



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ»

**Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών  
δραστηριοτήτων μαθηματικών εννοιών της Α' θμιας εκπαίδευσης,  
με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματιστικών  
μεθόδων.**

**ΖΑΦΕΙΡΗ ΓΡΑΜΜΑΤΙΑ**  
**και**  
**ΣΤΡΙΦΤΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
Υπεύθυνος  
Δρ. Γεώργιος Ι. Σταμούλης

Λαμία, 2016





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ

«ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ  
ΜΕΓΑΛΟΥ ΟΓΚΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ»

**Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών  
δραστηριοτήτων μαθηματικών εννοιών της Α' θμιας εκπαίδευσης,  
με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματιστικών  
μεθόδων.**

**ΖΑΦΕΙΡΗ ΓΡΑΜΜΑΤΙΑ**

**και**

**ΣΤΡΙΦΤΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Επιβλέπων

Δρ. Γεώργιος Ι. Σταμούλης

Λαμία, 2016

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνουμε υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο [«Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών δραστηριοτήτων μαθηματικών εννοιών της Α΄ θμιας εκπαίδευσης, με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματιστικών μεθόδων.»] αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποιήσαμε δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνουμε πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μας ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

Η ΔΗΛΟΥΣΑ

07/2016

07/2016

Υπογραφή

Υπογραφή

**Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών δραστηριοτήτων μαθηματικών εννοιών της Α' θμιας εκπαίδευσης, με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής και προγραμματιστικών μεθόδων.**

**ΖΑΦΕΙΡΗ ΓΡΑΜΜΑΤΙΑ**

**και**

**ΣΤΡΙΦΤΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ**

**Τριμελής Επιτροπή:**

Δρ. Γεώργιος Ι. Σταμούλης, (επιβλέπων)

Καθηγητής, Τμήμα Πληροφορικής & Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δρ. Απόστολος Ξενάκης,

Π.Δ. 407/80, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Δρ. Αντώνιος Δαδαλιάρης,

Π.Δ. 407/80, Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

## Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μας στο Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Πληροφορικής και του Τμήματος Πληροφορικής με Εφαρμογές στη Βιοϊατρική της Σχολής Θετικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην «Πληροφορική και Υπολογιστική Βιοϊατρική», με ειδίκευση στη «Πληροφορική με εφαρμογές στην Ασφάλεια, Διαχείριση Μεγάλου Όγκου Δεδομένων και Προσομοίωση».

Πρώτα απ' όλα, θέλουμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταμούλη Γεώργιο για το θέμα της μεταπτυχιακής μας εργασίας, την καθοδήγηση και την άψογη συνεργασία μας. Μεγάλο ευχαριστώ από καρδιάς γιατί χωρίς την προσωπική του διακριτική συμπαράσταση και υποστήριξη, ίσως δεν ήταν δυνατό να γραφτούν οι παρακάτω γραμμές αυτής της διπλωματικής.

Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ. Ξενάκη Απόστολο και τον κ. Δαδαλιάρη Αντώνιο για την καθοδήγηση που μας πρόσεφεραν και τις πολύτιμες διορθώσεις τους.

Οι ευχαριστίες απευθύνονται επίσης προς τους διδάσκοντες και τους συμφοιτητές του μεταπτυχιακού προγράμματος για τη συνεργασία που είχαμε κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

Ιδιαίτερα οφείλουμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειές μας, για την ηθική υποστήριξη, την υπομονή και την ολόψυχη αγάπη καθ' όλη τη διάρκεια του ΔΠΜΣ και της εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε η μία την άλλη για την εμπιστοσύνη, τη συνεννόηση, την θετική ενέργεια και την ενδυνάμωση της σχέσης που λέγεται φιλία.

Ζαφείρη Γραμματία

Στριφτού Αικατερίνη

## Στα παιδάκια μου

Τα χέρια μου ήταν απασχολημένα όλη μέρα  
Χρόνο δεν είχα για να παίξω  
τα παιχνίδια που μου ζητούσες  
δεν είχα αρκετό χρόνο για σένα  
Τα ρούχα σου έπλενα, έραβα, μαγείρευα  
Μα όταν το τετράδιο με τις ζωγραφιές έφερνες  
και με παρακαλούσες τη χαρά να μοιραστώ μαζί  
σου  
Έλεγα «λίγο αργότερα παιδί μου»  
Σ' έβαζα προσεχτικά για ύπνο  
και τις προσευχές σου άκουγα,  
έσβηνα το φως  
και ακροπατώντας προς την πόρτα έφευγα  
Μακάρι να είχα μείνει άλλο ένα λεπτό  
ακόμη..Γιατί ο χρόνος είναι λίγος, τα χρόνια  
φεύγουν...

Απόσπασμα από το ποίημα *My hands were busy* της Alice E. Chase

-Ζαφείρη Γραμματία

## Στη μαμάκα μου...

Πώς να πειράξω τη μητέρα  
να κάμω εγώ να λυπηθεί,  
που όλη νύχτα κι όλη μέρα  
για το καλό μου προσπαθεί;

.....  
Πώς ν' αρνηθώ ή ν' αναβάλλω  
ό,τι ορίζει κι απαιτεί,  
αφού στη γη δεν έχω άλλο  
κανένα φίλο σαν αυτή;

.....  
Αυτή στα στήθη τα γλυκά της  
με είχε βρέφος απαλό,  
με κάθιζε στα γόνατά της  
και μ' έμαθε να ομιλώ.

.....  
Αυτή με τρέφει και με ντύνει  
όλο το χρόνο που γυρνά,  
και δίπλα στη μικρή μου κλίνη,  
σαν αρρωστήσω ξαγρυπνά.

.....  
Αυτή σαν πέσω και χτυπήσω  
φιλά να γειάνει την πληγή.  
Αυτή, τι πρέπει να αφήσω  
και τι να κάμω μ' οδηγεί.

.....  
Πώς το λοιπόν τέτοια μητέρα  
να κάμω εγώ να λυπηθεί,  
που όλη νύχτα κι όλη μέρα  
για το καλό μου προσπαθεί;

Γεώργιος Βιζυηνός

-Στριφτού Αικατερίνη

## Περίληψη

### Σημαντικοί Όροι: [Εκπαιδευτική Ρομποτική, Lego Mindstorms NXT]

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο δίνονται τα χαρακτηριστικά του ρόλου του εκπαιδευτικού στην τάξη βασισμένα στις διάφορες προσεγγίσεις της παιδαγωγικής ψυχολογίας, κυρίως μέσα από την έρευνα των λειτουργιών της μάθησης, της μνήμης και της διαδικασίας της διδασκαλίας. Παρουσιάζεται κάθε μία από τις θεωρητικές προσεγγίσεις - με ιδιαίτερη έμφαση στον κατασκευαστικό κονστρουκτιβισμό της υπολογιστικής γνωστικής νευροψυχολογίας - κυρίως σε σχέση με το ρόλο του δασκάλου και το πώς η μάθηση συνδέεται με τη διδασκαλία. Γίνεται, επίσης, αναφορά σε έρευνες που χρησιμοποιούν την εκπαιδευτική ρομποτική στην διδασκαλία θετικών επιστημών. [Επιμελήθηκε από τις Ζαφείρη Γραμματία και Στριφτού Αικατερίνη]

Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται ανασκόπηση και αναφορά σε περιβάλλοντα προγραμματιστικών μικρόκοσμων και σε ειδικά λογισμικά για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και εννοιών πληροφορικής (προγραμματισμού) για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων και προβλημάτων λογικής. Αναφέρονται δημοσιεύσεις που κάνουν χρήση τέτοιων λογισμικών σε σχολεία. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στο προγραμματιστικό περιβάλλον Scratch. [Επιμελήθηκε από την Ζαφείρη Γραμματία]

Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παραθέτουμε την χρησιμότητα και την αναγκαιότητα ύπαρξης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία μέσα από εφαρμογές της σε σχολεία. Αναφέρουμε τα οφέλη της στην ποιότητα του μαθησιακού αποτελέσματος, καθώς και τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έναντι άλλων τεχνικών μάθησης. [Επιμελήθηκε από την Στριφτού Αικατερίνη]

Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο κάνουμε λόγο για το εργαλείο ρομποτικής που θα χρησιμοποιήσουμε για την διδασκαλία εννοιών μαθηματικών και πληροφορικής, το Lego Mindstorms NXT καθώς και το λογισμικό οπτικού προγραμματισμού Lego Mindstorms EV3 Home Edition. Περιγράφουμε με λεπτομέρεια τα διδακτικά σενάρια που αναπτύσσουμε και αναλύουμε τη διαδικασία σχεδιασμού που χρησιμοποιούμε. [Επιμελήθηκε από την Ζαφείρη Γραμματία]

Τέλος, αναφέρουμε τη χρησιμότητα της παρούσας διπλωματικής εργασίας και τους λόγους που επιλέγουμε τη ρομποτική στην εκπαιδευτική διαδικασία. Καταλήγουμε να ξεχωρίζουμε την χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση, ως καλύτερη, στη διδασκαλία μαθηματικών και πληροφορικής από την κλασική μέθοδο διδασκαλίας στην τάξη. [Επιμελήθηκε από την Στριφτού Αικατερίνη]

Στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι παρουσιάζουμε αναλυτικά την κατασκευή των φύλλων δραστηριοτήτων που προτείνουμε για εφαρμογή στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και κάθε αναγκαίο υλικό για τη διδασκαλία και υποστήριξη των σεναρίων μας. [Επιμελήθηκε από τις Ζαφείρη Γραμματία και Στριφτού Αικατερίνη]





# **Design, implement and evaluate teaching activities of mathematical concepts of Primary education, using educational robotics and programming methods.**

## **Abstract**

**Keywords: [Educational Robotics, Lego Mindstorms NXT]**

In Chapter 1, the characteristics of the role of the teacher in the classroom based on various educational psychology approaches are given, mainly through research functions of learning, memory and the process of teaching. Each of the theoretical approaches is presented - with particular emphasis in the constructional constructivism of computational cognitive neuropsychology - primarily in relation to the role of the teacher and how the learning is associated with teaching. There is also a reference to research using the educational robotics in teaching science. [Edited by Zafeiri Grammatia and Striftou Aikaterini]

In Chapter 2 it's given an overview and a reference to programming microworlds environments and to specific software for teaching math concepts and informatic concepts (programming) for solving mathematical and logic problems. Publications that make use of such software in schools are also mentioned. Particular reference is made to the Scratch programming environment. [Edited by Zafeiri Grammatia]

In Chapter 3 we present the utility and necessity of using educational robotics in schools by referring real applications that have took place to schools. We mention the benefits to the quality of the learning outcome and the advantages and disadvantages over other learning techniques. [Edited by Striftou Aikaterini]

In Chapter 4 we talk about the robotics tool that we will use for teaching math and informatic concepts, the Lego Mindstorms NXT, and the visual programming software Lego Mindstorms EV3 Home Edition. We describe in detail the teaching scenarios we develop and we analyze the design process we use. [Edited by Zafeiri Grammatia]

Finally, we report the utility of this thesis and the reasons for choosing the robotics in the education process. We arrive to distinguish the use of robotics in education, as better in teaching of maths and informatics than the common teaching in the class. [Edited by Striftou Aikaterini]

In APPENDIX I we present in detail the construction of the worksheets recommended for implementation in primary schools and all necessary hardware for teaching and supporting our scenarios. [Edited by Zafeiri Grammatia and Striftou Aikaterini]

## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος .....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> .....	13
1.1 Μάθηση .....	13
1.2 Διδασκαλία .....	15
1.3 Θεωρίες Μάθησης.....	15
1.3.1 Συμπεριφοριστικές Θεωρίες Μάθησης .....	17
1.3.2 Γνωστικές Θεωρίες Μάθησης .....	21
1.3.2.1 Η θεωρία του εποικοδομισμού .....	23
1.3.2.1.1 Ο Δομικός Εποικοδομισμός του Piaget .....	27
1.3.2.1.2 Ο Εποικοδομισμός του Bruner .....	29
1.3.3 Κοινωνικο - πολιτισμικές Θεωρίες Μάθησης .....	31
1.3.3.1 Ο Κοινωνικός Εποικοδομισμός του Vygotsky .....	33
1.4 Εποικοδομισμός και Εκπαίδευση .....	33
1.5 Υπολογιστική Γνωστική Επιστήμη .....	37
1.5.1 Γνωστική Νευροψυχολογία.....	40
1.6 Η χρήση της ρομποτικής στην διδασκαλία θετικών επιστημών .....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> .....	47
2.1 Περιβάλλοντα Μάθησης βασισμένα σε ΤΠΕ .....	47
2.1.1 Προγραμματιστικοί Μικρόκοσμοι .....	48
2.1.1.1 Η έννοια του μικρόκοσμου.....	48
2.2 Εκπαιδευτικά Λογισμικά στη διδασκαλία μαθηματικών και πληροφορικής.....	50
2.2.1 Cabri Geometry II.....	50
2.2.2 The Geometer's SKETCHPAD V4 .....	51
2.2.3 GeoGebra .....	52
2.2.4 Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ .....	53
2.2.5 Δημιουργός Μοντέλων II .....	54
2.2.6 Modellus.....	55
2.2.7 ΓΑΙΑ II .....	57
2.2.8 Δ.Ε.Λ.Υ.Σ. ....	58
2.2.9 Αλγοριθμική .....	59
2.2.10 Scratch.....	60
2.2.10.1 Περιβάλλον ανάπτυξης, ιστότοπος και Scratch Player .....	62
2.2.10.2 Χρήση της γλώσσας Scratch .....	63

