



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΝΗΠΙΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΔΙΠΛΩΜΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ
«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ, ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ.
EDUCATIONAL SCIENCES: SCIENCE, ENVIRONMENT AND
TECHNOLOGY IN EDUCATION»

ΙΩΑΝΝΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ, Α.Μ. 646

**STEM ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ
ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΝ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΗ SPHERO
STEM IN KIDERGARTEN: STUDYING THE NOTION OF SPEED
UTILIZING THE SPHERO PROGRAMMABLE DEVICE**



ΦΛΩΡΙΝΑ 2017

ΙΩΑΝΝΟΥ ΜΙΧΑΛΗΣ

ΑΜ. 646

**STEM ΣΤΟ ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ
ΑΞΙΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΜΕΝΗ ΣΥΣΚΕΥΗ SPHERO**

**STEM IN KIDERGARTEN: STUDYING THE INATION OF SPEED
UTILIZING THE SPHERO PROGRAMMABLE DEVICE**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Μπράτισης Θαρρενός, Αναπληρωτής Καθηγητής Παιδαγωγικού Τμήματος
Νηπιαγωγών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, Επιβλέπων

Σπύρτου Άννα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής
Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Παλαιγεωργίου Γιώργος, Λέκτορας Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής
Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, Μέλος Τριμελούς Επιτροπής

Στον Χρήστο και την Ευτέρπη...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τις μεταπτυχιακές μου σπουδές και την διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλλαν στην πραγματοποίησή τους, ο καθένας με τον τρόπο του.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής κ. Θαρρενό Μπράτιτση, αναπληρωτή καθηγητή του ΠΤΝ, για τις υποδείξεις και τις συμβουλές κατά τη διάρκεια της συγγραφής της εργασίας, την καθημερινή συνεργασία, και την καθοδήγηση τα τελευταία χρόνια. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Άννα Σπύρτου, αναπληρώτρια καθηγήτρια του ΠΤΔΕ, για τις πολύτιμες συμβουλές της και τη συμβολή της στη διπλωματική εργασία. Επίσης, ευχαριστήσω τον κ. Γιώργο Παλαιγεωργίου, λέκτορα του ΠΤΔΕ, για τη συμβολή του στη παρούσα εργασία. Θερμά ευχαριστώ, επίσης, στις νηπιαγωγούς Ιωάννα Σιάχου και Χαρίκλεια Θεοδωράκη για την σημαντική τους συμβολή στην υλοποίηση της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τον αδερφό μου, και όλη την οικογένειά μου για την αμέριστη υπομονή, και την αδιάκοπη ψυχική, και οικονομική συμπαράστασή της όλα αυτά τα χρόνια, όπως επίσης ευχαριστώ όλο το φιλικό μου περιβάλλον για την σημαντική συμπαράστασή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών των Τμημάτων Νηπιαγωγών και Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας για το Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης «Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες το Περιβάλλον και την Τεχνολογία». Κύριος στόχος ήταν η σχεδίαση, υλοποίηση και αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης στο πλαίσιο STEM για την έννοια της ταχύτητας στο νηπιαγωγείο.

Η εργασία αυτή παρουσιάζει την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε ένα νηπιαγωγείο με τη συμμετοχή 22 παιδιών προσχολικής ηλικίας. Ειδικότερα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα δύο βιωματικών δραστηριοτήτων και δύο επιστημονικών πειραμάτων με την αξιοποίηση της ρομποτικής συσκευής Sphero SPRK. Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ημιδομημένες συνεντεύξεις πριν τη διδακτική παρέμβαση (pre-tests), οι ζωγραφιές των παιδιών, οι σημειώσεις και η παρατήρηση από τον ερευνητή (το ημερολόγιο του ερευνητή), τα φύλλα εργασίας, οι φωτογραφίες και η βιντεοσκόπηση ορισμένων δραστηριοτήτων. Στο τέλος, χρησιμοποιήθηκαν, επίσης, ημιδομημένες συνεντεύξεις (post-tests).

Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά, με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης, έχουν προσεγγίσει την έννοια της ταχύτητας, κυρίως χρησιμοποιώντας το πόσο γρήγορα κινείται κάποιος/κάτι. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα δείχνουν πως τα παιδιά, μετά από τις δραστηριότητες και την εμπλοκή τους με το Sphero και την αναπαράσταση της ταχύτητας, άλλαξαν τις ιδέες και τις απόψεις τους πιο κοντά προς τις επιστημονικές.

Λέξεις κλειδιά: STEM, εκπαίδευση, ταχύτητα, Νηπιαγωγείο

ABSTRACT

The present thesis was conducted under the Interdepartmental Postgraduate Program of Preschool Education and Elementary Education Departments of Western Macedonia in “Educational Sciences: Science, Environment, and Technology in Education”. The main aim was the design, the implementation and the evaluation of one STEM teaching intervention studying the notion of speed in Kindergarten.

This paper presents the research which took place in a Kindergarten with the participation of 22 children of preschool age. Particularly, the results of two experiential activities and two scientific experiments utilizing the programmable device Sphero SPRK are presented. The research tools which were used are semi-structures interviews before the teaching intervention (pre-tests), children’s drawings, the notes and the observations of the researcher (researcher’s journal notes), the evaluation sheets, the photographs and some video recordings. In the end, semi-structured interviews were implemented (post-tests).

Based on the research results, it is observed that children, after the teaching intervention, have approached the notion of speed, in terms of how fast someone/something moves. Specifically, the results show that the children, after the activities that they engaged with Sphero and the representation of the speed, they have changed their ideas and their beliefs more closely to the scientific ones.

Key words: STEM, education, speed, Kindergarten

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	12
1.1. Θεωρίες μάθησης	12
1.1.1. Εποικοδομισμός.....	12
1.1.2. Ανακαλυπτική Μάθηση.....	19
1.1.3. Σύνοψη	21
1.2. Φυσικές Επιστήμες και η Διδακτική τους	22
1.2.1. Μοντέλα στις Φυσικές Επιστήμες.....	30
1.2.2. Σύνοψη	32
1.3. ΤΠΕ στην Εκπαίδευση	34
1.3.1. Εκπαιδευτική ρομποτική	37
1.3.2. Σύνοψη	39
1.4. STEM	40
1.4.1. Εκπαίδευση STEM.....	45
1.4.2. Σύνοψη	55
1.5. Δεξιότητες 21 ^{ου} αιώνα	56
1.6. Η διαδικασία Σχεδιασμού (Engineering Design Process) και η διαδικασία Επιστημονικής Διερεύνησης (Process of Scientific Inquiry)	57
1.7. Σύνοψη Θεωρητικού Μέρους.....	58
2. ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	60
2.1. STE(A)M στο νηπιαγωγείο	60
2.2. Παραδείγματα STE(A)M στο Νηπιαγωγείο.....	63
2.3. Η έννοια της ταχύτητας.....	70
2.4. Σύνοψη Υπάρχουσας Κατάστασης	72
3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	74
3.1. Τεχνολογική Πλατφόρμα	74
3.2. Σκοπός.....	77
3.3. Περιγραφή Μελέτης.....	77
3.3.1. Δημογραφικά – Συμμετέχοντες.....	77
3.3.2. Δραστηριότητες – Φάσεις	78
3.4. Μεθοδολογία	86
3.4.1. Ερευνητικά Εργαλεία	86

3.4.2.	Ερευνητικά ερωτήματα	88
3.5.	Αποτελέσματα	90
3.5.1.	Ερευνητικά δεδομένα	90
3.5.2.	Απαντήσεις ερευνητικών ερωτημάτων.....	100
3.6.	Συζήτηση.....	103
4.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	107
5.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	116
5.1.	Δομή Συνέντευξης.....	116
5.1.1.	Ημιδομημένη Συνέντευξη 1 (Φάση Α – πριν τη διδακτική παρέμβαση)	116
5.1.2.	Ημιδομημένη Συνέντευξη 2 (Φάση ΣΤ – μετά τη διδακτική παρέμβαση)....	117
5.2.	Φύλλα Εργασίας.....	119
5.2.1.	Φύλλο Εργασίας 1	119
5.2.2.	Φύλλο Εργασίας 2	120

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Φαίνεται ότι τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα μέσα από εμπειρίες ή/και δραστηριότητες που έχουν νόημα για τα ίδια τα παιδιά, ενώ οικοδομούν τη νέα γνώση πάνω σε προϋπάρχουσες εμπειρίες και γνώσεις όταν τους προσφέρονται ευκαιρίες για οργανωμένες εξερευνήσεις και έρευνα. Επίσης, χρειάζονται ευκαιρίες για διάλογο και συνεργασία με τον εκπαιδευτικό και τους συμμαθητές τους που επεκτείνουν τη σκέψη και ενθαρρύνουν τον αναστοχασμό (ΥΠΔΒΜΘ, 2011α). Ο εκπαιδευτικός με τη σειρά του δημιουργεί στο νηπιαγωγείο κατάλληλες συνθήκες μέσα σε ένα ελκυστικό και πλούσιο περιβάλλον με σκοπό να εξασφαλίζονται κίνητρα και προϋποθέσεις μάθησης για όλα τα παιδιά. Παράλληλα, υποστηρίζει τη προσέγγιση της γνώσης μέσα από διερεύνηση και παρουσίαση των ιδεών των παιδιών. Ο ρόλος του είναι καθοριστικός, καθώς διευκολύνει την μαθησιακή εμπειρία των παιδιών και διαμορφώνει το περιβάλλον και τις δραστηριότητες (ΥΠΔΒΜΘ, 2003). Στα πλαίσια του σύγχρονου τεχνολογικού περιβάλλοντος, οφείλει να προσαρμόσει το ρόλο του κατά την εκπαιδευτική δραστηριότητα ώστε να είναι αποτελεσματικότερη η μάθηση (Βοσνιάδου, 2006).

Στο σχηματισμό της υπάρχουσας γνώσης των μαθητών, συμβάλει το φυσικό, το τεχνολογικό, και το ανθρώπινο περιβάλλον. Επίσης, οι καθημερινές εμπειρίες των μαθητών συμβάλλουν στην διαμόρφωση νέων νοητικών σχημάτων από τους μαθητές. Οι μαθητές έχουν διαμορφωμένες ιδέες για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και την ερμηνεία των φαινομένων πριν από την τυπική έναρξη της διδασκαλίας (Καριώτογλου, 2006). Πριν ακόμα φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη αλλά και ερμηνεία για διάφορα φυσικά φαινόμενα (Driver, 1998).

Επίσης, στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού δίνεται έμφαση στην μάθηση βασισμένη στη διερεύνηση (Σπύρτου et al., 2014). Η διερεύνηση ή διερευνητική μάθηση στοχεύει στην άσκηση των μαθητών σε επιστημονικές διαδικασίες και δεξιότητες ώστε να μπορούν να σχεδιάζουν και να υλοποιούν έρευνες προκειμένου να διαπιστώνουν την λειτουργικότητα των ιδεών τους για τον κόσμο (Χαλκιά, 2014). Η επιτυχής ενσωμάτωση των επιστημονικών δεξιοτήτων στις δραστηριότητες με θέμα από τον φυσικό κόσμο κάνουν τη μάθηση του περιεχομένου πιο ελκυστική και αποτελεσματική, προσφέροντας στα παιδιά βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου, όπου με τη σειρά τους δημιουργούν θετικές στάσεις προς το αντικείμενο μελέτης (Καλλέρη, 2010), και εμπλέκονται σε πολλές δραστηριότητες

και διαδικασίες σκέψης που είναι παρόμοιες με αυτές που κάνουν οι επιστήμονες (NRC, 1996). Η διερεύνηση είναι μια problem-based προσέγγιση αλλά πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα με τη σημασία που δίνει στην πειραματική προσέγγιση (EC, 2007).

Τις τελευταίες δεκαετίες εισήχθη ο όρος STEM από το National Science Foundation ως ακρωνύμιο των Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), & Mathematics (Μαθηματικά). Το ακρωνύμιο αυτό χρησιμοποιείται επίσης σαν ορισμός της εκπαίδευσης STEM, αναγνωρίζοντας το STEM από τα επιμέρους πεδία που το απαρτίζουν ή ως γενική περιγραφή κάθε εκπαιδευτικής πολιτικής που αναφέρεται σε ένα ή περισσότερα πεδία STEM (Bybee, 2010). Η δυναμική της εκπαίδευσης STEM συναντάται στον εμπλουτισμό της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών βοηθώντας τους να μεταφέρουν τη γνώση τους. Με αυτό τον τρόπο, οι μαθητές, μπορούν να λύσουν νέα προβλήματα και να εξάγουν συμπεράσματα βασιζόμενοι σε προηγούμενες αρχές που εφάρμοσαν μέσω φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής, και μαθηματικών (Roberts, 2012). Διάφορα οφέλη της εκπαίδευσης STEM είναι η καλύτερη επίλυση προβλημάτων, η καινοτομία, η εφευρετικότητα, η λογική σκέψη, και ο τεχνολογικός γραμματισμός (Morrison, 2006). Γενικά οι μαθητές, μέσα από την εκπαίδευση STEM, μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα όπως η προσαρμοστικότητα, η επίλυση προβλημάτων, η πολύπλοκη επικοινωνία και η συστηματική σκέψη (NRC, 2010). Επίσης, η υλοποίηση διδακτικών στρατηγικών, όπως η μάθηση μέσα προβλημάτων προς επίλυση (problem-based learning) σε ένα πλαίσιο STEM, φαίνεται να μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των παιδιών για τον κόσμο που τα περιβάλλει και να ενισχύσει την εμπλοκή, και τη συμμετοχή τους στην τάξη (Havice, 2009).

Επιπλέον, η ενασχόληση των παιδιών με ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που υπηρετεί αποτελεσματικά διδακτικές παρεμβάσεις μέσα σε ένα εποικοδομιστικό πλαίσιο. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα όπως οι Φυσικές Επιστήμες, τη Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο. Σε ένα τέτοιο πλαίσιο η εκπαιδευτική ρομποτική, όπου αποτελεί ένα εργαλείο μάθησης, μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις (Φράγκου, 2009).

Στην παρούσα εργασία, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε μια διδακτική παρέμβαση STEM για την έννοια της ταχύτητας στο νηπιαγωγείο. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε μια ρομποτική συσκευή, το Sphero SPRK (www.sphero.com), και ένα μοντέλο-αναπαράσταση για την ταχύτητα, σε συνδυασμό με δύο εισαγωγικές βιωματικές δραστηριότητες. Αναπαράσταση, γενικά, είναι μια δομή που αναφέρεται και προσφέρει μια περιγραφή, μέσω συμβόλων ή μέσω αναλογικής απεικόνισης, σχετικά με ένα αντικείμενο ή σύστημα πραγματικού κόσμου που μελετάται (Δημητριάδης, 2014). Δεν υπάρχουν έρευνες που να εστιάζουν καθαρά στην ταχύτητα στο νηπιαγωγείο, ενώ οι λίγες που αγγίζουν επιφανειακά το θέμα εισάγουν την έννοια της δύναμης ή κεκλιμένα επίπεδα. Έτσι, στη παρούσα εργασία επιχειρείται μια προσέγγιση στην έννοια της ταχύτητας αποφεύγοντας έννοιες όπως δύναμη και βάρος. Η προσπάθεια προσέγγισης της έννοιας της ταχύτητας γίνεται μέσα από δραστηριότητες που εκμεταλλεύονται την έννοια της απόστασης και του χρόνου.

Σκοπός της έρευνας είναι η προσέγγιση της έννοιας της ταχύτητας από παιδιά προσχολικής ηλικίας, μέσα από μια διδακτική παρέμβαση STEM. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά αυτής της ηλικίας να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας, μια έννοια που είναι αρκετά σύνθετη και μεγάλης δυσκολίας, ιδιαίτερα για τις μικρές ηλικίες.

Η δομή της εργασίας χωρίζεται σε πέντε βασικά μέρη. Το Θεωρητικό (πρώτο) μέρος περιλαμβάνει το βασικό θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η υπάρχουσα κατάσταση. Στο Ερευνητικό (τρίτο) μέρος αναλύονται τα δεδομένα της έρευνας, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και η συζήτηση της έρευνας. Τέλος ακολουθεί η βιβλιογραφία (τέταρτο μέρος) και το παράρτημα (πέμπτο μέρος).

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1. Θεωρίες μάθησης

Θεωρία μάθησης ονομάζεται ένα θεωρητικό εννοιολογικό πλαίσιο που στοχεύει να περιγράψει και να εξηγήσει τους μηχανισμούς της ανθρώπινης μάθησης, παρουσιάζοντας μια συνεπή εξήγηση του πώς μαθαίνει ο άνθρωπος. Είναι κατά βάση, δηλαδή, ένα μοντέλο που περιγράφει το φαινόμενο της μάθησης εισάγοντας τα κατάλληλα εννοιολογικά εργαλεία, διερευνά πειραματικά τη σχέση μεταξύ των βασικών παραμέτρων του φαινομένου και διατυπώνει συμπεράσματα ερευνητικά θεμελιωμένα που φωτίζουν τις πτυχές της μάθησης (Δημητριάδης, 2014). Όλες οι θεωρίες μάθησης στηρίζονται σε κάποιες προϋποθέσεις και αρχές για τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρωπος μαθαίνει. Η μάθηση είναι αποτέλεσμα μιας διαδικασίας στην οποία εμπλέκονται οι εμπειρίες, τα ερεθίσματα από το περιβάλλον, καθώς και ορισμένες νοητικές διεργασίες. Παρά τις πολλές μελέτες για τη διαδικασία της μάθησης, δεν υπάρχει μία και μόνο θεωρία μάθησης κοινά αποδεκτή, που να ισχύει σε όλες τις διαδικασίες και τις καταστάσεις της μάθησης. Ωστόσο υπάρχει κάποια συμφωνία ως προς τις σχετικές θεωρίες (Μακρίδου-Μπούσιου, 2005). Κάθε παιδαγωγός, λοιπόν, χρειάζεται να γνωρίζει πώς οι θεωρίες μάθησης και διδασκαλίας σχετίζονται με την εκπαίδευση. Κάθε διδασκαλία συνδέεται με τους στόχους, το περιεχόμενο και τη διαδικασία της διδασκαλίας. Η κατανόηση των θεωριών μάθησης και διδασκαλίας οδηγεί τον παιδαγωγό σε μία υιοθέτηση επιστημονικής τεκμηρίωσης και αξιολόγησης της διδασκαλίας του (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

1.1.1. Εποικοδομισμός

Η θεωρία του εποικοδομισμού έχει τις ρίζες της στο ερευνητικό έργο των Piaget (αναπτυξιακή ψυχολογία) και Bruner (γνωστική και εκπαιδευτική ψυχολογία) και θεμελιώνεται πάνω στην κεντρική ιδέα πως η νέα γνώση οικοδομείται (constructed) από τον ίδιο τον μαθητή, όταν έχει νέες εμπειρίες και προσπαθεί να ενσωματώσει τη νέα πληροφορία στο γνωστικό του δυναμικό (Δημητριάδης, 2014). Οι μαθητές μαθαίνουν όταν οικοδομούν ενεργητικά τις νέες γνώσεις στην προϋπάρχουσα γνωστική δομή τους, όχι μόνο με προσωπικό προβληματισμό, αλλά και μέσα από την επικοινωνία με το περιβάλλον τους (Μαυρόπουλος, 2004).

Ο εποικοδομισμός (constructivism) αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση που δεν αντιπροσωπεύει μία μόνο παιδαγωγική θεωρία, αλλά μέσα του βρίσκονται ποικίλες θεωρίες, με τις οποίες μοιράζεται κοινή επιστημολογική και ιδεολογική βάση. Μια χαρακτηριστική διάκριση γίνεται μεταξύ των ριζοσπαστικών (radical) και των μετριοπαθών εποικοδομιστών (moderate constructivist). Οι μεν πρώτοι ερμηνεύουν τη θέση του εποικοδομισμού για προσωπική δόμηση της γνώσης από τον μαθητή ως κατάργηση οποιασδήποτε καθοδήγησης από τη πλευρά του δασκάλου. Οι δεύτεροι, αντίθετα, αναζητούν ισορροπίες ανάμεσα στην οικοδόμηση της γνώσης και το ρόλο της καθοδήγησης που προσφέρει ο δάσκαλος, τονίζοντας ότι ο κοινωνικός χαρακτήρας της γνώσης δημιουργεί ούτως ή άλλως φίλτρα αξιολόγησης της οικοδομούμενης γνώσης από μέρους της κοινότητας, με τελικό στόχο την επικράτηση εκείνων των γνώσεων που επιλύουν με ικανοποιητικό τρόπο τα προβλήματα (Δημητριάδης, 2014).

Μέσα από την μετριοπαθή οπτική του εποικοδομισμού συνθέτονται σημαντικά εφαρμόσιμα διδακτικά μοντέλα, όπως η ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση (Discovery – Inquiry-based learning), στην οποία ο μαθητής ανακαλύπτει και οικοδομεί τη γνώση (Δημητριάδης, 2014).

Jean Piaget (1896-1980)

Ο Ελβετός βιολόγος, ψυχολόγος και επιστημολόγος Jean Piaget, ήταν περισσότερο γενετικός και εξελικτικός ψυχολόγος παρά θεωρητικός της μάθησης. Η θεωρία του για τη γένεση της νοημοσύνης είναι η πιο ολοκληρωμένη και συνεκτική θεωρία μέχρι σήμερα. Ο Piaget έστρεψε τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα από τις εξωτερικές συνθήκες της μάθησης, στο εσωτερικό αναπτυξιακό επίπεδο του ατόμου. Θεωρεί ως αναπτυξιακή δύναμη την εσωτερική ωρίμανση και τις ατομικές εμπειρίες που αποκτά το άτομο, τις λογικομαθηματικές δραστηριότητες του, και την επεξεργασία αντικειμένων του φυσικού κόσμου (Μακρίδου-Μπούσιου, 2005).

Ο Piaget ανέπτυξε τέσσερα κύρια στάδια νοητικής ανάπτυξης. Κάθε στάδιο χαρακτηρίζεται από ορισμένες δυνατότητες που καθορίζουν τι μπορεί να «κάνει»/μάθει το αναπτυσσόμενο άτομο σε διάφορες φάσεις της ζωής του. Τα στάδια αυτά είναι: α) το αισθησιοκινητικό στάδιο, 0-2 ετών, β) το προσυλλογιστικό στάδιο, 3-7 ετών, γ) το στάδιο συγκεκριμένων συλλογισμών, 8-12 ετών, και δ) το στάδιο τυπικών συλλογισμών, 13-16 ετών. Επιπλέον, σύμφωνα με τον Piaget, κάθε άτομο περνά βαθμιαία από το ένα στάδιο στο άλλο και ο ρυθμός ανάπτυξης ποικίλλει από

άτομο σε άτομο. Επίσης, κάθε άτομο κατασκευάζει τις γνώσεις του με τον δικό του τρόπο. Οι παράγοντες που καθορίζουν την μάθηση είναι η βιολογική ωρίμανση του ανθρώπου, οι φυσικές εμπειρίες από την ενασχόληση με τα πράγματα, οι εμπειρίες από τις σχέσεις του ατόμου με άλλα άτομα, και η νοημοσύνη (Μαυρόπουλος, 2004; Δημητριάδης, 2014).

Η θεωρία του Piaget στηρίζεται κυρίως στις έννοιες της αφομοίωσης, της συμμόρφωσης, της προσαρμογής και του σχήματος. Η αφομοίωση είναι η ενέργεια του οργανισμού για να εντάξει μια κατάσταση σε σχήματα δραστηριοτήτων που ήδη έχει στη διάθεσή του. Οι νέες εμπειρίες αφομοιώνονται σε σχήματα που ήδη έχει αναπτύξει το άτομο με βάση προηγούμενες εμπειρίες (προϋπάρχουσα σχήματα). Η συμμόρφωση περιλαμβάνει τις ενέργειες που πραγματοποιεί ο οργανισμός ανάλογα με τις απαιτήσεις του περιβάλλοντος για την επίτευξη ενός σκοπού και οδηγεί στην τροποποίηση των αρχικών γνώσεων του υποκειμένου. Το άτομο οικοδομεί νέα νοητικά σχήματα καθώς τα νέα βιώματα φαίνεται να μην μπορούν να αφομοιωθούν σε προϋπάρχον σχήμα και απαιτούν την οικοδόμηση νέων σχημάτων για να ερμηνευθούν μέσα σε ένα συνεπές εννοιολογικό πλαίσιο κατανόησης. Η προσαρμογή είναι βιολογική αρχή, αποτελεί την συνισταμένη της αφομοίωσης – συμμόρφωσης. Η πιο σημαντική ίσως έννοια στη θεωρία του Piaget είναι το σχήμα. Το σχήμα πρόκειται για την προσαρμογή – αποτέλεσμα, με τη χρησιμοποίηση της αφομοίωσης και της συμμόρφωσης ύστερα από μια σειρά δραστηριοτήτων (Κόμης, 2004; Δημητριάδης, 2014). Τέλος, ο Piaget υποστήριξε ότι ο σκοπός της εκπαίδευσης δεν είναι να αυξηθούν οι γνώσεις, να διδαχθούν όσο το δυνατόν περισσότερα, αλλά να δημιουργηθούν οι δυνατότητες στο παιδί να ανακαλύπτει, να επινοεί και πάνω απ' όλα να μάθει να μαθαίνει (Μαυρόπουλος, 2004).

Σύμφωνα με το εννοιολογικό αυτό πλαίσιο, στο οποίο το παιδί οικοδομεί με ατομικό και ενεργητικό τρόπο τις γνώσεις του, ορίζει τη βασική μεθοδολογία για το σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων με ΤΠΕ. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές με ΤΠΕ πρέπει να υποστηρίζουν την οικοδόμηση της γνώσης (αναπαριστώντας τις ιδέες, την κατανόηση και τις παραστάσεις των μαθητών), να επιτρέπουν διερευνήσεις (για πρόσβαση στην απαραίτητη πληροφορία, για σύγκριση με άλλες προοπτικές και εκφάνσεις μια κατάστασης), να υποστηρίζουν την μάθηση μέσα από την πράξη (προσομοιώνοντας πραγματικά προβλήματα και καταστάσεις), και να αποτελούν νοητικούς συνεργάτες (ενθαρρύνοντας την έκφραση και τη σύνδεση των γνώσεων) (Κόμης, 2004).

Seymour Papert (1928)

Ο Seymour Papert, διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο για το σχεδιασμό εποικοδομητικών μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή. Αξιοποιώντας κυρίως την επιστημολογική θεωρία του Piaget και θεωρίες της τεχνητής νοημοσύνης συγκρότησε το μοντέλο του για τη μάθηση. Επίσης, αξιοποίησε και επηρεάστηκε από τις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν για την οικοδόμηση των γνώσεων σε διαφορετικά κοινωνικά πλαίσια. Ο Papert, όπως και ο Piaget, αναγνωρίζει τη μάθηση όχι ως αποτέλεσμα της μεταβίβασης της γνώσης από το δάσκαλο στο μαθητή, αλλά ως ένα προϊόν δόμησης και αναδόμησης της γνώσης από το ίδιο το παιδί. Η μάθηση ως αποτέλεσμα της ανακάλυψης και της δόμησης εννοιών συνιστά ενεργητική διαδικασία, κατά την οποία το πρόσωπο που δρα σκέπτεται γύρω από αυτή τη δράση (Κόμης, 2004). Ο Papert επεκτείνει τις ιδέες του Piaget σχετικά με τον εποικοδομισμό στην εκπαίδευση προωθώντας την άποψη πως η μάθηση είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν οι μαθητές ενεργοποιούνται κατασκευάζοντας απτά (tangible) αντικείμενα στον πραγματικό κόσμο, που έχουν νόημα για αυτά (Δημητριάδης, 2014). Τέτοιου τύπου πλαίσια δημιουργούνται και προσφέρονται, κατά τον Papert, μέσα από τους υπολογιστικούς Μικρόκοσμους. Ως ιδέα, ένας «μικρόκοσμος» αποτελείται από ένα σύνολο συγκεκριμένων και αφηρημένων αντικειμένων και σχέσεων καθώς και ένα σύνολο ενεργειών που επιδρούν πάνω στα αντικείμενα, τροποποιώντας τις σχέσεις τους και δημιουργώντας νέα αντικείμενα (Κόμης, 2004).

Στον Papert αποδίδεται η εκδοχή του εποικοδομισμού που είναι γνωστή ως κονστραξιονισμός (constructionism) ή κατασκευαστικός εποικοδομισμός (Δημητριάδης, 2014). Αντίθετα με τους κλασσικούς εποικοδομιστές, οι οποίοι δίνουν έμφαση στο να προσδιορίσουν τα κατάλληλα και σχετικά υλικά και να χρησιμοποιήσουν καλές διδακτικές στρατηγικές ώστε να ενθαρρύνουν τα παιδιά να μάθουν, οι κονστραξιονιστές προχωρούν ένα βήμα μπροστά και στοχεύουν να δημιουργήσουν περιβάλλοντα στα οποία τα παιδιά παίζουν και χειρίζονται αντικείμενα. Ως αποτέλεσμα τα παιδιά ενθαρρύνονται να αναπτύξουν νέους συλλογισμούς με φυσικό τρόπο και πέρα από την καθιερωμένη εκπαίδευση (Κόμης, 2004). Η θεωρητική προσέγγιση του κονστραξιονισμού επιχειρεί, λοιπόν, να συνδέσει την προσέγγιση του κλασσικού εποικοδομισμού με εκείνη της εμπειρικής μάθησης (Δημητριάδης, 2014).

Στη εργασία του ο Papert (1993) έδειξε, τέλος, ότι τα παιδιά μπορούν όχι μόνο να μάθουν να χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλά, επίσης, ότι η γνώση

τους από αυτή τη χρήση βοηθάει τα παιδιά να σχηματίσουν τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται, μαθαίνουν, και καταλαβαίνουν άλλους επιστημονικούς κλάδους όπως τα μαθηματικά.

Lev Vygotsky (1896 – 1934)

Η Θεωρία του Vygotsky, γνωστή και ως κοινωνικοπολιτισμική, δίνει έμφαση στον πολιτισμό (αξίες, στάσεις κλπ) μιας κοινωνικής ομάδας ο οποίος μεταδίδεται από γενιά σε γενιά. Επίσης υποστηρίζει πως η ανάπτυξη σχετίζεται άμεσα με τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Ο Vygotsky υποστηρίζει πως μέσα από τις δράσεις τους τα παιδιά οδηγούνται στην μάθηση και πως βασικός σκοπός της ανάπτυξης είναι τα παιδιά να εφοδιαστούν με τα κατάλληλα «εργαλεία» και μέσα που θα τα βοηθήσουν στην μετάβαση της νόησης από το κοινωνικό στο ατομικό επίπεδο (Ντολιοπούλου, 2004).

Ο Vygotsky ανέλυσε τις νοητικές λειτουργίες σε κατώτερες και ανώτερες, οι πρώτες αφορούν την ωρίμανση (τις μοιράζονται τόσο τα ζώα όσο και ο άνθρωπος) ενώ οι ανώτερες συνδέονται μόνο με τον άνθρωπο και τη μάθηση. Οι ανώτερες επηρεάζονται μέσα από το κοινωνικό πλαίσιο πριν εσωτερικευθούν και εξαρτώνται από τις κατώτερες (Ντολιοπούλου, 2004).

Κατά τον Vygotsky, η ανάπτυξη των γνωστικών λειτουργιών του υψηλότερου επιπέδου στον νέο άνθρωπο γίνεται μέσω της κοινωνικής αλληλεπίδρασης με ενήλικα μέλη της κοινωνίας, η οποία διαμορφώνεται από το συγκεκριμένο κοινωνικό-πολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο πραγματοποιείται. Έτσι, η γλώσσα, οι πολιτισμικές πρακτικές, τα διάφορα πολιτισμικά εργαλεία που χρησιμοποιεί η κοινότητα (όπως η γλώσσα, οι καθιερωμένες διαδικασίες, τα διάφορα εννοιολογικά σήματα ενός πολιτισμού) διαμεσολαβούν και διαμορφώνουν την ανάπτυξη των ικανοτήτων σκέψης του παιδιού κατά την αλληλεπίδρασή του με τους άλλους (Δημητριάδης, 2014).

Ο Vygotsky αντιλαμβάνεται την ατομική ανάπτυξη ως προϊόν κοινωνικής διάδρασης. Ειδικότερα υποστήριξε ότι η ατομική ανάπτυξη και οι υψηλότερου επιπέδου νοητικές λειτουργίες (όπως η ανάλυση, η σύνθεση κ.α.) έχουν τις ρίζες τους σε κοινωνικές διαδράσεις. Κάθε τέτοια λειτουργία εμφανίζεται σε δύο επίπεδα, αρχικά στο κοινωνικό και στη συνέχεια στο ψυχολογικό επίπεδο. Επίσης, δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη διαμεσολάβηση εργαλείων και σημείων. Υποστηρίζει πως οι ανθρώπινες ενέργειες, τόσο σε κοινωνικό όσο και σε ατομικό επίπεδο,

διαμεσολαβούνται από τα εργαλεία και τα σημειωτικά συστήματα της κοινότητας. Τα εργαλεία αποτελούν προϊόντα της διαδικασίας συλλογικής οικοδόμησης γνώσης και με την εσωτερικεύσή τους από τους μαθητές γίνονται τα μέσα για την αυτοδύναμη επίλυση προβλημάτων. Ο Vygotsky κατανοεί τη ατομική ανάπτυξη ως προϊόν της κοινωνικής διάδρασης και διαμεσολάβησης των εργαλείων, σε αντίθεση με την άποψη του Piaget η οποία θεωρούσε την ωρίμανση του ατόμου ως προϋπόθεση για τη μάθηση, και προτείνει πως η ανάπτυξη μπορεί να είναι το αποτέλεσμα της μάθησης που προκύπτει κατά την κοινωνική διάδραση (Δημητριάδης, 2014).

Βασικές αρχές του Vygotsky αποτελούν (Ντολιοπούλου, 2004):

- Η «οικοδόμηση» της γνώσης από τα παιδιά, η οποία επηρεάζεται από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις των παιδιών τόσο στο παρελθόν όσο και στο παρόν.
- Η ανάπτυξη και η μάθηση των παιδιών επηρεάζονται από το κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο. Τα νήπια, ειδικότερα, «οικοδομούν» τις γνώσεις τους μέσα από την συναναστροφή και την αλληλεπίδραση με το κοινωνικό περιβάλλον. Δεν ανακαλύπτουν αλλά οικειοποιούνται τις γνώσεις.
- Η φυσική και πολιτισμική ανάπτυξη. Η πρώτη αφορά την ωρίμανση του παιδιού και η δεύτερη την κατάκτηση της συμπεριφοράς και των συνηθειών μέσα από το κοινωνικό περιβάλλον. Τα παιδιά έχουν ενεργό ρόλο στην ανάπτυξή τους, καθώς επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν με τον περιβάλλον τους ώστε να «οικοδομήσουν» νέες νοητικές ικανότητες.
- Η μάθηση είναι ο οδηγός της ανάπτυξης. Αξιοποιώντας το επίπεδο του παιδιού μπορούν να του παρουσιαστούν πληροφορίες που θα το βοηθήσουν στην ανάπτυξη και την εξέλιξή του. Ο εκπαιδευτικός οφείλει να προσαρμόζεται και να προσαρμόζει τη διδασκαλία στο επίπεδο και τις ανάγκες κάθε παιδιού.
- Η συνεργασία αποτελεί πηγή της νοητικής ανάπτυξης, καθώς διαμέσου αυτής τα παιδιά μαθαίνουν να σκέφτονται αλλά και να αναπτύσσουν συμπεριφορές που ταιριάζουν με το κοινωνικό περιβάλλον.
- Η γλώσσα αποτελεί σημαντικό και απαραίτητο εργαλείο για τον νου και την σκέψη, αποτελεί ένα δυνατό νοητικό εργαλείο που εκτός από επικοινωνία (γραπτή και προφορική), βοηθάει στην επίλυση προβλημάτων. Αρχικά ο

λόγος βοηθάει στην επικοινωνία και στη συνέχεια μέσα από αυτόν τα παιδιά κατακτούν τις γνώσεις και ελέγχουν την συμπεριφορά τους.

- Η αριθμητική: Τα παιδιά έχουν μια φυσική γνώση της ποσότητας, στην συνέχεια μιμούνται τους μεγαλύτερους στην απαρίθμηση, χωρίς να γνωρίζουν τον σκοπό της αρίθμησης. Μετρούν με τα δάχτυλα και τέλος με τον νου.
- Η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης: Η ζώνη επικείμενης ανάπτυξης συμβολίζει το ανώτατο σημείο που μπορεί το παιδί να φτάσει, είτε μόνο του, είτε με την καθοδήγηση ενός ενηλίκου ή ακόμα και με την αλληλεπίδραση με κάποιον ικανό συνομήλικο. Η ζώνη αυτή δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται ανάλογα με τις δεξιότητες που κατακτά το παιδί. Επίσης, έχει όρια, κάθε παιδί δεν μπορεί να διδαχθεί οτιδήποτε οποτεδήποτε, αλλά σε καθημερινή βάση μπορεί να φτάσει ένα ανώτατο επίπεδο. Ο Vygotsky υποστήριζε πως το παιδί δρα στην ζώνη όταν αλληλεπιδρά κοινωνικά με συνομηλικούς του που βρίσκονται σε ίδιο ή διαφορετικό αναπτυξιακό επίπεδο. Ο ρόλος του παιδαγωγού είναι διδακτικά σημαντικός, κυρίως μέσα από την καθοδήγηση.
- Η μέθοδος της σκαλωσιάς. Αποτελεί ένα υποστηρικτικό σύστημα, που προτρέπει το παιδί να «χτίσει» τις γνώσεις του και τον εαυτό του με την υποστήριξη του παιδαγωγού. Οι γνώσεις πρέπει να έχουν ενδιαφέρον για το παιδί. Οι σχέσεις παιδιού-παιδαγωγού είναι σημαντικές καθώς μαζί συνοικοδομούν τις γνώσεις.
- Τα παιδιά μπορούν να ασχολούνται με πολλές δραστηριότητες, μία είναι, όμως, η σημαντική αναλόγως το στάδιο ανάπτυξης τους και το κοινωνικοπολιτισμικό τους υπόβαθρο. Για τα νήπια η κύρια και η σημαντικότερη δραστηριότητα είναι το παιχνίδι.
- Το παιχνίδι για τον Vygotsky είναι πολύ σημαντικό, καθώς προωθεί την ζώνη επικείμενης ανάπτυξης, βοηθά πολύπλευρα στην ανάπτυξη του παιδιού γλωσσικά, κοινωνικά, συναισθηματικά, βοηθά την φαντασία και την δημιουργικότητα. Ο παιδαγωγός στο παιχνίδι των παιδιών οργανώνει τον χώρο προσφέροντας τα κατάλληλα υλικά, τα προτρέπει να ασχολούνται με ποικίλα θέματα και ιδέες. Το παιχνίδι υφίσταται εξέλιξη, όταν από φανταστική κατάσταση, προσδιορίζεται ο σκοπός του, αλλά και όταν δίνεται έμφαση στους κανόνες.

