός που απαιτεί τόσο τη χρήση του εξειδικευμένου λογισμικού όσο και την αντιπαραβολή με τα ιχνογραφήματα και το σχεδιασμό ψευδοπρογράμματος που προηγήθηκε. Είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστικό ότι όλα τα παιδιά είναι συμμετοχικά και η εναλλαγή των ρόλων στο πλαίσιο συνεργασίας της ομάδας είναι ιδιαίτερα συχνή, αν και όχι πάντα χωρίς μικρές συγκρούσεις και κυριαρχικές εκφάνσεις. Στο πλαίσιο αυτό είναι επόμενο να εμφανίζονται εξίσου συχνά στιγμές λόγου που τείνουν προς την οργάνωση της ομάδας και τον έλεγχο των επιλογών της γεγονός που εκδηλώνεται κυρίως μέσω προτάσεων για ομαδική δράση με χρήση πρώτου προσώπου πληθυντικού («*Να το δοκιμάσουμε;*», «*Να το σβήσουμε*») ή μέσω της συχνής χρήσης προστακτικής με παράλληλη υπόδειξη κίνησης («*Φέρω εγώ, φέρε εδώ. Το πατάς και το βάζεις εδώ*», «*Δώσε μου μια κάρτα!*», «*Πάρε ένα ευθεία!*», «*Κοίτα!*», «*Στη γραμμή βάλ'το βρε Ελένη*», «*Φερ' το εδώ*», «*Αυτό να μπει εδώ*» κ.α.). Επιπλέον παρατηρείται η πρακτική αυθαίρετης ανάληψης πρωτοβουλίας και κυριαρχικού ρόλου σε ατομικό επίπεδο κυρίως όταν φαίνεται ότι η ομάδα έχει περιέλθει σε αδιέξοδο, μέσω μη λεκτικών στοιχείων όπως η αυτόνομη απόπειρα εξεύρεσης λύσης παράλληλα με την ομάδα και εν συνεχεία η παρουσίασή της σε αυτή, μέσω απόπειρας αιτιολόγησης των επιλογών στην ολομέλεια κ.α.

Πίνακας 38. Κυριαρχικές πρακτικές ρύθμισης της ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας

	Διάλογος	Σχόλια
645	<i>Κ: Ναι, αυτό!</i>	<i>(Ο Κέβιν επιβεβαιώνει την Ελένη όσο παρακολουθεί την οθόνη)</i> <i>(Η Ελένη ζητά βοήθεια)</i> <i>(Ο Κέβιν εξηγεί με βάση τις προηγούμενες οδηγίες μας)</i> <i>(Η Θεodώρα συνεισφέρει κι αυτή)</i>
646		
647	<i>ΕΛ: Πού το βάζουμε;</i>	
648	<i>Κ: Στη γραμμή</i>	
649		
650	<i>Θ: Στη γραμμή βάλ' το βρε Ελένη!</i>	
651	<i>Κ: Ε, τι κάνεις;</i>	
652	<i>ΕΛ: Δεν ξέρω τώρα!!</i>	
653	<i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Έλα Κέβιν, πάρε το ποντίκι για να βοηθήσεις.</i>	
654		
655	<i>Α: Ξέρω εγώ, φέρε εδώ. Το πατάς και το βάζεις εδώ..... Έτσι κύριε;</i>	<i>(Ο Κέβιν παίρνει το ποντίκι αλλά δε φαίνεται να τα καταφέρει καλύτερα)</i> <i>(Η Αλεξία αναλαμβάνει πρωτοβουλία)</i> <i>(Η Ελένη παίρνει το ΝΧΤ)</i>
656	<i>ΕΛ: Κύριε να πατήσω εγώ αυτό εδώ; Φερ' το εδώ!</i>	
657	<i>Ε: Ναι αλλά δείτε το πρόγραμμα που έχει φτιάξει η Αλεξία; Είναι σωστό;</i>	
658	<i>ΕΛ: Όχι!</i>	
659	<i>Α: Ναι αλλά κοίτα!!</i>	
660	<i>Ε: Για κοιτάξτε, δε μπορούμε να μιλάμε στον αέρα. Την οθόνη πρέπει να δείτε.</i>	
661	<i>Θοδώρα, εσύ που είσαι η «προγραμματίστρια» με τις καρτέλες, για δεξ λίγο το πρόγραμμα, είναι σωστό; Τι πρέπει να κάνουν τα παιδιά;</i>	
662	<i>Θ: Άλλα 2; Έτσι όπως το έχουν βάλει είναι σωστό;</i>	
663	<i>Θ: Αυτό ο μπει εδώ κι άλλα 2 ευθεία</i>	
664	<i>Ε: Για δείτε λίγο το πρόγραμμα. Είναι σωστό τώρα;</i>	
665	<i>(Η Αλεξία προσπαθεί να κάνει διορθώσεις)</i>	
666	<i>Θ: Όχι εδώ, εδώ!</i>	<i>(υποδεικνύει αλλαγές στην οθόνη)</i> <i>(Η Θεodώρα δείχνει στη σωστή θέση στην οθόνη)</i> <i>(Η Αλεξία αισθάνεται υπερήφανη για τη συναίνεση σε σχέση με τις επιλογές της)</i>
667	<i>Α: Πού; Εδώ;</i>	
668	<i>Θ: Ναι.</i>	
669	<i>Κ: Μηράβο!</i>	
670	<i>Ε: Ωραία, για να το βάλουμε.</i>	
671	<i>ΕΛ: Εγώ, εγώ!!</i>	
672	<i>Α: Το βρήκα!! Yes!!</i>	
673		
674		

7.3 Διερευνητικός λόγος

Τα παιδιά είναι φύσει και θέσει «ερευνητές» και μέσω της «τάσης αναδιαπραγμάτευσης» εννοιών και διαδικασικών του περιβάλλοντός τους, δομούν νέα γνώση ή εξελίσσουν την ήδη υπάρχουσα επομένως η διατύπωση ερωτήσεων από τη μεριά τους εντοπίζεται αρκετά συχνά στο λόγο τους και στο πλαίσιο αλληλεπίδρασης με τους γύρω τους. Αυτού του είδους η χρήση της γλώσσας ταυτίζεται με τη μορφή ερωτήσεων μέσω των οποίων τα παιδιά συνήθως «ανατρέχουν» σε συνομήλικους ή σε κάποιον μεγαλύτερο (π.χ. τον εκπαιδευτικό) ως πηγές πιθανής πληροφορίας ενώ παράλληλα μέσω αυτών βοηθιούνται στο να ανακαλέσουν πρότερη γνώση. Η συγκεκριμένη γλωσσική λειτουργία όπως εξάλλου και όλες οι υπόλοιπες που αναφέρονται από τους Halliday & Hasan (1989), εξυπηρετούν τόσο ενδοπροσωπικές όσο και διαπροσωπικές λειτουργίες και η ερμηνεία τους με υπόβαθρο συνεργατικές δραστηριότητες, βασίζεται στο τί αναζητά κυριολεκτικά το δρόν άτομο τόσο ατομικά όσο και ως μέλος της ομάδας με συγκεκριμένο ρόλο εντός αυτής. Επίσης η εξωτερίκευση απορικών χρησιμεύει στο να «υπενθυμίσει» στο παιδί ότι συχνά δουλεύει πάνω στην επίλυση προβλήματος και μάλιστα μαζί με άλλα άτομα οπότε παράλληλα διαπιστώνει μέσω των ερωτήσεων που διατυπώνει, τον βαθμό αποδοχής ή ενθάρρυνσης που λαμβάνει από το σύνολο (Kumpulainen & Wray, 1997). Υπάρχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που μπορούν να μας βοηθήσουν να διακρίνουμε τη διερευνητική λειτουργία στη γλώσσα των

παιδιών όπως η χρήση συγκεκριμένων λέξεων (π.χ. γιατί, πώς, πόσο κλπ.) ωστόσο όπως επισημαίνουν οι Barnes & Todd (1977) σε αρκετές περιπτώσεις, υπό το ίδιο πρίσμα μπορούν να αναγνωριστούν κάθε είδους ερωτήσεις που αφορούν τη γνώση που αποκτήθηκε ή εξελίχθηκε μέσα στο εκάστοτε πλαίσιο συζήτησης.

Στην παρέμβασή μας, σε ό,τι αφορά τον εντοπισμό και την καταγραφή στιγμών άρθρωσης διερευνητικού λόγου αρχικά βασιζόμαστε στη διττή ερμηνεία του σύμφωνα με τις Kumpulainen & Wray (1999). Οι τελευταίες θεώρησαν πως στη συγκεκριμένη γλωσσική λειτουργία ενθυλακώνονται δυο είδη ερωτήσεων: αυτές που αφορούν απορίες σε σχέση με τη διαπραγμάτευση γνώσης κι εκείνες που πραγματεύονται κοινωνική αποδοχή ή ενθάρρυνση από την ομάδα. Μέσα από την ανάλυση των επεισοδίων μας ωστόσο προκύπτει μια ευρύτερη τυπολογία σκοπιμοτήτων του διερευνητικού λόγου που παράγεται από τα παιδιά και αυτή συνίσταται στις κατηγορίες που συνοψίζονται στον πίνακα 39.

Πίνακας 39. Τυπολογία διερευνητικού λόγου που διατυπώνουν τα παιδιά

Αναζήτηση πληροφορίας	<i>Τα παιδιά δηλώνουν την άγνοιά τους και αναζητάνε πληροφορία που τους είναι χρήσιμη για την επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος</i>
Επιβεβαίωση ενέργειας	<i>Μέσω ερώτησης τα παιδιά προσπαθούν να επιβεβαιώσουν την ορθότητα μιας πρόσφατης ενέργειάς τους</i>
Επιβεβαίωση υπόθεσης	<i>Μέσω ερώτησης τα παιδιά προσπαθούν να επιβεβαιώσουν την ορθότητα μιας υπόθεσής τους προτού προβούν σε ενέργεια</i>
Επίκληση βοήθειας και αναμονή οδηγίας	<i>Μέσω διατύπωσης ερώτησης, επικαλούνται έμμεσα τη βοήθεια της ομάδας ή του ερευνητή ή/και δηλώνουν την ετοιμότητά τους να λάβουν την επόμενη οδηγία</i>
Αμφισβήτηση επιλογών άλλου και άσκηση κριτικής	<i>Πρόκειται για ερωτήσεις που διατυπώνονται σε συνέχεια μιας ενέργειας της ομάδας ή κάποιου άλλου ατόμου και μέσω της αμφισβήτησης της ορθότητας αυτής της ενέργειας, το άτομο που τις θέτει προσπαθεί έμμεσα να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει κάποια άλλη λύση</i>
Διαδικαστική ερώτηση	<i>Είναι συνήθως κενή νοήματος και δεν έχει καμία ιδιαίτερη σκοπιμότητα εκτός από το να «διασκεδάσει» μια αποτυχία, να «γεμίσει» τυχόν κενά χρόνου κ.α.</i>

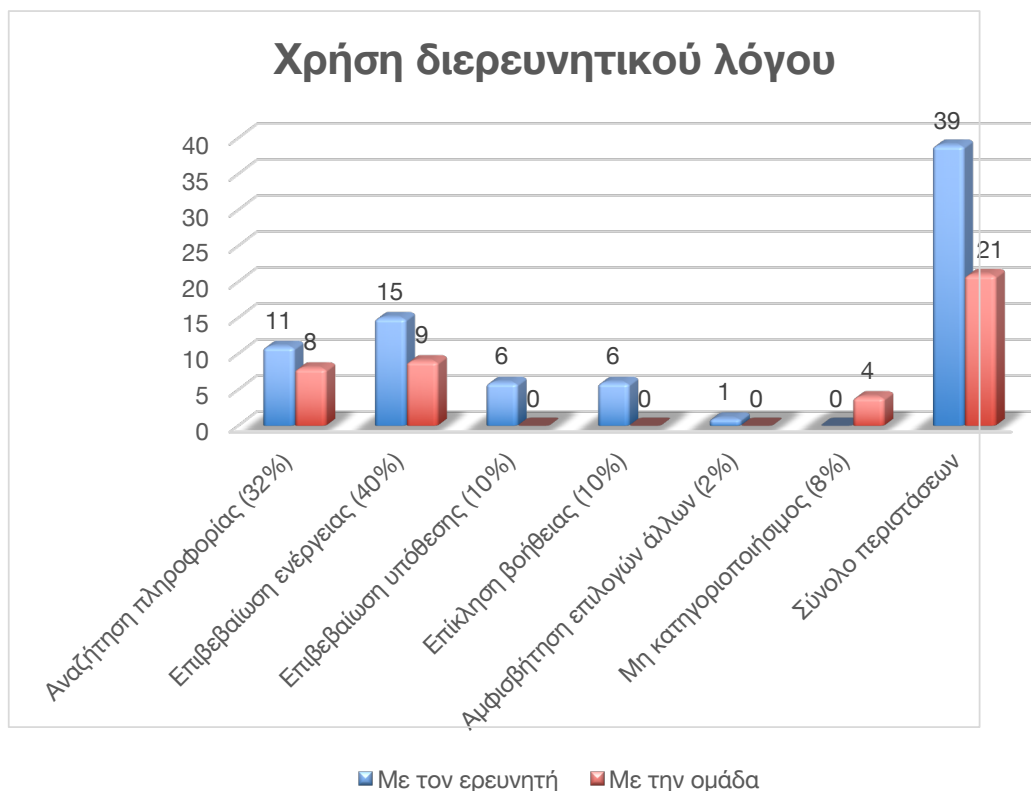
Στο επεισόδιο που παρατίθεται στον Πίνακα 40, η ομάδα συζητά, (προ)σχεδιάζει και αναπαριστά με κάρτες εικονοεντολών τη διαδρομή που θα πρέπει να διανύσει η Bee-Bot στη συνέχεια. Η ενισχυτική παρέμβαση του ερευνητή καθοδηγεί διακριτικά και βοηθά τα παιδιά να αντιληφθούν τυχόν «άστοχες» προβλέψεις κατά τη πορεία σχεδιασμού και παράλληλα τροφοδοτεί νέες ερωτήσεις που συνθέτουν μια ενδεικτική τυπολογία χρήσης διερευνητικού λόγου από τη μεριά των παιδιών. Πιο συγκεκριμένα η Νεφέλη, ενώ βοηθά τον Γιώργο να συνθέσει το

«πρόγραμμα» που θα χρησιμοποιηθεί για τη κίνηση της Bee-Bot, σε μια περίπτωση αναζητά βοήθεια σε σχέση με το αμέσως επόμενο βήμα («Και μετά;») και σε ακόμα μία δηλώνει αδιέξοδο και επικαλείται τη συνδρομή των υπόλοιπων παιδιών («*Επ, τί κάνω, τί κάνω;*») προσπαθώντας να συγκεντρώσει την προσοχή μέσω διατύπωσης ερώτησης. Τέλος, σε ακόμα δυο περιπτώσεις παρατηρούμε ότι τα ίδια τα παιδιά (Νεφέλη και Γιώργος) αναζητάνε την επιβεβαίωση και επιδοκιμασία των ενεργειών τους απευθυνόμενα σ' εμάς.

Πίνακας 40. Ενδεικτική διατύπωση διερευνητικού λόγου ως μέσου επίκλησης υποστήριξης από συνομήλικο

	Διάλογος	Σχόλια
567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584	<p><i>ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ (Ε): Ωραία, για κοιτάξτε, αν εδω στρίψει πρέπει να κάνει βήμα μπροστά;</i> <i>Γ: Ναι!</i> <i>Ν: Άναστρίβει.</i></p> <p><i>Γ: Μπροστά.</i> <i>Ν: Και μετά;</i> <i>Γ: Στρίβει.</i> <i>Ν: Επ, τί κάνω, τί κάνω;</i></p> <p><i>Ν: Σωστά;</i> <i>Ε: Δε ξέρω! Θέλετε να το φτιάξουμε να το δούμε πως είναι;</i> <i>Γ: Μπα, νομίζω πρέπει να πάει εδω τώρα. (Έννοεί στροφή στα δεξιά) Έτσι δεν είναι;</i> <i>Ε: Θέλετε να βάλουμε το πρόγραμμα; Θάνο θέλεις να το βάλεις;</i> <i>Θ: Ναι!!</i></p>	<p><i>(Τώρα πλέον η Νεφέλη προτείνει στον Γιώργο που έχει αναλάβει να τοποθετεί τα βήματα)</i> <i>(Η Νεφέλη φέρνει επιπλέον εικονίδια-βήματα και τοποθετεί κι εκείνη)</i></p> <p><i>(Μπερδεύεται και σταματά προς στιγμή ενώ ο Γιώργος τοποθετεί εικονίδιο αριστερής στροφής ενώ αυτή θα έπρεπε να είναι δεξιά. Η Νεφέλη το παρατηρεί αλλά προτού προχωρήσει ζητά επιβεβαίωση)</i> <i>(Απευθυνόμενη σ' εμάς)</i></p> <p><i>(Εν τω μεταξύ η Νεφέλη ξαναφήνει το αρχικό εικονίδιο και κατευθύνεται με το Bee-Bot στην αφετηρία της μακέτας)</i></p>

Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι σε όλα τα επεισόδια της διδακτικής παρέμβασης, καταγράφηκαν 60 περιπτώσεις χρήσης διερευνητικού λόγου μεταξύ 969 συνολικών εκφωνημάτων που προέκυψαν υπό το πρίσμα της κωδικοποίησης με βάση τις γλωσσικές διεργασίες (βλ. Γράφημα 6). Από αυτές, η πλειοψηφία (40%) αφορούσε την ανάγκη για επιβεβαίωση ενέργειας, το 32% σχετιζόταν με την αναζήτηση πληροφορίας, το 10% με την επιβεβαίωση υπόθεσης πριν τη δράση και ακόμα ένα 10% υπονοούσε επίκληση βοήθειας και αναμονή οδηγιών για δράση. Ενδεικτικό είναι επίσης το γεγονός ότι οι 39 περιπτώσεις διατύπωσης ερωτημάτων και άλλων εκφάνσεων διερευνητικού λόγου, είχαν ως τελικό αποδέκτη τον ερευνητή (ως ο θεωρούμενος από τα παιδιά έμπειρος και «αρμόδιος» να επιβεβαιώσει τυχόν επιλογές, σκέψεις κι ενέργειές τους) ενώ σε σημαντικό βαθμό (21 περιπτώσεις) εμπλεκόταν άμεσα η ομάδα με τα υπόλοιπα μέλη της. Αυτά τα στοιχεία



Γράφημα 6. Χρήση Διερευνητικού λόγου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

Συμπερασματικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα είδη λόγου που αρθρώνονται στο πλαίσιο επικοινωνίας των παιδιών, συνάδουν τόσο με τη φύση των εργαλείων ΕΡ, όσο και με τις συνθήκες συνεργασίας και γνωστικής συνδιαλλαγής που ο ερευνητής επέλεξε να δημιουργήσει στο περιβάλλον της τάξης. Η ανάλυση και ερμηνεία της στοχευμένης γλωσσικής παραγωγής των παιδιών, επιχειρήθηκε στη βάση της σκοπιμότητάς της στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης και σαφώς συσχετίζεται με την έμφαση στις επικοινωνιακές στρατηγικές που πιθανώς ευνοούν τη συνεργασία και κατ' επέκταση την δόμηση χωρικών δεξιοτήτων. Από την φάση επεξεργασίας των δεδομένων σε πρώτο χρόνο, μας ήταν εμφανές ότι η χρήση γλώσσας από τη μεριά των παιδιών (τόσο μεταξύ τους όσο και για να απευθυνθούν στον ερευνητή) στόχευε κυρίως: α) στην παροχή πληροφορίας στην ομάδα και στην επεξήγηση μιας πρότασης για επίλυση προβλήματος που σχετιζόταν με την κίνηση στον χώρο ή τον προγραμματισμό συσκευής (αιτιολογικός/επεξηγηματικός λόγος), β) στην έκφραση συμφωνίας ή διαφωνίας με άλλα άτομα καθώς και στην οργάνωση και ρύθμιση τόσο της ατομικής όσο και της ομαδικής δράσης (ρυθμιστικός λόγος) και τέλος γ) στην διερεύνηση της αποτελεσματικότητας πιθανών λύσεων για επίλυση προβλήματος ή επαλήθευση υποθέσεων από την ομάδα ή/και τον έμπειρο ενήλικο (διερευνητικός λόγος).

ΜΕΡΟΣ 4: ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Συζήτηση

Στο παρόν κεφάλαιο και αφού έχουμε ήδη παρουσιάσει προηγουμένως όλες εκείνες τις παραμέτρους που οδήγησαν τον συνολικό σχεδιασμό κι εξέλιξη της έρευνας αλλά και την ανάλυση των ευρημάτων, επιχειρούμε να συζητήσουμε τα ευρήματα που προέκυψαν. Παρουσιάζουμε στοχευμένα και συγκεντρωτικά τα στοιχεία από τα οποία θεωρούμε ότι συντίθενται οι απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που αποτέλεσαν το δομικό στοιχείο του διδακτικού πειράματος (βλ. 8.1). Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τα νέα ερωτήματα που θεωρούμε ότι αναδύονται μέσα από την παρούσα ερευνητική απόπειρα (βλ. 8.2) και μπορούν δυνητικά να τροφοδοτήσουν περαιτέρω αναζήτηση στο πεδίο τόσο της χρήσης εργαλείων ΕΡ στην προσχολική ηλικία όσο και της υποστήριξης των διαδικασιών ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά αυτής της ηλικίας.

8.1 Πώς απαντήθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα;

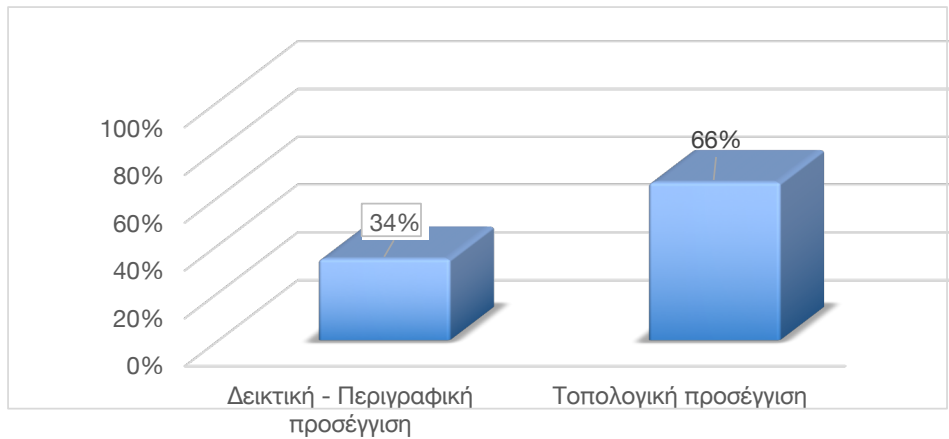
Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, η βασική προβληματική της παρούσας έρευνας σχετίζεται με αν, σε ποιο βαθμό και με ποια μέσα και διαδικασίες, η ΕΡ μπορεί να διασφαλίσει προοπτικές για μαθησιακές ευκαιρίες στο πλαίσιο της ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων με παιδιά προσχολικής ηλικίας. Οι κύριοι ερευνητικοί προβληματισμοί αφορούν ζητήματα εξοικείωσης των παιδιών με έννοιες κατεύθυνσης και προσανατολισμού στον χώρο με ή χωρίς ύπαρξη σταθερού σημείου αναφοράς στο πλαίσιο σεναρίων ΕΡ, δυνατότητες ανάπτυξης γνωστικών αναπαραστάσεων των παιδιών σε σχέση με τις διαδρομές και την κίνηση στον χώρο, τη δυναμική των εργαλείων καθώς και την επίδραση του κοινωνικού πλαισίου και πιο συγκεκριμένα της γλώσσας και του ρόλου του «άλλου». Οι απαντήσεις που αποπειράται να παράσχει η παρούσα έρευνα, σκοπό έχουν να εμπλουτίσουν την υπάρχουσα εμπειρία και να συνεισφέρουν ουσιαστικά στην αξιοποίηση νέων εργαλείων όπως αυτά που μας παρέχει η ΕΡ και οι ευρύτερες τεχνολογίες ελέγχου. Η απόπειρά μας να συνεισφέρουμε σε αυτή τη συζήτηση, ξεκινά από την προσπάθεια απάντησης των δυο βασικών ερωτημάτων που αποτέλεσαν τον πυλώνα της παρούσας έρευνας. Πιο συγκεκριμένα, ακολουθεί η τεκμηρίωση των απαντήσεων, όπως αυτή προέκυψε από την συνολική ανάλυση των επεισοδίων του διδακτικού πειράματος.

ΕΕ1: «Ποιες χωρικές έννοιες και δεξιότητες φαίνεται να αναδύονται όταν τα παιδιά εμπλέκονται σε έργα που απαιτούν τον προγραμματισμό συγκεκριμένης κίνησης συσκευών σε περιβάλλον μικροχώρου;»

Βασικό κριτήριο για τους σκοπούς της έρευνάς μας δεν είναι η αυστηρή «ορθότητα» των απαντήσεων των παιδιών σε προβλήματα κι ερωτήματα που σχετίζονται με τον χώρο στο συνεργατικό πλαίσιο δράσης, όσο η συχνότητα με την οποία αναδύεται η ανάγκη για εκδήλωση χωρικής σκέψης και κυρίως βιωματική πράξη μέσα από τρόπους

προσέγγισης του χώρου. Και τα δύο αυτά στοιχεία σταδιακά συνδέονται με την ανάδειξη σχετικών δεξιοτήτων ή/και τη βελτίωση ήδη υπαρχόντων. Επιπλέον, θεωρούμε ότι η από τη μεριά των παιδιών προσέγγιση προβλημάτων που σχετίζονται με τον χώρο μπορεί να στοιχειοθετήσει μια καλά δομημένη τυπολογία χωρικών δεξιοτήτων που φαίνεται να προκύπτουν από την εμπλοκή τους ή αναδύονται εντός του πλαισίου εμπλοκής σε έργα προγραμματισμού τεχνολογικά ελεγχόμενων συσκευών (τύπου Bee-Bot, NXT, EV3 κλπ.). Βάση μας για την αξιολόγηση των παραπάνω στοιχείων και την εξαγωγή συμπερασμάτων ήταν η κλίμακα πέντε βαθμίδων στην οποία αναφερόμαστε εκτενώς στην ενότητα 4.4.4. Θεωρήσαμε πως οι προαναφερθείσες αλληλεπιδράσεις των παιδιών με τον χώρο και το περιβάλλον γύρω τους, νοηματοδοτούνται σε σημαντικό βαθμό και παρουσιάζουν έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον εφόσον εντάσσονται σε μια από τις τρεις τελευταίες βαθμίδες της προαναφερθείσας αξιολόγησης («δεικτική», «περιγραφική», «τοπολογική» προσέγγιση). Η λεπτομερής παρατήρηση των επεισοδίων, μας οδηγεί στη διαπίστωση ότι τα παιδιά που ανταποκρίθηκαν σε ζητήματα διαχείρισης και αντίληψης του χώρου με βάση τις παραπάνω βαθμίδες, εφόσον δεν κατέφευγαν σε τοπολογική προσέγγιση προτιμούσαν τη συνδυαστική χρήση δεικτικών και περιγραφικών πρακτικών (βλ. 6.1 & ενδεικτικά τους πίνακες 14, 15, 16). Το γεγονός αυτό μας αναγκάζει να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα στη βάση αυτή επομένως, σε ορισμένα από τα γραφήματα που ακολουθούν, τόσο η αναπαράσταση όσο και η σχετική ποσοτική καταγραφή αντικατοπτρίζουν το ό,τι οι τρόποι προσέγγισης του χώρου από τα παιδιά, συγκεντρώνονται τελικά σε δύο και όχι τρεις βαθμίδες. Συνεπώς από την ανάλυση όλων των επεισοδίων του διδακτικού πειράματος φάνηκε να αναδύονται σε σημαντικό βαθμό οι χωρικές δεξιότητες που αναφέρονται στη συνέχεια:

- Δεξιότητες αναγνώρισης τοπολογικών εννοιών και περιγραφής χωρικών σχέσεων με το περιβάλλον (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.). Σε κάθε περίπτωση φάνηκε να αποτελούν ένα σύνολο «οριζόντιων» χωρικών δεξιοτήτων οι οποίες έπαιξαν βασικό ρόλο στην προσπάθεια των παιδιών να αντιμετωπίσουν ενδιάμεσα χωρικά «προβλήματα» (εκτίμηση απόστασης, συγκρίσεις, διαδρομές, αποσφαλμάτωση κλπ.) των αποστολών τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT (βλ. 6.1 & ενδεικτικά τον Πίνακα 11). Ενδεικτικά σε σύνολο 162 καταγεγραμμένων στιγμών που υπονοούν ευθέως τη χρήση ή/και ανάπτυξη της συγκεκριμένης δεξιότητας (βλ. Γράφημα 7), το 34% των περιπτώσεων αφορά δεικτική-περιγραφική απόκριση και το υπόλοιπο 66% αναφέρεται σε τοπολογική προσέγγιση του προβλήματος ή του ερωτήματος. Τόσο ο συνολικός απόλυτος αριθμός εκφωνημάτων όσο και το υψηλό ποσοστό ορθών ή σχεδόν ορθών απαντήσεων των παιδιών καταδεικνύει τη συχνότητα ανάδειξης της συγκεκριμένης δεξιότητας σε πραγματικά μεγάλο βαθμό.



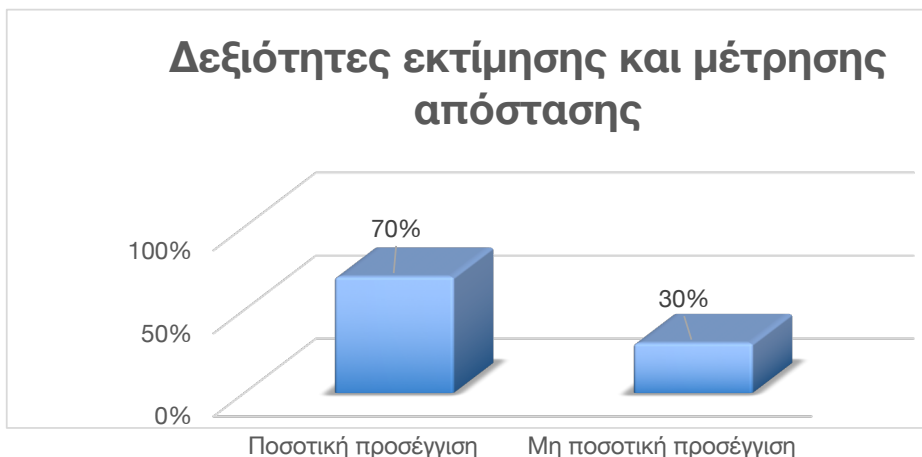
Γράφημα 7. Αναγνώριση και περιγραφή χωρικών εννοιών και σχέσεων κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

- Δεξιότητες κατανόησης και χρήσης γλωσσικού και συμβολικού κώδικα με παράλληλη αναγνώριση, συσχέτιση και χρήση συμβόλων που αφορούν το χώρο και την εκδήλωση χωρικής σκέψης. Δεδομένου ότι τα έργα του διδακτικού πειράματος ήταν ανοιχτού τύπου, η απόκριση των παιδιών στις αναδυόμενες γνωστικές προκλήσεις περνά μέσα από τη χρήση μιας ποικιλίας κυρίως έτοιμων (προσχεδιασμένων από εμάς) συμβολικών συστημάτων τα οποία έπρεπε να μάθουν αρχικά να αναγνωρίζουν κι εν συνεχεία να συσχετίζουν ελεύθερα με τις διαδικασίες προγραμματισμού και κίνησης της Bee-Bot ή του NXT. Αυτό συνέβη σε συνολικά 74 περιπτώσεις, εκ των οποίων το 59% αφορούσε δεικτική-περιγραφική απόκριση και το 41% συνδεόταν με τοπολογική προσέγγιση εκ μέρους των παιδιών (βλ. Γράφημα 8).