2.2.11 Logo-like Περιβάλλοντα .....	64
2.2.12 Microworlds Pro .....	65
2.3 Χρήση των παραπάνω λογισμικών σε Σχολεία .....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> .....	71
3.1 Η Ρομποτική στην Εκπαίδευση .....	71
3.1.1 Εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε Σχολεία .....	76
3.1.2 Πλεονεκτήματα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής .....	78
3.1.3 Μειονεκτήματα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής .....	82
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> .....	84
4.1 Η αρχή των Lego Mindstorms .....	84
4.1.1 Το πακέτο Lego Mindstorms NXT .....	86
4.2 Εκπαιδευτικό και Διδακτικό Σενάριο .....	87
4.3 Περιγραφή Δραστηριοτήτων .....	88
4.3.1 Ο ΚΥΚΛΟΣ: 1 <sup>η</sup> Φόρμα Προτεινόμενου Σχεδίου Μαθήματος.....	90
4.3.2 ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ - ΤΡΙΓΩΝΟ: 2 <sup>η</sup> Φόρμα Προτεινόμενου Σχεδίου Μαθήματος.....	94
4.4 Τρόποι Αξιολόγησης .....	98
Συμπεράσματα .....	99
Μελλοντική Έρευνα .....	101
Χρησιμότητα της παρούσας έρευνας: Γιατί επιλέγουμε την Εκπαιδευτική Ρομποτική; .....	102
Βιβλιογραφικές Αναφορές .....	104
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι .....	115

## Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Cabri Geometry II .....	51
Εικόνα 2 Στιγμιότυπο από το λογισμικό The Geometer's SKETCHPAD V4.....	51
Εικόνα 3 Στιγμιότυπο από το λογισμικό GeoGebra.....	53
Εικόνα 4 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ.....	54
Εικόνα 5 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων II .....	55
Εικόνα 6 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Modellus .....	56
Εικόνα 7 Στιγμιότυπο από το λογισμικό ΓΑΙΑ II .....	57
Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δ.Ε.Λ.Υ.Σ. ....	58
Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Αλγοριθμική .....	60
Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Scratch .....	61
Εικόνα 11 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Microworlds Pro.....	66

## Πρόλογος

Η Ρομποτική έχει καταστεί αναπόσπαστο στοιχείο της κοινωνίας μας και να έχει πλέον εισχωρήσει και στην εκπαίδευση καθώς μας βοηθάει να κατανοήσουμε πληρέστερα μια περιοχή μάθησης. Ένα ρομπότ δεν μπορεί να αντικαταστήσει το ρόλο του εκπαιδευτικού, αλλά μπορεί να φανεί ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια του στην εκμάθηση μιας δραστηριότητας. Το ρομπότ μπορεί να γίνει μια διασκεδαστική πλατφόρμα για την διδασκαλία μιας πληθώρας μαθημάτων όπως ηλεκτρονικών υπολογιστών, ηλεκτρονική, μηχανολογία κ.α. Τα ρομπότ ενσωματώνουν τη μέθοδο της αλληλεπίδρασης και λόγω της τρέχουσας οικονομικής και κοινωνικής εξάρτησης μας από την τεχνολογία οι εμπειρογνώμονες έχουν ονομάσει την τελευταία δεκαετία σαν «Τεχνολογική Εποχή».

Ρομποτική είναι η επιστήμη και η τεχνολογία των ρομπότ, που περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την κατασκευή και τον προγραμματισμό τους. Η λέξη robot προέρχεται από την Τσέχικη λέξη «robot» που σημαίνει τραγωδία ή σκλάβος (που κάνει καταναγκαστική εργασία). Η λέξη επινοήθηκε το 1922 από τον Τσέχο συγγραφέα και ζωγράφο Josef Čapek και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον αδελφό του Karel Čapek, συγγραφέα επίσης, στο θεατρικό έργο του «Rossum's Universal Robots» για να περιγράψει εργάτες. Σήμερα ρομπότ θεωρείται η αυτόματη συσκευή που λειτουργεί με αυτοματισμό ή τηλεχειρισμό και υποκαθιστά τον άνθρωπο σε διάφορες εργασίες (βιομηχανικές, επιστημονικές, κοπιαστικές, επικίνδυνες κ.λπ.). Συνήθως, έχει τη μορφή ανθρώπου, ζώου ή ανθρωποειδούς, σχήμα βραχίονα ή μηχανικής συσκευής.

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας ραγδαία αναπτυσσόμενος κλάδος σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης παγκοσμίως. Τα εκπαιδευτικά ρομπότ έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τα βιομηχανικά ρομπότ, είναι χαμηλότερου κόστους και είναι ασφαλέστερο να χρησιμοποιηθούν από μαθητές και φοιτητές (Mikropoulos & Bellou, 2013).

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

Η μάθηση είναι ένα από τα σημαντικότερα θέματα στον τομέα της ψυχολογίας, και πάνω σ' αυτή έχουν γίνει εκατοντάδες πειραματικές μελέτες. Για κάποιους η μάθηση είναι ένα άθροισμα γνώσεων, οι οποίες είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης ερεθίσματος - αντίδρασης, ενώ για κάποιους άλλους η μάθηση είναι μια διαδικασία ανάπτυξης νέων ικανοτήτων, οι οποίες επέρχονται από την αναδιαμόρφωση μιας προηγούμενης κατάστασης ή μαθημένης συμπεριφοράς.

Με ποιο τρόπο όμως μαθαίνει κάποιος και κάτω από ποιες συνθήκες προκαλείται η μάθηση; Τις απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα δίνουν οι διάφορες θεωρίες μάθησης. Μια θεωρία για τη μάθηση είναι μια γενική διατύπωση, η οποία έχει εφαρμογές σε όλα τα θέματα της μάθησης και σε όλες τις καταστάσεις, κάτω από τις οποίες επιτυγχάνεται η μάθηση. Μια τέτοια θεωρία λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες που προκαλούν τη μάθηση, τα αίτια και τα αποτελέσματά της. Τέλος, ερμηνεύει, προβλέπει και ελέγχει τον τρόπο, με τον οποίο οι συνθήκες του περιβάλλοντος ασκούν επιρροή στη μάθηση.

Μια θεωρία μάθησης, δηλαδή, είναι μια ολοκληρωμένη συστηματική άποψη για τη φύση της διαδικασίας αλλαγής της συμπεριφοράς του ατόμου σαν αποτέλεσμα εμπειρίας και πράξης.

## 1.1 Μάθηση

Η μάθηση είναι ένα σύνθετο εσωτερικό βιολογικό και πνευματικό φαινόμενο που έχει μελετηθεί από διάφορους κλάδους της επιστήμης όπως ψυχολογία, παιδαγωγική, φυσιολογία, ιατρική, βιολογία και άλλοι. Στην ουσία τα όσα γράφονται και λέγονται για τη μάθηση αποτελούν επιστημονικές υποθέσεις που εξάγονται από την παρατήρηση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της.

Οι άνθρωποι συμφωνούν ότι η μάθηση είναι σημαντική, αλλά έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τα αίτια, τις διαδικασίες και τις συνέπειες της μάθησης. Δεν υπάρχει κανένας ορισμός της μάθησης που είναι καθολικά αποδεκτός από τους θεωρητικούς, ερευνητές και επαγγελματίες (Shuell, 1986).

Προσπαθώντας να πλησιάσουμε τον όρο «μάθηση» θα λέγαμε ότι θεωρείται η νοητική διεργασία με την οποία το άτομο αποκτά νέες δεξιότητες και γνώσεις (Κολιάδης, 2002). Η μάθηση δεν είναι αποδοχή, αλλά πρόσκληση στο μαθητή να ακούσει, να δει και να στοχαστεί (Oakeshott, 1989).

Η έννοια της μάθησης σύμφωνα με τον Bigge έχει άμεση σχέση με τη μόνιμη αλλαγή στη συμπεριφορά του ατόμου, η οποία είναι αποτέλεσμα εμπειρίας και πράξης. Η μάθηση έχει προσωπικό και ατομικό χαρακτήρα. Κάθε άτομο μαθαίνει με το δικό του μοναδικό τρόπο. Οι αλλαγές του ατόμου μέσω της μάθησης συντελούνται στο πεδίο των γνώσεών του, των δεξιοτήτων και των στάσεών του (Bigge, 1990).

Κατά τους Schacter, Gilbert και Wegner, η μάθηση μπορεί να είναι συνειδητή και εσκεμμένη ή ασυνείδητη. Παράγει μνήμες και, αντίστροφα, η ύπαρξη αναμνήσεων υποδηλώνει ότι αποκτήθηκε γνώση, ότι καταγράφηκαν εμπειρίες και καταχωρήθηκαν στον εγκέφαλο ή ότι η μάθηση συντελέστηκε. Συνοπτικά, η μάθηση προέρχεται από εμπειρία που έχει ως αποτέλεσμα μια σχετικά μόνιμη αλλαγή της κατάστασης του μαθητή (Βοσνιάδου, 2012).

Όπως παρατηρεί ο Φλουρής, παρότι έχει διεξαχθεί πληθώρα σχετικών μελετών, η μάθηση παραμένει μια διαδικασία, η οποία δεν έχει ερμηνευτεί και κατανοηθεί πλήρως και κατά τρόπο παραδεκτό από όλους, όσους ασχολούνται με αυτή. Στην ουσία τα όσα γράφονται και λέγονται για τη μάθηση αποτελούν επιστημονικές υποθέσεις που εξάγονται από την παρατήρηση και τη μελέτη των αποτελεσμάτων της (Φλουρής, 2003).

Ο κάθε ένας απ' αυτούς τους ορισμούς (καθώς και πολλοί άλλοι) περιλαμβάνουν πολλές προσδιοριστικές έννοιες: η μάθηση βασίζεται στην εμπειρία, παράγει μεταβολές στον οργανισμό και αυτές οι αλλαγές είναι σχετικά μόνιμες.

Συμπερασματικά μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι η έννοια της μάθησης δεν είναι ούτε απλή ούτε μονοσήμαντη. Για αυτόν τον λόγο, εξάλλου, ιδρύθηκαν και οι διάφορες σχολές που υποστήριζαν η κάθε μία διαφορετικές θεωρίες για το πώς ο άνθρωπος μαθαίνει να μαθαίνει.

## 1.2 Διδασκαλία

Στην διεθνή βιβλιογραφία ο ορισμός της διδασκαλίας εμφανίζεται με ποικίλους τρόπους. Στην παρούσα μελέτη, όμως, θα γίνει αναφορά στους πιο αντιπροσωπευτικούς και σύγχρονους θεωρητικούς της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Gagne, διδασκαλία είναι το σύνολο των ενεργειών που κάνει ο εκπαιδευτικός για να προκαλέσει, να ενισχύσει και να προωθήσει την μάθηση (Gagne, 1970).

Κατά τον Orahle είναι μια εκφραστική προσαγόρευση από άνθρωπο προς άνθρωπο, με καθορισμένο χαρακτήρα, που έχει την έννοια της μετάδοσης συγκεκριμένης γνώσης, η οποία εξυπηρετεί συγκεκριμένο σκοπό (Orahle, 1967).

Σύμφωνα με την Κοσσυβάκη, ως διδασκαλία μπορούμε να ορίσουμε τη διαδικασία υποστήριξης εσωτερικών διαδικασιών μάθησης, μέσω εξωτερικών ενεργειών που στοχεύουν στη διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος μάθησης. Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό η διαμόρφωση ενός περιβάλλοντος μάθησης συνιστά το κριτήριο για την υποστήριξη της μάθησης. Βέβαια, το τι ορίζεται ως περιβάλλον μάθησης και σύμφωνα με ποια κριτήρια οφείλει αυτό να δημιουργηθεί εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το πώς εννοιολογικά προσεγγίζεται η μάθηση (Κοσσυβάκη, 2003).

Τέλος, από τον Smith ορίζεται ως ένα σύνολο ενεργειών που αποσκοπούν στο να προκαλέσουν μάθηση (Smith, 1960).

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, με τον όρο «διδασκαλία» νοούνται όλες οι προγραμματισμένες ενέργειες που γίνονται από τον δάσκαλο/εκπαιδευτικό για την απόκτηση γνώσης και δεξιοτήτων από την πλευρά του μαθητή (Κασσωτάκης & Φλουρής, 2003).

## 1.3 Θεωρίες Μάθησης

Κάθε προσπάθεια σχεδίασης και ανάπτυξης μιας διδασκαλίας πρέπει να στηρίζεται σε μία ή περισσότερες θεωρίες μάθησης, οι οποίες θα αποτελέσουν το υπόβαθρο του γνωστικού σχεδιασμού. Οι θεωρίες για τη μάθηση και οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της διδασκαλίας ποικίλουν.

Γίνεται αντιληπτό ότι δεν υπάρχει ένα μόνο είδος μάθησης. Κάθε γενιά θεωρητικών είχε τη ματαιοδοξία ότι θα κέρδιζε τη μάχη της ορθότερης θεωρίας μάθησης και θα επικρατούσε ως καλύτερη. Κάθε εκπαιδευόμενος έχει δικό του τρόπο μάθησης.



Επομένως, φρόνιμη πρακτική είναι να συνδυαστούν (όπου αυτό είναι εφικτό) οι θεωρίες μάθησης (Bruner, 1985).

Η διαμάχη μεταξύ θεωρίας και πράξης γέννησε και τις διαφορετικές απόψεις για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Από τη μια πλευρά, η συμπεριφοριστική μάθηση, με κύριο αντικείμενο ενασχόλησής της την καταγραφή και μελέτη των έκδηλων αντιδράσεων του ανθρώπου χωρίς να ασχολείται με τους ενδιάμεσους παράγοντες. Αναλυτικότερα, η συγκεκριμένη προσέγγιση συνοπτικά παρουσιάζει την ανθρώπινη συμπεριφορά ως αντιδρούσα σε ένα ερέθισμα. Από την άλλη πλευρά, οι εποικοδομιστές σύμφωνα με τους οποίους ο μαθητής μαθαίνει πώς να οικοδομεί τη γνώση μέσα σε περιβάλλοντα συνεργασίας και αλληλεπίδρασης, λαμβάνοντας υπόψη τους το γνωστικό δυναμικό του μαθαίνοντα ανά ηλικία. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αναφερθούν και οι ανθρωπιστικές θεωρίες σύμφωνα με τις οποίες ο άνθρωπος μαθαίνει χρησιμοποιώντας τις προσωπικές του δυνατότητες και ο ρόλος του εκπαιδευτή είναι να διευκολύνει και να καθοδηγεί τον μαθαίνοντα.