- Τα λάθη χωρίζονται σε ωφέλιμα και μη ωφέλιμα. Τα ωφέλιμα είναι μέρος της μαθησιακής διαδικασίας ενώ τα μη ωφέλιμα είναι επαναλαμβανόμενα που όμως το παιδί δεν αντιλαμβάνεται για να τα αλλάξει.
- Οι «ενδιάμεσοι» (ερεθίσματα). Ενδιάμεσοι μπορούν να είναι τραγούδια, παραμύθια, παιχνίδια κλπ και βοηθούν τα παιδιά να κατακτήσουν πράγματα μόνα τους, τα οποία πριν τα κατακτούσαν με βοήθεια άλλου.
- Μια δυναμική αξιολόγηση, που αντί να εξετάζονται οι υπάρχουσες γνώσεις των παιδιών, να υποστηρίζονται για να εξελιχθούν στην ζώνη επικείμενης ανάπτυξης.

1.1.2. Ανακαλυπτική Μάθηση

Η ανακαλυπτική μάθηση (discovery learning) προτάθηκε ως θεωρία μάθησης από τον αμερικανό ψυχολόγο Jerome Bruner. Αποτελεί μια εποικοδομητικού τύπου προσέγγιση, με σημαντικές επιδράσεις στη σχεδίαση εκπαιδευτικών εφαρμογών που βασίζονται στις ΤΠΕ. Βασίζεται στην αντίληψη ότι οι μαθητές ανακαλύπτουν αρχές ή αναπτύσσουν δεξιότητες μέσω πειραματισμού και πρακτικής. Αν και είναι δυνατόν κάποιος να απομνημονεύει και να αναπαράγει λεκτικά μια γνώση, η πραγματική γνώση, η οποία έχει νόημα για τον εκπαιδευόμενο, προκύπτει με τη διαδικασία της ανακάλυψης. Αυτά που ανακαλύπτουν οι μαθητές με τις δικές τους εξερευνήσεις είναι πιο χρήσιμη και πιο διαρκής γνώση από την απομνημόνευση. Ο εκπαιδευτικός πρέπει να δημιουργεί συνθήκες κατά τις οποίες θα καλλιεργείται και θα αυξάνεται η ανακάλυψη (Μακρίδου-Μπούσιου, 2005). Τα αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα μάθησης με υπολογιστές, τα ανοικτά συστήματα υπερμέσων, και τα συστήματα προσομοιώσεων και μοντελοποίησης στηρίζουν την προβληματική τους, κυρίως, στην ιδέα της ανακαλυπτικής μάθησης (Κόμης, 2004).

Η θεωρία του Bruner περιλαμβάνει τέσσερις θεμελιακές αρχές που αφορούν στο θέμα των κινήτρων, στη δομή του κλάδου μάθησης, στην ακολουθία της παρουσίασης και στην ενίσχυση. Σημαντική επίσης σε αυτή τη θεωρία είναι η έννοια της ανακάλυψης (Μακρίδου-Μπούσιου, 2005).

Ο Bruner διευρύνει το πλαίσιο ανάλυσης της μάθησης, περισσότερο από την γενετικά κατευθυνόμενη οπτική του Piaget, τονίζοντας το ρόλο των εμπειριών συνεργατών στην αλληλεπίδραση με τον μαθητή. Είναι αυτός που εισάγει τον όρο “scaffolding”, έννοια η οποία βρίσκεται πολύ κοντά στην έννοια της «ζώνης της

επικείμενης ανάπτυξης» του Vygotsky, για να περιγράψει την ιδιαίτερη διάδραση εκπαιδευτικού-μαθητή. Ο εκπαιδευτικός δημιουργεί προσωρινά βοηθήματα, σκαλωσιές, για τον δεύτερο, για να βοηθήσει τον μαθητή να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες στην επίλυση ενός προβλήματος, μέχρι ο μαθητής να αναπτύξει την ικανότητα αυτοδύναμης επίλυσης (Δημητριάδης, 2014).

Μία από τις σημαντικότερες συνεισφορές του είναι η διδακτική θεωρία της ανακαλυπτικής μάθησης (discovery learning). Το διδακτικό αυτό μοντέλο βασίζεται στις ιδέες του εποικοδομισμού για την ενεργή οικοδόμηση της γνώσης και προτείνει ότι η μάθηση μπορεί και πρέπει να γίνεται καθώς ο μαθητής καθοδηγείται στην ανακάλυψη της νέας γνώσης μέσα από την κατάλληλη διερεύνηση καταστάσεων και την ερμηνεία των σχετικών αποτελεσμάτων (Δημητριάδης, 2014).

Ο Jerome Bruner, λοιπόν, ανήκει στην κατηγορία αυτή των γνωστικών ψυχολόγων της μάθησης, που δίνει έμφαση στη διευκόλυνση της μάθησης μέσα από την «ανακάλυψη» των επιστημονικών αρχών και δομών ενός γνωστικού αντικείμενου, στην κατανόηση των τρόπων του σκέπτεσθαι του μαθητευόμενου, με την υιοθέτηση της ανακαλυπτικής μεθόδου, ή της καθοδηγούμενης ανακάλυψης και με την ανάπτυξη εσωτερικών κινήτρων μάθησης από μέρους του μαθητευόμενου. Στα τελευταία του έργα επίσης υιοθετεί μια εποικοδομητική αντίληψη, τονίζοντας τη σημασία της αντιστοιχίας ανάμεσα στον τρόπο διδασκαλίας και στον τρόπο με τον οποίο ο μαθητευόμενος επεξεργάζεται τις πληροφορίες και τον υιοθετεί για να κατανοήσει τον κόσμο (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Επεκτείνοντας τη θεωρία των εννοιών ο Bruner διατυπώνει την άποψη ότι ορισμένες βασικές έννοιες υπάρχουν σε κάθε επιστημονικό κλάδο. Οι έννοιες αυτές είναι σημαντικές και καθοριστικές και αποτελούν τη βάση και τη δομή του κάθε κλάδου. Αποτελούν δηλαδή τις αρχές στις οποίες στηρίζεται κάθε επιστήμη ή κάθε σύστημα εννοιών. Στόχος, λοιπόν, του εκπαιδευτικού πρέπει να είναι η υποβοήθηση των μαθητών να αφομοιώσουν αυτές τις δομές ή αρχές, κατά τρόπο σταδιακό και βαθμιαίο και να καταστούν ικανοί να εμβαθύνουν, να επεκτείνουν και να εφαρμόσουν τις αρχές αυτές στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν (κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης, της εργασίας τους ή της καθημερινής τους ζωής) (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Υποστηρίζει, επίσης, ότι ο μαθητής πρέπει να έρχεται αντιμέτωπος με προβληματικές καταστάσεις. Το αναλυτικό πρόγραμμα πρέπει να οργανώνεται σε σπειροειδή μορφή και ο εκπαιδευτικός πρέπει να έχει βοηθητικό και συντονιστικό

ρόλο στη διαδικασία της μάθησης (Κόμης, 2004). Η ιδέα του σπειροειδούς αναλυτικού προγράμματος αποδίδεται στον Bruner, ο οποίος έδειξε ότι η γνώση που έχει αποκτηθεί με τον κατάλληλο για το παιδί τρόπο από πολύ νωρίς και που αργότερα γίνεται αντικείμενο μελέτης σε πιο προχωρημένο επίπεδο έχει μεγαλύτερες πιθανότητες να γίνει κτήμα του μαθητή (Ράπτης & Ράπτη, 2004). Οι θέσεις αυτές έχουν επηρεάσει τόσο τον τρόπο σχεδίασης εκπαιδευτικών συστημάτων με ΤΠΕ όσο και τον τρόπο χρήσης τους σε πραγματικές μαθησιακές καταστάσεις. Στο πλαίσιο αυτό δίνεται προσοχή στη σχεδίαση και τη χρήση συστημάτων προσομοίωσης και υπερμέσων και στην ενίσχυση ανοικτού τύπου δραστηριοτήτων με επίλυση προβλημάτων καθημερινής ζωής (Κόμης, 2004).

Όλα αυτά δεν σημαίνουν βέβαια ότι η ανακάλυψη είναι ο μόνος τρόπος για μάθηση. Εκείνο που υποστηρίζει ο Bruner είναι ότι με την προσπάθεια για ανακάλυψη ο μαθητής κατανοεί τη λογική και τη δομή ενός αντικειμένου μάθησης και του τρόπου με τον οποίο μπορεί κάποιος να εργαστεί για την απόκτηση της γνώσης του κόσμου (Μακρίδου-Μπούσιου, 2005).

1.1.3. Σύνοψη

Η παρούσα εργασία, αρχικά, βασίζεται στη θεωρία του εποικοδομισμού, όπου ο μαθητής οικοδομεί σταδιακά τη γνώση. Ειδικότερα, στηρίζεται στην ατομική οικοδόμηση της γνώσης, κατά τον Piaget, αλλά επίσης επεκτείνεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ των ατόμων σε καταστάσεις ομάδας, όπου κατά τον Vygotsky η ατομική ανάπτυξη είναι το προϊόν της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία στην επικοινωνία, την αλληλεπίδραση, και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών σε ομαδικές εργασίες, ενθαρρύνοντας την εμπλοκή των μαθητών στην ολομέλεια. Επίσης, σχεδιάστηκε ένα περιβάλλον όπου τα παιδιά παίζουν και έχουν την ευκαιρία να χειριστούν αντικείμενα, όπου αποτελεί σημαντική θέση του κονστραξιονισμού του Papert. Αυτή η σύνδεση του κλασσικού εποικοδομισμού με την εμπειρική μάθηση, οδηγεί τα παιδιά να δημιουργήσουν νέους συλλογισμούς πέρα από την καθιερωμένη εκπαίδευση. Τέλος, οι μαθητές ανακαλύπτουν αρχές και αναπτύσσουν δεξιότητες, σε αυτή την εργασία, μέσα από πρακτική εφαρμογή και πειράματα, με βάση τη θεωρία του Bruner. Δημιουργήθηκαν συνθήκες κατά τις οποίες μπορεί να καλλιεργηθεί και να αυξηθεί η ανακάλυψη, και οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με προβληματικές καταστάσεις.

1.2. Φυσικές Επιστήμες και η Διδακτική τους

Οι Φυσικές Επιστήμες είναι οι κατεξοχήν επιστήμες που ασχολούνται με έννοιες και φαινόμενα του φυσικού περιβάλλοντος ενώ τα επιτεύγματά τους αξιοποιούνται από την κοινωνία και εφαρμόζονται για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής και των συστημάτων που υποστηρίζουν τη ζωή. Παρέχουν κρίσιμη επιστημονική γνώση για τη λειτουργία των φυσικών συστημάτων και την ολιστική προσέγγισή τους, που είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί για την κατανόηση των σχέσεων αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης που διέπουν την λειτουργία του φυσικού κόσμου καθώς και τις σχέσεις του τελευταίου με το ανθρωπογενές, το κατασκευασμένο από τον άνθρωπο περιβάλλον (Δημητρίου, 2012). Στόχος των Φυσικών Επιστημών είναι να μάθουν τα παιδιά να αλλάζουν την αντίληψή τους για τον κόσμο, δηλαδή για τα φυσικά φαινόμενα και για τα αντικείμενα, να μάθουν να αντιλαμβάνονται τον κόσμο από μια ειδική σκοπιά. Αυτό, για ένα παιδί 3-5 ετών, μπορεί να σημαίνει απλώς τη συγκρότηση αιτιολογικών αναπαραστάσεων μέσα από καταστάσεις δράσης επί των φυσικών αντικειμένων ενώ, για ένα παιδί 5-7 ετών, τη συγκρότηση εννοιολογικών μοντέλων κατ' αρχήν συμβατών με την επιστημονική γνώση αναφοράς (Κολιόπουλος, 2004).

Η Διδακτική των Φυσικών Επιστημών πέρασε τα τελευταία 40 περίπου χρόνια από τη φάση της καινοτομίας (δεκαετίες 60' και 70') στη φάση της ανάλυσης των παραγόντων που επηρεάζουν τη διδασκαλία, κυρίως μέσα από την καταγραφή και μοντελοποίηση των ιδεών των μαθητών, και λιγότερο μέσα από την ανάλυση του προς διδασκαλία περιεχομένου (Καριώτογλου, 2006).

Προσπάθεια σύνθεσης προερχόμενη από τη διδακτική αποτέλεσε η εισαγωγή της έννοιας «Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου» η οποία είναι συνδυασμός ειδικού γνωστικού περιεχομένου, και παιδαγωγικών αρχών και πρακτικών. Δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αντιληφθούν πώς συγκεκριμένες ενότητες του περιεχομένου οργανώνονται, αναπαριστώνται, και προσαρμόζονται στα αποκλίνοντα ενδιαφέροντα και ικανότητες των μαθητευομένων και κατά συνέπεια πώς μπορούν να διδαχτούν με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Οι τέσσερις αρχές ανάπτυξης της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου είναι (Καριώτογλου, 2006): α) ο διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου (διατήρηση εγκυρότητας επιστημονικού περιεχομένου), από το επίπεδο του επιστημονικού μοντέλου σε γνώση κατάλληλη για να διδαχτεί στο στοχευόμενο πληθυσμό, β) η διδακτική αξιοποίηση των ιδεών των

μαθητευομένων, γ) η επιλογή του πεδίου εφαρμογών (πειραμάτων – φαινομένων), και δ) ο συνδυασμός κατάλληλων διδακτικών μοντέλων για την υλοποίηση της διδασκαλίας.

Τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα και έχουν δώσει τη δική τους ερμηνεία για αυτά. Οι ιδέες των παιδιών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα και συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα. Αναφέρονται και με άλλα ονόματα όπως εναλλακτικές απόψεις, αυθόρμητες αντιλήψεις, παρανοήσεις. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή, και τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πως λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον αυτές τις ιδέες τους χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψή τους (Driver, 1998). Είναι σημαντικό να παρέχονται ευκαιρίες στην εκπαίδευση των παιδιών ώστε να αναπτύξουν την αίσθηση του ενδιαφέροντος για τη φύση και το περιβάλλον και να καλλιεργήσουν την αίσθηση ότι αποτελούν μέρος του (Δημητρίου, 2012).

Οι εναλλακτικές απόψεις των μαθητών μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Μερικές από αυτές είναι τόσο καλά εδραιωμένες που δεν αλλάζουν με τη διδασκαλία. Έτσι είναι δυνατόν οι μαθητές να εφαρμόζουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αλλά να αδυνατούν να τις εφαρμόσουν εκτός σχολείου για την ερμηνεία των φυσικών επιστημών (Driver, 1998).

Οι ιδέες δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση των μαθητών, αλλά πιθανόν να δημιουργούνται από κάποιους μηχανισμούς που αυτά διαθέτουν και με αυτούς αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Τα παιδιά αναπτύσσουν ιδέες γύρω από τα φυσικά φαινόμενα προτού ακόμα διδαχθούν Φυσικές επιστήμες στο σχολείο. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτές οι ιδέες διατηρούνται παράλληλα με επιστημονικές απόψεις που διδάσκονται στα πλαίσια του μαθήματος των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των αντιλήψεων των παιδιών και της σχολικής επιστήμης (Driver, 1998). Η επισκόπηση των ιδεών των μαθητών μπορεί να γίνει είτε με ημιδομημένες συνεντεύξεις είτε με παρατήρηση (Καριώτογλου, 2006).

Η σχέση μεταξύ της απόδειξης και της θεωρίας δεν είναι μόνο μια σημαντική όψη της φύσης των Φυσικών Επιστημών, αλλά και ένα θέμα κριτικής σημασίας στην

εκμάθηση τους από τα παιδιά. Όπως οι επιστημονικές θεωρίες χρησιμεύουν στην οργάνωση και εξήγηση των παρατηρήσεων καθώς και στην πρόβλεψη της μελλοντικής προόδου στις Φυσικές Επιστήμες, έτσι και οι ιδέες των παιδιών παίζουν έναν οργανωτικό ρόλο στην οικοδόμηση της νέας γνώσης και στην ερμηνεία της καινούριας πληροφορίας (Driver, 1998). Οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση, σε μια διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης, στην οποία ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι σημαντικός (Καριώτογλου, 2006).

Είναι σημαντικό για τους μαθητές να γνωρίζουν πως οι επιστημονικές ιδέες αναπτύσσονται και αξιολογούνται. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να εκτιμήσουν τη σημασία του να επικοινωνείς και να επανεξετάζεις τις ιδέες σου, μπορούν να εκτιμήσουν το προσωρινό χαρακτήρα των επιστημονικών ιδεών καθώς και να αποκτήσουν εμπιστοσύνη στη δοκιμή και τον έλεγχο των ιδεών αυτών. Η εμπειρία από μόνη της δεν αρκεί. Αυτό που μετράει είναι η σημασία που οι μαθητές θα της αποδώσουν. Αν οι αντιλήψεις των μαθητών πρέπει να αλλαχθούν προς εκείνες που αποδέχεται η επιστήμη, τότε η διαπραγμάτευση με έναν ειδικό, συνήθως τον δάσκαλο, είναι απαραίτητη (Driver, 1998). Η προϋπάρχουσα γνώση εμποδίζει ή διευκολύνει τη μάθηση της επιστημονικής γνώσης και η γνώση που διδάσκεται δύσκολα αντικαθιστά την προϋπάρχουσα (Καριώτογλου, 2006).

Στο σχηματισμό της υπάρχουσας γνώσης συμβάλλουν το φυσικό, τεχνολογικό, και ανθρώπινο περιβάλλον. Οι καθημερινές εμπειρίες των μαθητών συμβάλλουν στη διαμόρφωση νέων νοητικών σχημάτων από τους μαθητές ή και στην απόδοση σε μια έννοια νοήματος διαφορετικού από το επιστημονικό. Οι μαθητές έχουν διαμορφωμένες ιδέες για τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών και την ερμηνεία των φαινομένων πριν από την τυπική έναρξη της διδασκαλίας (Καριώτογλου, 2006). Οι επιστημονικές δεξιότητες καλλιεργούνται στα παιδιά με δραστηριότητες διερεύνησης ή και δοκιμής των ιδεών τους. Η επιτυχής ενσωμάτωση των επιστημονικών δεξιοτήτων στις δραστηριότητες με θέματα από το φυσικό κόσμο κάνουν τη μάθηση του περιεχομένου πιο ελκυστική και αποτελεσματική, προσφέρουν στα παιδιά βαθύτερη κατανόηση του περιεχομένου και δημιουργούν θετικές στάσεις προς το αντικείμενο μελέτης. Οι πλέον κατάλληλες επιστημονικές δεξιότητες για την προσχολική και τις πρώτες βαθμίδες της στοιχειώδους εκπαίδευσης και οι οποίες ονομάζονται βασικές είναι: η παρατήρηση, η επικοινωνία, η σύγκριση, η ταξινόμηση, η μέτρηση, η ερμηνεία και η πρόβλεψη (Καλλέρη, 2010).

Αφού αποκαλυφθούν οι ιδέες των μαθητών για ένα θέμα, σχεδιάζεται ένα πείραμα ή ομάδα πειραμάτων που να μην εξηγείται με τις απόψεις αυτές των μαθητών, για να προκληθεί γνωστική σύγκρουση. Αυτό προκαλεί αποσταθεροποίηση της σχετικής γνώσης των μαθητών και δημιουργεί την ανάγκη της παρέμβασης του δασκάλου. Τότε είναι η κατάλληλη στιγμή για να εισαχθεί η νέα γνώση που πρέπει να είναι ευλογοφανής και οικεία στους μαθητές. Η νέα γνώση πρέπει να ερμηνεύει τόσο τα φαινόμενα και τα πειράματα που ερμηνεύει η αρχική γνώση, όσο και αυτό που δεν ερμήνευσε η αρχική (Καριώτογλου, 2006).

Το μοντέλο μεταφοράς διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, αποτέλεσμα των συμπεριφοριστικών ψυχολογικών θεωρήσεων, χρησιμοποιείται συχνά λόγω της απλής δομής του. Κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι θεωρεί τον μαθητή παθητικό υποκείμενο και ο εκπαιδευτικός είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για να μεταφέρει τη γνώση στο μαθητή. Η γνώση εισάγεται με διάλεξη ή ερωταποκρίσεις και μεταβιβάζεται αυτούσια η γνώση, οι μαθητές δέχονται τη γνώση ακριβώς όπως είναι. Το μοντέλο της μεταφοράς έχει τις εξής φάσεις (Καριώτογλου, 2006): α) Εξοικείωσης και προβληματισμού, β) Εισαγωγής της νέας γνώσης, γ) Εφαρμογή της νέας γνώσης, και δ) Αξιολόγηση της νέας γνώσης (Καριώτογλου, 2006).

Το διδακτικό μοντέλο ανακάλυψης – διερεύνησης των Φυσικών Επιστημών, ως αποτέλεσμα της γνωστικής στροφής της ψυχολογίας, τονίζει την αλληλεπίδραση των μαθητών με τα υλικά για μια αποτελεσματική μάθηση. Στο μοντέλο αυτό κινητοποιούνται δεξιότητες όπως η σύγκριση, η ταξινόμηση, η κατηγοριοποίηση, η ανάλυση δεδομένων, η πρόβλεψη, η επαλήθευση. Δύο είναι οι κύριες μορφές ανακαλυπτικών – διερευνητικών μοντέλων η Ανακαλυπτική Επίδειξη και η Ανακαλυπτική Ομαδική Εργασία. Η Ανακαλυπτική Επίδειξη αποτελεί μια μορφή μετωπικής διδασκαλίας με καθοριστικό ρόλο του εκπαιδευτικού και με τους μαθητές να έχουν ενεργό ρόλο αν και προβλέπεται λίγη συμμετοχή, η οποία δομείται στις εξής φάσεις (Καριώτογλου, 2006): α) Εξοικείωσης και προβληματισμού, β) Δημιουργίας και ελέγχου υποθέσεων, γ) Εφαρμογή της νέας γνώσης, και δ) Αξιολόγηση της νέας γνώσης. Η Ανακαλυπτική Ομαδική Εργασία είναι μια ομαδοσυνεργατική μέθοδος και ένα φύλλο εργασίας καθοδηγεί τους μαθητές να υλοποιήσουν τα πειράματα και να ανακαλύψουν τη γνώση με τον εκπαιδευτικό να συμβάλλει συμβουλευτικά, η οποία δομείται σε τρεις φάσεις (Καριώτογλου, 2006): α) Ενημερωτική – οργανωτική, β) Εργασία σε ομάδες, και γ) Ανακεφαλαίωσης – αξιολόγησης.

Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών ενισχύει την ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων στον μαθητή, ο οποίος καλείται να αναγνωρίσει τη διαφορά παλιάς και νέας γνώσης του, αλλά και στην πορεία της μάθησής του. Ο εκπαιδευτικός ερευνά ή βρίσκει βιβλιογραφικά τις ιδέες των μαθητών και τις μοντελοποιεί. Διευκολύνει την μάθηση, εισάγει τη νέα γνώση, ως ευλογοφανή και παραγωγικότερη της αρχικής και επιδεικνύει διδακτικό υλικό ή οδηγεί τους μαθητές να το κάνουν. Το περιεχόμενο διδασκαλίας επιλέγεται και μετασχηματίζεται διδακτικά σε γνώση κατάλληλη να διδαχτεί στο στοχευόμενο πληθυσμό. Οι ιδέες των μαθητών ενισχύονται όταν είναι κοντά στις επιστημονικές. Μια εποικοδομητική στρατηγική είναι αυτή της γνωστικής σύγκρουσης, κατά την οποία προβάλλονται πειραματικά δεδομένα που αντιτίθενται στις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών. Τα αντιφατικά αυτά δεδομένα μετά από διαπραγμάτευση μαθητή και εκπαιδευτικού βοηθούν στην ενίσχυση των ιδεών των παιδιών που βρίσκονται κοντά στις επιστημονικές (Καριώτογλου, 2006).

Η εποικοδομητική στρατηγική έχει τις εξής φάσεις (Καριώτογλου, 2006):

- Ανάδειξη των ιδεών των μαθητών.
- Δοκιμασία των ιδεών των μαθητών και καταγραφή των αποτελεσμάτων της.
- Εισαγωγή επιστημονικού προτύπου.
- Εφαρμογή επιστημονικού προτύπου.
- Μεταγνωστική φάση (Καριώτογλου, 2006).

Επίσης, οι ιστορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αξιολογήσουν τις γνώσεις και η κατανόηση των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα που έχουν μελετηθεί προηγουμένως από αυτό αλλά και για τον εντοπισμό των αρχικών ιδεών των παιδιών, με περιεχόμενο πραγματικό ή φανταστικό. Οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποιώντας τη δημιουργική τους φαντασία, μπορούν να διαμορφώσουν οι ίδιοι ιστορίες οι οποίες να θέτουν προβληματισμούς στα παιδιά για τους οποίους καλούνται να εκφράσουν τις απόψεις τους (Καλλέρη, 2010).

Τα τελευταία χρόνια η διδασκαλία των φυσικών επιστημών προσανατολίζεται στον επιστημονικό γραμματισμό. Ο επιστημονικός και τεχνολογικός γραμματισμός εστιάζει στην ανάγκη δημιουργίας πολιτών που να είναι σε θέση να κατανοούν όχι μόνο έννοιες και διαδικασίες της επιστήμης και της τεχνολογίας, αλλά και την αλληλεξάρτηση της επιστήμης, της τεχνολογίας της κοινωνίας και του φυσικού περιβάλλοντος. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση είναι μία

κατεύθυνση τους επιστημονικού γραμματισμού. Στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού δίνεται έμφαση στην μάθηση βασισμένη στη διερεύνηση (Σπύρτου et al., 2014).

Η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based learning) ή αλλιώς μάθηση μέσω μικρών ερευνών σκοπεύει στη δημιουργία μαθησιακού περιβάλλοντος που να ενθαρρύνει τους μαθητές να αναζητούν πληροφορίες για ένα ερώτημα ή ένα πρόβλημα που τους ενδιαφέρει, καθώς και να υλοποιούν διερευνήσεις, ή μικρές έρευνες, για να βρουν απαντήσεις σχετικά με κάποιο ερώτημα ή πρόβλημα. Αξιοποιεί, κυρίως, πρακτικές που αναπτύχθηκαν κατά την εφαρμογή της ανακαλυπτικής μάθησης και ιδιαίτερα της ελεύθερης ανακάλυψης. Όμως σε αυτή τη περίπτωση ο στόχος είναι πιο μικρός και πιο ρεαλιστικός. Τα ερωτήματα-προβλήματα συνδέονται περισσότερο με την καθημερινότητα και έτσι έχουν περισσότερο νόημα για τα παιδιά (Χαλκιά, 2014).

Η διερεύνηση, ως όρος, χρησιμοποιείται ευρέως στην βιβλιογραφία της διδακτικής των φυσικών επιστημών τόσο για την περιγραφή στόχων για τους εκπαιδευόμενους στις φυσικές επιστήμες όσο και για την προσέγγιση στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών (NRC, 2000).

Η διερευνητική μάθηση έχει ως βασικό στόχο την άσκηση των μαθητών σε επιστημονικές διαδικασίες. Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούν να σχεδιάζουν και να υλοποιούν δικές τους έρευνες προκειμένου να διαπιστώνουν τη λειτουργικότητα των ιδεών τους για τον φυσικό κόσμο (Χαλκιά, 2014). Οι μαθητές που χρησιμοποιούν την διερεύνηση στην εκμάθηση των φυσικών επιστημών εμπλέκονται σε πολλές δραστηριότητες και διαδικασίες σκέψης που είναι παρόμοιες με αυτές που κάνουν οι επιστήμονες (NRC, 1996).

Οι επιστημονικές διαδικασίες θεωρούνται βασικές πτυχές του επιστημονικού γραμματισμού, διότι η άσκηση των μαθητών σε αυτές τους βοηθά να αποκτήσουν δεξιότητες που θα τους είναι χρήσιμες σε όλη τους την ζωή. Είναι σημαντικό ο εκπαιδευτικός να δημιουργεί τις κατάλληλες μαθησιακές ευκαιρίες, ώστε οι μαθητές να έχουν την δυνατότητα να ασκηθούν στις επιστημονικές διαδικασίες και να αναπτύσσουν τις αντίστοιχες ερευνητικές δεξιότητες. Τέτοιου είδους ευκαιρίες δημιουργούνται όταν οι μαθητές εμπλέκονται στην επιστημονική διερεύνηση ερωτημάτων και την επίλυση προβλημάτων (Χαλκιά, 2014).

Τα μικρά παιδιά μπορούν να αναπτύξουν σχετικά απλές δεξιότητες (παρατήρηση, σύγκριση, ταξινόμηση, διατύπωση ερωτημάτων) με κατάλληλες

εκπαιδευτικές παρεμβάσεις και ευκαιρίες για συμμετοχή σε επιστημονικές διαδικασίες. Οι δεξιότητες αυτές αποτελούν την βάση για την ανάπτυξη πιο σύνθετων δεξιοτήτων, όπως ο σχεδιασμός έρευνας, τις οποίες οι μαθητές θα μπορέσουν να αναπτύξουν μετέπειτα στην ζωή τους (Χαλκιά, 2014). Η διερεύνηση στην τάξη μπορεί να υλοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (NRC, 2000).

Η επιστημονική διερεύνηση ξεκινά από τις ιδέες που έχει κάποιος για κάτι ενδιαφέρον, οι οποίες με τη σειρά τους πρέπει να διερευνηθούν προσεκτικά (Χαλκιά, 2014). Η επιστημονική διερεύνηση αναφέρεται στους ποικίλους τρόπους με τους οποίους οι ερευνητές μελετούν τον φυσικό κόσμο και προτείνουν εξηγήσεις βασισμένες σε στοιχεία που ανακύπτουν από την δουλειά τους. Η διερεύνηση επίσης αναφέρεται στις δραστηριότητες των μαθητών με τις οποίες αναπτύσσουν γνώση και κατανοούν τις επιστημονικές ιδέες, όπως επίσης, κατανοούν το πώς οι επιστήμονες μελετούν τον φυσικό κόσμο (NRC, 1996).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται συνοπτικά η βασική δομή και τα στάδια μια διερεύνησης μέσα στην τάξη (Χαλκιά, 2014).

Πίνακας 1. Τα βασικά στάδια διερεύνησης στην τάξη (Χαλκιά, 2014)

Βασικά στάδια διερεύνησης ερωτημάτων στην τάξη
Ο σχεδιασμός της διερεύνησης ενός ερωτήματος
1. Επιλογή ενός γενικού ερωτήματος – προβλήματος
2. Προσδιορισμός ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών
3. Έλεγχος των ανεξάρτητων μεταβλητών
4. Διατύπωση προβλέψεων
5. Επιλογή και χρήση κατάλληλου εξοπλισμού – έλεγχος των κινδύνων
Η λήψη και παρουσίαση των δεδομένων
6. Συλλογή των δεδομένων
7. Παρατήρηση και μέτρηση
8. Καταγραφή δεδομένων
Η αξιολόγηση των ενδείξεων
9. «Ανάγνωση» των δεδομένων
10. Εξαγωγή συμπερασμάτων
11. Αξιολόγηση ολόκληρης της διαδικασίας

Η διερεύνηση είναι μία πολύπλευρη δραστηριότητα που περιλαμβάνει την πραγματοποίηση παρατηρήσεων, την διατύπωση ερωτημάτων, την εξέταση βιβλίων και άλλων πηγών πληροφοριών προκειμένου να ψάξει κανείς την υπάρχουσα γνώση, τον προγραμματισμό ερευνών, την αναθεώρηση των ήδη γνωστών πραγμάτων υπό το φως των πειραματικών αποδείξεων, η χρησιμοποίηση εργαλείων για συγκέντρωση, ανάλυση, και ερμηνεία δεδομένων, η διατύπωση απαντήσεων, εξηγήσεων, και προβλέψεων και η επικοινωνία των αποτελεσμάτων. Επίσης, απαιτεί την ταυτοποίηση των υποθέσεων, τη χρήση κριτικής και λογικής σκέψης, και την εξέταση εναλλακτικών εξηγήσεων (NRC, 1996).

Η ενασχόληση των μαθητών σε δραστηριότητες που βασίζονται στη διερεύνηση συμβάλλουν στην μεγαλύτερη: α) κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, β) εκτίμηση για το «πώς γνωρίζουμε ό,τι γνωρίζουμε» για τις φυσικές επιστήμες, γ) κατανόηση για τη φύση των φυσικών επιστημών, δ) ανάπτυξη των δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες για να γίνουν ανεξάρτητοι διερευνητές σχετικά με το φυσικό κόσμο, και ε) διάθεση για να χρησιμοποιήσουν τις δεξιότητες, τις ικανότητες, και τις συμπεριφορές που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες (Χαλκιά, 2014).

Επίσης, η μάθηση η οποία είναι βασισμένη σε ένα πρόβλημα προς επίλυση (Problem-based learning) περιγράφει ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου προβληματικές καταστάσεις οδηγούν την μάθηση. Σε αυτό το περιβάλλον, η μάθηση ξεκινάει με ένα προς επίλυση πρόβλημα, και το πρόβλημα τίθεται με τέτοιο τρόπο που τα παιδιά πρέπει να αποκτήσουν νέες γνώσεις για να μπορέσουν να λύσουν το πρόβλημα. Αντί να αναζητούν οι μαθητές μία μοναδική απάντηση, τα παιδιά ερμηνεύουν το πρόβλημα, συγκεντρώνουν τις απαιτούμενες πληροφορίες, εντοπίζουν τις πιθανές λύσεις, αξιολογούν τις επιλογές τους, και παρουσιάζουν τα συμπεράσματα. Η διερεύνηση (inquiry-based science education) είναι μια problem-based προσέγγιση αλλά πηγαίνει ένα βήμα παραπέρα με τη σημασία που δίνει στην πειραματική προσέγγιση (EC, 2007).

Οι Bell et al. (2005) προτείνουν ένα μοντέλο κατηγοριοποίησης της διερεύνησης. Ειδικότερα περιγράφουν ένα μοντέλο που περιλαμβάνει τέσσερις κατηγορίες διερεύνησης που ποικίλουν ανάλογα με τη ποσότητα των πληροφοριών που παρέχονται στους μαθητές. Η πρώτη κατηγορία είναι η «επιβεβαιωμένη διερεύνηση» (confirmation inquiry), η οποία είναι η περισσότερο δασκαλοκεντρική κατεύθυνση η οποία παρέχει τις περισσότερες πληροφορίες στους μαθητές, η

«δομημένη διερεύνηση» (structured inquiry), η «κατευθυνόμενη διερεύνηση» (guided inquiry), και η «ανοιχτή διερεύνηση» (open inquiry). Στη μεν πρώτη κατηγορία οι μαθητές γνωρίζουν τα απαιτούμενα αποτελέσματα ενώ στην ανοιχτή διερεύνηση οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήσεις, διαλέγουν μεθόδους, και προτείνουν λύσεις μόνοι τους.

Τις τελευταίες δεκαετίες στην Διδακτική των Φυσικών Επιστημών φαίνεται έντονο το ενδιαφέρον για τις Διδακτικές Μαθησιακές Ακολουθίες (ΔΜΑ). Ειδικότερα ερευνάται ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση των ΔΜΑ. Η προσέγγιση αυτή, προέκυψε ως αποτέλεσμα των ερευνών σχετικά με ιδέες των μαθητών γύρω από διάφορα φυσικά φαινόμενα και την επικράτηση, τη δεκαετία του '80, του εποικοδομισμού. Με λίγα λόγια οι ΔΜΑ είναι μεσαίας κλίμακας αναλυτικά προγράμματα, διάρκειας 5-15 ωρών, οι οποίες αποτελούν προϊόν αναπτυξιακής έρευνας. Ο όρος της ΔΜΑ καταδεικνύει τη στενή σχέση και σύνδεση μεταξύ της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης και της αναμενόμενης μαθησιακής διαδικασίας που θα ακολουθηθεί από τους μαθητές ως αποτέλεσμα της εφαρμογής της ΔΜΑ. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη των ΔΜΑ είναι η φύση και εξέλιξη της επιστημονικής γνώσης, η έρευνα για τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, ο διδακτικός μετασχηματισμός του περιεχομένου, και οι σύγχρονες απόψεις σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση (Ζουπίδης, 2012). Τέλος, η σύγχρονη έρευνα στην ψυχολογία που επικεντρώνεται στην μελέτη του μετασχηματισμού των αρχικών ιδεών των μαθητών για μια έννοια ή ένα φαινόμενο της φυσικής προς την επιστημονική έχει στραφεί στην εννοιολογική αλλαγή (conceptual change). Τα νέα μοντέλα της εννοιολογικής αλλαγής έχουν δώσει έμφαση πέρα από τους γνωστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εννοιολογική κατανόηση και σε συναισθηματικούς, κοινωνικούς παράγοντες και παράγοντες κινήτρων. Τα νεώτερα μοντέλα έδωσαν έμφαση στα κίνητρα των μαθητών και τις επιστημολογικές τους πεποιθήσεις για την εποικοδόμηση της γνώσης (Καριώτογλου et al., 2012).

1.2.1. Μοντέλα στις Φυσικές Επιστήμες

Ένα μοντέλο, γενικά, είναι η αναπαράσταση ενός στόχου, ο οποίος μπορεί να είναι ένα αντικείμενο, μια έννοια, ένα γεγονός μια διαδικασία, ένα φαινόμενο ή γενικότερα ένα σύστημα (Gilbert, 1991; Justi & Gilbert, 2006).

Στόχος του μοντέλου μπορεί να είναι η περιγραφή, η εξήγηση ή η πρόβλεψη ενός στόχου. Τα μοντέλα είναι σημαντικά εργαλεία για την εννοιολογική ανάπτυξη (Vosniadou & Kollias, 2003), ωστόσο δεν είναι ικανή από μόνη της, η χρήση των μοντέλων, να οδηγήσει στην εννοιολογική ανάπτυξη (Treagust et al., 2002).

Τα μοντέλα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με βάση την οντολογική τους κατάσταση σε: α) νοητικά, β) εκφρασμένα, γ) συμφωνίας, και δ) επιστημονικά. Επιπλέον με βάση τον τρόπο αναπαράστασής τους κατηγοριοποιούνται σε: α) φυσικά, β) λεκτικά, γ) οπτικά, και δ) μαθηματικά (Perkins & Grotzer 2005).