Γράφημα 8. Κατανόηση και χρήση χωρικού κώδικα κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

- Δεξιότητες εκτίμησης και μέτρησης απόστασης με χρήση άτυπων μονάδων (κοντά, μακριά). Πρόκειται για δεξιότητες που σχετίζονται με την προσπάθεια των παιδιών να συνθέσουν εκτελέσιμα προγράμματα άρα και ολοκληρωμένες διαδρομές στο πλαίσιο εκτέλεσης σεναρίων στο περιβάλλον της μακέτας. Ο συνολικά υψηλός αριθμός περιστάσεων (154) με το 70% εξ' αυτών να αφορά απόλυτα ποσοτική προσέγγιση μέσω χρήσης άτυπων και «αυτοσχέδιων» οργάνων μέτρησης, υπονοεί σημαντική συχνότητα ανάδειξης των συγκεκριμένων δεξιοτήτων (βλ. Γράφημα 9). Θεωρούμε πως χωρίς αυτές, τα παιδιά θα δυσκολεύονταν ιδιαίτερα να συνθέσουν ολοκληρωμένο «κώδικα» για τον προγραμματισμό κίνησης και για την επίτευξη των δεδομένων αποστολών στο πλαίσιο των σεναρίων της διδακτικής παρέμβασης. Αυτό γιατί, απαραίτητο συστατικό για τον ορισμό ολοκληρωμένης κίνησης στο μικροπεριβάλλον της μακέτας ήταν αρχικά ο αριθμητικός συσχετισμός των βημάτων-εντολών (μπλοκ προγραμματισμού) με τα αντίστοιχα τεταρτημόρια στα οποία χωριζόταν ισομερώς η επιδαπέδια διαδρομή. Όπως προαναφέρεται (βλ. 4.3.3) είχαμε ήδη φροντίσει να υπολογίσουμε την κατάτμηση της διαδρομής σε «κουτάκια» διαστάσεων ίσων τόσο με το βήμα της Bee-Bot όσο και του NXT, γεγονός που καθιστούσε εύκολη αλλά και απαραίτητη την ποσοτικοποίηση τη όλης διαδικασίας από τη μεριά των παιδιών.



Γράφημα 9. Εκτίμηση και μέτρηση απόστασης κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

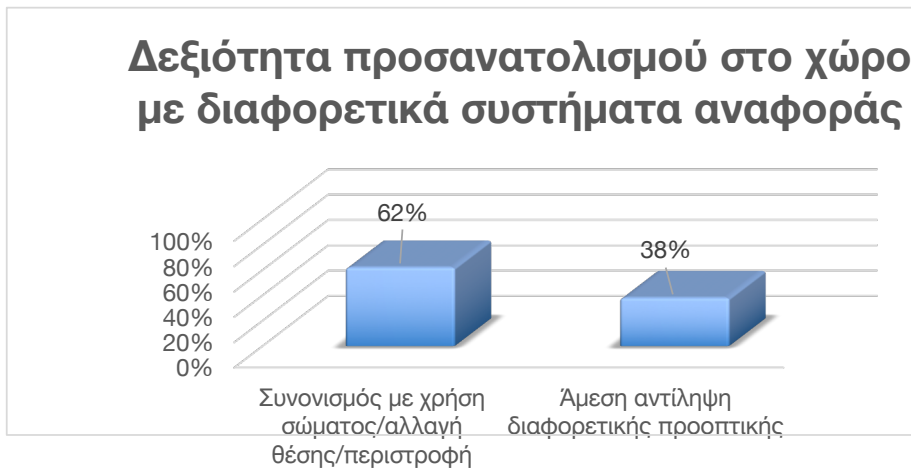
- Δεξιότητα δημιουργίας σύνθετων χωρικών συλλογισμών (εύρεση διαδρομών, θέσεων, χωρικών συσχετισμών, συνδέσεων με χάρτες, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, διεύθυνση, όρια κ.α.). Είναι σαφές ότι ο σχεδιασμός του διδακτικού πειράματος και ειδικότερα της παρέμβασης, αρχικά καθορίζονται από τους επιδιωκόμενους γνωστικούς στόχους κι εν συνεχεία συνθέτει σταδιακά το πλαίσιο δράσης των παιδιών, διαμορφώνει τη τυπολογία «νοητικών εργαλείων» που θα χρησιμοποιηθούν καθώς επίσης και τις δεξιότητες που αναμένεται να ευνοηθούν μέσα από βιωματικό πειραματισμό. Έτσι και στην περίπτωση της ερευνάς

μας, τα δεδομένα καταδεικνύουν την τάση των παιδιών να ευνοούνται ως προς τις διαδικασίες σύνθεσης χωρικών συλλογισμών μέσω εύρεσης και σύγκρισης διαδρομών, συσχετισμού θέσεων και αντικειμένων στο χώρο, συνδέσεων με σημειωτικά συστήματα κλπ. (βλ. 6.1 & ενδεικτικά Πίνακα 13, γραμμές 103-113). Συνολικά 141 στιγμές λόγου σχετίζονται με αυτές τις διαδικασίες και ενώ στο 67% από αυτές, οι αντιδράσεις των παιδιών εγγράφονται στο πλαίσιο του συνδυασμού δεικτικής-περιγραφικής απόκρισης, στο υπόλοιπο 33% η αλληλεπίδραση με το περιβάλλον και τις χωρικές διαδικασίες παραπέμπει σε τοπολογική προσέγγιση (βλ. Γράφημα 10).



Γράφημα 10. Δημιουργία σύνθετων χωρικών συλλογισμών κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

- Δεξιότητα προσανατολισμού στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς. Σε αρκετές περιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης, τα παιδιά είτε ως μεμονωμένα δρόντα άτομα είτε συνολικά ως ομάδα, κλήθηκαν να αντιληφθούν χωρικούς συσχετισμούς και προβολικές σχέσεις με και χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς (βλ. 6.3 & ενδεικτικά Πίνακα 29). Αυτό αφορά τόσο τις διαδικασίες προγραμματισμού κίνησης της Bee-Bot όσο και του NXT που απαιτούσε τη διαμεσολάβηση υπολογιστή. Δεδομένου ότι η αντίληψη του χώρου σε σχέση με πολλαπλά σημεία αναφοράς είναι μια διαδικασία ούτως ή άλλως πολύπλοκη πολλές φορές ακόμα και για αρκετούς ενήλικες, η δραστηριότητα των παιδιών σε αυτό τον τομέα ήταν σχετικά μειωμένη ως προς άλλα πεδία δεξιοτήτων αφού καταγράψαμε συνολικά 39 σχετικές περιστάσεις λόγου και δράσης, εκ των οποίων το 62% αφορούσε προσπάθειες των παιδιών για συντονισμό της προοπτικής και του σημείου αναφοράς με χρήση σώματος/αλλαγή θέσης υποκειμένου/περιστροφή έργου ενώ και το 38% αναφερόταν σε περιστατικά άμεσης αντίληψης αλλοκεντρικού συστήματος αναφοράς (βλ. Γράφημα 11).



Γράφημα 11. Δεξιότητα προσανατολισμού με αλλοκεντρικό σύστημα αναφοράς

- Δεξιότητες ενσώματης και βιωματικής κατανόησης χώρου, θέσεων, προσανατολισμού. Στο πεδίο των χωρικών δεξιοτήτων που καταγράφηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα κατά τα επεισόδια της διδακτικής παρέμβασης, φαίνεται πως επικρατεί η ενσώματη προσέγγιση. Αυτό συμβαίνει είτε στη βάση ατομικής δράσης στο περιβάλλον και επί των εργαλείων που διαμεσολαβούν διαδικασίες και έννοιες χώρου είτε σε ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο. Σε σύνολο 98 καταγεγραμμένων περιπτώσεων που υπονοούν χρήση συγκεκριμένων πρακτικών για την επίλυση χωρικού προβλήματος, στο 53% τα παιδιά ανατρέχουν από μόνοι τους στη χρήση του σώματος (θέση σώματος, χέρια κλπ) και στο υπόλοιπο 47% των περιπτώσεων καταφεύγουν σε περιστροφή και στοχευμένο απτικό χειρισμό αντικειμένων (Bee-Bot, NXT) και εργαλείων (κάρτες εντολών, κατόψεις χώρου κλπ) του περιβάλλοντος. (βλ. Γράφημα 12)

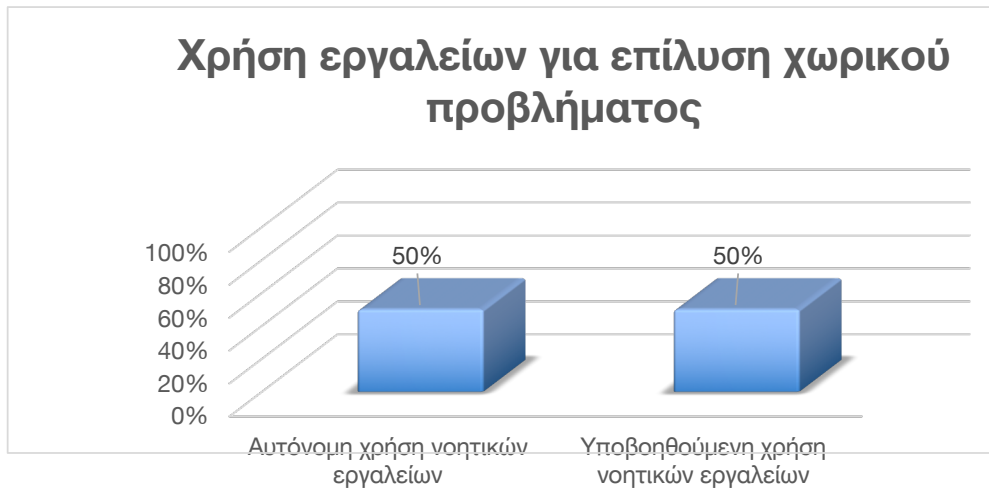


Γράφημα 12. Βιωματική κατανόηση χώρου και θέσεων

Συνεχίζοντας την περαιτέρω αξιοποίηση των δεδομένων που προέκυψαν από τη κωδικοποίηση και ανάλυση κυρίως των ποιοτικών δεδομένων της διδακτικής παρέμβασης, είμαστε σε θέση να απαντήσουμε καταφατικά στο δεύτερο βασικό ερευνητικό μας ερώτημα το οποίο εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος που ενδεχομένως επιτυγχάνεται από παιδιά προσχολικής ηλικίας στο πλαίσιο εμπλοκής τους σε έργα που συνδυάζουν χωρικές διαδικασίες και προγραμματισμό:

ΕΕ2: «Με ποιες επιμέρους διαδικασίες ενθαρρύνεται η ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων των παιδιών προσχολικής ηλικίας στη προσπάθειά τους να προγραμματίσουν τη κίνηση συσκευών σε μικροχώρο είτε μέσω ψηφιακού περιβάλλοντος (οπτικός προγραμματισμός) είτε μέσω απτής διεπαφής (με πλήκτρα, χωρίς την ύπαρξη οθόνης και εμφανούς εκτελέσιμου προγράμματος)»


Αυτό που κρίνεται απαραίτητο να τονιστεί είναι πως και πάλι ο αρχικός διδακτικός σχεδιασμός, η τυπολογία έργων, εργαλείων και η στοχοθεσία από τη μεριά του εκπαιδευτικού ή/και ερευνητή, επηρεάζει σημαντικά το βαθμό στον οποίο θα προκληθεί η ανάπτυξη κατά περίπτωση νέων δεξιοτήτων είτε η βελτίωση ήδη υπάρχοντων στα παιδιά. Με βάση τον σχεδιασμό μας, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι βασική πρόθεση ήταν η εξ' αρχής δημιουργία ενός διδακτικού πλαισίου που θα ευνοούσε συνθήκες διαρκούς εμπλοκής των παιδιών σε διαδικασίες επίλυσης ρεαλιστικών προβλημάτων που αφορούν την προσέγγιση του χώρου με τη χρήση ποικιλίας εργαλείων. Φαίνεται σαν να θέταμε κάθε φορά το περίγραμμα του προβλήματος και ταυτόχρονα να παρείχαμε στα παιδιά μια τυπολογία (νοητικών) εργαλείων που θα μπορούσαν να υπονοήσουν απευθείας μια πιθανή λύση. Σε άλλη περίπτωση θα μπορούσαν να αποτελέσουν μέρος της λύσης αφήνοντας ωστόσο στη διακριτική ευχέρεια των παιδιών τη δυνατότητα να επιλέξουν τόσο τη βαρύτητα που θα είχαν αυτά στη διαδικασία επίλυσης όσο και το βαθμό χρήσης τους ή ακόμα και την επινόηση νέων εργαλείων. Ενδεικτικά καταγράψαμε 224 περιπτώσεις χρήσης εργαλείων ως μέρος πρακτικών επίλυσης χωρικών προβλημάτων. Στις μισές από αυτές (50%) γίνεται αυτόνομη χρήση «εμφανών» (προϋπάρχων συμβολισμός κίνησης/πλήκτρα, διάγραμμα ροής κίνησης....) αλλά «αυτοσχεδίων» μέσων (περιγραφικός λόγος, περιστροφή φωτογραφίας, χρήση σώματος/χεριών/δαχτύλων, χρήση τοποσήμων, χρήση τεταρτημορίων/στοιχείων περιβάλλοντος ως άτυπων μέσων μέτρησης). Στο υπόλοιπο 50% καταγράφηκε η ενθάρρυνση της υποβοηθούμενης χρήσης εργαλείων ως μέρος συνεργατικών διαδικασιών γύρω από ένα έργο (βλ. Γράφημα 13).



Γράφημα 13. Χρήση εργαλείων για επίλυση χωρικού προβλήματος κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης

Σε συνέχεια των παραπάνω και κυρίως με βάση τα όσα ανέδειξε η καταγραφή και ανάλυση των επεισοδίων της διδακτικής παρέμβασης αλλά και της τελικής ατομικής συνέντευξης, προέκυψε μια ευρεία τυπολογία προσχεδιασμένων αλλά και αυτοσχέδιων εργαλείων (βλ. Πίνακα 41). Σε κάθε περίπτωση θεωρούμε ότι αυτά συνέθεσαν επαρκείς «γνωστικές σκαλωσιές» που με τη σειρά τους ανέδειξαν «ζώνες επικείμενης ανάπτυξης». Υπήρξαν εργαλεία που ως μη προφανή, είτε «ανακαλύφθηκαν» από τα ίδια τα παιδιά στη προσπάθειά τους να κατανοήσουν τον χώρο και την κίνηση μέσα σ' αυτόν είτε προτάθηκαν έμμεσα από τον ερευνητή στο πλαίσιο εξοικείωσης τους με χωρικές έννοιες και διαδικασίες. Τόσο με βάση την υποκειμενική παρατήρηση όσο και την ποιοτική ανάλυση των δεδομένων, θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα εργαλεία που παρατίθενται στον πίνακα 41, αφενός διευκόλυναν την οπτικοποίηση χωρικών διαδικασιών, αφετέρου αποτέλεσαν τον αμφίδρομο και συνεκτικό κρίκο μεταξύ βιωματικής κατανόησης εννοιών χώρου και διαδικασιών προγραμματισμού. Παράλληλα πιστεύουμε ότι οδήγησαν τα παιδιά στο να σκεφθούν αφαιρετικά και να μεταφέρουν τη χρήση εννοιών και διαδικασιών από τις πρότερες εμπειρίες τους σε νέα περιβάλλοντα και (διδακτικά) σενάρια όπως φάνηκε και στην τελική συνέντευξη μαζί τους (βλ. 5.2).

Πίνακας 41. Τυπολογία εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά

Προσχεδιασμένα εργαλεία	<i>Ελεύθερη σχεδίαση διαδρομής</i>	
	<i>Κάτοψη μακέτας ως μέσο χωρικών συσχετισμών</i>	
	<i>Κάτοψη μακέτας ως καμβάς ελεύθερης σχεδίασης χάρτη και χάραξης διαδρομής</i>	

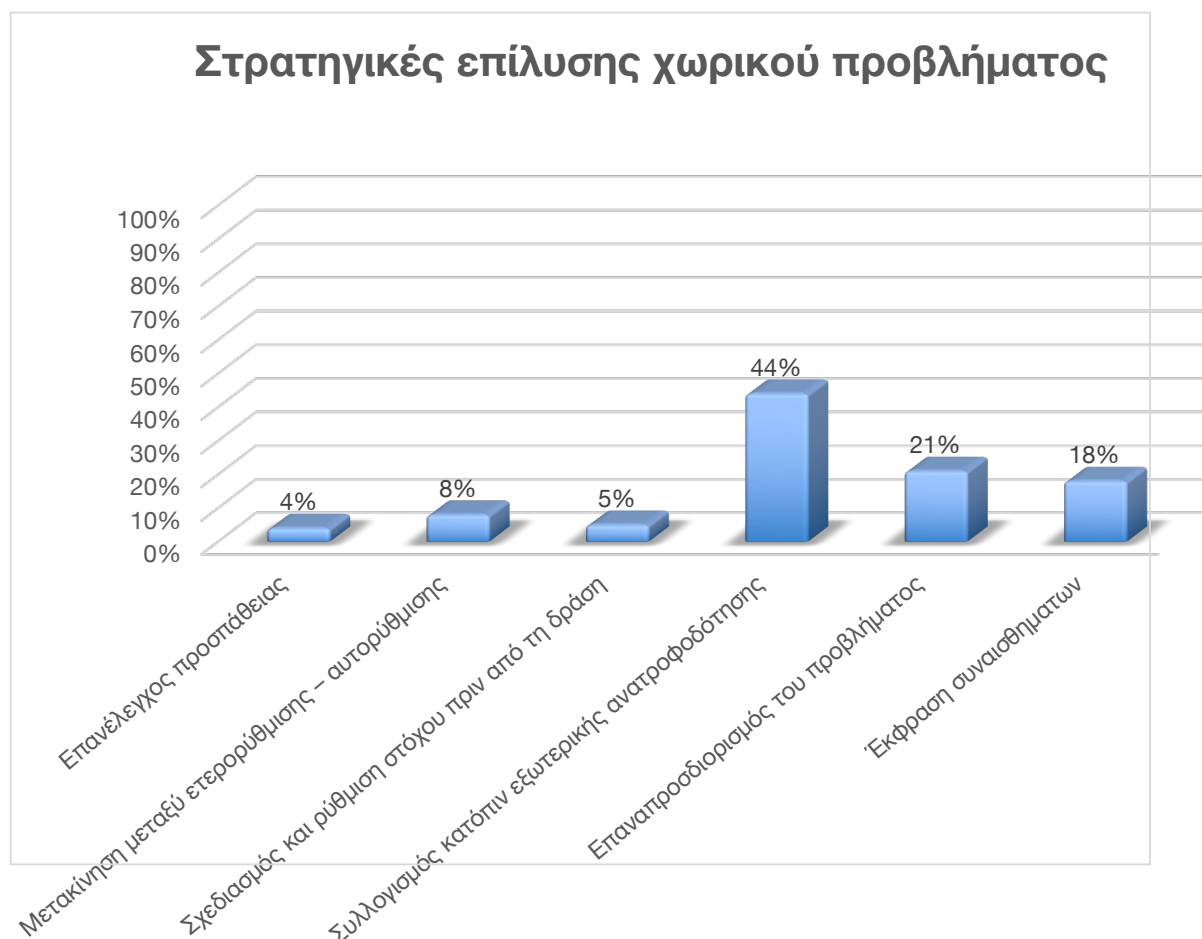
		
	<i>Εκτυπωμένες εικονοεντολές μικρού μεγέθους ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης</i>	
	<i>Εκτυπωμένες εικονοεντολές μεγάλου μεγέθους ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης</i>	
	<i>Συνολικό διάγραμμα κίνησης ως ενιαία σύνθεση κίνησης</i>	
	<i>Ψηφιακές εικονοεντολές (blocks) λογισμικού EV3 ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης</i>	
	<i>Χρήση χωρικής ορολογίας για περιγραφή χωρικών σχέσεων (ερευνητής)</i>	-
	<i>Ψηφιακές εικονοεντολές (blocks) εφαρμογής LightBot ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης και ορισμού ενεργειών</i>	
Εργαλεία «αυθόρμητης ανακάλυψης» από τα παιδιά	<i>Τεταρτημόρια (πλακάκια) μακέτας ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης</i>	
	<i>Τοπόσημα μακέτας ως σημεία αναφοράς</i>	
	<i>Τεταρτημόρια (πλακάκια) πίστας LightBot ως μονάδες κατάτμησης της διαδικασίας κίνησης</i>	

		
	<i>Χρήση σώματος για ταύτιση εννοιών κατεύθυνσης (χέρια)</i>	
	<i>Υπόδειξη θέσης με τα χέρια (δάχτυλα)</i>	
	<i>Χρήση σώματος για αναπαράσταση ολοκληρωμένης κίνησης (χέρια)</i>	
	<i>Χρήση Γλώσσας (Προσαρμοσμένες Γλωσσικές Δειτουργίες)</i>	
	<i>Αλλαγή θέσης σώματος και σημείου αναφοράς στον χώρο</i>	
	<i>Περιστροφή Bee-Bot , NXT ή πίστας στο τάμπλετ</i>	

Ως μέρος της απάντησης στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, θα μπορούσαμε να παραθέσουμε επίσης δεδομένα τα οποία αφορούν τις καταγεγραμμένες στρατηγικές με τις οποίες τα παιδιά διαχειρίστηκαν τις γνωστικές τους διαδικασίες και τις συμπεριφορές που επέλεξαν να εκδηλώσουν στη προσπάθειά τους να επιλύσουν τα ανοιχτά προβλήματα με τα οποία ήρθαν αντιμέτωπα κατά την εξέλιξη του διδακτικού πειράματος. Είναι ενδιαφέρον πως στο πλαίσιο αυτό εγγράφεται μια ποικιλία δεξιοτήτων σε σύνολο 186 στιγμών που κωδικοποιήθηκαν ανάλογα (βλ. Γράφημα 14). Πιο συγκεκριμένα, φαίνεται ότι η εμπλοκή

τους σε δραστηριότητες προγραμματισμού κίνησης στο χώρο, ευνοεί σε μεγαλύτερο βαθμό τις πρακτικές:

- (επαν)ελέγχου προσπάθειας (4%)
- μετακίνησης μεταξύ ετερορρύθμισης – αυτορρύθμισης (8%)
- αρχικού σχεδιασμού και ρύθμισης στόχου πριν από τη δράση (5%)
- συλλογισμού κατόπιν εξωτερικής ανατροφοδότησης για διόρθωση με ή χωρίς αίτημα για βοήθεια/ανατροφοδότηση (44%)¹
- επαναπροσδιορισμού του προβλήματος, αναπροσαρμογής σε νέα δεδομένα και συνεπακόλουθης τροποποίησης διαδικασιών επίλυσης (21%)
- έκφρασης συναισθημάτων που απορρέουν από την ατομική ή συλλογική προσπάθεια όπως για παράδειγμα, υψηλό αίσθημα αποτελεσματικότητας και ικανοποίησης, ευκολίας, αβεβαιότητας, κατανόησης, δυσκολίας κ.α. (18%)



Γράφημα 14. Στρατηγικές επίλυσης χωρικού προβλήματος

Τα παραπάνω στοιχεία με τα οποία τεκμηριώνουμε τις απαντήσεις στα δύο βασικά ερευνητικά ερωτήματά μας θεωρούμε ότι αναδεικνύονται ιδιαίτερα σε συνδυασμό με τα όσα εξετάσαμε στα κεφάλαια 6 & 7. Σε αυτά, αναλύεται και υποστηρίζεται με απτά στοιχεία μέσα από τα επεισόδια που παραθέσαμε, η πιθανή επίδραση που είχαν στην

ανάπτυξη χωρικής σκέψης σε παιδιά νηπιαγωγείου, στοιχεία όπως η τυπολογία των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παιδιών αλλά και του ερευνητή με τα παιδιά, η χρήση εργαλείων για την κατανόηση χωρικών θέσεων και σχέσεων αλλά και τα είδη λόγου και γλωσσικής επικοινωνία ως διαμεσολαβητικών μέσων στα προτεινόμενα μαθησιακά σενάρια.

Όπως αναφέρθηκε εξάλλου και νωρίτερα (βλ. 6.2 & 6.3) μεταξύ των διαδικασιών που φαίνεται πως είχαν μεγάλη σημασία στην ενθάρρυνση της ανάπτυξης χωρικών δεξιοτήτων σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με πρακτικές προγραμματισμού και σύνθεσης κώδικα, ήταν ο παράγοντας των κοινωνικών διεργασιών και οι λιγότερο ή και περισσότερο «έμπειροι άλλοι» στο πλαίσιο των έργων. Η ύπαρξη κοινωνικής δράσης ευνοεί την από κοινού αξιοποίηση κι (εφ)εύρεση εργαλείων, τη διαπραγμάτευση εννοιών, την αποδόμηση προβλημάτων κι εν τέλει τη γόνιμη διαπραγμάτευση και τη συνδημιουργία γνώσης. Επιπλέον αποτυπώνεται σε στοιχεία όπως η συχνή τάση συνεργασίας και αλληλοδιδασκαλίας, η αμοιβαία και συχνή εναλλαγή ρόλων πομπού και δέκτη υποστήριξης που καταδεικνύει σαφή μετάβαση των παιδιών από την αυτορρύθμιση στην ετερορρύθμιση εντός ομαδοσυνεργατικής δραστηριότητας. Επίσης, δεν έλλειψε η θετική επιρροή από τις περιπτώσεις εκείνες στις οποίες ιδιαίτερη ασφάλεια και άνεση ενέπνεε στην ομάδα το ευρύτερο πλαίσιο συνεργασίας και αλληλοϋποστήριξης και το «καθήκον» που ένιωθαν τα «εμπειρότερα παιδιά» της δραστηριότητας στο να διατυπώνουν με μεγαλύτερη σαφήνεια, περισσότερη χρήση επιχειρηματολογίας και επεξήγησης και ακρίβεια τις οδηγίες τους σε σχέση με τον προγραμματισμό και τη κίνηση στο χώρο της μακέτας (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 23 & 24). Τέλος, ακόμα ένα από τα στοιχεία που θεωρούμε πως είχε ιδιαίτερη βαρύτητα στη διαμόρφωση της όποιας εξέλιξης της χωρικής σκέψης των παιδιών, ήταν η έμμεση επίδραση που είχε το μη «μετωπικά διδακτικό» πρότυπο του ερευνητή-εκπαιδευτή (βλ. 6.3), μιας και δεν ήταν λίγες οι φορές που τα ίδια τα παιδιά κατέφυγαν αυτόνομα πλέον σε μίμηση των επεξηγηματικών στρατηγικών και των πρότερων ενσώματων-βιωματικών προσεγγίσεων του ερευνητή στη προσπάθειά τους να παράσχουν ανάλογη βοήθεια σε άλλα μέλη της ομάδας.

Θα ήταν σημαντική παράλειψη να μη λάβουμε υπόψη μας την επίδραση που πιθανότατα είχε είτε η πρόκληση (από τη μεριά του ερευνητή) συγκεκριμένης γλωσσικής παραγωγής είτε η αυτόνομη και αυθόρμητη (από τη μεριά των παιδιών) αξιοποίηση της γλώσσας ως διαμεσολαβητικού ή/και εκφραστικού εργαλείου που υποβοήθησε και τις διαδικασίες δόμησης χωρικής σκέψης. Στο σημείο αυτό, ενδεχομένως να είναι χρήσιμη η αναφορά στα σημαντικότερα είδη λόγου που ανέδειξε η ανάλυση των επεισοδίων με άξονα την τυπολογία συγκεκριμένων γλωσσικών λειτουργιών στο πλαίσιο της παρέμβασης. Πιο συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι ο αιτιολογικός-επεξηγηματικός λόγος που εντοπίσαμε στις γλωσσικές αλληλεπιδράσεις των παιδιών μεταξύ τους αλλά και με τον ερευνητή, ήταν χωρικά στοχευμένος και άμεσα συνδεδεμένος με συνθήκες του περιβάλλοντος του έργου (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 31). Επίσης συνδέεται άρρηκτα με ταυτόχρονη μη λεκτική, άρα ενσώματη συμπεριφορά που ως σκοπό είχε να αναπαραστήσει πραξιακά

έννοιες και διαδικασίες κίνησης και χώρου άρα και να υποστηρίξει εν τωις πράγμασι τη συζήτηση γύρω από αυτές. Αυτό που μας κάνει να θεωρούμε την άρθρωση αιτιολογικού λόγου ως ένα δείκτη εξέλιξης της σκέψης και της χωρικής γνώσης των παιδιών, είναι το γεγονός ότι στο αρχικό στάδιο του πειράματος, οι αντιδράσεις τους απέναντι στα προβλήματα των χωρικών έργων, ήταν σχεδόν απόλυτα ιδιοσυγκρασιακές αλλά στη συνέχεια σε συνδυασμό με την παροχή ξεκάθαρων υποστηρικτικών εργαλείων και τη κατανόηση των στρατηγικών (προ)σχεδιασμού της κίνησης οδηγούνταν σχεδόν αυτόνομα σε αιτιολογικές πρακτικές (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 32 & 33). Αυτές οι εκφάνσεις αφενός μας βοήθησαν να αντιληφθούμε τον βαθμό γνωστικής εξέλιξής τους αφετέρου λειτουργούσαν οι ίδιες ως «σκαλωσιά» για τα παιδιά μέσα από την ομαδική συζήτηση και τη διαπραγμάτευση.

Επιπλέον, πιστεύουμε πως η χρήση ρυθμιστικού λόγου είχε εξίσου μεγάλη βαρύτητα ως προς τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την εξέλιξη της χωρικής σκέψης των παιδιών. Αυτό γιατί, μέσω της σκοπιμότητας οργάνωσης κι ελέγχου της ροής της δουλειάς της ομάδας δια του λόγου, τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα σχεδόν παράλληλα και αυθόρμητα να εμπλακούν σε αλληλοδιδασκτικές πρακτικές, να κάνουν συνδυαστική και ταυτόχρονη χρήση πολλαπλών αναπαραστατικών μέσων του περιβάλλοντος που οπτικοποιούν έννοιες και διαδικασίες τόσο για το «παιδί-δέκτη» όσο και για τον «πομπό» της ανατροφοδότησης. Με άλλα λόγια, η γλωσσική αλληλεπίδραση με σκοπό τη ρύθμιση της ομάδας, αναδεικνυσε σε μεγάλο βαθμό τις συνεργασίες, την αλληλοδιδασκαλία και την αξία του εκάστοτε «έμπειρου άλλου» με σκοπό την επίλυση κοινών χωρικών προβλημάτων (βλ. 7.2).

8.2 Ποια νέα ερευνητικά ερωτήματα αναδύονται;

Στην έρευνα, γενικότερα, εκτός από την συλλογή, ανάλυση κι ερμηνεία δεδομένων για την απόκριση στα αρχικά ερωτήματα και τη διατύπωση νέων θεωρημάτων, θεωρείται σημαντικό να τίθενται οι βάσεις για νέους ερευνητικούς στόχους και ερωτήματα που θα οδηγήσουν σε εξέλιξη του εκάστοτε πεδίου (Flick, 2009). Στην παρούσα έρευνα, μας ενδιέφερε να επιβεβαιώσουμε μια σειρά από διαπιστώσεις και παραδοχές του πρόσφατου παρελθόντος όπως τις καταγράψαμε κατά το πρώτο στάδιο βιβλιογραφικής αναζήτησης και τεκμηρίωσης και αφορούσαν πιθανά οφέλη από την εμπλοκή παιδιών σε δραστηριότητες με επίκεντρο τη χρήση τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου. Επιπλέον, ένα από τα κίνητρα μας, ήταν και η ανάδειξη νέων ερευνητικών ερωτημάτων, σχετικών με ζητήματα εφαρμογών ΕΡ στην προσχολική ηλικία. Ειδικότερα, θέλαμε να εστιάσουμε στα γνωστικά οφέλη που προκύπτουν σε σχέση με την χωρική σκέψη και συμπεριφορά μέσα από τη χρήση συγκεκριμένων εργαλείων ΕΡ όπως ο περιηγητής εδάφους Bee-Bot και Lego NXT ωστόσο κατά την πορεία της έρευνας αναδύθηκαν νέες απορίες και ερωτήματα όπως τα ακόλουθα:

- *Η εγκατάσταση μόνιμης «γωνιάς ρομποτικής» στα νηπιαγωγεία θα διευκόλυνε τις παραπάνω διαδικασίες και*

αν ναι, ποιες παιδαγωγικές και τεχνικές προδιαγραφές απαιτούνται;

- Ποιες ακόμα χωρικές δεξιότητες μπορούν να αναπτυχθούν με χρήση εργαλείων ΕΡ, εκτός από αυτές που φάνηκε να αναπτύσσονται στα παιδιά που συμμετείχαν στο διδακτικό πείραμά μας και αναφέρθηκαν προηγουμένως;*
- Πώς θα διέφερε η προσέγγιση χωρικών εννοιών και διαδικασιών αν επιχειρούσαμε να εμβυθήσουμε τα παιδιά σε ένα συνδυαστικό περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας η οποία επιτρέπει έναν «εμπλουτισμένο» συνδυασμό του απτικού με το ψηφιακό στοιχείο;*
- Ποιες άλλες μαθησιακές ανάγκες παιδιών προσχολικής ηλικίας (όχι μόνο στο πεδίο του χώρου και των μαθηματικών), μπορεί να εξυπηρετήσει η εισαγωγή συστηματικών δραστηριοτήτων ΕΡ με διαθεματικό τρόπο στο ημερήσιο πρόγραμμα;*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά ευρήματα της έρευνας και συζητούνται οι δυνατότητες και οι προβληματισμοί που απορρέουν από την ερευνητική διαδικασία συνολικά. Διατυπώνονται προτάσεις για τη συνέχιση της στο μέλλον με ευρύτερες ηλικιακές ομάδες παιδιών είτε δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στη βελτίωση του ίδιου του διδακτικού πειράματος είτε αξιοποιώντας τα ευρήματα για πρόταση νέων διδακτικών σεναρίων και πειραματισμών με εμπλοκή εργαλείων τεχνολογίας ελέγχου στο νηπιαγωγείο.