Συνεπώς, η επιστημονική μελέτη της εξελικτικής διαδικασίας μάθησης οδήγησε στη δημιουργία ψυχολογικών θεωριών που προσεγγίζουν τη μάθηση ως μια διαδικασία απόκτησης της γνώσης (Θεωρίες Συμπεριφοράς), μια διαδικασία διερεύνησης των λειτουργιών που έχουν σχέση με τη μάθηση (Γνωστικές Θεωρίες) ή μια διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης (Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης).

Ωστόσο, οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης και διδασκαλίας, οι οποίες δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην εξάρτηση της κοινωνικής πρακτικής από το πλαίσιο μέσα από το οποίο αυτή προκύπτει, υποστηρίζουν ότι η συγκρότηση κοινωνικής ισχύος είναι περισσότερο πολύπλοκη από όσο υποδηλώνει η παραπάνω προοπτική (Χασάπης, 2005).

Η πολλαπλότητα των τρόπων εισαγωγής και ένταξης των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαιδευτική διαδικασία και κυρίως οι διάφορες κατηγορίες εκπαιδευτικού λογισμικού, πρέπει να ιδωθούν κάτω από το πρίσμα των διαφόρων θεωριών και μοντέλων για την ανθρώπινη γνώση και τη μάθηση. Στο πλαίσιο αυτό, τρεις είναι οι κύριες ψυχολογικές θεωρίες που άσκησαν και ασκούν επιρροή στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού και κατά συνέπεια, τη θέση των ΤΠΕ στη διδακτική και τη μαθησιακή διαδικασία: ο συμπεριφορισμός (behaviorism), ο εποικοδομισμός (constructivism) και οι κοινωνικοπολιτισμικές (sociocultural) ή

ιστορικοπολιτισμικές (historiocultural) προσεγγίσεις. Πρέπει όμως να τονίσουμε ότι πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές με τη χρήση των ΤΠΕ έχουν κυρίως σχεδιαστεί και καθοδηγηθεί από τη πρόοδο της τεχνολογίας και όχι από την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην ψυχολογία της μάθησης (Κόμης, 2004).

Παρά τις διαφορές τους, έχουν και μια σημαντική ομοιότητα: η καθεμιά επιχειρεί να κατανοήσει τις εσωτερικές γνωστικές διεργασίες, εξετάζοντας τις συνειδητές αντιλήψεις, σκέψεις, μνήμες και συναισθήματα ή προσπαθεί να επαναφέρει προηγούμενο ασυνείδητο υλικό, από αναφορές συμμετεχόντων σε πειράματα ή ασθενών σε κλινικό περιβάλλον.

### 1.3.1 Συμπεριφοριστικές Θεωρίες Μάθησης

Οι θεωρίες συμπεριφορισμού έχουν ως κύριους εκπρόσωπους τους Αμερικανούς J. B. Watson, (συμπεριφοριστικό πρότυπο μάθησης), E. L. Thorndike (μάθηση μέσω δοκιμής και πλάνης), B. F. Skinner (συνειρμική – συντελεστική μάθηση) και το Ρώσο Pavlov (συνειρμική – κλασική εξαρτημένη μάθηση). Το κύριο αντικείμενο ενασχόλησής τους υπήρξε η καταγραφή και μελέτη των έκδηλων αντιδράσεων του ανθρώπου χωρίς να διερευνούν τους παράγοντες που διαμεσολαβούν από τη στιγμή που προσλαμβάνεται ένα ερέθισμα από το περιβάλλον μέχρι τη στιγμή που εκδηλώνεται η αντίδραση.

Σύμφωνα με τους οπαδούς του συμπεριφορισμού (ή μιχεβιορισμού), δεν έχουν σημασία οι εσωτερικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της μάθησης, αλλά οι αλλαγές που συμβαίνουν στην εμφανή συμπεριφορά του υποκειμένου, στο τι δηλαδή μπορεί να κάνει ο μαθητής ως αποτέλεσμα της κατάλληλης οργάνωσης του περιβάλλοντος της μάθησης.

Ο συμπεριφορισμός, που προσεγγίζει την ψυχολογική επιστήμη ως μετρήσιμη συμπεριφορά, ασχολήθηκε κατά κύριο λόγο με τον υπολογισμό εκείνων μόνο των αντιδράσεων που μπορούν να παρατηρηθούν και να μετρηθούν. Αντίθετα, απορρίπτει τη νοητική δραστηριότητα ως άσχετη και ακατανόητη, κατέστη η κύρια θεώρηση των περισσότερων ερευνητών από τη δεκαετία του 1930 ως τη δεκαετία του 1950. Οι περισσότεροι συμπεριφοριστές υποστήριζαν ότι η μόνιμη μεταβολή στην εμπειρία, που ήταν αποτέλεσμα της μάθησης, θα μπορούσε να προκύψει το ίδιο καλά σχεδόν σε κάθε οργανισμό: επίμυες, σκυλιά, περιστέρια, ποντίκια, γουρούνια ή ανθρώπους.

Από αυτή την οπτική, οι συμπεριφοριστές αντιμετώπισαν τη μάθηση ως μια καθαρά συμπεριφορική κι αμιγώς παρατηρήσιμη διαδικασία η οποία δεν συνεπάγεται καμία νοητική δραστηριότητα.

Ο διδάσκων καθώς και η μεθοδολογία που χρησιμοποιεί κατά τη μαθησιακή διαδικασία διαδραματίζουν κυρίαρχο ρόλο στην πορεία του ατόμου προς τη μάθηση, η οποία δεν επηρεάζεται από την ενεργητική του δραστηριότητα του. Στη διαδικασία μάθησης πιο συγκεκριμένα ο διδάσκοντας εκτελεί χρέη «πομπού» πληροφορίας και ο μαθητής παθητικού «δέκτη» χωρίς να προβλέπονται στάδια επεξεργασίας της από αυτόν (Soloway, Guzdial & Hay, 1994).

Ο σημαντικότερος μηχανισμός της μάθησης κατά τους συμπεριφοριστές είναι οι ενισχύσεις που δέχεται το άτομο για την υιοθέτηση συγκεκριμένων συμπεριφορών. Η ενίσχυση μπορεί να είναι θετική (π.χ. αμοιβή) ή αρνητική (π.χ. τιμωρία). Ο Pavlov και ο Watson μελέτησαν τη σχέση ανάμεσα σε ένα ερέθισμα και την αντίδραση (που προκαλεί) και έδωσαν έμφαση στον σημαντικό ρόλο του περιβάλλοντος στη διαμόρφωση της συμπεριφοράς. Συγκεκριμένα, ο Pavlov εισήγαγε τον όρο «κλασική εξαρτημένη μάθηση» ο οποίος αναφέρεται σε μια διαδικασία μάθησης στην οποία ένα ερέθισμα αποκτά την ικανότητα να προκαλεί μιαν αντίδραση, λόγω της σύνδεσης του με ένα ερέθισμα, που αυτομάτως παράγει την ίδια ή κάποια παρόμοια αντίδραση (Pavlov, 1927). Ο Pavlov στην έρευνά του πάνω στη φυσιολογία της πέψης παρατήρησε κάτι ενδιαφέρον σχετικά με τους σκύλους που μελετούσε. Ανέπτυξε μια διαδικασία κατά την οποία χτυπούσε ένα καμπανάκι κάθε φορά που τάιζε τους σκύλους και μετά από λίγο παρατήρησε ότι οι σκύλοι εξέκριναν σάλιο, όταν άκουγαν μόνο το καμπανάκι. Ο ήχος της καμπάνας ήταν ένα ερέθισμα, αισθητηριακή εισροή από το περιβάλλον, το οποίο επηρέαζε την έκκριση σιέλου των σκύλων, το οποίο ήταν μια αντίδραση, μια πράξη ή σωματική αλλαγή προκαλούμενη από ένα ερέθισμα.

Ο Watson δίδαξε ότι το άτομο μαθαίνει να αντιδρά και σε άλλα ερεθίσματα, αναλόγως των χωροχρονικών συνδέσεων που γίνονται κάθε φορά. Θεωρούσε ότι οι άνθρωποι γεννιούνται με κάποια αντανάκλαστικά και συναισθηματικές αντιδράσεις φόβου, αγάπης και οργής, ενώ όλη η υπόλοιπη συμπεριφορά τους προσδιορίζεται μέσω των κατάλληλων συνδέσεων μεταξύ ερεθίσματος – αντίδραση. Ο Watson εφάρμοσε τις τεχνικές του Pavlov στα ανθρώπινα βρέφη. Πειραματίστηκε διδάσκοντας ένα νήπιο το οποίο είναι γνωστό ως «ο Μικρός Άλμπερτ», να φοβάται ένα άκακο λευκό επίμυ (και άλλα άσπρα χνουδωτά ζώα και παιχνίδια), τα οποία

προηγουμένως δεν φοβόταν. Ο Watson πίστευε ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά επηρεάζεται πολύ από το περιβάλλον, και τα πειράματα με τον Μικρό Άλμπερτ του έδωσαν μια ευκαιρία να καταδείξει αυτή την επιρροή στα πρώτα στάδια της ζωής (Βοσνιάδου, 2012).

Ο ψυχολόγος Edward Lee Thorndike εισήγαγε τη θεωρία της σύνδεσης ανάμεσα στο εξωτερικό ερέθισμα και την αντίδραση, βασικό σημείο της οποίας αποτελεί η έννοια της μάθησης με δοκιμή και πλάνη. Η ουσιαστική διαφορά του με τον Ραβλόν έγκειται στο γεγονός ότι η μάθηση δεν εξηγείται ως μια νοητική σύνδεση (εξάρτηση) της αντίδρασης με ένα ερέθισμα που έχει προηγηθεί, αλλά με ένα ερέθισμα που ακολουθεί την αντίδραση αυτή ως συνέπεια της.

Επηρεασμένος από τον συμπεριφορισμό του Watson, ο B. F. Skinner ανέπτυξε την έννοια της ενίσχυσης χρησιμοποιώντας τον «κλωβό του Skinner». Κατέδειξε ότι τα ζώα και οι άνθρωποι επαναλαμβάνουν συμπεριφορές οι οποίες προκαλούν ευχάριστα αποτελέσματα και αποφεύγουν να συμπεριφέρονται με τρόπο που προκαλεί δυσάρεστα αποτελέσματα. Συγκεκριμένα ο κλωβός είχε ένα μοχλό και μια ταΐστρα, όπου έπεφτε φαγητό αν πατιούνταν ο μοχλός από ένα πεινασμένο επίμυ. Παρατήρησε ότι όταν τοποθετούσε έναν επίμυ μέσα στον κλωβό, εκείνος έτρεχε δεξιά κι αριστερά εξερευνώντας την περιοχή και συνήθως πίεζε το μοχλό κατά λάθος. Τότε έπεφτε ένας σβόλος φαγητού στην ταΐστρα. Αφού είχε συμβεί αυτό, ο ρυθμός πίεσης του μοχλού αυξανόταν σημαντικά και παρέμενε υψηλός έως ότου ο επίμυς χόρταινε. Έτσι ο Skinner είχε αποδείξεις γι' αυτό που ονόμασε αρχή της ενίσχυσης, και υποστήριξε ότι οι συνέπειες μιας συμπεριφοράς καθορίζουν κατά πόσον αυτή η συμπεριφορά είναι περισσότερο ή λιγότερο πιθανό να εμφανιστεί ξανά (Skinner, 1938).

Η προς διδασκαλία ύλη αναλύεται σε επιμέρους τμήματα, τα οποία διδάσκονται με βαθμιαία πρόοδο από τα απλά τμήματα της ύλης προς τα σύνθετα και δυσνόητα. Κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων αυτών θα πρέπει στις απαντήσεις που δίνουν οι μαθητές στα ερωτήματα να υπάρχει ταχεία ανατροφοδότηση - θετική ή αρνητική, ανάλογα με την απάντηση. Όσα ερωτήματα δεν απαντώνται σωστά από τους μαθητές, τίθενται εκ νέου ενδεχομένως και με άλλη σειρά (Σολομωνίδου, 2006).

Κατά τους συμπεριφοριστές, το μυαλό του μαθητή είναι άγραφο χαρτί (tabula rasa), πάνω στο οποίο ο δάσκαλος μπορεί να εγγράψει τη γνώση. Κατ' αυτούς, η μάθηση είναι παθητική, ληπτική και αναπαραγωγική διαδικασία. Η γνώση μεταδίδεται από το

δάσκαλο και το εγχειρίδιο στο μαθητή. Είναι στατική και αντικειμενική. Η έμφαση δίνεται στην ποσότητα και το εύρος της γνώσης. Η αποτελεσματικότητα της μάθησης ελέγχεται με δοκιμασίες προόδου που δίνουν έμφαση στην κατοχή του περιεχομένου. Το διδακτικό μοντέλο που στηρίζεται στη θεωρία του συμπεριφορισμού είναι δασκαλοκεντρικό. Ο δάσκαλος θεωρείται αυθεντία και οι μαθητές οφείλουν να αναπαράγουν τη γνώση, όπως αυτή υπάρχει στα σχολικά εγχειρίδια και μεταδίδεται από αυτόν στην τάξη.

Βασική θέση αυτής της θεωρητικής κατεύθυνσης είναι ότι ο άνθρωπος αποτελεί «προϊόν» του περιβάλλοντός του. Μόνο η παρατηρούμενη συμπεριφορά του ανθρώπου τίθεται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος. Οι εσωτερικές διαδικασίες στον άνθρωπο δεν διαδραματίζουν για αυτή τη θεωρία καμιά σημασία. Στη διαδικασία μάθησης πρωτεύοντα ρόλο έχει ο διδάσκων ο οποίος οργανώνει το σύνολο των ερεθισμάτων και απαντά στις αντιδράσεις των μαθητών. Με αυτό τον τρόπο, δηλαδή με τη θετική ή αρνητική απάντηση στις αντιδράσεις των εκπαιδευόμενων παρεμβαίνει στη διαδικασία μάθησης. Ο ρόλος του μαθητή είναι καθαρά παθητικός.