Σύμφωνα με τη Βοσνιάδου (1998) τα νοητικά μοντέλα είναι αναλογικές αναπαραστάσεις που διατηρούν τη δομή του αντικειμένου που αναπαριστούν. Τα νοητικά μοντέλα μπορεί να είναι χωρικά μοντέλα, που συλλαμβάνουν απόψεις του φυσικού κόσμου ή μπορεί να αναπαριστούν με αναλογικό τρόπο τη δομή μιας αλληλουχίας γεγονότων. Ο Κόμης (2005) αναφέρεται στην έννοια του νοητικού μοντέλου ως εικονικές αναπαραστάσεις (iconic representations) που αντιστοιχούν στις δομές του χώρου, είναι σχετικά ανεξάρτητες της δράσης και σχετίζονται με την οπτική αντίληψη. Πρόκειται για υψηλού επιπέδου νοητικά κατασκευάσματα που σκοπό έχουν να αναπαριστούν τη δομή αντικειμένων, πεποιθήσεων ή θεωριών που ίσως δεν έχουν γίνει ποτέ ορατά (Βοσνιάδου, 1998).

Αναπαράσταση, γενικά, είναι μια δομή που αναφέρεται και προσφέρει μια περιγραφή, μέσω συμβόλων ή μέσω αναλογικής απεικόνισης, σχετικά με ένα αντικείμενο ή σύστημα πραγματικού κόσμου που μελετάμε. Οι αναπαραστάσεις διακρίνονται σε εξωτερικές και εσωτερικές. Εξωτερικές αναπαραστάσεις είναι εκείνες που βρίσκονται έξω από το γνωστικό σύστημα (εγκέφαλος) του ατόμου και μπορεί να είναι μια φωτογραφία, μια εικόνα ή ένα γράφημα (οπτικές – απεικονιστικές αναπαραστάσεις) ή ένας ορισμός (λεκτικές-συμβολικές αναπαραστάσεις) κ.α. Αυτές οι αναπαραστάσεις βοηθάνε στην παρουσίαση πληροφοριών, γνώσεων, και στην κατανόηση της δομής συστημάτων που μελετούνται. Οι εσωτερικές αναπαραστάσεις αποτελούν κεντρικό ζήτημα της γνωσιακής επιστήμης και μπορούν, επίσης, να χωριστούν σε οπτικές-εικονικές και λεκτικές-συμβολικές. Παραδείγματα εσωτερικών αναπαραστάσεων είναι τα προτασιακά δίκτυα (αναπαραστάσεις με δομή εννοιολογικού δικτύου), οι απεικονιστικές αναπαραστάσεις (παρόμοιες με αναπαραστάσεις που αποτυπώνουν χωροταξικές σχέσεις αντικειμένων όπως χάρτες, σχεδιαγράμματα, εικόνες), και νοητικά μοντέλα (αναλογικές αναπαραστάσεις που διατηρούν τη δομή του αντικειμένου που αναπαριστούν) (Δημητριάδης, 2014).

Η μοντελοποίηση μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στις εξής επιμέρους κατηγορίες: α) μάθηση μοντέλων, δηλαδή οι μαθητές μαθαίνουν υπαρκτά μοντέλα, β) χρήση μοντέλων για πειραματισμό και πρόβλεψη, δηλαδή οι μαθητές χρησιμοποιούν υπαρκτά μοντέλα που έχουν ήδη διδαχθεί, γ) αναθεώρηση των μοντέλων, όπου οι μαθητές τροποποιούν τα υπάρχοντα μοντέλα ώστε να τα προσαρμόσουν σε νέους στόχους, και δ) παραγωγή μοντέλων, όταν οι μαθητές κατασκευάζουν νέα μοντέλα (Ζουπίδης et al., 2010).

Είναι σημαντικό οι μαθητές να κατανοήσουν την έννοια του επιστημονικού μοντέλου, διότι πολλές φορές οι μαθητές πιστεύουν πως τα μοντέλα είναι ακριβή αντίγραφα του στόχου (Treagust et al., 2002). Γενικά οι μαθητές έχουν μια περιορισμένη και στερεοτυπική αντίληψη για τα μοντέλα ως τρισδιάστατα φυσικά αντικείμενα κατασκευασμένα είτε για ψυχαγωγία είτε για διδασκαλία (Gilbert, 1991). Έτσι, δύσκολα γίνεται αντιληπτός ο ρόλος των μοντέλων ως εργαλεία για την ερμηνεία και την πρόβλεψη φαινομένων από τους μαθητές, καθώς τα θεωρούν ως φυσικά και ακριβή αντίγραφα των στόχων που περιγράφουν. Ο ρόλος και η φύση των μοντέλων θεωρούνται εξαιρετικά σημαντικές επιστημολογικές όψεις της φύσης της επιστήμης, οι οποίες μπορούν να βελτιώσουν την εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών (Schwarz & White, 2005).

Έτσι, είναι αποτελεσματικότερο να εισαχθούν οι μαθητές σε πρακτικές μοντελοποίησης μέσω μοντέλων που έχουν μεγάλο βαθμό ομοιότητας με το στόχο που αναπαριστούν (Ζουπίδης, 2012). Τέτοιου είδους μοντέλα διατηρούν ευκολότερα αντιστοιχήσεις μεταξύ του μοντέλου και του πραγματικού κόσμου, προχωρώντας σταδιακά στη μελέτη πιο αφηρημένων εννοιολογικών μοντέλων, όπως είναι τα περισσότερα μοντέλα των Φυσικών Επιστημών (Treagust et al., 2002). Είναι σημαντικό να διαμορφώσουν την αντίληψη ότι «τα μοντέλα χρησιμεύουν ως εργαλεία» για την ερμηνεία και την πρόβλεψη ενός φαινομένου (Ζουπίδης, 2012).

1.2.2. Σύνοψη

Η παρούσα εργασία βασίζεται στη διερευνητική μάθηση. Αξιοποιώντας, επίσης, την παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, σχεδιάστηκαν οι δραστηριότητες της εργασίας. Οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με τα εργαλεία – υλικά που χρησιμοποιούνται στις δραστηριότητες. Επιπλέον, έχουν την ευκαιρία να οικοδομήσουν τη νέα γνώση, σε μια διαδικασία αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές

τους, η οποία συντονίζεται από τον εκπαιδευτικό. Επίσης, οι μαθητές καλλιεργούν ποικίλες επιστημονικές δεξιότητες μέσα από τις δραστηριότητες και τα πειράματα στα οποία συμμετέχουν. Όλη η διδακτική παρέμβαση είναι σχεδιασμένη σε προβληματικές καταστάσεις που παρουσιάζονται στα παιδιά και εκείνα με τη σειρά τους καλούνται να δώσουν λύσεις, τις οποίες, όμως, έχουν υλοποιήσει και δοκιμάσει. Τέλος, τα παιδιά έρχονται σε επαφή με ένα νέο μοντέλο – αναπαράσταση, το οποίο, αρχικά, μαθαίνουν και στη συνέχεια το χρησιμοποιούν για να προβλέψουν παρόμοιες προβληματικές καταστάσεις που χρειάζονται λύση.

1.3. ΤΠΕ στην Εκπαίδευση

Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητάς των ενηλίκων, όπως και των παιδιών. Τα μικρά παιδιά, κατά τον Prensky (2003), έχουν μια προχωρημένη σχέση με την τεχνολογία από την γέννησή τους, μια «φυσική» τεχνολογική ικανότητα.

Η πορεία της ένταξης των ΤΠΕ στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα εξετάζεται, πλέον, στην ολότητά του. Ουσιαστικά είναι η πρώτη φορά που οι ΤΠΕ αντιμετωπίζονται σαν βασικός και αυτόνομος πυλώνας στο σχεδιασμό των αναλυτικών προγραμμάτων σε όλο το φάσμα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, εκκινώντας από το Νηπιαγωγείο. Οι νηπιαγωγοί καλούνται να εντάξουν πιο συστηματικά και ενεργά την τεχνολογία στην καθημερινότητα των τάξεών τους (Μπράτισης, 2013).

Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση όλων των βαθμίδων, από το Νηπιαγωγείο ως το Πανεπιστήμιο. Σύμφωνα με το ΔΕΠΠΣ (ΥΠΔΒΜΘ, 2003) του Νηπιαγωγείου, σκοπός της εισαγωγής της Πληροφορικής στο Νηπιαγωγείο είναι να εξοικειωθούν τα παιδιά με απλές βασικές λειτουργίες του υπολογιστή και να έλθουν σε μια πρώτη επαφή με διάφορες χρήσεις του. Τα παιδιά με την ενθάρρυνση του εκπαιδευτικού προσεγγίζουν βασικές έννοιες που αφορούν τον υπολογιστή και αναγνωρίζουν τον υπολογιστή ως χρήσιμο εργαλείο για τον άνθρωπο. Τα παιδιά ωθούνται στο να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ ως εργαλείο σε διάφορες δραστηριότητες στο καθημερινό τους πρόγραμμα.

Τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών των επιμέρους γνωστικών αντικειμένων του νηπιαγωγείου αφήνουν να διαφανεί ο άξονας του «πληροφοριακού γραμματισμού» (εκμάθηση εννοιών και δεξιοτήτων που αφορούν την χρήση του υπολογιστή), αλλά κάνουν ελάχιστες αναφορές στην χρήση υπολογιστή ως εργαλείου για την υλοποίηση των στόχων τους. Δεδομένου ότι ο άξονας «ένταξη των ΤΠΕ στην καθημερινή εκπαιδευτική διαδικασία» (δηλαδή ο Η/Υ ως εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα) δεν είναι εμφανής στο ΔΕΠΠΣ του νηπιαγωγείου, οι νηπιαγωγοί θα πρέπει να αξιοποιήσουν κατάλληλα τις ΤΠΕ σχεδιάζοντας και οργανώνοντας μαθησιακές δραστηριότητες για την τάξη τους, προκειμένου να υλοποιηθούν συγκεκριμένοι μαθησιακοί στόχοι του αναλυτικού προγράμματος. Το γεγονός αυτό έχει συνέπειες στην εκπαίδευση-επιμόρφωση των νηπιαγωγών στην παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ στο νηπιαγωγείο (Κόμης, 2007).

Οι εκπαιδευτικοί οφείλουν να προσαρμόσουν τον ρόλο τους κατά την εκπαιδευτική δραστηριότητα ώστε να είναι αποτελεσματικότεροι στα πλαίσια του τεχνολογικού περιβάλλοντος. Ο εκπαιδευτικός είναι σημαντικός παράγοντας στην αποτελεσματικότητα του περιβάλλοντος αυτού, καθώς πολλοί ερευνητές φαίνεται να συμφωνούν πως με κατάλληλη χρήση και αξιοποίηση των ΤΠΕ στο περιβάλλον της μάθησης, έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της συνεργασίας και της συνεργατικής μάθησης (Βοσνιάδου, 2006).

Ο σχεδιασμός του μαθησιακού περιβάλλοντος με τις ΤΠΕ στο νηπιαγωγείο θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από συνέχεια και πρόοδο. Η συνέχεια περιγράφει εκείνες τις πλευρές των εμπειριών των παιδιών που παραμένουν ίδιες ανεξαρτήτως ηλικίας (π.χ. χρήση σωστής ορολογίας, ανάπτυξη αυτοπεποίθησης). Η πρόοδος αφορά στο πως η μάθηση των παιδιών αναμένεται να προοδεύσει, με όρους ανάπτυξης γνώσεων, δεξιοτήτων, αξιών και στάσεων. Το περιεχόμενο και η ακολουθία των μαθησιακών δραστηριοτήτων μπορεί να βασιστεί σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο σχεδιασμό, τον οποίο οι νηπιαγωγοί ελέγχουν και αξιολογούν την πρόοδο των παιδιών (Νικολοπούλου, 2009).

Είναι πλέον αποδεδειγμένο από αποτελέσματα ερευνών, πως οι ΤΠΕ μπορούν να επιδράσουν θετικά στην μάθηση, αν χρησιμοποιηθούν με κατάλληλους τρόπους. Περιβάλλοντα τα οποία υποστηρίζονται από τις ΤΠΕ φαίνεται να προκαλούν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και κίνητρα για μάθηση σε σύγκριση με τα παραδοσιακά, καθώς και αποτελέσματα (Βοσνιάδου, 2006). Η χρήση υπολογιστή φαίνεται να δίνει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα όταν συνδυάζεται με συμπληρωματικές δραστηριότητες-εργασίες πέραν του υπολογιστή και θεωρούνται απαραίτητες λόγω του λίγου χρόνου ενασχόλησης των παιδιών με τον υπολογιστή (Νικολοπούλου, 2009). Η εισαγωγή των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία δημιουργεί μια ανισορροπία που συμβάλει στην αλλαγή των πρακτικών αλλά και στο πέρασμα σε μοντέλα μάθησης που ευνοούν τη δραστηριοποίηση και την ανάληψη πρωτοβουλίας από τους εκπαιδευόμενους (Depover et al., 2010). Όπως τονίστηκε από τον Papert ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι τόσο σημαντικό εργαλείο για τα παιδιά της σημερινής εποχής, όσο το μολύβι και το χαρτί για τα παιδιά της προηγούμενης γενιάς (Papert, 1980).

Τα εκπαιδευτικά οφέλη από την χρήση των ΤΠΕ, μέσα από κατάλληλη χρήση τους, μπορούν να κατηγοριοποιηθούν στους εξής τομείς (Βοσνιάδου, 2006): α)

Ανάγνωση, β) Γραφή, γ) Μαθηματικά, Γεωμετρία και Λύση Προβλημάτων, δ) Γενικές Επιδράσεις, και ε) Κοινωνική και Συναισθηματική Ανάπτυξη.

Η αξιοποίηση των ΤΠΕ προσφέρει δυνατότητες προσομοίωσης φαινομένων και πραγματικών καταστάσεων, μοντελοποίησης προβλημάτων και διαδικασιών επίλυσής τους, καθώς και δημιουργία γνωστικών «μικρόκοσμων» και άλλων ανοιχτών περιβαλλόντων μάθησης που απορρέουν από μαθητοκεντρικές θεωρίες, όπως ο εποικοδομισμός και η ανακαλυπτική μάθηση. Αυτό συμβαίνει χάρη στη δυνατότητα παιδαγωγικού σχεδιασμού ενός ηλεκτρονικού, ανοιχτού μαθησιακού περιβάλλοντος, που παρέχει στο μαθητή χειροπιαστά αντικείμενα, οικείους διαδικαστικούς όρους και εργαλεία σκέψης και του επιτρέπει να τα χειρίζεται αυτόνομα και δυναμικά, να δρα πάνω σε αυτά, να πειραματίζεται με αυτά (Ράπτης & Ράπτη, 2004). Επιπλέον, η αξιοποίηση των ΤΠΕ αυξάνει τις δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων και χρησιμοποίησης μεταγνωστικών στρατηγικών των μαθητών. Επίσης, επιτρέπει και προωθεί καταλληλότερες ή «ουσιώδεις» μαθησιακές διεργασίες (Depover et al., 2010).

Οι ΤΠΕ μπορούν να ενισχύουν μαθησιακά περιβάλλοντα που να προσφέρουν (Roblyer, 2009): α) Σύνδεση των μαθητών με τις πηγές πληροφοριών, β) Σύνδεση των μαθητών με τις εκπαιδευτικές πηγές, γ) Διευκόλυνση των μαθητών να οπτικοποιήσουν τα προβλήματα και τις λύσεις, δ) Παρακολούθηση της προόδου των μαθητών, και ε) Σύνδεση των μαθητών με τα μαθησιακά εργαλεία. Επιπλέον υποστηρίζουν διδακτικές προσεγγίσεις που προωθούν τη συνεργατική μάθηση, τη συμμετοχική νοημοσύνη, την επίλυση προβλημάτων και τις δεξιότητες υψηλότερου επιπέδου. Τέλος, προσφέρουν τον κατάλληλο πληροφοριακό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό που είναι απαραίτητος στη σύγχρονη εποχή (Roblyer, 2009).

Σημαντική είναι η έννοια «Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου». Ο όρος αυτός αντιπροσωπεύει με σαφήνεια δύο βασικές απόψεις ερευνητών (Τζαβάρα, 2011): α) δίνεται έμφαση στα τρία ξεχωριστά αντικείμενα γνώσης που απαρτίζουν τον όρο (Τεχνολογία, Παιδαγωγική και Περιεχόμενο), και β) αναδεικνύεται το γεγονός πως αυτά τα τρία στοιχεία θα πρέπει να μελετηθούν και ως ένα ενιαίο σύνολο. Πρόκειται για τη γνώση που αναδύεται από την αλληλεπίδραση της γνώσης του περιεχομένου, της παιδαγωγικής και της τεχνολογικής γνώσης και όχι η γνώση που προκύπτει ως αποτέλεσμα της διεξοδικής μελέτης της κάθε μίας προαναφερθείσας γνώσης ξεχωριστά (Τζαβάρα, 2011).

Το εννοιολογικό αυτό πλαίσιο προτάθηκε από τους Mishra & Koehler (2006) με στόχο τον προσδιορισμό τριών περιοχών γνώσης, του Περιεχομένου, της Παιδαγωγικής και της Τεχνολογίας, καθώς και ο τρόπος που αυτοί οι όροι συνδέονται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου αποτελεί μια καινούρια διάσταση στην ένταξη των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Λαμβάνει υπόψη της τα πολύπλοκα χαρακτηριστικά της διδασκαλίας και της μάθησης, εντοπίζοντας τη σημασία της Τεχνολογίας στην εποχή μας. Η μελέτη αυτών των περιοχών, συνίσταται μεμονωμένα, ανά δυάδες και τέλος ως ένα θεωρητικό εργαλείο.

1.3.1. Εκπαιδευτική ρομποτική

Τα ρομπότ είναι μέρος του σύγχρονου τεχνολογικού κόσμου βοηθώντας ή υποκαθιστώντας πολλές ανθρώπινες δραστηριότητες και καθιστώντας ευκολότερη τη ζωή των ανθρώπων. Αποτελούν αυτοκατευθυνόμενες ηλεκτρομηχανικές συσκευές που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και την επιστημονική έρευνα για την επίτευξη συγκεκριμένων εργασιών ή ενός περιορισμένου συνόλου από διαφορετικές εργασίες. Τα ρομπότ μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες. Αρχικά, τα κλασσικά αυτόματα, τα οποία είναι συστήματα διαρθρωμένων μηχανικών συνθετικών μερών που εκτελούν συγκεκριμένες προ-προγραμματισμένες κινήσεις. Στη συνέχεια, τα προγραμματιζόμενα ρομπότ, η κίνηση των οποίων υπακούει σε ένα σύνολο κανόνων (που ρυθμίζουν την συμπεριφορά τους), οι οποίοι καθορίζονται από το χρήστη και μπορούν να τροποποιηθούν (Κόμης, 2004). Ένα ρομπότ είναι συνήθως ένα σύστημα το οποίο είναι προγραμματιζόμενο, συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον του, επιλέγει τη συμπεριφορά που θα εκδηλώσει ανάλογα με τις συνθήκες και εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες (Φράγκου, 2009).

Η εκπαιδευτική ρομποτική εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1980, στο πλαίσιο της χρήσης των τεχνολογιών στην εκπαιδευτική διαδικασία κυρίως μέσα από το παιδαγωγικό ρεύμα της Logo. Η ρομποτική κάνει ευρέως χρήση των αρχών της τεχνητής νοημοσύνης. Ως παιδαγωγική προσέγγιση εντάσσεται στο πλαίσιο του κλασσικού εποικοδομισμού (constructivism) και κυρίως του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), όπως αναπτύχθηκε από τον Papert. Επίσης, κάποιες εφαρμογές εκπαιδευτικής ρομποτικής φαίνεται να εμπνέονται από τις

κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες μάθησης δεδομένου ότι απαιτούν και προωθούν την ανθρώπινη συνεργασία (Κόμης, 2004).

Αποτελεί μια πρωτότυπη διδακτική προσέγγιση η οποία βασίζεται σε μια μαθησιακή μέθοδο που χρησιμοποιεί προγραμματιζόμενα συστήματα και αξιοποιεί την προσέγγιση της μάθησης με συνθετικές εργασίες (project – based learning). Προσδιορίζεται από τη χρήση των ΤΠΕ στο πλαίσιο των δυνατοτήτων τους για παρατήρηση, ανάλυση, μοντελοποίηση και έλεγχο διάφορων φυσικών εργασιών. Η εκπαιδευτική ή παιδαγωγική ρομποτική απευθύνεται σε όλες της ηλικίες, από μικρά παιδιά ως ενήλικες, και στοχεύει στη μύησή τους στην επιστημονική πράξη και στην ανάπτυξη τεχνικών ικανοτήτων. Πρόκειται για μια προσέγγιση που επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να χρησιμοποιήσει τις ΤΠΕ για να καθορίσει ένα σχέδιο και να βρει λύσεις για προβλήματα που του τίθεται και να αντιπαραβάλλει τις απόψεις του με άλλες απόψεις στο πλαίσιο της ομάδας (Depover et al., 2010).

Κύριο εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελεί το προγραμματιζόμενο ρομπότ. Το ρομπότ αποτελεί μια οντότητα με αυτονομία που είναι ικανή να εκπληρώσει συγκεκριμένες εκ των προτέρων αποστολές μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχολείο αλλά και εκτός σχολείου ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικών δομών στα παιδιά. Σημαντική είναι και η πλευρά του ως μέσο για την κατανόηση ή/και την αφομοίωση τεχνικών γνώσεων. Με τον ανθρωπομορφικό του χαρακτήρα συνιστά ένα ισχυρό τεχνολογικό αντικείμενο, το οποίο θα επιτρέψει στα παιδιά να συνειδητοποιήσουν τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το άτομο (Κόμης, 2004).

Οι παιδαγωγικοί στόχοι της ρομποτικής μπορούν να θεμελιωθούν σε δύο βασικά επιχειρήματα. Το πρώτο βασίζεται στον προπαρασκευαστικό ρόλο της σχολικής εκπαίδευσης και αφορά την εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης ενώ το δεύτερο απορρέει από την παιδαγωγική διάσταση της εκπαίδευσης και αφορά την εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης. *Η εκπαιδευτική ρομποτική ως αντικείμενο μελέτης:* Η ρομποτική τεχνολογία είναι παρούσα σε όλες τις εκδηλώσεις της καθημερινής μας ζωής. Ως εκ τούτου, ο μαθητής ως μελλοντικός πολίτης οφείλει να έχει μια ελάχιστη κατανόηση της λειτουργίας της, να είναι σε θέση να τη χρησιμοποιεί αποτελεσματικά και να αντιλαμβάνεται τη συμβολή που μπορεί να έχει αυτή στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του. Από την άλλη, η ρομποτική αποτελεί έναν ιδιαίτερα ενδιαφέρον και πολλά υποσχόμενο κλάδο της Τεχνολογίας στον οποίον ο μαθητής ως μελλοντικός επιστήμονας θα μπορούσε να

εργαστεί. Για το λόγο αυτό, η εκπαίδευσή του στις βασικές αρχές αυτού του κλάδου στο πλαίσιο της υποχρεωτικής και της προαιρετικής εκπαίδευσης είναι σημαντική. *Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης*: Η ενασχόληση με τις ρομποτικές κατασκευές είναι πολυσύνθετη και διαθεματική δραστηριότητα που υπηρετεί αποτελεσματικά διδακτικές παρεμβάσεις μέσα στο πλαίσιο του εποικοδομισμού. Μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, όπως η Πληροφορική, η Τεχνολογία, τα Μαθηματικά, η Φυσική, με αναπαραστατικό και καινοτόμο τρόπο ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την προσωπική έκφραση του μαθητή. Σε αυτό το πλαίσιο, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αξιοποιηθεί για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση σχέσεων σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας (Φράγκου, 2009).

Η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται τόσο με την παρατήρηση και τον απλό χειρισμό ρομπότ όσο και με μια πιο απαιτητική κατηγορία και με την εμπλοκή του μαθητή με τον προγραμματισμό, την επίλυση προβλήματος και τη λήψη αποφάσεων σε σχέση με τη συμπεριφορά του ρομπότ, με στόχο την ανάπτυξη της δημιουργικής σκέψης που αποτελεί και το υψηλότερο επίπεδο σκέψης (Μπελεσιώτης & Κόκκινος, 2012). Ο χειρισμός ενός αυτομάτου επιτρέπει την ανάλυση της κίνησης που κάνει μέσα στο χώρο και το χρόνο και του συγχρονισμού των επιμέρους κινήσεων. Μέσα από τα ρομπότ εισάγεται η έννοια της λογικής του χειρισμού για την εκπλήρωση ενός έργου ή την επίτευξη ενός στόχου. Ο χειρισμός επιτρέπει επίσης την εξερεύνηση του χώρου με τη διαμεσολάβηση του ρομπότ (Κόμης, 2004).

1.3.2. Σύνοψη

Στην παρούσα εργασία αξιοποιείται η τεχνολογία και οι ΤΠΕ, και ειδικότερα η εκπαιδευτική ρομποτική. Οι ΤΠΕ επηρεάζουν σημαντικά τη μάθηση και προσφέρουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και κίνητρο για μάθηση. Επίσης, υποστηρίζουν δραστηριότητες που απορρέουν από τον εποικοδομισμό και την ανακαλυπτική - διερευνητική μάθηση. Παράλληλα, προσφέρουν δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων και ανάπτυξης δεξιοτήτων. Η εκπαιδευτική ρομποτική στην εργασία αυτή, αξιοποιείται μέσα από μία προγραμματιζόμενη ρομποτική συσκευή (ρομποτική μπάλα) ως εργαλείο μάθησης, όπου μπορεί να αναδείξει δύσκολες γνωστικές έννοιες που συνδέονται με ποικίλα διδακτικά αντικείμενα (π.χ. Φυσική, Μαθηματικά). Ειδικότερα, γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης της ταχύτητας μέσα από τη

ρομποτική μπάλα Sphero. Υλοποιούνται επιστημονικά πειράματα, με τη βοήθεια του Sphero, και πραγματοποιούνται διδακτικές δραστηριότητες μικρής διάρκειας. Τα παιδιά με τη σειρά τους παρατηρούν, χειρίζονται, και προγραμματίζουν το Sphero και διερευνούν την έννοια της ταχύτητας.

1.4. STEM

Ο όρος STEM εισήχθη το 1990 από το National Science Foundation (NSF) ως ακρωνύμιο των Science (Φυσικές Επιστήμες), Technology (Τεχνολογία), Engineering (Μηχανική), και Mathematics (Μαθηματικά). Μερικοί χρησιμοποιούν το ακρωνύμιο STEM σαν ορισμό της εκπαίδευσης STEM, αναγνωρίζοντας το STEM από τα επιμέρους πεδία που το απαρτίζουν ή ως γενική περιγραφή κάθε εκπαιδευτικής πολιτικής που αναφέρεται σε ένα ή περισσότερα πεδία του STEM (Bybee, 2010).

Οι φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά, η μηχανική και η τεχνολογία αποτελούν πολιτισμικά κατορθώματα που αντανακλούν την ανθρώπινη πλευρά των ατόμων, την δύναμη της οικονομίας, και αποτελούν σημαντικές πτυχές της ζωής μας ως πολίτες, εργάτες, καταναλωτές και γονείς. Το Εθνικό Ερευνητικό Συμβούλιο των ΗΠΑ (National Research Council, NRC) υποστηρίζει ότι η βασική κινητήριος δύναμη της μελλοντικής οικονομίας και της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας είναι η καινοτομία, κυρίως ορμώμενη από την πρόοδο των φυσικών επιστημών και της μηχανικής, όπου μόλις το 4% του εργατικού δυναμικού αποτελείται από επιστήμονες και μηχανικούς, ενώ αυτή η ομάδα δημιουργεί δουλειές για τα άλλο 96% (NRC, 2011).

Για παράδειγμα στις ΗΠΑ διάφορες έρευνες έχουν συνδέσει την εκπαίδευση STEM στην υποχρεωτική εκπαίδευση με την επιστημονική ηγεσία και την οικονομική ανάπτυξη των ΗΠΑ. Από την άλλη, φαίνεται ότι οι μαθητές δεν προετοιμάζονται σωστά για την σύγχρονη οικονομία και το μέλλον, όσο αναφορά την εκπαίδευση STEM. Όχι μόνο παρατηρείται χαμηλό ποσοστό στην αρίστευση και την κατανόηση στα πεδία STEM σε διάφορες τάξεις αλλά παρουσιάζονται και διαφορές στις επιδόσεις ανάμεσα σε διαφορετικές ομάδες, όπως φυλετικές, οικονομικές κ.α. Αυτό σημαίνει πως ομάδες όπως οι Αφροαμερικανοί ή Ισπανόφωνοι ή ακόμα και οι φτωχοί βρίσκονται σε μειονεκτική θέση απέναντι στους «άσπρους» ή τους πλούσιους αντίστοιχα, σε τομείς STEM. Φυσικά, τα πεδία STEM δεν απευθύνονται μόνο σε μελλοντικούς επιστήμονες αλλά και σε εργάτες, ακόμα και των χειρωνακτικών

εργασιών που όμως ως επί το πλείστον χρειάζονται γνώση στα πεδία STEM και δεν τις κατέχουν (NRC, 2011).

Έτσι, φαίνεται ότι η καινοτομία και η εφεύρεση είναι παρακινητικοί παράγοντες στην οικονομία. Αυτές οι δεξιότητες δεν μπορούν να αναπτυχθούν μακριά από το εκπαιδευτικό σύστημα που προετοιμάζει τους μαθητές να εκπληρώσουν αυτές τις απαιτήσεις. Μέσα από την παραδοσιακή εκπαίδευση φαίνεται, επίσης, η αποστροφή των μαθητών για τα πεδία STEM (Roberts, 2012).

Ενδεικτικά κάποιοι στόχοι που προτείνονται από το NRC (2011) είναι οι εξής: α) αύξηση του αριθμού των μαθητών που σημειώνουν επιτυχία σε προχωρημένα πτυχία και καριέρες στα πεδία STEM και διερεύνηση της συμμετοχής των γυναικών και των μειονοτήτων σε αυτά τα πεδία, β) αύξηση του εργατικού δυναμικού που είναι ικανοί να δουλέψουν στα πεδία STEM και διερεύνηση της συμμετοχής των γυναικών και των μειονοτήτων σε αυτό το εργατικό δυναμικό, και γ) αύξηση του γραμματισμού σε πεδία STEM για όλους τους μαθητές, συμπεριλαμβάνοντας και αυτούς που δεν στοχεύουν σε δουλειές STEM ή επιπλέον σπουδές σε πεδία STEM.

Επίσης, προτείνεται η ιδιαίτερη έμφαση στην εκπαίδευση STEM στις ηλικίες K-5, καθώς ένα ποιοτικό πρόγραμμα στις φυσικές επιστήμες σε αυτές τις ηλικίες είναι ένα σημαντικό βήμα στο να βοηθήσει τους μαθητές να αποκτήσουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και να επιλέγουν περισσότερα STEM μαθήματα στο γυμνάσιο και το λύκειο και πιθανότατα να στοχεύουν σε καριέρες σε STEM πεδία (NRC, 2011).

Επιπλέον, τα αναλυτικά προγράμματα STEM θα πρέπει να επικεντρώνονται στα πιο σημαντικά θέματα για κάθε πεδίο, να είναι αυστηρά και να αρθρώνονται ως μια ακολουθία θεμάτων και επιδόσεων. Ιδανικά, ένα STEM αναλυτικό πρόγραμμα θα πρέπει να υλοποιείται ανάμεσα σε όλα τα πεδία STEM από το νηπιαγωγείο μέχρι και το Λύκειο (NRC, 2011).

Γενικά η προσέγγιση STEM ορίζεται ως σύνολο των εξής (National Academy of Engineering and National Research Council, 2009):

- Της Επιστήμης, όπου ορίζεται ως η μελέτη του φυσικού κόσμου, της ανθρώπινης συμπεριφοράς, της αλληλεπίδρασης, και του κοινωνικού και οικονομικού συστήματος. Περιλαμβάνει μελέτες των νόμων που διέπουν τη φύση σχετιζόμενοι με τη φυσική, τη χημεία, και την βιολογία και τις συνθήκες και τις εφαρμογές των στοιχείων, των αρχών, των εννοιών ή των συμβάσεων που σχετίζονται με αυτούς τους κλάδους.

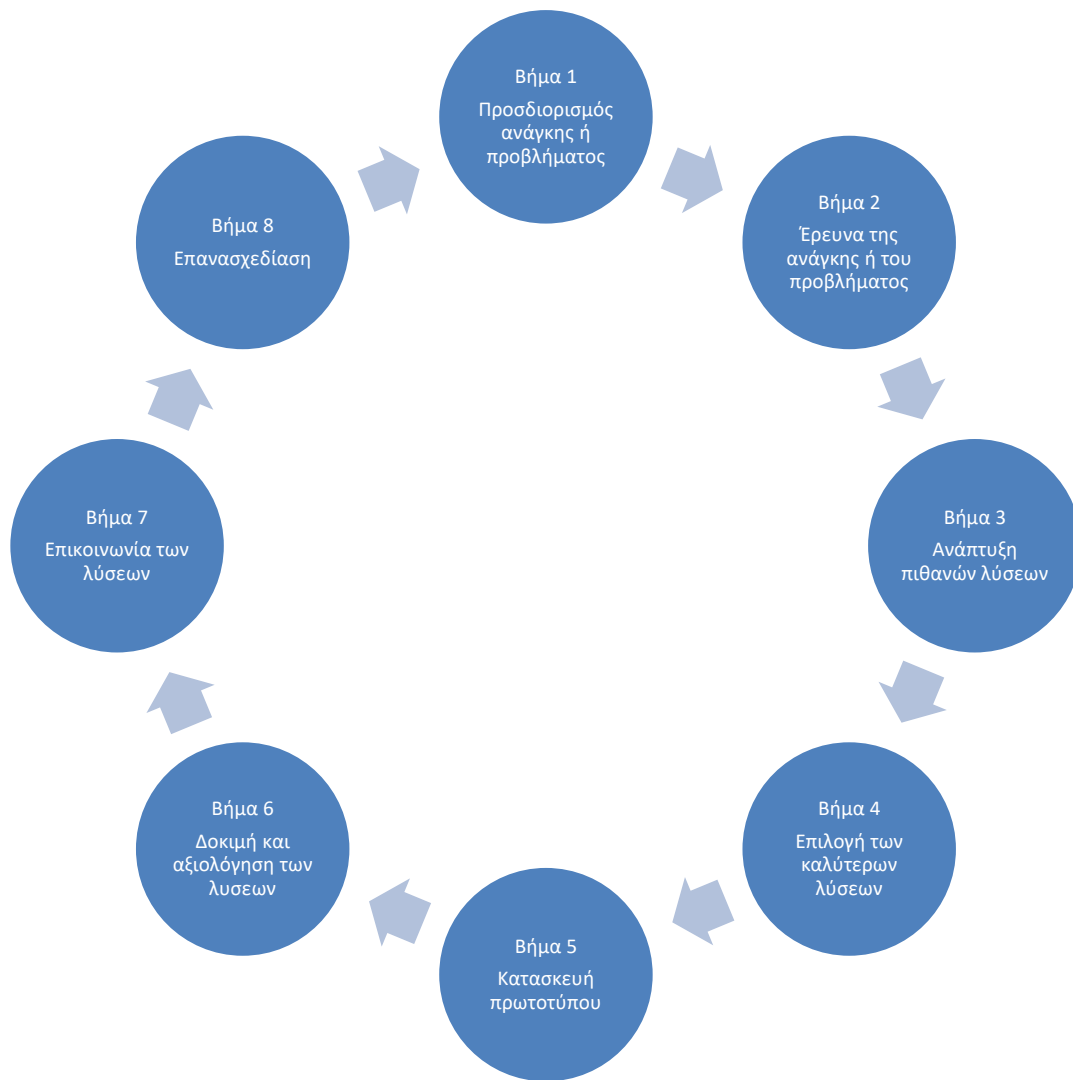
- Της Τεχνολογίας, όπου περιλαμβάνει ολόκληρο το σύστημα από τους ανθρώπους και τους οργανισμούς, τη γνώση, τις διαδικασίες και τις συσκευές που συμμετέχουν στην δημιουργία και λειτουργία των τεχνολογικών επιτευγμάτων, καθώς και τα ίδια τα αντικείμενα.
- Της Μηχανικής, που είναι τόσο η γνώση (αναφορικά με τον σχεδιασμό και την δημιουργία προϊόντων) όσο και η διαδικασία για επίλυση προβλημάτων. Αυτή η διαδικασία είναι σχεδιασμός κάτω από περιορισμούς. Ένας περιορισμός στο Σχεδιασμό είναι οι νόμοι της φύσης ή των φυσικών επιστημών. Άλλοι περιορισμοί περιλαμβάνουν παράγοντες όπως ο χρόνος, το χρήμα, τα διαθέσιμα υλικά, η εργονομία, οι περιβαλλοντικοί κανονισμοί κ.α. Η Μηχανική χρησιμοποιεί έννοιες από την Επιστήμη και τα Μαθηματικά, καθώς και τεχνολογικά εργαλεία.
- Των Μαθηματικών που ορίζεται ως τη μελέτη μοτίβων και σχέσεων ανάμεσα σε ποσότητες, αριθμούς, και σχήματα. Τα Μαθηματικά περιλαμβάνουν τα θεωρητικά και τα εφαρμοσμένα Μαθηματικά.

Ο NSF, επίσης, περιγράφει τον όρο STEM ως το σύνολο των επιστημών (φυσική, βιολογία, γεωλογία, επιστήμες της ατμόσφαιρας και των ωκεανών), των μαθηματικών, της στατιστικής και των ΤΠΕ, των κοινωνικών, συμπεριφοριστικών, και οικονομικών επιστημών, καθώς και όλων τις πτυχών της μηχανικής και της τεχνολογίας (NRC, 2016).

Τελευταία, μια νέα τάση γίνεται εμφανής, η οποία προτείνει την αξιοποίηση της Τέχνης (Art) στην εκπαίδευση STEM, για την ενίσχυση της δημιουργικότητας και της καινοτομίας μεταξύ των μαθητών μέσα από έναν ελκυστικό τρόπο εκπαίδευσης STEM. Έτσι η Τέχνη προτείνεται ως ένα πρόσθετο συστατικό που οδηγεί στην δημιουργία του STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) (Stemtosteam, n.d.). Η πιο πρόσφατη πίεση για εκπαίδευση STEM, επίσης, εισάγει (μέσα από την έμφαση στη μηχανική) μια διαδικασία σχεδιασμού στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Hands-on και δημιουργικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση STEM, χρησιμοποιώντας πολλές από τις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι δημιουργικές τέχνες, φαίνεται να ελκύουν το ενδιαφέρον των νέων στους τομείς STEM, καθώς και των εκπαιδευτικών (ASL, n.d.). Η Τέχνη, όπως και η Μηχανική, ασχολούνται με την εύρεση απαντήσεων σε προβλήματα και αναζητούν οπτικές λύσεις χρησιμοποιώντας διαδικασίες σχεδιασμού (Bequette & Bequette, 2012).