Έμπνευση και αφετηρία για την έρευνα αυτή, αποτελεί η παραδοσιακή «γεωμετρία χελώνας» της Logo η οποία στόχευε στο να εισαγάγει μαθηματικές έννοιες στο πλαίσιο προγραμματιστικών διαδικασιών κι έμελλε να αλλάξει τον τρόπο που σήμερα μιλάμε για την μάθηση των μικρών παιδιών και για τη δυνατότητά τους να εμπλέκονται ενεργά σε σχετικές διαδικασίες. Πρόσφατα εξάλλου, έχει σημειωθεί ραγδαία κι εντυπωσιακή εξάπλωση της χρήσης καινοτόμων εργαλείων και περιβαλλόντων όπως ποικίλες εκδοχές της Logo κατάλληλες για μικρά παιδιά και σύγχρονες «εμπλουτισμένες» εναλλακτικές της. Άξιοι συνεχιστές της το περιβάλλον προγραμματισμού Scratch, οι περιηγητές εδάφους όπως η Bee-Bot και το Probot, πιο σύνθετα εργαλεία όπως το WeDo, Lego NXT και Mindstorms αλλά κι ευέλικτες εναλλακτικές όπως τα συστήματα και τεχνολογίες ελέγχου ανοιχτής αρχιτεκτονικής, Arduino, RaspberryPi κ.α.. Όλα αυτά ανοίγουν νέες προοπτικές κι ευκαιρίες για την συμμετοχή παιδιών και ενηλίκων σε έργα τα οποία παλαιότερα έμοιαζαν τεχνικά απρόσιτα κι ως εκ τούτου παιδαγωγικά μη προσπελάσιμα.

Μια τέτοιου είδους επαφή με τα μαθηματικά μοιάζει γνωστικά προκλητική για τα μικρά παιδιά καθώς τα περισσότερα δεν διαθέτουν ανάλογες, συστηματικά δομημένες εμπειρίες. Η διερεύνηση των προοπτικών της χρήσης προγραμματιζόμενων συσκευών όπως αυτών που προαναφέραμε, αποτελούν βασικά εργαλεία και της δικής μας παρέμβασης κι έχει απασχολήσει σοβαρά την σύγχρονη έρευνα. Συνεπώς σήμερα έχουμε στη διάθεσή μας εκπαιδευτικές προτάσεις για άμεση σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα καθώς επίσης και προτάσεις διδακτικών πειραμάτων όπου περιγράφεται και αναλύεται εκτενώς η σχεδίαση δραστηριοτήτων, η επιδιωκόμενη γνώση προς κατάκτηση και το δυναμικό διδακτικής παρέμβασης εκ μέρους των εκπαιδευτικών.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η παρούσα έρευνα αποπειράται να παράσχει απαντήσεις στα ερωτήματα που τέθηκαν εξ' αρχής, βασιζόμενη αρχικά στην αξιοποίηση των αποτελεσμάτων της ποιοτικής ανάλυσης. Η ερμηνεία τους υποστηρίχθηκε από ποσοτική καταγραφή και συγκέντρωση δεδομένων που αφορούν αφενός ενδεχόμενη βελτίωση υπάρχοντων χωρικών δεξιοτήτων των παιδιών που συμμετείχαν ή και ανάπτυξη νέων, αφετέρου την συχνότητα με την οποία εκδηλώθηκαν πρακτικές και τάσεις (χρήση εργαλείων για επίλυση χωρικού προβλήματος, τυπολογία χρήσεων γλώσσας στο πλαίσιο της ομάδας, τυπολογία συνεργασιών, αλληλοδιδασκαλία κλπ.). Στο παρόν κεφάλαιο ακολουθεί η συζήτηση των δεδομένων σε συσχετισμό με τη

βιβλιογραφική ανασκόπηση και τα ευρήματα σχετικών ερευνητικών παρεμβάσεων ανάλογης ή ευρύτερης κλίμακας.

Στις ενότητες που ακολουθούν ανατρέχουμε σε ζητήματα αλληλεπιδράσεων που παρατηρήσαμε πως αναδύονται συστηματικά μεταξύ των ίδιων των παιδιών (αλληλοδιδασκτικές πρακτικές), μεταξύ των παιδιών και του ερευνητή με την ιδιότητα του «έμπειρου άλλου» αλλά και των παιδιών με τα ίδια τα εργαλεία της διδακτικής παρέμβασης κυρίως (βλ. 9.1). Στη συνέχεια αναφερόμαστε ξεχωριστά στο πως τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν ή/και «εφευρέθηκαν» ως νοητικά βοηθήματα και διαμεσολαβητικά μέσα στη διαδικασία δόμησης νέων εννοιών ή/και διασαφήνισης ήδη υπαρχόντων (βλ. 9.2) Ειδικότερα αναφερόμαστε στις προσφερόμενες δυνατότητες των ψηφιακών και απτικών εργαλείων ΕΡ σε σχέση με την υποστήριξη της χωρικής σκέψης των παιδιών (βλ. 9.3) και στη βάση των οποίων παράπλευρα δημιουργήθηκαν ευκαιρίες ανάπτυξης υπολογιστικού τρόπου σκέψης (βλ. 9.4). Τέλος, δεν παραλείπονται τα όρια και οι περιορισμοί που αντιμετωπίσαμε και το πώς θα μπορούσαν μελλοντικά να αποφευχθούν σε περίπτωση επέκτασης κι εξέλιξης της παρούσας έρευνας (βλ. 9.5).

9.1 Αλληλεπιδράσεις μεταξύ παιδιών, ενηλίκων, εργαλείων

Αποτολμήσαμε τον πειραματισμό με τη βιωματική εμπύθηση των μικρών παιδιών σε περιβάλλοντα και διαδικασίες προγραμματισμού με σκοπό τη σταδιακή προσέγγιση βασικών μαθηματικών και προγραμματιστικών εργαλείων, εννοιών και διαδικασιών και την βελτίωση και ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων. Στη βάση αυτή σχεδιάσαμε την έρευνα στο σύνολό της και ειδικότερα τη διδακτική παρέμβαση με βάση τις πρακτικές του διδακτικού πειράματος (Cobb, 2000 · Cobb et al., 2003 · Glasersfeld, 2006 · Goodchild et al., 2002 · Kelly & Lesh, 2012 · Χρονάκη, 2008, 2010) τηρώντας σαφή απόσταση από την παραδοσιακή τεχνοκεντρική προσέγγιση έργων και δραστηριοτήτων ΕΡ (Mitnick et al., 2008) αλλά και από την στείρα εμμονή στην ανάπτυξη τεχνικών και όχι οριζόντιων δεξιοτήτων με εγγενή κοινωνική αξία όπως έχει συζητηθεί ήδη εκτενώς (di Sessa, 2000 · Rusk et al., 2008, Craft et al., 2007, Hanson, 2015). Τόσο οι δραστηριότητες της παρέμβασης όσο και τα έργα στα οποία ενεπλάκησαν τα παιδιά στη τελική ατομική συνέντευξη ανέδειξαν σύνθετες δεξιότητες αλληλεπίδρασης τους αφενός με το υλικό και τα εργαλεία αφετέρου με τις εμπλεκόμενες έννοιες προγραμματισμού και λογικο-μαθηματικής σκέψης. Θεωρούμε ότι ένα από τα βασικά στοιχεία συνεισφοράς της παρούσας έρευνας είναι και το γεγονός ότι εστιάζοντας στο πεδίο των συνεργασιών στο πλαίσιο της ομάδας, καταγράψαμε κι επιχειρήσαμε να ερμηνεύσουμε το κοινό πλέγμα σχέσεων και αλληλεπιδράσεων που διαρθρώνεται σε τρία διακριτά αλλά συχνά αλληλοτροφοδοτούμενα επίπεδα:

- Αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παιδιών με αμοιβαία εναλλαγή ρόλων εμπειρότερου και ικανότερου «άλλου» που ωθούν κάποια από

αυτά στο να υιοθετούν το ρόλο του «εμπυχωτή» και «διευκολυντή» της μαθησιακής διαδικασίας.

- Αυθόρμητες αλληλεπιδράσεις μεταξύ παιδιών, εργαλείων και εννοιών.
- Ρυθμιζόμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ ερευνητή-εμπυχωτή, παιδιών, εργαλείων και εννοιών.

Στη βάση των παραπάνω σχέσεων καθώς και των στοιχείων και πρωταγωνιστών που τις συνθέτουν, θα θέλαμε να εστιάσουμε συμπερασματικά στις σημαντικές ευκαιρίες συνεργασίας, αλληλοϋποστήριξης και αλληλοδιδασκαλίας που με τη σειρά τους αναδεικνύουν έντονα στοιχεία ετερορρυθμιστικών συμπεριφορών. Τέτοιες είναι οι ευκαιρίες που αναδύονται στο πλαίσιο δραστηριοτήτων που εμπλέκουν τα παιδιά σε διαδικασίες σχεδιασμού και προγραμματισμού της κίνησης τεχνολογικά ελεγχόμενων συστημάτων κι εμπνέουν συνεργασίες που συχνά βασίζονται σε αμοιβαία, αυθόρμητη και συχνή εναλλαγή ρόλων αφού πολλές φορές όπως διαπιστώσαμε κι εμείς ο «πάροχος» της βοήθειας γίνεται στη συνέχεια «δέκτης» (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 22 & 23). Αυτού του είδους η άτυπη εναλλαγή ρόλων, στις περισσότερες των περιπτώσεων έγινε αβίαστα, χωρίς συγκρουσιακά ψήγματα και το κυριότερο χωρίς την άμεση ή έμμεση παρέμβαση κάποιου μεγαλύτερου (π.χ. ερευνητής-εμπυχωτής). Επιπλέον, φαίνεται πως ο ρόλος του «εμπειρότερου -συνομήλικου- άλλου» αναδεικνύεται με μεγαλύτερη συχνότητα στο πλαίσιο προγραμματισμού της κίνησης του ρομπότ σε περιβάλλον λογισμικού στην οθόνη του υπολογιστή όπου το «νέο» διαμεσολαβητικό μέσο (περιβάλλον διεπαφής υπολογιστή) και το διαφορετικό συμβολικό σύστημα αναπαράστασης της κίνησης (μπλοκ-εντολές κίνησης) αφενός δημιουργεί νέες προσφερόμενες δυνατότητες (affordances) αφετέρου εγείρει νέες ανάγκες και απαιτήσεις ως προς το χειρισμό των ίδιων των εργαλείων (βλ. Πίνακα 19).

Απόρροια της παρέμβασης στο πλαίσιο της έρευνας, φαίνεται πως είναι η συστηματική καταγραφή εμπειρικών στοιχείων σε σχέση με το ρόλο του εμπυχωτή στο πλαίσιο δραστηριοτήτων με χρήση τεχνολογιών αυτόματου ελέγχου που στοχεύουν στην ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων στη προσχολική ηλικία. Θεωρούμε σημαντικό τον ρόλο του ερευνητή ως εμπυχωτή με εστίαση σε πρακτικές διακριτικής διευκόλυνσης των διαδικασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ παιδιών και εργαλείων. Όπως προέκυψε και από την ανάλυση των δεδομένων (βλ. Κεφ. 7), αποφεύχθηκε εσκεμμένα από τη μεριά του ερευνητή ο ρόλος του άμεσου, παρεμβατικού ρυθμιστή των αλληλεπιδράσεων στο πλαίσιο της ομάδας. Αντί αυτού, προτιμήθηκε ο ρόλος του διαμεσολαβητή που εγγυάται την ομαλή ανάδειξη και λειτουργία των εργαλείων (νοητικών και μη), διασφαλίζει τη συνεργασία χωρίς να παρέχει έτοιμες λύσεις και προωθεί τη καλλιέργεια κατάλληλου περιβάλλοντος που να διεγείρει τη κριτική σκέψη και τον προβληματισμό.

Χαρακτηριστικά, αποτιμώντας συνολικά τον ρόλο του ερευνητή θα μπορούσαμε να πούμε ότι η τυπολογία των πρακτικών συμμετοχής του στη δραστηριότητα των παιδιών, στο μεγαλύτερο μέρος της συντίθεται από τη τακτική διατύπωσης ανοιχτού τύπου διεκρινιστικών-ενισχυτικών ερωτήσεων, από πρόσκληση στην ομάδα

για αλληλοτροφοδότηση, για αλλαγή στρατηγικής κι έναρξη δημιουργικού προβληματισμού και ενεργοποίηση στρατηγικών δοκιμής-λάθους. Επιπλέον, αναδεικνύεται σημαντικά η πρόθεση του να ενισχύει κάθε του παρέμβαση και να διαμεσολαβεί τη δόμηση εννοιών με παράλληλη «προβολή» εργαλείων με άμεσο ή έμμεσο τρόπο (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 26). Η πιο συχνή πρακτική του αφορά την ενσώματη προσέγγιση του περιβάλλοντος με χρήση του σώματος και της θέσης του ως σημεία αναφοράς και διαμεσολαβητικά μέσα για ενίσχυση των χωρικών αναπαραστάσεων.

Πιο συγκεκριμένα ο ρόλος του ερευνητή ως εμπυχωτή με ενεργό, συμμετοχικό ρόλο στη διδακτική παρέμβαση, κρίνεται ως σημαντικός ειδικά στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα παιδιά έδειχναν αδυναμία να δημιουργήσουν τις δικές τους νοητικές αναπαραστάσεις χώρου και συσχετισμών μέσω της εμπλοκής τους σε διαδικασίες ορισμού και προγραμματισμού της κίνησης στο μικροχώρο της μακέτας. Τέλος, είναι χαρακτηριστικό ότι ο ερευνητής, ως διακριτικά ενεργό μέλος των διαδικασιών στο ευρύτερο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος, φαίνεται να ευνοεί σε μεγάλο βαθμό τη σύναψη «γνωστικών δανείων» μεταξύ των παιδιών μέσω της τακτικής της διαρκούς έμμεσης προβολής καλών πρακτικών και ιδεών ενός μέλους της ομάδας με σκοπό την τροφοδότηση νέων συνεργασιών με διαφοροποιημένους κάθε φορά τους ρόλους του «πομπού» και του «δέκτη» πληροφορίας. Αυτή η προσέγγιση φάνηκε να βοηθά ιδιαίτερα την ομάδα σε περιστάσεις στις οποίες προέκυπτε γνωστικό αδιέξοδο ή όταν τα ίδια τα παιδιά αδυνατούσαν να αντιληφθούν την ύπαρξη προσχεδιασμένων, δυναμικών εργαλείων όπως για παράδειγμα τα τοπόσημα και τα τεταρτημόρια της πίστας ως εργαλεία μέτρησης και ποσοτικοποίησης μιας διαδρομής. Τα εργαλεία αυτά θα ήταν χρήσιμο στη συνέχεια να τα αξιοποιήσουν και να τα «μαθηματικοποιήσουν» μέσω της αναγωγής τους σε χωρικά σύμβολα σε μια απόπειρα για μετάβαση από το αφηρημένο στο συγκεκριμένο και για ομαλή διασύνδεση χωρικών/μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών (βλ. ενδεικτικά Πίνακα 29).

9.2 Αξιοποίηση κι εφεύρεση εργαλείων

Σημαντικό δομικό στοιχείο των προαναφερθέντων αλληλεπιδράσεων φαίνεται να είναι η εναλλαγή της διαμεσολάβησης νοημάτων μεταξύ «σταθερών», προσχεδιασμένων και εν δυνάμει, «αναδυόμενων» εργαλείων για την υποστήριξη και βελτίωση της χωρικής δράσης και σκέψης των παιδιών. Μέσω της καταγραφής και παρατήρησης των δεδομένων του διδακτικού πειράματος προκύπτει μια ευρεία τυπολογία εργαλείων (βλ. Ενδεικτικά Πιν. 43) τα οποία προβλέφθηκε ότι θα ήταν σε θέση να αναδείξουν δυναμικές «ζώνες επικείμενης ανάπτυξης». Σε άλλες περιστάσεις, η φύση του ανοιχτού σεναρίου του πειράματος καθώς και η ιδιαίτερη δυναμική τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT, έδινε στα ίδια τα παιδιά τη δυνατότητα να ανακαλύψουν τα δικά τους διαμεσολαβητικά εργαλεία στην προσπάθειά τους να προσεγγίσουν τις υπό διαπραγμάτευση έννοιες και να επιτύχουν τους στόχους στο πλαίσιο του σεναρίου.

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε ότι η χρήση των εργαλείων από τα παιδιά του διδακτικού πειράματος, ακολούθησε σε μεγάλο βαθμό τα στάδια χρήσης που προτείνονται από τον Vygotsky (1994). Αρχικά παρατηρήθηκε σύγχυση σε σχέση με τη χρήση και την σκοπιμότητα των εργαλείων (π.χ. αμηχανία και ιδιοσυγκρασιακή χρήση των καρτών εντολών για τον σχεδιασμό διαδρομής). Ακολούθησε σταδιακή αυτονόμηση των παιδιών και χρήση κατόπιν ανατροφοδότησης (π.χ. αλλοκεντρικό σημείο αναφοράς μέσω χρήσης σώματος και θέσης ως σημείων αναφοράς στον χώρο σε σχέση με άλλα πρόσωπα και αντικείμενα) στάδιο το οποίο διαδέχτηκε η μερική αυτονόμηση των παιδιών (διαμεσολάβηση με απτή μορφή και μεταφορά εργαλείου σε άλλο πλαίσιο όπως π.χ. η χρήση των καρτών εντολών ως βάση για κατανόηση της χρήσης των μπλοκ κίνησης του NXT). Τέλος, μπορούμε να μιλάμε για οριστική αυτονόμηση κι εσωτερίκευση εργαλείου όπως για παράδειγμα στην περίπτωση χρήσης των μπλοκ εντολής στο περιβάλλον Lightbot κατά την διάρκεια της τελικής συνέντευξης (βλ. 5.2 κι ενδεικτικά Πίνακα 7).

Επομένως, κατά την απόπειρα σχεδίασης και υλοποίησης διδακτικών παρεμβάσεων στη προσχολική (κι ενδεχομένως όχι μόνο) ηλικία και δραστηριοτήτων που εμπλέκουν εργαλεία ΕΡ σε διαδικασίες μάθησης, κρίνουμε σημαντικό το να αποδίδεται ιδιαίτερη σημασία στην οπτικοποίηση εννοιών και διαδικασιών. Αυτό γίνεται με την χρήση αναπαραστατικών μέσων συνδυαστικά με την διαμεσολάβηση για «εφεύρεση» εργαλείων από τα ίδια τα παιδιά. Αναφέρουμε ενδεικτικά όσα αναδύθηκαν είτε χάρη στον αρχικό σχεδιασμό από τη μεριά μας είτε από την αυτενέργεια των ίδιων των παιδιών και φάνηκε να ευνοούν τη χωρική σκέψη και μάθηση εν μέσω ενσώματης δράσης και όχι ως απόρροια αυτής:

- χάρτες αναπαράστασης χώρου,
- φωτογραφίες κάτοψης μακέτας,
- ιχνογραφήματα και σχέδια διαδρομής,
- τοπόσημα και «διακοσμητικά» στοιχεία περιβάλλοντος 3D μακέτας (π.χ. κτίρια, δέντρα, φανάρια κ.α.),
- σηματοδοτημένα και ίσα κατανεμημένα τεταρτημόρια βάσης της μακέτας ώστε να ανταποκρίνονται στο ακριβές εύρος βήματος των ρομπότ,
- κάρτες προγραμματισμού σε διάφορες κλίμακες,
- κατάλληλα προσαρμοσμένα ψηφιακά μπλοκ κίνησης (π.χ. εικονοεντολές ψηφιακού περιβάλλοντος NXT και Lightbot),
- δράση περιστροφής και η χειροκίνητη αλλαγή της θέσης της Bee-Bot ή του NXT,
- το σώμα των ίδιων των συμμετεχόντων με συσχετισμούς και σαφείς αναφορές σε θέσεις και προβολικές σχέσεις στο χώρο,
- χρήση δακτύλων και χεριών για δείξη και συσχετισμούς κατεύθυνσης και σημείου αναφοράς,
- συνεργατικά δομημένος περιγραφικός και επεξηγηματικός λόγος (προφορικός και μη λεκτικός) που ευνοεί την διαπραγμάτευση νοημάτων και εννοιών.

Η αξιοποίηση των παραπάνω εργαλείων, ταυτίζεται άμεσα με τον ισχυρισμό του Bruner (1966, 1990) σε σχέση με την ανάπτυξη αναπαραστάσεων από τα παιδιά ως μέσων επεξεργασίας της προσλαμβάνουσας πληροφορίας και δόμησης νέας γνώσης και την ύπαρξη και τη διάκρισή τους σε τρία ξεχωριστά αλλά συχνά αλληλεμπλεκόμενα είδη: πραξιακή (με βάση την πράξη), εικονική (με βάση την εικόνα) και συμβολική (με βάση τη γλώσσα και άλλα συμβολικά συστήματα επικοινωνίας). Η πολυσημία εργαλείων ΕΡ φαίνεται -όπως συζητήθηκε νωρίτερα κατά τη βιβλιογραφική επισκόπησης αλλά και κατά την ανάλυση των δεδομένων μας εξάλλου- ότι ευνοεί την δημιουργία των αναπαραστάσεων που αναφέρει ο Bruner. Κάτι τέτοιο επιβεβαιώνεται και από τους Francis et al. (2016), οι οποίοι ισχυρίζονται ότι τα παιδιά που εμπλέκονται σε χρήση εργαλείων ΕΡ βιώνουν και αναπαριστούν τον χώρο, τις διαδικασίες και τις έννοιες γύρω τους, πραξιακά, συμβολικά και εικονικά όχι με σειριακό τρόπο αλλά ταυτόχρονα και συνδυαστικά. Όπως προκύπτει και από την εμπειρία μας κατά την έρευνα με παιδιά προσχολικής ηλικίας, ειδικότερα ο συνδυασμός του εργαλείου ΕΥ3, του υπολογιστή ως διαμεσολαβητικού μέσου για τον ορισμό κίνησης και οι ενδιάμεσες διαδικασίες προγραμματισμού, λειτουργεί αρμονικά και ολοκληρωμένα ως κίνητρο για την εμπλοκή της νοητικής διαδικασίας, της παρατήρησης και του σώματος στις διαδικασίες χωρικής αιτιολόγησης κατά τη σύνθεση, δοκιμή και επαλήθευση του κώδικα όπως θα φανεί και παρακάτω.

9.3 Απτικά και ψηφιακά εργαλεία για τον «προγραμματισμό» της κίνησης

Μια σημαντική πτυχή που αναδύθηκε με βάση την εμπειρία που αναπτύξαμε τόσο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης σε συνάρτηση με τις τελικές ατομικές συνεντεύξεις όσο και κατά τη μετέπειτα επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων που προέκυψαν, ήταν η διαφορετική προσέγγιση που απαιτείται για τη χρήση της Bee-Bot και του NXT. Συνεπώς μας ενδιαφέρουν οι διαφορετικές προσφερόμενες δυνατότητες (affordances) που παρέχονται αλλά και οι ποικίλες χωρικές στρατηγικές που απαιτούνται. Πιο συγκεκριμένα, το περιβάλλον, προγραμματισμού του NXT επιτρέπει την επικοινωνία με ένα φυσικό αντικείμενο σε πραγματικό 3D χώρο ενώ ταυτόχρονα αναπαριστά με συγκεκριμένο συμβολικό κώδικα όλες τις παραμέτρους της κίνησης σε 2D περιβάλλον λογισμικού. Ως εκ τούτου, η χωρική αιτιολόγηση που απαιτείται για τον προγραμματισμό του είναι παραπλήσια με τη χωρική αιτιολόγηση που απαιτείται για τον προγραμματισμό της Bee-Bot ωστόσο η σημαντική διαφορά έγκειται στο διαμεσολαβητικό μέσο, στον εναλλακτικό συμβολικό κώδικα που απαιτείται να χρησιμοποιηθεί και στις πιο πολύπλοκες και συχνά επιπρόσθετες νοητικές διαδικασίες και αναπαραστάσεις που χρειάζονται για την ταύτιση των διαφορετικών εμπλεκόμενων διαστάσεων (2D & 3D) απεικόνισης.

Στη περίπτωση του NXT, για να επιτευχθεί η κίνηση του ρομπότ, ο «προγραμματιστής» πρέπει να χρησιμοποιήσει το ποντίκι για να σύρει συγκεκριμένο κώδικα στο πλέγμα προγραμματισμού και να το

ευθυγραμμίσει μέχρι τα μπλοκ (εντολές) να «κουμπώσουν» μαζί σαν κομμάτια παζλ. Ακόμα και αυτή η μεταφορά, απόθεση και «συναρμογή» των εντολών του κώδικα απαιτεί την συνύπαρξη των δεξιοτήτων χωρικής σκέψης όπως η μετακίνηση, η εναπόθεση, η αίσθηση, η ερμηνεία αλλά και η λογική σκέψη που διέπει τη σειρά τοποθέτησης και αυτή η διαδικασία φαίνεται να λειτουργεί ως «προθάλαμος» στον οποίο εκκολάπτονται πρώιμες χωρικές σκέψεις. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι τόσο οι συζητήσεις των παιδιών όσο και η προσπάθεια σύνθεσης του προγράμματος συνοδεύονται από συγκεκριμένη κινησιολογία και συχνές αντιπαραβολές με το φυσικό περιβάλλον στη λογική της διαδικασίας «δοκιμής-λάθους». Ο υπολογιστής είναι διασυνδεδεμένος με το NXT και η δισδιάστατη οθόνη χρησιμεύει ως το περιβάλλον διεπαφής για τον προγραμματισμό και τη συμβολική αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο το ρομπότ θα κινηθεί σε πραγματικό χώρο. Αυτή η σχεδόν ταυτόχρονη ή έστω εναλλασσόμενη κι αλληλοτροφοδοτούμενη δισδιάστατη και τρισδιάστατη αναπαράσταση των κινήσεων του ρομπότ πιθανόν να υποστηρίζει την ανάπτυξη ευελιξίας με μετατόπιση μεταξύ των διαφορετικών προβολικών σχέσεων και διαστάσεων. Ακριβώς αυτή η μετατόπιση μεταξύ των διαστάσεων προσθέτει πολύ μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στη χωρική λογική που απαιτείται για τον προγραμματισμό ενός ρομπότ τύπου NXT/EV3 σε σύγκριση με τη μετακίνηση ενός περιηγητή εδάφους ο οποίος προγραμματίζεται με αυτούσια και απευθείας δράση σε πραγματικό περιβάλλον χωρίς τη διαμεσολάβηση υπολογιστή.

Βασιζόμενοι στην τυπολογία του Bruner (βλ. σχετικά ενότητα 2.5), θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι ακριβώς αυτή η ταυτόχρονη προβολή του εικονικού κόσμου (η οθόνη του λογισμικού όπου ο συντίθεται η ακολουθιακή δομή του προγραμματισμού) και του φυσικού κόσμου (εν προκειμένω η μακέτα όπου κινείται το ρομπότ) οδηγεί τα παιδιά σε αναπαραστάσεις που φαίνεται πως δεν μπορούν να ταξινομηθούν ως αποκλειστικά πραξιακές, εικονικές ή συμβολικές. Η δράση των παιδιών ως «πράξη» στο περιβάλλον οργανώνεται γύρω από τις διαδικασίες προγραμματισμού με συγκεκριμένο τρόπο (σύρσιμο και εναπόθεση εντολών στο περιβάλλον της οθόνης), η εμπειρία διαμεσολαβείται από συμβολικά κωδικοποιημένες ενέργειες με τη μορφή εικονιδίων που υποδηλώνουν έντονα τις λειτουργίες τους και τα πραγματικά αποτελέσματα της κίνησης σε πραγματικό χώρο είναι άμεσα εξαρτώμενα από την εισαγωγή των κατάλληλων εντολών, σε λογική διάταξη στο πλέγμα προγραμματισμού. Επομένως η τακτική που απαιτείται για τον χειρισμό του NXT (λογισμικό και ρομπότ) αξιοποιεί και μετουσιώνει πλήρως τη φιλοσοφία του Bruner περί ταυτόχρονων, μη σειριακών και συχνά αλληλοτροφοδοτούμενων πραξιακών, εικονικών και συμβολικών αναπαραστάσεων. Ενδεχομένως και να αποτελεί πεδίο ταυτόχρονης και ισότιμης εμπλοκής σκέψης και δράσης με μη διακριτά όρια διαχωρισμού του ενός από το άλλο, γεγονός που κατά τους Davis et al. (2015), σημαίνει ότι η αίσθηση, η ερμηνεία, η κατασκευή, μετακίνηση και τοποθέτηση μπορούν να συμβαίνουν ακόμα και σε απόλυτη παραλληλία.

Επομένως, δεδομένου ότι στο πλαίσιο της προσπάθειας των παιδιών να οπτικοποιήσουν και να εξωτερικεύσουν την σκέψη και τις

ιδέες τους για τις χωρικές σχέσεις κι έννοιες, οδηγούμαστε σε συγκερασμό και αξιοποίηση ψηφιακού και απτικού σημειωτικού συστήματος, σε ανάλογα διδακτικά σενάρια προτείνεται η συνύπαρξη εργαλείων που συνδυάζουν απτική και ψηφιακή αλληλεπίδραση. Η ταυτόχρονη συνύπαρξη πολλών αναπαραστατικών εργαλείων με άμεσο και ορατό αποτέλεσμα τόσο στο φυσικό περιβάλλον (όπως π.χ. η κίνηση της Bee-Bot και του NXT στον χώρο της μακέτας) όσο και σε συνθήκες οθόνης υπολογιστή (όπως π.χ. στο περιβάλλον προγραμματισμού του NXT) φαίνεται πως προσφέρει στα παιδιά τη δυνατότητα για βιωματικό πειραματισμό και επιβεβαίωση των ιδεών τους (διαδικασία δοκιμής-λάθους) στον χώρο και στο περιβάλλον μέχρι να προσεγγίσουν ικανοποιητικά τις υπό διερεύνηση έννοιες και διαδικασίες. Επιπλέον η συνύπαρξη πολλαπλών εργαλείων και μέσων αναπαράστασης (ψηφιακών-απτικών), φαίνεται πως ενισχύει την εκτίμηση της αξίας των δεξιοτήτων (προ)σχεδιασμού και αποσφαλμάτωσης που ευνοούν τόσο την αιτιολόγηση όσο και τη σύγκριση απόψεων στο πλαίσιο της ολομέλειας σε σχέση με την επίτευξη του εκάστοτε τελικού στόχου.