Επιπλέον, η νέα γνώση που αποκτάται δεν αντικαθιστά ούτε μεταβάλλει την ήδη υπάρχουσα αλλά αποθηκεύεται μαζί της. Ένα άλλο σημαντικό σημείο επίκρισης του συμπεριφορισμού αφορά στην αντίθεσή του με την αρχή της ελευθερίας της βούλησης του ατόμου να δεχτεί (ή όχι) ένα αυθαίρετα προκαθορισμένο μοντέλο συμπεριφοράς σχεδιασμένο από τον διδάσκοντα (Πρέζας, 2003). Ως αποτέλεσμα, η υιοθέτηση τέτοιων μοντέλων καλλιεργεί μια παθητική στάση του εκπαιδευόμενου στη διαδικασία της μάθησης, η οποία με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε πνευματικό ολοκληρωτισμό, όντας πολύ ισχυρό όπλο στα χέρια αυτών που επιθυμούν να χειραγωγήσουν άτομα και κοινωνίες.

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά που δημιουργούνται στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης είναι «κλειστού τύπου» με έμφαση στην παρουσίαση της πληροφορίας, κατά κανόνα με τη μορφή ηλεκτρονικών βιβλίων και στην αξιολόγηση των γνώσεων μέσω δραστηριοτήτων εξάσκησης και πρακτικής. Η έμφαση στην περίπτωση αυτή δίνεται στον εκπαιδευτικό (που υποκαθίσταται πλήρως ή εν μέρει από το ίδιο το λογισμικό) και έχει συνεπώς όλα τα χαρακτηριστικά της δασκαλοκεντρικής εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Συνοπτικά, ο συμπεριφορισμός υποστήριξε τη μελέτη παρατηρήσιμων πράξεων και αντιδράσεων και θεώρησε ότι οι εσωτερικές νοητικές διεργασίες ήταν προσωπικά γεγονότα τα οποία δεν μπορούσαν να μελετηθούν επιστημονικά. Συνεπώς, το συμπεριφοριστικό πρότυπο μάθησης «Ερέθισμα → Αντίδραση» με τη μελέτη αποκλειστικά της έκδηλης και παρατηρήσιμης συμπεριφοράς αποδείχτηκε ανεπαρκές και ατελές να ερμηνεύσει την πολυπλοκότητα της ανθρώπινης συμπεριφοράς και ιδιαίτερα τις ανώτερες και σύνθετες μορφές μάθησης και συμπεριφοράς. Συγκεκριμένα οι συμπεριφοριστές αγνόησαν τη μελέτη των εσωτερικών νοητικών διεργασιών του ανθρώπινου εγκεφάλου, όπως είναι η μνήμη, η προσοχή, η συνειδητότητα, η σκέψη, η αναπαράσταση του εξωτερικού κόσμου με νοητικές εικόνες κ.α., διότι θεώρησαν ότι τα θέματα αυτά δεν ήταν δυνατόν να μελετηθούν σε αυστηρά ελεγχόμενες πειραματικές συνθήκες. Ο έλεγχος και η χειραγώγηση του ατόμου από τις περιβαλλοντικές συνθήκες υπήρξαν μια ουτοπική μονομέρεια που υποβίβαζε την ανθρώπινη ελευθερία και αξιοπρέπεια (Κολιάδης, 2012).

### 1.3.2 Γνωστικές Θεωρίες Μάθησης

Οι γνωστικές θεωρίες αντιπροσωπεύουν τον κλασσικό εποικοδομισμό και από τους σημαντικότερους εκπροσώπους τους είναι ο J. Bruner και ο J. Piaget.

Σε αντίθεση με το μοντέλο του συμπεριφορισμού όπου η έμφαση δίνεται στο γνωστό σχήμα «Ερέθισμα → Αντίδραση», στο μοντέλο του γνωστικισμού εισέρχεται και ο μανθάνων ούτως ώστε να προκύψει το σχήμα «Ερέθισμα → Μανθάνων → Αντίδραση». Οι γνωστικές θεωρίες εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στις εσωτερικές γνωστικές διεργασίες που πραγματοποιούνται στον εγκέφαλο του εκπαιδευόμενου κατά τη διαδικασία της μάθησης, δηλαδή στο πώς επιτυγχάνεται, δομείται, γίνεται αντιληπτή και μεταδίδεται η γνώση (ΕΚΕΠΙΣ, 2006).

Η γνωστική θεωρία ενδιαφέρεται για ό,τι συμβαίνει μέσα στο νου, καθώς η μάθηση εκλαμβάνεται ως μια αλλαγή γνώσης που είναι αποθηκευμένη στη μνήμη του μαθητή. Έτσι δίνει έμφαση στην ενεργό συμμετοχή του μαθητή. Ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός πρέπει να οργανωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε οι νέες πληροφορίες που θα παρουσιαστούν να συνδυαστούν με την προϋπάρχουσα γνώση, η οποία ανακαλείται για να ενσωματωθεί με τη νέα πληροφορία.

Ο Bartlett εστίασε το ενδιαφέρον του στη μνήμη. Πίστευε ότι ήταν πιο σημαντικό να εξετάσει τη μνήμη σχετικά με το είδος των πληροφοριών που οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή και γι' αυτόν το λόγο έδωσε σε ανθρώπους ιστορίες, τις οποίες έπρεπε να θυμηθούν. Στη συνέχεια παρατήρησε τα είδη των λαθών που έκαναν καθώς προσπαθούσαν να τις ανακαλέσουν στη μνήμη τους λίγο καιρό αργότερα (Bartlett, 1932 στο Schooler, 1990). Ανακάλυψε ότι οι συμμετέχοντες σε έρευνες συχνά ανακαλούσαν αυτό που έπρεπε να έχει συμβεί ή αυτό που προσδοκούσαν να συμβεί παρά αυτό που πραγματικά συνέβη. Έτσι, οδηγήθηκε στο συμπέρασμα ότι η μνήμη δεν είναι μια φωτογραφική αναπαραγωγή παρελθουσών εμπειριών και ότι οι προσπάθειές μας να ανακαλέσουμε το παρελθόν επηρεάζονται ιδιαίτερα από τις γνώσεις, τις ελπίδες, τις προσδοκίες και τις επιθυμίες μας.

Ο Case στη θεωρία του υποστηρίζει ότι η γνωστική ανάπτυξη είναι αποτέλεσμα των αυξήσεων στη χωρητικότητα του «πνευματικού χώρου» του παιδιού. Με τον όρο πνευματικό χώρο νοείται ο ανώτερος χώρος που μπορεί να χρησιμοποιήσει το παιδί ταυτοχρόνως σε μια δεδομένη στιγμή. Η ανάπτυξη του πνευματικού χώρου είναι συνάρτηση της ωρίμανσης του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος και της απόκτησης επαναλαμβανόμενης συμπεριφοράς με νοητικά σχήματα μέσα από την πρακτική εφαρμογή. Η γνωστική ανάπτυξη είναι μια συνεχής και αδιάκοπη διαδικασία κατά την οποία τα παιδιά γίνονται ικανά να συντονίζουν τις νοητικές δομές που έμαθαν προηγουμένως. Τα παιδιά συσσωρεύουν, κατά τη διάρκεια της αναπτυξιακής τους πορείας, νοητικές δομές και καθώς αυτές συντονίζονται η μια με την άλλη δημιουργούν καινούριες και ανώτερες δομές. Με τον τρόπο αυτό αποκτούν την ικανότητα να χρησιμοποιούν όλο και πιο γενικές δομές πράγμα που τους επιτρέπει στο τέλος να σκέφτονται πιο αφαιρετικά (Χασάπης, 2000).

Η αναζήτηση επιστημονικής μεθοδολογίας και αξιόπιστου τρόπου έρευνας της ανθρώπινης σκέψης με μεγαλύτερη ακρίβεια και αυστηρό πειραματικό έλεγχο έστρεψε την προσοχή των ερευνητών στην χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οποίοι κάνουν την εμφάνισή τους εκείνη την περίοδο (1980) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ποικιλοτρόπως. Ορισμένοι ερευνητές επικεντρώνουν τις μελέτες τους σε μια υποθετική αναλογία ανάμεσα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Δηλαδή οι έρευνες εστιάζονται στον τρόπο που τα άτομα

μετασχηματίζουν τα εισερχόμενα ερεθίσματα (input) σε εξερχόμενη πραξιακή συμπεριφορά (output) (Massaro & Cowman, 1993).

Η κριτική που ασκείται στην παραπάνω θεωρία και στο αντίστοιχο διδακτικό μοντέλο εστιάζει κυρίως στο γεγονός ότι τόσο η πορεία μάθησης όσο και το αποτέλεσμα αυτής είναι προσχεδιασμένα. Αυτό που πρέπει να κάνει ο εκπαιδευόμενος είναι να ακολουθήσει το σχεδιασμένο από το διδάσκοντα πρόγραμμα. Βέβαια, θα φτάσει μέσα από το δικό του δρόμο στο «σωστό» αποτέλεσμα, αλλά το «σωστό» είναι ήδη εκ των προτέρων προσδιορισμένο, όπως επίσης και το «λάθος».

Συμπερασματικά, οι γνωστικές θεωρίες διερευνούν τις ανώτερες γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπου (όπως αντίληψη, μνήμη, παράσταση, νόηση, γλώσσα, κριτική ικανότητα, επίλυση προβλημάτων, λήψη αποφάσεων, δημιουργική και κριτική σκέψη) που νοηματοδοτούν τα προσλαμβανόμενα ερεθίσματα και θεωρούν ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα της τροποποίησης των προϋπαρχόντων γνώσεων.

Αν και σε γενικές γραμμές ο σχεδιασμός συστημάτων βάσει των γνωστικών θεωριών μάθησης μοιάζει αρκετά με τον αντίστοιχο του συμπεριφοριστικού μοντέλου, η διαφορά τους έγκειται στην έμφαση που δίνουν οι γνωστικές θεωρίες στην επεξεργασία των πληροφοριών, τη μετάγνωση και τη μεταφορά της γνώσης.

Στις θεωρίες αυτές εντάσσεται και ο εποικοδομητισμός, ο οποίος ξεκινώντας από τους προσωκρατικούς και τους σοφιστές εκφράστηκε τον 18<sup>ο</sup> αιώνα για πρώτη φορά από τον Vico το 1725: «γνωρίζω κάτι σημαίνει δομώ κάτι» και τον Kant το 1781: «ο ανθρώπινος νους είναι ένα ενεργητικό όργανο, το οποίο συλλαμβάνει, μορφοποιεί και μετασχηματίζει το πλήθος των αισθημάτων και των εμπειριών σε μια οργανωμένη ενότητα σκέψης».

Στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού, θα εξεταστούν οι θεωρίες του Piaget, του Bruner, και του Vygotsky. Για κάθε μια θα γίνει αναφορά στα πιο κεντρικά της σημεία και στην κριτική τους, θετική ή αρνητική.

### **1.3.2.1 Η θεωρία του εποικοδομισμού**

Σε αντίθεση με τη θεώρηση του συμπεριφορισμού, όλο και περισσότεροι ερευνητές υποστηρίζουν σήμερα την άποψη ότι η μαθησιακή διαδικασία δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί ουσιαστικά εάν δεν λάβει υπόψη της τον τρόπο με τον οποίο



οικοδομούν τις γνώσεις τους τα άτομα που μαθαίνουν. Για το λόγο αυτό, αυτές οι προσεγγίσεις, που υποστηρίζουν ότι οι γνώσεις δεν μεταδίδονται αλλά «οικοδομούνται» με προσωπικό τρόπο, ονομάζονται εποικοδομιστικές (Κόμης, 2005).

Η παιδαγωγική προσέγγιση του εποικοδομισμού ή δομητισμού δεν αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη παιδαγωγική θεωρία, αλλά αποτελεί τη βάση για πολλές και ποικίλες θεωρίες, με τις οποίες μοιράζεται μια κοινή επιστημολογική και ιδεολογική προσέγγιση (όσον αφορά τη φύση της πραγματικότητας του κόσμου, της γνώσης, της μάθησης, της διδασκαλίας και της προσωπικότητας) και υιοθετούν μεθοδολογίες συνεπείς με ορισμένες βασικές αρχές της ερμηνευτικής ή σχετικιστικής σχολής σκέψης (η οποία τα τελευταία χρόνια ονομάζεται και σχολή αλληλεπιδραστικότητας) (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Η ετυμολογική ανάγνωση του όρου ερμηνευτική προσέγγιση υποδηλώνει την έμφαση όχι τόσο στην αντικειμενική γνώση της πραγματικότητας, αλλά στη σχετικότητα και την προσωρινότητα των ερμηνειών που κατασκευάζει ο άνθρωπος ως ιστορικοκοινωνικό και ερμηνευτικό ον για να την αναπαραστήσει. Κατά τον ίδιο τρόπο, ο όρος εποικοδομισμός, που προέρχεται από την αγγλική λέξη «construct ή construction», δηλαδή κατασκευάσμα, κατασκευή, οικοδόμημα δείχνει με τα αντίστοιχα ρήματά του, ότι οι εποικοδομιστές παιδαγωγοί βλέπουν τη μάθηση ως μια κοινωνικο-γνωστική διαδικασία ενεργού οικοδόμησης της γνώσης, της μάθησης και της προσωπικότητας και τον άνθρωπο ως «οικοδόμο νοημάτων που βασίζονται στην υπάρχουσα εμπειρία του», η οποία είναι προσωπικά και κοινωνικά καθορισμένη και όχι ως παθητικό υποδοχέα ή άγραφο χάρτη για την έξωθεν εγχάραξη της γνώσης (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Σήμερα η έννοια του εποικοδομισμού ή δομισμού στηρίζεται σε μια τριπλή παραδοχή, της οποίας τα επιμέρους δομικά στοιχεία δεν επικαλύπτονται επακριβώς. Αναλυτικότερα, η προαναφερθείσα θεωρία λαμβάνει δεδομένα από την ψυχολογική, επιστημολογική και διδακτική επιστήμη. Η χρήση του εποικοδομισμού στη Διδακτική των Επιστημών καθίσταται έγκυρη όχι μόνο γιατί υποστηρίζεται από τις πιο σύγχρονες ψυχολογικές αντιλήψεις για τη μαθησιακή διαδικασία, αλλά και γιατί συσχετίζεται με την επιστημολογική θεώρηση που αφορά τη σύλληψη των αντικειμένων της επιστήμης (Ben-Ari, 2001).