Σύμφωνα με το Massachusetts Department of Education (2006) τα βήματα του Σχεδιασμού (Engineering Design Process), όπως φαίνονται και στο Σχήμα 1, είναι τα εξής: α) Προσδιορισμός της ανάγκης ή του προβλήματος, β) Έρευνα της ανάγκης ή του προβλήματος (εξέταση της προκείμενης κατάστασης του προβλήματος και λύσεις, εξερεύνηση άλλων επιλογών μέσω Internet, βιβλιοθήκης, συνεντεύξεων κ.α.), γ) Ανάπτυξη πιθανών λύσεων (Καταιγισμός ιδεών για πιθανές λύσεις, σχέδιο για τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, διατύπωση-ανάλυση των πιθανών λύσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις, επανεξέταση των πιθανών λύσεων), δ) Επιλογή των καλύτερων κατάλληλων λύσεων (απόφαση για το ποια λύση ταιριάζει καλύτερα στην πραγματική ανάγκη ή λύνει το αληθινό πρόβλημα), ε) Κατασκευή πρωτοτύπου (μοντελοποίηση των επιλεγμένων λύσεων σε δύο και τρεις διαστάσεις), στ) Δοκιμή και αξιολόγηση των λύσεων (εξέταση αν δουλεύει κάποια λύση, αν πληροί τους περιορισμούς του αρχικού σχεδιασμού), ζ) Επικοινωνία-διάδοση των λύσεων (δημιουργία μηχανικής παρουσίασης που περιλαμβάνει συζήτηση για το πώς οι λύσεις ταιριάζουν καλύτερα στη συγκεκριμένη ανάγκη ή πρόβλημα, συζήτηση για τις κοινωνικές επιπτώσεις και ανταλλαγή των λύσεων), και η) Επανασχεδίαση (αναμόρφωση των λύσεων βασισμένη στις πληροφορίες που συλλέχτηκαν κατά την δοκιμή και την παρουσίαση).

Πολλοί επιστήμονες, μαθηματικοί και μηχανικοί γνωρίζουν πως οι τέχνες είναι σημαντικές για την επιτυχία τους και χρησιμοποιούν δεξιότητες από τις τέχνες ως επιστημονικά εργαλεία. Αυτές οι δεξιότητες περιλαμβάνουν: α) να βασίζεται κάποιος στην περιέργεια, β) να παρατηρεί με ακρίβεια, γ) να μπορεί να αντιληφθεί ένα αντικείμενο σε διαφορετική μορφή, δ) να κατασκευάζει νοήματα και να εκφράζει τις παρατηρήσεις κάποιου με ακρίβεια, ε) να συν-εργάζεται αποτελεσματικά με άλλους, στ) να σκέφτεται αντικείμενα χωρικά, και ζ) να αντιλαμβάνεται κιναισθητικά. Αυτές οι δεξιότητες δεν διδάσκονται συνήθως στα πλαίσια του STEM αλλά απαντώνται στο γράψιμο, τον χορό, τη μουσική, τη ζωγραφική, το θέατρο. Οι τέχνες αναπτύσσουν την δημιουργικότητα, την επίλυση προβλημάτων, την κριτική σκέψη, την επικοινωνία, την πρωτοβουλία και την συνεργασία (Sousa & Pilecki, 2015).



Σχήμα 1. Η διαδικασία Σχεδιασμού (Engineering Design Process) (μετάφραση από Massachusetts Department of Education, 2006)

1.4.1. Εκπαίδευση STEM

Υπάρχουν πολλά οφέλη που έχουν συνδεθεί με την υλοποίηση ολοκληρωμένης εκπαίδευσης. Η έρευνα δείχνει πως η χρήση διαθεματικών ή ολοκληρωμένων προγραμμάτων σπουδών προσφέρει ευκαιρίες για πιο κατάλληλες, λιγότερο αποσπασματικές, και περισσότερο διεγερτικές εμπειρίες για τους μαθητευόμενους. Άλλα οφέλη που μπορούν να εντοπισθούν είναι ότι πρόκειται για μαθητοκεντρική προσέγγιση, βελτιώνει τις υψηλότερου επιπέδου δεξιότητες σκέψης και επίλυσης προβλημάτων και βελτιώνει τη συγκράτηση της γνώσης (Stohlman et al., 2012).

Παρόμοια οφέλη έχουν βρεθεί με περισσότερη εστίαση στην ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM. Διάφορα οφέλη της εκπαίδευσης STEM περιλαμβάνουν την καλύτερη επίλυση προβλημάτων, την καινοτομία, την εφευρετικότητα, την πίστη στις δυνατότητες τους, την λογική σκέψη και τον τεχνολογικό γραμματισμό των μαθητών (Morrison, 2006). Γενικά, μέσα από την εκπαίδευση STEM, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα όπως η προσαρμοστικότητα, η επίλυση προβλημάτων, η πολύπλοκη επικοινωνία και η συστηματική σκέψη (NRC, 2010).

Μελέτες, επίσης, έχουν δείξει ότι η ενσωμάτωση των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών στο σχολικό περιβάλλον έχει θετικό αντίκτυπο στη συμπεριφορά και το ενδιαφέρον των παιδιών στο σχολείο, στο κίνητρο για να μάθουν, και στην επίτευξη στόχων από τα παιδιά. Το National Academy of Engineering και το National Research Council επικεντρώνονται σε πέντε οφέλη ενσωμάτωσης της μηχανικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση (K-12): α) αυξημένη επίτευξη στόχων στα μαθηματικά, β) αυξημένη επίτευξη στις φυσικές επιστήμες, γ) αυξημένη ευαισθητοποίηση για τη μηχανική, δ) κατανόηση και υλοποίηση του Σχεδιασμού (engineering design), και ε) αύξηση του τεχνολογικού γραμματισμού (Stohlman et al., 2012).

Σύμφωνα με τους Stohlman et al. (2012) η έρευνα σχετικά με την ολοκληρωμένη διδασκαλία μαθηματικών και φυσικών επιστημών αποτελεί μια καλή βάση για τη διδασκαλία ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEM. Η επιτυχημένη ενσωμάτωση των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κατανόηση των συγκεκριμένων πεδίων από τους εκπαιδευτικούς.

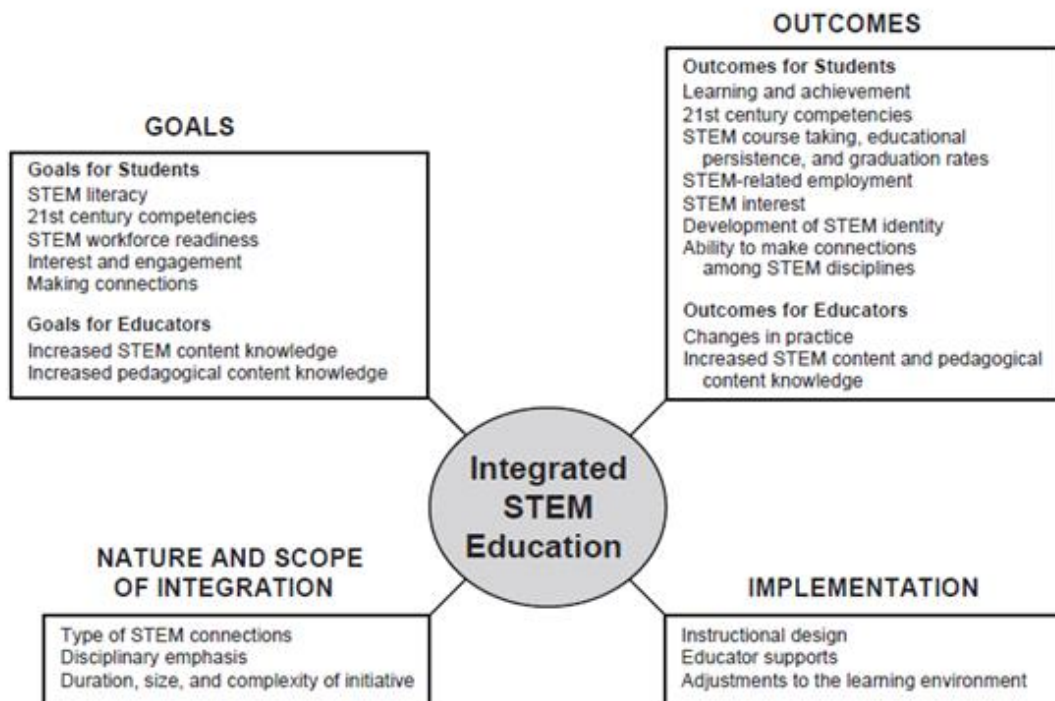
Αυτό που είναι γνωστό από έρευνες που αφορούν αποτελεσματικές πρακτικές στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών και των μαθητικών, προσφέρουν την πρώτη επαφή με αποτελεσματικές πρακτικές για την υλοποίηση εκπαίδευσης STEM (Stohlman et al., 2012). Οι Zemelman et al. (2005) αναφέρουν δέκα καλές πρακτικές

για τη διδασκαλία μαθηματικών και φυσικών επιστημών: α) χρησιμοποίηση απτής και χειροπιαστής μάθησης (manipulatives and hands-on learning), β) συνεργατική μάθηση, γ) συζήτηση και διερεύνηση, δ) διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, ε) αιτιολόγηση της σκέψης, στ) καταγραφές για προβληματισμούς και επίλυση προβλημάτων, ζ) χρησιμοποίηση προσέγγισης επίλυσης προβλημάτων, η) ενσωμάτωση της τεχνολογίας, θ) εμπλοκή τους εκπαιδευτικού ως συντονιστής και παράγοντας διευκόλυνσης (facilitator), και ι) χρησιμοποίηση της αξιολόγησης ως μέρος της διδασκαλίας.

Επίσης, η εστίαση στις συνδέσεις, τις αναπαραστάσεις, και τις παρανοήσεις των μαθητών μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στην εκπαίδευση STEM (Walker, 2007). Η εκπαίδευση STEM μπορεί να ερμηνευθεί ως μια ολιστική προσέγγιση αναλυτικού προγράμματος και εκπαιδευτικών οδηγιών, περιεχομένου και δεξιοτήτων, προσεγγίζοντας όλες τις περιοχές STEM σαν μία, χωρίς διαχωρισμούς μεταξύ τους (Morrison 2006; Morrison & Bartlett, 2009).

Η πιο σημαντική ιδέα για την εκπαίδευση STEM είναι η έννοια της ολοκληρωμένης προσέγγισης, με την έννοια ότι η εκπαίδευση STEM είναι η στοχευόμενη ενσωμάτωση διαφόρων επιστημονικών κλάδων που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων (Sanders, 2009). Η προοπτική της εκπαίδευσης STEM περιλαμβάνει την προβολή των ξεχωριστών κλάδων της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών ως μια μονάδα, διδάσκοντας έτσι τους κλάδους αυτούς ως μία συνεκτική οντότητα (Breiner et al., 2012).

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ολοκληρωμένης εκπαίδευσης STEM (NRC, 2014). Ειδικότερα, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM αποτελείται από τους στόχους και τα αποτελέσματα, τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς, την υλοποίηση αλλά και την φύση και τους σκοπούς της ενσωμάτωσης της εκπαίδευσης STEM.



Σχήμα 2 Ολοκληρωμένη Εκπαίδευση STEM (μετάφραση από NRC, 2014)

Επιπλέον, η ολοκληρωμένη εκπαίδευση και μάθηση STEM, ή εκπαίδευση STEM όπως είναι ευρύτερα γνωστή, είναι μια διεπιστημονική προσέγγιση της εκπαίδευσης και της μάθησης που αφαιρεί τα παραδοσιακά στεγανά που χωρίζουν τους τέσσερις επιστημονικούς κλάδους της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών, και τους ενσωματώνει σε πραγματικές μαθησιακές εμπειρίες για τους μαθητές. Η εκπαίδευση STEM δεν είναι από μόνη της ένα πρόγραμμα σπουδών, αλλά ένας τρόπος οργάνωσης της διδασκαλίας (Vasquez et al., 2013).

Η εκπαίδευση STEM είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση της εκπαίδευσης που σκοπεύει στην ενστάλαξη δημιουργικών τεχνικών επίλυσης προβλημάτων στους μαθητές και την ανάπτυξη των μελλοντικών καινοτόμων ανθρώπων. Επίσης, ενισχύει την μαθησιακή εμπειρία των μαθητών μέσα από την εφαρμογή γενικών αρχών και πρακτικών. Όταν ενσωματώνεται κατάλληλα, διεγείρει την δημιουργικότητα, την περιέργεια και την ομαδική εργασία (Roberts, 2012).

Ο βαθμός στο οποίο ενσωματώνεται η εκπαίδευση STEM εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Ένα πλήρως ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών STEM υλοποιείται ευκολότερα στο νηπιαγωγείο και το δημοτικό, όπου οι μαθητές παραμένουν με έναν εκπαιδευτικό για μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στην μέρα.

Αντίθετα, στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση ένα ενσωματωμένο πρόγραμμα σπουδών STEM είναι περισσότερο υλοποιήσιμο (Roberts, 2012).

Η δυναμική της εκπαίδευσης STEM βρίσκεται στον εμπλουτισμό της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών βοηθώντας τους με την ικανότητα να μεταφέρουν την γνώση τους. Οι μαθητές, έτσι, μπορούν να λύσουν νέα προβλήματα και να εξάγουν συμπεράσματα βασιζόμενοι σε προηγούμενες αρχές που εφάρμοσαν μέσω φυσικών επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών (Roberts, 2012). Φαίνεται ότι η υλοποίηση διδακτικών στρατηγικών, όπως η μάθηση μέσω προβλημάτων προς επίλυση (problem-based learning) σε ένα αναλυτικό πρόγραμμα STEM, μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον των παιδιών για τον κόσμο που τα περιβάλλει και να ενισχύσει την εμπλοκή τους και τη συμμετοχή τους στην τάξη (Havice, 2009).

Οι μαθητές που συμμετέχουν σε ολοκληρωμένα προγράμματα σπουδών με επίλυση προβλημάτων φαίνεται να έχουν αυξημένη συμμετοχή, ικανοποίηση, και χαρά για την επίδοσή τους στην τάξη (Havice, 2009). Αξιοποιώντας ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών STEM οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν την προηγούμενη γνώση για να αντιμετωπίσουν δημιουργικά ένα πρόβλημα που δεν έχουν αντιμετωπίσει ξανά (Roberts, 2012).

Επίσης, η εκπαίδευση STEM βασίζεται στη διερεύνηση. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή διδασκαλία, η οποία στηρίζεται στις διαλέξεις, μια τάξη στα πλαίσια του STEM προτρέπει τους μαθητές να δουλεύουν μεταξύ τους για να λύσουν προβλήματα χρησιμοποιώντας τεχνικές ερωτήσεων και απαντήσεων σε συνδυασμό με την έρευνα. Επιπλέον, ενσωματώνει την ομαδική εργασία και την εκπαίδευση στις επικοινωνιακές ή «μαλακές» δεξιότητες (soft skills) που χρειάζονται στην επιχείρηση και την βιομηχανία, προσφέροντας στους μαθητές αυτοπεποίθηση και την ευκαιρία να ανακαλύψουν περισσότερο τον εαυτό τους. Η εκπαίδευση STEM είναι ελκυστική προς τους μαθητές καθώς απολαμβάνουν την συζήτηση και την επίλυση ουσιαστικών προβλημάτων. Τέλος, η εκπαίδευση STEM προσφέρει ικανοποίηση, καθώς οι εκπαιδευτικοί συμμετέχουν ως διαμεσολαβητές και όχι μόνο ως εκπαιδευτές (Roberts, 2012).

Το Υπουργείο Παιδείας του Maryland (2003), επίσης, ορίζει την εκπαίδευση STEM ως μια προσέγγιση διδασκαλίας και μάθησης όπου ενσωματώνει έννοιες και δεξιότητες των φυσικών επιστημών (science), της τεχνολογίας (technology), της μηχανικής (engineering), και των μαθηματικών (mathematics).

Γενικά, ο γραμματισμός STEM περιλαμβάνει τις εννοιολογικές αντιλήψεις και τις διαδικαστικές δεξιότητες και τις ικανότητες των ατόμων να αντιμετωπίσουν προσωπικά, κοινωνικά και παγκόσμια ζητήματα που βασίζονται σε θέματα STEM. Επίσης, περιλαμβάνει την ενσωμάτωση των αρχών του STEM και τεσσάρων αλληλένδετων και συμπληρωματικών συστατικών. Ο γραμματισμός STEM αναφέρεται στα εξής: α) απόκτηση επιστημονικής, τεχνολογικής, μηχανικής, και μαθηματικής γνώσης και χρήση αυτής της γνώσης για την αντιμετώπιση ζητημάτων, απόκτηση νέας γνώσης, και εφαρμογή της γνώσης σε ζητήματα STEM, β) κατανόηση των χαρακτηριστικών γνωρισμάτων των κλάδων STEM ως μορφές ανθρώπινων προσπαθειών που περιλαμβάνουν τις διαδικασίες της διερεύνησης, του σχεδιασμού και της ανάλυσης, γ) αναγνώριση του πώς οι αρχές του STEM διαμορφώνουν τον υλικό, πνευματικό και πολιτισμικό κόσμο, και δ) ενασχόληση και συμμετοχή σε ζητήματα STEM και με τις ιδέες από τις φυσικές επιστήμες, την τεχνολογία, τη μηχανική, και τα μαθηματικά ως ενδιαφερόμενοι, ευαισθητοποιημένοι, και εποικοδομητικοί πολίτες (Bybee, 2010).

Η ανακάλυψη, η επίλυση προβλημάτων, και η διερευνητική μάθηση όλα παίζουν σημαντικό ρόλο στην ενσωμάτωση STEM. Συχνά οι μαθητές χρησιμοποιούν συνεργατική μάθηση για να δουλέψουν σε ομάδες, να ερευνήσουν και να επιτύχουν στόχους, να δοκιμάσουν θεωρίες, και να προγραμματίσουν, να υλοποιήσουν διαδικασίας και λύσεις. Η μάθηση αυξάνεται γιατί οι μαθητές μοιράζονται την προηγούμενη γνώση, παίζουν με τις καλύτερες δεξιότητες των συμμαθητών τους και αξιολογούν ο ένας στον άλλον για να ανακαλύψουν νέες και σημαντικές πληροφορίες (Meyrick, 2011).

Ενσωματώνοντας την μηχανική και την επίλυση προβλημάτων σε μαθήματα μαθηματικών και φυσικών επιστημών γίνεται σύνδεση ανάμεσα στο αναλυτικό πρόγραμμα και τον πραγματικό κόσμο. Έτσι προσφέρονται αυθεντικοί στόχοι για μάθηση και επίλυση προβλημάτων (Rockland et al., 2010). Οι μηχανικοί σχεδιάζουν τεχνολογίες χρησιμοποιώντας τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά. Με αυτό τον τρόπο η μηχανική συνδέει τις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά μαζί και προσφέρει συγκυριακό πλαίσιο με νόημα (Pantoya et al., 2015).

Εισάγοντας και καλλιεργώντας τον ενθουσιασμό για τη μηχανική στις μικρές ηλικίες (Νηπιαγωγείο έως και πρώτες τάξεις του Δημοτικού) με καινοτόμες τεχνικές διδασκαλίας είναι μια πρόκληση, μιας και λιγότερο από το 10% του εκπαιδευτικού χρόνου δαπανάται για την διδασκαλία της επιστήμης και πολύ λιγότερο για τη

διδασκαλία της μηχανικής (Mantzicopoulos et al., 2008;2009). Αυτή η πρόκληση μπορεί να αντιμετωπισθεί με τη σύνδεση της μηχανικής με τη διδασκαλία της γλώσσας και της λογοτεχνίας, που είναι κυρίαρχη σε αυτές τις ηλικίες. Επιπλέον, από τη στιγμή που η μηχανική χρησιμοποιεί τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες για την επίλυση προβλημάτων, η εστίαση στο περιεχόμενο της μηχανικής θα ενισχύσει την κατανόηση των παιδιών σε αυτούς τους επιστημονικούς κλάδους (Pantoya et al., 2015).

Η μηχανική αποτελεί ένα επιστημονικό πεδίο που δεν προσεγγίζεται σχεδόν καθόλου στην εκπαιδευτική πραγματικότητα. Λίγοι άνθρωποι μπορούν να σκεφτούν τη μηχανική ως μάθημα στο εκπαιδευτικό σύστημα, πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί έχουν εμπλακεί ποτέ με την εκπαίδευση στη μηχανική, και ελάχιστα σχολεία προσφέρουν στους μαθητές τους ιδέες και δραστηριότητες βασισμένες στη μηχανική (NRC, 2009).

Για να κατανοήσει κανείς τα πιθανά οφέλη της εκπαίδευσης στην μηχανική θα πρέπει πρώτα να κατανοήσει την μηχανική. Η λέξη μηχανικός (engineer) προέρχεται από το μεσαιωνικό-Λατινικό ρήμα *ingeniare*, που σημαίνει κάποιος να σχεδιάζει ή να επινοεί. Η λέξη *ingeniare*, με τη σειρά της, προέρχεται από τα Λατινική λέξη για τη μηχανή, *ingenium*, που σημαίνει έξυπνη εφεύρεση. Έτσι, ένας σύντομος ορισμός της μηχανικής είναι η διαδικασία του σχεδιασμού του ανθρωπογενούς (human-made) κόσμου (NRC, 2009).

Οι φυσικές επιστήμες, τα μαθηματικά, και η μηχανική έχουν πεδία γνώσεων, διαδικαστικών δεξιοτήτων και τρόπους με τους οποίους αντικρίζουν τον κόσμο. Πιθανότατα το πιο σημαντικό για τη μηχανική είναι ο Σχεδιασμός (engineering design), η βασική προσέγγιση της μηχανικής για την επίλυση προβλημάτων. Χρησιμοποιώντας τη διαδικασία σχεδιασμού, οι μηχανικοί μπορούν να ενσωματώσουν διάφορες δεξιότητες, την αναλυτική και συνθετική σκέψη, την αναλυτική και ολιστική κατανόηση, την σχεδίαση, την διαδικαστική και την δηλωτική γνώση (NRC, 2009).

Ο Σχεδιασμός έχει έναν αριθμό από χαρακτηριστικά και ιδιότητες. Πρώτα από όλα είναι σκόπιμος, ένας μηχανικός ξεκινάει με έναν σαφή στόχο που είναι κατανοητός. Δεύτερον, τα σχέδια διαμορφώνονται από προδιαγραφές (στόχος του σχεδίου) και περιορισμούς (όρια που μπορεί να έχει ο μηχανικός, όπως κόστος, μέγεθος κ.α.). επιπλέον, η διαδικασία σχεδιασμού είναι συστηματική και επαναληπτική. Επίσης, το μηχανικό σχέδιο είναι ένα υψηλά κοινωνικό και

συνεργατικό επίτευγμα. Οι μηχανικοί που εμπλέκονται σε δραστηριότητες σχεδιασμού συχνά δουλεύουν σε ομάδες και επικοινωνούν με πελάτες και άλλους που έχουν μερίδιο ζωτικής σημασίας σε κάποιο έργο (ITEA, 2000).

Στην Αμερική η εκπαίδευση στη μηχανική (engineering) στην εκπαίδευση από το Νηπιαγωγείο έως και το Λύκειο εστιάζει σε τρεις βασικές αρχές (NRC, 2009):

- Η εκπαίδευση στην μηχανική θα πρέπει να δίνει έμφαση στον Σχεδιασμό. Ο Σχεδιασμός, η μηχανική προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων, είναι σε υψηλό επίπεδο επαναληπτικός, ανοιχτός στην ιδέα ότι ένα πρόβλημα μπορεί να έχει πολλές πιθανές λύσεις, αποτελεί ένα ουσιαστικό πλαίσιο για την εκμάθηση επιστημονικών, τεχνολογικών και μαθηματικών εννοιών, και είναι ένα σημαντικό ερέθισμα για την συστηματική σκέψη, τη μοντελοποίηση, και την ανάλυση. Για τους λόγους αυτούς, ο Σχεδιασμός είναι μια δυνητικά χρήσιμη παιδαγωγική στρατηγική.
- Η εκπαίδευση στη μηχανική πρέπει να ενσωματώνει σημαντική και αναπτυξιακά κατάλληλη μαθηματική, επιστημονική, και τεχνολογική γνώση και δεξιότητες. Τόσο οι επιστημονικές έννοιες όσο και η χρήση της επιστημονικά διερευνητικών μεθόδων μπορούν να υποστηρίξουν δραστηριότητες Σχεδιασμού. Ομοίως, μαθηματικές έννοιες και υπολογιστικές μέθοδοι μπορούν να υποστηρίξουν τον Σχεδιασμό, ιδιαίτερα στην ανάλυση και την μοντελοποίηση. Η τεχνολογία και οι τεχνολογικές έννοιες μπορούν να επεξηγούν τα αποτελέσματα του Σχεδιασμού, προσφέροντας ευκαιρίες για δραστηριότητες «αντίστροφης μηχανικής» (reverse engineering), και ενθαρρύνουν την εξέταση των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και άλλων επιπτώσεων των αποφάσεων του Σχεδιασμού. Τεχνολογίες δοκιμής και μετρήσεων, όπως τα θερμόμετρα, οι παλμογράφοι, διάφορα λογισμικά για διαχείριση και ανάλυση δεδομένων, καθώς και το Διαδίκτυο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη του Σχεδιασμού.
- Η εκπαίδευση στη μηχανική πρέπει να προωθεί τις μηχανικές συνήθειες του μυαλού (engineering habits of mind). Οι μηχανικές «συνήθειες του μυαλού» ευθυγραμμίζονται με αυτό που πολλοί πιστεύουν ότι είναι απαραίτητες δεξιότητες για τους πολίτες στον 21^ο αιώνα. Αυτά περιλαμβάνουν τη συστηματική σκέψη, τη δημιουργικότητα, τη συνεργασία, την επικοινωνία κ.α. Η συστηματική σκέψη εξοπλίζει τους μαθητές στην αναγνώριση απαραίτητων

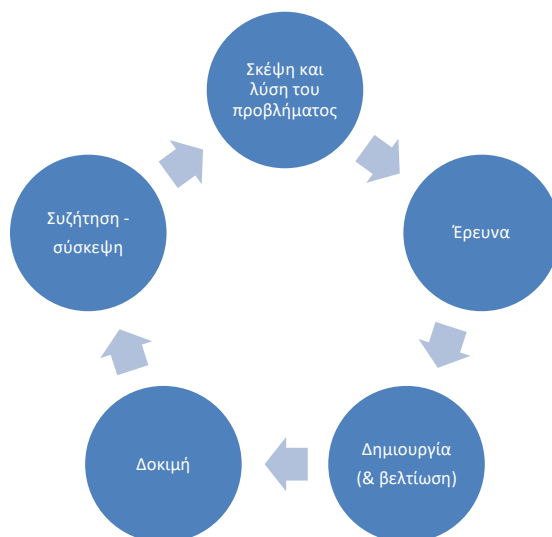
διασυνδέσεων στον τεχνολογικό κόσμο και την εκτίμηση ότι τα συστήματα μπορούν να έχουν απρόβλεπτες συνέπειες που δεν μπορούν να προβλεφθούν από τη συμπεριφορά των επιμέρους υποσυστημάτων. Η δημιουργικότητα είναι συνυφασμένη με την διαδικασία Σχεδιασμού (engineering design process). Η μηχανική είναι ένα «ομαδικό άθλημα», η συνεργασία αξιοποιεί τις προοπτικές, τη γνώση, και τις ικανότητες των μελών της ομάδας για φέρει εις πέρας μια σχεδιαστική πρόκληση. Τέλος, η επικοινωνία είναι σημαντική για την αποτελεσματική συνεργασία, για να καταλάβει κανείς τα συγκεκριμένα θέλω και τις ανάγκες ενός «πελάτη», και για την εξήγηση και τεκμηρίωση της τελικής σχεδιαστικής λύσης.

Τα πιθανά οφέλη των μαθητών από την ενσωμάτωση της μηχανικής στην εκπαίδευση επιγραμματικά είναι: α) βελτιωμένη μάθηση και επίτευξη στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, β) αυξημένη ευαισθητοποίηση για τη μηχανική και τη δουλειά των μηχανικών, γ) κατανόηση και ικανότητα για εμπλοκή σε Σχεδιασμό, δ) ενδιαφέρον για την επιλογή της μηχανικής ως πεδίο καριέρας, και ε) αυξημένος τεχνολογικός γραμματισμός (NRC, 2009).

Για να κατανοήσουν την μηχανική, οι μαθητές δεν πρέπει μόνο να μάθουν μηχανικές έννοιες, αλλά επίσης να αναπτύξουν μηχανικές δεξιότητες. Οι βασικές αυτές δεξιότητες περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό ενός προβλήματος, τον προσδιορισμό των απαιτήσεων, την ανάλυση ενός συστήματος, την δημιουργία λύσεων, την σχεδίαση και δημιουργία αναπαραστάσεων, τον πειραματισμό και τη δοκιμή (NRC, 2009).

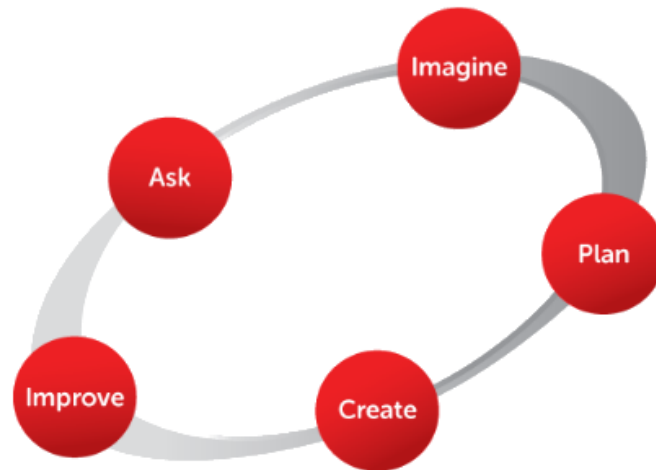
Η κατανόηση και η εφαρμογή του Σχεδιασμού (Engineering Design Process) είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τα παιδιά ώστε να διαχειρίζονται της απογοητεύσεις τους και για να συνεχίζουν να εργάζονται σε μια συγκεκριμένη εργασία χωρίς να σταματήσουν. Ο Σχεδιασμός είναι μια κυκλική διαδικασία που χρησιμοποιείται από πραγματικούς μηχανικούς. Τα βήματα-στάδια του περιλαμβάνουν την ταυτοποίηση ενός προβλήματος, την αναζήτηση για ιδέες, την ανάπτυξη, την δοκιμή και την βελτίωση λύσεων, και τον διαμοιρασμό των λύσεων με άλλους. Στην τάξη, η ο Σχεδιασμός δίνει έμφαση στην συνεχιζόμενα αλλαγμένη και τροποποιημένη δουλειά του παιδιού παρά στη σωστή απάντηση. Αυτή η ιδέα της παροδικής δοκιμής και βελτίωσης της δουλειάς του παιδιού βασιζόμενη στην ανατροφοδότηση και βοήθεια που παρέχεται από τους συμμαθητές του, συμβαδίζει με τις δεξιότητες της επικοινωνίας και της συνεργασίας (Sullivan et al., 2013).

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται ένας θεμελιώδεις Σχεδιασμός σύμφωνα με τους Bagiati & Evangelou (2016) ο οποίος αποτελείται από πέντε στάδια, εφόσον έχει παρουσιασθεί ένας αρχικός στόχος: α) Σκέψη και λύση του προβλήματος, β) έρευνα, γ) δημιουργία (και βελτίωση), δ) δοκιμή, και ε) συζήτηση – σύσκεψη.



Σχήμα 3. Θεμελιώδης Σχεδιασμός (μετάφραση από Bagiati and Evangelou, 2016)

Επίσης, το EiE (2016) -Engineering is Elementary, Η Μηχανική είναι Βασική- είναι ένα διερευνητικό πρόγραμμα σπουδών STEM όπου παρέχει στα παιδιά την ευκαιρία να αναπτύξουν ποικίλες δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων και γνωστικές δεξιότητες. Είναι ανεπτυγμένο και βασισμένο στη διαδικασία Σχεδιασμού. Έχει αναπτυχθεί από το Μουσείο των Επιστημών της Βοστώνης (Museum of Science) και προτείνει μια απλή διαδικασία Σχεδιασμού πέντε βημάτων για να καθοδηγήσει τους μαθητές, ειδικότερα τα παιδιά μικρών ηλικιών, σε κάθε δραστηριότητα μηχανικού σχεδιασμού. Στο Σχήμα 4 παρουσιάζεται η διαδικασία Σχεδιασμού όπου είναι ένας ευέλικτος κύκλος χωρίς συγκεκριμένη αρχή ή τέλος. Ο καθένας μπορεί να ξεκινήσει από οποιαδήποτε στάδιο εκ των: α) ΡΩΤΑ – ASK (παρουσιάζεται ένα πρόβλημα), β) ΦΑΝΤΑΣΟΥY – Imagine (καταιγισμός ιδεών – λύσεων), γ) ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΕ – PLAN (διάγραμμα και υλικά), δ) ΦΤΙΑΞΕ – CREATE (ακολούθησε το πρόγραμμα ή δοκίμασέ το), και ε) ΒΕΛΤΙΩΣΕ – IMPROVE (αλλαγές και τροποποιήσεις).



Σχήμα 4. Διαδικασία Σχεδιασμού (Engineering Design Process) (EiE, 2016).

Τέλος, στο Σχήμα 5 φαίνεται ο Σχεδιασμός που προτείνεται για τις μικρές ηλικίες, από το Νηπιαγωγείο μέχρι και τη Β Δημοτικού (K-2). Αυτός ο σχεδιασμός εισάγει στους μαθητές προβλήματα ως καταστάσεις που ο κόσμος θέλει να αλλάξει. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν εργαλεία και διάφορα υλικά για να λύσουν απλά προβλήματα, να χρησιμοποιήσουν διάφορες αναπαραστάσεις για να εκφράσουν τις λύσεις, και να συγκρίνουν διαφορετικές λύσεις ενός προβλήματος και να αποφασίσουν ποια είναι η καλύτερη. Οι μαθητές δεν είναι απαραίτητο να αναπτύξουν πρωτότυπες λύσεις. Δίνεται έμφαση στη καλλιέργεια της σκέψης, σχετικά με τις ανάγκες και τους στόχους που πρέπει να πληρούνται, και στο ποιες λύσεις ανταποκρίνονται περισσότερο στα εκάστοτε κριτήρια που έχουν τεθεί (NGSS Lead States, 2013).



Σχήμα 5. Σχεδιασμός για ηλικίες K-2 (NGSS Lead States, 2013).

1.4.2. Σύνοψη

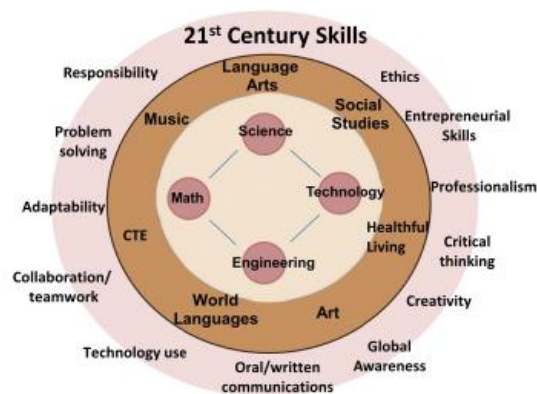
Η παρούσα εργασία αποτελεί μία προσπάθεια σχεδίασης και υλοποίησης ολοκληρωμένης διδακτικής παρέμβασης STEM στο χώρο του νηπιαγωγείου. Συνδυάζεται η προσέγγιση STEM και η problem-based μάθηση σε συνδυασμό με τη διερεύνηση. Όλη η διδακτική παρέμβαση ακολουθεί τη λογική του Σχεδιασμού ώστε να σχεδιαστούν δραστηριότητες που έχουν νόημα για τα παιδιά και αποτελούν καταστάσεις προβληματισμού προς επίλυση. Έτσι, η παρούσα εργασία μελετάει την έννοια της ταχύτητας (Science), με την αξιοποίηση του Sphero (Technology), σχεδιασμένη από τον ερευνητή σύμφωνα με την διαδικασία Σχεδιασμού, αλλά και προσφέροντας μια «κυκλική» προσέγγιση στους συμμετέχοντες (Engineering), χρησιμοποιώντας και μαθηματικούς συμβολισμούς για την μέτρηση του χρόνου, της απόστασης, και της ταχύτητας (Mathematics). Τέλος, η διδακτική παρέμβαση στοχεύει στην ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων από τα παιδιά.

1.5. Δεξιότητες 21^{ου} αιώνα

Σύμφωνα με τους Ananiadou and Claro (2009) οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα, που συμπεριλήφθηκαν σε έρευνα του OECD, είναι:

1. Δημιουργικότητα/καινοτομία (Creativity/innovation)
2. Κριτική σκέψη (Critical thinking)
3. Επίλυση προβλημάτων (Problem solving)
4. Λήψη αποφάσεων (Decision making)
5. Επικοινωνία (Communication)
6. Συνεργασία (Collaboration)
7. Πληροφοριακή εγγραμματοσύνη (Information literacy)
8. Έρευνα και διερεύνηση (Research and inquiry)
9. Γραμματισμό στα μέσα επικοινωνίας (Media literacy)
10. Ψηφιακή πολιτεότητα (Digital citizenship)
11. Λειτουργίες και έννοιες των ΤΠΕ (Information and communications technology operations and concepts)
12. Ευελιξία και προσαρμοστικότητα (Flexibility and adaptability)
13. Πρωτοβουλία και αυτοπροσδιορισμός (Initiative and self-direction)
14. Παραγωγικότητα (Productivity)
15. Ηγεσία και ανάληψης ευθύνης (Leadership and responsibility)

Στο Σχήμα 6 φαίνεται η σύνδεση της εκπαίδευσης STEM με τις δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα (NC STEM, n.d.).



Σχήμα 6. Δεξιότητες 21ου αιώνα (NC STEM, n.d.)