Υπό το πρίσμα της προσέγγισης του χώρου με πολλαπλά μέσα και κυρίως με πρακτικές πραξιακής αναπαράστασης, ιδιαίτερη αξία αποκτά η συζήτηση σχετικά με την ταύτιση της ΕΡ και της ενσώματης εμπειρίας του χώρου. Σύμφωνα με τους Catlin & Blamires (2007) η ενσώματη πρακτική αφορά τον τρόπο με τον οποίο καταλήγουμε σε κατανόηση εννοιών και υποκειμενικά νοήματα αλλά και το πώς τα επικοινωνούμε στους «άλλους» χρησιμοποιώντας το σώμα μας -ως βασικό αισθητηριακό όργανο και δέκτη αλλά ενίοτε και πομπό πληροφορίας- για να αλληλεπιδράσουμε με το περιβάλλον, τα αντικείμενα και τις σχέσεις που αναπτύσσονται (Adam & Galinsky, 2012 ·Grafton, 2009, Varela et al., 1991). Η ΕΡ φαίνεται ότι βασίζεται ακριβώς σε αυτού του είδους την ενσώματη πρακτική αφού απαιτεί αξιοποίηση και συσχετισμό στοιχείων του «πραγματικού κόσμου» και του ψηφιακού σε περιβάλλον οθόνης με κύριο διαμεσολαβητικό όργανο το ίδιο το σώμα του ατόμου. Με άλλα λόγια, για την επιτυχή σύνταξη κώδικα ο οποίος θα ορίσει την επιθυμητή κίνηση και συμπεριφορά σε (ψηφιακές ή απτές) ρομποτικές οντότητες στο πλαίσιο συγκεκριμένων σεναρίων, είναι απαραίτητο να ταυτιστεί με αυτούσια δράση σε πραγματικό περιβάλλον και αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω αλληλοτροφοδότησης νοητικών κι ενσώματων διεργασιών. Στη διαδικασία αυτή έχει άμεση επίπτωση στο τελικό αποτέλεσμα σύνθεσης κώδικα, η (μετα)κίνηση του ίδιου του σώματος ή άλλων αντικειμένων του περιβάλλοντος, η δυνατότητα επίδειξης στους άλλους του τι συμβαίνει με την προσομοίωση ή με τον κώδικα που εκτελείται και τα αποτελέσματα που έχει σε πραγματικό χρόνο απαιτώντας έτσι την εμπύθηση του παιδιού στη διαδικασία προγραμματισμού με πρακτικές απόλυτα βιωματικές και ενσώματες.

9.4 Ανάπτυξη υπολογιστικού τρόπου σκέψης

Στο πλαίσιο συνεργατικής προσπάθειας του προγραμματισμού και του ελέγχου της κίνησης ρομποτικής κατασκευής για την εκτέλεση συγκεκριμένων αποστολών σε περιβάλλον μικροχώρου μακέτας, τα παιδιά μαζί με τον ενήλικο (ερευνητή), έρχονται σε μια «αβίαστη» επαφή τόσο με ευρύτερες μαθηματικές ιδέες και διαδικασίες (π.χ. απλές πράξεις υπολογισμού της απόστασης, η αναπαράσταση, η συμβολοποίηση, αλλά και μοντελοποίηση της κίνησης) όσο και με πιο συγκεκριμένες χωρικές έννοιες και διαδικασίες η κατάκτηση των οποίων αποτελούσε από την αρχή τον κατεξοχήν γνωστικό στόχο του διδακτικού πειράματος. Επιπλέον, δεδομένης της χρήσης συγκεκριμένων εργαλείων (Bee-Bot , NXT, υπολογιστής), αναδύονται σε σημαντικό βαθμό ευκαιρίες ανάπτυξης υπολογιστικού τρόπου σκέψης. Έτσι γίνεται ευθεία αναφορά σε διαδικασίες και ανώτερες νοητικές λειτουργίες όπως ο ορισμός και η διατύπωση του προβλήματος, η αναζήτηση, εφαρμογή, αυτοματοποίηση πιθανών λύσεων μέσω της αλγοριθμικής πρακτικής, η οργάνωση και ανάλυση δεδομένων με λογικό τρόπο καθώς επίσης και η αναπαράσταση δεδομένων μέσω αφαιρετικών μοντέλων (βλ. 6.1 κι ενδεικτικά Πίνακα 12 & 13). Τέλος σημαντική είναι η δυνατότητα για γενίκευση και μεταφορά της παραπάνω διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων σε ευρύτερο πεδίο εφαρμογών είτε αυτό αφορά γνωστικά αντικείμενα τυπικής μάθησης (π.χ. μαθηματικά) είτε αλληλεπίδραση με άλλα εργαλεία και διαδικασίες σε ελεύθερο πλαίσιο παιχνιδιού κι έκφρασης κ.α.

Προκειμένου να υποστηριχθούν καλύτερα οι παράπλευρες διαπιστώσεις μας σε σχέση με το πώς η ΕΡ είναι σε θέση να ενισχύσει σημαντικά την ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης κατά την προσχολική ηλικία, θα ήταν χρήσιμο να εστιάσουμε συνοπτικά στα στοιχεία στα οποία συνίσταται αυτός ο τρόπος σκέψης και δράσης (Howland et al, 2009) και ο οποίος δε σχετίζεται μόνο με βασικές έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών, αλλά έχει μεγάλη σημασία για μη-προγραμματιστές επίσης:

- Η ικανότητα κατανόησης και διατύπωσης οδηγιών για τη διεξαγωγή μιας διαδικασίας με σαφήνεια και ακρίβεια. Αυτή η συγκεκριμένη ικανότητα σχετίζεται με την τεκμηρίωση των οδηγιών βήμα προς βήμα για την επίλυση οποιωνδήποτε αμφισημιών και παρανοήσεων και φυσικά για τη σχεδίαση της ροής ελέγχου, έτσι ώστε οι δομές προγραμματισμού και οι λειτουργίες να υλοποιούνται στη σωστή σειρά (π.χ. συνθήκες κλπ.). Στην έρευνά μας, ένα από τα πρώτα βήματα που έπρεπε να κάνουν τα παιδιά προτού προχωρήσουν σε χρήση υπολογιστή ή διαδικασίες απτικού προγραμματισμού, ήταν ακριβώς το να σκεφτούν την «αποστολή» τους και να συζητήσουν σχετικά με την υπόλοιπη ομάδα. Στη συνέχεια έπρεπε να προσπαθήσουν να αναπαραστήσουν γραφικά τις σκέψεις τους για τα απαιτούμενα βήματα και ενέργειες που αργότερα θα «μεταφράζονταν» σε πλήρες εκτελέσιμο πρόγραμμα.
- Η ικανότητα σχεδιασμού ενός συστήματος που αποτελείται από ξεχωριστά, διαδοχικά και αλληλοσυνδεδεμένα μέρη με σαφώς

καθορισμένη κατανομή ευθύνης και λειτουργικότητας. Πιο συγκεκριμένα, αυτό σχετίζεται με την «ανάλυση» και κατάτμηση των προβλημάτων σε απλά και πιο ξεχωριστά μέρη, γεγονός που εξασφαλίζει ότι τα συστατικά ενός προγράμματος δεν αλληλεπικαλύπτονται και ότι ενώ κάθε λειτουργία έχει τη δική της εγκυρότητα και μοναδικότητα, εξακολουθεί να είναι ένα κομμάτι της προγραμματιστικής αλυσίδας και μέρος της «μεγαλύτερης εικόνας» του τελικού προγράμματος που οδηγεί στο επιθυμητό αποτέλεσμα (π.χ. κίνηση της Bee-Bot ή του NXT στη μακέτα). Στη συνεργασία μας με τα παιδιά κατά τη διάρκεια του διήμερου διδακτικού πειράματος τείναμε να ευνοήσουμε αυτόν τον τρόπο σκέψης που βοηθά στη διασύνδεση της διαδικασίας προγραμματισμού με ορατά και απτά αντικείμενα και αποτελέσματα, δεδομένου ότι κάθε φορά η πρόθεση ήταν να επαληθευθούν άμεσα οι υποθέσεις που προκύπταν κατά τη φάση του σχεδιασμού της διαδρομής.

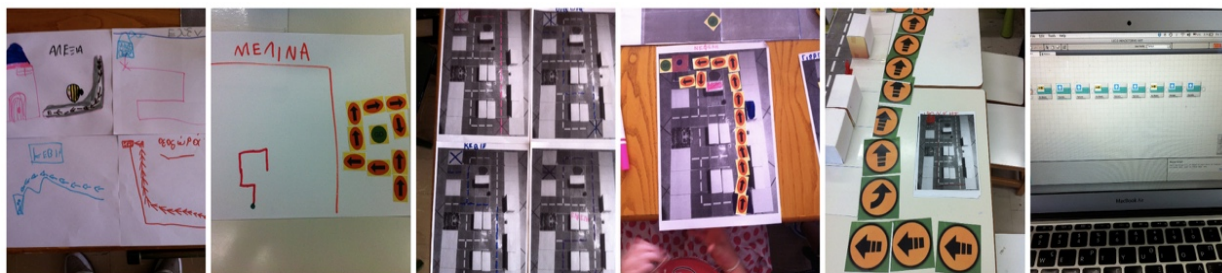
- Κατανόηση ότι μια σύνθετη συμπεριφορά του συστήματος δε μπορεί να υφίσταται αυτόνομα, αλλά είναι αποτέλεσμα και ενός συνόλου αναπαραστάσεων και αλληλεπιδράσεων που βασίζονται σε συγκεκριμένους κανόνες και ιδιαίτερα σε αλληλοτροφοδοτούμενες διαδικασίες αποσφαλμάτωσης. Στην περίπτωση των δραστηριοτήτων μας, στις περισσότερες - αν όχι σε όλες - περιπτώσεις, στοχεύσαμε στο να βοηθήσουμε τα παιδιά να κατανοήσουν και να υιοθετήσουν την κυκλική διαδικασία που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί και προγραμματιστές του πραγματικού κόσμου. Τα βήματα της περιλαμβάνουν εντοπισμό ενός προβλήματος, αναζήτηση ιδεών, εφαρμογή, βελτίωση και ανταλλαγή λύσεων με άλλους μέχρι την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Συνοπτικά, ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα εκπαιδευτικών σεναρίων που εμπλέκουν τεχνολογίες ελέγχου, είναι ότι στα παιδιά προσφέρεται ένα περιβάλλον όπου μπορεί να εξυπηρετηθεί αβίαστα και κυρίως ασυνείδητα η ενασχόληση με την αλληλουχία των εντολών που συνθέτουν το εκτελέσιμο πρόγραμμα του ρομπότ (Kazakoff & Bers, 2012 · Kazakoff et al., 2013). Μη συνειδητή ενασχόληση σημαίνει ότι τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες παιγνιώδους χαρακτήρα και συνήθως με προκλήσεις και προβλήματα ανοιχτής λύσης και όχι προκαθορισμένων βημάτων, γεγονός που συνάδει με την εγγενή ανακαλυπτική τάση της πρώτης παιδικής ηλικίας. Η επιλογή της ορθής εντολής, η ταξινόμηση και η σειριακή τοποθέτηση των στοιχείων του ψευδοκώδικα, είναι μια τμηματική διαδικασία ιδιαίτερας σημαντικής για την εξελικτική πορεία του τρόπου σκέψης παιδιών προσχολικής και πρώτης σχολικής ηλικίας. Η ταξινόμηση και τοποθέτηση σε συγκεκριμένη αλληλουχία αποτελεί συνιστώσα μιας διαχρονικής και καθολικής πρακτικής σχεδιασμού και αφορά την τοποθέτηση είτε αντικειμένων ή δράσεων σε σωστή σειρά (Zelazo et al. 1997), γεγονός που συναντάται σε πολλές περιστάσεις της σχολικής (και όχι μόνο) καθημερινότητας όπως για παράδειγμα στην αφήγηση μιας ιστορίας, σε μια λογική ακολουθία, σε αρίθμηση στη σειρά,

στη κατανόηση της ακολουθίας των δραστηριοτήτων της ημέρας κλπ. Εξάλλου, οι ακολουθίες, η διαλογή, η μέτρηση και ο εντοπισμός και αναγνώριση μοτίβων, αποτελούν δομικά στοιχεία των διαδικασιών ανάπτυξης μαθηματικής σκέψης του παιδιού. Με αυτές τις θεμελιώδεις δεξιότητες τα παιδιά έχουν τη δυνατότητα να «μαθηματοποιούν» το περιβάλλον γύρω τους (Sarama & Clements, 2009) στην περίπτωση που αντιμετωπίζουν μια γνωστική πρόκληση η οποία απαιτεί ποσοτικοποίηση διαδικασιών και στοιχείων του χώρου και προσέγγιση προβλημάτων με λογική και αναλυτική σκέψη, κάτι που υποστηρίζεται εξάλλου και από πρόσφατες έρευνες (Kazakoff & Bers, 2012 · Kazakoff et al., 2013).

Στην έρευνά μας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, τα παιδιά σε μεγάλο βαθμό εκτέθηκαν σε ευκαιρίες και διαδικασίες προγραμματισμού και αλγοριθμικής σκέψης με έμμεσο, παιγνιώδη τρόπο (βλ. 6.1 κι ενδεικτικά Πίνακα 12 & 13) και κυρίως μέσω συμβολικών διαδικασιών και πολύσημων αναπαραστάσεων που είτε παρήγαγαν τα ίδια είτε χρειάστηκε να αντιληφθούν και να αξιοποιήσουν έμπρακτα (βλ. Εικ. 36). Αν και από τη μεριά μας ο στόχος δεν ήταν άμεσα η διερεύνηση της ανάπτυξης υπολογιστικού τρόπου σκέψης και βασικών δεξιοτήτων προγραμματισμού, εντούτοις στη προσπάθειά τους να ορίσουν την κίνηση τόσο της Bee-Bot όσο και του NXT στο μικροπεριβάλλον μακέτας, διαπιστώσαμε πως τα παιδιά ήρθαν σε άμεση επαφή με:

- Πρακτικές προσχεδιασμού δράσης και οργάνωσης δεδομένων.
- Διαδικασίες αποσφαλμάτωσης.
- Δράση κατόπιν δοκιμής-λάθους.
- Άμεση συσχέτιση κι επαλήθευση σκέψης-δράσης.
- Διαδικασίες επεξήγησης τρόπου σκέψης-δράσης κι ερμηνείας δεδομένων και αποτελεσμάτων.
- Συνθήκες αλληλουχίας εντολών (ακολουθία).
- Την αναγκαιότητα επιβεβαίωσης της επίτευξης στόχου.
- Πρακτικές μετάβασης από τη συγκεκριμένη στην αφαιρετική σκέψη που υποβοηθά την επαναχρησιμοποίηση της γνώσης, τη μορφοποίηση στρατηγικών και τη διερεύνηση συνδέσεων μεταξύ του συνόλου και των τμημάτων.



Εικόνα 36. Εξελικτική πορεία υπολογιστικής σκέψης. Από τον σχεδιασμό στη πράξη.

9.5 Συνεισφορά της έρευνας

Η μέχρι τώρα έρευνα έχει δείξει ότι δεν υπάρχει ένα συστηματικό, τεκμηριωμένο πλαίσιο για την αξιοποίηση της ΕΡ για διδασκαλία χωρικών εννοιών σε περιβάλλοντα προσχολικής ηλικίας. Αυτό που φαίνεται να λείπει είναι μια συμπαγής παιδαγωγική πρόταση για την καλλιέργεια της χωρικής σκέψης στη προσχολική ηλικία μέσα από συνεργατικές δραστηριότητες ΕΡ. Δεδομένης της έλλειψης αυτής, η παρούσα έρευνα φιλοδοξεί να συμβάλει σε δύο επίπεδα.

Αφενός στοχεύει στην ανάδειξη της δυναμικής που εμπεριέχεται στη συνδυαστική χρήση πρακτικών σύνθεσης απτικού και ψηφιακού κώδικα για τον προγραμματισμό συσκευών όπως η Bee-Bot και το NXT και την ενίσχυση των πραξιακών αναπαραστάσεων του χώρου από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Σημαντική κρίνουμε επίσης την έμφαση στην αξιοποίηση των εργαλείων ΕΡ για την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων με παράλληλη μετατόπιση του ρόλου τους από μέσα πρόωθησης αποκλειστικά δεξιοτήτων προγραμματισμού σε εργαλεία δημιουργίας πολύσημων και βιωματικών αναπαραστάσεων χωρικών διαδικασιών και σχέσεων.

Αφετέρου, η έρευνά μας αποσκοπεί στο να παράσχει έμμεσα μια πρόταση για τη σχεδίαση διδακτικών παρεμβάσεων που ενθαρρύνουν την εμπλοκή των παιδιών προσχολικής ηλικίας σε διαδικασίες χωρικής σκέψης, αιτιολόγησης και αντίληψης αλλά και επαφής με προέννοιες και διαδικασίες προγραμματισμού (σύνθεση ψευδοκώδικα, αποσφαλμάτωση, αλληλουχία εντολών, επιλογή κατάλληλης προγραμματιστικής δομής ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες του εκάστοτε προβλήματος κ.α.). Η πρόταση αυτή δυνητικά και υπό προϋποθέσεις θα μπορούσε να εφαρμοστεί στο πρόγραμμα νηπιαγωγείων ή/και σε δομές που προσφέρουν προγράμματα μη τυπικής μάθησης (π.χ. Κέντρα Δημιουργικής Απασχόλησης κ.α.). Το προτεινόμενο πλαίσιο περιλαμβάνει συγκεκριμένες και διακριτές φάσεις σχεδιασμού και υλοποίησης διδακτικών σεναρίων τα οποία εδράζονται στην ενεργή και ισότιμη εμπλοκή όλων των παιδιών της ομάδας, στην ύπαρξη προβλημάτων ανοιχτής λύσης, στη δημιουργικά και διακριτικά παρεμβατική συμμετοχή του διδάσκοντα ως «διευκολυντή» και εμπνευστή και στη συνεχή τροφοδότηση με πολύσημα εργαλεία αλλά και ευκαιρίες για αυθόρμητη και δημιουργία νέων. Πιο συγκεκριμένα, η πρότασή μας διαρθρώνεται στους εξής κύκλους:

- Στάδιο ενεργοποίησης των παιδιών σε σχέση με τεχνολογίες ελέγχου και γνωριμία με τα εργαλεία, τις διαδικασίες και τη γλώσσα επικοινωνίας με τα ρομπότ.
- Στάδιο γνωριμίας με το περιβάλλον και το παιδαγωγικό σενάριο. Γνωριμία με τον χώρο μέσω πολλαπλών αναπαραστατικών μέσων (φωτογραφίες, ιχνογραφήματα κλπ.) που βοηθούν τη χωρική αντίληψη και δημιουργούν τις πρώτες συνδέσεις και σχέσεις μεταξύ εργαλείων, υλικών και υποκειμένων. Διευκόλυνση αντίληψης πρώιμων προβολικών σχέσεων. Ενδυνάμωση της αίσθησης της ομάδας μέσα από κοινές εκτιμήσεις και υποθέσεις που

προκύπτουν στην ολομέλεια και αποτελούν τη βάση για μελλοντική δράση στο χώρο.

- Στάδιο πειραματισμού με περιηγητή εδάφους με βάση δομημένο σενάριο και τον σχεδιασμό που προηγήθηκε. Διαδικασίες αλληλοτροφοδότησης στο πλαίσιο της ομάδας, έλεγχος υποθέσεων μέσα από τακτικές δοκιμής-λάθους κι επαλήθευση επίτευξης στόχων. Στο στάδιο αυτό παρέχεται στα παιδιά η δυνατότητα βιωματικής κατανόησης των διαδικασιών προγραμματισμού, της δυναμικής που παρέχει η σχεδίαση της δράσης μας στο πραγματικό περιβάλλον αλλά και των δυνατοτήτων και του τρόπου λειτουργίας του προγραμματιζόμενου παιχνιδιού. Σε αυτή τη φάση επιχειρείται η μετάβαση από την αφαιρετική εξερεύνηση σε περισσότερο δομημένη δραστηριότητα μέσω, κυρίως, ενσώματης αντίληψης εννοιών και διαδικασιών.
- Στάδιο πειραματισμού με την τεχνολογικά ελεγχόμενη συσκευή (π.χ. τύπου NXT/EV3 ή κατασκευής ανοιχτής αρχιτεκτονικής) με βάση δομημένο σενάριο και την εμπειρία που προηγήθηκε. Προτείνεται η παροχή προκατασκευασμένων οχημάτων αλλά και δομών εντολών (μπλοκ/εικονοεντολές) με αναπαράσταση της κίνησης κατανοητή για τα παιδιά (ιδανικά εμπνευσμένα και σχεδιασμένα από τα ίδια σε πρότερο στάδιο σε συνεργασία με τον/την εκπαιδευτικό). Διαδικασίες αλληλοτροφοδότησης στο πλαίσιο της ομάδας, έλεγχος υποθέσεων μέσα από τακτική δοκιμής-λάθους και επαλήθευση επίτευξης στόχων. Σύγκριση με τις διαδικασίες προγραμματισμού της κίνησης του περιηγητή εδάφους. Εμπλοκή σε πιο σύνθετες διαδικασίες προγραμματισμού, υπολογιστικής σκέψης αλλά και διαμεσολάβησης πιο σύνθετων αναπαραστατικών μέσων και συμβολικών συστημάτων.
- Στάδιο αποτίμησης της εξέλιξης των παιδιών στο ζήτημα της μεταφοράς δεξιοτήτων επίλυσης χωρικού προβλήματος και χωρικής σκέψης σε νέα περιβάλλοντα και με νέα εργαλεία όπως αυτά ενός αυτόνομου λογισμικού που να περιλαμβάνει τόσο τις διαδικασίες προγραμματισμού της κίνησης όσο και την αναπαράσταση της ίδιας της κίνησης σε πλαίσιο συγκεκριμένων σεναρίων.
- Στάδιο αποτίμησης με συζήτηση στην ολομέλεια και αναπαράσταση των αντιλήψεων των παιδιών με ποικίλα αναπαραστατικά μέσα (κατασκευές, ψηφιακά έργα σε περιβάλλον λογισμικού, σχέδια, χάρτες, διαγράμματα ροής κλπ.).

Επιπλέον, ένα από τα δομικά στοιχεία συνεισφοράς της παρούσας έρευνας θεωρούμε πως είναι τόσο η λεπτομερής εστίαση στο πλέγμα των συνεργασιών στο πλαίσιο του διδακτικού πειράματος όσο και η καταγραφή των αλληλεπιδράσεων που ευνοούνται από δραστηριότητες ΕΡ. Στη βάση αυτή πιστεύουμε ότι τεκμηριώνεται η δυνατότητα της ΕΡ να προκαλεί αυθόρμητες ευκαιρίες συνεργασίας, αλληλοϋποστήριξης και αλληλοδιδασκαλίας μεταξύ των παιδιών ενώ παράλληλα στοιχειοθετείται μία τυπολογία παρεμβάσεων του ερευνητή/εμπνευστή με τρόπο τέτοιο που να προτείνει και σε άλλους/ες εκπαιδευτικούς ένα μοντέλο σχεδίασης και διαχείρισης ανάλογων επεισοδίων. Με αυτόν τον

τρόπο, προτείνονται πρακτικές διακριτικής διευκόλυνσης και διαμεσολάβησης των διαδικασιών αλληλεπίδρασης μεταξύ παιδιών και εργαλείων. Θεωρούμε πως τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνά μας, έχουν άμεσο ενδιαφέρον για εκπαιδευτικούς, παιδαγωγούς κι εμπυχωτές που δραστηριοποιούνται στο χώρο της προσχολικής αγωγής και οι οποίοι έχουν την πρόθεση να εμπλουτίσουν τα καθημερινά εργαλεία και τις πρακτικές τους σε σχέση με τη διευκόλυνση της προσέγγισης των μαθηματικών, της τεχνολογίας και του χώρου από παιδιά νηπιαγωγείου.

Επίσης, ο συνδυασμός πρακτικών και εργαλείων που πραγματοποιήσαμε στο πλαίσιο της έρευνας, μας οδήγησε σε χρήσιμη εμπειρία σε ό,τι αφορά συνολικά την οργάνωση ενός διδακτικού πειράματος με επίκεντρο εφαρμογές ΕΡ. Υπό το πρίσμα μίας ευρύτερης προβληματικής που αφορά προσέγγιση διαφόρων εννοιών και μαθησιακών πεδίων σε τάξεις νηπιαγωγείου και όχι μόνο τις χωρικές δεξιότητες που αποτέλεσαν επίκεντρο της έρευνάς μας, θεωρούμε πως αναδεικνύεται έντονα η ανάγκη για την καθιέρωση μιας ξεχωριστής γωνιάς ΕΡ όπως αντίστοιχα υπάρχει παραδοσιακά η «γωνιά του υπολογιστή», η «γωνιά της παρούλας» και ο χώρος κατασκευών, ζωγραφικής και απτικής δράσης με τα παιδιά. Περισσότερο από ποτέ, δεδομένης και της δημοφιλίας της ΕΡ από τις μικρές ακόμα ηλικίες αλλά και χάρη στην ύπαρξη πολλών νέων συστημάτων ρομποτικής (με ιδιαίτερα πολλές προσφερόμενες δυνατότητες) για νήπια (π.χ. Bee-Bot, Blue-Bot, Pro-Bot, Botley, Kids First Coding κ.α.), η πρότασή μας για δημιουργία εξειδικευμένου χώρου ΕΡ εντός της τάξης του νηπιαγωγείου με συγκεκριμένο εξοπλισμό, προτεινόμενες πρακτικές και προδιαγραφές, καθίσταται ρεαλιστική ώστε να αξιοποιηθεί στοχευμένα η δυναμική όλων αυτών των εργαλείων στις μικρές ηλικίες.

Τέλος, δεδομένης της μέχρι τώρα έρευνας και των περιορισμών που ενδεχομένως περιόρισαν την πλήρη δυναμική της, θα μπορούσαμε να πούμε ότι στο εγγύς μέλλον θα ήταν σκόπιμη η υλοποίηση ανάλογων διδακτικών σεναρίων με μεγαλύτερο εύρος δείγματος του ίδιου ηλικιακού φάσματος (προσχολική ηλικία). Πιθανά σημαντική να είναι μελλοντικά μια απόπειρα εμπλοκής παιδιών μεγαλύτερης ηλικίας γιατί φαίνεται πως η σύγχυση χωρικών εννοιών δεν εξαλείφεται σε επαρκή βαθμό ακόμα μέχρι και την ηλικία των 8-9 ετών (Nardini et al., 2008). Επιπλέον, αν και παρόμοια ζητήματα έχουν μελετηθεί στο παρελθόν, φαίνεται πως η ύπαρξη νέων τεχνολογιών και νέων τρόπων αντίληψης του χώρου γύρω μας, επανεκκινεί τη συζήτηση σε σχέση με την αποτελεσματικότητα παραδοσιακών χωρικών εργαλείων και έργων. Είναι σαφές ότι οι νέες τυπολογίες διεπαφών χρήσης όπως οι οθόνες αφής, τα συστήματα εικονικής πραγματικότητας και εμπύθησης, τα περιβάλλοντα επαυξημένης πραγματικότητας αλλά και συστήματα διαδραστικής προβολής είναι σε θέση να διευρύνουν τις προοπτικές της ενσώματης μάθησης και αντιληπτικότητας προς όφελος της ανάπτυξης κι εξάσκησης χωρικών δεξιοτήτων από τις μικρές κιόλας ηλικίες. Επομένως, μια αυξημένης κλίμακας έρευνα με πρότερη επιμόρφωση εν ενεργεία εκπαιδευτικών (που θα έχουν σαφώς πολλαπλασιαστικό χαρακτήρα) αλλά και χρήση ευρύτερης τυπολογίας εργαλείων «νέας γενιάς» και με παράλληλη αξιοποίηση των παρόντων ευρημάτων φαίνεται να έχει νόημα.

Αντί επιλόγου

Στη παρούσα διατριβή συζητιέται η πιθανή συνεισφορά εφαρμογών ΕΡ στην ανάπτυξη κι εξέλιξη της χωρικής σκέψης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Αν και κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής του διδακτικού πειράματος και της συγγραφής της τελικής διατριβής είναι πολύ πιθανό να μελετήθηκαν ανάλογα ζητήματα για το ίδιο ηλικιακό φάσμα εκπαίδευσης (προ-νήπια) εντούτοις με βάση τη συνολική βιβλιογραφική επισκόπηση δε φαίνεται να έχει υπάρξει μέχρι σήμερα έρευνα η οποία να εξετάζει στοχευμένα τη δυναμική που εμπεριέχεται στη συνδυαστική χρήση εργαλείων και συστημάτων ΕΡ που να διαθέτουν διαφορετικά λειτουργικά χαρακτηριστικά (πρακτικές απτικού προγραμματισμού και χειρισμός κατασκευής μέσω σύνθεσης κώδικα σε ψηφιακό περιβάλλον) με σκοπό την ανάπτυξη και βελτίωση της χωρικής σκέψης και δράσης παιδιών προσχολικής ηλικίας. Επιπλέον, σημαντικές εκφάνσεις, διδακτικές προεκτάσεις και χρήσιμα συμπεράσματα που προκύπτουν συνολικά απ' όλη την έρευνα τεκμηριώνονται στη βάση θεωρητικού πλαισίου που επιπλέον αιτιολογεί τόσο την επιλογή των εργαλείων και των συνθηκών έρευνας όσο και το ερμηνευτικό πλαίσιο υπό το οποίο αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα μας.

Θεωρούμε πως τα επιμέρους αποτελέσματα, τα τελικά συμπεράσματα και συνεπαγωγικά η συνεισφορά τους μπορούν να ενδιαφέρουν άμεσα ερευνητές στον χώρο της μαθηματικής και προσχολικής εκπαίδευσης και των εκπαιδευτικών τεχνολογικών γενικότερα και φυσικά νηπιαγωγούς κι εμπψυχωτές που δραστηριοποιούνται στο χώρο της πρώτης σχολικής ηλικίας. Σε δεύτερο χρόνο, ενδιαφέρον αναμένεται να έχουν και για εκπαιδευτές και εκπαιδευτικούς άλλων βαθμίδων, οι οποίοι βλέπουν στο πεδίο της ΕΡ ουσιώδεις ευκαιρίες για παιδαγωγική καινοτομία και βελτίωση των διδακτικών-μαθησιακών διαδικασιών της καθημερινότητας της τάξης. Πιστεύουμε πως κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί ακόμα και με στοχοθεσία η οποία διαφέρει ριζικά από αυτή που παραδοσιακά επιβάλλεται έστω και έμμεσα από εργαλεία που σχετίζονται με διαδικασίες προγραμματισμού και σύνθεσης (ψευδο)κώδικα. Τέλος, θεωρούμε ότι ο κοινωνικοπολιτισμικός χαρακτήρας του ερμηνευτικού πλαισίου των δεδομένων της έρευνας αλλά και η έμφαση στις γλωσσικές αλληλεπιδράσεις και τα εργαλεία που εξυφαίνουν τις σχέσεις των πρωταγωνιστών του διδακτικού πειράματος, εκτός από χρήσιμα για τη κατανόηση των τελικών συμπερασμάτων, μπορούν να αποτελέσουν και οδηγό για το σχεδιασμό ανάλογων βελτιωμένων σεναρίων στο μέλλον.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Αναγνωστάκης, Σ., & Μακράκης, Β. (2010). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης τεχνολογικού εγγραμματισμού και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας: Μια έρευνα δράση σε μαθητές Δημοτικού. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010.

Αναγνωστάκης, Σ. & Φαχαντίδης, Ν. (2014). Διερεύνηση για σχεδιασμό κατάλληλου πλαισίου προετοιμασίας των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. Στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Κρήτης, 3-5 Οκτωβρίου 2014, Ρέθυμνο.

Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η. & Δημητριάδης Σ. (2008). "Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης", 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής, Πάτρα

Βοσνιάδου, Σ. (2004). Εισαγωγή στην Ψυχολογία. Α΄. Αθήνα: Gutenberg.

Δημητρίου, Α., & Ευκλείδη, Α. (1988). Εμπειρικός Βιωματικός Δομισμός: Δεδομένα, αρχές και υποθέσεις μιας νεοπιαζετιανής θεωρίας. Νέα Παιδεία, 51, 36-47 & 52, 30-39.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή. (2014). Ψηφιακό θεματολόγιο για την Ευρώπη. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2DKvfa0> (προσπελάστηκε στις 8/12/2018)

Ζαχαράκη Μ., Χρονάκη Α., Κούριας Σ. (2014). «Μελετώντας την κίνηση ενός ρομπότ: Προς μια αβίαστη επαφή με μαθηματικές ιδέες», Στα πρακτικά του 5ου Συνεδρίου Ένωσης Ερευνητών Διδακτικής των Μαθηματικών (Ε.ΝΕ.ΔΙ.Μ) ΕΝΕΔΙΜ, 14-16 Μαρτίου 2014, Φλώρινα.