Στην ψυχολογία, η έννοια του εποικοδομισμού αφορά το μοντέλο το οποίο χρησιμοποιείται για την κατανόηση της νοητικής δραστηριότητας του ατόμου που ασχολείται με την επίλυση ενός προβλήματος. Στην επιστημολογία (δηλαδή τον επιστημονικό χώρο που μελετά τον τρόπο με τον οποίο συγκροτούνται οι γνώσεις), ο εποικοδομισμός αφορά την αντίληψη που σχηματίζεται πάνω στο αντικείμενο της γνώσης, στις σχέσεις ανάμεσα στα εμπειρικά δεδομένα (τα «γεγονότα») και τις θεωρητικές κατασκευές (τα «μοντέλα», οι «νόμοι» και οι «θεωρίες»). Στη διδακτική, ο εποικοδομισμός αφορά τις εκπαιδευτικές διαδικασίες, οι οποίες τοποθετούν το μαθητή στο κέντρο της σχολικής μάθησης. Οι γνώσεις δεν μεταδίδονται, αλλά οφείλουν να οικοδομηθούν ή να αναδομηθούν από το μαθητή, ο οποίος αυτορυθμίζει τη μάθησή του (Κόμης, 2005).

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη μάθηση είναι τι γνωρίζει ήδη ο μαθητής (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968). Η θεωρία του εποικοδομισμού, θεωρεί ότι τόσο η γνώση, όσο και η διδακτική επικοινωνία δεν είναι δυνατόν να είναι μονοσήμαντες, αντικειμενικές και στατικές. Μέσα από την εμπειρία κατασκευάζονται νοητικές και συναισθηματικές δομές που καθορίζουν τον τρόπο, με τον οποίο καθίσταται αντιληπτό και κατανοητό το περιβάλλον. Οι Richert και Anderson πειραματίστηκαν πάνω στο θέμα της μνήμης δίνοντας σε δύο ομάδες να διαβάσουν ένα κείμενο, που περιέγραφε ένα σπίτι και δύο παιδιά που έπαιζαν μπροστά σ' αυτό. Στη μία ομάδα δόθηκε οδηγία να το διαβάσουν από τη σκοπιά ενός κλέφτη και στην άλλη από τη σκοπιά ενός μεσίτη. Όπως αναμενόταν, τα άτομα των δύο ομάδων θυμήθηκαν διαφορετικές λεπτομέρειες και γεγονότα, ανάλογα με την οπτική, από την οποία διάβασαν το κείμενο. Ανάλογα αποτελέσματα βρέθηκαν και στην ανάγνωση ενός κειμένου από άτομα που διέφεραν ως προς τα ενδιαφέροντα, τις γνώσεις και τις εμπειρίες (Chiesi, Spilich & Voss, 1979).

Τις βασικές παραδοχές της εποικοδομητικής θεωρίας τις έχει συνοψίσει η Rosalind Driver:

- Οι μαθητές δεν θεωρούνται πλέον παθητικοί δέκτες, αλλά τελικοί υπεύθυνοι της δικής τους μάθησης. Σε κάθε μαθησιακή διαδικασία φέρνουν τις δικές τους προηγούμενες αντιλήψεις και απόψεις.
- Η μάθηση θεωρείται ότι εμπλέκει το μαθητή με ενεργό τρόπο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η μάθηση προϋποθέτει την οικοδόμηση νοήματος και συμβαίνει συχνά μέσα από προσωπική διαπραγμάτευση.

- Η γνώση δεν είναι «κάπου εκεί έξω», αλλά οικοδομείται με προσωπικό και κοινωνικό τρόπο. Το καθεστώς της γνώσης είναι λίγο προβληματικό. Μπορεί να αξιολογείται από το μαθητή ως προς το βαθμό που ταιριάζει με την υπάρχουσα εμπειρία του και είναι συνεπής με άλλες πλευρές της γνώσης του.
- Οι διδάσκοντες φέρνουν επίσης στις μαθησιακές καταστάσεις τις δικές τους ιδέες και αντιλήψεις. Φέρνουν όχι μόνο τη γνώση που έχουν για το αντικείμενο, αλλά και τις απόψεις τους για τη διδασκαλία και τη μάθηση και όλα αυτά ασκούν επιρροή στον τρόπο αλληλεπίδρασης με τα παιδιά μέσα στην τάξη.
- Η διδασκαλία δεν είναι η μετάδοση της γνώσης, αλλά προϋποθέτει την οργάνωση των καταστάσεων μέσα στην τάξη και το σχεδιασμό των δραστηριοτήτων με τρόπο που να προωθούν την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης.
- Το αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι αυτό το οποίο θα πρέπει να μάθει κανείς, αλλά αποτελεί ένα πρόγραμμα από μαθησιακές δραστηριότητες, υλικά, πηγές, μέσα από τα οποία οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση (Σολομωνίδου, 1999).

Ο Dougiamas (1998) περιγράφει τα σημαντικότερα «είδη του κονστρουκτιβισμού» χωριστά. Κάθε ένας από αυτούς τους τύπους κονστρουκτιβισμού είναι «απόψεις», προοπτικές που καθορίζονται από μια συλλογή γραπτών ιδιαίτερων ατόμων. Αυτά τα τμήματα αντιπροσωπεύουν τις δημοφιλείς ετικέτες στη εποικοδομητική βιβλιογραφία που χρησιμοποιείται ως συντομία για να αναδείξει αυτές τις διαφορετικές ομάδες ιδεών.

1. Τετριμμένος κονστρουκτιβισμός. Η απλούστερη ιδέα στον κονστρουκτιβισμό, η ρίζα όλων των άλλων σκιών του κονστρουκτιβισμού που περιγράφεται κατωτέρω, είναι ο τετριμμένος κονστρουκτιβισμός (von Glasersfeld, 1991), ή προσωπικός κονστρουκτιβισμός ή γνωστικός κονστρουκτιβισμός. Σε αυτήν την αρχή, η γνώση κατασκευάζεται ενεργά από το μαθητή και δεν λαμβάνεται παθητικά από το περιβάλλον.
2. Ριζικός κονστρουκτιβισμός. Ο ριζικός κονστρουκτιβισμός προσθέτει μια δεύτερη αρχή στον τετριμμένο κονστρουκτιβισμό (von Glasersfeld, 1991): Η γνώση είναι μια διαδικασία δυναμικής προσαρμογής προς τις βιώσιμες ερμηνείες της εμπειρίας. Ο μαθητής δεν κατασκευάζει απαραιτήτως τη γνώση ενός «πραγματικού» κόσμου.

3. Κοινωνικός κονστρουκτιβισμός. Το κοινωνικό περιβάλλον ενός μαθητή περιλαμβάνει τους ανθρώπους που έχουν άμεση επιρροή σε αυτόν όπως οι συγγενείς, ο δάσκαλος, οι φίλοι, οι συμμαθητές του. Λαμβάνει υπόψη την κοινωνική φύση της συνεργατικής μάθησης και της ευρύτερης κοινωνικής συνεργασίας σε ένα δεδομένο θέμα.
4. Πολιτιστικός κονστρουκτιβισμός. Πέρα από το άμεσο κοινωνικό περιβάλλον της εκμάθησης μια κατάσταση είναι το ευρύτερο πλαίσιο των πολιτιστικών επιρροών, συμπεριλαμβανομένης της συνήθειας, της θρησκείας, της βιολογίας, των εργαλείων και της γλώσσας. Παραδείγματος χάριν, ο τρόπος συγγραφής του βιβλίου μπορεί να επηρεάσει τη μάθηση, κατευθύνοντας την οργάνωση, την πρόσβαση και τη θέση των πληροφοριών που περιέχουν.
5. Κριτικός κονστρουκτιβισμός. Εξετάζει τον κονστρουκτιβισμό μέσα σε ένα κοινωνικό και πολιτιστικό περιβάλλον, αλλά προσθέτει μια κρίσιμη διάσταση που στοχεύει στον ανασχηματισμό αυτών των περιβαλλόντων προκειμένου να βελτιωθεί η επιτυχία του κονστρουκτιβισμού που εφαρμόζεται ως αναφορά.

Η σημασία, λοιπόν, του κονστρουκτιβισμού πηγάζει από την εμπειρία. Κάθε εμπειρία είναι μία ιδέα και το περιβάλλον στο οποίο ανήκει η ιδέα γίνεται μέρος της έννοιας της συγκεκριμένης ιδέας. Η εμπειρία στην οποία μια ιδέα ενσωματώνεται είναι κρίσιμη για την κατανόηση του ατόμου και τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί εκείνη η ιδέα. Επομένως, η εμπειρία πρέπει να εξεταστεί για να γίνει αντιληπτή η μάθηση που εμφανίζεται (Duffy & Jonassen, 1992).

#### **1.3.2.1.1 Ο Δομικός Εποικοδομισμός του Piaget**

Ο Piaget ασχολήθηκε με την ψυχοπνευματική ανάπτυξη του παιδιού και του εφήβου, την οποία περιέγραψε ως μία εξελικτική διαδικασία, που διαμορφώνεται μέσα από διαφορετικά αναπτυξιακά στάδια. Δεν μιλά απλώς για συνειρμούς, εξαρτημένες αντιδράσεις και συμπεριφορική μάθηση, αλλά για συνεχή διαμόρφωση «νοητικών δομών και νοητικών σχημάτων», που μετασχηματίζονται με βάση τις κυριότερες ψυχοπνευματικές λειτουργίες και ιδίως τη λειτουργία της οργάνωσης και της προσαρμογής (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Η οργάνωση αναφέρεται στην ικανότητα των έμβιων όντων να διευθετούν τις σωματικές ή ψυχολογικές τους δυνατότητες σε συναφή συστήματα για να

ανταποκρίνονται καλύτερα στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος (π.χ. βράγχια και μηχανισμοί θερμοκρασίας για τα ψάρια). Τη λειτουργία της προσαρμογής περιγράφουν τρεις έννοιες, η έννοια του «γνωστικού σχήματος», η έννοια της «αφομοίωσης» και η έννοια της «συμμόρφωσης».

Η μάθηση, κατά τον Piaget, ως διαδικασία γίνεται, από το ίδιο το άτομο, με επεξεργασία των γνωστικών σχημάτων που κατέχει, όταν αυτά έρχονται σε «σύγκρουση» με το περιβάλλον. Έτσι, είτε ενσωματώνει νέα στοιχεία σε αυτά τα σχήματα, χωρίς να μεταβάλει τα ίδια (αφομοίωση) είτε τροποποιεί αυτά τα σχήματα για να μπορέσει να ενσωματώσει σε αυτά τα νέα στοιχεία (συμμόρφωση). Αυτό όμως δεν αρκεί. Το εμπλουτισμένο ή τροποποιημένο γνωστικό σχήμα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επαναλαμβανόμενα (άσκηση και επανάληψη) ώστε να σταθεροποιηθεί. Η σταθεροποίηση του γνωστικού σχήματος, στη νέα του μορφή είναι η μάθηση ως αποτέλεσμα (Ράπτης & Ράπτη, 2007).

Όλη η διαδικασία της μάθησης, μέσα από την αφομοίωση και τη συμμόρφωση, δημιουργείται όταν «διαταραχτεί» η ισορροπία μεταξύ των γνωστικών δομών του ατόμου και του περιβάλλοντος και τείνει στο να ξανα-επιτευχθεί η ισορροπία αυτή. Γι' αυτό και εκτός από διαδικασία προσαρμογής, ονομάζεται και διαδικασία εξισορρόπησης (Ράπτης & Ράπτη, 2007).

Από τα παραπάνω είναι σαφές ότι βασικό στη θεωρία του Piaget είναι το γνωστικό σχήμα, που όχι απλώς προϋπάρχει σε κάθε διαδικασία μάθησης, αλλά είναι αυτό στο οποίο στηρίζεται η μάθηση, δηλαδή κάθε νέο οικοδομείται με υλικά της προϋπάρχουσας γνώσης. Γι' αυτό και η θεωρία του ονομάζεται και γνωστικός εποικοδομητισμός (Ράπτης & Ράπτη, 2007).