1.6. Η διαδικασία Σχεδιασμού (Engineering Design Process) και η διαδικασία Επιστημονικής Διερεύνησης (Process of Scientific Inquiry)

Όπως οι επιστήμονες, έτσι και οι μηχανικοί παρατηρούν και σκέφτονται σχετικά με τον πραγματικό κόσμο και τι μετράει ως γνώση. Η διαδικασία Σχεδιασμού προσφέρει ένα πλαίσιο το οποίο μπορεί να υποστηρίξει τους εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία της διερεύνησης και της επιστημονικής τεκμηρίωσης. Βοηθάει στη γεφύρωση ανάμεσα στα όρια της επιστήμης και της μηχανικής, μέσα από την κατάρτιση και την εκπαίδευση στη μηχανική, και την κλασσική επιστήμη ως πηγή ιδεών για τη διδασκαλία (Lewis, 2006).

Η σκέψη και η επίλυση προβλημάτων (problem-solving) που χαρακτηρίζουν τον Σχεδιασμό είναι παράλληλα με την διαδικασία της επιστημονικής διερεύνησης. Και οι δύο διαδικασίες εστιάζουν στο πως ένα άτομο γνωρίζει πράγματα, την δύναμη αυτής της γνώσης, και πως αυτή η γνώση συνδέεται με τα στοιχεία. Οι μηχανικοί συνεχώς λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό, τα υλικά, και τη βασική θεωρία καθώς συμμετέχουν στην επίλυση προβλημάτων. Επειδή οι μηχανικοί αναγνωρίζουν ότι οι λύσεις στα προβλήματα είναι τόσο καλές όσο η γνώση που τους βοηθάει, και ότι μερικές φορές λύσεις προσφέρονται με ημιτελή γνώση, καθιστούν τη συνεχή βελτίωση της γνώσης κεντρική στο έργο τους (Rockland et al., 2010).

Η διατύπωση σωστών ερωτήσεων και η απάντηση τους με τον πλέον συνεκτικό τρόπο βρίσκονται στο επίκεντρο τόσο του Σχεδιασμού όσο και της διερεύνησης. Για τους μηχανικούς, η κατασκευή πρωτοτύπων ώστε να καταλήξουν σε αποφάσεις συνάδει με τον πειραματισμό ενός επιστήμονα, καθώς και στις δύο περιπτώσεις η αναζητείται η σωστή απάντηση. Στον Πίνακα 2 γίνεται σύγκριση ανάμεσα στον Σχεδιασμό και την επιστημονική διερεύνηση (Rockland et al., 2010).

Πίνακας 2. Σχεδιασμός και Επιστημονική Διερεύνηση (μετάφραση από Rockland et al., 2010)

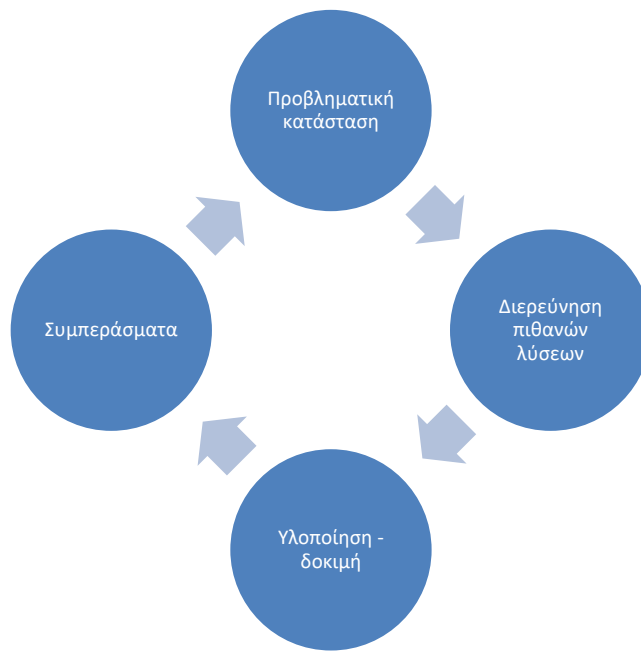
Σχεδιασμός	Επιστημονική Διερεύνηση
Ταυτοποίηση της ανάγκης ή του προβλήματος	Διατύπωση του προβλήματος
Έρευνα για την ανάγκη ή το πρόβλημα	Συγκέντρωση πληροφοριών
Ανάπτυξη πιθανών λύσεων	Δημιουργία υποθέσεων
Επιλογή της καλύτερης πιθανής λύσης	Σχεδίαση της λύσης
Δημιουργία ενός πρωτοτύπου	Δοκιμή λύσεων (πείραμα)

Δοκιμή και αξιολόγηση της λύσης	Ερμηνεία των δεδομένων, Εξαγωγή συμπερασμάτων
Δημοσιοποίηση της λύσης	Παρουσίαση των αποτελεσμάτων
Επανασχεδιασμός	Ανάπτυξη νέων υποθέσεων

1.7. Σύνοψη Θεωρητικού Μέρους

Η παρούσα εργασία αξιοποιεί τις θεωρίες μάθησης του εποικοδομισμού και της ανακαλυπτικής-διερευνητικής μάθησης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διερευνητική μάθηση, όπου σε συνδυασμό με τη διαδικασία του Σχεδιασμού, σχεδιάστηκαν όλες οι δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης. Δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να καλλιεργήσουν επιστημονικές δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η επικοινωνία, η σύγκριση, η μέτρηση, η ερμηνεία, και η πρόβλεψη. Επιπλέον, η διδακτική αυτή παρέμβαση είναι σχεδιασμένη πάνω σε προβληματικές καταστάσεις που παρουσιάζονται στα παιδιά και εκείνα καλούνται να δώσουν λύσεις. Σημαντική έμφαση έχει δοθεί στον σχεδιασμό ενός μοντέλου – αναπαράστασης της ταχύτητας, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί από τα παιδιά για την πρόβλεψη καταστάσεων που χρειάζονται λύση αλλά και για την κατανόηση και ερμηνεία μια δύσκολης έννοιας, της ταχύτητας.

Επίσης, αξιοποιείται η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης, για την προσέγγιση της έννοιας της ταχύτητας. Ειδικότερα, υλοποιούνται πειράματα με τη βοήθεια της ρομποτικής μπάλας Sphero, της οποίας η ταχύτητα μεταβάλλεται σε συνδυασμό με τη χρήση του μοντέλου ταχύτητας με ζώα. Τα παιδιά παρατηρούν, χειρίζονται και προγραμματίζουν το Sphero και διερευνούν την έννοια της ταχύτητας. Τέλος, η εργασία αποτελεί μια προσπάθεια σχεδίασης και υλοποίησης μιας ολοκληρωμένης διδακτικής παρέμβασης STEM στο νηπιαγωγείο. Ειδικότερα, η διερεύνηση σε συνδυασμό με τον Σχεδιασμό προσφέρουν την βάση για το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων που υλοποιούνται σε αυτή την εργασία, όπως φαίνεται στο Σχήμα 7. Αξιοποιώντας τη προσέγγιση STEM γίνεται μια προσπάθεια προσέγγισης της έννοιας της ταχύτητας σε παιδιά νηπιαγωγείου.



Σχήμα 7. Διαδικασία Σχεδιασμού δραστηριοτήτων – διδακτικής παρέμβασης

2. ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.1. STE(A)M στο νηπιαγωγείο

Τα παιδιά από την γέννησή τους μέχρι την ηλικία των οκτώ κάνουν τα πρώτα τους βήματα στη ζωή της γνώσης, της εξερεύνησης και των ερωτήσεων. Το ταξίδι τους ξεκινά αρχικά με τους συγγενείς και τα αντικείμενα γύρω τους και στη συνέχεια, γρήγορα το περιβάλλον τους επεκτείνεται σε μια κοινότητα πολύ μεγαλύτερη από το σπίτι και την οικογένεια. Ενώ η κάθε μαθησιακή εμπειρία ενός παιδιού είναι μοναδική, πολλές σημαντικές εμπειρίες δεν είναι διαδοσόμενες σε όλα τα παιδιά. Η μεγάλη απόσταση των δεξιοτήτων των παιδιών που γίνεται εμφανής και διογκώνεται κατά τα πρώτα χρόνια στο νηπιαγωγείο και το σχολείο κάνουν φανερές τις ανισότητες ανάμεσα στα παιδιά και ιδιαίτερα στους τομείς STEM, όπου συνήθως τα παιδιά από χαμηλά οικονομικά στρώματα έρχονται σε δύσκολη θέση απέναντι στα υπόλοιπα παιδιά (Pasnik & Hupert, 2016).

Το πόσο σημαντικό είναι η εμπλοκή των μικρών παιδιών με την εκπαίδευση στις τεχνολογίες και τη μηχανική λαμβάνει όλο και περισσότερο προσοχή με την δημοσίευση νέων μαθησιακών στόχων και πρακτικών για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην πρώιμη παιδική ηλικία. Ως μέρος αυτής της ώθησης για διδασκαλία της τεχνολογίας και της μηχανικής σε παιδιά με αναπτυξιακά κατάλληλο τρόπο, η εκπαιδευτική ρομποτική και ο προγραμματισμός γίνονται όλο και πιο γνωστά ανάμεσα στους ερευνητές και τους εκπαιδευτικούς της προσχολικής ηλικίας (Sullivan et al., 2015).

Σύμφωνα με τον Chesloff (2013) τα παιδιά είναι γεννημένοι επιστήμονες και μηχανικοί. Όπως και για την STEM εκπαίδευση, έτσι και η επένδυση στην προσχολική ηλικία είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα. Φαίνεται πως η υψηλής ποιότητας προσχολική εκπαίδευση μειώνει τις κακές επιδόσεις στο μέλλον της εκπαίδευσης των παιδιών, μειώνει τις συλλήψεις ανηλίκων κατά ένα τρίτο, και ενισχύει την συμμετοχή των παιδιών στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση κατά ένα τρίτο. Επιπλέον, ενισχύει την εισαγωγή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση κατά 80% και την εργασία κατά 23%. Τα υψηλής ποιότητας μαθησιακά περιβάλλοντα στην προσχολική εκπαίδευση προσφέρουν στα παιδιά μια δομή για να βασιστεί η φυσική τάση που τους διέπει να εξερευνούν, να χτίζουν και να αμφισβητούν (Chesloff, 2013).

Από οικονομική και αναπτυξιακή πλευρά, οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που ξεκινάνε από την πρώιμη παιδική ηλικία είναι συνδεδεμένα με αποτελέσματα που διαρκούν περισσότερο σε σχέση με παρεμβάσεις που ξεκινάνε στην μετέπειτα ζωή των παιδιών. Η έρευνα δείχνει ότι τα παιδιά που εμπλέκονται σε προγράμματα STEM σε πρώιμη ηλικία αντιμετωπίζουν λιγότερα φυλετικά στερεότυπα όταν διαλέγουν καριέρες στα πεδία STEM και λιγότερα εμπόδια όταν εισέρχονται σε ακαδημαϊκά πεδία. Ένας τρόπος να εμπλέξει κάποιος τα παιδιά στα πεδία STEM με έναν αναπτυξιακά κατάλληλο τρόπο είναι μέσω της χρήσης ρομποτικών κατασκευών. Η ρομποτική είναι ένας ελκυστικός τρόπος για την προώθηση διεπιστημονικών εξερευνήσεων και προσωπικών συνδέσεων με τη χρήση της τεχνολογίας (Elkin et al., 2014).

Η προσχολική εκπαίδευση εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα της αξιοσημείωτης αύξησης της γνώσης σχετικά με το πώς μαθαίνουν τα παιδιά (Morrison, 2012). Προγράμματα STEM φαίνεται να μπορούν να υλοποιηθούν στο νηπιαγωγείο, καθώς σύμφωνα με τις τελευταίες απόψεις σχετικά με την ανάπτυξη του εγκεφάλου, το Νηπιαγωγείο μπορεί να αποτελέσει το χώρο όπου θα ξεκινήσει η έμφαση στην εκπαίδευση STEM προκειμένου να υπάρχουν θετικά αποτελέσματα στο μέλλον (Torres-Crespo et al., 2014). Πρόσφατη νευροεπιστημονική έρευνα δείχνει ότι οι εμπειρίες στα πρώτα χρόνια της ζωής είναι πολύ κρίσιμες στη διαμόρφωση του εγκεφάλου των μικρών παιδιών (Sripada, 2012).

Η έρευνα δείχνει ότι οι στάσεις των παιδιών απέναντι στις επιστημονικές έννοιες και στην εκμάθηση της επιστήμης διαμορφώνονται ουσιαστικά στα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσής τους, και γίνεται δύσκολο να αλλάξει από τη στιγμή που τα παιδιά φτάνουν στην εφηβεία (Archer et al., 2010). Σύμφωνα με τους Mantzicopoulos et al. (2009) η ενασχόληση των παιδιών με τις φυσικές επιστήμες σε μικρή ηλικία, σε συνδυασμό με άλλους τομείς όπως η τεχνολογία, βοηθά τα παιδιά να ευαισθητοποιηθούν και να αυξήσουν το ενδιαφέρον τους προς την επιστήμη. Επίσης επηρεάζουν την απόδοση στο σχολείο και την εκπαίδευσή τους.

Ο Katz (2010) σημειώνει το πόσο σημαντικό είναι όταν αντί για έναν παθητικό, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας υιοθετούν έναν ενεργητικό ρόλο συμμετέχοντας σε ερευνητικά projects, κάνουν ερωτήσεις, συγκεντρώνουν, παρουσιάζουν και εκθέτουν δεδομένα με τη βοήθεια ενός ειδικευμένου εκπαιδευτικού που καθοδηγεί την μαθησιακή εμπειρία.

Έρευνες αποκαλύπτουν ότι η πρόμηη διδασκαλία των επιστημών που ενσωματώνεται ανάμεσα σε διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους βοηθά τα παιδιά στη διαμόρφωση ευαισθησίας και ενδιαφέροντος για τις επιστήμες, και τελικώς επηρεάζει όλη την μετέπειτα σχολική τους επίδοση. Η ιδέα ότι η μάθηση γίνεται πιο ουσιαστική και παρατεταμένη όταν τα παιδιά κάνουν συνδέσεις μεταξύ της γνώσης που ήδη κατέχουν και των εννοιών που εισάγονται έχουν ήδη τονιστεί σε αναπτυξιακά κατάλληλες πρακτικές εκπαιδευτικών που εργάζονται με μικρά παιδιά (Mantzicopoulos et al., 2009).

Η γνώση σχετικά με το πώς μαθαίνουν τα παιδιά έχει οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς να βλέπουν τα παιδιά με μια πιο ολιστική ματιά. Ως εκ τούτου οι εκπαιδευτικοί αλλάζουν τις εκπαιδευτικές μεθόδους τους και αρχίζουν να εκτιμούν το παιχνίδι ως στοιχείο κλειδί στην προσχολική μάθηση. Στα πρώτα χρόνια των παιδιών, το παιχνίδι είναι θεμελιώδους σημασίας διότι παρακινεί την ανάπτυξη των παιδιών. Μέσα από αυτό μπορούμε να αντιληφθούμε την αναδυόμενη αίσθηση του παιδιού για τον εαυτό του, τις γνωστικές δεξιότητες του, την κοινωνικοποίηση και τον φυσικό συντονισμό του. Στο παιχνίδι, τα παιδιά μπορούν να αποφασίσουν τις δραστηριότητές τους και να κάνουν τις δικές τους επιλογές (Torres-Crespo et al., 2014).

Είναι σημαντικό πως η βιβλιογραφία σταδιακά όλο και περισσότερο υποστηρίζει τη σημαντικότητα της εκπαίδευσης STEM στις μικρές ηλικίες. Φαίνεται ότι τα παιδιά είναι μηχανικοί, λύτες προβλημάτων και συνεργάτες με απεριόριστες δυνατότητες για ηγεσία, δημιουργικότητα, και καινοτομία (Torres-Crespo et al., 2014).

Η εκπαίδευση στην μηχανική και στο STEM στα πρώτα χρόνια έχει τονισθεί από έρευνες ότι είναι η ιδανική στιγμή για να ξεκινήσει και ως εκ τούτου είναι σημαντικό για μελλοντικούς εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν πώς να ενσωματώσουν την εκπαίδευση στη μηχανική στην εκπαιδευτική πράξη (Bagiati & Evangelou, 2009; Bagiati et al., 2010).

Είναι σαφές ότι όταν παρέχονται στα παιδιά αναπτυξιακά κατάλληλα, υψηλής ποιότητας προγράμματα φροντίδας και εκπαίδευσης, τότε αυτά έχουν περισσότερες ευκαιρίες να αξιοποιήσουν την φυσική τους περιέργεια και να επιτύχουν σε οποιαδήποτε πτυχή της ανάπτυξής τους. Ένα τέτοιο εκπαιδευτικό περιβάλλον προσφέρει μια επιτυχή ενσωμάτωση μαθητοκεντρικής διδασκαλίας που προωθεί τη μάθηση σε διάφορους τομείς όπως τα μαθηματικά, η επιστήμη και η τεχνολογία (Kermani & Aldemir, 2015).

Οι Kermani & Aldemir (2015) προτείνουν πως η υλοποίηση ενός ισχυρού προγράμματος σπουδών για την προσχολική εκπαίδευση που εστιάζει στα μαθηματικά, την επιστήμη, και την τεχνολογία μπορεί να οδηγήσει σε θετικές αλλαγές στην μάθηση των παιδιών σε αυτούς τους τομείς. Επίσης μπορεί να προκαλέσει θετικές αλλαγές στις στάσεις και ικανότητες των εκπαιδευτικών για να σχεδιάζουν ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών για μικρά παιδιά. Ένα ισχυρό πρόγραμμα σπουδών απαιτεί τα εξής στοιχεία: α) ενδιαφέροντα θέματα που εμπλέκουν τα νήπια, β) διατήρηση μια συνέχειας στις έννοιες που εισάγονται στο νηπιαγωγείο (π.χ. από τον σπόρο στο φυτό κλπ), γ) σχεδιασμός δραστηριοτήτων που περιστρέφονται γύρω από μεθόδους διερευνητικής μάθησης, δ) προώθηση της μαθητοκεντρικής μάθησης, ενσωμάτωση της επιστήμης και των μαθηματικών σε άλλες μαθησιακές περιοχές, ε) αξιοποίηση άτυπης μάθησης για την εξερεύνηση εννοιών που δεν έχουν προσεγγιστεί στο παρελθόν, στ) υποστήριξη των προγραμμάτων σπουδών και του περιβάλλοντος της τάξης με ποικιλία διερευνητικών υλικών, και ζ) υποστήριξη των εκπαιδευτικών στην επαγγελματική τους εξέλιξη ώστε να ενθαρρύνονται αν υλοποιούν περισσότερες επιστημονικές δραστηριότητες.

2.2. Παραδείγματα STE(A)M στο Νηπιαγωγείο

Τα παιδιά στο νηπιαγωγείο μπορεί να μάθουν σημαντικό περιεχόμενο STEM χωρίς να το αντιληφθούν. Με τη βοήθεια του Αναλυτικού Προγράμματος και του εκπαιδευτικού τα παιδιά μπορούν να αξιοποιήσουν την έμφυτη περιέργειά τους και να μάθουν έννοιες και περιεχόμενα Φυσικών επιστημών και Μαθηματικών. Τα παιδιά πρέπει να προσεγγίζουν τέτοια θέματα μέσα από κατάλληλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα για την ηλικία τους (Bishop-Josef et al., 2016).

Κυρίως στην Αμερική σχεδιάζονται και υλοποιούνται προγράμματα σπουδών STE(A)M αποκλειστικά για το νηπιαγωγείο. Το πρόγραμμα σπουδών των Bardige & Russel (2014) αποτελεί ένα παράδειγμα προσανατολισμένο στα πεδία STEM στο νηπιαγωγείο. Ειδικότερα περιλαμβάνει αναλυτικές οδηγίες για εκπαιδευτικούς αλλά και την οικογένεια των παιδιών. Το συγκεκριμένο απευθύνεται αποκλειστικά για το Νηπιαγωγείο προσφέροντας αναλυτικές οδηγίες για τους εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας. Επίσης, το Boston's Children's Museum έχει δημοσιεύσει έναν τόμο με δραστηριότητες STEM για παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας (Fredericks & Kravette, 2014).

Η εκπαίδευση STE(A)M στο νηπιαγωγείο φαίνεται να είναι εφικτή και στο ελληνικό Νηπιαγωγείο. Οι στόχοι του ΔΕΠΠΣ (ΥΠΔΒΜΘ, 2003) του Νηπιαγωγείου συμφωνούν με τους στόχους και τα πιθανά οφέλη που προσφέρει η εκπαίδευση STE(A)M. Επιπλέον, το Νηπιαγωγείο δίνει έμφαση στην διαθεματικότητα, τις δεξιότητες και την εξάσκησή τους. Επίσης στο Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα (ΥΠΔΒΜΘ, 2011β) για το νηπιαγωγείο γίνεται αναφορά στις «βασικές ικανότητες» που προωθούνται μέσα από αυτό: α) επικοινωνία, β) δημιουργική σκέψη, γ) προσωπική ταυτότητα και αυτονομία, και δ) κοινωνικές ικανότητες και ικανότητες που σχετίζονται με την ιδιότητα του πολίτη. Επίσης ενώ παρουσιάζονται ξεχωριστές μαθησιακές περιοχές στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, υπάρχουν συνδέσεις ανάμεσα σε όλες τις μαθησιακές περιοχές και οι βασικές ικανότητες παραμένουν ίδιες. Φαίνεται ότι τα προγράμματα σπουδών για το Νηπιαγωγείο στην Ελλάδα δεν διαφέρουν κατά πολύ στην φιλοσοφία με την εκπαίδευση STE(A)M, αν και δεν αναφέρονται σε αυτούς τους τομείς άμεσα. Υπάρχει όμως ελευθερία στους εκπαιδευτικούς προσχολικής ηλικίας και μπορούν να υλοποιήσουν προγράμματα STE(A)M στο Νηπιαγωγείο.

Οι Bardige & Russel (2014) προτείνουν μερικές τροποποιήσεις στον χώρο του νηπιαγωγείου, προκειμένου το περιβάλλον του νηπιαγωγείου να εμπνέει και να διεγείρει τα παιδιά για να πραγματοποιήσουν τις δικές τους έρευνες. Επιπλέον οι αλλαγές που προτείνουν εστιάζουν στην ανάδειξη των πεδίων STEM. Ειδικότερα προτείνουν την αλλαγή των «Μαθησιακών Περιοχών» σε «Ερευνητικούς Σταθμούς», όπως φαίνεται στον Πίνακα 3, ώστε να αναδειχθούν τα εργαλεία όπου τα παιδιά και οι εκπαιδευτικοί θα μπορούν να χρησιμοποιούν για την μελέτη ενός θέματος και την δοκιμή των υποθέσεών τους. Αντίστοιχα με τις περιοχές αλλάζει και το σχολικό πρόγραμμα του νηπιαγωγείου με την εισαγωγή: α) της ώρας των Υποθέσεων, β) Περιπέτειες διερεύνησης, γ) Διερεύνηση – εξερεύνηση, δ) ώρα της σκέψης, ε) ώρα χαλάρωσης, και στ) ώρα της περιέργειας – του αναστοχασμού.

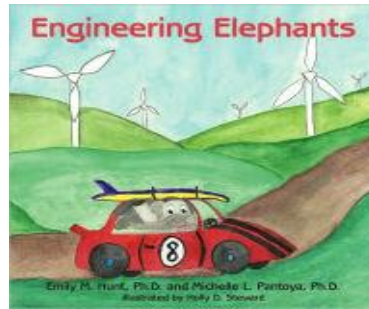
Πίνακας 3. Μαθησιακές Περιοχές και Ερευνητικοί Σταθμοί (μετάφραση από Bardige and Russel, 2014)

Μαθησιακή Περιοχή	Ερευνητικός Σταθμός
Ολομέλεια	Υποθέσεις
Βιβλιοθήκη	Έρευνα
Οικοδομικό υλικό	Μηχανική
Φυσικές Επιστήμες	Οικολογία
Υπολογιστής	Τεχνολογία
Μαθηματικά	Μαθηματικά
Παζλ και Παιχνίδια	Ανάλυση
Δραματοποίηση – Δραματικό Παιχνίδι	Παρουσίαση
Γραφή	Καταγραφή
Περιοχή χαλάρωσης	Αναστοχασμός
Τέχνες	Εργαστήριο Τέχνης
Τραπέζι των αισθήσεων (χώμα και νερό)	Χημεία
Περιοχή κινητικών ασκήσεων	Κίνηση
Ύπαιθρος – έξω από το κτίριο	Εξερεύνηση

Οι Christenson & James (2015) παρουσιάζουν το πώς η περιοχή του οικοδομικού υλικού στο νηπιαγωγείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων STEM. Υποστηρίζεται ότι η καλά σχεδιασμένη και προσβάσιμη περιοχή του οικοδομικού υλικού στο νηπιαγωγείο μπορεί να υποστηρίξει σχεδιασμένες μαθησιακές εμπειρίες για τα παιδιά, ιδιαίτερα στον τομέα της μηχανικής. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να διατηρούν όλα τα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού των παιδιών σε αυτή την περιοχή, καθώς ενσωματώνουν προσεγγίσεις STEM, με αναπτυξιακά κατάλληλη προσέγγιση και εστίαση στη διαδικασία του

σχεδιασμού. Στο ίδιο άρθρο γίνεται προσέγγιση κυρίως της Μηχανικής (Engineering) και της διαδικασίας Σχεδιασμού. Ειδικότερα, στην περιοχή του οικοδομικού υλικού: α) τα παιδιά μαθαίνουν πώς να προσδιορίζουν ένα πρόβλημα, β) να αναζητούν λύσεις, γ) να κατασκευάζουν και να δοκιμάζουν πρωτότυπα, και δ) να μοιράζονται τα αποτελέσματα με τους φίλους τους και την οικογένειά τους.

Η έρευνα των Pantoya et al. (2015) εστιάζει στην Μηχανική στο νηπιαγωγείο και εξετάζει την λογοτεχνία που υπάρχει για την ανάπτυξη της Μηχανικής στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία. Τονίζεται η έλλειψη σε κατάλληλα βιβλία-παραμύθια για αυτόν τον τομέα και την ηλικία, ενώ προτείνεται και αξιοποιείται ένα βιβλίο κατάλληλο για τα παιδιά, εστιάζοντας στη διαδικασία Σχεδιασμού, το Ελέφαντες Μηχανικοί (Engineering Elephants) που φαίνεται στην Εικόνα 1. Το βιβλίο αυτό βοηθάει τα παιδιά να έρθουν σε μια πρώτη επαφή με τη Μηχανική, μέσα από ερωτήσεις και συζήτηση σχετικά με το τι κάνει ένας μηχανικός. Τα παιδιά σε αυτή την έρευνα κλήθηκαν επίσης να δημιουργήσουν ένα σχέδιο για κάτι που θα σχεδιάζαν και θα ανέπτυσαν αν ήταν οι ίδιοι μηχανικοί, σε σχετικό «φύλλο του Μηχανικού» που προσέφερε το βιβλίο. Η έρευνα στόχευε στην εισαγωγή των παιδιών στην ιδέα ότι οι μηχανικοί σχεδιάζουν τεχνολογίες και χρησιμοποιούν τις επιστήμες και τα μαθηματικά για να το πετύχουν, καθώς και να ενισχύσει την δημιουργικότητα των παιδιών μέσα από τη φαντασία τους για πράγματα που θα μπορούσαν να φτιάξουν. Τέλος, τα παιδιά που συμμετείχαν σε δραστηριότητα με το συγκεκριμένο βιβλίο (δυνατή ανάγνωση) φαίνεται να ανέπτυξαν μια ταυτότητα της μηχανικής και κατανόησαν ότι οι μηχανικοί σχεδιάζουν τεχνολογίες. Η συντριπτική πλειοψηφία, επίσης, μπορούσε να μπει στην θέση ενός μηχανικού και να σχεδιάσει ένα τεχνολογικό μέσο, και ένα μεγάλο μέρος των παιδιών έκαναν σχέδια σε άμεση συσχέτιση με θέματα που κάλυπτε το βιβλίο. Αντίθετα, τα παιδιά που δεν συμμετείχαν σε αντίστοιχη δραστηριότητα δεν μπορούσαν να κατανοήσουν το έργο ενός μηχανικού, ούτε να αναπτύξουν ιδέες σχετικά με την μηχανική γενικότερα.



Εικόνα 1. Το βιβλίο Ελέφαντες Μηχανικοί (Engineering Elephants)

Οι Torres-Crespo et al. (2014) περιγράφουν την δημιουργία STEM Summer Camp για παιδιά νηπιακής ηλικίας με έμφαση στις δεξιότητες πάνω στη μηχανική, καθώς και τα μαθηματικά. Σε αυτή την κατασκήνωση τα παιδιά είχαν την ευκαιρία: α) να χρησιμοποιήσουν το οικοδομικό υλικό στο ελεύθερο παιχνίδι τους, β) να εμπλακούν σε δραστηριότητες STEM, γ) να κληθούν να λύσουν διάφορα προβλήματα, δ) να έρθουν σε επαφή με ιστορίες τόσο σε βιβλία όσο και σε ταμπλέτα (technology & language arts), και ε) να δημιουργήσουν διάφορες κατασκευές (ηλεκτρικά κυκλώματα κ.α.).

Μια σειρά εργασιών εστιάζουν στη ρομποτική και την μηχανική, προτείνοντας ένα ρομποτικό σετ για παιδιά μικρής ηλικίας (Bers et al., 2013; Sullivan et al., 2015; Sullivan & Bers, 2016). Προτείνεται η αξιοποίηση του ρομπότ KIBO (Εικόνα 2), καθώς παρατηρήθηκε έλλειψη σε εργαλεία για μηχανική και προγραμματισμό στις μικρές ηλικίες. Το KIBO σετ αποτελείται από το υλικό (hardware - robot) και λογισμικό (software - tangible programming blocks). Το συγκεκριμένο ρομπότ δίνει τη δυνατότητα στα παιδιά ηλικίας 5-7 να εμπλακούν ενεργά σε ρομποτικές δραστηριότητες. Διαθέτει 2 μοτέρ, 1 αισθητήρα ήχου, 1 αισθητήρα απόστασης, 1 αισθητήρα φωτός, 1 λαμπάκι και 1 υποδοχή usb. Τα παιδιά μπορούν να επεμβαίνουν στην δομή του ρομπότ αλλά και στον προγραμματισμό του. Επίσης, έχει δημιουργηθεί ένα μικρό αναλυτικό πρόγραμμα για παιδιά νηπιαγωγείου, όπου προωθεί την εξοικείωση με το KIBO, τους αισθητήρες του και τον προγραμματισμό του.



Εικόνα 2. Το ρομπότ KIBO και τα τουβλάκια προγραμματισμού του

Στο άρθρο των Elkin et al. (2014) περιγράφεται η υλοποίηση ενός αναλυτικού προγράμματος ρομποτικής σε Μοντεσοριανό νηπιαγωγείο. Οι ερευνητές σε συνεργασία με τη νηπιαγωγό χρησιμοποίησαν τα Lego WeDo και το προγραμματιστικό περιβάλλον LabVIEW, υλοποιώντας ένα πρόγραμμα 6 μαθημάτων με τίτλο «Η παιδική χαρά: Διευκολύνοντας μια πολύπλευρη διαδικασία σχεδιασμού μέσω της Ρομποτικής και του Προγραμματισμού». Εστίασαν κυρίως στην μηχανική και τη ρομποτική, αλλά η νηπιαγωγός προσπάθησε να εμπλέξει τις τέχνες και τα μαθηματικά. Τα σημεία στα οποία δόθηκε η μεγαλύτερη έμφαση ήταν: α) τη διαδικασία Σχεδιασμού, β) τα μέρη του ρομπότ, γ) ο προγραμματισμός, και δ) οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στις απλές μηχανές. Η νηπιαγωγός συνδύασε το παραπάνω αναλυτικό πρόγραμμα με την Αρχαία Ελλάδα και υλοποίησε ένα αναλυτικό πρόγραμμα που αναπτυσσόταν στους εξής τομείς: α) Η διαδικασία Σχεδιασμού (τα παιδιά επισκέπτονται μια παιδική χαρά, φτιάχνουν μη ρομποτικές κατασκευές και τέλος συζητούν για την επιτυχία ή την αποτυχία του μαθήματος), β) «Τι είναι ένα ρομπότ;» (συζήτηση για το τι είναι ένα ρομπότ, κατασκευή ρομπότ με WeDo, εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του WeDo), γ) «Τι είναι ένα πρόγραμμα;» (παιχνίδι με τις εικόνες προγραμματισμού, δημιουργία και προγραμματισμός μια ρομποτικής τραμπάλας, ελεύθερο παιχνίδι με τα ρομποτικά εξαρτήματα), δ) «Τι είναι οι επαναλήψεις;» (εκμάθηση ενός τραγουδιού, εκμάθηση επαναλήψεων για κινήσεις της ρομποτικής τραμπάλας, συζήτηση για την έκβαση της δραστηριότητας), ε) «Τι είναι οι αισθητήρες» (καθοδηγούμενη δραστηριότητα για συζήτηση σχετικά με τις πέντε αισθήσεις των ανθρώπων, πρόσθεση αισθητήρων κίνησης και κλίσης στην ρομποτική τραμπάλα, δραματοποίηση για τις αισθήσεις των ανθρώπων και των ρομπότ), και στ) Αρχαία ρομποτική παιδική χαρά (τα παιδιά

δουλεύουν σε ομάδες, δημιουργία και προγραμματισμός της ρομποτικής παιδικής χαράς, παρουσίαση του τελικού αποτελέσματος σε γονείς και άλλους).

Οι Bagiati & Evangelou (2016) εξετάζουν την εισαγωγή της μηχανικής στο νηπιαγωγείο και εντοπίζουν έναν δρόμο για την εισαγωγή της μέσα από το παιχνίδι των παιδιών. Επισημαίνουν τις συνδέσεις που εντοπίζονται ανάμεσα στο πως μαθαίνουν τα παιδιά και στους στόχους της μηχανικής στην εκπαίδευση. Ο σκοπός της έρευνας τους ήταν να εξετάσουν συστηματικά τις αυθόρμητες δραστηριότητες των παιδιών για να εξετάσουν πιθανές σχέσεις τους με μηχανικές συμπεριφορές, ιδιαίτερα κατά την ενασχόληση των παιδιών στο οικοδομικό υλικό. Τέλος, κατέγραψαν μέσα από επιτόπιες παρατηρήσεις το ελεύθερο παιχνίδι των παιδιών με οικοδομικό υλικό, παζλ, Lego κ.α. για να συγκεντρώσουν τα δεδομένα τους.

Τέλος, οι Schroeder & Kirkorian (2016) χρησιμοποίησαν μέσα απεικόνισης (screen media), εξετάζοντας την προοπτική τους για να διδαχθούν δεξιότητες STEM σε παιδιά νηπιακής ηλικίας. Η μελέτη αυτή σχεδιάστηκε για να εξετάσει το βαθμό στον οποίο η εξοικείωση και η αλληλεπίδραση επηρεάζει τη μάθηση των παιδιών προσχολικής ηλικίας από παιχνίδια STEM. Τα παιδιά έπαιξαν ένα STEM παιχνίδι και είδαν σε βίντεο έναν ερευνητή να παίζει ένα αντίστοιχο παιχνίδι. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν ταμπλέτες, ατομικά, για να παίξουν παιχνίδια που είναι βασισμένα σε τηλεοπτικές παιδικές σειρές. Τα παιχνίδια ήταν δύο ειδών: α) Παιχνίδι ποσοτήτων (σύγκριση ποσοτήτων και μεγεθών), και β) παιχνίδι «ανάπτυξης» (σειρά βιολογικής ανάπτυξης φυτών ή ζώων).

2.3. Η έννοια της ταχύτητας

Η ταχύτητα είναι ένα μέτρο του πόσο γρήγορα κινείται κάτι, και μετριέται με μια μονάδα απόστασης διαιρεμένη με μια μονάδα χρόνου. Η ταχύτητα ορίζεται ως η απόσταση που διανύεται ανά μονάδα χρόνου (ταχύτητα = απόσταση / χρόνος). Για τη μέτρηση της ταχύτητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοσδήποτε συνδυασμός μονάδων απόστασης και χρόνου (Hewitt, 2015). Για την πλήρη ανάπτυξη της επιστημονικής έννοιας της ταχύτητας τονίζεται η ανάγκη για αναλογικό συλλογισμό των παιδιών, αντικείμενο της έρευνας του Piaget αλλά και του Boulanger (έρευνα σε παιδιά εννέα (9) ετών). Τα παιδιά είναι ανάγκη να αναπτύξουν τα γλωσσικά εργαλεία (ανάπτυξη του λεξιλογίου, των γραφικών παραστάσεων και των μαθηματικών διατυπώσεων) προκειμένου να περιγράψουν καλύτερα την κίνηση (Driver, 1998).

Η ταχύτητα σαν έννοια εισάγεται κυρίως στην Ε' Δημοτικού όπου καλούνται τα παιδιά «να προσεγγίζουν ποιοτικά την έννοια της ταχύτητας» και να συσχετίζουν την ταχύτητα με το μήκος τις διαδρομής που διανύει ένα σώμα και τον αντίστοιχο χρόνο που κάνει. Τα παιδιά με τη χρήση απλού χρονομέτρου ή ρολογιού, μετρούν την ταχύτητα της κίνησης διαφόρων παιδιών και συγκρίνουν τις ταχύτητές τους (ΥΠΕΠΘ-ΠΙ, 2003). Ειδικότερα, υλοποιείται ένα πείραμα με μία μπάλα όπου ένα παιδί αφήνει τη μπάλα να κυλήσει, σε μια επίπεδη και οριζόντια επιφάνεια, ενώ ένα άλλο παιδί με τη χρήση χρονομέτρου μετράει το χρόνο που χρειάστηκε η μπάλα να φτάσει σε ένα συγκεκριμένο σημείο. Οι μαθητές ξεκινούν το πείραμα με τη μπάλα να κινείται αργά, έπειτα πιο γρήγορα και πιο γρήγορα. Μετρούν, λοιπόν, τον χρόνο που χρειάστηκε η μπάλα για να διανύσει την απόσταση κάθε φορά και καταγράφουν τις μετρήσεις τους σε έναν αντίστοιχο πίνακα που υπάρχει στο βιβλίο τους. Με το πείραμα αυτό επιχειρείται να διαπιστώσουν οι μαθητές τη σχέση ανάμεσα στο χρόνο που χρειάζεται ένα κινητό, για να διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση και στην ταχύτητά του (Αποστολάκης, 2006α; 2006β).