ΙΕΠ/Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2014). Πρόγραμμα σπουδών Νηπιαγωγείου: Αναθεωρημένη έκδοση. Αθήνα. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2pUv3Oy> (προσπελάστηκε στις 8/12/2018)

Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. (2006). Οι ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης. 5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2006.

Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2005). Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου

Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005.

Κόμης, Β. (2004). Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών. Αθήνα: Νέων Τεχνολογιών.

Κυριαζή, Ν. (1998). Η Κοινωνιολογική Έρευνα και η Κατασκευή της Κοινωνικής Πραγματικότητας. Το Παράδειγμα της Ποσοτικής Προσέγγισης. Στο Γ. Παπαγεωργίου (Επιμ.), Μέθοδοι στην Κοινωνιολογική Έρευνα (σσ. 293-313). Αθήνα: Τυπωθήτω.

Κυριαζή, Ν. (2009). Η Κοινωνιολογική έρευνα, Κριτική επισκόπηση των μεθόδων και των τεχνικών. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Κωστούλη, Τ. 2002. Διακειμενικότητα και μάθηση στη σχολική τάξη. Στρατηγικές αλληλεπίδρασης και μάθηση στη σχολική τάξη. Στο Πρακτικά του 5ου Διεθνούς Συνεδρίου Ελληνικής Γλωσσολογίας, επιμ. Ch. Clairis, 317-320. Παρίσι: L'Harmattan.

Μισριλή Α., Κόμης, Β., (2012). Αναπαραστάσεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για το προγραμματιζόμενο παιχνίδι Bee-Bot. Στα Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής, Ελλάδα - Φλώρινα, 20 -22 Απριλίου 2012, σελ. 331-340

Μπακαρού, Μ. & Χρονάκη, Α. (2008). Διερεύνηση της Χωρικής Αντίληψης Παιδιών μέσα από Εξερεύνηση Εικονικού Περιβάλλοντος (Αδημοσίευτη ερευνητική εργασία), ΠΤΠΕ, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών σπουδών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). Δ.Ε.Π.Π.Σ.: Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Σπουδών και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών για την Υποχρεωτική Εκπαίδευση, τόμος Α', Αθήνα: ΥΠΕΠΘ, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/1AclR2> (προσπελάστηκε στις 8/12/2018)

Παντίδος, Π. & Ηρακλειώτη, Ε. (2014). Κατασκευή νοήματος και επιστημονικές οντότητες: το φαινόμενο σχηματισμού της σκιάς ως διδακτικό αντικείμενο για μικρά παιδιά. Στο Π. Καριώτογλου & Π. Παπαδοπούλου (επιμ.) Φυσικές επιστήμες και περιβάλλον στην προσχολική εκπαίδευση-Αναζητήσεις και προτάσεις, σσ. 305-318, Εκδόσεις Gutenberg: Αθήνα.

Παπαδάκης, Στ., Ορφανάκης, Β., (2014). Περιβάλλοντα προγραμματισμού για αρχάριους. Scratch & App Inventor: μια πρώτη σύγκριση. Στο Π. Αναστασιάδης, Ν. Ζαράνης, Β. Οικονομίδης, & Μ. Καλογιαννάκης (Επιμ.) Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», 3-5 Οκτωβρίου 2014. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.

Ράπτης, Α. και Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας, Ολική Προσέγγιση, Τομ. Α', Αθήνα.*

Σκουμπουρδή, Χ., & Καφούση, Σ. (2009). Ο Όσκαρ και η Λίζα συζητούν με νήπια για τα σχήματα. *Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, (156), 125-135.

Σκουμπουρδή, Χ. (2012). Σχεδιασμός ένταξης υλικών και μέσων στη μαθηματική εκπαίδευση των μικρών παιδιών. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.

Σκουμπουρδή, Χ. (2014). Ο ρόλος των εκπαιδευτικών υλικών στα μαθηματικά της πρώτης σχολικής ηλικίας. Στο Δ. Χασάπης (επιμ.) Τα μαθηματικά στην προσχολική και στην πρώτη σχολική εκπαίδευση. 12οΔιήμερο Διαλόγου για τη Διδασκαλία των Μαθηματικών, 31-55, Αθήνα. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://bit.ly/2XZHV6C> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Σολομωνίδου, Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία-Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. *Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης, Αθήνα: Μεταίχμιο.*

Σουλιώτου, Α.Ζ. (2016). Η σημασία της προσθήκης των τεχνών στην εκπαίδευση STEM. Συνέδριο HiSTEM 2016 «Hellenic conference on innovating STEM education». Αθήνα 16-18 Δεκεμβρίου 2016. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2CejHzv> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Σταθοπούλου, Χ., Σκουμπουρδή, Χ. & Καφούση, Σ. (2008). Η διδασκαλία των μαθηματικών σε πολυγλωσσικές τάξεις: ανατρέποντας τις κοινωνικές ανισότητες. Στο Χ. Γκόβαρης (επιμ.), Διαπολιτισμική σχολή - Θέματα διδακτικής και μάθησης (σελ. 132-147). Εκδόσεις Ατραπός, Αθήνα.

Τζεκάκη, Μ. (2007). Μικρά Παιδιά Μεγάλα Μαθηματικά νοήματα. Προσχολική και Πρώτη σχολική. Αθήνα: Gutenberg

Τζεκάκη, Μ. (2010). Μαθηματική Εκπαίδευση για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζυγός.

Τσοβόλας, Σ., & Κόμης Β. (2008). Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: Μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής.

Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2010). Ρομποτικές κατασκευές μαθητών δημοτικού: μια ανάλυση με βάση τη θεωρία της Δραστηριότητας. Στο Μ. Γρηγοριάδου, Α. Γόγουλου & Ε. Γουλή (επιμ.), Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική της Πληροφορικής" Αθήνα: ΕΚΠΑ.

Φεσάκης Γ., Τασούλα Ε., (2006). «Σχεδιασμός χειριζόμενης μέσω ΗΥ εκπαιδευτικής ρομποτικής διάταξης για την οικοδόμηση μαθηματικών εννοιών και ανάπτυξη δεξιοτήτων αντίληψης χώρου από νήπια», Περιοδικό «Αστρολάβος» της ΕΜΕ, τεύχος 6, Ιούλιος-Δεκέμβριος 2006, σελ.: 33-54

Φίλιας, Β (2004). Εισαγωγή στη μεθοδολογία και της τεχνικές των κοινωνικών ερευνών. (2η έκδ). Αθήνα :Gutenberg

Χρονάκη, Α. (2008). Το «διδασκτικό πείραμα»: Μελετώντας τη διαδικασία μάθησης και διδασκαλίας. Στο Βασίλειος Σβολόπουλος (Επ.), Σύνδεση Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης. Η Ακαδημαϊκή Πλευρά (σελ. 371-401). Αθήνα: Ατραπός.

Χρονάκη, Α. (2010). Το «Διδασκτικό Πείραμα»: Η ποιοτική μελέτη της μαθησιακής διαδικασίας στο πλαίσιο της διδακτικής πράξης. Στο Πουρκός Μ. Α., Δαφέρμος Μ. (επιμ.), Ποιοτική έρευνα στην Ψυχολογία και την Εκπαίδευση. Επιστημολογικά, μεθοδολογικά και ηθικά ζητήματα. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.

Χρονάκη Α. & Σ. Κούριας (2011). Παιδιά, Ρομπότ και Lego Mindstorms: Καταγράφοντας το ξεκίνημα μιας αλληλεπιδραστικής σχέσης. Στα πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία». Πάτρα, 28-30 Απριλίου 2011

Ξενόγλωσση

Alloway, T. P., & Passolunghi, M. C. (2011). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences*, 21, 133-137.

Abnett, C., Stanton, D., Neale, H., & O'Malley, C. (2001). The effect of multiple input devices on collaboration and gender issues. *Proc. of European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning (EuroCSCL)*, 29-36.

Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), 438.

Acredolo L.P. (1978), «Development of spatial orientation in infancy», *Developmental Psychology*, 14, 224-234.

Adam, H., & Galinsky, A. D. (2012). Enclothed cognition. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48(4), 918-925.

Adamchuk, V., Barker, B. S., Nugent, G., Grandgenett, N., Patent-Nygren, M., Lutz, C., & Morgan, K. (2012). Learning geospatial concepts as part

of a non-formal education robotics experience. In *Robots in K-12 Education: A new technology for learning* (pp. 284-300). IGI Global.

Alibali, M. W., Kita, S., & Young, A. J. (2000). Gesture and the process of speech production: We think, therefore we gesture. *Language and cognitive processes*, 15(6), 593-613.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63e71. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2CgpXpZ> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Alimisis, D., Arlegui, J., Fava, N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E. & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECoP project. *Proceedings for constructionism, 1*, 1-10.

Altanis, G., Boloudakis, M., Retalis, S., & Nikou, N. (2013). Children with motor impairments play a kinect learning game: first findings from a pilot case in an authentic classroom environment. *J Interact Design Architect*, 19, 91-104.

Anagnostakis, S., & Michaelides, P. G. (2006). Laboratory of educational robotics'-an undergraduate course for primary education teacher-students. In *3rd International Conference on Hands-on Science, Braga, Portugal* (pp. 329-335).

Anagnostakis, S., & Michaelides, P. G. (2007). Results from an undergraduate test teaching course on Robotics to Primary Education Teacher-Students (In *4th International Conference on Hands-on Science Development, Diversity and Inclusion in Science Education* (pp. 23-27).

Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. New York, Crown Business.

Ardila, A., Bertolucci, P. H., Braga, L. W., Castro-Caldas, A., Judd, T., Kosmidis, M. H., & Rosselli, M. (2010). Illiteracy: the neuropsychology of cognition without reading. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25 (8), 689-712.

Askildsen, T., Chiocciariello, A., Manca, S., Rausch, M., Sarti, L. (2001). Construction kits made of Atoms and Bits: research findings & perspectives. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2EZQoDh> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Atkin, J. M., & Karplus, R. (1962). Discovery or invention? *The Science Teacher*, 29(5), 45-51.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robot Auton Syst*, 75, 661-670.

Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How Does the Degree of Guidance Support Students' Metacognitive and Problem Solving Skills in Educational Robotics?. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 70-85.

Augello, A., Infantino, I., Manfrè, A., Pilato, G., Vella, F., & Chella, A. (2016). Creation and cognition for humanoid live dancing. *Robotics and Autonomous Systems*, 86, 128-137.

Auerbach, C., & Silverstein, L. B. (2003). *Qualitative data: An introduction to coding and analysis*. NYU press.

Austin, J. L., & Urmson, J. O. (1962). *How to Do Things with Words. The William James Lectures Delivered at Harvard University in 1955.* [Edited by James O. Urmson.] Clarendon Press.

Barker, B., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 229e243.

Barnes, D., & Todd, F. (1977). *Communication and learning in small groups*. Routledge & Kegan Paul.

Barnes D. & Todd F. (1978), *Communication and learning in small groups*, London: Routledge & Kegan Paul.

Barnes, D., & Todd, F. (1995). *Communication and learning revisited. Portsmouth, NH: Boynton/Cook.*

Baroody, A. J. (1989). Kindergartners' mental addition with single-digit combinations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 159-172.

Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 617-645.

Batki, A., Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Connellan, J., & Ahluwalia, J. (2000). Is there an innate gaze module? Evidence from human neonates. *Infant Behavior and Development*, 23, 223-229

Battista, M. T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 47-60.

- Battista, M. T. (1994). On Greeno's environmental/model view of conceptual domains: A spatial/geometric perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25(1), 86-94.
- Bauwens, M. (2005). The political economy of peer production. *CTheory*, 12-1.
- Behr, M. J., Lesh, R., Post, T., & Silver, E. A. (1983). Rational number concepts. *Acquisition of mathematics concepts and processes*, 91-126.
- Behrman, J., Crawford, D.L. & Stacey, N. (1997). Introduction. In J. Behrman & N. Stacey (eds) *The Social Benefits of Education*. Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- Beisser, S. R. (Jan 2006). An Examination of Gender Differences in Elementary Constructionist Classrooms Using Lego/Logo Instruction. *Computers in the Schools*, 22, 7-19.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*.
 Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2POGWTG> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Benkler, Y. (2006). *The wealth of networks: How social production transforms markets and freedom*. Yale University Press.
- Benkler, Y. (2011). Network Theory| Networks of Power, Degrees of Freedom. *International Journal of Communication*, 5, 39.
- Bennie, K., & Smit, S. (1999). Spatial Sense»: Translating curriculum innovation into classroom practice. In *5th Annual Congress of the Association for Mathematics Education of South Africa (AMESA), Port Elizabeth*.
- Bensur, B. J., Eliot, J., & Hedge, L. (1997). Cognitive correlates of complexity of children's drawings. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 1079-1089.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. NY: Teacher's College Press.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2).
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics into early childhood education. *Information Technology in Childhood Education*, 123-145
- Bers, M. U., & Horn, M. (2010). Tangible programming in early childhood: Revisiting developmental assumptions through new technologies. In I.

Berson & M. Berson (Eds.), High-tech tots: Childhood in a digital world. Global child advocacy series (pp. 49-70). Greenwich, CT: Information Age Publishing

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education*, 72, 145e157. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2QQnvKK> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Bertoline, G. R. (1998). Visual science: An emerging discipline. *Journal for Geometry and Graphics*, 2(2), 181-187.

Beynon-Davies, P., & Lederman, R. (2017). Making sense of visual management through affordance theory. *Production Planning & Control*, 28(2), 142-157.

Bishop, A. J. (1980). Spatial abilities and mathematics education—A review. *Educational studies in mathematics*, 11(3), 257-269.

Blades M. & Banham J. (1990), «Children's memory in an environmental learning task». *Journal of Environmental Education and Information*, 9, 119-131.

Blades M. & Cooke Z. (1994), «Young children's ability to understand a model as a spatial representation», *Journal of Genetic Psychology*, 155:201-218.

Blades, M., Sowden, S., & Spencer, C. (1995). Young children's use of spatial relationships in tasks with maps and models. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 32(2), 18-29.

Blades M., Spencer C., Plester B. & Desmond K. (2003), «Young children's recognition and representation of urban landscapes from aerial photographs and in toy-play», Chapter for G. Allen (ED). *Human spatial memory: remembering where*, Erlbaum Publishers.

Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and psychopathology*, 20(3), 899-911.

Blaut J. M. and Stea D. (1974), «Mapping at the age of three», *Journal of Geography*, 73(7), pp. 5-9.

Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4, 1-21.

Blikstein, P. (2015). Computationally enhanced toolkits for children: Historical review and a framework for future design. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 9(1), 1-68.

Bliss, J. P., Tidwell, P. D., & Guest, M. A. (1997). The effectiveness of virtual reality for administering spatial navigation training to firefighters. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(1), 73-86.

Bluestein N. and Acredolo L.P. (1979), «Developmental changes in map reading skills», *Child Development*, 50, pp 691-7.

Bodrova, E. & Leong, D.J. 1996. Tools of the mind: The Vygotskian approach to early childhood education . Englewood Cliffs, NJ, Merrill/Prentice Hall.

Bodrova, E., & Leong, D. J. (2001). Tools of the Mind: A Case Study of Implementing the Vygotskian Approach in American Early Childhood and Primary Classrooms. Innodata Monographs 7.

Bodrova, E., Leong, D. J., & Akhutina, T. V. (2011). When everything new is well-forgotten old: Vygotsky/Luria insights in the development of executive functions. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 2011(133), 11-28.

Borke, H. (1971). Interpersonal perception of young children: Egocentrism or empathy?. *Developmental psychology*, 5(2), 263.

Bortoline, G. R. (1998). Visual science: an emerging discipline. *Journal of Geometry and Graphics*, 2, 181-187.

Bredenfeld, A., Hofmann, A., & Steinbauer, G. (2010). Robotics in education initiatives in Europe: Status, shortcomings and open questions. In E. Menegatti (ed.), *Proceedings of International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR 2010) Workshops* (pp. 568-574). Darmstadt.

Bridges, A., & Rowles, J. (1985). Young children's projective abilities: What can a monster see? *Educational Psychology*, 5, 251-266

Brosnan, M. J. (1998). Spatial ability in children's play with Lego blocks. *Perceptual and Motor Skills*, 87(1), 19-28.

Brosterman, N., & Togashi, K. (1997). *Inventing kindergarten*. New York: HN Abrams.

Brown, A. L., & Campione, J. C. (1990). Communities of learning and thinking, or a context by any other name. In *Developmental perspectives on teaching and learning thinking skills* (Vol. 21, pp. 108-126). Karger Publishers.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction* (Vol. 59). Harvard University Press.

Bruner, J. S. (1985). Vygotsky: A historical and conceptual perspective. *Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives*, 21, 34. Cambridge: Cambridge University Press.

Bruner, J. S. (1990). *Acts of meaning* (Vol. 3). Harvard University Press.

Bruns, A. (2008). *Blogs, Wikipedia, Second Life, and beyond: From production to produsage*. Peter Lang.

Bussi, M. G. B. (1996). Mathematical discussion and perspective drawing in primary school. *Educational studies in mathematics*, 31(1-2), 11-41.

Bybee, J. (2010). *Language, usage and cognition*. Cambridge University Press.

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.

Carruthers, P. (2003). *Phenomenal consciousness: A naturalistic theory*. Cambridge University Press.

Casey, B. M., Andrews, N., Schindler, H., Kersh, J. E., Samper, A., & Copley, J. (2008). The development of spatial skills through interventions involving block building activities. *Cognition and Instruction*, 26, 269-309. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2J02cnq> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Catlin, D. and Blamires, M. (2010) *The principles of Educational Robotic Applications (ERA): a framework for understanding and developing educational robots and their activities*. In: Clayson, J. and Kalaš, I., eds. Constructionism 2010: Constructionist Approaches to Creative Learning, Thinking and Education: Lessons for the 21st Century: Proceedings for Constructionism 2010: The 12th EuroLogo Conference, 16-20 August, 2010 Paris, France. Paris: The 12th EuroLogo conference. ISBN 9788089186655

Chambers, J. M., Carbonaro, M., Rex, M., & Grove, S. (2007). Scaffolding knowledge construction through robotic technology: A middle school case study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 6, 55-70.

Chang-Wells, G. L. (1992). *Constructing knowledge together: Classrooms as centers of inquiry and literacy*. Heinemann Educational Books.

Cherney, I. D., Seiwert, C. S., Dickey, T. M., & Flichtbeil, J. D. (2006). Children's drawings: A mirror to their minds. *Educational psychology, 26*(1), 127-142.

Chiocciariello, A., Manca, S., & Sarti, L. (2002). The robot factory. *Italian Journal of Educational Technology, 10*(3), 56.

Chittaro, L., & Ranon, R. (2007). Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities. *Computers & Education, 49*(1), 3-18.

Chomsky, N., & Halle, M. (1965). Some controversial questions in phonological theory. *Journal of linguistics, 1*(2), 97-138.

Chouliaraki, L. (1995). *Regulative practices and heteroglossia in one institutional setting: a case of a# progressivist English classroom* (Doctoral dissertation, University of Lancaster). Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2AbfxGy> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Christie, F. 2002. Classroom discourse analysis. A functional perspective. London : Continuum.

Chronaki, A. (1998). 'Exploring the socio-constructive aspects of maths teaching: using 'tools' in creating a maths learning culture', in O. Bjorkqvist (ed.), *Mathematics Teaching from a Constructivist Point of View*, Abo Academi University Publications, pp. 61-85.

Chronaki A. & Kourias, S. (2012). Playing Robots: Doing Mathematics and Doing Gender. Paper for CIEAEM 64 Conference «Mathematics Education and Democracy: learning and teaching practices», Rhodes, Greece, 23-27 July 2012

Church, R. B., & Goldin-Meadow, S. (1986). The mismatch between gesture and speech as an index of transitional knowledge. *Cognition, 23*(1), 43-71.

Clements D.H. (1999), «Concrete manipulatives, concrete ideas», *Contemporary Issues in Early Childhood, 1*(1), 45-60.

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. *Handbook of research on mathematics teaching and learning, 420-464*.

Clements, D. H., Battista, M. T., & Sarama, J. (2001). Logo and geometry. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph, 10*, i-177.

Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J., Swaminathan, S., & McMillen, S. (1997). Students' development of length concepts in a Logo-based unit

on geometric paths. *Journal for Research in Mathematics Education*, 70-95.

Clements, D. H., & McMillen, S. (1996). Rethinking «concrete» manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270-279.

Clements, D. H., & Nastasi, B. K. (1999). Metacognition, learning, and educational computer environments. *Information Technology in Childhood Education Annual, 1999(1)*, 3-36.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of mathematics teacher education*, 14(2), 133-148.

Clements, D. H., Sarama, J., & DiBiase, A. M. (2003). *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education*. Routledge.

Cobb, P. (2000). Conducting teaching experiments in collaboration with teachers. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2PztS40> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Cobb, P., & Bauersfeld, H. (Eds.). (1995). *The emergence of mathematical meaning: Interaction in classroom cultures*. Psychology Press.

Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational researcher*, 32(1), 9-13.

Cobb P., Yackel E., McClain K. (eds) (2000) Communicating and symbolizing in mathematics, perspectives on discourse, tools and instructional design. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64, 1-35.

Cohen, P. A., Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1982). Educational outcomes of tutoring: A meta-analysis of findings. *American educational research journal*, 19(2), 237-248.

Cohen, L., & Manion, L. (1994) *Research Methods in Education* (4th ed.). London: Routledge

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.

Cole, M. (1996). Interacting minds in a life-span perspective: a cultural-historical approach to culture and cognitive development. *Interactive minds*, 59-87.

Cole, M., John-Steiner, V., Scribner, S., & Souberman, E. (1978). *Mind in society. Mind in society the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Connor, J. M., & Serbin, L. A. (1985). Visual-spatial skill: Is it important for mathematics? Can it be taught. *Women and mathematics: Balancing the equation*, 151-174.

Conner, L., Pompea, S. M., Tzou, C., Guthrie, M., Tsurusaki, B., & Danielson, J. (2015, December). Integrating Art and Science Through "Design Challenges". In *AGU Fall Meeting Abstracts*.

Cook, M. (1982). Gaze and mutual gaze in social encounters: When and how we look others "in the eye" is one of the main signals in nonverbal communication. *American Scientist*, 65, 328-333

Cornell, E. H., & Heth, C. D. (1983). Spatial cognition: Gathering strategies used by preschool children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 35(1), 93-110.

Cox, M. V. (1992). *Children's drawings*. Harmondsworth, UK: Penguin.

Craft, A., Gardner, H., & Claxton, G. (Eds) (2007). *Creativity, wisdom and trusteeship: Exploring the role of education*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.

Cramer, K., & Wyberg, T. (2009). Efficacy of different concrete models for teaching the part-whole construct for fractions. *Mathematical thinking and learning*, 11(4), 226-257.

Creswell, J. (1999). Mixed-Method Research: Introduction and Application. In G. Cizek (Ed.), *Handbook of Educational Policy* (pp. 455-472). San Diego: Academic Press.

Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Crook, C. (1996). *Computers and the collaborative experience of learning*. Psychology Press.

Cunha, F., & Heckman, J. (2007). The technology of skill formation. *American Economic Review*, 97(2), 31-47.

Darke, I. (1982). A review of research related to the topological primacy thesis. *Educational Studies in Mathematics*, 13, 119-142.

Darken, R. P., & Banker, W. P. (1998, March). Navigating in natural environments: A virtual environment training transfer study. In *Virtual Reality Annual International Symposium, 1998. Proceedings., IEEE 1998* (pp. 12-19). IEEE.

Davis, G. A., & Hyun, E. (2005). A study of kindergarten children's spatial representation in a mapping project. *Mathematics Education Research Journal*, 17(1), 73-100.

De Freitas, E., & Sinclair, N. (2014). *Mathematics and the body: Material entanglements in the classroom*. Cambridge University Press.

DeLoache, J. S. (1989). Young children's understanding of the correspondence between a scale model and a larger space. *Cognitive Development*, 4(2), 121-139.

DeLoache, J. S. (1991). Symbolic functioning in very young children: Understanding of pictures and models. *Child development*, 62(4), 736-752.

DeLoache, J. S., Pierroutsakos, S. L., & Troseth, G. L. (1996). The three 'R's of pictorial competence. In R. Vasta (Ed.), *Annals of child development* (Vol. 12, pp. 1-48). Bristol PA: Jessica Kingsley.

DeLoache, J. S., Pierroutsakos, S. L., Uttal, D. H., Rosengren, K. S., & Gottlieb, A. (1998). Grasping the nature of pictures. *Psychological Science*, 9(3), 205-210.

Demetriou, A. (2004). Mind Intelligence and Development: A cognitive, differential, and developmental theory of intelligence. In A. Demetriou, & A. Raftopoulos (Eds.), *Emergence and Transformation in the Mind: Modeling and Measuring Cognitive Change (21-73)*. Cambridge University Press.

De Michele, M. S., Demo, G. B., & Siega, S. (2008, November). A piedmont schoolnet for a k-12 mini-robots programming project: Experiences in primary schools. In *Proc. TERECoP Workshop «Teaching with robotics, Conference SIMPAR*.

Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*, 17(5), 465-480.

Denzin N.K. & Lincoln Y.S. (2000). *Handbook of Qualitative Research*. London: SAGE Publications, Inc.

Detsikas, N., & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. In D. Bezakova & I. Kalas (eds.), *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives* (pp. 1-12). Bratislava: Comenius University.

Dewey, J. (1997). *How we think*. Courier Corporation.

Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., ... & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in human behavior*, 71, 16-23.

Diplas, C., & Komis, V. (2012). Spatial Abilities in Virtual Environment's Learning Spaces. *International Journal of Learning*, 18(10).

Diplas, C. N., & Pintelas, P. E. (2000). Design of interactivity in virtual reality applications with emphasis on educational software using formal interaction specification. *Education and Information Technologies*, 5(4), 291-304.

DiSessa, A. A. (2000). *Changing minds*. MIT press.

DiSessa, A.A., & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences* 13, 77-103.

Dodwell, P. C. (1963). Children's understanding of spatial concepts. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 17(1), 141.

Donaldson, M. (1978). *Children's minds* (Vol. 5287). Glasgow: Fontana/Collins.

Dougherty, D. (2012). The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11-14.

Draper, S. W., & Anderson, A. (1991). The significance of dialogue in learning and observing learning. *Computers & Education*, 17(1), 93-107.

Dudley-Marling, C., & Owston, R. D. (1988). Using microcomputers to teach problem solving: a critical review. *Educational Technology*, 28(7), 27-33.

Edwards, D., & Westgate, D. (1994). *Investigating classroom talk* (2nd ed.). Basingstoke: Falmer Press.

Eerland, A., Guadalupe, T. M., & Zwaan, R. A. (2011). Leaning to the left makes the Eiffel Tower seem smaller: posture-modulated estimation. *Psychological Science*, 22(12), 1511-1514.

Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. In *Society for information technology & teacher education international conference* (Vol. 2010, pp. 4006e4014).

Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2QR7aI> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Eguchi, A. (2014, July). Robotics as a learning tool for educational transformation. In *Proceeding of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education Padova (Italy)*.

Ekstrom, R., French, J., Harman, H., & Derman, D. (1976). Kit of factor-referenced cognitive tests (Rev. ed.) Educational Testing Service. *Princeton, NJ*.

Elia, I., Gagatsis, A., Michael, P., Georgiou, A., & Van den Heuvel-Panhuizen, M. (2011). Kindergartners' use of gestures in the generation and communication of spatial thinking. In *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1842-1851).

Eliot, J., & Dayton, C. M. (1976). Egocentric error and the construct of egocentrism. *The Journal of genetic psychology*, 128(2), 275-289.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Computers in the Schools*, 33(3), 169-186.

Elkonin, D.B. (1977). Toward the problem of stages in the mental development of the child. In: Cole, M., ed. *Soviet developmental psychology*. White Plains, NY, M.E. Sharpe.

Ertmer, P. A., & Newby, T. J. (1993). Behaviorism, cognitivism, constructivism: Comparing critical features from an instructional design perspective. *Performance improvement quarterly*, 6(4), 50-72.

euRobotics aisb (2013). Robotics 2020. 2014-2020. Robotics 2020. *Strategic Research Agenda for Robotics in Europe* (Draft 0v42). Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/1JP7u39> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

European Commission (2002). eEurope 2005: An information society for all. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2yGBE5B> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

European Commission. (2011). Tackling low achievement in mathematics and science still a challenge in Europe. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2NHgTw8> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

European Commission (2012). *Rethinking Education: Investing in skills for better socio-economic outcomes*. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/1khF6Gj> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

European Commission (2017). *Agenda 2030, Next steps for a sustainable European future European action for sustainability* {SWD (2016) 390 final}. Brussels:2017. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2NBxnpL> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Everett, S. (2000). Spatial thinking strategies. *Science and Children*, 37(7), 36-39. Hermer-Vazques, L. , Moffet , A. , & Munkholm , P. (2001). Language, space, and the development of cognitive flexibility in humans: The case of two spatial memory tasks. *Cognition*, 79 (3), 263-299.

Farroni, T., Csibra, G., Simion, F., & Johnson, M. H. (2002). Eye contact detection in humans from birth. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99, 9602-9605

Feldman, J., & Narayanan, S. (2004). Embodied meaning in a neural theory of language. *Brain and language*, 89(2), 385-392.

Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.

Fernald, A., & O'Neill, D. K. (1993). Peekaboo across cultures: How mothers and infants play with voices, faces, and expectations. In K. MacDonald (Ed.), *Parent-child play: Descriptions and implications* (pp. 259-285). Albany: State University of New York 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.

Fishbein H., Lewis S., Keiffer K. (1972), «Children's understanding of spatial relations: Coordination of perspectives», *Developmental Psychology*, 7, 21-33.

Fisher, E. (1993). Distinctive features of pupil-pupil classroom talk and their relationship to learning: How discursive exploration might be encouraged. *Language and Education*, 7(4), 239-257.

Fisher, K., Hirsh-Pasek, K., & Golinkoff, R. M. (2012). Fostering mathematical thinking through playful learning. In S. Saggate & E. Reese (Eds.), *Contemporary debates on child development and education* (pp. 81-92). New York: Routledge.

Flavell, J. H. (1977). *Cognitive development*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American psychologist*, 34(10), 906.

Flavell, J. H. (1992). *Perspectives on perspective taking* (pp. 107-139). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Flavell, J. H., Omanson, R. C., & Latham, C. (1978). Solving spatial perspective-taking problems by rule versus computation: A developmental study. *Developmental Psychology*, 14(5), 462.

Flavell, J. H., Shipstead, S. G., & Croft, K. (1980). What young children think you see when their eyes are closed. *Cognition*, 8, 369-387

Flick, Uwe. *An introduction to qualitative research*. Sage Publications Limited, 2009.

Fourlas, G., & Wray, D. (1990). Children's oral language: A comparison of two classroom organisational systems. *Emerging partnerships, Current research in language and literacy*, 76-86.

Francis, K., Khan, S., & Davis, B. (2016). Enactivism, spatial reasoning and coding. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 2(1), 1-20.

Freeman, N. H. (1980). Strategies of representation in young children: Analysis of spatial skills and drawing processes. London: Academic Press.

Frei, P., Su, V., Mikhak, B., & Ishii, H. (2000, April). Curlybot: designing a new class of computational toys. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 129-136). ACM.

Freiler, T. J. (2008). Learning through the body. *New directions for adult and continuing education*, 2008(119), 37-47.

Freudenthal, E. A., Roy, M. K., Ogrey, A. N., Magoc, T., & Siegel, A. (2010, March). MPCT: media propelled computational thinking. In *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 37-41). ACM.

Frye, D., Zelazo, P. D., Brooks, P. J., & Samuels, M. C. (1996). Inference and action in early causal reasoning. *Developmental Psychology*, 32(1), 120-131.

Fuson, K. C. (1978). Analysis of research needs in projective, affine and similarity geometries, including an evaluation of Piaget's results in this area. *Recent research concerning the development of spatial and geometric concepts*, 243-260.

Fuson, K., & Murray, C. (1978). The haptic-visual perception, construction, and drawing of geometric shapes by children aged two to five: A Piagetian extension. *Concerning the development of spatial and geometric concepts*, 49-83.