Η επιστημολογική και παιδαγωγική παραδοχή ότι τόσο η γνώση, όσο και η μάθηση «δεν αποκτάται» ούτε μεταβιβάζεται, όπως τα διάφορα αντικείμενα, αλλά «κατασκευάζεται» μόνο με την ενεργό γνωστική συμμετοχή των ίδιων των υποκειμένων μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με το κοινωνικό τους περιβάλλον, πρωτο-τεκμηριώθηκε επιστημονικά και ερευνητικά στη σύγχρονη εποχή από τον J. Piaget. Ο Piaget μελέτησε τα αντιληπτικά και γνωστικά σφάλματα που κάνουν τα παιδιά, με σκοπό να αποκτήσει βαθιά γνώση όσον αφορά τη φύση και την ανάπτυξη του ανθρώπινου νου. Σε ένα από τα πειράματά του, ο Piaget, έδινε σε ένα τρίχρονο παιδί ένα μεγάλο και ένα μικρό σωρό από πηλό και ζητούσε από το παιδί να κάνει

τους δύο σωρούς ίσους. Μετά, διασπούσε τον ένα σωρό σε μικρότερα κομμάτια και ζητούσε από το παιδί να του αναφέρει ποιος σωρός είχε περισσότερο πηλό. Αν και η ποσότητα του πηλού παρέμενε η ίδια, τα τρίχρονα παιδιά συνήθως έλεγαν ότι ο σωρός που είχε τα περισσότερα κομμάτια ήταν μεγαλύτερος, αλλά όταν έφταναν στην ηλικία των 6 ή 7 ετών, δεν έκαναν πια το ίδιο λάθος. Έτσι, διατύπωσε μια θεωρία σύμφωνα με την οποία τα μικρότερα παιδιά υπολείπονται μιας γνωστικής ικανότητας, που επιτρέπει στα μεγαλύτερα παιδιά να εκτιμήσουν το γεγονός ότι η μάζα ενός αντικειμένου παραμένει σταθερή ακόμα και όταν χωρίζεται. Αυτό τον οδήγησε στη θεωρία ότι η γνωστική διαδικασία των μικρών παιδιών είναι εκ διαμέτρου αντίθετη από αυτή των ενηλίκων. Όλα τα παραπάνω τον οδήγησαν σε μια συνολική θεωρία για τα γνωστικά αναπτυξιακά στάδια κατά τα οποία τα άτομα εμφανίζουν ορισμένα κοινά μοτίβα της γνωστικής λειτουργίας σε κάθε περίοδο της ανάπτυξης τους.

Ο δάσκαλος λοιπόν δεν είναι αυτός που απλά παρέχει στο μαθητή πλούσιο μαθησιακό περιβάλλον βοηθώντας τον να αυτοαναπτυχθεί (Piaget), αλλά ενεργός διαμεσολαβητής των κοινωνικών και πολιτισμικών νοημάτων που διαπραγματεύεται με το μαθητή του και τον βοηθά να εσωτερικεύσει όλα αυτά που τον βοηθούν να αναπτυχθεί (Ράπτης & Ράπτη, 1998).

Οι ιδέες του Piaget ήλθαν να στηρίξουν όλες τις λεγόμενες μαθητοκεντρικές – πραγματιστικές θεωρίες και τα παιδαγωγικά κινήματα των νεότερων εποχών, που τώρα στεγάζονται κάτω από την ομπρέλα του όρου εποικοδομισμός ή κονστρουκτιβισμός (constructivism ή constructionism).

#### **1.3.2.1.2 Ο Εποικοδομισμός του Bruner**

Η θεωρία του Bruner έχει να κάνει με τον τρόπο τον οποίο τα παιδιά στα πλαίσια της αναπτυξιακής τους πορείας καταφέρνουν να δημιουργήσουν εσωτερικές αναπαραστάσεις του εξωτερικού κόσμου. Οι πεποιθήσεις του είναι ότι η γνωστική ανάπτυξη κάνει το άτομο όλο και πιο ανεξάρτητο καθώς μεγαλώνει από τα εξωτερικά ερεθίσματα. Υποστηρίζει ότι στην ανάπτυξη συμβάλλει το πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο συντελείται η ανάπτυξη. Ο Bruner πιστεύει ότι το παιδί είναι εξοπλισμένο με διάφορες έμφυτες ικανότητες και για να λειτουργήσουν πρέπει να υπάρξουν τα κατάλληλα ερεθίσματα. Απαραίτητη προϋπόθεση για τη γνωστική ανάπτυξη είναι η

απόκτηση της συμβολικής και κατ' επέκταση της γλωσσικής ικανότητας (Κολιάδης, 1997).

Η θεωρία της ανακαλυπτικής μάθησης του Bruner θέτει ένα καλό επιστημονικό θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο μπορούν να οριστούν οι αρχές για την ανάπτυξη λύσης προβλημάτων, κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας. Η θεωρία αυτή ανήκει στη σχολή της γνωστικής ψυχολογίας και έχει αρκετές επιρροές από την έρευνα που διεξήγαγε ο Piaget (Kearsley, 2010).

Βασική αρχή της ανακαλυπτικής θεωρίας του Bruner είναι ότι «ο εκπαιδευτικός δεν πρέπει να παρέχει έτοιμες γνώσεις στους μαθητές, αλλά να δημιουργεί σ' αυτούς προβληματικές καταστάσεις που θα τους ωθούν στην ανακάλυψη της γνώσης» (Τριλιανός, 2004). Ακόμη, κατέδειξε ότι οι αρχές των γνωστικών αντικειμένων μπορούν να διδαχθούν αποτελεσματικά στα παιδιά όλων των ηλικιών, αρκεί να χρησιμοποιηθεί η «γλώσσα» που το παιδί καταλαβαίνει, ανάλογα με το επίπεδο της νοητικής ανάπτυξης, στο οποίο είναι σε θέση να λειτουργεί, όσον αφορά την πραγματοποίηση ενός συγκεκριμένου έργου. Επίσης, με την ιδέα του σπειροειδούς αναλυτικού προγράμματος 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).

Ο Bruner αντιλαμβάνεται τη μάθηση να δομείται δυναμικά και προοδευτικά μέσα από τρία επίπεδα – στάδια, το εικονικό, το συμβολικό και το επίπεδο δραστηριοτήτων (enactive) (Bruner, 1966). Το κρίσιμο σημείο ήταν η μεταφορά των επιστημονικών δομών σε μαθητές με χαμηλότερες γνωστικές δομές και ο Bruner υποστήριζε ότι αυτές μπορούσαν να γίνουν αντιληπτές ως γενικεύσεις και αφαιρέσεις, μόνο αν ένα μέρος τους μπορούσε να γίνει αντιληπτό ενορατικά και αυτό ήταν δυνατό να επιτευχθεί με την ανακαλυπτική μάθηση (Howson, Keitel & Kilpatrick, 1982).

Δεν τον ενδιέφερε τόσο η ίδια η γνώση, όσο η συμμετοχή στη διαδικασία κατάκτησής της. Υποστήριζε ότι κάθε παιδί μπορεί να μάθει οτιδήποτε, όταν του προσφερθεί στη γλώσσα που αυτό καταλαβαίνει. Αναλυτικότερα το γεγονός αυτό καταδεικνύει ότι είναι σημαντικό το διδακτικό υλικό να είναι φτιαγμένο με τον κατάλληλο τρόπο, ώστε να συντελέσει αποτελεσματικά στην προώθηση της μάθησης (Bigge, 1990).

Μέσα από τις βασικές αρχές της ανακαλυπτικής θεωρίας του Bruner γίνεται εμφανές ότι τα παιδιά μέσα από την αναζήτηση μπορούν και ανακαλύπτουν τις θεμελιώδεις πλευρές μίας προβληματικής κατάστασης και στη συνέχεια μπορούν και οργανώνουν στρατηγικές για την επίλυσή της. Με την ανακαλυπτική μάθηση τα παιδιά συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και αποκτούν δεξιότητες που τους βοηθούν να δρομολογούν τη σκέψη τους σε οποιαδήποτε προβληματική κατάσταση. Δηλαδή, οι μαθητές εκπαιδεύονται στο να είναι ικανοί να λύνουν μία προβληματική κατάσταση ανεξάρτητα από το γνωστικό αντικείμενο στο οποίο ανήκει, καθώς εκπαιδεύονται σε στρατηγικές οι οποίες είναι πανάκεια για οποιαδήποτε προβληματική κατάσταση.

### **1.3.3 Κοινωνικο - πολιτισμικές Θεωρίες Μάθησης**

Εκτός από τις γνωστικές θεωρίες της μάθησης, κινούνται και οι κοινωνικο - πολιτισμικές θεωρίες, οι οποίες θα μπορούσαμε να πούμε ότι λειτουργούν συμπληρωματικά με αυτές, ρίχνοντας όμως το βάρος τους στον κοινωνικό καθορισμό της γνώσης.

Οι κοινωνικο - πολιτισμικές θεωρίες (socio - cultural) αναπτύχθηκαν από τη σοβιετική σχολή της ψυχολογίας με κύριους εκπροσώπους τον L. Vygotsky και τους μαθητές του Leontiev και Luria. Η σχολή αυτή επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στην επικοινωνιακή και πολιτισμική διάσταση της μάθησης. Οι θεωρίες αυτές υποστηρίζουν ότι η οικοδόμηση των γνώσεων λαμβάνει χώρα σε συνεργατικά περιβάλλοντα, με την από κοινού (μεταξύ ατόμων και ομάδων) υλοποίηση δραστηριοτήτων, διαμέσου επικοινωνίας.

Στην κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση αποτελεί βασική παραδοχή το γεγονός ότι όταν ένα άτομο συμμετέχει σε ένα κοινωνικό σύστημα, η κουλτούρα αυτού του συστήματος και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία – κυρίως η γλώσσα – διαμορφώνουν τη γνωστική του συγκρότηση και συνιστούν πηγή μάθησης και εξέλιξης (Κόμης, 2004; Ράπτης & Ράπτη, 2006). Έτσι, η ανάπτυξη της νόησης αποτελεί διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης στην οποία βασικό ρόλο παίζει η γλώσσα. Στο πλαίσιο αυτό το παιδί αποτελεί ενεργό δέκτη που με τις πράξεις του διαμορφώνει τη γνωστική του πραγματικότητα (Κόμης, 2004).



Εάν γίνει δεκτό, ότι οι θεωρίες κινούνται ανάμεσα σε ένα δίπολο άτομο-κοινωνία, οι γνωστικές θεωρίες στρέφονται γύρω από τον πόλο άτομο, ενώ οι κοινωνικο – πολιτισμικές γύρω από τον πόλο κοινωνία (Κόμης, 2004). Επομένως, οι μελέτες με κοινωνικό προσανατολισμό επικεντρώνονται στην περιγραφή των σύνθετων διαδικασιών της καθοδήγησης από τον ενήλικα, στην περιγραφή των ειδών αλληλεπίδρασης που εμφανίζονται και στο είδος της μάθησης που επιτελείται. Αναδεικνύουν συνεπώς τη σπουδαιότητα της διδακτικής παρέμβασης και της μεγάλης σημασίας του εκπαιδευτικού για την οικοδόμηση των γνώσεων (Κόμης, 2005).

Οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις αντιλαμβάνονται τη μαθησιακή δραστηριότητα ως αναπόσπαστα προκαθορισμένη από το κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται. Υπό το πρίσμα αυτό, οι γνωστικές διεργασίες δεν νοούνται ως αυτόνομες οντότητες αλλά ως συστατικά ενός οργανωμένου όλου, του νου, ο οποίος λειτουργεί και αναπτύσσεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον που είναι ιστορικά προσδιορισμένο (Vygotsky, 1978).

Τα χαρακτηριστικά της προσέγγισης αυτής είναι:

1. Η ενεργός γνωστική οικοδόμηση που συντελεί στην εκ βάθους κατανόηση.
2. Η εγκαθιδρυμένη μάθηση που λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένο πλαίσιο με αυτόνομη δραστηριότητα και κοινωνική και νοητική υποστήριξη.
3. Η κοινότητα, μέσα από την οποία λαμβάνει χώρα η μάθηση, συντελεί στη διάχυση της κουλτούρας και των πρακτικών της.
4. Η συνομιλία που καθιστά εφικτή τη συμμετοχή και τη διαπραγμάτευση στο πλαίσιο της κοινότητας.

Η συμβολή των κοινωνικοπολιτισμικών θεωριών στη σχεδίαση και την υλοποίηση μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή, σε σύγκριση με τις γνωστικές και τις συμπεριφοριστικές θεωρίες είναι μικρή. Παρόλα αυτά άλλαξαν ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πραγματικότητα (Κόμης, 2004).

### **1.3.3.1 Ο Κοινωνικός Εποικοδομισμός του Vygotsky**

Κατά τον Vygotsky, η σκέψη αναπτύσσεται (και είναι συνεπώς προϊόν οικοδόμησης και αναδόμησης των γνώσεων) στα πλαίσια συνεργατικών δραστηριοτήτων ανάμεσα σε παιδιά και ενήλικους (Anouris, Dimitracopoulou & Komis, 2003). Ισχυρίζεται ότι η διαπραγμάτευση του νοήματος στο πλαίσιο των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων είναι τόσο σημαντική όσο και η προσωπική κατασκευή της γνώσης από το μαθητευόμενο (Σακονίδης 2002).

Βασική θέση της θεωρίας του είναι η Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (Zone of Proximal Development/ZPD) που ορίζεται ως η δυνατότητα υπέρβασης της γνωστικής ανάπτυξης σε μια καθορισμένη χρονική στιγμή. Η απόσταση δηλαδή, ανάμεσα στο πραγματικό επίπεδο εξέλιξης, όπως καθορίζεται από την ικανότητα να λύσει το παιδί το πρόβλημα με τις δικές του δυνάμεις και το επίπεδο της δυνατότητας του να λύσει το πρόβλημα με την καθοδήγηση ενηλίκων ή με τη συνεργασία συνομηλίκων. Με άλλα λόγια, αυτό που το παιδί κάνει σήμερα από κοινού, αύριο θα είναι ικανό να το κάνει από μόνο του. Η πλήρης ανάπτυξη της ZPD εξαρτάται από την κοινωνική αλληλεπίδραση. Η θεωρία του Vygotsky, εξάλλου, είναι μια προσπάθεια ερμηνείας της συνείδησης ως το τελικό προϊόν της κοινωνικοποίησης.

Ο Vygotsky ανέδειξε τη σημασία της κουλτούρας που δημιουργείται μέσω της χρήσης εργαλείων και συμβόλων. Επισήμανε ότι πολιτισμοί αναπτύσσονται και αλλάζουν, καθορίζουν τι θα πρέπει να μάθουμε καθώς και τα είδη των δεξιοτήτων που πρέπει ν' αναπτύξουμε. Διέκρινε τις λειτουργίες σε στοιχειώδεις (έμφυτες) και σε ανώτερες γνωστικές λειτουργίες (γλώσσα, μνήμη, σκέψη, προσοχή, αφαιρετική ικανότητα, πρόσληψη) (Lefrancois, 1976).