Στο ΔΕΠΠΣ για το νηπιαγωγείο (ΥΠΔΒΜΘ, 2003) η ταχύτητα συναντάται στην ενότητα «ΠΑΙΔΙ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ» όπου τα παιδιά καλούνται «... να συγκρίνουν την ταχύτητα κίνησης πραγμάτων σε σχέση με το χρόνο όταν είναι ίση η απόσταση (π.χ. δραματοποιούν το μύθο της χελώνας και του λαγού κ.ά.) (Μαθηματικά, Μελέτη Περιβάλλοντος, Γλώσσα, Μουσική). Επίσης τα παιδιά πρέπει να είναι σε θέση «να κατανοούν απλές χωροχρονικές σχέσεις και να προσεγγίζουν

σταδιακά την έννοια της μέτρησης του χρόνου αρχικά με τη βοήθεια αυθαίρετων μονάδων (αρίθμηση, μουσική, κλεψύδρα κ.ά.).

Στην ενότητα «ΠΑΙΔΙ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ: ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ», στην υποενότητα «Ανθρωπογενές περιβάλλον και αλληλεπίδραση», «τα μικρά παιδιά με τη φυσική κίνηση και το παιχνίδι διευρύνουν συνεχώς τις αντιλήψεις τους για το χώρο». Ενώ, στη υποενότητα «Φυσικό περιβάλλον και αλληλεπίδραση» τα παιδιά «ανακαλύπτουν τον κόσμο με την κίνηση, την εξερεύνηση και την αλληλεπίδραση» και πρέπει να είναι σε θέση «να αντιλαμβάνονται την κίνηση και τις απλές γενικές αρχές που τη διέπουν». Επιπλέον «τα παιδιά υποβοηθούνται να ανακαλύπτουν ότι τα πράγματα μπορούν να κινηθούν, να επιταχυνθούν, να παρεκκλίνουν ή να σταματήσουν όταν τα σπρώχνουν ή τα έλκουν (π.χ. σύρουν με το σκοινάκι ένα παιχνίδι με ρόδες κ.ά.)» και «ενθαρρύνονται να παρατηρούν και να περιγράφουν πώς κινούνται κάποια παιχνίδια (π.χ. η μπάλα κυλάει κ.ά.). Να εξετάζουν και να χειρίζονται κινούμενα μέρη μιας κατασκευής (π.χ. τις ρόδες στο αυτοκινητάκι, ένα αρθρωτό ανθρωπάκι κ.ά.)» (ΥΠΔΒΜΘ, 2003). Επιπλέον, στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο (ΥΠΔΒΜΘ, 2011β) η ταχύτητα καλύπτει ένα ευρύ φάσμα. Ειδικότερα συναντάται στην ενότητα «Έννοιες και φαινόμενα από το φυσικό κόσμο», στα περιεχόμενα «Απλά φυσικά φαινόμενα σχετικά με την κίνηση αντικειμένων και δυνάμεις που ασκούνται πάνω τους».

Γενικά στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αναφορές σε δραστηριότητες με θέμα την ταχύτητα στο νηπιαγωγείο. Συναντάει κανείς δραστηριότητες γενικά για την κίνηση, για το «τραβάω» - «σπρώχνω» που προκαλεί την κίνηση, ή για δυνάμεις που προκαλούν κίνηση (Νικολάου & Κυριακίδου, 2004; Picard, 2005; McCain, 2010; Hampton, 2013; NGSS Lead States, 2013; Bittman, 2014; Discovery Education, n.d.). Ακόμα και στο ΝΠΣ (ΥΠΔΒΜΘ, 2011β) για το Νηπιαγωγείο γίνεται αναφορά στην κίνηση των αντικειμένων και τις δυνάμεις που ασκούνται πάνω τους. Όμως, αναφέρονται σε αλλαγή της ταχύτητας χωρίς να κάνουν σαφή αναφορά σε αυτή, αφήνοντάς την ως μια αιωρούμενη έννοια. Σε άλλες δραστηριότητες που προσπαθούν να εισάγουν την έννοια της ταχύτητας φαίνεται να εισάγεται η έννοια της δύναμης ή η έννοια του βάρους (κεκλιμένα επίπεδα) στους παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα, όπως φαίνεται στην εικόνα 3 και 4 (Νικολάου & Κυριακίδου, 2004; Baumann, n.d.).



Εικόνα 3. Μπάλα και κεκλιμένο επίπεδο (Νικολάου και Κυριακίδου, 2004)



Εικόνα 4. Αυτοκινητάκια και κεκλιμένα επίπεδα (Baumann, n.d.)

2.4. Σύνοψη Υπάρχουσας Κατάστασης

Στη παρούσα εργασία η ταχύτητα προσεγγίζεται διαφορετικά. Αποφεύγεται η αναφορά σε δυνάμεις, βάρος αλλά και σε κεκλιμένα επίπεδα. Αντίθετα,

προσεγγίζεται με τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης. Συγκεκριμένα, αρχικά τα παιδιά με βιωματικές δραστηριότητες προσεγγίζουν το «γρήγορος» και το «αργός» σε σχέση με τον χρόνο και την απόσταση, σχεδιάζοντας και υλοποιώντας αγώνες στίβου: α) με ίδια απόσταση που διανύουν σε διαφορετικούς χρόνους, και β) με ίδιο χρόνο που διανύουν διαφορετικές αποστάσεις. Τα παιδιά συγκρίνουν τις επιδόσεις τους με άλλες επιδόσεις για να καταλήξουν σε συμπεράσματα για το ποιος είναι ο πιο γρήγορος ή ο πιο αργός. Στη συνέχεια, εισάγεται το Sphero ως το εργαλείο τα οποίο χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να μετράνε το πόσο γρήγορος είναι κάποιος, το οποίο το ονομάζουν ταχύτητα. Έτσι τα παιδιά καλούνται, πλέον, να εφαρμόσουν σε πείραμα τις προηγούμενες βιωματικές δραστηριότητες και να καταλήξουν σε συμπεράσματα για το ποιος έχει μεγαλύτερη ταχύτητα και γιατί, και τι σημαίνει να έχει κάποιος/κάποιο μεγάλη ή μικρή ταχύτητα.

3. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η παρούσα εργασία αξιοποιεί την προσέγγιση STEM, με σκοπό να σχεδιαστούν δραστηριότητες για το νηπιαγωγείο, που θα ανταποκρίνονται στο ενδιαφέρον των παιδιών. Ειδικότερα, οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν βασισμένες στη διαδικασία Σχεδιασμού (engineering design process). Η αξιοποίηση της προσέγγισης STEM βοηθά τον νηπιαγωγό στο σχεδιασμό αυθεντικών και ολοκληρωμένων δραστηριοτήτων για τα παιδιά, προσφέροντας στα ίδια ευκαιρίες για διερεύνηση σε ένα περιβάλλον γεμάτο προκλήσεις και ερωτήματα προς λύση.

Επιπλέον, αξιοποιήθηκε η ρομποτική συσκευή Sphero SPRK, σε συνδυασμό με ένα μοντέλο - αναπαράσταση που δημιουργήθηκε πάνω στην εφαρμογή προγραμματισμού του Sphero. Η διδακτική παρέμβαση αρχικά αξιοποίησε βιωματικές δραστηριότητες και στη συνέχεια, με τη βοήθεια του Sphero τα παιδιά είχαν την ευκαιρία να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας.

Τέλος, η ταχύτητα είναι ένα θέμα που συνήθως δεν αγγίζεται στο νηπιαγωγείο. Οι όποιες προσπάθειες έχουν γίνει προσεγγίζουν την ταχύτητα σε συνδυασμό με την έννοια της δύναμης και την επίδρασή της πάνω σε σώματα, και το βάρος. Ωστόσο, τα παιδιά συχνά χρησιμοποιούν έννοιες όπως «γρήγορος» ή «αργός» και συμμετέχουν σε αγώνες στίβου. Έτσι, η ταχύτητα προσεγγίζεται έστω και επιφανειακά. Επίσης, στο νηπιαγωγείο αρχίζουν τα παιδιά να έρχονται σε επαφή με τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης, παράγοντες που επηρεάζουν και χαρακτηρίζουν την ταχύτητα.

3.1. Τεχνολογική Πλατφόρμα

Sphero

Η ρομποτική συσκευή Sphero (www.sphero.com) είναι μία ρομποτική μπάλα που μπορεί κάποιος να χειρίζεται από μια φορητή συσκευή (smartphone/tablet) μέσω διάφορων εφαρμογών (applications) που υπάρχουν στο Play Store. Η σύνδεση Sphero και φορητής συσκευής γίνεται με Bluetooth. Σχεδιάστηκε από την εταιρεία Orbotix και μπορεί να κινηθεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση και σε διάφορες ταχύτητες.

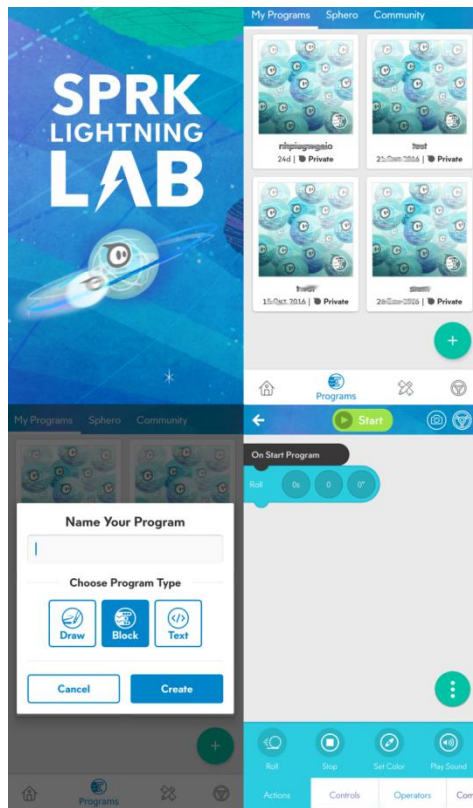
Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο Sphero SPRK, όπου φαίνεται στην Εικόνα 5, οι κινήσεις του οποίου προγραμματίστηκαν από την εφαρμογή Lightning Lab.



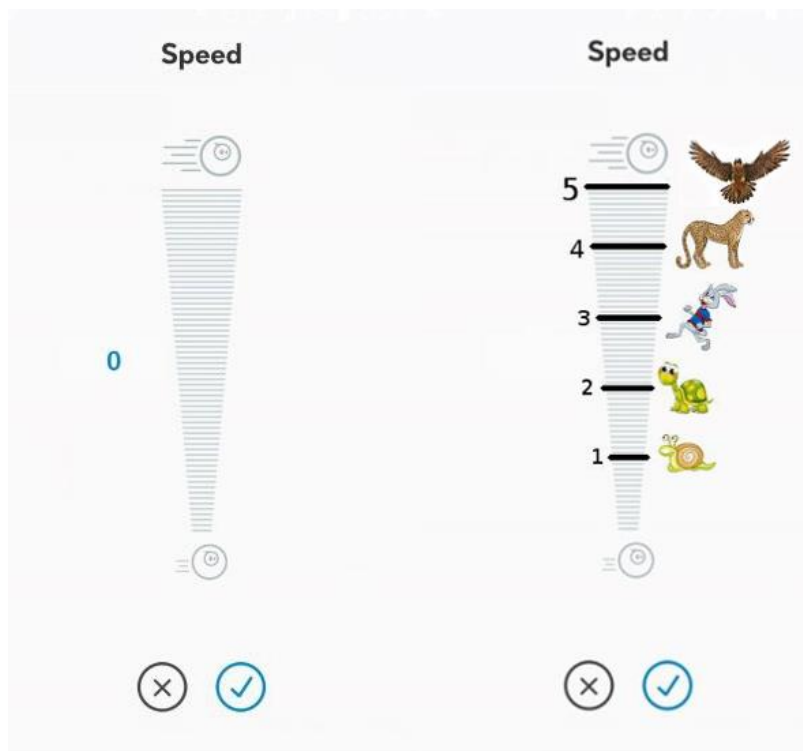
Εικόνα 5. Η ρομποτική συσκευή Sphero SPRK

Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε μία φορητή συσκευή (tablet) για να προγραμματιστεί η κίνηση του Sphero με τη βοήθεια του Lightning Lab, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το προγραμματιστικό περιβάλλον του Lightning Lab, που φαίνεται στην Εικόνα 6, χρησιμοποιεί προγραμματιστικά μπλοκ, παρόμοια με το προγραμματιστικό περιβάλλον του Scratch (<https://scratch.mit.edu/>). Επιπλέον, υπάρχουν οι επιλογές προγραμματισμού του Sphero μέσω ζωγραφικής ή γραπτού κώδικα. Σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιήθηκε μόνο ένα προγραμματιστικό μπλοκ, το μπλοκ «κύλισης» που μπορεί κάποιος να επιλέξει ταχύτητα, κατεύθυνση, και χρόνο κύλισης. Τα παιδιά προγραμματίζαν μόνο την ταχύτητα του Sphero, ενώ την κατεύθυνση και τον χρόνο ο ερευνητής.

Οι ερευνητές μετέτρεψαν το προγραμματιστικό περιβάλλον της ταχύτητας του Lightning Lab, όπως φαίνεται στην Εικόνα 7, ώστε να μπορέσουν τα παιδιά με τη χρήση αυτού του μοντέλου – αναπαράστασης να κατανοήσουν την έννοια της ταχύτητας. Οι ερευνητές σκόπιμα εισήγαγαν μια νέα αναπαράσταση της ταχύτητας στα παιδιά.



Εικόνα 6. Το προγραμματιστικό περιβάλλον του Sphero, το Lightning LAB



Εικόνα 7. Το προγραμματιστικό περιβάλλον της ταχύτητας (αριστερά) και το μοντέλο των ερευνητών (δεξιά)

3.2. Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετασθεί κατά πόσο μια διδακτική παρέμβαση και της ρομποτικής συσκευής Sphero, σε συνδυασμό με τη χρήση ενός μοντέλου αναπαράστασης της ταχύτητας, και με τη χρήση εισαγωγικών βιωματικών δραστηριοτήτων, μπορεί να βοηθήσει τα νήπια να κατανοήσουν την έννοια της ταχύτητας ποιοτικά, να συνδέσουν το «γρήγορος» και το «αργός» με το μέγεθος της ταχύτητας (μικρή – μεγάλη), Ως συνέπεια να μπορούν να λύσουν ανάλογα προβλήματα με αυτό που τους παρουσιάστηκε, στο οποίο τα ζώα του δάσους ήθελαν να ερευνήσουν ποιο είναι πιο γρήγορο και γιατί.

Επίσης, να μπορούν να κατανοήσουν πώς όταν διανύουν δύο σώματα μια ίδια διαδρομή, τότε το σώμα που χρειάστηκε το λιγότερο χρόνο για να διανύσει αυτή την απόσταση είναι το «πιο γρήγορο» ή «έχει μεγαλύτερη ταχύτητα». Αντίστοιχα, το σώμα που χρειάστηκε περισσότερο χρόνο για να διανύσει αυτή την απόσταση είναι «πιο αργό» ή «έχει μικρότερη ταχύτητα».

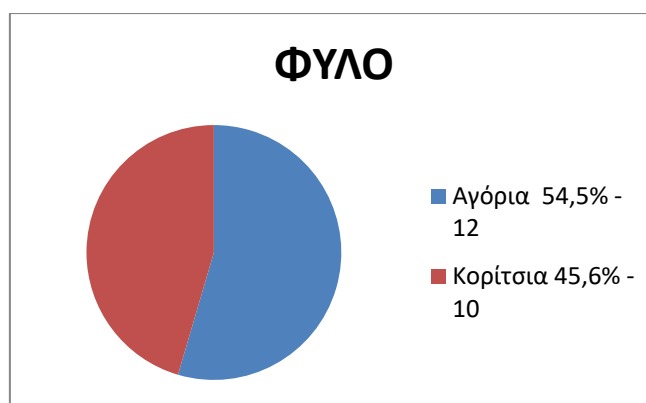
Επιπλέον, όταν δύο σώματα διανύουν διαφορετικές αποστάσεις σε ίδιο χρονικό διάστημα, τότε το σώμα που έχει διανύσει μεγαλύτερη απόσταση είναι το «πιο γρήγορο» ή έχει «μεγαλύτερη ταχύτητα». Αντίστοιχα, το σώμα που έχει διανύσει μικρότερη απόσταση είναι «πιο αργό» ή «έχει μικρότερη ταχύτητα».

Τέλος, να μελετηθεί το κατά πόσο η ρομποτική συσκευή Sphero σε συνδυασμό με το μοντέλο των ζώων που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό της ταχύτητάς του βοήθησε τα παιδιά να δημιουργήσουν – χρησιμοποιήσουν μια νέα αναπαράσταση της ταχύτητας με βάση τα ζώα.

3.3. Περιγραφή Μελέτης

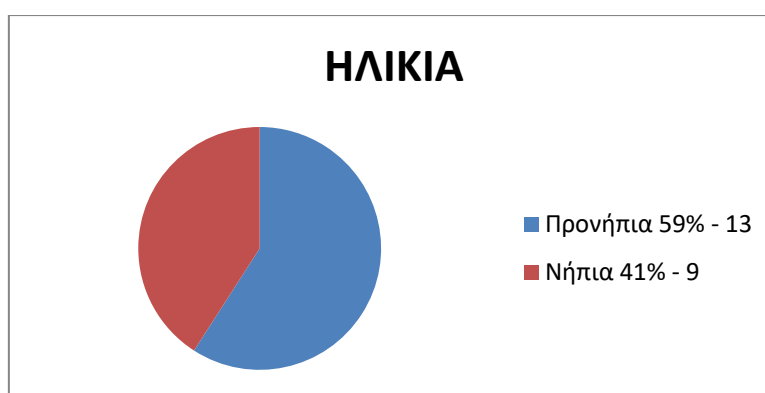
3.3.1. Δημογραφικά – Συμμετέχοντες

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε στο Ολοήμερο Νηπιαγωγείο Αγίων Ασωμάτων Αίγινας και συμμετείχαν 22 παιδιά νηπιαγωγείου. Όλα τα παιδιά μιλούσαν την ελληνική γλώσσα. Από τα 22 παιδιά που συμμετείχαν τα 12 ήταν αγόρια και τα 10 ήταν κορίτσια (Γράφημα 1).



Γράφημα 1. Το φύλο των παιδιών που συμμετείχαν στην διδακτική παρέμβαση

Επίσης από τα 22 παιδιά τα 13 ήταν προνήπια ενώ τα 9 ήταν νήπια (Γράφημα 2).



Γράφημα 2. Η ηλικία των συμμετεχόντων

Ωστόσο, επειδή οι φάσεις της διδακτικής παρέμβασης υλοποιήθηκαν σε διαφορετικές μέρες, μία φάση κάθε ημέρα, ο πληθυσμός της παρούσας έρευνας δεν είναι σταθερός σε κάθε δραστηριότητα.

3.3.2. Δραστηριότητες – Φάσεις

Φάση Α

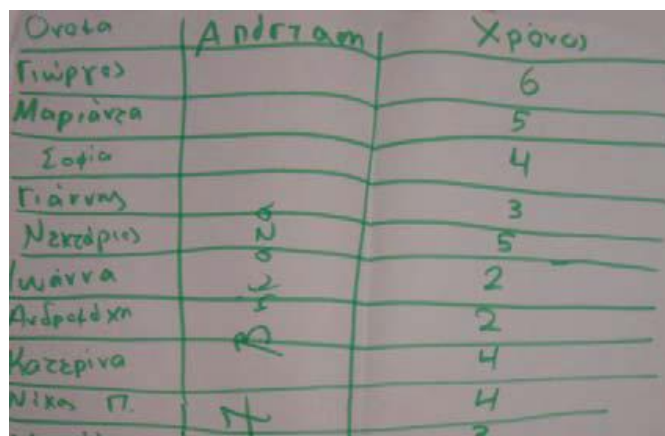
Στη πρώτη φάση της διδακτικής παρέμβασης ο ερευνητής διερεύνησε και κατέγραψε τις ιδέες των παιδιών σχετικά με τις έννοιες «γρήγορος», «αργός», «χρόνος», και «ταχύτητα» μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων με 16 παιδιά, 8 νήπια και 8 προνήπια. Επίσης, ρωτήθηκαν τα παιδιά αν μπορούσαν να φανταστούν τι μπορεί να είναι αυτό που απεικονίζεται στα αριστερά της Εικόνας 7 (ή Εικόνα 14). Η δομή της ημιδομημένης συνέντευξης βρίσκεται στο Παράρτημα - Ημιδομημένη Συνέντευξη 1.

Φάση Β

Σκοπός της δεύτερης φάσης ήταν τα παιδιά να βρουν τον νικητή ανάμεσα στα ζώα, σε έναν αγώνα με καθορισμένη αρχή και τερματισμό. Ειδικότερα στη δεύτερη φάση, όπου συμμετείχαν 19 παιδιά, παρουσιάστηκε ένα πρόβλημα που αντιμετώπιζαν τα ζώα του δάσους. Τα ζώα του δάσους ήθελαν να βρουν ποιο είναι πιο γρήγορο, ενώ αντιμετώπιζαν ένα ακόμα πρόβλημα καθώς δεν μπορούσαν να τρέξουν όλα μαζί γιατί διέθεταν μόνο ένα στενό δρόμο. Έτσι, τα παιδιά κλήθηκαν να βοηθήσουν τα ζώα για να βρουν τον νικητή. Τα παιδιά σχεδίασαν μόνοι τους έναν αγώνα (πραγματοποιήθηκε μέσα στην τάξη) επιλέγοντας και σημειώνοντας τον αρχικό και τον τερματικό σταθμό με τη βοήθεια ενός πράσινου (εκκίνηση) και ενός κόκκινου (τερματισμός) οικοδομικού υλικού, και αφού μέτρησαν την απόσταση μεταξύ αφετηρίας και τερματισμού.

Ο ερευνητής κατεύθυνε τη δραστηριότητα εισάγοντας δύο πολύ σημαντικά εργαλεία για την υλοποίηση του αγώνα: α) ένα ηλεκτρονικό χρονόμετρο (με οπτική αλλά και λεκτική-προφορική παρουσίαση του χρόνου), το οποίο είχε δημιουργηθεί στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch από τον ερευνητή(<http://scratch.mit.edu/>), και β) ένα όργανο μέτρησης για την απόσταση (μια πλαστική ράβδος). Επιπλέον, τα παιδιά χρησιμοποιούσαν παλαμάκια για να μετρήσουν τον χρόνο, ακολουθώντας το χρονόμετρο, ενώ ένας συμμαθητής τους κάθε φορά έτρεχε στον αγώνα.

Ο ερευνητής κατέγραφε τα δεδομένα που συνέλλεξαν τα παιδιά σε έναν πίνακα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8. Στο τέλος, τα παιδιά κλήθηκαν να συγκρίνουν τα δεδομένα του πίνακα που συνέλλεξαν και να αποφασίσουν ποιος συμμετέχοντας ήταν ο πιο γρήγορος αιτιολογώντας την απάντησή τους. Επίσης, κλήθηκαν να ζωγραφίσουν για να δείξουν κάποιον/κάτι που είναι γρήγορο.



Όνομα	Απόσταση	Χρόνος
Γιώργος		6
Μαριάννα		5
Σοφία		4
Γιάννης		3
Νεκτόριος		5
Λιάννα		2
Ανδρέακης		2
Κατερίνα		4
Νίκος Π.		4

Εικόνα 8. Πίνακας Καταγραφής Χρόνου

Σε όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας ο ερευνητής προσπαθούσε με ερωτήσεις να κατευθύνει τα παιδιά και να τα βοηθήσει στην υλοποίηση του αγώνα. Αρκετές φορές ζήτησε από το εκάστοτε παιδί που συμμετείχε στον αγώνα να φανταστεί πώς θα έτρεχε κάποιο ζώο που του αρέσει. Εκείνο επέλεγε το ζώο που του αρέσει και έτρεχε αντίστοιχα. Στο τέλος κάθε προσπάθειας των παιδιών ο ερευνητής εισήγαγε την εξής φράση «Ο Χ έκανε Υ βήματα-βέργες σε Ι παλαμάκια», όπου στη συνέχεια επαναλάμβαναν τα παιδιά.

Επίσης, κατά τη διάρκεια της σύγκρισης των αποτελεσμάτων του πίνακα στην ολομέλεια, ο ερευνητής έδινε τη δυνατότητα σε κάθε παιδί ατομικά να κάνει την ατομική του σύγκριση, με τη βοήθεια του. Στο τελικό στάδιο αυτής της δραστηριότητας τα παιδιά κλήθηκαν να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα ώστε να το μεταφέρουν στα ζώα και ο ερευνητής έθετε ερωτήματα όπως «Ποιος είναι ο νικητής αν η απόσταση είναι ίδια; Ποιος τερματίζει πρώτος;». Τέλος, με τη βοήθεια του ερευνητή συμπλήρωσαν ένα σύντομο φύλλο εργασίας το οποίο αφορούσε την συγκεκριμένη δραστηριότητα (βλέπε Παράρτημα – Φύλλο Εργασίας 1)

Φάση Γ

Σκοπός της τρίτης φάσης ήταν τα παιδιά να βρουν τον νικητή ανάμεσα στα ζώα, όπου ανά δύο διάνυαν σε συγκεκριμένο χρόνο διαφορετικές αποστάσεις, έχοντας κοινή αφετηρία. Σε αυτή τη φάση, όπου συμμετείχαν 17 παιδιά, τα παιδιά κλήθηκαν να δώσουν λύση σε ένα άλλο πρόβλημα που αντιμετώπιζαν τα ζώα του δάσους. Αυτή τη φορά, έπρεπε να σχεδιάσουν έναν διαφορετικό αγώνα, εφόσον τα ζώα ξεκινούσαν από την ίδια αφετηρία αλλά είχαν συγκεκριμένο χρόνο που θα έτρεχαν. Με την κατάλληλη καθοδήγηση από τον ερευνητή, τα παιδιά αποφάσισαν να τρέξουν σε δυάδες τον αγώνα. Σημείωσαν εκ νέου την αφετηρία με ένα πράσινο οικοδομικό υλικό και συμφωνήθηκε με τον ερευνητή πως ο χρόνος που θα έχουν στην διάθεσή τους είναι «2 παλαμάκια». Έτσι, τα παιδιά έτρεξαν σε δυάδες ενώ οι υπόλοιποι μετρούσαν-χτυπούσαν 2 παλαμάκια. Με το άκουσμα του 2^{ου} χτύπου τα παιδιά που έτρεχαν σταματούσαν και τοποθετούσαν ένα πλαστικό ποτήρι πίσω από τα πόδια τους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 9. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του ερευνητή, χρησιμοποίησαν ατομικά την πλαστική ράβδο για να μετρήσουν την απόσταση όπου διένυσαν, και ο ερευνητής τη σημείωνε σε κάθε ποτήρι. Μετά από κάθε προσπάθεια τα παιδιά έπρεπε να απαντήσουν στην ερώτηση «Ποιος ήταν πιο γρήγορος από τους δύο; Γιατί;». Επιπλέον, στην ολομέλεια τα παιδιά σύγκριναν εκ νέου τα δεδομένα που

είχαν συλλέξει, ενώ δόθηκε αρκετός χρόνος και για ατομική σύγκριση από κάθε παιδί. Ειδικότερα, τα παιδιά κλήθηκαν να συγκρίνουν δύο αποστάσεις (2 πλαστικά ποτήρια) κάθε φορά ώστε να βρουν ποιος είναι ο πιο γρήγορος ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Επίσης, κλήθηκαν να ζωγραφίσουν για να δείξουν κάποιον/κάτι που είναι γρήγορο.



Εικόνα 9. Η φάση Γ

Σε όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας ο ερευνητής προσπαθούσε με ερωτήσεις να κατευθύνει τα παιδιά και να τα βοηθήσει στην υλοποίηση του αγώνα. Στο τέλος κάθε προσπάθειας των παιδιών ο ερευνητής εισήγαγε την εξής φράση «Ο Χ έκανε Υ βήματα-βέργες σε Ι παλαμάκια», όπου στη συνέχεια επαναλάμβαναν τα παιδιά.

Επίσης, κατά τη διάρκεια της σύγκρισης των αποτελεσμάτων, στα πλαστικά ποτήρια, στην ολομέλεια, ο ερευνητής έδινε τη δυνατότητα σε κάθε παιδί ατομικά να κάνει την ατομική του σύγκριση, με τη βοήθεια του. Στο τελικό στάδιο αυτής της δραστηριότητας τα παιδιά κλήθηκαν να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα ώστε να το μεταφέρουν στα ζώα και ο ερευνητής έθετε ερωτήματα όπως «Ποιος είναι ο νικητής αν ο χρόνος είναι ίδιος, χωρίς καθορισμένη απόσταση; ποιος είναι ο νικητής τότε». Τέλος, με τη βοήθεια του ερευνητή συμπλήρωσαν ένα σύντομο φύλλο εργασίας το

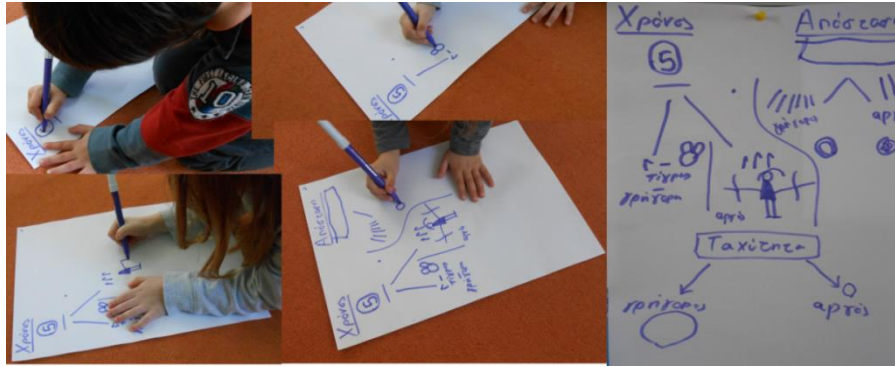
οποίο αφορούσε την συγκεκριμένη δραστηριότητα, όπως φαίνεται στο Παράρτημα – Φύλλο Εργασίας 2.

Φάση Δ

Σκοπός της τέταρτης φάσης ήταν τα παιδιά να υλοποιήσουν σε πείραμα με τη βοήθεια του Sphero SPRK τις βιωματικές δραστηριότητες που ήδη είχαν εμπλακεί, και να γίνει μια εισαγωγή της έννοιας της ταχύτητας ως «το πόσο γρήγορα κάποιος ή κάτι κινείται».

Σε αυτή τη φάση, όπου συμμετείχαν 15 παιδιά (12 που συμμετείχαν στις προηγούμενες δραστηριότητες και 3 νέα), τα παιδιά δημιούργησαν έναν εννοιολογικό χάρτη, φαίνεται στην Εικόνα 10, ανακεφαλαιώνοντας τις προηγούμενες δραστηριότητες και εισάγοντας μια νέα έννοια, με τη βοήθεια του ερευνητή. Στη συνέχεια ο ερευνητής εισήγαγε την έννοια της ταχύτητας με τους όρους «γρήγορος» και «αργός». Ο ερευνητής υπογράμμισε ότι σύμφωνα με τους ερευνητές η έννοια της ταχύτητας είναι το πόσο γρήγορα κινείται ένα αντικείμενο. Αν κάτι είναι πιο γρήγορο, τότε η ταχύτητά του είναι μεγαλύτερη.

Τότε, υλοποιήθηκε δύο επιστημονικά πειράματα από τα παιδιά με τη βοήθεια του Sphero SPRK, αξιοποιώντας τη «νέα γνώση» σχετικά με τη ταχύτητα. Το Sphero παρουσιάστηκε στα παιδιά ως το εργαλείο που χρησιμοποιούν οι επιστήμονες για να μετράνε την ταχύτητα. Τα παιδιά προγραμματίσαν την ταχύτητα του Sphero με τη βοήθεια μιας ταμπλέτας μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον του, το Lightning Lab, το οποίο είχε τροποποιηθεί κατάλληλα από τον ερευνητή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 11. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε μια προσαρμοσμένη κλίμακα της ταχύτητας, ένα μοντέλο που απεικονίζει διάφορα ζώα προκειμένου να βοηθήσει τα παιδιά να κατανοήσουν την ταχύτητα μέσα από μια νέα αναπαράσταση. Τα παιδιά αναγνώρισαν την 5-βαθμιαίας κλίμακας αναπαράσταση η οποία χρησιμοποιούσε το 1 για τη χαμηλότερη και το 5 για την υψηλότερη ταχύτητα. Ζώα όπως και αριθμοί χρησιμοποιήθηκαν από τους ερευνητές για να γίνει ευκολότερο για τα παιδιά να κατανοήσουν τη διαβάθμιση της ταχύτητας.



Εικόνα 10. Ο εννοιολογικό Χάρτης

Τα παιδιά οργάνωσαν και υλοποίησαν δύο σημαντικά πειράματα: α) το Sphero διένυε ίσες αποστάσεις με διαφορετικές ταχύτητες, και β) το Sphero διένυε διαφορετικές αποστάσεις σε ίδιο χρονικό διάστημα. Στη μεν πρώτη περίπτωση τα παιδιά μετρούσαν χρόνο-παλαμάκια με τη βοήθεια του χρονομέτρου, ενώ στη δεύτερη περίπτωση, στο σημείο όπου σταματούσε το Sphero τοποθετούσαν την εικόνα του ζώου (με την ταχύτητα του οποίου έτρεχε το Sphero) και μετρούσαν την απόσταση που διένυσε με χρήση της πλαστικής ράβδου, προκειμένου να αναγνωρίσουν και να αιτιολογήσουν πότε το Sphero είναι γρήγορο και γιατί (Εικόνα 11). Στο τέλος αυτής της δραστηριότητας, τα παιδιά με τη βοήθεια του ερευνητή προσπάθησαν να βγάλουν συμπεράσματα για την ταχύτητα και ζωγράρισαν μία αφίσα για έναν μελλοντικό αγώνα ανάμεσα σε δύο Sphero που φαίνεται στην Εικόνα 12.



Εικόνα 11. Η ταμπλέτα και το διαμορφωμένο προγραμματιστικό περιβάλλον και τα πειράματα που υλοποιήθηκαν



Εικόνα 12. Αφίσα αγώνα Sphero

Φάση E

Στη φάση αυτή συμμετείχαν 15 παιδιά (ίδια με τη προηγούμενη φάση). Η φάση αυτή δεν ήταν προγραμματισμένη. Προτάθηκε στην προηγούμενη δραστηριότητα από τα ίδια τα παιδιά ένας αγώνας ανάμεσα σε δύο Sphero. Τα παιδιά, εφόσον ήταν δυνατή αυτή η δραστηριότητα και υπήρχαν διαθέσιμα δύο Sphero, με τη βοήθεια του ερευνητή οργάνωσαν τον αγώνα με κοινή αφετηρία και κοινό τέλος. Η παρούσα φάση στόχευσε στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος και της συμμετοχής των παιδιών. Ο ερευνητής προκειμένου να αυξήσει το ενδιαφέρον, έθετε διάφορα ερωτήματα-προβλήματα όπως «Τι θα γίνει αν ο Σφαίρας (Sphero 1) έχει ταχύτητα «1» ή ταχύτητα «Σαλιγκαριού» και η Μπαλίτσα (Sphero 2) έχει ταχύτητα «3» ή ταχύτητα «Λαγού»;». Τα παιδιά ψήφιζαν κάθε φορά και δοκίμαζαν τις ιδέες τους μέσω του αγώνα. Σε αυτή τη φάση δινόταν από τον ερευνητή σε κάθε παιδί η ευκαιρία να επιλέξει τη ταχύτητα του Sphero καθώς ο αγώνας γινόταν σε δυάδες, δηλαδή 2 παιδιά χειρίζονταν 2 Sphero (χρησιμοποιήθηκαν δύο φορητές συσκευές), όπως φαίνεται στην εικόνα 13. Στη συνέχεια, μέσα από ψηφοφορία επέλεξαν τον πιθανό νικητή, δοκίμαζαν την επιλογή τους, και στο τέλος, κατέληγαν στο ποιο Sphero είναι το πιο γρήγορο και γιατί.



Εικόνα 13. Ο αγώνας ανάμεσα στα 2 Sphero

Φάση ΣΤ

Στην έκτη, και τελευταία, φάση πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις (όπως φαίνεται στο Παράρτημα- Ημιδομημένη Συνέντευξη 2) από τον ερευνητή μετά το τέλος των δραστηριοτήτων, σε 8 παιδιά. Τα παιδιά ρωτήθηκαν για την «ταχύτητα», το «γρήγορος», το «αργός», και κλήθηκαν να λύσουν κάποια προβλήματα βασισμένα στη ταχύτητα, την απόσταση και τον χρόνο. Επίσης τους ζητήθηκε να ζωγραφίσουν πάνω σε ένα αντίγραφο του περιβάλλοντος προγραμματισμού της ταχύτητας του Sphero (Εικόνα 14) κάτι αργό και κάτι γρήγορο.

3.4. Μεθοδολογία

3.4.1. Ερευνητικά Εργαλεία

Κατά τη διάρκεια της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής ερευνητικά εργαλεία:

A' Φάση

Στη πρώτη φάση, χρησιμοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις, πριν την διδακτική παρέμβαση, για τη διερεύνηση των αρχικών ιδεών των παιδιών σχετικά με τις εξής έννοιες: α) γρήγορος, β) αργός, γ) χρόνος, δ) απόσταση, και ε) ταχύτητα.

Οι συνεντεύξεις καταγράφηκαν από τον ερευνητή. Οι συνεντεύξεις δίνουν τη δυνατότητα στα ερευνητικά υποκείμενα να εκφράσουν τις απόψεις τους γι' αυτό που έζησαν και να εκθέσουν την προσωπική τους εμπειρία. Επιπλέον, μέσω των συνεντεύξεων ο ερευνητής έχει τη δυνατότητα να κατανοήσει τις τυχόν διαφορετικές αντιλήψεις και να εμβαθύνει μέσα στις εμπειρίες, τις αξίες, τις συμπεριφορές και τα συναισθήματα των υποκειμένων. Οι συνεντεύξεις μπορούν να χωριστούν σε κάποιες βασικές κατηγορίες, τις δομημένες συνεντεύξεις, τις ημιδομημένες συνεντεύξεις, τις μη δομημένες συνεντεύξεις, τις ομαδικές συνεντεύξεις κ.α. . Επίσης, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις εξασφαλίζουν ένα άμεσο και εμπιστευτικό κλίμα ανάμεσα στον ερευνητή και τα παιδιά. Στις ημιδομημένες συνεντεύξεις υπάρχουν κάποιες καθορισμένες ερωτήσεις αλλά ο ερευνητής έχει περισσότερη ευελιξία να μελετήσει σε βάθος τις πεποιθήσεις και τις απόψεις των συμμετεχόντων. Επίσης, μπορεί να στηριχτεί σε μία απάντηση και να θέσει την επόμενη ερώτηση, μέσα από τη διατύπωση υποβοηθητικών ερωτήσεων που στοχεύουν στον εμπλουτισμό της συζήτησης (May, 2003; Cohen et al., 2007). Γενικά οι ημιδομημένες συνεντεύξεις χαρακτηρίζονται από ένα σύνολο προκαθορισμένων ερωτήσεων. Ωστόσο, παρουσιάζουν πολύ περισσότερη ευελιξία ως προς την σειρά των ερωτήσεων, την τροποποίηση του περιεχομένου των ερωτήσεων ανάλογα με το συνεντευξιζόμενο, και την προσθαφαίρεση ερωτήσεων και θεμάτων για συζήτηση (Robson, 2002). Επιλέχθηκαν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις για να υπάρχει σαφής αξιολόγηση και ανατροφοδότηση από κάθε παιδί, χωρίς να επηρεάζει το ένα το άλλο.