- Gabrielli, S., Rogers, Y., & Scaife, M. (2000). Young children's spatial representations developed through exploration of a desktop virtual reality scene. *Education and Information Technologies*, 5(4), 251-262.
- Gagatsis, A. (1999). Communicative interaction situations between children with symptoms of dyslexia constructing geometrical figures. *Early Child Development and Care*, 151(1), 29-40.
- Gallagher, S. A. (1989). Predictors of SAT mathematics scores of gifted male and gifted female adolescents. *Psychology of Women Quarterly*, 13(2), 191-203.
- Gallese, V. (2000). The inner sense of action: Agency and motor representations. *Journal of Consciousness Studies*, 7, 23-40.
- Gallimore, R., & Tharp, R. (1990). Teaching mind in society: Teaching, schooling, and literate discourse. *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology*, 175-205.
- Gal'perin, P. Y. (1969). Stages in the development of mental acts. *A Handbook of Contemporary Soviet Psychol.*, 249-273.
- Garbarini, F., & Adenzato, M. (2004). At the root of embodied cognition: Cognitive science meets neurophysiology. *Brain and cognition*, 56(1), 100-106.
- Garber, P., & Goldin-Meadow, S. (2002). Gesture offers insight into problem-solving in adults and children. *Cognitive Science*, 26(6), 817-831.
- Gauvain, M. (1993). The development of spatial thinking in everyday activity. *Developmental Review*, 13(1), 92-121.
- Gauvain, M., & Rogoff, B. (1989). Collaborative problem solving and children's planning skills. *Developmental psychology*, 25(1), 139.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78, 1343-1359.
- Gee, J. P., & Green, J. L. (1998). Chapter 4: Discourse analysis, learning, and social practice: A methodological study. *Review of research in education*, 23(1), 119-169.
- Geeslin, W. E., & Shar, A. O. (1979). An alternative model describing children's spatial preferences. *Journal for research in mathematics education*, 57-68.

Gershkoff-Stowe, L., & Smith, L. B. (1997). A curvilinear trend in naming errors as a function of early vocabulary growth. *Cognitive Psychology*, *34*(1), 37-71.

Gersten, R., Beckmann, S., Clarke, B., Foegen, A., Marsh, L., Star, J. R., & Witzel, B. (2009). Assisting Students Struggling with Mathematics: Response to Intervention (RtI) for Elementary and Middle Schools. NCEE 2009-4060. *What Works Clearinghouse*.

Gersten, R., Woodward, J., & Darch, C. (1986). Direct instruction: A research-based approach to curriculum design and teaching. *Exceptional Children*, *53*(1), 17-31.

Gillner, S., & Mallot, H. A. (1998). Navigation and acquisition of spatial knowledge in a virtual maze. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *10*(4), 445-463.

Givry, D., & Roth, W. M. (2006). Toward a new conception of conceptions: Interplay of talk, gestures, and structures in the setting. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(10), 1086-1109.

Glaser, B., & Strauss, A. (1967). The discovery of grounded theory. *London: Weidenfeld and Nicholson*, *24*(25), 288-304.

Glaserfeld, E. (Ed.). (2006). *Radical constructivism in mathematics education* (Vol. 7). Springer Science & Business Media.

Goldin, G. A., & Kaput, J. J. (1996). A joint perspective on the idea of representation in learning and doing mathematics. *Theories of mathematical learning*, 397-430.

Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on Psychological Science*, *5*(6), 664-674.

Goldin, G., & Shteingold, N. (2001). Systems of representations and the development of mathematical concepts. *The roles of representation in school mathematics, 2001*, 1-23.

Goldin-Meadow, S., & Singer, M. A. (2003). From children's hands to adults' ears: gesture's role in the learning process. *Developmental psychology*, *39*(3), 509.

Golledge, R. G., & Stimson, R. J. (1997). Spatial cognition, cognitive mapping, and cognitive maps. *Spatial Behavior: A Geographic Perspective edited by G. Golledge*, 224-257.

Goodchild, S., English, L. D., & English, L. (Eds.). (2002). *Researching mathematics classrooms: a critical examination of methodology*. Greenwood Publishing Group.

- Grafton, S. T. (2009). Embodied cognition and the simulation of action to understand others. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156(1), 97-117.
- Griffin, P., & Cole, M. (1980). Cultural amplifiers reconsidered. *The social foundations of language and thought*, 343-364.
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., & Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental psychology*, 48(5), 1229.
- Hadzigeorgiou, Y., Anastasiou, L., Konsolas, M., & Prevezanou, B. (2009). A study of the effect of preschool children's participation in sensorimotor activities on their understanding of the mechanical equilibrium of a balance beam. *Research in Science Education*, 39(1), 39-55.
- Halliday, M. A., & Hasan, R. (1989). Language, context, and text: Aspects of language in a social-semiotic perspective.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504.
- Han, J., Shao, L., Xu, D., & Shotton, J. (2013). Enhanced computer vision with microsoft kinect sensor: A review. *IEEE transactions on cybernetics*, 43(5), 1318-1334.
- Hanson, M. H. (2015). *Worldmaking: Psychology and the ideology of creativity*. Springer.
- Hartman, H. J. (2001). Metacognition in learning and instruction: Theory, research and Practice (Vol. 19). Springer Science & Business Media.
- Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw-Hill Education.
- Hegarty, M., & Kozhevnikov, M. (1999). Types of visual-spatial representations and mathematical problem solving. *Journal of educational psychology*, 91(4), 684.
- Hermer, L., & Spelke, E. S. (1994). A geometric process for spatial reorientation in young children. *Nature*, 370(6484), 57.
- Hermer, L., & Spelke, E. (1996). Modularity and development: The case of spatial reorientation. *Cognition*, 61(3), 195-232.

- Heth, C. D., & Cornell, E. H. (1980). Three experiences affecting spatial discrimination learning by ambulatory children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 30(2), 246-264.
- Hill, D. M., & Redden, M. G. (1984). Spatial Puzzles and the Assessment of Children's Problem-Solving Performance. *School Science and Mathematics*, 84(6), 475-483.
- Hodge, R. and G. Kress. (1988). *Social Semiotics*. Cambridge: Polity
- Honey, M., & Kanter, D. E. (Eds.). (2013). *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators*. Routledge.
- Horn, M. S., Bers, M. U., & Jacob, R. J. (2009). Tangible programming in education: A research approach.
- Horn, M. S., Solovey, E. T., Crouser, R. J., & Jacob, R. J. (2009, April). Comparing the use of tangible and graphical programming languages for informal science education. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 975-984). ACM.
- Horn, M. S., & Jacob, R. J. (2007, February). Designing tangible programming languages for classroom use. In *Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction* (pp. 159-162). ACM.
- Horn, M. S., & Jacob, R. J. (2006, April). Tangible programming in the classroom: a practical approach. In *CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 869-874). ACM.
- Houssidas L. (1965), «Coordination of perspectives in children», *Archiv Fuer Die Gesamte Psychologie*, 117, 319-326.
- Howe, M.J.; Davidson, J.W.; Sloboda, J.A. Innate talents: Reality or myth? *Behav. Brain Sci.* 1998, 21, 399-407.
- Howkins, J. (2001). *The Creative Economy: How people make from ideas*. London: *Allen Lane*, 68-84.
- Howland, K., Good, J., & Nicholson, K. (2009). Language-based support for computational thinking. In *Visual Languages and Human-Centric Computing* (pp. 147-150). *VL/HCC 2009. IEEE Symposium*. IEEE.
- Hughes, M. (1975). Egocentrism in preschool children. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2OV9wpQ> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. In *Educational technology and society* (Vol. 9, pp. 182e194).

Huttenlocher, J., & Lourenco, S. F. (2007). Coding location in enclosed spaces: is geometry the principle?. *Developmental science*, 10(6), 741-746.

Huttenlocher, J., Newcombe, N., & Vasilyeva, M. (1999). Spatial scaling in young children. *Psychological Science*, 10(5), 393-398.

Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., Newcombe, N., & Duffy, S. (2008). Developing symbolic capacity one step at a time. *Cognition*, 106(1), 1-12.

International Federation of Robotics. (2016). World Robotics Report Robotics 2016. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2nANYjC> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Jacobs, R. V. & Kusiak, J. (2006). Got tools? Exploring children's use of mathematics tools during problem solving. *Teaching Children Mathematics*, 12 (9): 470-477.

Janvier, C. E. (1987). Problems of representation in the teaching and learning of mathematics. In *This book stems from a symposium organized by CIRADE (Centre Interdisciplinaire de Recherche sur l'Apprentissage et le Développement en Education) of Université du Québec abec abec abec abec abec abec abec abec abec abec abec abec abec à Montréal.* Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.

Jonathan, A. B., Knight, J., Listopad, S., Magerko, B., & Nourbakhsh, I. R. (2000). Robot Improv: Using drama to create believable agents. In *In AAI Workshop Technical Report WS-99-15 of the 8th Mobile Robot Competition and Exhibition.* AAI Press, Menlo.

Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2016). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 185-203.

Kafai, Y., Fields, D., & Searle, K. (2014). Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556.

Kalantzis, M., & Cope, B. (2005). *Learning by design.* Common Ground.

Kaller, C. P., Rahm, B., Spreer, J., Mader, I., & Unterrainer, J. M. (2008). Thinking around the corner: The development of planning abilities. *Brain and cognition*, 67(3), 360-370.

Kapur, A., Darling, M., Diakopoulos, D., Murphy, J. W., Hochenbaum, J., Vallis, O., & Bahn, C. (2011). The machine orchestra: An ensemble of human laptop performers and robotic musical instruments. *Computer Music Journal*, 35(4), 49-63.

Kaput, J. J. (1985). Representation and problem solving: Methodological issues related to modeling. *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*, 381, 398.

Kazakoff, E., & Bers, M. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.

Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245e255. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2NDRfbD> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Kearns, S. A., Rogers, C., Barsosky, J., Portsmouth, M., & Rogers, C. (2001). Successful methods for introducing engineering into the first grade classroom. In *ASEE Annual Conference and Exposition Proceedings, Albuquerque, New Mexico*.

Kell, H. J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2013). Creativity and technical innovation: Spatial ability's unique role. *Psychological Science*, 24 (9), 1831-1836. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2Op66Ms> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Kelly, A. E., & Lesh, R. A. (2012). *Handbook of research design in mathematics and science education*. Routledge.

Keren, G., & Fridin, M. (2014). Kindergarten social assistive robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 35, 400e412. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2IUwJCP> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Khan, S., Francis, K., & Davis, B. (2015). Accumulation of experience in a vast number of cases: Enactivism as a fit framework for the study of spatial reasoning in mathematics education. *ZDM*, 47(2), 269-279.

Kim, M., Roth, W. M., & Thom, J. (2011). Children's gestures and the embodied knowledge of geometry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(1), 207-238.

Kleinke, C. L. (1986). Gaze and eye contact: A research review. *Psychological Bulletin*, 100, 78-100

Knoff, H. M., & Prout, H. T. (1985). Kinetic Drawing System for family

and school: A handbook. Los Angeles: Western Psychological Services.

Kontra, C., Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2012). Embodied learning across the life span. *Topics in cognitive science*, 4(4), 731-739.

Kosslyn, S. M. (1978). Measuring the visual angle of the mind's eye. *Cognitive Psychology*, 10(3), 356-389.

Kostakis, V., Niaros, V., & Giotitsas, C. (2015). Production and governance in hackerspaces: A manifestation of Commons-based peer production in the physical realm? *International Journal of Cultural Studies*, 18(5), 555-573.

Kostakis, V., Latoufis, K., Liarokapis, M., & Bauwens, M. (2016). The convergence of digital commons with local manufacturing from a degrowth perspective: two illustrative cases. *Journal of Cleaner Production*.

Kourias, S., Chronaki, A., & Houstis, E. (2015). It works but how? The importance of educational robotics as a precursor of Computational Thinking in early childhood education. In *Proceedings from the 3rd International Symposium on New Issues on Teacher Education* (p. 169).

Kozima, H., Michalowski, M. P., & Nakagawa, C. (2009). Keepon. *International Journal of Social Robotics*, 1(1), 3-18.

Kozulin, A., & Presseisen, B. Z. (1995). Mediated learning experience and psychological tools: Vygotsky's and Feuerstein's perspectives in a study of student learning. *Educational psychologist*, 30(2), 67-75.

Kress, G. 2010. *Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication*. London & New York: Routledge.

Kress, G., and Van Leeuwen, T. (1996). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. London: Routledge.

Kumpulainen, K. (1996). The nature of peer interaction in the social context created by the use of word processors. *Learning and Instruction*, 6(3), 243-261.

Kumpulainen, K., & Wray, D. (1997). Functional Analysis of Children's Classroom Talk: A framework for understanding children's discourse in educational contexts. In *American Educational Research Association Conference*.

Kumpulainen, K., & Wray, D. (1999). Analysing Interactions during Collaborative Writing with the Computer: An Innovative Methodology. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2PzwGyS> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Kumpulainen, K., & Wray, D. (Eds.). (2002). *Classroom Interaction and Social Learning. From Theory to Practice*. London: Routledge/Falmer.

- Kynigos, C. (1992). The Turtle Metaphor as a Tool for Children Doing Geometry. *Learning Logo and Mathematics*, editors: Hoyles C. and Noss R., Cambridge MA: M.I.T. press, 97-126.
- Kyttälä, M., Aunio, P., Lehto, J. E., Van Luit, J., & Hautamaki, J. (2003). Visuospatial working memory and early numeracy. *Educational and Child Psychology*, 20, 65-76.
- Lachance, J. A., & Mazzocco, M. M. M. (2006). A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences*, 16, 195-216.
- La Paglia, F., Rizzo, R., & La Barbera, D. (2011). Use of robotics kits for the enhancement of metacognitive skills of mathematics: A possible approach. *Stud Health Technol Inform*, 167, 26e30
- Lakhani, K. Wolf. (2005). «Why Hackers Do What They Do: Understanding Motivation and Effort in Free/Open Source Software Projects». *Perspectives on Free and Open Source Software*, 3-21.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the Flesh* (Vol. 4). New York: Basic books.
- Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function. *Report, CurrTech Integrations, Baltimore*.
- Lathrop, W. B., & Kaiser, M. K. (2005). Acquiring spatial knowledge while traveling simple and complex paths with immersive and nonimmersive interfaces. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 14(3), 249-263.
- Lauren, B. (2012). The makings of maker spaces, part 1: Space for creation, not just Consumption. The Digital Shift. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/1wkQ1c5> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Laurendeau, M., & Pinard, A. (1970). The development of the concept of space in the child. Oxford, England: International Universities Press.
- Leroux, P. (1999). W4: Educational robotics. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 1080e1089.
- Lesh, R., & Mierkiewicz, D. (1978). Recent Research Concerning the Development of Spatial and Geometric Concepts.
- Leslie, A. M., & Keeble, S. (1987). Do six-month-old infants perceive causality? *Cognition*, 25(3), 265-288.

Levene, M., & Peterson, D. (2002). Trail record and ampliative learning. *School of Computer Science and Information Systems, Birkbeck College, University of London, Research Report BBKCS-02-10*.

Levy, P. (2001). The Nut Island effect: When good teams go wrong. *Harvard Business Review*, 79(3), 5-13.

Levy, S. T., & Mioduser, D. (2008). Does it «want» or «was it programmed to...»? Kindergarten children's explanations of an autonomous robot's adaptive functioning. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(4), 337-359.

Liben, L. S., & Downs, R. M. (1986). *Children's Production and Comprehension of Maps--increasing Graphic Literacy: Final Report to the National Institute of Education*. Pennsylvania State University.

Liben, L. S., & Downs, R. M. (1989). Understanding maps as symbols: The development of map concepts in children. In *Advances in child development and behavior* (Vol. 22, pp. 145-201). JAI.

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills: Sage Publications.

Lindgren, R., & Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by embodiment: Six precepts for research on embodied learning and mixed reality. *Educational Researcher*, 42(8), 445-452.

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & education*, 49(4), 1097-1111

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498. doi:10.2307/1130467

Litinas, A., & Alimisis, D. (2013). Planning, implementation and evaluation of lab activities using robotic technology for teaching the phenomenon of motion. In A. Ladas, A. Mikropoulos, C. Panagiotakopoulos, F. Paraskeva, P. Pintelas, P. Politis, S. Retalis, D. Sampson, N. Fachantidis, & A. Chalkidis (eds.), *Proceedings of the 3rd Pan-Hellenic Conference*

Litts, B. K. (2015). *Making learning: Makerspaces as learning environments* (Doctoral dissertation, The University of Wisconsin-Madison).

Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 4, pp. 181-248). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Golledge, R. G., & Philbeck, J. W. (1999). Human navigation by path integration. *Wayfinding behavior: Cognitive mapping and other spatial processes*, 125-151.
- Loomis, J. M., & Lederman, S. J. (1986). Tactual perception. *Handbook of perception and human performances*, 2, 2.
- Lord, T. R., & Rupert, J. L. (1995). Visual-spatial aptitude in elementary education majors in science and math tracks. *Journal of Elementary Science Education*, 7(2), 47-58.
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old children. *Neuropsychologia*, 36(3), 273-293.
- Luria, A. R. (1976). Cognitive development: Its cultural and social foundations. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Luria, A. R. (1979). The making of the mind: A personal account of Soviet psychology. (M. Cole & S. Cole, Trans.). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Luria, A. R. (2002). L.S. Vygotsky and the problem of functional localization. *Journal of Russian and East European Psychology*, 40(1), 17-25.
- Lyle, S. (1993). An investigation into ways in which children talk themselves into meaning'. *Language and Education*, 7(3), 181-197.
- Lyle, S. (1996). An analysis of collaborative group work in the primary school and the factors relevant to its success. *Language and Education*, 10(1), 13-32.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2008). A critical look at the embodied cognition hypothesis and a new proposal for grounding conceptual content. *Journal of physiology-Paris*, 102(1-3), 59-70.
- Margulieux, L. E., Guzdial, M., & Catrambone, R. (2012, September). Sub-goal-labeled instructional material improves performance and transfer in learning to develop mobile applications. In *Proceedings of the ninth annual international conference on International computing education research* (pp. 71-78). ACM.
- Markert, L. R. (1996). Gender related to success in science and technology. *The Journal of Technology Studies*, 22(2), 21-29.
- Markman, A. B., & Brendl, C. M. (2005). Constraining theories of embodied cognition. *Psychological Science*, 16(1), 6-10.
- Markey, S. M. (2010). The relationship between visual-spatial reasoning ability and math and geometry problem solving. Dissertation Abstracts International: Section B. The Sciences and Engineering, 70, 7874.

Martinez, S. L., & Stager, G. (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom* (pp. 31-41). Torrance, CA: Constructing modern knowledge press.

Martini, M., & Kirkpatrick, J. (1981). Early interactions in the Marquesas Islands. In T. Field, A. Sostek, P. Vietze, & P. Leiderman (Eds.), *Culture and early interactions* (pp. 189-213). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

Marzolf, D. P., & DeLoache, J. S. (1994). Transfer in young children's understanding of spatial representations. *Child development*, 65(1), 1-15.

Masangkay, Z. S., McCluskey, K. A., McIntyre, C. W., Sims-Knight, J., Vaughn, B. E., & Flavell, J. H. (1974). The early development of inferences about the visual percepts of others. *Child development*, 357-366.

Matthews, W. J. (2003). Constructivism in the classroom: Epistemology, history, and empirical evidence. *Teacher Education Quarterly*, 30(3), 51-64.

McGuigan, N. (2009). Does the direction in which a figure is looking influence whether it is visible? *Journal of Genetic Psychology*, 170, 227-233.

McGuigan, N., & Doherty, M. J. (2002). The relation between hiding skill and judgment of eye-direction in preschool children. *Developmental Psychology*, 38, 418-427.

McGuigan, N., & Doherty, M. J. (2006). Head and shoulders, knees and toes: Which parts of the body are necessary to be seen? *British Journal of Developmental Psychology*, 24, 727-732.

McNeil, N., & Jarvin, L. (2007). When theories don't add up: disentangling the manipulatives debate. *Theory into Practice*, 46(4), 309-316.

McNerney, T. S. (2004). From turtles to Tangible Programming Bricks: explorations in physical language design. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(5), 326-337.

Mehan, H. 1979. *Learning lessons: social organization in the classroom*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Meira, L. (1998). Making sense of instructional devices: The emergence of transparency in mathematical activity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29 (2): 121-142.

Mercer, N. (1994) Neo-Vygotskyian theory and classroom education. In B. Stierer and J. Maybin (eds) *Language, Literacy and Learning in Educational Practice* (pp. 92-110). Clevedon: Multilingual Matters.

- Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: Talk amongst teachers and learners*. Multilingual matters.
- Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and instruction*, 6(4), 359-377.
- Mercer, N. (2000) *Words and Minds: How We Use Language to Think Together*. London: Routledge.
- Mercer, N. (2002). *Words and minds: How we use language to think together*. Routledge.
- Mercer, N. (2007). Commentary on the reconciliation of cognitive and sociocultural accounts of conceptual change. *Educational Psychologist*, 42(1), 75-78.
- Mercer, N. 2010. The analysis of classroom talk: methods and methodologies. *British Journal of Educational Psychology* 80, 1-14.
- Mercer, N., Fernandez, M., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2003). Talk about texts at the computer: using ICT to develop children's oral and literate abilities. *Reading*, 37(2), 81-89.
- Mercer, N., & Littleton, K. (2007). *Dialogue and the development of children's thinking: A sociocultural approach*. Routledge.
- Mercer, N. & Sams, C. (2006). Teaching children how to use language to solve maths problems. *Language and Education*, 20 (6): 507-528.
- Merleau-Ponty, M. (2004). *The world of perception*. Routledge.
- Metz, S. S. (2007). Attracting the engineering of 2020 today. In R. Burke & M. Mattis (Eds.), *Women and minorities in science, technology, engineering and mathematics: Upping the numbers* (pp. 184-209). Northampton, MA: Edward Elgar Publishing.
- Miglino, O., Lund, H. H., & Cardaci, M. (1999). Robotics as an educational tool. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(1), 25-47.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, J. (2006). The Unique Features of Educational Virtual Environments, in P. Isaias, M. McPherson & F. Banister (eds.), *Proceedings e-society 2006*, International Association for Development of the Information Society (v.1, pp. 122-128) IADIS
- Mioduser, D., Levy, S. T., & Talis, V. (2009). Episodes to scripts to rules: Concrete-abstractions in kindergarten children's explanations of a robot's behavior. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 15-36.

- Mioduser, D., & Levy, S. T. (2010). Making sense by building sense: Kindergarten children's construction and understanding of adaptive robot behaviors. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(2), 99-127. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2CI7VxV> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), 367-382.
- Mix, K. S., & Cheng, Y. L. (2012). The relation between space and math: Developmental and educational implications. In *Advances in child development and behavior* (Vol. 42, pp. 197-243). JAI.
- Moffat, S. D., Zonderman, A. B., & Resnick, S. M. (2001). Age differences in spatial memory in a virtual environment navigation task. *Neurobiology of aging*, 22(5), 787-796.
- Moilanen, A. (2012). Spatial conservation prioritization in data-poor areas of the world. *Braz. J. Nat. Conserv*, 10, 12-19.
- Moll, H., Arellano, D., Guzman, A., Cordova, X., & Madrigal, J. A. (2015). Preschoolers' mutualistic conception of seeing is related to their knowledge of the pronoun «each other». *Journal of experimental child psychology*, 131, 170-185.
- Moro, M., & Alimisis, D. (2009). From the Logo Turtle to the Tiny Robot Turtle: practical and pedagogical issues. In *5th Conference in Syros-Information & Communication Technology in Education, Syros, Greece*.
- Morrison, J., Bartlett, R., & Raymond, V. (2009). STEM as curriculum. *Education Week*, 23(19.03), 2017.
- Moura, L. A new kind of art: The robotic action painter. In Proceedings of the X Generative Art Conference, Politecnico di Milano University, Milano, Italy, 12-14 December 2007.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching children mathematics*, 8(6), 372-377.
- Moyer-Packenham, P. S., Bolyard, J. J., Oh, H., & Cerar, N. I. (2011). Common features of professional development activities for mathematics and science teachers. *Professional Development in Education*, 37(4), 571-589.
- Moyer-Packenham, P. S., Shumway, J. F., Bullock, E., Tucker, S. I., Anderson-Pence, K. L., Westenskow, A., et al. (2015). Young children's learning performance and efficiency when using virtual manipulative mathematics iPad apps. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(1), 41-69.

Mulholland, Judith & Wallace, John (2003). Strength, sharing and service: restorying and the legitimation of research texts. *British Educational Research Journal*, 29 (1), 5-23.

Myounghoon, Jeon. FakhrHosseini, Maryrara. Barnes, Jaklin Zackery, Duford, Ruimin Zhang. Ryan, Joseph & Vasey, Eric (2016) *Making Live Theatre with Multiple Robots as Actors, Bringing Robots to Rural Schools to Promote STEAM Education for Underserved Students*, Department of Cognitive and Learning Sciences and Department of Computer Science Michigan Tech Houghton, USA. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2BNpOER> (προσπελάστηκε στις 8/11/2018)

Naglieri, J. A. (1988). Draw-a-Person: A quantitative scoring system. New York: Psychological Corporation.

Nardini, M., Atkinson, J., Braddick, O., & Burgess, N. (2008). Developmental trajectories for spatial frames of reference in Williams syndrome. *Developmental Science*, 11(4), 583-595.

Nardini, M., Burgess, N., Breckenridge, K., & Atkinson, J. (2006). Differential developmental trajectories for egocentric, environmental and intrinsic frames of reference in spatial memory. *Cognition*, 101(1), 153-172.

Nardini, M., Jones, P., Bedford, R., & Braddick, O. (2008). Development of cue integration in human navigation. *Current biology*, 18(9), 689-693.

Nardini, M., Thomas, R. L., Knowland, V. C., Braddick, O. J., & Atkinson, J. (2009). A viewpoint-independent process for spatial reorientation. *Cognition*, 112(2), 241-248.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston VA:

National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2007). Second handbook of research on mathematics teaching and learning. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics.

National Research Council. (2006). Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum. Washington, DC: The National Academies Press. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2RupBkh> (προσπελάστηκε στις 8/11/2018)

Newcombe, N. S. (2013). Seeing Relationships: Using Spatial Thinking to Teach Science, Mathematics, and Social Studies. *American Educator*, 37(1), 26.

- Newcombe, N., & Huttenlocher, J. (2000). *Making Space*. Cambridge MA: MIT Press.
- Newcombe, N.S., & Huttenlocher, J. (2006). Development of spatial cognition. In Kuhn D. & Siegler R. S. (Eds.), *Handbook of child psychology (Vol. 2): Cognition, perception and language*. John Wiley and Sons.
- Newcombe, N., & Shipley, T. (2014). Thinking about Spatial Thinking: New Typology, New Assessments. In J. S. Gero, *Studying visual and spatial reasoning for design creativity* (pp. 179-192). Netherlands: Springer.
- Newman, D., Griffin, P., & Cole, M. (1989). *The construction zone: Working for cognitive change in school*. Cambridge University Press.
- Newman, F., & Holzman, L. (1993). *Critical psychology. Lev Vygotsky: Revolutionary scientist*. Florence, KY, US: Taylor & Frances.
- Nugent, G., Barker, B., & Grandgenett, N. (2008). The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. In *EdMedia: World conference on educational media and technology* (Vol. 2008, pp. 447e452). Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2IW2Wtr> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391e408. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2NGIxcW> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- OECD (2012). Programme for international student assessment (PISA) results form PISA 2012. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/295cXXb> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1996). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Interacting with video*, 11, 115-140.
- Olson, D. R., & Bialystok, E. (1983). A theory of spatial representation. *Spatial cognition: The structure and development of mental representations of spatial relations*, 233-259.
- Olton, D. S. (1982). Spatially organized behaviors of animals: Behavioral and neurological studies. *Spatial abilities: Development and physiological foundations*, 335-360.
- Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., & Baron-Cohen, S. (2008). LEGO® therapy and the social use of language programme: An evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome. *Journal of autism and developmental disorders*, 38(10), 1944.

Papanikolaou, K., Frangou, S., Alimisis, D. (2008) Teachers as designers of robotics-enhanced projects: the TERECoP course in Greece, in Proceedings of the SIMPAR 2008 conference/Workshop «Teaching with robotics: didactic approaches and experiences», University of Padova, pp.100-111.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Brighton: Harvest Press

Papert, S. (1987, July). Microworlds: transforming education. In *Artificial intelligence and education* (Vol. 1, pp. 79-94). Ablex Norwood, NJ.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.

Paré, Z. (2015). Robot actors: Theatre for robot engineering. *Theatres du Posthuman; Ehwa Institute for Humanities Science & LABEX Arts-H2H Laboratory, Ed*, 143-162.

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction. *Dimensions of thinking and cognitive instruction, 1*, 15-51.

Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism, 36*(2), 1-11.

Péruch, P., Belingard, L., & Thinus-Blanc, C. (2000). Transfer of spatial knowledge from virtual to real environments. In *Spatial Cognition II* (pp. 253-264). Springer, Berlin, Heidelberg.

Péruch, P., & Gaunet, F. (1998). Virtual environments as a promising tool for investigating human spatial cognition. *Cahiers de Psychologie Cognitive/Current Psychology of Cognition*.

Piaget, J., & Cook, M. T. (1952). *The origins of intelligence in children*. New York, NY: International University Press.

Piaget, J. (1972). Development and learning. *Readings on the development of children*, 25-33.

Piaget, J. (1974) *To understand is to invent*. N.Y.: Basic Books.

Piaget, J. (1977). *The development of thought: Equilibration of cognitive structures*. (Trans A. Rosin). Viking.

Piaget, J. & Inhelder, B. (1956). *The child's conception of space*. Routledge, London.

Piaget, J. I., & Inhelder, B. (1967). B 1967. The Child's Conception of Space. *The Child's Conception of Space WW Norton, New York*, 9-55.

Pimm, D. (1995). *Symbols and meanings in school mathematics* (pp. 76-88), (pp. 12-31 & 60-87). London and New York: Routledge.

Pinker, S. (1994) *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. New York: Harper Perennial.

Pintrich, P.R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M.

Boekaerts, P.R. Pintrich, and M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation*, 451-502. San Diego, CA: Academic Press.

Plumert, J. M., Hund, A. M., & Recker, K. M. (2007). Organism-environment interaction in spatial development: Explaining categorical bias in memory for location.

Portsmore, M., Cyr, M., & Rogers, C. (2001). Integrating the Internet, LabVIEW™, and Lego Bricks into Modular Data Acquisition and Analysis Software for K-College. *age*, 5, 2.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.

Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Journal of educational technology and society*, 9(3), 149.

Raghubar, K. P., Barnes, M. A., & Hecht, S. A. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20, 110-122

Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of experimental child psychology*, 91(2), 137-157.

Ratto, M. (2011). Critical making: Conceptual and material studies in technology and social life. *The Information Society*, 27(4), 252-260.

Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & cognition* (pp. 1-6). ACM.

Resnick, M. (2014). Give P's a chance: Projects, peers, passion, play. In *Constructionism and creativity: Proceedings of the Third International Constructionism Conference*. Austrian Computer Society, Vienna (pp. 13-20).

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K. & Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60-67.

Reynolds, P. D. (1979). *Ethical dilemmas and social science research: An analysis of moral issues confronting investigators in research using human participants*. Jossey-Bass Publishers.

Reynolds, A. J., Temple, J. A., Ou, S. R., Arteaga, I. A., & White, B. A. B. (2011). School-based early childhood education and age-28 well-being: Effects by timing, dosage, and subgroups. *Science*, 333 (6040), 360-364. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2yzdQAK> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)

Richardson, A.E., Montello, D.R. and Hegarty, M. (1999). Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition*, 27(4), 741-750.

Ritchie, J., Lewis, J., & Elam, G. (2003). *Designing and selecting samples*. London: Sage.

Robert, M., & Héroux, G. (2004). Visuo-spatial play experience: forerunner of visuo-spatial achievement in preadolescent and adolescent boys and girls?. *Infant and Child Development: An International Journal of Research and Practice*, 13(1), 49-78.

Roberts, J. W. (2012). *Beyond learning by doing: Theoretical currents in experiential education*. Routledge.

Robson, C. (1993). *Real World Enquiry: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers*. Oxford: Blackwell.

Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education*, 5(3 et 4), 17-28.

Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.