Σύμφωνα με τη θεωρία του κοινωνικού εποικοδομισμού, η κοινωνία ασκεί αποφασιστική επιρροή στον τρόπο με τον οποίο μαθαίνει το άτομο και το κέντρο βάρους βρίσκεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στο άτομο και το περιβάλλον του.

## **1.4 Εποικοδομισμός και Εκπαίδευση**

Ο κονστрукτιβισμός είναι και μια θεωρία μάθησης αλλά και μια στρατηγική για την εκπαίδευση. Στηρίζεται στις κατασκευαστικές θεωρίες (constructivism) του Piaget, υποστηρίζοντας ότι η γνώση δεν μεταφέρεται από τον δάσκαλο στον μαθητή, αλλά

ενεργητικά κατασκευάζεται από τον ίδιο τον μαθητή (Kafai & Resnick, 1996 στο Reeves & Reeves, 1997).

Στον τομέα της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, η έννοια εποικοδομισμός υιοθετήθηκε από τον Papert, δημιουργό της γλώσσας προγραμματισμού για παιδιά, της Logo. Σε αντίθεση με τους συμπεριφοριστές, προτίμησε μια διαφορετική προσέγγιση στη μάθηση και τη διδασκαλία με τη βοήθεια του υπολογιστή, επηρεασμένος κυρίως από τη γνωστική θεωρία του Piaget. Ο Papert θέλησε να δώσει έμφαση στη συμμετοχή του μαθητή στη διαδικασία της μάθησης και στην ανακάλυψη των τρόπων, με τους οποίους αυτός χτίζει ενεργά το γνωστικό του οικοδόμημα, αλλά και κατανοεί την διαδικασία αυτή (Ράπτης & Ράπτη, 2004). Ο Papert, όπως και ο Piaget θεωρεί τη μάθηση ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης του παιδιού με το περιβάλλον, όμως συνεχίζει υποστηρίζοντας πως η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική όταν πραγματοποιείται στο πλαίσιο μιας πλούσιας και συγκεκριμένης δραστηριότητας στην οποία ο μαθητής κατασκευάζει ένα προϊόν που όμως έχει νόημα γι' αυτόν. Τέτοιου είδους πλαίσια μάθησης, κατά τον Papert, προσφέρουν οι υπολογιστικοί μικρόκοσμοι (Κόμης, 2004).

Τα λογισμικά που εμφορούνται από τις Γνωστικές Θεωρίες είναι λογισμικά, τα οποία προσπαθούν να εκμεταλλευτούν τα βασικά στάδια κατάκτησης της γνώσης, δηλαδή λήψη πληροφορίας – ανεύρεση ή ανάκληση - επεξεργασία – αποθήκευση. Γίνεται προσπάθεια απλοποίησης των γνωστικών σχημάτων κατάκτησης των σύνθετων εννοιών σε απλούστερες, δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης, ενώ η ανατροφοδότηση έχει ως σκοπό την ενθάρρυνση και την ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης. Ο μαθητής ενθαρρύνεται να έρθει σε επαφή με το λογισμικό, να πειραματιστεί και δημιουργήσει το δικό του τρόπο κατάκτησης της γνώσης (Ράπτης & Ράπτη, 2004).

Οι εποικοδομιστικές προσεγγίσεις δεν διατυπώνουν όμως μία ενιαία θεώρηση που περιγράφει τη γνωστική δραστηριότητα, αλλά διακριτές θέσεις, γεγονός που οδηγεί όλους όσους σχεδιάζουν εκπαιδευτικό λογισμικό και παιδαγωγικές δραστηριότητες με υπολογιστές, είτε να υιοθετήσουν τις αρχές κάποιας θεωρίας είτε να προτείνουν ένα συνδυασμό στη βάση της συμπληρωματικότητας τους (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά που αναπτύσσονται στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης είναι «ανοικτού τύπου» προσφέροντας ένα πλούσιο περιβάλλον αλληλεπίδρασης και

χειρισμού αντικειμένων και εννοιών, έχοντας συνήθως τη μορφή συστημάτων προσομοίωσης ή μικρόκοσμων. Η έμφαση πλέον βρίσκεται στο μαθητή και στις δραστηριότητες που αναπτύσσει ή μπορεί να αναπτύξει στο πλαίσιο του περιβάλλοντος (Κόμης, 2001).

Τα εκπαιδευτικά λογισμικά προσομοιώσεων σχεδιάζονται για τη διδασκαλία, τη μελέτη και την κατανόηση ενός φαινομένου μέσα από την παρατήρηση της συμπεριφοράς του φαινομένου και της ανάδρασης που παράγεται από την προσομοίωση σε χρόνο πραγματικό, ταχύτερο ή βραδύτερο. Με τη χρήση αυτού του εκπαιδευτικού λογισμικού στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή παρουσιάζεται ένα τεχνητό περιβάλλον (που αντιπροσωπεύει ένα φυσικό περιβάλλον και που υλοποιείται με στοιχεία πολυμέσων) που παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν φαινόμενα που θα ήταν αδύνατο να διερευνηθούν διαφορετικά, εξαιτίας της μη εύκολης προσπέλασης, της εξέλιξης σε πολύ σύντομο ή μεγάλο χρονικό διάστημα ή ακόμα της υψηλής επικινδυνότητας τους στο οποίο εκτελείται ένα πείραμα το οποίο λόγω κόστους, επικινδυνότητας, ασφάλειας, δυσκολίας είναι δύσκολο να μεταφερθεί στην αίθουσα διδασκαλίας.

Σε μια παιδαγωγική κατάσταση προσομοίωσης, ο μαθητής, αλλάζοντας κατά βούληση ορισμένες (κύριες κατά κανόνα) μεταβλητές του προς μελέτη φαινομένου, έχει στα χέρια του την πρωτοβουλία εξέλιξής του και δεν οφείλει να απαντά απλώς σε ερωτήσεις που έχουν προβλεφθεί από τους δημιουργούς του λογισμικού. Αντίθετα, με βάση τις παρατηρήσεις που κάνει πάνω στα αποτελέσματα των χειρισμών του, είναι δυνατόν να ανακαλύψει το μοντέλο το οποίο προσομοιώνει το λογισμικό ή τις βασικές παραμέτρους που το συνθέτουν και να εφαρμόσει αυτά που έχει ήδη μάθει.

Οι υπολογιστές παρέχουν στο χρήστη πιο δυναμικά μοντέλα μέσα από ειδικά πακέτα λογισμικού, ηλεκτρονικά βιβλία, προγράμματα προσομοίωσης και κίνησης. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής μετατρέπεται σε χώρο πειραματισμού προσωπικού τρόπου του σκέπτεσθαι και επιστημονικής διερεύνησης για τη διαχείριση γνωστικών μοντέλων για την κατανόηση διαφόρων φαινομένων.

Στο πλαίσιο αυτής της προσομοίωσης ανάμεσα στον Η/Υ και στον ανθρώπινο εγκέφαλο χρησιμοποιείται ορολογία κυρίως από το χώρο της πληροφορικής, όπως: ροή των πληροφοριών, κωδικοποίηση, αποθήκευση, επεξεργασία, ανάσυρση ή ανάκληση πληροφοριών κ.α. Όπως ήταν αναμενόμενο, πολλοί ερευνητές ανέπτυξαν

και διατύπωσαν διαγράμματα ροής και επεξεργασίας των πληροφοριών παρόμοια με εκείνα που χρησιμοποιούνται στους Η/Υ για να περιγράψουν τις γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Κατά το σχεδιασμό εκπαιδευτικών τεχνολογιών, η επίδραση του μοντέλου των γνωστικών θεωριών μάθησης αφορά στο σχεδιασμό της διεπαφής χρήστη (user interface) και στην παρουσίαση πληροφοριών και στρατηγικών διδασκαλίας με καθαρή επίδραση από θεωρίες αντίληψης, προσοχής και βασικές αρχές κινήτρων. Η αναζήτηση της βέλτιστης αναπαράστασης πληροφοριών που θα οδηγήσει στην αποδοτικότερη εμπειρία μάθησης για συγκεκριμένο εκπαιδευόμενο και θέμα, αποτελεί κύριο μέλημα των σύγχρονων προσαρμοστικών συστημάτων (adaptive system) και των ευφών συστημάτων διδασκαλίας (intelligent tutoring systems).

Εφαρμόζοντας τη θεωρία του εποικοδομητισμού, η διδακτέα ύλη θα πρέπει να προσαρμόζεται στην προηγούμενη γνώση των μαθητών και οι εκπαιδευτικοί να προσαρμόζουν τις στρατηγικές διδασκαλίας τους στις απαντήσεις των μαθητών και να ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναλύσουν, να ερμηνεύσουν και να προβλέψουν την πληροφορία. Οι εκπαιδευτικοί επίσης πρέπει να χρησιμοποιούν ανοικτού τύπου ερωτήσεις και να προωθούν εκτενή διάλογο ανάμεσα στους μαθητές πάνω στην επίλυση προβλημάτων. Ο εποικοδομητισμός προτείνει την απαλοιφή των βαθμών και των προκαθορισμένων τεστ. Αντίθετα, η αξιολόγηση γίνεται μέρος της μαθησιακής διαδικασίας, ώστε οι μαθητές παίζουν έναν μεγαλύτερο ρόλο στο να κρίνουν την πρόδό τους.

Η προσομοίωση, ως διδακτική στρατηγική μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση:

1. Υποστήριξη του μαθήματος με τη βοήθεια αλληλεπιδραστικής προσομοίωσης (διδασκαλία από τον εκπαιδευτικό που χρησιμοποιεί την προσομοίωση ως εποπτικό μέσο).
2. Επαλήθευση ενός μοντέλου (χρήση προσομοίωσης από τον μαθητή και αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό για συμπληρωματική ανατροφοδότηση).
3. Κλασσική αλληλεπιδραστική προσομοίωση (ατομική ή συλλογική χρήση ενός μοντέλου από μαθητές).

Ο κονστрукτιβισμός θεωρεί ότι ο εκπαιδευόμενος πρέπει να βοηθιέται για να ερμηνεύσει, να κατανοήσει και να κατασκευάσει τη δική του αναπαράσταση της

πραγματικότητας, στηριγμένος στην πληροφορία και την εμπειρία. Η σχέση ανάμεσα στη γνώση και την εμπειρία γίνεται στον κονστρουκτιβισμό κεντρικό ζήτημα επειδή έτσι ερευνώνται τα ερωτήματα για το πώς μαθαίνουν οι εκπαιδευόμενοι και πώς φτάνουν σε μία απάντηση. Σύμφωνα λοιπόν με αυτήν την προσέγγιση, η γνώση και η πραγματικότητα δεν έχουν αντικειμενική και απόλυτη αξία αλλά η γνώση είναι κομμάτι του νοητικού κόσμου του γνώστη και σχετική με την εμπειρία που έχει αυτός από το περιβάλλον του (Κορομπίλη, 2005).

Η βασική διαφορά του εποικοδομητικού προτύπου από τις άλλες διδακτικές προσεγγίσεις έγκειται στο γεγονός ότι αυτό λαμβάνει υπόψη του τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών και προβαίνει στη διδακτική τους αξιοποίηση. Ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει έναν υποστηρικτικό-συμβουλευτικό ρόλο στη δραστηριότητα των μαθητών. Και τα σημαντικότερα θεωρητικά μοντέλα αντίληψης και παραγωγής λόγου βασίζονται ακριβώς σ' αυτή τη θεωρία μάθησης.

## 1.5 Υπολογιστική Γνωστική Επιστήμη

Η επιστήμη της Πληροφορικής και των Νευροεπιστημών απαρτίζουν, μαζί με άλλες, την Γνωστική Επιστήμη, η οποία συγκεφαλαιώνει μια προσπάθεια να εξηγηθούν επιστημονικά οι νοητικές λειτουργίες του εγκεφάλου. Οι βασικές παραδοχές της Γνωστικής Επιστήμης είναι οι εξής:

- 1 Η νόηση ταυτίζεται με τη λειτουργία της.
- 2 Η λειτουργία ταυτίζεται με τον υπολογισμό.

Η Γνωστική Επιστήμη αποτελεί έτσι ένα επιστημονικό πεδίο των τελευταίων δεκαετιών, το οποίο, παράλληλα με τις εξελίξεις και την αρωγή και των άλλων επιστημών που περιλαμβάνει, πρεσβεύει ό,τι είναι δυνατόν να αποκρυπτογραφήσει και να εξηγήσει επιστημονικά τη φύση των νοητικών φαινομένων, στη βάση κυρίως του μοντέλου της λειτουργίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Κουτσογιάννης, 2010).

Η Υπολογιστική Γνωστική (ή Γνωσιακή) Επιστήμη περιλαμβάνει τη δημιουργία μοντέλων στον υπολογιστή για την περαιτέρω κατανόηση της γνωστικής λειτουργίας του ανθρώπου. Οι επιστήμονες της γνωστικής επιστήμης ερευνούν γνωσιακές

διεργασίες, όπως είναι η κατ' αίσθηση αντίληψη, η σκέψη, η μνήμη, η γλώσσα, η μάθηση και άλλα ψυχολογικά φαινόμενα, ο καθένας - βέβαια - από τη δικιά του σκοπιά (Bennett & Hacker, 2003).