B' Φάση

Στη δεύτερη φάση, τα παιδιά αφού ήρθαν σε επαφή με μια προβληματική κατάσταση και κλήθηκαν να τη λύσουν. Έτσι, διοργάνωσαν έναν αγώνα με αφετηρία και

τερματισμό, την οποία διένυσαν ατομικά και κατέγραψαν τον χρόνο τους με τη βοήθεια ενός χρονομέτρου. Χρησιμοποιήθηκε ένα πίνακας δεδομένων «Απόσταση – Χρόνος» (Εικόνα 8) όπου ο ερευνητής με τη βοήθεια των παιδιών συμπλήρωσε τα δεδομένα (χρόνο) κάθε παιδιού από τον αγώνα, στον οποίο διένυαν ίδια απόσταση. Ο πίνακας μετά την καταγραφή των δεδομένων όλων των παιδιών χρησιμοποιήθηκε από τα παιδιά για να γίνουν συγκρίσεις ανάμεσα στα δεδομένα που συλλέχθηκαν.

Γ' Φάση

Στη τρίτη φάση, τα παιδιά αντιμετώπισαν εκ νέου μια προβληματική κατάσταση και κλήθηκαν να την λύσουν. Διοργάνωσαν αγώνες, σε δυάδες, όπου διένυαν σε ίδιο χρόνο διαφορετικές αποστάσεις, έχοντας κοινή αφετηρία. Στον αγώνα αυτό, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, καταγράφηκαν σε πλαστικά ποτήρια που χρησιμοποίησαν τα παιδιά για να «μαρκάρουν» το σημείο στο οποίο έφτασαν. Ειδικότερα, αφού τα παιδιά μέτρησαν, με τη βοήθεια ενός οργάνου μέτρησης, την απόστασή τους, ο ερευνητής την κατέγραψε στα πλαστικά ποτήρια. Στη συνέχεια, τα παιδιά σύγκριναν αποστάσεις ανάμεσα σε δύο ποτήρια κάθε φορά.

Στις δύο παραπάνω φάσεις, επίσης, χρησιμοποιήθηκαν φύλλα εργασίας όπου συμπληρώθηκαν ατομικά από τα παιδιά με τη βοήθεια του ερευνητή, στο τέλος κάθε δραστηριότητας. Τα φύλλα εργασίας εξέταζαν: α) ποιος είναι γρήγορος και ποιος αργός σε έναν αγώνα με ίδιες αποστάσεις και διαφορετικό χρόνο, και β) ποιος είναι γρήγορος και ποιος είναι αργός σε έναν αγώνα με ίδιο χρόνο και διαφορετικές αποστάσεις.

Δ' και Ε' Φάση

Στην τέταρτη φάση, τα παιδιά κλήθηκαν να ανακεφαλαιώσουν την νέα γνώση δημιουργώντας έναν χάρτη εννοιών – ιστόγραμμα στην ολομέλεια (Εικόνα 10), πριν γίνει η εισαγωγή του Sphero στη δραστηριότητα. Τα παιδιά εξέφρασαν τις ιδέες τους και με τη βοήθεια του ερευνητή δημιούργησαν τον χάρτη εννοιών και εισήχθη η έννοια της ταχύτητας. Στη συνέχεια, τα παιδιά προγραμμάτισαν την ταχύτητα του Sphero και υλοποίησαν μια σειρά από πειράματα με τη βοήθειά του ερευνητή. Με το τέλος των πειραμάτων, τα παιδιά κλήθηκαν, πάλι στην ολομέλεια, να δημιουργήσουν μία αφίσα σχετικά με τη δραστηριότητα που συμμετείχαν. Στη επόμενη φάση πραγματοποιήθηκε αγώνας ανάμεσα σε δύο Sphero.

Η επιλογή του χάρτη εννοιών έγινε για να διευκολυνθούν τα παιδιά και να συμμετέχουν στη συζήτηση ως μέλη μια ομάδας, να εκφράσουν και να ανταλλάξουν

ιδέες και να τις διαπραγματεύονται. Επίσης, η άμεση καταγραφή και παρουσίαση όλων των ιδεών των παιδιών μέσα από τον εννοιολογικό χάρτη, από τα ίδια τα παιδιά με τη βοήθεια του ερευνητή, διευκόλυνε την διερευνητική συζήτηση και τη διαπραγμάτευση της «νέας γνώσης».

ΣΤ' Φάση

Στην έκτη φάση, με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις (Παράρτημα – Ημιδομημένη συνέντευξη 2) στις οποίες τα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήματα που: α) αφορούσαν τις έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν στις συνεντεύξεις πριν την διδακτική παρέμβαση, και β) αφορούσαν το μοντέλο – αναπαράσταση των ζώων για την προσέγγιση της έννοιας της ταχύτητας. Επίσης, στις συνεντεύξεις μετά την παρέμβαση, τα παιδιά κλήθηκαν να αναπαραστήσουν πάνω στο περιβάλλον προγραμματισμού της ταχύτητας του Sphero κάτι «γρήγορο, με μεγάλη ταχύτητα» και κάτι «αργό με μικρή ταχύτητα».

Επίσης, κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της παρατήρησης. Παρατήρηση ονομάζεται η σκόπιμη επιλεκτική μορφή της αντίληψης, η οποία στρέφεται προς συγκεκριμένα δεδομένα παραβλέποντας κάποια άλλα. Συγκριτικά με τη συνηθισμένη αντίληψη, η παρατήρηση είναι προγραμματισμένη και επιλεκτική, χαρακτηρίζεται από μια στάση αναζήτησης και είναι προσανατολισμένη στη δυνατότητα αξιοποίησης των παρατηρούμενων. Οι ποικίλες τεχνικές παρατήρησης μπορεί να διευκολύνουν τη συλλογή δεδομένων, ωστόσο, αντικείμενο της έρευνας δράσης δεν παύει να είναι το άτομο και η θέση του στη μαθησιακή – διδακτική διαδικασία. Το κυριότερο μειονέκτημα στην άμεση παρατήρηση είναι πως πολλά γεγονότα μπορεί να περάσουν απαρατήρητα, εφόσον ο ερευνητής εκτός από παρατηρητή αποτελεί και μέρος της κατάστασης που ερευνά (Cohen & Manion, 1997).

Τέλος, για τη συλλογή και καταγραφή δεδομένων προς ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν φωτογραφίες, αποσπασματικές βιντεοσκοπήσεις και οι συστηματικές σημειώσεις στο ημερολόγιο του ερευνητή μετά από κάθε δραστηριότητα.

3.4.2. Ερευνητικά ερωτήματα

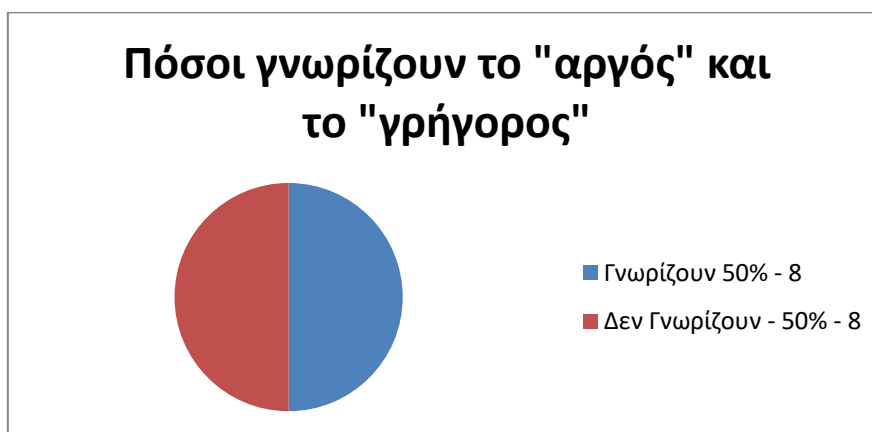
Η παρούσα διπλωματική εργασία καλείται να απαντήσει στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

- Γνωρίζουν τα παιδιά τι είναι η ταχύτητα;
- Μπορούν τα παιδιά να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας με βιωματικές δραστηριότητες – αγώνες στίβου χρησιμοποιώντας τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης; Μπορούν να λύσουν παρόμοια προβλήματα: α) μπορούν τα παιδιά να αποφασίσουν ποιος είναι ο πιο γρήγορος συμμετέχοντας σε έναν αγώνα με προκαθορισμένη απόσταση;, β) μπορούν τα παιδιά να αποφασίσουν ποιος είναι ο πιο γρήγορος σε έναν αγώνα με προκαθορισμένο το χρόνο;
- Βοήθησε η αλληλεπίδραση των παιδιών με τη ρομποτική συσκευή Sphero και το μοντέλο - αναπαράσταση των ζώων, σε συνδυασμό με την ιστορία, να καταλάβουν ποιος είναι «γρήγορος»;
- Συνδέουν τα παιδιά την ταχύτητα ενός σώματος (γρήγορος-αργός) με την έννοια της ταχύτητας;
- Προσέγγισαν τα παιδιά την έννοια της ταχύτητας;

3.5. Αποτελέσματα

3.5.1. Ερευνητικά δεδομένα

Στις ημιδομημένες συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν πριν από την διδακτική παρέμβαση έγινε μια προσπάθεια διερεύνησης των ιδεών των παιδιών όσον αφορά το «γρήγορος», το «αργός», έννοιες του χρόνου, της απόστασης, και της ταχύτητας. Ειδικότερα, φάνηκε ότι τα μισά παιδιά (8/16) γνώριζαν τι σημαίνει το «αργός» και το «γρήγορος», δίνοντας μάλιστα παραδείγματα όπως τη χελώνα, το περπάτημα, ή το να χάνεις για το «αργός», και τα αυτοκίνητα, το τρέξιμο, το να νικάς ή να φτάνεις πρώτος κάπου για το «γρήγορος». Αντίστοιχα οι υπόλοιποι (8/16) δεν μπορούσαν να εξηγήσουν τι σημαίνουν το «αργός» και το «γρήγορος», όπως φαίνεται στο Γράφημα 3.



Γράφημα 3. Οι ιδέες των παιδιών για το αργός και το γρήγορος

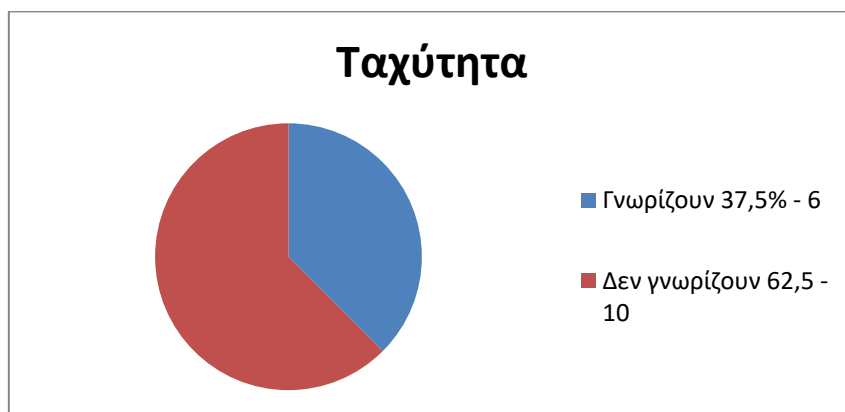
Επιπλέον, η πλειοψηφία των παιδιών (13/16) δεν μπορούσε να προσδιορίσει τον χρόνο, όπως φαίνεται στο γράφημα 4, ενώ μόλις ελάχιστα (3/16) παιδιά έδωσαν παραδείγματα όπως «ο χρόνος όταν θα περάσει η βροχή», «το βάζεις στο ψυγείο και βλέπεις τι ώρα είναι», και «ο χρόνος είναι να περιμένεις».



Γράφημα 4. Πόσα παιδιά γνωρίζουν τι είναι ο χρόνος

Όσον αφορά την απόσταση, κανένα παιδί (16/16) δεν γνώριζε τι σημαίνει και δεν ήταν σε θέση να δώσει ένα παράδειγμα.

Επίσης, αρκετά παιδιά δεν γνώριζαν τι σημαίνει η ταχύτητα (10/16), όπως φαίνεται στο Γράφημα 5. Ωστόσο, ένα σημαντικό πλήθος παιδιών (6/16) μπορούσαν να εκφράσουν τι σημαίνει η ταχύτητα δίνοντας παραδείγματα όπως «τρέχει πιο γρήγορα από όλους», «οδηγάς πιο γρήγορα το αυτοκίνητο», «ότι τρέχει πολύ γρήγορα το αυτοκίνητο», «το γρήγορο», «όταν τρέχεις πολύ γρήγορα» κ.α.



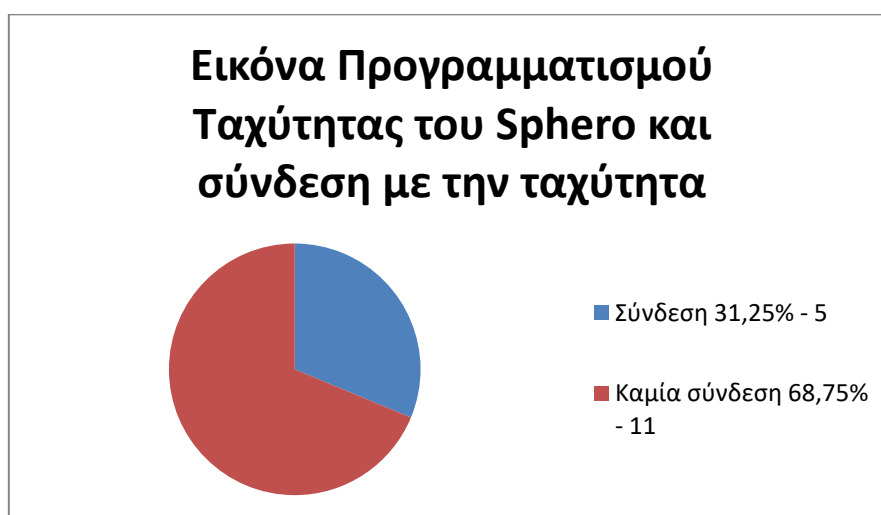
Γράφημα 5. Πόσα παιδιά γνώριζαν την ταχύτητα

Επίσης, όταν τους παρουσιάστηκε μια εικόνα με το περιβάλλον του προγραμματισμού της ταχύτητας του Sphero, όπως φαίνεται στην Εικόνα 14, και τους ζητήθηκε να φανταστούν τι μπορεί να είναι αυτό, η πλειοψηφία (11/16) δεν έκανε σύνδεση της εικόνας με τη ταχύτητα. Αντίθετα, 5/16 παιδιά συνέδεσαν την εικόνα με την ταχύτητα, όπως φαίνεται στο Γράφημα 6. Ειδικότερα, ένα παιδί έδειξε το πάνω μέρος της εικόνας και είπε «αυτό τρέχει γρήγορα», ενώ δείχνοντας το κάτω μέρος είπε «αυτό είναι αργό», ενώ ένα άλλο παιδί είπε «η ταχύτητα, η μπάλα πάνω πιο γρήγορη... η πάνω μπάλα γιατί είναι πιο μεγάλη», ένα άλλο «τρέχουμε πολύ»

δείχνοντας το πάνω μέρος και «τρέχουμε λίγο» δείχνοντας το κάτω, και «θα μπορούσε να κάνει γρήγορα ή αργά».



Εικόνα 14. Προγραμματισμός της ταχύτητας του Sphero



Γράφημα 6. Σύνδεση της εικόνας και της ταχύτητας

Στη πρώτη δραστηριότητα (Φάση Β) της διδακτικής παρέμβασης τα παιδιά έδειξαν να δυσκολεύονται κατά την υλοποίησή της. Η ιστορία με τα ζώα τους κίνησε το ενδιαφέρον και όλα συμμετείχαν στην συζήτηση που έγινε στην ολομέλεια για βρούνε τη λύση. Ωστόσο, αντιμετώπισαν δυσκολία στο να εστιάσουν την προσοχή τους στη λύση του προβλήματος. Έτσι, ο ερευνητής με κατάλληλα ερωτήματα προσπάθησε να κατευθύνει την συζήτηση προς την λύση του προβλήματος που τέθηκε στα παιδιά. Ο μεγάλος αριθμός των παιδιών (19), επίσης, δυσκόλεψε την

υλοποίηση της λύσης, καθώς ο χώρος στον οποίο πραγματοποιήθηκε ήταν το εσωτερικό της τάξης.

Αρχικά, φάνηκε ότι πίστευαν (πριν την υλοποίηση του αγώνα) ότι όποιος έχει πραγματοποιεί μεγαλύτερο χρόνο αυτός είναι και ο πιο γρήγορος. Τα παιδιά δεν είχαν δουλέψει τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης ξανά, και ο χρόνος ήταν περιορισμένος για να γίνει από την αρχή η εισαγωγή αυτών των εννοιών. Ο ερευνητής καθώς εισήγαγε το χρονόμετρο, έδωσε μια συνοπτική εικόνα του χρόνου και τα παιδιά συμφώνησαν, μετά από συζήτηση, να το χρησιμοποιήσουν χτυπώντας παράλληλα παλαμάκια για να μετρήσουν τον χρόνο που έκανε κάθε παιδί για να τερματίσει τον αγώνα.

Μετά το τέλος του αγώνα, τα παιδιά δυσκολεύτηκαν να διαβάσουν τον πίνακα με τα δεδομένα που συνέλλεξαν, καθώς ήταν μεγάλο το πλήθος των δεδομένων. Έτσι, ο ερευνητής καθοδήγησε αρχικά ομαδικά και στη συνέχεια ατομικά τα παιδιά να διαβάσουν και να ερμηνεύσουν τον πίνακα. Φάνηκε πως αρκετά παιδιά κατανόησαν πως ο χρόνος όταν είναι μικρός τότε είσαι και πιο γρήγορος. Όμως υπήρξε σύγχυση ανάμεσα στα παιδιά, κυρίως στα προνήπια για αυτό το συμπέρασμα.

Στη συνέχεια τα παιδιά κλήθηκαν να ζωγραφίσουν κάτι γρήγορο ή να ζωγραφίσουν-δείξουν πώς κάτι είναι γρήγορο. Κάποια παιδιά σχεδίασαν αφετηρία και τερματισμό (κοινή απόσταση) και ανέφεραν κατά την περιγραφή τους τις λέξεις γρήγορος κ.α. Η πλειοψηφία των παιδιών (14/19) ζωγράφισε ζώα που συμμετείχαν σε αγώνες με τερματισμό, γρήγορα ζώα, ή τον χρόνο, όπως φαίνεται στην Εικόνα 15. Μόλις 5/19 δεν ζωγράφισαν κάτι γρήγορο ή αργό ή σχετικό με το θέμα που τους ζητήθηκε.

Τέλος, με τη βοήθεια του ερευνητή τα παιδιά συμπλήρωσαν το Φύλλο Εργασίας 1 που βρίσκεται το Παράρτημα. Σε αυτό το φύλλο εργασίας εξετάστηκε αν τα παιδιά μπορούν να επιλέξουν ποιος είναι πιο γρήγορος ή πιο αργός ανάμεσα σε δύο άτομα, αν γνωρίζουν ότι η απόσταση που διανύουν είναι η ίδια αλλά αλλάζει ο χρόνος που έκανε ο καθένας. Από αυτό το φύλλο εργασίας, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 7, βρέθηκε ότι: α) 4/19 παιδιά μπόρεσαν να λύσουν το πρόβλημα όπου ζητούσε να επιλέξουν τον πιο γρήγορο ανάμεσα σε δύο, β) 4/19 παιδιά μπόρεσαν να λύσουν το πρόβλημα όπου ζητούσε να επιλέξουν τον πιο αργό ανάμεσα σε δύο, γ) 5/19 παιδιά απάντησαν σωστά και στα δύο, και δ) 6/19 δεν απάντησαν σωστά σε κανένα πρόβλημα.



Εικόνα 15. Ενδεικτικές ζωγραφιές των παιδιών



Γράφημα 7. Απαντήσεις 19 παιδιών στο Φύλλο Εργασίας 1

Στην δεύτερη βιωματική δραστηριότητα (Φάση Γ) της διδακτικής παρέμβασης φάνηκε πως τα περισσότερα παιδιά (13/17) κατανόησαν πως όταν στον ίδιο χρόνο κάποιος διανύσει μεγαλύτερη απόσταση, τότε είναι και πιο γρήγορος. Μόλις ελάχιστα (4/17) παιδιά, τα οποία ήταν προνήπια, φάνηκε να μην το κατανοούν πλήρως.

Σε αυτή τη δραστηριότητα δεν χρησιμοποιήθηκε πίνακας καταγραφής δεδομένων, δεδομένου της δυσκολίας που αντιμετώπισαν τα παιδιά στη προηγούμενη δραστηριότητα. Προτιμήθηκε η καταγραφή της απόστασης του κάθε παιδιού να γίνεται σε ένα πλαστικό ποτήρι. Με αυτό τον τρόπο ο ερευνητής είχε την ευκαιρία να εμφανίζει δύο (2) κάθε φορά δεδομένα προς σύγκριση αποφεύγοντας τον μεγάλο όγκο των δεδομένων. Αυτό φάνηκε να βοήθησε τα παιδιά στην κατανόηση της δραστηριότητας, όπως και με την ενίσχυση του ενδιαφέροντός τους.

Για τον αγώνα επιλέχτηκε αρχικά ο χρόνος, από τα παιδιά σε συμφωνία με τον ερευνητή, ο οποίος ορίστηκε στα 2 παλαμάκια καθώς η δραστηριότητα υλοποιήθηκε μέσα στον περιορισμένο χώρο του νηπιαγωγείου. Τα παιδιά ενώ έτρεχαν σε δυάδες, μετρούσαν ατομικά το κάθε ένα την απόσταση που διένυσε με τη βοήθεια μιας πλαστικής βέργας.

Η 2^η δραστηριότητα φάνηκε να είναι ευκολότερη για τα παιδιά, αν και δεν είχαν συγκρίνει ξανά αριθμούς, ούτε είχαν συμμετέχει σε ασκήσεις μέτρησης απόστασης ξανά, πέρα από την προηγούμενη δραστηριότητα. Ο ερευνητής σε όλη τη διάρκεια της δραστηριότητας προσπάθησε να βοηθήσει τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο τα παιδιά καθώς ήταν κάτι πρωτόγνωρο για αυτά. Επίσης, τα περισσότερα παιδιά μέτρησαν την απόσταση με σημαντική βοήθεια από τον ερευνητή (9/17), 4/17 χρειάστηκαν σημαντικά περισσότερη βοήθεια για να μετρήσουν, ενώ 4/17 μπορούσαν να μετρήσουν μόνα τους, όπως φαίνεται στο Γράφημα 8.



Γράφημα 8. Μέτρηση με τη χρήση οργάνου μέτρησης της απόστασης

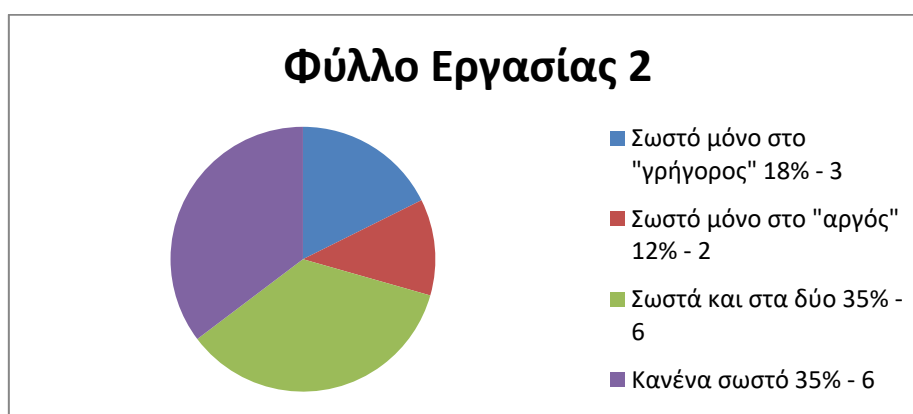
Σε συνέχεια της δεύτερης δραστηριότητας, τα παιδιά κλήθηκαν εκ νέου να ζωγραφίσουν κάτι γρήγορο ή να ζωγραφίσουν-δείξουν πώς κάτι είναι γρήγορο. Η πλειοψηφία των παιδιών (11/17) ζωγράφιζε ζώα που συμμετείχαν σε αγώνες με τερματισμό, γρήγορα ζώα, ή ανθρωπάκια που τρέχουν και σταματάνε και έχουν πλαστικά ποτήρια στα πόδια τους. Ενώ 6/17 δεν ζωγράφισαν κάτι γρήγορο ή αργό ή σχετικό με το θέμα που τους ζητήθηκε. Στην Εικόνα 16 παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές ζωγραφιές των παιδιών.

Στο τέλος αυτής της δραστηριότητας, τα παιδιά ατομικά, με τη βοήθεια του ερευνητή, συμπλήρωσαν το Φύλλο Εργασίας 2 που βρίσκεται στο Παράρτημα. Αυτό το φύλλο εξέτασε αν τα παιδιά μπορούν να βρουν ποιος είναι γρήγορος και ποιος είναι αργός ανάμεσα σε 2 άτομα, όταν στο ίδιο χρονικό διάστημα διανύουν διαφορετικές αποστάσεις. Από αυτό το Φύλλο Εργασίας, που φαίνεται και στο Γράφημα 9, βρέθηκε ότι: α) 3/17 παιδιά μπόρεσαν να λύσουν το πρόβλημα όπου ζητούσε να επιλέξουν τον πιο γρήγορο ανάμεσα σε δύο, β) 2/17 παιδιά μπόρεσαν να λύσουν το πρόβλημα όπου ζητούσε να επιλέξουν τον πιο αργό ανάμεσα σε δύο, γ)

6/17 παιδιά απάντησαν σωστά και στα δύο, και 6/17 δεν απάντησαν σωστά σε κανένα πρόβλημα.



Εικόνα 16. Ενδεικτικές ζωγραφιές των παιδιών



Γράφημα 9. Απαντήσεις 17 παιδιών στο Φύλλο Εργασίας 2

Στη τρίτη δραστηριότητα (Φάση Δ) τα παιδιά κλήθηκαν να κάνουν μια ανακεφαλαίωση των προηγούμενων δραστηριοτήτων και με τη βοήθεια του ερευνητή δημιούργησαν έναν χάρτη εννοιών που φαίνεται στην Εικόνα 10. Στην δραστηριότητα αυτή συμμετείχαν 15 παιδιά, 12 που συμμετείχαν και στις προηγούμενες δραστηριότητες και 3 που συμμετέχουν στην διδακτική παρέμβαση για πρώτη φορά.

Όταν ο ερευνητής παρουσίασε το Sphero τα παιδιά εντυπωσιάστηκαν και αυξήθηκε το ενδιαφέρον τους. Υλοποίησαν σε δύο πειράματα τις προηγούμενες βιωματικές δραστηριότητες και δημιούργησαν δύο (2) φύλλα παρατήρησης, ένα για κάθε πείραμα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 17. Όλα τα παιδιά, ακόμα και τα καινούρια που δεν είχαν παρακολουθήσει τις προηγούμενες δραστηριότητες, ήταν σε θέση να εκφράσουν το ποιος ήταν πιο γρήγορος αν ήταν γνωστή η ταχύτητά του. Το Sphero προσέλκυσε το ενδιαφέρον και την προσοχή των παιδιών και φάνηκε ότι η αναπαράσταση των ζώων πάνω στην κλίμακα της ταχύτητας βοήθησε τα παιδιά να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας. Τέλος, δημιούργησαν μια αφίσα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 12.

Η τέταρτη, και τελευταία, δραστηριότητα υλοποιήθηκε από τα παιδιά κατόπιν «απαίτησής τους» να διοργανώσουν έναν αγώνα ανάμεσα σε 2 Sphero. Διεξαγόταν ψηφοφορία και πρόβλεψη πριν τον αγώνα, ενώ τα παιδιά κλήθηκαν να εξηγήσουν την άποψή τους τόσο πριν όσο και μετά τον αγώνα ώστε να δουν την εξέλιξή του. Τέλος, φάνηκε πως όλα τα παιδιά ήταν σε θέση να προβλέψουν σωστά την εξέλιξη του αγώνα όταν γνώριζαν την ταχύτητα του κάθε Sphero. Η αναπαράσταση των ζώων τοποθετήθηκε σε κεντρική θέση για να μπορούν να τη βλέπουν και να την χρησιμοποιούν όλα τα παιδιά.



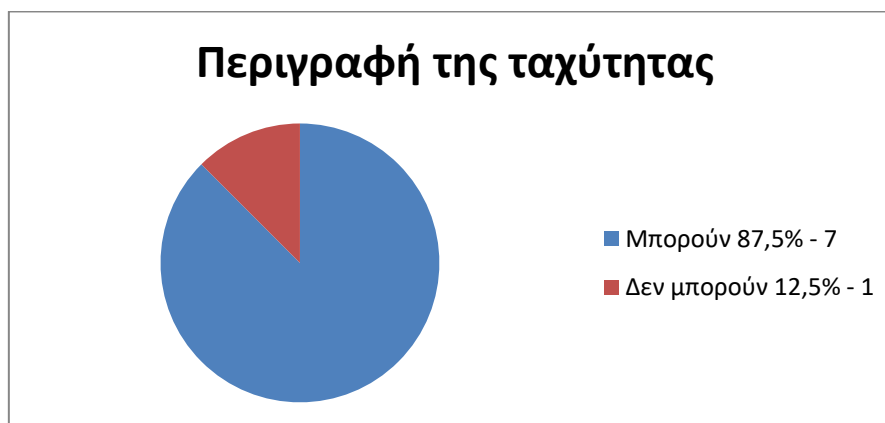
Εικόνα 17. Φύλλο καταγραφής χρόνου (πάνω) και Φύλλο καταγραφής απόστασης (κάτω)

Τέλος, μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης υλοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις από τον ερευνητή με 8 παιδιά, η δομή της οποίας φαίνεται στο Παράρτημα – Ημιδομημένη Συνέντευξη 2. Λόγοι ανωτέρας βίας δεν επέτρεψαν την υλοποίησή τους με όλα τα παιδιά που συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση.

Οι ημιδομημένες αυτές συνεντεύξεις έδειξαν ότι 7/8 παιδιά μπορούσαν να περιγράψουν την ταχύτητα ως γρήγορο τρέξιμο, ή ως κάτι γρήγορο όπως το αυτοκίνητο, ενώ μόλις 1/8 παιδιά δεν μπόρεσε να περιγράψει την ταχύτητα ή να δώσει ένα παράδειγμα, όπως φαίνεται στο γράφημα 10.

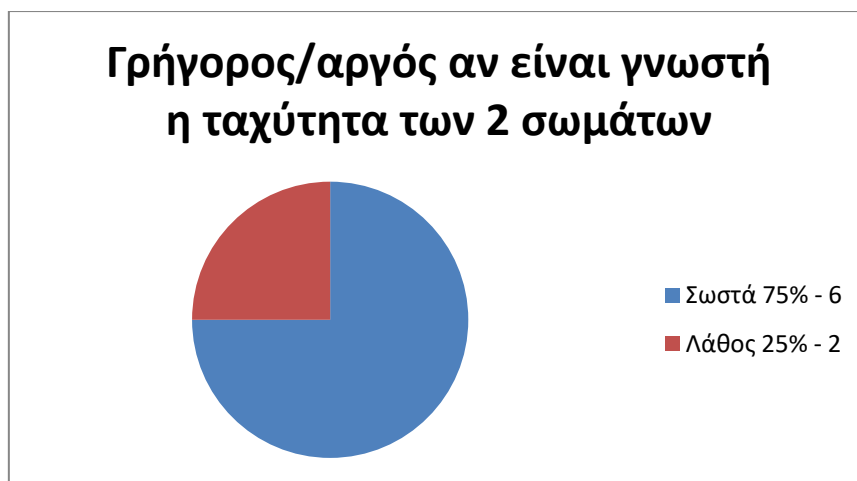
Επίσης, φάνηκε ότι 5/8 παιδιά δεν μπορούσαν να ερμηνεύσουν την εικόνα του περιβάλλοντος προγραμματισμού της ταχύτητας του Sphero, όπως φαίνεται στην Εικόνα 14, ενώ 3/8 παιδιά συνέδεσαν την εικόνα αυτή με την αναπαράσταση των ζώων. Αντίθετα, 7/8 παιδιά που ήρθαν σε επαφή με την αναπαράσταση των ζώων αναγνώρισαν και εξήγησαν την εικόνα με μεγάλη ευκολία.

Επιπλέον, όλα τα παιδιά μπορούσαν να περιγράψουν πότε κάποιος είναι γρήγορος ή αργός, δίνοντας μάλιστα παραδείγματα όπως ο αετός, το τρέξιμο, το περπάτημα και η χελώνα ή το σαλιγκάρι αντίστοιχα. Μάλιστα 2/8 παιδιά απάντησαν πως κάποιος είναι γρήγορος «οτιδήποτε... όταν έχει μεγάλη ταχύτητα» και «γρήγορος... μεγάλη ταχύτητα», ενώ πως κάποιος είναι αργός «όταν έχει μικρή ταχύτητα» και «αργός... μικρή ταχύτητα».



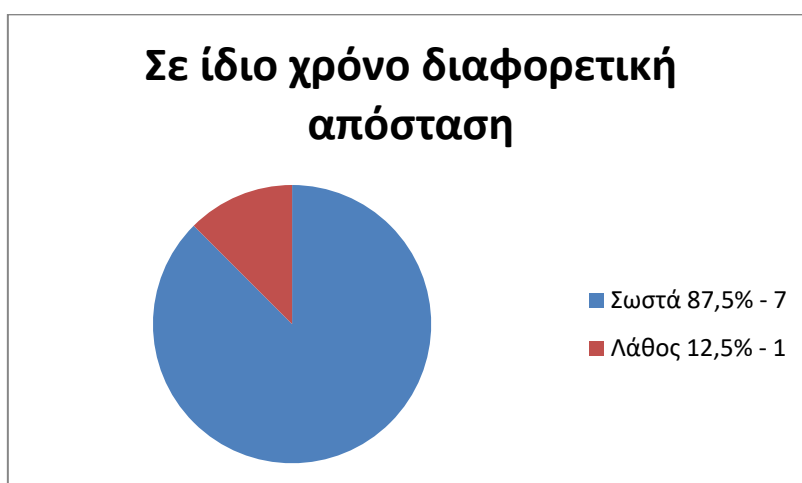
Γράφημα 10. Μπορούν τα παιδιά να περιγράψουν την ταχύτητα;

Στη σύγκριση δύο σωμάτων για το ποιο είναι το πιο γρήγορο και ποιο το πιο αργό αν ξέρουμε την ταχύτητά τους, 6/8 παιδιά απάντησαν σωστά, ενώ 2/8 λάθος, όπως φαίνεται στο Γράφημα 11.



Γράφημα 11. Σύγκριση ταχύτητας 2 σωμάτων - Γρήγορος/αργός

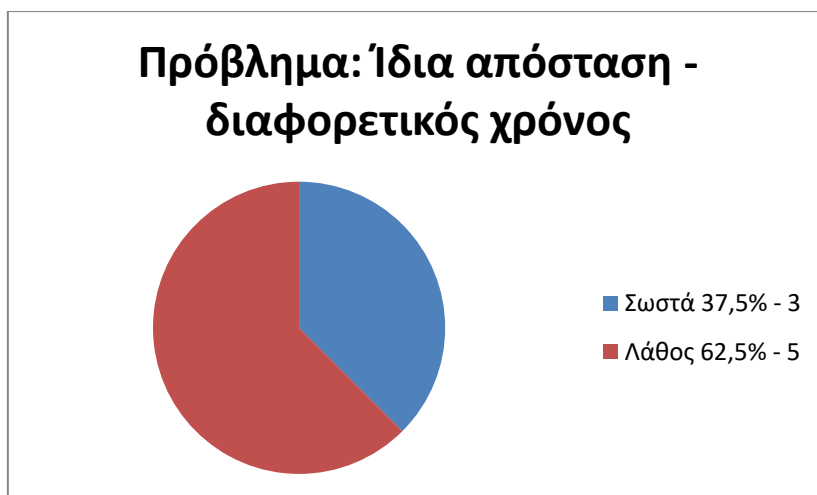
Στο ερώτημα σύγκρισης 2 σωμάτων για το ποιο είναι πιο γρήγορο και ποιο πιο αργό όταν γνωρίζουμε ότι σε ίδιο χρόνο διένυσαν διαφορετική απόσταση, 7/8 παιδιά μπορούσαν με άνεση να λύσουν αυτό το πρόβλημα, ενώ μόλις 1/8 δεν μπόρεσε να δώσει σωστή απάντηση, όπως φαίνεται στο Γράφημα 12.