Rogoff, B. (1995). Observing Sociocultural Activity on Three Planes: Participatory appropriation, guided participation, and apprenticeships. In J.V. Wertsch, P. Del Rio, and A. Alvarez (Eds.). *Sociocultural Studies of Mind*, pp.139-164. Cambridge: Cambridge University Press.

Rogoff, B. (1997). Evaluating development in the process of participation: Theory, methods, and practice building on each other. *Change and development: Issues of theory, method, and application*, 265-285.

Rogoff, B. (1998). Cognition as a collaborative process. In W. Damon (Ed.), *Handbook of child psychology: Vol. 2. Cognition, perception, and language* (pp. 679-744). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc.

Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford university press.

Román-González, M., Pérez-González, J. C., & Jiménez-Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior, 72*, 678-691.

Roth, W. M., & McGinn, M. K. (1998). Inscriptions: Toward a theory of representing as social practice. *Review of educational research, 68*(1), 35-59.

Rubtsov, V. V. (1981). The role of cooperation in the development of intelligence. *Soviet Psychology, 19*(4), 41-62.

Rusk, N., Resnick, M., Berg, R., & Pezalla-Granlund, M. (2008). New pathways into robotics: Strategies for broadening participation. *Journal of Science Education and Technology, 17*(1), 59-69.

Russell, J., Gee, B., & Bullard, C. (2012). Why do young children hide by closing their eyes? Self-visibility and the developing concept of self. *Journal of Cognition and Development, 13*, 550-576

Salomon, G., Globerson, T., & Guterman, E. (1989). The computer as a zone of proximal development: Internalizing reading-related metacognitions from a Reading Partner. *Journal of educational psychology, 81*(4), 620.

Sandamas, G., & Foreman, N. (2007). Spatial reconstruction following virtual exploration in children aged 5-9 years: Effects of age, gender and activity-passivity. *Journal of Environmental Psychology, 27*(2), 126-134.

Sandberg, E. H., & Huttenlocher, J. (2001). Advanced spatial skills and advance planning: Components of 6-year-olds' navigational map use. *Journal of cognition and development, 2*(1), 51-70.

Sanford, K., & Madill, L. (2007). Understanding the power of new literacies through video game play and design. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation, 432-455*.

Santrock, J. W. (2008). Motor, sensory, and perceptual development. *A topical approach to life-span development. McGraw-Hill Higher Education, Boston, 172-205*.

- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). «Concrete» computer manipulatives in mathematics education. *Child Development Perspectives*, 3(3), 145-150.
- Schegloff, E. A. (1997). Practices and actions: Boundary cases of other-initiated repair. *Discourse processes*, 23(3), 499-545.
- Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (2007). Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling. *Reading & writing quarterly*, 23(1), 7-25.
- Scribner, S., & Cole, M. (1978). Unpackaging literacy. *Information (International Social Science Council)*, 17(1), 19-40.
- Scribner, S., Cole, M., & Cole, M. (1981). The psychology of literacy (Vol. 198, No. 1). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Seeger, F. (1998). Discourse and beyond: On the ethnography of classroom discourse. *Language and communication in the mathematics classroom*, 85-101.
- Seng, S., & Chan, B. (2000). Spatial Ability and Mathematical Performance: Gender Differences in an Elementary School.
- Sfard, A. (2001). «There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning», *Educational Studies in Mathematics*, 46, 13-57.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge University Press.
- Sfard, A., & Kieran, C. (2001). Cognition as communication: Rethinking learning-by-talking through multi-faceted analysis of students' mathematical interactions. *Mind, Culture, and Activity*, 8(1), 42-76.
- Shapiro, L. (2011). *New problems of philosophy. Embodied cognition*. New York, NY, US.
- Sheridan, K., Halverson, E. R., Litts, B., Brahms, L., Jacobs-Priebe, L., & Owens, T. (2014). Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, 84(4), 505-531.
- Shusterman A, Spelke ES, (2005), Language and the development of spatial reasoning. In: Carruthers P, Laurence S, Stich S *The innate mind: Structure and contents*. New York, NY: Oxford University Press; 2005. pp. 89-106.
- Sinclair, J. & M. Coulthard 1975. *Toward an analysis of discourse: the English used by teachers and pupils*. Oxford: Oxford University Press.

Skoumpourdi, C. (2010). Kindergarten mathematics with 'Pepe the Rabbit': how kindergartners use auxiliary means to solve problems. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(3), 149-157.

Solomon, C., & Papert, S. (1975). *Teach: A step toward more interactive programming* (Vol. 43). Logo working paper.

Sousa, D. A., & Pilecki, T. (2013). *From STEM to STEAM: Using brain-compatible strategies to integrate the arts*. Corwin Press.

Spelke, E. S., & Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental science*, 10(1), 89-96.

Spelke, E. S., & Newport, E. L. (1998). Nativism, empiricism, and the development of knowledge. In W. Damon & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 275-340). Hoboken, NJ, US: John Wiley & Sons Inc.

Spelke, E. S., & Van de Walle, G. (1993). Perceiving and reasoning about objects: Insights from infants. *Spatial representation: Problems in philosophy and psychology*, 132-161.

Starmans, C., & Bloom, P. (2012). Windows to the soul: Children and adults see the eyes as the location of the self. *Cognition*, 123, 313-318

Steinbring, H. (2000). Interaction analysis of mathematical communication in primary teaching: The epistemological perspective. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 32(5), 138-148.

Stetsenko, A. (1995). The psychological function of children's drawing. A Vygotskian perspective. *Drawing and looking. Hemel Hempstead: Prentice Hall/Harvester Wheatsheaf*.

Stiehl, W. D., Chang, A., Wistort, R., & Breazeal, C. (2009). The Robotic Preschool of the Future: New Technologies for Learning and Play. In *8th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 1-4).

Stoekelmayer, K., Tesar, M., & Hofmann, A. (2011, September). Kindergarten children programming robots: a first attempt. In *Proceedings of 2nd International Conference on Robotics in Education (RIE)*.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.

Subrahmanyam, K., & Greenfield, P. M. (1996). Effect of video game practice on spatial skills in girls and boys. *Interacting with video*, 11.

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.

Suoranta, J., & Vadén, T. (2010). *Wikiworld*. Pluto Press.

Suydam, M. N., & Higgins, J. L. (1977). Activity-Based Learning in Elementary School Mathematics: Recommendations from Research.

Tallandini, M. A., & Valentini, P. (1991). Symbolic prototypes in children's drawings of schools. *Journal of Genetic Psychology*, 152, 179-190.

Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 216-229.

Terlecki, M. S., Newcombe, N. S., & Little, M. (2008). Durable and generalized effects of spatial experience on mental rotation: Gender differences in growth patterns. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 22(7), 996-1013.

Thelen, E., Schöner, G., Scheier, C., & Smith, L. B. (2001). The dynamics of embodiment: A field theory of infant perseverative reaching. *Behavioral and brain sciences*, 24(1), 1-34.

Tlauka, M., & Wilson, P. N. (1996). Orientation-free representations from navigation through a computer-simulated environment. *Environment and Behavior*, 28(5), 647-664.

Tolentino, E. (2004). I don't know if I can read the pictures»: The role of talk in emergent literacy. *Proquest Information and Learning Company*.

Tresset, P., Leymarie, F.F. Portrait drawing by Paul the robot. *Comput. Graph.* 2013, 37, 348-363.

Tuomi, P., Multisilta, J., Saarikoski, P., & Suominen, J. (2018). Coding skills as a success factor for a society. *Education and Information Technologies*, 23(1), 419-434.

Turan, F. (Ed.). (1999). *A text collection of Turkish-Danish bilingual grade school students' conversations*. Royal Danish School of Educational Studies

- Turkle S., Papert S. (1992), Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete, *Journal of Mathematical Behaviour*, vol. 11, n. 1, pp. 3-33.
- Tversky, B. (2000). Remembering spaces. In E. Tulving & F. I. M. Craik (Eds.), *The Oxford handbook of memory* (pp. 363-378). New York, NY, US: Oxford University Press.
- Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial thinking and STEM education: When, why, and how? *The psychology of learning and motivation* (vol 57). (pp. 147-181) Elsevier Academic Press, San Diego, CA. Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2EnEEtR> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Uttal, D. H., Miller, D. I., & Newcombe, N. S. (2013). Exploring and enhancing spatial thinking: Links to achievement in science, technology, engineering, and mathematics?. *Current Directions in Psychological Science*, 22(5), 367-373.
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: A decade of research. *Educational psychology review*, 22(3), 271-296.
- Van der Veer, R., & Valsiner, J. (1991). *Understanding Vygotsky: A quest for synthesis*. Blackwell Publishing.
- Van, de Walle, G. A., & Spelke, E. S. (1996). Spatiotemporal integration and object perception in infancy: Perceiving unity versus form. *Child Development*, 67(6), 2621-2640.
- van Geert, P., & Steenbeek, H. (2005). The dynamics of scaffolding. *New ideas in Psychology*, 23(3), 115-128.
- Van Leeuwen, T. (2005). *Introducing Social Semiotics*. New York: Routledge.
- Vandeveldt, C., Wyffels, F., Ciocci, M. C., Vanderborght, B., & Saldien, J. (2016). Design and evaluation of a DIY construction system for educational robot kits. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(4), 521-540.
- Varela, F., Thomson, E. R., & Rosch, E. (1991). E.(1991):" The Embodied Mind. *Cognitive Science and Human Experience*", MIT Press, Cambridge.
- Varol, F. & Farram, D. (2006). Early mathematical growth: how to support young children's mathematical development. *Early Childhood Education*, 33 (6): 381-387.
- Venger, L.A. (1977). «The emergence of perceptual action». In: M.Cole (Ed.), *Soviet developmental psychology*. White Plains, NY:Sharpe. pp. 393-456.

- Venger, L. A. (1988). The origin and development of cognitive abilities in preschool children. *International journal of behavioral development*, 11(2), 147-153.
- Verdine, B. N., Golinkoff, R. M., Hirsh-Pasek, K., & Newcombe, N. S. (2014). Finding the missing piece: Blocks, puzzles, and shapes fuel school readiness. *Trends in Neuroscience and Education*, 3(1), 7-13.
- Vom Hofe, R. (1998). On the generation of basic ideas and individual images: Normative, descriptive and constructive aspects. In *Mathematics education as a research domain: A search for identity* (pp. 317-331). Springer, Dordrecht.
- Von Glasersfeld, E. (1987). Learning as a constructive activity. In Bergeron J.C. & Herscovics N. (eds). *Proceedings of the 5th Annual Meeting of the North American Group of Psychology in Mathematics Education*, Vol. 1 (Montreal: PME-NA, 1983, pp. 41– 101). Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <https://bit.ly/2PxFXrn> (προσπελάστηκε στις 8/5/2019)
- Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117 (2), 250-270
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 34-41
- Vygotsky, L. (1987). Zone of proximal development. *Mind in society: The development of higher psychological processes*, 5291, 157.
- Vygotsky, L. S. (1994). The problem of the environment. *The vygotsky reader*, 338-354.
- Vygotsky, L. S. (1997). *The collected works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- Vygotsky, L. S. (1999). Tool and sign in the development of the child. *The collected works of LS Vygotsky*, 6, 3-68.
- Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817.
- Wallace, J. R., & Veek, A. L. (1995). Children's use of maps for direction and distance estimation. In *biennial meeting of the Society for Research in Child Development, Indianapolis, IN*.

Waller, D., Hunt, E., & Knapp, D. (1998). The transfer of spatial knowledge in virtual environment training. *Presence*, 7(2), 129-143.

Walsh, S. 2011. Exploring classroom discourse. London & New York: Routledge.

Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development*, 53(4), 5-23

Wark, M. (2004) A Hacker Manifesto. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Weber, R. P. (1990). *Basic content analysis* (Vol. 49). Sage.

Wegerif, R., Mercer, N., & Dawes, L. (1999). From social interaction to individual reasoning: An empirical investigation of a possible socio-cultural model of cognitive development. *Learning and instruction*, 9(6), 493-516.

Wegerif, R., & Mercer, N. (1996). Computers and reasoning through talk in the classroom. *Language and Education*, 10(1), 47-64.

Wegerif, R., & Mercer, N. (1997). A dialogical framework for researching peer talk. *Language and Education Library*, 12, 49-64.

Wegerif, R., & Mercer, N. (2000). Language for thinking: A study of children solving reasoning test problems together. *Social interaction in learning and instruction: The meaning of discourse for the construction of knowledge*, 179-192.

Weinzweig, A.I. (1978). Mathematical foundations for the development of spatial concepts for children. *Recent research concerning the development of spatial and geometric concepts*. 105-176. Columbus, Ohio: ERIC Center for Science, Mathematics & Environmental Education

Wellman, H. M., & Somerville, S. C. (1982). Development of human search ability. *Advances in developmental psychology*.

Wells, G. (1994). The complementary contributions of Halliday and Vygotsky to a «language-based theory of learning». *Linguistics and education*, 6(1), 41-90.

Wells, G. (2000). Dialogic inquiry in education. *Vygotskian perspectives on literacy research*, 51-85.

Wertsch, J. V. (1979). From social interaction to higher psychological processes. A clarification and application of Vygotsky's theory. *Human development*, 22(1), 1-22.

Wertsch, J. V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Harvard University Press.

Wertsch, J. V. (1991), *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wertsch, J. V. (1998). *Mind as action*. Oxford University Press

Wertsch, J. V., & Kazak, S. (2007). Saying More than You Know in Instructional Settings In T. Koschmann (ed.) *Theorizing learning practice*.

Westling, G. and R. S. Johansson (1984). "Factors influencing the force control during precision grip." *Experimental Brain Research* 53: 277-284.

Whittier, L. E., & Robinson, M. (2007). Teaching evolution to non-English proficient students by using Lego robotics. *American Secondary Education*, 19-28.

Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., & Ford, M. J. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.

Wilson, A. D., & Golonka, S. (2013). Embodied cognition is not what you think it is. *Frontiers in psychology*, 4, 58.

Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9(4), 625-636.

Wilson, R., & Foglia, L. (2016). Embodied Cognition En The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://plato.stanford.edu/archives/spr2016/entries/embodied-cognition>

Winn W. (1993), «A constructivist critique of the assumptions of instructional design», in T. M. Duffy, J. Lowyck, & D. H. Jonassen (Eds.), *Designing environments for constructive learning*, pp. 189-212, Berlin: Springer-Verlag.

Witmer, B. G., Bailey, J. H., Knerr, B. W., & Parsons, K. C. (1996). Virtual spaces and real world places: transfer of route knowledge. *International Journal of Human-Computer Studies*, 45(4), 413-428.

Wood D. (1992), *The power of maps*, New York: Guilford Press.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 89-100.

Wray, D., & Kumpulainen, K. (2010). Researching classroom interaction and talk. *Educational research and inquiry: Qualitative and quantitative approaches*, 170-185.

Wyeth, P., & Purchase, H. C. (2002, April). Tangible programming elements for young children. In *CHI'02 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 774-775). ACM.

Yakimanskaya, I. S. (1991). *The Development of Spatial Thinking in Schoolchildren. Soviet Studies in Mathematics Education. Volume 3*. National Council of Mathematics, 1906 Association Drive, Reston, VA 22091.

Yang, O. S. (2000). Guiding children's verbal plan and evaluation during free play: An application of Vygotsky's genetic epistemology to the early childhood classroom. *Early Childhood Education Journal*, 28(1), 3-10.

Zacharia, Z. C., Loizou, E., & Papaevripidou, M. (2012). Is physicality an important aspect of learning through science experimentation among kindergarten students?. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(3), 447-457.

Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 45(9), 1021-1035.

Zbiek, R., Heid, M., Blume, G. & Dick, T. (2007). Research on technology in mathematics education. In F. Lester (ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 1169-1207). USA: Information Age Publishing.

Zelazo, P. D., Carter, A., Reznick, J. S., & Frye, D. (1997). Early development of executive function: A problem-solving framework. *Review of General Psychology*, 1 (2), 198-226.

Zuckerman, M. B. (2003). *America's best colleges: 2003 edition*. Washington, DC: US News & World Report.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. Έγκριση διεξαγωγής εκπαιδευτικής έρευνας

μονάδας, ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα στην ομαλή διεξαγωγή του ημερησίου προγράμματος και στην εφαρμογή του αναλυτικού προγράμματος του σχολείου.

5. Πριν τη διεξαγωγή του διδακτικού περάματος οι μαθητές θα απασχοληθούν 25'-35' λεπτά για ατομική συνέντευξη. Μετά την ολοκλήρωση των ατομικών συνεντεύξεων θα ακολουθήσει η διεξαγωγή του διδακτικού περάματος, η οποία αναμένεται να διαρκέσει συνολικά 15 ημέρες και θα εμπλέκει σε κάθε συνεδρία μία ομάδα τεσσάρων παιδιών. Η ανασχολήση της κάθε ομάδας με τα εργαλεία της έρευνας θα περιοριστεί σε 3-4 ώρες συνολικά (το μέγιστο 1 διδακτική ώρα/ημέρα για κάθε ομάδα). Μετά το πέρας της διεξαγωγής του διδακτικού περάματος, θα πραγματοποιηθεί τελική ατομική συνέντευξη διάρκειας 15'-20' (το μέγιστο 1 διδακτική ώρα/ημέρα για κάθε ομάδα). Μετά το πέρας της διεξαγωγής του διδακτικού περάματος, θα πραγματοποιηθούν ψηφιακά έργα σε λεπτών, κατά την οποία οι μαθητές θα κληθούν να πραγματοποιήσουν ψηφιακά έργα σε περιβάλλον λογισμικού. Η συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα είναι εθελοντική και οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να αποχωρήσουν οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμούν.

6. Η απόσταση των μαθητών από την παρακολούθηση του μαθήματός τους, προκειμένου να λάβουν μέρος στις συνεντεύξεις/συνεδρίες, να έχει προεγκριθεί από την Παιδαγωγική Τάξη και την Προϊσταμένη του νηπιαγωγείου.

7. Για κάθε μαθητή που πρόκειται να βιντεοσκοπηθεί/ηχογραφηθεί/φωτογραφηθεί να έχει εξασφαλιστεί από τον ερευνητή η ενυπόγραφη συνείδηση, κατόπιν πλήρους ενημέρωσης, του γονέα ή του κηδεμόνα του μαθητή.

8. Η βιντεοσκοπήση/ηχογράφηση/φωτογράφηση των μαθητών θα γίνει αποκλειστικά για τις ανάγκες της έρευνας με τίτλο «*Εκπαιδευτική Ρομποτική, αναδυόμενες μαθηματικές έννοιες και τεχνολογία ελέγχου στις μικρές ηλικίες: Ανάπτυξη δεξιοτήτων και Αναπαραστάσεων Γνωστικού Ελέγχου και Κατεύθυνσης στο χώρο σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσα από δραστηριότητες προγραμματισμού ψηφιακών και απτών ονοτήτων*». Τα οπτικοακουστικά αρχεία δεν θα χρησιμοποιηθούν για κανένα άλλο σκοπό παρά μόνο για τις ανάγκες συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας και θα καταστραφούν αμέσως μετά τη χρήση τους.

9. Σε καμία περίπτωση δεν θα επιχειρηθεί δημόσια χρήση των οπτικοακουστικών αρχείων στο σύνολό τους ή έστω τμήματος αυτών, στο πλαίσιο οποιασδήποτε ερευνητικής ή ακαδημαϊκής δραστηριότητας του ερευνητή. Την απόλυτη και αποκλειστική ευθύνη για τη φύλαξη, διαχείριση και καταστροφή των εν λόγω αρχείων φέρει ο υπεύθυνος ερευνητής.

10. Τα ερωτηματολόγια είναι πάντα ανώνυμα και κωδικοποιημένα. Η έρευνα να διεξαχθεί με την απαραίτητη διακριτικότητα και να προστατευθούν τα προσωπικά δεδομένα των συμμετεχόντων. Σε κάθε περίπτωση, να τηρηθεί επακριβώς η επιστημονική δεοντολογία όπως περιγράφεται στο Αναλυτικό Σχέδιο Έρευνας, το οποίο έχει υποβληθεί στο Ι.Ε.Π.

Ο Διευθυντής Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στον οποίο κοινοποιείται το έγγραφο αυτό, παρακαλείται να ενημερώσει σχετικά το σχολείο στο οποίο θα διεξαχθεί η έρευνα.

Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ ΤΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Εσωτερική Διανομή:
Δ/νση Σπουδών, Προγραμμάτων
& Οργάνωσης Π.Ε.
Τμήμα Α'

ΚΩΣΤΑΣ ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΟΣ
ΣΧΟΛΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠ/ΣΗΣ

ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ,
ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ ΠΡΩΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΙΑΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΠΟΥΔΩΝ, ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ &
ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ Π.Ε.
ΤΜΗΜΑ Α' ΣΠΟΥΔΩΝ
& ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Τοχ. Δ/ση : Ανδρέα Παπανδρίου 37
Τ.Κ. - Πόλη : 15180 - Μαρούσι
Ιστοσελίδα : <http://www.minedu.gov.gr>
Email : spudopre@minedu.gov.gr
Πληροφορίες : Κ. Παπαχρήστος
Κ. Γκουβέλα
Τηλέφωνο : 210 344 2248

Βαθμός Αρχαλούς:
Να διατηρηθεί μέχρι:
Βαθμός Πρωτοβάθμιας
Μαρούσι, 24-3-2015
Αρ. Πρωτοκόλλου :Φ15/280/48836/Δ1

✓ ΠΡΟΣ : κ. Σπύρο Κούρια
Αγίου Νικολάου 6
38 221 Βόλος
ΚΟΙΝ.: 1. Ι.Ε.Π.
Αν. Τσούρα 38
115 21 Αθήνα
2. Διευθυντή Εκπαίδευσης Π.Ε. Μαγνησίας,
3. Αρχηγό Σχολικό Σύμβουλο
Προσχολικής Αγωγής
(Μέσω της Δ/σης Π.Ε. Μαγνησίας)

ΘΕΜΑ : Έγκριση έρευνας
Σχετικό έγγραφο: το σχέδιο 31323Δ/128-2-2015

Απατώντας σε σχετικό αίτημά σας και έχοντας υπόψη την με αριθμ. 09/17-2-2015 πράξη του Δ.Σ. του Ι.Ε.Π., σας κάνουμε γνωστό ότι εγκρίνουμε τη διεξαγωγή της έρευνας σας με θέμα «*Εκπαιδευτική Ρομποτική, αναδυόμενες μαθηματικές έννοιες και τεχνολογία ελέγχου στις μικρές ηλικίες: Ανάπτυξη δεξιοτήτων και Αναπαραστάσεων Γνωστικού Ελέγχου και Κατεύθυνσης στο χώρο σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσα από δραστηριότητες προγραμματισμού ψηφιακών και απτών ονοτήτων*» η οποία θα πραγματοποιηθεί στο 2^ο Νηπιαγωγείο Βόλου κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους 2014-15 με τις ακόλουθες επισημάνσεις:

1. Πριν από τις επισκέψεις σας στο νηπιαγωγείο να υπάρχει συνεννόηση με την Προϊσταμένη του, το Σχολικό Σύμβουλο και συνεργασία με το διδακτικό προσωπικό, ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία της σχολικής μονάδας. Η έρευνα να πραγματοποιηθεί με τη σύμφωνη γνώμη της Προϊσταμένης του νηπιαγωγείου και του υπόλοιπου διδακτικού προσωπικού.
2. Τα αποτελέσματα της έρευνας σας να κοινοποιηθούν ηλεκτρονικά στη βιβλιοθήκη του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.
3. Για την διεξαγωγή της έρευνας σας στους μαθητές θα πρέπει να τηρηθεί ενημέρωση των γονέων και των εκπαιδευτικών, ώστε να υπάρχει **ενυπόγραφη-υπεύθυνη δήλωση** των γονέων έχοντας υπόψη ότι για όλες τις περιπτώσεις η συμμετοχή στην έρευνα δεν είναι υποχρεωτική.
4. Οι ώρες και οι μέρες των επισκέψεων του ερευνητή στο νηπιαγωγείο θα οριστούν μετά από συνεννόηση με την Προϊσταμένη και το υπόλοιπο διδακτικό προσωπικό της σχολικής

2. Υπεύθυνη δήλωση

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ (άρθρο 8 Ν.1599/1986)

Η ακρίβεια των στοιχείων που υποβάλλονται με αυτή τη δήλωση μπορεί να ελεγχθεί με βάση το αρχείο άλλων υπηρεσιών (άρθρο 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986)

ΠΡΟΣ ⁽¹⁾ :	ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ						
Ο - Η Όνομα:	Σπύρος	Επώνυμο:	Κούριος				
Όνομα και Επώνυμο Πατέρα:	Αντώνιος						
Όνομα και Επώνυμο Μητέρας:	Χρυσαίνθη						
Ημερομηνία γέννησης ⁽²⁾ :	31-01-1978						
Τόπος Γέννησης:	Χάλιφας (Καναδάς)						
Αριθμός Δελτίου Ταυτότητας:	ΑΤ 860611	Τηλ:	6944965406				
Τόπος Κατοικίας:	Βόλος	Οδός:	Αρ. Νικολάου	Αριθ:	6	ΤΚ:	38221
Αρ. Τηλεμοιαιότητας (Fax):		Δ/ση Ηλεκτρ. Ταχυδρομείου (Email):	kourias@uth.gr				

Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις⁽³⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

- α. Η βιντεοσκόπηση των μαθητών θα γίνει αποκλειστικά για τις ανάγκες της έρευνας με τίτλο «Επαιδευτική Ρομποτική, αναδυόμενες μαθησιακές έννοιες και τον Αριθμητικό Ημιόλο».
- β. Τα αρχεία της βιντεοσκόπησης δεν θα χρησιμοποιηθούν για κανένα άλλο σκοπό παρά μόνο για τις ανάγκες συλλογής και ανάλυσης των ερευνητικών δεδομένων.
- γ. Σε καμία περίπτωση δεν θα επιχειρηθεί δημόσια προβολή των αρχείων της βιντεοσκόπησης στο σύνολό τους ή έστω τμήματος αυτών, στο πλαίσιο οποιασδήποτε ερευνητικής ή ακαδημαϊκής δραστηριότητας του/της ερευνητή/ριας.
- δ. Τα αρχεία της βιντεοσκόπησης με τις συνεδρίες των μαθητών θα καταστραφούν αμέσως μετά την χρήση τους για τις ανάγκες συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.
- ε. Την απόλυτη και αποκλειστική ευθύνη για τη φύλαξη, διαχείριση και καταστροφή των εν λόγω αρχείων φέρει ο/η ερευνητής/ρια.
- στ. Για κάθε μαθητή που πρόκειται να βιντεοσκοπηθεί, έχει εξασφαλιστεί από τον/την ερευνητή/ρια η ενυπόγραφη συναίνεση, κατόπιν πλήρους ενημέρωσης, του γονέα ή του κηδεμόνα του μαθητή, για τη διενέργεια της βιντεοσκόπησης.



ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ
ΚΕΠΙ 452 Δήμου Βόλου
Βεβαιώνεται το γνήσιο της
υπογραφής του ΣΠΥΡΟΥ
ΚΟΥΡΙΑΣ
ΑΤ 860611 ΣΠΥΡΟΣ ΚΟΥΡΙΑΣ
Βόλος 2.8.ΙΑΝ. 2015
Ο Υπάλληλος του ΚΕΠΙ
ΜΑΚΡΙΑΚΗΙΩΤΑ

2 8 ΙΑΝ. 2015
Ο - Η Δηλών
(Υπογραφή)

- (1) Αναγράφεται από τον ενδιαφερόμενο πολίτη ή Αρχή ή τη Υπηρεσία του δημόσιου τομέα, που απευθύνεται η αίτηση.
(2) Αναγράφεται ολογράφως.
(3) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.
(4) Σε περίπτωση ανεπάρκειας χώρου η δήλωση συνεχίζεται στην πίσω όψη της και υπογράφεται από τον δηλούντα ή την δηλούσα.