Γράφημα 12. Σύγκριση 2 σωμάτων που διανύουν διαφορετική απόσταση σε ίδιο χρόνο

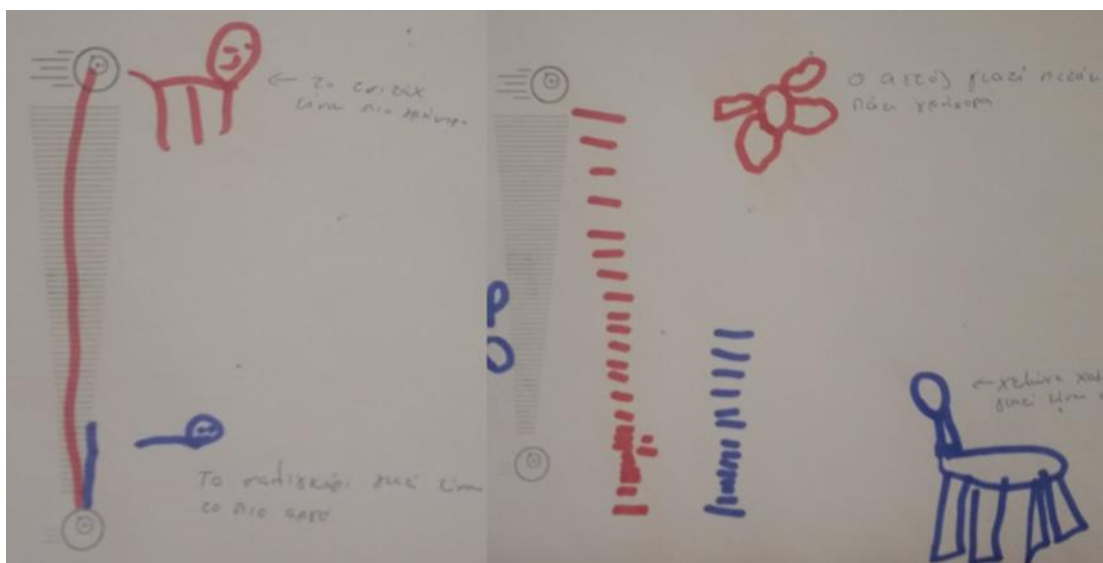
Στο επόμενο ερώτημα «αν κάποιος έχει ταχύτητα 1 και κάποιος ταχύτητα 3, ποιος θα είναι ο πιο γρήγορος;» όλα τα παιδιά (8/8) απάντησαν σωστά.

Αντίθετα, μόλις 3/8 παιδιά απάντησε σωστά στην ερώτηση που έδινε τους χρόνους που χρειάστηκαν 2 σώματα να διανύσουν την ίδια απόσταση. Τα περισσότερα παιδιά (5/8) έδιναν λανθασμένη απάντηση επιλέγοντας ως σωστή τον περισσότερο χρόνο, όπως φαίνεται στο Γράφημα 13.



Γράφημα 13. Αγώνας 2 σωμάτων που διανύουν σε ίδιο χρόνο διαφορετικές αποστάσεις

Τέλος, τα παιδιά κλήθηκαν να ζωγραφίσουν κάτι γρήγορο και κάτι αργό στο περιβάλλον προγραμματισμού της ταχύτητας του Sphero (Εικόνα 14). Όλα τα παιδιά ζωγράρισαν τη χελώνα ή το σαλιγκάρι χαμηλά ως αργό και ένα τσιτάχ ή έναν αετό στο πάνω μέρος ως γρήγορο, όπως φαίνεται ενδεικτικά στην Εικόνα 18.



Εικόνα 18. Ζωγραφιές των παιδιών. Ένα γρήγορο τσιτάχ (πάνω) και ένα αργό σαλιγκάρι (κάτω) (αριστερά). Ένας γρήγορος αετός (πάνω) και μία αργή χελώνα (κάτω) (δεξιά)

3.5.2. Απαντήσεις ερευνητικών ερωτημάτων

- **Γνωρίζουν τα παιδιά τι είναι η ταχύτητα;**
Σύμφωνα με τις ημιδομημένες συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν πριν την διδακτική παρέμβαση τα περισσότερα παιδιά δεν γνώριζαν τι είναι η ταχύτητα. Μάλιστα, δεν γνώριζαν και τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης. Ωστόσο, ένας

σημαντικός αριθμός παιδιών φαίνεται να συνδέει την ταχύτητα με το πόσο γρήγορα πηγαίνει κάτι, π.χ. το αμάξι, ή το πόσο γρήγορα τρέχει κάτι/κάποιος. Βέβαια, μόλις τα μισά παιδιά μπόρεσαν να εξηγήσουν το «γρήγορος» και το «αργός».

Αντίθετα, τόσο οι δραστηριότητες όσο και οι ημιδομημένες συνεντεύξεις μετά τα τέλος της διδακτικής παρέμβασης έδειξαν πως τα παιδιά μπορούν να περιγράψουν την ταχύτητα με όρους «γρήγορος» και «αργός». Μάλιστα κατά την περιγραφή του «γρήγορος» ή «αργός» μερικά παιδιά χρησιμοποίησαν εκφράσεις για μεγάλη ή μικρή ταχύτητα. Επίσης, ήταν σε θέση να λύσουν προβλήματα όπου τους δίνονταν οι ταχύτητες δύο σωμάτων και εκείνα έπρεπε να επιλέξουν ποιο είναι το γρήγορο και ποιο το αργό. Αξίζει να τονιστεί πως η αναπαράσταση της ταχύτητας με τα ζώα χρησιμοποιήθηκε από τα παιδιά ως «κλίμακα ταχύτητας» όπου όσο πιο ψηλά ανέβαινε κάποιος τόσο μεγαλύτερη ταχύτητα είχε. Έτσι, φαίνεται πως με την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης τα παιδιά προσέγγισαν και κατανόησαν την έννοια της ταχύτητας.

• **Μπορούν τα παιδιά να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας με βιωματικές δραστηριότητες – αγώνες στίβου χρησιμοποιώντας τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης; Μπορούν να λύσουν παρόμοια προβλήματα: α) μπορούν τα παιδιά να αποφασίσουν ποιος είναι ο πιο γρήγορος συμμετέχοντας σε έναν αγώνα με προκαθορισμένη απόσταση;, β) μπορούν τα παιδιά να αποφασίσουν ποιος είναι ο πιο γρήγορος σε έναν αγώνα με προκαθορισμένο το χρόνο;**

Φαίνεται πως χρησιμοποιώντας τις έννοιες του χρόνου και της απόστασης τα παιδιά μπορούν να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας. Ωστόσο, φαίνεται να δυσκολεύονται αρκετά καθώς στο νηπιαγωγείο έρχονται σε πρώτη επαφή με αυτές τις έννοιες. Είναι δυνατό, λοιπόν, να προσεγγιστεί η ταχύτητα με τέτοιο τρόπο, εφόσον όμως έχουν προηγηθεί άλλες δραστηριότητες για τον χρόνο και την απόσταση, ακόμα και τους αριθμούς.

Επίσης, σημαντικό είναι τα παιδιά να έρθουν σε επαφή με εργαλεία όπως το χρονόμετρο και ένα εργαλείο μέτρησης της απόστασης προκειμένου να είναι εξοικειωμένοι πριν την υλοποίηση τέτοιων βιωματικών δραστηριοτήτων. Τα παιδιά φαίνεται να δυσκολεύονται να αποφασίσουν ποιος είναι πιο γρήγορος σε έναν αγώνα με προκαθορισμένη απόσταση και διαφορετικό χρόνο, καθώς ταυτίζουν τον μεγάλο αριθμό (τον περισσότερο χρόνο) με τον πιο γρήγορο, γεγονός που δεν ισχύει για αυτού του είδους το πρόβλημα. Από την άλλη, τα παιδιά φαίνεται να κατανοούν πιο

εύκολα ποιος είναι πιο γρήγορος όταν ο χρόνος είναι καθορισμένος και αλλάζει η απόσταση.

- **Βοήθησε η αλληλεπίδραση των παιδιών με τη ρομποτική συσκευή Sphero και το μοντέλο - αναπαράσταση των ζώων, σε συνδυασμό με την ιστορία, να καταλάβουν ποιος είναι «γρήγορος» και να προσεγγίσουν την έννοια της ταχύτητας;**

Αρχικά, η εισαγωγή του Sphero στη παρούσα διδακτική παρέμβαση φαίνεται να προώθησε και να ενίσχυσε το ενδιαφέρον και την προσοχή των παιδιών. Τα παιδιά με τη βοήθεια του Sphero και την αναπαράσταση της ταχύτητάς του με το μοντέλο των ζώων, φαίνεται να κατανόησαν το ποιος είναι γρήγορος και τι σημαίνει αυτό για την ταχύτητά του. Συνδέθηκε η ταχύτητα με το πόσο γρήγορος είναι κάποιος ή κάτι.

Σημαντική συμβολή σε όλες τις δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης είχε η ιστορία που τις πλαισιώνει, καθώς φάνηκε πως κινητοποίησε τα παιδιά. Επίσης, η αναπαράσταση με τα ζώα φαίνεται να λειτούργησε σαν μια «αρχική» αναπαράσταση της ταχύτητας για τα παιδιά, την οποία και υιοθέτησαν προκειμένου να λύσουν διάφορα προβλήματα που σχετίζονταν με την ταχύτητα. Τέλος, το Sphero βοήθησε τα παιδιά να υλοποιήσουν σε πείραμα τις βιωματικές δραστηριότητες, και τους έδωσε την ευκαιρία να παρατηρήσουν την κίνηση, την ταχύτητά του, να καταγράψουν δεδομένα και να βγάλουν πιο εύκολα συμπεράσματα. Με τη βοήθεια όλων αυτών τα παιδιά κατανόησαν τι σημαίνει να είναι κανείς πιο γρήγορος και προσέγγισαν την έννοια της ταχύτητας ως τη «γρηγοράδα» ή το πόσο γρήγορα κινείται κάποιος.

- **Συνδέουν τα παιδιά την ταχύτητα ενός σώματος (γρήγορος-αργός) με την έννοια της ταχύτητας;**

Λαμβάνοντας υπόψη τις ημιδομημένες συνεντεύξεις, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, αλλά και τα αποτελέσματα από τις δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν, φαίνεται πως η διδακτική παρέμβαση οδήγησε τα παιδιά να συνδέουν την ταχύτητα ενός σώματος (γρήγορο-αργό) με την έννοια της ταχύτητας. Ειδικότερα, τα παιδιά συνέδεσαν την μεγάλη ταχύτητα με γρήγορα ζώα, όπως ο αετός και το τσιτάχ, ενώ την μικρή ταχύτητα με ζώα όπως το σαλιγκάρι και τη χελώνα. Παράλληλα ενισχύθηκε η άποψή τους ότι η μεγάλη ταχύτητα σημαίνει πως κάποιος τρέχει «γρήγορα» ή «πολύ γρήγορα» ή ότι κάποιο αυτοκίνητο πηγαίνει γρήγορα.

- **Προσέγγισαν τα παιδιά την έννοια της ταχύτητας;**

Τα παιδιά που συμμετείχαν σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται να ήρθαν σε επαφή με την έννοια της ταχύτητας με τους εξής τρόπους: α) μέσω της αναπαράστασης που χρησιμοποιήθηκε με τα ζώα για την ταχύτητα του Sphero φαίνεται ότι αυξήθηκε το ενδιαφέρον των παιδιών και ότι αποτέλεσε μια πρώτη αναπαράσταση της ταχύτητας για τα ίδια την οποία υιοθέτησαν και χρησιμοποιούσαν για την επίλυση προβλημάτων ταχύτητας, β) τα παιδιά προσέγγισαν την ταχύτητα ως το πόσο γρήγορος ή αργός είναι κάποιος/κάτι, και γ) τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με δραστηριότητες όπου ο χρόνος ή η απόσταση καθόριζε το ποιος είναι ο γρήγορος και ποιος ο αργός.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τις ημιδομημένες συνεντεύξεις, τις σημειώσεις του ερευνητή, της ζωγραφίες και τις δημιουργίες των παιδιών, και τις φωτογραφίες, τα παιδιά φαίνεται να προσέγγισαν την έννοια της ταχύτητας. Ειδικότερα, ήταν σε θέση να λύσουν προβλήματα παρόμοια με αυτά που αντιμετώπισαν αρχικά, συνέδεαν την ταχύτητα με τη «γρηγοράδα» και το αντίστροφο, και, τέλος, υιοθέτησαν την αναπαράσταση των ζώων για να εκφράζουν την ταχύτητα.

3.6. Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο μπορεί να προσεγγιστεί η έννοια της ταχύτητας, μέσα από ένα πλαίσιο STEM, από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Ειδικότερα, να εξετασθεί το κατά πόσο μια διδακτική παρέμβαση με χρήση βιωματικών δραστηριοτήτων και τη χρήση της ρομποτικής συσκευής Sphero, σε συνδυασμό με τη χρήση ενός μοντέλου-αναπαράστασης της ταχύτητας, μπορεί να βοηθήσει τα νήπια να κατανοήσουν την έννοια της ταχύτητας ποιοτικά, να συνδέσουν το «γρήγορος» και το «αργός» με το μέγεθος της ταχύτητας (μικρή – μεγάλη), και ως συνέπεια να μπορούν να λύσουν ανάλογα προβλήματα με αυτό που τους παρουσιάστηκε.

Για τη διεξαγωγή της πιλοτικής αυτής έρευνας, πραγματοποιήθηκαν έξι φάσεις. Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με τα παιδιά για να διερευνηθούν οι ιδέες των παιδιών σχετικά με τη ταχύτητα και άλλες έννοιες. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε μια προβληματική κατάσταση και τα παιδιά κλήθηκαν να κάνουν υποθέσεις και στη συνέχεια να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν έναν αγώνα στίβου, ενώ έπειτα η προβληματική κατάσταση άλλαξε και έπρεπε εκ νέου να

σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν έναν νέο αγώνα. Στη τέταρτη φάση, τα παιδιά μέσα από το χειρισμό του Sphero προσπάθησαν να υλοποιήσουν σε πείραμα τις προηγούμενες βιωματικές δραστηριότητες. Στη συνέχεια, υλοποιήθηκε ένας αγώνας ανάμεσα σε δύο Sphero. Τέλος, πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με τα παιδιά στο τέλος της διδακτικής παρέμβασης. Μέσα από τις καταγραφές και την παρατήρηση του ερευνητή, από τις ημιδομημένες συνεντεύξεις, τα φύλλα εργασίας, και βιντεοσκόπηση προέκυψαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα από την παρούσα έρευνα.

Τα αποτελέσματα δείχνουν πως τα παιδιά, μετά από τις δραστηριότητες και την εμπλοκή τους με το Sphero και την αναπαράσταση της ταχύτητας, άλλαξαν τις ιδέες και τις απόψεις τους πιο κοντά προς τις επιστημονικές. Ακόμα και τα παιδιά που είχαν αρχικές ιδέες για τη ταχύτητα δεν ήταν σε θέση να συνδέσουν την ταχύτητα ως «το πόσο γρήγορα πηγαίνει κάτι». Ωστόσο, κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων φάνηκε πως όλα τα παιδιά προσέγγισαν ποιοτικά την έννοια της ταχύτητας.

Η εργασία αποτελεί μια προσπάθεια σχεδίασης και υλοποίησης μιας ολοκληρωμένης διδακτικής παρέμβασης STEM στο νηπιαγωγείο. Ειδικότερα, η διερεύνηση σε συνδυασμό με τον Σχεδιασμό που χρησιμοποιούν οι μηχανικοί (Engineering design) προσέφεραν την βάση για το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία. Φαίνεται πως η διερεύνηση συνέβαλε στην μεγαλύτερη κατανόηση επιστημονικών εννοιών (Χαλκιά, 2014), ενώ οι έρευνες τονίζουν πως οι στάσεις των απέναντι στις επιστημονικές έννοιες και στην εκμάθηση της επιστήμης διαμορφώνονται ουσιαστικά στα πρώτα χρόνια της εκπαίδευσής τους (Archer et al., 2010). Επίσης η μάθηση βασίστηκε σε ένα πρόβλημα προς επίλυση, δηλαδή σε ένα μαθησιακό περιβάλλον όπου οι προβληματικές καταστάσεις οδηγούν την μάθηση (EC, 2007), γεγονός που φαίνεται να ενίσχυσε το ενδιαφέρον, την εμπλοκή, και την συμμετοχή των παιδιών στις δραστηριότητες (Havice, 2009).

Επιπλέον, τα παιδιά φάνηκε να είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένα με την τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση (Prensky, 2003). Το Sphero αποτέλεσε ένα εργαλείο μάθησης όπου ενίσχυσε τη διερευνητική μάθηση (Φράγκου, 2009) και όπου επέτρεψε στα παιδιά να καθορίσουν ένα σχέδιο και να βρουν λύσεις για τα προβλήματα που τους τέθηκαν και να εκφράσουν τις απόψεις τους στο πλαίσιο της ομάδας – ολομέλειας (Depover et al., 2010). Σημαντικό επίσης είναι πως οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με ένα μοντέλο της ταχύτητας, και το

χρησιμοποίησαν για λύσουν προβλήματα, να πειραματιστούν και να προβλέψουν (Ζουπίδης et al., 2010).

Η παρούσα εργασία βασίστηκε στη θεωρία του εποικοδομισμού, όπου ο μαθητής οικοδομεί σταδιακά τη γνώση (Piaget). Επίσης, συμφωνεί με τη θεωρία του Vygotsky, σύμφωνα με την οποία η γνώση οικοδομείται μέσα από τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, καθώς οι δραστηριότητες έλαβαν μέρος και στην ολομέλεια, με την διατύπωση υποθέσεων και συμπερασμάτων. Τέλος, τα παιδιά είχαν την ευκαιρία να ανακαλύψουν αρχές – έννοιες και να αναπτύξουν δεξιότητες μέσω πειραματισμού και πρακτικής εξάσκησης (πειράματα με το Sphero), τα οποία βασίζονται στην θεωρία του Bruner.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πραγματοποιήθηκε σε μικρό χρονικό διάστημα και το δείγμα ήταν περιορισμένο. Επίσης, το δείγμα δεν ήταν σταθερό σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Σε περίπτωση επανάληψης της έρευνας, θα ήταν προτιμότερο η χρονική διάρκεια να είναι μεγαλύτερη και το δείγμα πιο αντιπροσωπευτικό. Επιπλέον, διάφορες συνθήκες δεν επέτρεψαν την υλοποίηση των βιωματικών δραστηριοτήτων σε εξωτερικό χώρο όπου θα ήταν πιο εύκολα υλοποιήσιμες. Επίσης, οι συνθήκες αυτές δεν επέτρεψαν την πραγματοποίηση ημιδομημένων συνεντεύξεων στο τέλος της διδακτικής παρέμβασης με όλα τα παιδιά που συμμετείχαν σε αυτή την έρευνα.

Στους περιορισμούς της έρευνας θα πρέπει να προστεθεί και το σύντομο χρονικό διάστημα που μεσολάβησε ανάμεσα στη διδακτική παρέμβαση και της τελικές ημιδομημένες συνεντεύξεις. Επίσης η εποχή υλοποίησης αυτής της έρευνας (Ιανουάριος) είναι σημαντική, καθώς τα παιδιά του νηπιαγωγείου δεν έχουν ακόμα έρθει σε επαφή με τους αριθμούς, το χρόνο και την απόσταση, έννοιες που συνήθως είναι «δουλεμένες» προς το τέλος της σχολικής χρονιάς.

Λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν, θα ήταν σημαντική η επέκταση της έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα παιδιών προσχολικής ηλικίας, αφού πρώτα έχουν έρθει σε επαφή με έννοιες χρόνου και απόστασης. Προτείνεται οι δραστηριότητες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, να πραγματοποιηθούν σε μικρότερες αριθμητικά ομάδες, ώστε ο ερευνητής-εκπαιδευτικός να ανταποκρίνεται καλύτερα στις προκλήσεις και στις απαιτήσεις που προκύπτουν κατά την έρευνα. Επιπλέον, οι δραστηριότητες με το Sphero μπορούν να προηγηθούν των βιωματικών δραστηριοτήτων, καθώς φαίνεται να είναι πιο εύκολες, πιο κατανοητές και με μεγαλύτερο ενδιαφέρον, για τα παιδιά που δεν έχουν ακόμα

έρθει σε επαφή με τους αριθμούς, τον χρόνο και την απόσταση. Επίσης, θα μπορούσαν να υλοποιηθούν οι συγκεκριμένες δραστηριότητες με το Sphero αποκομμένες από την υπόλοιπη διδακτική παρέμβαση.

Περεταίρω έρευνα θα μπορούσε να απευθυνθεί τόσο σε παιδιά νηπιαγωγείου όσο και σε παιδιά που φοιτούν στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού. Μοιάζει εξαιρετικά ενδιαφέρον να πραγματοποιηθούν ανάλογες και περισσότερες διδακτικές παρεμβάσεις με το Sphero στο χώρο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς φαίνεται να δημιουργείται ένα ελκυστικό, εποικοδομητικό και ανακαλυπτικό-διερευνητικό περιβάλλον για τα παιδιά.

4. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ananiadou, K. & Claro, M. (2009). *21st century skills and competences for new millennium learners in OECD countries, EDU working paper no. 41*. OECD.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). “Doing” science versus “being” a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren’s constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639.
- ASL (the Art of Science Learning) (n.d.). Art, Science, Innovation (<http://www.artofsciencelearning.org/>).
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2009). An examination of web-based P-12 engineering curricula: Issues of pedagogical and engineering content fidelity. Proceedings of the Research in *Engineering Education Symposium*. Palm Cove, Queensland.
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2016). Practicing Engineering while Building with Blocks: Identifying Engineering Thinking. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(1).
- Bagiati, A., Yoon, S., Evangelou, D., & Ngambeki, I. (2010). Engineering curricula in early education: Describing the landscape of open resources. *Early Childhood Research and Practice*, 12(2), 1-15.
- Bardige, K. & Russel, M. (2014). *Collections: A STEM-Focused Curriculum, Implementation Guide*. Heritage Museums & Gardens Inc.
- Baumann, J. (n.d.). *Unit 4: Fast or Slow*. Available at <http://betterlesson.com/lesson/635324/fast-faster-fastest-comparing-animal-speeds> (last accessed 10/10/2016)
- Bell, R. L., Smetana, L. & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Bequette, W. J. & Bequette, M. B. (2012). A Place for Art and Design Education in the STEM Conversation. *Art Educational Journal*, 65(2), 40-47.
- Bers, M.U., Seddighin, S., & Sullivan, A. (2013). Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 21(3), 355-377.
- Mantzicopoulos, P., Patrick, H., & Samarapungavan, A. (2008). Young children’s motivational beliefs about learning science. *Early Childhood Research Quarterly*, 23, 378–394.

- Bishop-Josef, S., Doster, S., Watson, S. & Taggart, D. A. (2016). *STEM and Early Childhood – When Skills Take Root, Pennsylvania business and the military warn of STEM workforce skills gap; urge greater access to pre-k*. Mission:Readiness, ReadyNation.
- Bittman, E. (2014). *Simple Physics Experiments for Kids: Pushing and Pulling*. Available at <http://www.weareteachers.com/simple-physics-experiments-for-kids-pushing-and-pulling/> (last accessed 10/10/2016).
- Breiner, M. J., Johnson, C. C., Harkness, S. S. & Koelher M. C. (2012). What is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Chesloff JD (2013) Why STEM education must start in early childhood. *Education Week*, 32(23), 27–32.
- Christenson, L. A. & James, J. (2015). Building Bridges to Understanding in a Preschool Classroom: A Morning in the Block Center. *Young Children*, 26-31.
- Depover, C., Karsenti, T., & Κόμης, Β. (2010). *Διδασκαλία με τη χρήση της τεχνολογίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Discovery Education (n.d.). *Rules Of Forces And Motion*. Available at <http://www.discoveryeducation.com/teachers/free-lesson-plans/rules-of-forces-and-motion.cfm> (last accessed 10/10/2016).
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998) *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών – Μία Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Παιδιών*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- EiE (2016). *Engineering is Elementary*. Available at <http://www.eie.org> (last accessed 20/10/2016).
- Elkin, M., Sullivan, A. & Bers, M. U. (2014). Implementing a Robotics Curriculum in an Early Childhood Montessori Classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 13, 153-169.
- European Commission (2007). *Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Fredericks, B. & Kravette, J. (2014). *STEM Family Activities Workbook*. Boston Children’s Museum.

- Gilbert, S. W. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73-79.
- Hampton, R. (2013). *Motion is Everywhere!* Available at <http://www.brighthubeducation.com/pre-k-and-k-lesson-plans/127719-force-and-motion-lesson/> (last accessed 10/10/2016).
- Havice, W. (2009). The power and promise of a STEM education: Thriving in a complex technological world. In ITEEA (Eds.), *The Overlooked STEM Imperatives: Technology and Engineering*, 10-17. Reston, VA: ITEEA.
- Hewitt, G. P. (2015). *Conceptual Physics, 12th edition*. City College of San Francisco, US: Pearson Education.
- ITEA (2000). *Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology*. Virginia: ITEA.
- Justi, R. & Gilbert, J. (2006). The role of analog models in the understanding of the nature of models in chemistry. In P. H. Aubusson et al. (eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education*, 119-130.
- Katz L. G. (2010). *STEM in the early years*. Available at <http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/katz.html> (last accessed 20/1/17).
- Kermani, H. & Aldemir, J. (2015). Preparing children for success: integrating science, math, and technology in early childhood classroom, *Early Child Development and Care*, 185(9), 1504-1527.
- Lewis, T. 2006. Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255–281.
- Mantzicopoulos, P., Samarapungavan, A. & Patrick, H. (2009). We learn how to predict and be a scientist: Early science experiences and kindergarten children's social meanings about science. *Cognition and Instruction*, 27(4), 312-369.
- Maryland State Department of Education. (2003). *Maryland STEM*.
- Massachusetts Department of Education (2006). *Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework*.
- McCain, J. (2010). *Pushes and Pulls, Kindergarten Science*.
- Meyrick, M. K. How STEM Education Improves Student Learning. *Meridian K-12 School Computer Technologies Journal*, 14(1).
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

- Morrison, G.S. (2012). *Early childhood education today*. New Jersey: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Morrison, J. & Bartlett, B. (2009). STEM as a curriculum: An experimental approach. *Education Week*, 23, 28–31.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM education monograph series, Attributes of STEM education*. Baltimore, MD: TIES.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Barriers and Opportunities for 2-Year and 4-Year STEM Degrees: Systemic Change to Support Diverse Student Pathways*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2009). *Engineering in K-12 Education, Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying Effective Approaches in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington, DC: The National Academies Press.
- National Research Council (NRC) (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press.
- NC STEM (n.d.). *North Carolina's Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education Strategic Plan*.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Pantoya, M. L., Aguirre-Munoz, Z. & Hunt, E.M. (2015). Developing An Engineering Identity In Early Childhood. *American Journal of Engineering Education*, 6(2), 61-68.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.

- Pasnik, S., & Hupert, N. (2016). *Early STEM Learning and the Roles of Technologies*. Waltham, MA: Education Development Center, Inc.
- Perkins, D.N. & Grotzer, T.A. (2005). Dimensions of causal understanding: The role of complex causal models in students' understanding of science. *Studies in Science Education*, 41(1), 117–165.
- Picard, J. C. (2005). *Comprehensive Curriculum, Kindergarten Science*. Louisiana Department of Education.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *ACM Computers in entertainment*, 1(1), 1-4.
- Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teacher*.
- Roblyer, M. D. (2009). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία και Διδασκαλία*. Αθήνα: Ίων, Εκδόσεις Έλλην.
- Robson, C. (2002) *Real World Research, Second Edition*. Oxford: Blackwell.
- Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the "E" in K12 STEM Education. *Journal of Technology Studies*, 36(1), 53-64.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schroeder, E. L.& Kirkorian, H. (2016). When Seeing Is Better than Doing: Preschoolers' Transfer of STEM Skills Using Touchscreen Games. *Frontiers in Psychology, Developmental Psychology*, 7.
- Schwarz, C., White, B. (2005). Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling. *Cognition and Instruction*, 23(2), 165-205.
- Sousa, D. & Pilecki, T. (2015). *From STEM to STEAM: Integrating the Arts*. California: Corwin, a SAGE company.
- Sripada, K. (2012). Neuroscience in the capital: Linking brain research and federal early childhood programs and policies. *Early Education and Development*, 23(1), 120–130.
- Stemtosteam (n.d.). *What is STEAM?*. Available at www.stemtosteam.org (last accessed 20/12/16).
- Stohlmann, M., Moore, J. T. & Roehrig, H. G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 28-34.

- Sullivan, A. & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3).
- Sullivan, A., Elkin, M. & Bers, M. U. (2015). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In Proceedings of the *14th International Conference on Interaction Design and Children*, 418-421 Boston, Massachusetts, June 21-24.
- Sullivan, A., Elkin, M. & Bers, M. U. (2015). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. In Proceedings of the *14th International Conference on Interaction Design and Children*, 418-421 Boston, Massachusetts, June 21-24.
- Sullivan, A., Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2013). The wheels on the bot go round and round: Robotics curriculum in pre-kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 203–219.
- Torres-Crespo, N.M., Kraatz, E. & Pallarsch, L. (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, L. T. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 357 – 368.
- Vasquez, J., Sneider, C. and Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Vosniadou, S. & Kollias, V. (2003), Using Collaborative, Computer-Supported, Model Building to Promote Conceptual Change in Science. In E. De Corte, L. Verschaffel, N. Entwistel and J. Van Merriënboer (Eds.), *Powerful learning environments: Unraveling basic components and dimensions, Advances in Learning and Instruction*, Elsevier Press.
- Walker, E. (2007). Rethinking professional development for elementary mathematics teachers. *Teacher Education Quarterly*, 113–134.
- Zemelman, S., Daniels, H., & Hyde, A. (2005). *Best practice: New standards for teaching and learning in America's school (3rd Edition)*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Κυριακή, Π., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (2006α). *Φυσικά Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο Μαθητή και Τετράδιο Εργασιών Ε' Δημοτικού*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Κυριακή, Π., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. & Καλκάνης, Γ. (2006β). *Ερευνώ και Ανακαλύπτω. Βιβλίο Δασκάλου Ε΄ Δημοτικού*. Αθήνα: Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων.
- Βοσνιάδου, Σ. (1998). *Γνωσιακή Ψυχολογία, Ψυχολογικές Μελέτες και Δοκίμια*. Αθήνα: Gutenberg.
- Βοσνιάδου, Σ. (2006). *Παιδιά, Σχολεία και Υπολογιστές, Προοπτικές, Προβλήματα και Προτάσεις για την αποτελεσματικότερη χρήση των νέων τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.
- Δημητριάδης, Ν. Σ. (2014). *Θεωρίες Μάθησης & Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Δημητρίου, Α. (2012). Ο ρόλος των φυσικών επιστημών στην εκπαίδευση για το περιβάλλον και την αειφορία στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία. Διαπιστώσεις και προοπτικές. *7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο* (σσ.11-17). 19 – 21 Οκτωβρίου, Φλώρινα.
- Ζουπίδης, Α. (2012). *Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων φυσικών επιστημών και τεχνολογίας: εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης*. Φλώρινα: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας – Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή).
- Ζουπίδης, Α., Καριώτογλου, Π., Κασκάλης, Θ., Μαλανδράκης, Γ., Πνευματικός Δ. & Σπύρτου, Α. (2010). *Η πυκνότητα των υλικών σε φαινόμενα πλεύσης/βύθισης: Πειραματικές διαδικασίες και μοντελοποίηση*, Βιβλίο Εκπαιδευτικού.
- Καλλέρη, Μ. (2010). *Έννοιες και φαινόμενα από τη φυσική για την προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία*. Θεσσαλονίκη: Αρίων Εκδοτική.
- Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γράφημα.
- Καριώτογλου, Π. Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ. & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα “Materials Science”. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5(1-2), 153-164.
- Κολιόπουλος, Δ. (2002). Είναι δυνατή η διδασκαλία Φυσικών Επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση; *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Έρευνα και Πράξη*, 3, 13-16.

- Κόμης Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*. Κλειδάριθμος / Βασίλης Κόμης.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη διδακτική της πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Κόμης, Β. (2007), *Οι τεχνολογίες της Πληροφορίας και των επικοινωνιών στην προσχολική εκπαίδευση*. Διαθέσιμο στο <http://www.alfavita.gr/arthra> (τελευταία πρόσβαση 20/1/15).
- Μακρίδου-Μπούσιου, Δ. (2005). *Θέματα Μάθησης και Διδακτικής*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Μαυρόπουλος, Α. (2004). *Στοιχεία διδακτικής μεθοδολογίας*. Αθήνα: Σαββάλας.
- Μπελεσιώτης, Β., & Κόκκινος, Σ. (2012). Εκπαιδευτική ρομποτική και Arduino. *4th Conference on Informatics in Education*, 493-501.
- Μπράτιτσης, Θ. (2013). Η Πληροφορική στο Ελληνικό Σχολείο: Τάσεις, προσεγγίσεις, προοπτικές. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 6(3), 111-115.
- Νικολάου, Χ. & Κυριακίδου, Ε. (2004). *Οι Φυσικές Επιστήμες στο Νηπιαγωγείο, βοήθημα για τη νηπιαγωγό*. Λευκωσία: Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού Κύπρου.
- Νικολοπούλου, Κ. (2009). *Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην Προσχολική Εκπαίδευση. Ένταξη, χρήση και αξιοποίηση*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Ντολιοπούλου, Ε. (2004). *Σύγχρονες Τάσεις της Προσχολικής Αγωγής*. Αθήνα: Γιώργος Δάρδανος, Τυπωθήτω.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2004). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας – Ολική Προσέγγιση*. Τόμος Α΄. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Σπύρτου, Α., Νάρη, Ε., Δημητριάδου, Κ. (2014). Εξ αποστάσεως εκπαίδευση εκπαιδευτικών για τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας στις Φυσικές Επιστήμες. Στο Ζ. Παπαναούμ & Μ. Λιακοπούλου (Επιμ.), *Υποστηρίζοντας την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών*, 219-240. Θεσσαλονίκη: ACCESS ΓΡΑΦΙΚΕΣ ΤΕΧΝΕΣ Α.Ε.
- Τζαβάρα, Α., & Κόμης, Β. (2011). Η ενσωμάτωση της Παιδαγωγικής Γνώσης στον σχεδιασμό δραστηριοτήτων με ΤΠΕ: μελέτη περίπτωσης με υποψήφιους εκπαιδευτικούς. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 4(1-3), 5-20.
- ΥΠΑΔΜΘ (2003). *Δ.Ε.Π.Π.Σ. για το νηπιαγωγείο*, Αθήνα.
- ΥΠΑΔΜΘ (2011α). *Οδηγός Εκπαιδευτικού για το Πρόγραμμα Σπουδών του Νηπιαγωγείου*. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο πρόγραμμα Σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 – Οριζόντια Πράξη», με κωδικό MIS 295450, Υποέργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας

Εκπαίδευσης και οδηγών για τν εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων».
Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

ΥΠΑΔΒΜΘ (2011β). *Πρόγραμμα Σπουδών Νηπιαγωγείου 2011*. Πράξη «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο πρόγραμμα Σπουδών, στους Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 – Οριζόντια Πράξη», με κωδικό MIS 295450, Υπόεργο 1: «Εκπόνηση Προγραμμάτων Σπουδών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης και οδηγών για τν εκπαιδευτικό «Εργαλεία Διδακτικών Προσεγγίσεων». Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

ΥΠΕΠΘ-ΠΙ. (2003). *Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών για το μάθημα «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο»* ΦΕΚ 304B/13-03-2003. Αθήνα: Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

Φράγκου, Σ. (2009). Εκπαιδευτική ρομποτική: παιδαγωγικό πλαίσιο μεθοδολογία ανάπτυξης διαθεματικών συνθετικών εργασιών. Στο Γρηγοριάδου, Μ., Γόγολου, Α., Γουλή, Ε., Γλέζου, Κ., Τσαγκάνου, Γ., Κανίδης, Ε., Δουκάκης, Δ., Φράγκου, Σ., & Βεργίνης, Η. (Επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εργαλεία για τη Διδασκαλία της Πληροφορικής*, 475-490. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Χαλκιά, Κ. (2014). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες, Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

5.1. Δομή Συνέντευξης

5.1.1. Ημιδομημένη Συνέντευξη 1 (Φάση Α – πριν τη διδακτική παρέμβαση)

- Τι σημαίνει να είναι κάποιος γρήγορος;
- Τι σημαίνει να είναι κάποιος αργός;
- Έχεις ακούσει τη λέξη χρόνος; Τι είναι ο χρόνος;
- Έχεις ακούσει τη λέξη απόσταση; Τι είναι η απόσταση;
- Έχεις ακούσει τη λέξη ταχύτητα; Τι είναι η ταχύτητα;
- Τι μπορεί να είναι αυτό;



5.1.2. Ημιδομημένη Συνέντευξη 2 (Φάση ΣΤ – μετά τη διδακτική παρέμβαση)

- Τι είναι αυτό;







- Τι είναι αυτό;







- Τι είναι η ταχύτητα; Τι σημαίνει; Τι συμβαίνει όταν κάποιος έχει μεγάλη ταχύτητα;
- Πότε είναι κάποιος γρήγορος;
- Πότε είναι κάποιος αργός;
- Ποιος θα είναι ο πιο γρήγορος (πρώτος;) ποιος ο πιο αργός;

Ταχύτητα 5	
Ταχύτητα 3	

- Σε δύο παλαμάκια: ποιος είναι πιο γρήγορος (πρώτος); Ποιος ο πιο αργός;

<p>2 παλαμάκια</p> 	
<p>2 παλαμάκια</p> 	

- Αν κάποιος έχε ταχύτητα 1 και κάποιος ταχύτητα 3, ποιος θα είναι ο πιο γρήγορος;
- Ποιος είναι ο πιο γρήγορος (πρώτος); Ποιος ο πιο αργός;



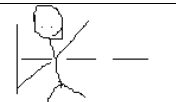
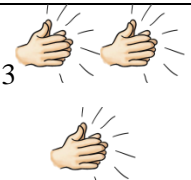




	<p>Τερμάτισε σε 5 παλαμάκια</p> 
	<p>Τερμάτισε σε 10 παλαμάκια</p> 

- Ζωγράφισε κάτι γρήγορο και κάτι αργό σε αυτή την εικόνα.




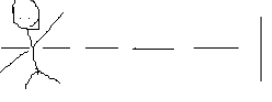
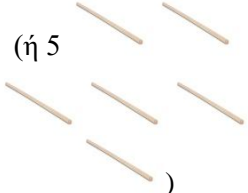

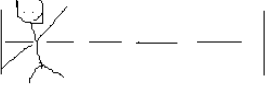

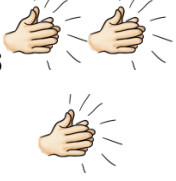

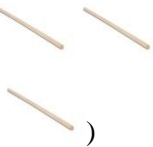


5.2. Φύλλα Εργασίας

5.2.1. Φύλλο Εργασίας 1

Ποιος είναι πιο γρήγορος; (ή Ποιος έφτασε πρώτος)		Ποιος είναι πιο αργός; (Ποιος έφτασε τελευταίος;)	
 (ή 3))	2 	 (ή 3))	3 
 (ή 3))	1 	 (ή 3))	2 

5.2.2. Φύλλο Εργασίας 2

Ποιος είναι πιο γρήγορος; (ή Ποιος έφτασε πρώτος)		Ποιος είναι πιο αργός; (Ποιος έφτασε τελευταίος;)	
 (ή 3 )	3 	 (ή 5 )	3 
 (ή 5 )	3 	 (ή 3 )	3 