3. Έντυπο ενυπόγραφης συγκατάθεσης για έρευνες που αφορούν παιδιά

1. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ:
Η παρούσα έρευνα αφορά τη χρήση προγραμματιζόμενων συσκευών και λογισμικών, εκ μέρους παιδιών προσχολικής ηλικίας, σε δραστηριότητες που εστιάζουν στην κίνηση και στον προσανατολισμό στο χώρο και ως βασικό σκοπό έχει σε γενικές γραμμές, την καταγραφή του γνωστικού οφέλους παιδιών ηλικίας 5-6 ετών σε σχέση με ζητήματα χωρικών δεξιοτήτων, μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης.
2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ:
Τα δεδομένα της έρευνας αναμένεται να συλλεγούν μέσω ημιδομημένης ατομικής συνέντευξης αλλά και μέσω ατομικών έργων των παιδιών (σχεδιαγράμματα, ιχνογραφήματα, αυτοσχέδιοι χάρτες), φωτογραφιών και βίντεο που θα προκύψουν από το διδακτικό πείραμα. Το κάθε παιδί που θα συμμετάσχει στην έρευνα, δεν πρόκειται να απασχοληθεί για παραπάνω από 2 ώρες συνολικά, σε χρονικό έυρος 2 εβδομάδων, εντός ωρολογίου προγράμματος και πάντα κατόπιν συνεννόησης με τις εκπαιδευτικούς.
3. ΑΝΑΜΕΝΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ:
Τα αποτελέσματα της έρευνας πρόκειται να συμβάλουν στην προώθηση της χρήσης σύγχρονων εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής στις μικρές ηλικίες με σκοπό την ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων και αναλυτικού τρόπου σκέψης. Στα άμεσα οφέλη για τους μαθητές προσμετρώνται η εμπλοκή τους στη χρήση πρωτότυπων εργαλείων και ο εμπλουτισμός των εμπειριών τους σε σχέση με την κίνηση και προσανατολισμό στον χώρο και τις διαδικασίες προγραμματισμού και αλγοριθμικού τρόπου σκέψης.
4. ΠΙΘΑΝΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ / ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ:
Οι μαθητές που θα συμμετάσχουν, δεν αναμένεται να αντιμετωπίσουν κανένα απολύτως κίνδυνο ή δυσκολία κατά τη διάρκεια της έρευνας. Επιπλέον, η φάση της έρευνας είναι τέτοια, που δεν επιβάλλει τη λήψη μέτρων ασφαλείας.
5. ΑΝΩΝΥΜΙΑ / ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
Κρίνεται αναγκαίο να διασαφηνιστεί ότι οποιοδήποτε προϊόν έρευνας, είτε οπτικοακουστικό (βίντεο/φωτογραφίες) είτε γραπτό-σχεδιαστικό (σχέδια/ζωγραφιές/ιχνογραφήματα), προκύψει από τις ατομικές συνεντεύξεις και το διδακτικό πείραμα, θα προβληθεί στο πλαίσιο της διατριβής με ανώνυμο τρόπο και με τεχνικές απόκρυψης της ταυτότητας έτσι ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της ταυτότητας των υποκειμένων. Επιπλέον, η καταγραφή του διδακτικού πειράματος με βιντεοκάμερα, θα γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε το πλάνο να εστιάζει μόνο σε κινήσεις και χειρονομίες και όχι στα πρόσωπα των παιδιών. Τέλος, στο φωτογραφικό υλικό, θα γίνει η προσπάθεια να μη καταγραφούν πρόσωπα, ωστόσο, όπου αυτό δεν είναι εφικτό, θα τοποθετηθεί «μωσαϊκό» ή θα εφαρμοστούν παραπλήσιες τεχνικές απόκρυψης της ταυτότητας ενώ και όσον αφορά το τελικό κείμενο που θα προκύψει από την απομαγνητοφώνηση, προβλέπεται η απόδοση ψευδωνύμου σε κάθε παιδί.
6. ΑΡΝΗΣΗ / ΑΠΟΣΥΡΣΗ:
Επιπλέον, δηλώνεται ρητά το δικαίωμα των παιδιών να αρνηθούν τη συμμετοχή τους στην έρευνα ή/και να αποσυρθούν από αυτή σε οποιοδήποτε στάδιο της.
7. ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ / ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ:
ΔΗΛΩΝΩ ΥΠΕΥΘΥΝΑ ΟΤΙ ΑΠΟΔΕΧΟΜΑΙ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ ΜΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ. ΤΟ ΠΑΙΔΙ ΜΟΥ ΔΙΑΤΗΡΕΙ ΤΟ ΔΙΚΑΙΩΜΑ ΝΑ ΑΠΟΣΥΡΘΕΙ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΣΕ ΟΠΟΙΟΔΗΠΟΤΕ ΣΤΑΔΙΟ ΤΗΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ.
ΥΠΟΓΡΑΦΗ ΓΟΝΕΑ Η' ΚΗΛΕΜΟΝΑ/ ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

4. Οδηγός απομαγνητοφώνησης

Χρησιμοποιούμε το συγκεκριμένο template για καταγραφή των διαλόγων-συνεντεύξεων. Οι στήλες αφορούν στην αρίθμηση (στήλη 1), στα ονόματα των ατόμων που αλληλεπιδρούν (στήλη 2), στους διαλόγους οι οποίοι αποτελούν το απομαγνητοφωνημένο κείμενο (στήλη 3), στο σχολιασμό (όπου αναγράφονται σχόλια δικά σας κατά την επεξεργασία με στόχο την καλύτερη κατανόηση του κειμένου, π.χ. «εδώ τα παιδιά δείχνουν στη οθόνη του υπολογιστή», ή «εδώ χειρίζονται δικά τους εργαλεία», ή «εδώ η φοιτήτρια χρειάστηκε να κάνει επιπλέον ερωτήσεις ή να δώσει ένα νέο εργαλείο» και στην αποτίμηση (εδώ συμπληρώνουμε μετά την απομαγνητοφώνηση. Είναι για μελλοντική χρήση δική μας). Για κάθε συνέντευξη που απομαγνητοφωνούμε χρησιμοποιούμε ξεχωριστό αρχείο. Η μορφή του κειμένου στο κάθε αρχείο πρέπει να είναι όπως στα παρακάτω:

<p>Τίτλος: (Συνέντευξη-Βίντεο 1) Ημερομηνία: Ώρα: Άτομα: [N: Νίκος, M: Μαρία] Περίληψη: η ομάδα αυτή δούλεψε αρκετά καλά όπως φαίνεται στις γραμμές 46-52 εμφανίστηκαν μερικά στιγμιότυπα ανταγωνισμού, </p>			
Αρ.	Άτομα	Διάλογοι	Σχόλια
1 2 3 4 5 6 7	N: M:	Θα ξεκινήσω εγώ με το ποντίκι # και θα πάω στο σημείο A Δεν είδα καλά [//]	<i>Δείχνει να το σκέφτεται!</i>

Κανόνες για την απομαγνητοφώνηση

1. Όπου κάποια συνομιλία δεν ακούγεται δηλώνεται με brackets και αναγράφεται ότι δεν ακούγεται [δεν ακούγεται].
2. Όπου δεν ακούγεται κάτι καθαρά, αλλά είμαστε περίπου σίγουροι δηλώνεται πάλι με brackets όπου μέσα γράφουμε αυτό που εμείς κατανοούμε [εννοεί άσπρο ή ότι νομίζουμε ότι εννοεί].
3. Όπου υπάρχει μικρή σιωπή δηλώνεται με #
4. όταν πρόκειται για μεγάλη σιωπή δηλώνεται με ### ανάλογα με τη διάρκεια (π.χ. # ισοδυναμεί με 20 δευτερόλεπτα)
5. όπου γίνεται διακοπή με διόρθωση βάζουμε [//]
6. όπου γίνεται διακοπή χωρίς διόρθωση βάζουμε [/]
7. όταν έχουμε μια μη-ολοκληρωμένη ομιλία (utterance) βάζουμε +...
8. όταν έχουμε μια ομιλία η οποία διακόπτεται από τον συνομιλητή βάζουμε +/-.
9. όταν έχουμε παράλληλη ομιλία από τα άτομα που συνομιλούν το δηλώνουμε με <blabla> [>] and <grumple whine yell yerk> [<] and <gobble gobble> [<]

5. Ερωτηματολόγιο και έργα της αρχικής συνέντευξης


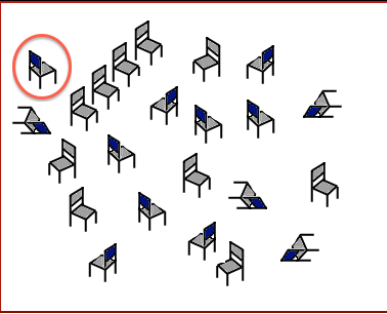
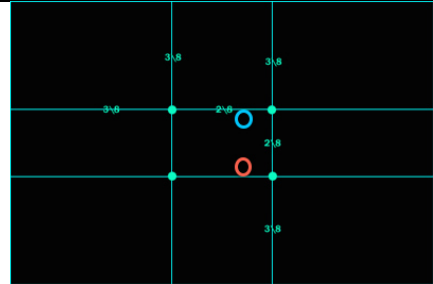
1. Συνέντευξη - Ερωτήσεις σχετικές με έννοιες χώρου και τεχνολογίας στη καθημερινότητα

- 1.1) Πως σε λένε;
- 1.2 Πόσων χρόνων είσαι;
- 1.3 Από που είσαι;
- 1.4 Που μένεις;
- 1.5 Τι δουλειά κάνει ο μπαμπάς σου;
- 1.6 Τι δουλειά κάνει η μαμά σου;
- 1.7 Έχεις άλλα αδέρφια; Αν ναι είναι πιο μεγάλα από σενα;
- 1.8 Έχεις χρόνο μετά το σχολείο; Πως προτιμάς να τον περνάς;
- 1.9 Βλέπεις ταινίες; Ποιες είναι οι αγαπημένες σου; Γιατί;
- 1.10 Ποια είναι τα αγαπημένα σου παιχνίδια;
- 1.11 Έχετε υπολογιστή / iPad / παιχνιδιομηχανή στο σπίτι;
- 1.9 Πως τα πας με τους υπολογιστές; Σου αρέσουν; Ασχολείσαι αρκετά; Πόσο;
- 1.10 Αντιμετωπίζεις προβλήματα με τους Η/Υ; Αν ναι, ποιος/οι σε βοηθούν να τα λύσεις;
- 1.10 Σου αρέσουν τα ηλεκτρονικά παιχνίδια; Αν ναι ποιά είναι το αγαπημένο σου και γιατί;
- 1.11 Ξέρεις να χρησιμοποιείς τις άλλες συσκευές που έχετε στο σπίτι; Τι κάνεις μ'αυτές;
- 1.12 Παίζεις έξω; Κάνεις βόλτες με τα πόδια ή με το ποδήλατό σου;
- 1.13 Κάνεις ταξίδια; Πού έχει πάει;
- 1.14 Που μένεις; Το σπίτι σου είναι μακριά ή κοντά στο σχολείο σου;
- 1.15 Πως πηγαίνεις από το σπίτι σου στο σχολείο;
- 1.16 Παρατηρείς τη διαδρομή; Τι σου κάνει εντύπωση; Μιλάς για τη διαδρομή με κανέναν;
- 1.17 Μπορείς να μου την αναπαραστήσεις σε μια κόλλα χαρτί;
- 1.18 Έχεις ποτέ χαθεί κάπου; Π.χ. στο πάρκο, στη γειτονιά. Πώς κατάφερες και βρήκες το δρόμο σου;

2. Σύντομα έργα σχετικά με το Χώρο (τοπολογικές έννοιες, συμβολισμός, αναπαραστάσεις, διαδρομές)

2.a.1: Αναγνώριση-Περιγραφή θέσεων στο χώρο (φωτογραφίες) Αναγνώριση τοπολογικών εννοιών (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω) και σχέσεων με το περιβάλλον και τα υπόλοιπα αντικείμενα (δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.) Μπορείς να μου περιγράψεις που βρίσκεται:

			
Ο Άγιος Βασίλης (Που ακριβώς σε σχέση με τη βιτρίνα; Εμείς από που βλέπουμε τον Άγιο Βασίλη;)	Ο σκύλος	Το γουρουνάκι και τα κοτοπουλάκια	Το μώβ ζάρι

		
Το αεροδρόμιο (Ξέρεις τι μας δείχνει η φωτογραφία; Σου θυμίζει κάτι ο χάρτης; Σε τι θέση σε σχέση με το Βόλο βρίσκεται το αεροδρόμιο της Αγχιάλου;)	Η κυκλωμένη καρέκλα	Ο κόκκινος και ο μπλέ κύκλος



2.α.2: Κατανόηση (γλωσσικού) χωρικού κώδικα και δράση στο χώρο (3D μακέτα)



Θέσεις-Ερωτήσεις: Μπορείς σε παρακαλώ να παρκάρεις το κόκκινο αυτοκίνητο αριστερά από το δέντρο;.....το μπλέ αυτοκίνητο δεξιά από το δέντρο;.....το αστυνομικό ανάμεσα στη κορύνα και το πρατήριο.....τη μπουλντόζα μπροστά από το κάγκελο.....το πυροσβεστικό πίσω ακριβώς από τη πολυκατοικία και αριστερά από το λεωφορείο.....

Ενδεικτικός διάλογος: «.....Επειδή σε αυτή τη πόλη όλοι δυσκολεύονται να βρουν παρκάρισμα, μήπως θα μπορούσες εσύ να τους βοηθήσεις;.....Ας πούμε πως εσύ είσαι ένα ρομπότ παρκαρίσματος και πρέπει να παρκάρεις τα αυτοκίνητα εκεί που θα σου λέω εγώ. Πως σου φαίνεται;

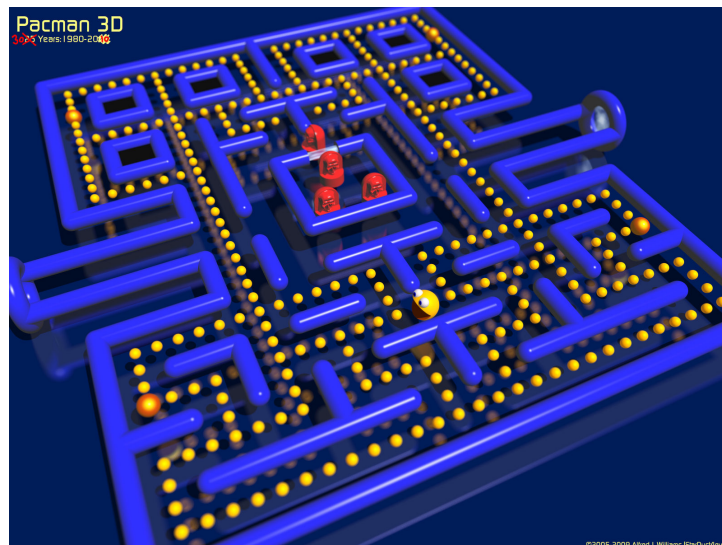
..... Σε παρακαλώ πάρκαρα αυτό το αυτοκίνητο ανάμεσα στο κόκκινο και στο πορτοκαλί..... Τι λές για το Σκαραβαίο; Έλεγα να τον παρκάρεις πίσω από το κτίριο με τα μεγάλα παράθυρα..... Χμμμ.....Μήπως θα έπρεπε να το ξανασκεφτείς λίγο; Εκεί που το πάρκαρας μάλλον θα έρθει η τροχαία και θα μας το πάρει με τον γερανό!..... Για δεξ λιγο καλύτερα! Ποιό είναι το μπροστινό μέρος του κτιρίου;

2.α.3: Προσανατολισμός στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς (φωτογραφίες)



Μήπως μπορείς να μου πεις τι μας δείχνουν αυτές οι δύο φωτογραφίες; Που νομίζεις πως θα πρέπει να καθίσουμε εμείς για να βγάλουμε τις ίδιες φωτογραφίες; Σε ποια από τις δυο φωτογραφίες θα φαινόμασταν κι εμείς αν μας φωτογράφιζαν εδώ που καθόμαστε τώρα;

2.β: Εκτίμηση/Μέτρηση απόστασης με άτυπα μέσα (φωτογραφία)



Τι μπορείς να δεις σ' αυτή τη φωτογραφία; Γνωρίζεις το παιχνίδι Pacman; Ξέρεις τι τρώει ο Pacman; Αν φάει τις πορτοκαλί καραμελίτσες τι γίνεται; Ποια πιστεύεις ότι είναι η πιο κοντινή καραμέλα στον Pacman σ' αυτή τη φωτογραφία; Μη ξεχνάς ότι πρέπει να τον βοηθήσουμε να φάει τη καραμέλα του όσο πιο γρήγορα γίνεται γιατί τον κυνηγάνε τα φαντασματάκια!! Πως κατάλαβες ότι η καραμελίτσα που μου δείχνεις είναι κοντά/μακριά; Τι σε βοήθησε να το καταλάβεις; Είναι κοντά; Πόσο κοντά;... Ποια είναι πιο κοντά;... Πως μπορείς να είσαι σίγουρος;... Πως θα μπορούσες να μετρήσεις την απόσταση για να σιγουρευτείς; Μπορείς να μου δείξεις με κάποιο τρόπο;

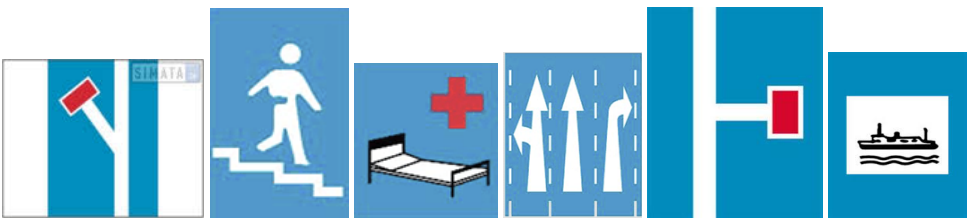
2.γ.1: Αναγνώριση συγκεκριμένων συμβόλων κίνησης (σήματα ΚΟΚ)



Τα έχεις ξαναδεί αυτά τα σήματα; Πού; Ξέρεις τι σημαίνουν και γιατί τα έχουμε; Ποια από αυτά μας «λένε» προς τα που να πάμε;



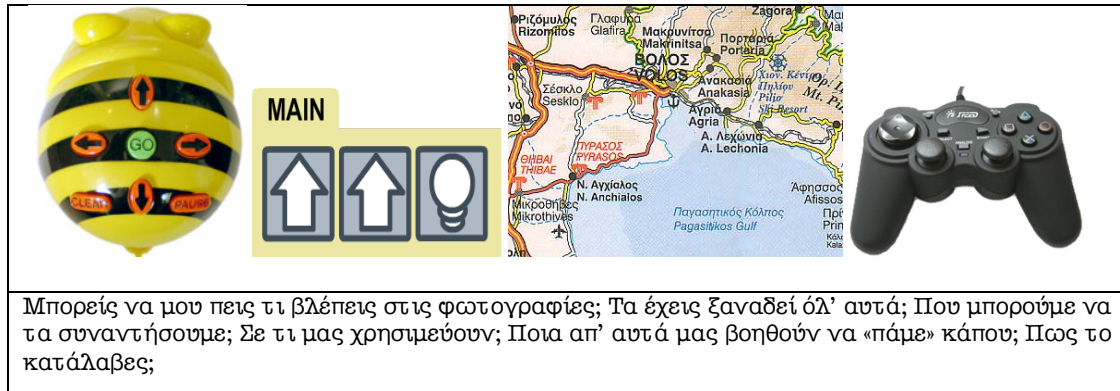
Τα έχεις ξαναδεί αυτά τα σήματα; Πού; Ξέρεις τι σημαίνουν και γιατί τα έχουμε; Ποια από αυτά μας «λένε» προς τα που να πάμε;



Τα έχεις ξαναδεί αυτά τα σήματα; Πού; Ξέρεις τι σημαίνουν και γιατί τα έχουμε; Ποια από αυτά μας «λένε» προς τα που να πάμε;

2.γ.2: Αναγνώριση συγκεκριμένων και αφαιρετικών συμβόλων κίνησης (φωτογραφίες)





Μπορείς να μου πεις τι βλέπεις στις φωτογραφίες; Τα έχεις ξαναδεί όλ' αυτά; Που μπορούμε να τα συναντήσουμε; Σε τι μας χρησιμεύουν; Ποια απ' αυτά μας βοηθούν να «πάμε» κάπου; Πως το κατάλαβες;

2.8.1: Κατανόηση οδηγιών για εκτέλεση διαδρομής σε χάρτη (φωτογραφία)

2.8.2: Σύνθεση-Παροχή οδηγιών σε άλλον για εκτέλεση διαδρομής σε χάρτη (φωτογραφία)



ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΟΔΗΓΙΩΝ: «Αυτός είναι ο χάρτης της περιοχής στην οποία κάνουμε τις διακοπές το καλοκαίρι. Αφού τελειώσουμε το μπάνιο στη θάλασσα, θέλουμε να πάρουμε το αυτοκίνητό μας για να πάμε σε κάποιο εστιατόριο για να φάμε. Εσύ όμως θέλεις να βοηθήσεις το μπαμπά σου να βρει πιο εύκολα το δρόμο και αποφασίζεις να του ζωγραφίσεις τη διαδρομή στο χάρτη για να τη θυμάται καλύτερα.....Βρισκόμαστε στη παραλία και πρέπει να ακολουθήσουμε τον κατάλληλο δρόμο μέχρι το αυτοκίνητό μας. Να θυμάσαι πάντα ότι δε μπορούμε να πατήσουμε το γκαζόν οπότε πρέπει πάντα να είμαστε αναγκαστικά πάνω στο δρομάκι. Ξεκινάς από τις ξαπλώστρες στη παραλία και ακολουθείς τον πρώτο δρόμο που θα βρεις μπροστά σου προς τα πάνω. Περπατάς μέχρι να συναντήσεις τη παιδική χαρά στο δεξί σου χέρι. Από εκεί συνεχίζεις ευθεία προς τα πάνω μέχρι να δεις τη πισίνα. Εκεί στρίβεις δεξιά και προχωράς μέχρι να βρεις ένα σημείο στο οποίο συναντιούνται πολλοί δρόμοι. Εκεί στρίβεις πάλι δεξιά και μετά από λίγο θα δεις το πάρκινγκ. Παιρνεις το

αυτοκίνητό σου και κατευθύνεσαι προς τα πάνω μέχρι να δεις μπροστά σου ένα τριγωνικό κήπο. Εκεί είναι η έξοδος, στρίβεις δεξιά, βγαίνεις στο μεγάλο δρόμο και φεύγεις.»

ΣΥΝΘΕΣΗ ΟΔΗΓΙΩΝ: «Μιλάς στο τηλέφωνο μ' ένα φίλο σου ο οποίος ήρθε μαζί με την οικογένειά του να σε συναντήσει στο μέρος όπου κάνεις διακοπές. Πρέπει να τους δώσεις τις κατάλληλες οδηγίες ώστε να σε βρουν εύκολα. Εκείνοι βρίσκονται στην είσοδο κι εσύ στο εστιατόριο. Πως θα τον περιγράψεις από που ακριβώς πρέπει να πάνε; Προσπάθησε να του το περιγράψεις με πολλές λεπτομέρειες γιατί ο φίλος σου δε γνωρίζει καλά το δρόμο.

2.ε.1: Δημιουργία αναπαράστασης κίνησης (ιχνογράφημα)

(Δείχνουμε το ρομπότ) Ξέρεις τί είναι αυτό; Έχεις ξαναδεί κάτι παρόμοιο; Θέλεις να του δώσουμε ένα όνομα; Θα ήθελες να δούμε μαζί πως κινείται το...».....»; (Παρουσιάζουμε τη κίνηση 1-2 φορές)..... Πως σου φάνηκε; Τι παρατήρησες; Με ποιο τρόπο κινείται; Περπατάει όπως εμείς οι άνθρωποι; Θα μπορούσες τώρα να μου ζωγραφίσεις στο χαρτί με όποιο τρόπο νομίζεις εσύ το πως κινήθηκε το ρομποτάκι μας;

6. Φόρμες αποτίμησης

6.1 Καταγραφή εκδήλωσης χωρικής σκέψης

A.1. Αναγνώριση-Περιγραφή θέσεων στο χώρο. Χρήση/Κατανόηση Χωρικού Κώδικα, Σύνθετοι Χωρικοί συλλογισμοί και δημιουργία Χωρικών Εννοιών
A.1.1. Αναγνώριση τοπολογικών εννοιών και περιγραφή χωρικών σχέσεων με το περιβάλλον (μέσα, έξω, αριστερά, δεξιά, δίπλα, ανάμεσα, κοντά, μακριά, γύρω, μπροστά, πίσω, δίπλα σε, κάτω/πάνω από κ.α.) <ul style="list-style-type: none">• Τυχαία (A), A2• Ιδιοσυγκρασιακή (B)• Δεικτική (Γ)• Περιγραφική (Δ)• Τοπολογική Ε)
A.1.2 Προσανατολισμός στο χώρο με διαφορετικά συστήματα αναφοράς (προβολικές σχέσεις με ή χωρίς την ύπαρξη σταθερού συστήματος αναφοράς) <ul style="list-style-type: none">• Εγωκεντρική αντίληψη χώρου (A)• Προσπάθεια συντονισμού της προοπτικής (χρήση σώματος/αλλαγή θέσης υποκειμένου/περιστροφή έργου) (B)• Άμεση αντίληψη διαφορετικής προοπτικής (Γ)
A.2. Κατανόηση και (σωστή) χρήση χωρικού κώδικα (γλωσσικού και συμβολικού). Αναγνώριση, συσχέτιση και χρήση συμβόλων που αφορούν το χώρο και ύπαρξη χωρικής σκέψης ως σημειωτικής. <ul style="list-style-type: none">• Τυχαία (A)• Ιδιοσυγκρασιακή (B)• Δεικτική (Γ)• Περιγραφική (Δ)• Τοπολογική Ε)
A.3. Εκτίμηση/Μέτρηση απόστασης, άμεσες και έμμεσες συγκρίσεις με χρήση άτυπων μέσων (κοντά, μακριά) <ul style="list-style-type: none">• Τυχαία (A)• Ιδιοσυγκρασιακή (B)• Δεικτική (Γ)• Περιγραφική (Δ)• Ποσοτική Ε)
A.4 Δημιουργία σύνθετων χωρικών συλλογισμών (εύρεση διαδρομών, θέσεων, χωρικών συσχετισμών, συνδέσεων με χάρτες, εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν απόσταση, διεύθυνση, όρια κ.α.) <ul style="list-style-type: none">• Τυχαία (A)• Ιδιοσυγκρασιακή (B)• Δεικτική (Γ)• Περιγραφική (Δ)• Τοπολογική Ε)
A5. Στρατηγικές κατανόησης του χώρου, της θέσης και του προσανατολισμού στο χώρο <ul style="list-style-type: none">• Καμία ανάπτυξη/χρήση στρατηγικής (A)

- Τυχαία συμπεριφορά χωρίς αιτιολόγηση (B)
- Ιδιοσυγκρασιακή αντίδραση (Γ)
- Στρατηγική δοκιμής-λάθους (Δ)
- Χρήση τοποσήμων (Ε)
- Χρήση σώματος (Ζ)
- Περιστροφή/Μετασχηματισμός/Χειρισμός αντικειμένου/περιβάλλοντος/εργαλείου (Η)

6.2 Καταγραφή τυπολογίας χρήσης εργαλείων

Χρήση νοητικών εργαλείων

- Ιδιοσυγκρασιακή χρήση εργαλείων (B1)
- χρήση «εμφανών» νοητικών εργαλείων (προϋπάρχων συμβολισμός κίνησης/πλήκτρα, διάγραμμα ροής κίνησης....) (B2)
- χρήση «μη εμφανών» νοητικών εργαλείων (περιγραφικός λόγος, περιστροφή τάμπλετ/φωτογραφίας, χρήση σώματος/χεριών/δαχτύλων, χρήση τοποσήμων, χρήση τεταρτημορίων/στοιχείων περιβάλλοντος ως άτυπων μέσων μέτρησης (B3)
- υποβοηθούμενη χρήση νοητικών εργαλείων (B4)
- αυτόνομη χρήση νοητικών εργαλείων που ανακαλούνται από τη μνήμη (B5)

6.3 Καταγραφή τυπολογίας πρακτικών επίλυσης χωρικού προβλήματος

Συμπεριφορά απέναντι στο πρόβλημα.

- Αρχικός σχεδιασμός πριν από τη δράση. Ρύθμιση στόχου (Γ1)
- Ανάκληση στρατηγικών (Γ2)
- Έλεγχος προσπάθειας (Γ3)
- Επαναπροσδιορισμός προβλήματος / Επανεκτίμηση κατάστασης / Προσαρμογή σε νέα δεδομένα (Γ4)
- Τροποποίηση στρατηγικών (Γ5)
- Αντιμετώπιση αποτυχίας και απόδοσή της σε ελέγξιμες αιτίες και επιτυχίες σε σταθερές αιτίες (Γ6)
- Μετακίνηση μεταξύ ετερορύθμισης - αυτορύθμισης (Γ7)
- Υψηλό αίσθημα αποτελεσματικότητας (Γ8)
- Έκφραση αισθήματος αβεβαιότητας, οικειότητας, κατανόησης, δυσκολίας, ευκολίας, ικανοποίησης, θυμού σε σχέση με την εφαρμογή κι αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων λύσεων (Γ9)
- Έγκαιρος αυτο-αναλογισμός χωρίς αναμονή για εξωτερική ανατροφοδότηση για διόρθωση, μη εξάρτηση από την εξωτερική ανατροφοδότηση (Γ10)
- Συλλογισμός κατόπιν εξωτερικής ανατροφοδότησης για διόρθωση (Γ11)
- Απουσία λογικής εξήγησης. Αιτιολόγηση με βάση φαντασιακά/ιδιοσυγκρασιακά στοιχεία (Γ12)
- Αίτημα για βοήθεια/ανατροφοδότηση (Γ13)

6.4. Καταγραφή τυπολογίας παρεμβάσεων ερευνητή/εκπαιδευτικού (Δ)

<ul style="list-style-type: none"> • Διευκρινιστική/Ενισχυτική Ερώτηση (Δ1) • Επίκληση πρότερης εμπειρίας (Δ2) • Παρακίνηση για δράση/αλλαγή στρατηγικής (Δ3) • Παρακίνηση για προβληματισμό (Δ4) • Ζήτηση εξήγησης (Δ5) • Πρόταση για νέα ιδέα (Δ6) • Άμεση Παροχή απάντησης (Δ7) • Επιβράβευση (Δ8) • Αναδιατύπωση πληροφορίας (Δ9) • Χρήση σώματος. / Οπτικοποίηση πληροφορίας (Δ10) • Επίκληση ομάδας/ συνεργασίας (Δ11) • Συμβουλευτική (Δ12) • Επιβεβαιώτικη αποκριση (Δ13)
--

6.4. Καταγραφή Δυναμικού πλαισίου της τάξης

ΠΕΔΙΟ	ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ		
ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	Ερμηνευτική (Επεξηγηματική/Ανακαλυπτική)	ΓΔ-ΕΡ	Κριτική, διερευνητική δράση η οποία περιλαμβάνει σχεδιασμό, διαδικασία δοκιμής-λάθους, πειραματισμό, επαλήθευση υπόθεσης, αξιολόγηση αποτελέσματος.
	Διαδικαστική	ΓΔ-ΔΙΑ	Αφηρημένα διαδικαστική εκτέλεση η οποία αφορά απλά χειρισμό κι εκτέλεση πράξης χωρίς αναστοχαστική ανάλυση των βημάτων.
	Αφηρημένη (εκτός διαδικασίας)	ΓΔ-ΑΦ	Δραστηριότητα μη σχετιζόμενη με το πλαίσιο δράσης.
ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	Συνεργατική	ΚΔ-ΣΥΝ	Συνεργατική δραστηριότητα η οποία βασίζεται στην ισότιμη συμμετοχή και κατασκευή νοήματος.
	Αλληλοδιδασκτική	ΚΔ-ΑΛΔ	Αλληλοϋποστήριξη με σκοπό την επίτευξη κοινών στόχων της ομάδας.
	Επιχειρηματολογική	ΚΔ-ΕΠΠ	Κοινωνικο-γνωστικές “διαμάχες” οι οποίες επιλύονται με ορθολογικό τρόπο.
	Ατομιστική	ΚΔ-ΑΤΟ	Τα παιδιά εργάζονται εξατομικευμένα, δεν “μοιράζονται” και στερούνται κοινού στόχου σε σχέση με την κατασκευή νοήματος.
	Κυριαρχική	ΚΔ-ΚΥΡ	Μη ισότιμη συμμετοχή με κάποιο-α από όλα τα παιδιά να κυριαρχούν έναντι των άλλων.
	Συγκρουσιακή	ΚΔ-ΣΥΓΚ	Συγκρούσεις στο πλαίσιο της ομάδας, οι οποίες συχνά παραμένουν δισπειλντες.
	Σύγχυση	ΚΔ-ΣΥΓΧ	Έλλειψη κοινής/διαμοιρασμένης κατανόηση. Τα παιδιά συχνά δεν κατανοούν το αντικείμενο της δραστηριότητας ή το τί κάνουν οι γύρω τους. Συχνά τα επεισόδια χαρακτηρίζονται από μεγάλες παύσεις σιωπής και μηδαμινή λεκτική δράση.
ΓΛΩΣΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	Παροχή πληροφορίας	ΓΔ-ΠΠ	Ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσεων που φαίνεται να προϋπάρχουν σε συνδυασμό με τις προσωπικές τους εμπειρίες, απόψεις κι ερμηνείες των φαινομένων γύρω τους.
	Αιτιολόγηση / Επεξήγηση / Αναπαράσταση ιδέας	ΓΔ-ΑΙΤ	Λόγος αιτιολογικού χαρακτήρα με σκοπό να παρασχεθούν περαιτέρω εξηγήσεις και πληροφορίες σε σχέση με τυχόν διαμορφωμένες απόψεις και δράση.

Αξιολόγηση	ΓΛ-ΑΞΙ	Τα παιδιά κρίνουν και αξιολογούν τα δεδομένα, τα έργα, τις πράξεις, τις ιδέες και τις απόψεις τόσο τις δικές τους όσο και των γύρω τους
Διερεύνηση	ΓΛ-ΔΙΕ	Μέσω των ερωτήσεων τα παιδιά “ανατρέχουν” στους συμμαθητές τους ως πηγές πιθανής πληροφορίας ενώ παράλληλα μέσω αυτών βοηθιούνται στο να ανακαλέσουν πρότερη γνώση.
Απόκριση	ΓΛ-ΑΠΟ	Ευθείες απαντήσεις σε ερωτήσεις που διατυπώνονται.
Οργάνωση/Έλεγχος	ΓΛ-ΟΡΓ	Τα παιδιά επιχειρούν να οργανώσουν καλύτερα τη δουλειά τους ή να ελέγξουν συμπεριφορές, δικές τους ή των γύρω τους,
Προσωπική άποψη <ul style="list-style-type: none"> • Συμφωνία • Ασυμφωνία 	ΓΛ-ΠΑ-Σ/ΑΣ	Έκφραση συμφωνίας ή διαφωνίας σε σχέση με πράξεις, ιδέες, γνώμες άλλων μελών της ομάδας σε σχέση με την επίτευξη κοινών στόχων.
Παροχή οδηγιών / Υπαγόρευση	ΓΛ-ΠΟ	Παροχή οδηγιών σε άλλους ή υπαγόρευση κάτι σχετικού με τη δραστηριότητα στην οποία συμμετέχουν
Αναδιατύπωση/Ανασύνθεση πληροφορίας/ Ανάγνωση/Έρμηνεία συμβόλων	ΓΛ-ΑΑΑ	Αλληλεπίδραση με κείμενα ή/και άλλα συμβολικά συστήματα καθώς και η ανάγνωσή τους στην ολομέλεια,
Επανάληψη	ΓΛ-ΕΠ	Επανάληψη λόγου που διατυπώθηκε ναρίτερα
Αφήγηση προσωπικής εμπειρίας	ΓΛ-ΑΠΕ	Συσχέτιση με προσωπική εμπειρία και αφήγηση της στην ολομέλεια
Έκφραση συναισθήματος	ΓΛ-ΣΥΝ	Έκφραση συναισθήματος ως απόρροια της συμμετοχής σε δραστηριότητα της ομάδας
Διατύπωση υπόθεσης	ΓΛ-ΥΠΟ	Διατύπωση υπόθεσης ως μέρος της προτεινόμενης λύσης σε πιθανό πρόβλημα
Εξωτερίκευση εσωτερικής σκέψης/ Ατομικός λόγος	ΓΛ-ΑΤΑ	Εξωτερίκευση σκέψης που δομήθηκε σε ατομικό επίπεδο νοητικά κι εκφράζεται