Συγκεκριμένα οι ψυχομετρικοί (όπως Binet, Gesell, Terman, Wechsler, Raven κ.α.) ενδιαφέρονται για την ποσοτική πλευρά της γνωστικής ανάπτυξης, χρησιμοποιούν ειδικές δοκιμασίες και προσπαθούν να καθορίσουν τι μπορεί να κάνει το παιδί σε κάθε ηλικία και πόσο διαφέρουν τα παιδιά ως προς τις γνωστικές τους ικανότητες. Οι γενετικοί (όπως Piaget, Bruner, κ.α.) ενδιαφέρονται για την ποιοτική πλευρά της γνωστικής ανάπτυξης του παιδιού, δηλαδή για τους τρόπους που χρησιμοποιεί σε σχέση με την ηλικία του, για να λύσει διάφορα γνωστικά προβλήματα. Οι νευροψυχολόγοι (όπως Hecaen, Geschwind, Rourke, Bakker, κ.α.) προσπαθούν να συνδυάσουν τη γνωστική ανάπτυξη του παιδιού με τη δραστηριότητα ορισμένων εγκεφαλικών περιοχών ή ακόμη ορισμένων ειδικών νευρωνικών «ενορχηστρώσεων» (Καραπέτσας, 1988).

Η γνωστική επιστήμη, θεωρώντας ότι η ανθρώπινη γνώση - τουλάχιστον εν μέρει - συνιστά διεργασίες που μπορούν να πραγματοποιηθούν από έναν υπολογιστή, αντλεί τις βασικές της παραδοχές από την Επιστήμη των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών που, μεταξύ άλλων, μελετά τη φύση και τα όρια του υπολογισμού και από τον κλάδο της Τεχνητής Νοημοσύνης που ερευνά τον βαθμό στον οποίο οι μηχανές μπορούν να συλλάβουν τη νοημοσύνη των ανθρώπινων όντων.

Η Υπολογιστική Επιστήμη (Computational Science) λοιπόν, ορίζεται ως η επιστήμη που περιλαμβάνει τρεις περιοχές: τη μαθηματική μοντελοποίηση φαινομένων, τις αριθμητικές μεθόδους για επιστημονικούς υπολογισμούς και την επιστημονική οπτικοποίηση (Yaşar, Little, Tuzun, Rajasethupathy, Maliekal, & Tahar, 2006). Επίσης, σύμφωνα με την επιτροπή «US President's Information Technology Advisory Committee (PITAC)» (2005), δηλώνεται κατηγορηματικά ότι η Υπολογιστική Επιστήμη – Computational Science (όχι η επιστήμη των Υπολογιστών – Computer Science) είναι ένας πυλώνας της επιστημονικής ανακάλυψης, ο οποίος συνδυάζει το πείραμα με τη θεωρία και επίσης ότι η Υπολογιστική Επιστήμη είναι αναγκαία για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων.

Η υπόθεση ότι η ανθρώπινη σκέψη μπορεί να μην είναι η μοναδική σκέψη που υπάρχει στον κόσμο, έκανε την πρώιμη Τεχνητή Νοημοσύνη, να θέσει ως σκοπό της

την κατασκευή μηχανών που θα εκτελούσαν ενέργειες, οι οποίες θα απαιτούσαν σκέψη αν γίνονταν από ανθρώπους. Το 1950, ο Turing (Turing, 1950) μετέτρεψε το ερώτημα, αν μια μηχανή μπορούσε να σκέφτεται, σε έλεγχο περιστάσεων εντός των οποίων θα μπορούσε μια μηχανή να μας παραπλανήσει σαν να ήταν σκεπτόμενο πρόσωπο. Στο παιχνίδι της μίμησης, όπως ονομάστηκε, κάποιος επικοινωνεί από απόσταση αφενός με μια μηχανή και αφετέρου μ' ένα άλλο πρόσωπο. Ο έλεγχος συνίσταται στο εξής: εάν ο πρώτος δεν μπορεί κατά τη συνομιλία του να βρει διαφορά ανάμεσα στους δύο συνομιλητές του, τη μηχανή και τον άνθρωπο, τότε αυτό σημαίνει ότι η μηχανή σκέφτεται (Crane, 2015).

Η αναζήτηση μηχανισμών επεξεργασίας πληροφοριών στην ψυχολογία συνδέεται με την εμφάνιση των πρώτων ψηφιακών υπολογιστών που έδειξαν τη δυνατότητα αναπαράστασης εσωτερικών διαδικασιών με λογική μορφή και υποκίνησαν την ιδέα της Τεχνητής Νοημοσύνης. Πρόκειται για την προσπάθεια σχεδιασμού και εφαρμογής υπολογιστικών προγραμμάτων που επιλύουν προβλήματα με «νοήμονα τρόπο» από μεγάλες βάσεις δεδομένων. Η Τεχνητή Νοημοσύνη, χωρίς να υποστηρίζει θεωρητικά ότι κατ' ανάγκη οι άνθρωποι σκέπτονται μόνο μέσω διαδικασιών υπολογισμού ή ότι ένα υπολογιστικό υπόδειγμα περιγράφει πώς πράγματι λειτουργεί ο ανθρώπινος νους, ασχολείται με την πραγματοποίηση μιας νοητικής διεργασίας μέσω υπολογισμού.

Η ιδέα του υπολογισμού (computation) εμπλέκει την έννοια της μαθηματικής συνάρτησης. Η έννοια της συνάρτησης γίνεται πολύ γενική ιδιαίτερα όταν επεκταθεί σε πράγματα. Αυτό που διατηρείται, ανεξάρτητα από το είδος της συνάρτησης, είναι ότι αν κανείς γνωρίζει να χρησιμοποιεί μια συνάρτηση τότε έχει μια μέθοδο για την εξαγωγή της τελικής τιμής της. Γνωρίζει με βεβαιότητα τι πρέπει να κάνει σε κάθε βήμα για το τελικό εξαγόμενο, την οριστική απάντηση. Η μέθοδος αυτή ονομάστηκε αλγόριθμος. Το χαρακτηριστικό των αλγορίθμων είναι ότι για τη μετάβαση από το ένα βήμα στο άλλο ο αριθμός των βημάτων είναι πεπερασμένος και καθορίζεται από το διάγραμμα ροής.

Στην Ψυχολογία, μετά την αμφισβήτηση του συμπεριφορισμού, αλλά και υπό την επίδραση της Θεωρίας της Πληροφορίας του Shannon, αναζητούνται νέοι τρόποι θεώρησης της κωδικοποίησης των πληροφοριών, των νοητικών αναπαραστάσεων (σχήματα, έννοιες, εικονικότητα), της αναγνώρισης σχημάτων οργάνωσης (patterns), της επιλεκτικής προσοχής, των συγκινήσεων, της μνήμης, της μάθησης, της γλώσσας



και της γλωσσικής επικοινωνίας, της επίλυσης προβλημάτων, της λήψης αποφάσεων (Shannon, 1948 στο Zahl, 1977).

Είναι η εποχή κατά την οποία ο Skinner (1973) αποπειράται να δείξει πώς οι συμπεριφορικές αρχές μπορούν να επεκταθούν στα γλωσσικά φαινόμενα ως ρητή/έκδηλη συμπεριφορά, ενώ από το 1967, με πρωταρχικό ενδιαφέρον τις διεργασίες της γλωσσικής κατανόησης υποστηρίζεται μέσα την έρευνα του Neisser ο όρος γνωστική ψυχολογία (Neisser, 1967). Έργο τώρα της ψυχολογίας είναι η διατύπωση ακριβών περιγραφών των υπολογιστικών διεργασιών με τις οποίες οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται, αναγνωρίζουν, θυμούνται, συλλογίζονται, επιλύουν προβλήματα, μαθαίνουν. Οι γνωστικές λειτουργίες με βάση τις ήδη αποκτημένες γνώσεις, δεξιότητες, προσδοκίες και αξίες του γνωστικού υποκειμένου θεωρούνται διεργασίες δημιουργικές και όχι ανακλαστικές αντιδράσεις.

Η Υπολογιστική Επιστήμη περιλαμβάνει θεμελιώδεις αρχές (όπως την θεωρία των υπολογισμών), ενσωματώνει τεχνικές και μεθόδους για να λύνει προβλήματα και να προάγει τη γνώση (π.χ. την αφαιρετική λογική και την αιτιολόγηση) ενώ επιπλέον περιέχει ένα συγκεκριμένο τρόπο σκέψης που ονομάζεται «υπολογιστικός τρόπος σκέψης» (computational thinking). Επίσης τα βασικά σημεία της επιστήμης αυτής σχετικά με τον σχεδιασμό, τη θεωρητική ανάλυση και τον πειραματισμό βασίζονται στο λεγόμενο STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) στην Εκπαίδευση αλλά ταυτόχρονα έχουν μια δυαδική σχέση με το STEM αφού τροφοδοτούν επίσης τα γνωστικά αντικείμενα του STEM. Ο τρόπος αυτός προσέγγισης των ΤΠΕ εγκαταλείπει τα καθιερωμένα πρότυπα χρήσης εργαλείων και εστιάζει στην μοντελοποίηση ως βασική διδακτική μονάδα και σε μεθόδους προσομοίωσης αυθεντικών φαινομένων και διεργασιών, ενώ συνδέεται άμεσα με την διερευνητική/ανακαλυπτική (inquiry based) μαθησιακή και διδακτική ακολουθία.

### **1.5.1 Γνωστική Νευροψυχολογία**

Η Γνωστική Νευροψυχολογία αποτελεί έναν από τους κλάδους της Γνωστικής Επιστήμης. Πρόκειται για μια επιστήμη, η οποία προσπαθεί να ερμηνεύσει τις γνωστικές λειτουργίες του ανθρώπου βασιζόμενη στη νευροφυσιολογική οργάνωση και λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου και στην οργάνωση του νευρικού συστήματος (Eysenck, 2010). Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Ψυχολογικών Εφαρμογών

ερευνά και εξηγεί τους μηχανισμούς των γνωστικών λειτουργιών όπως η σκέψη, η μνήμη, η ανάγνωση, η γραφή, η ομιλία, η αναγνώριση, χρησιμοποιώντας δεδομένα από τη νευροπαθολογία. Αναλυτικότερα, προσπαθεί να διερευνήσει τον τρόπο που ο εγκέφαλος, με την έννοια των γνωστικών λειτουργιών, ασκεί επιρροή στη συμπεριφορά του ατόμου.

Η Γνωστική Ψυχολογία ασχολείται με το πώς οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται, μαθαίνουν, θυμούνται και σκέπτονται διάφορες πληροφορίες. Ο γνωστικός ψυχολόγος μελετά το πώς οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τα διάφορα σχήματα, γιατί θυμούνται, γιατί ξεχνούν και γιατί φοβούνται ορισμένα γεγονότα, γιατί τα δεδομένα των αισθήσεων κρίνονται συχνά παραπλανητικά, πώς μαθαίνουν οι άνθρωποι τη γλώσσα ή πώς επιλύουν τα προβλήματα της καθημερινότητας.

Η λιγότερο κοινωνιολογική και πιο γενετικο-γνωστική τάση είναι η θεωρία της γνωστικής επεξεργασίας της πληροφορίας, που συνδυάζει τη νευροψυχολογία με τον πληροφοριακό προγραμματισμό, αν και η ακραία μοντελοποίηση αυτής της θεωρίας προσέλκυσε και ερευνητές που αρχικά ήταν συμπεριφοριστές. Στα έργα των μελετητών που ανήκουν εδώ παρατηρείται, π.χ. ως προς την πραγμάτευση της γνωστικής ευελιξίας και την κατασκευή νοητικών σχημάτων, αντιστοιχία μεταξύ του ανθρώπινου εγκεφάλου και του ηλεκτρονικού υπολογιστή (Spiro & Jehng, 1990). Οι Guthrie και Dreher (1990) προτείνουν μια διαδικασία ηλεκτρονικού γραμματισμού βάσει νοητικών μοντέλων που περιέχουν τη διαμόρφωση στόχου, την επιλογή κατηγορίας, την άντληση πληροφορίας, την ένταξη και την ανακύκλωση. Ο Mayer (2005) αντλεί από τις γνωστικές θεωρίες μνημονικών διαδικασιών και γνωστικού φορτίου και παρουσιάζει στάδια στη διαδικασία γνωστικής πρόσληψης, όπως η σύγκριση, η γενίκευση, η απαρίθμηση και η ταξινόμηση.

Ευρήματα από επιστημονικές περιοχές, όπως η Γνωστική Ψυχολογία, αξιοποιούνται, για να προσδιοριστούν οι αποτελεσματικές μέθοδοι διδασκαλίας και οι επιτυχείς εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Έτσι, έχει βρεθεί ότι οι βασικοί παράγοντες που σχετίζονται με την αποτελεσματική διδασκαλία (Scruggs & Mastropieri, 2004; Harniss, Stein & Carnine, 2002) των μαθηματικών είναι:

- Επικέντρωση στις «μεγάλες ιδέες», δηλαδή στις βασικές έννοιες και όχι στα μεμονωμένα στοιχεία.

- Επικέντρωση στη διδασκαλία κοινών στρατηγικών, όχι υπερβολικά γενικών ή ειδικών.
- Αποτελεσματική διαχείριση του χρόνου και των προτεραιοτήτων.
- Διδασκαλία των στρατηγικών με ρητό και σαφή τρόπο.
- Ευκαιρίες για εξάσκηση στις αποκτηθείσες γνώσεις με τελικό στόχο την εγκαθίδρυση και γενίκευσή τους.

Οι ερευνητές κατέληξαν, ότι πολλά προγράμματα που είναι εύκολο να πραγματοποιήσει ένας υπολογιστής, όπως πολύπλοκες μαθηματικές πράξεις, είναι δύσκολα για τον άνθρωπο. Στον αντίποδα πολλά πράγματα που είναι εύκολα για τους ανθρώπους, όπως η αναγνώριση του συναισθήματος των άλλων, είναι δύσκολα για τον υπολογιστή. Οι εξελίξεις των παραπάνω επιστημονικών πεδίων συνέβαλαν στην έρευνα για το πώς σκέπτεται ο άνθρωπος, συντελώντας στην ανάπτυξη ενός νέου επιστημονικού πεδίου, αυτού της γνωστικής ψυχολογίας.

## **1.6 Η χρήση της ρομποτικής στην διδασκαλία θετικών επιστημών**

Στις μέρες μας έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τη δυνατότητα χρήσης ρομπότ στη σχολική τάξη. Άλλωστε υποστηρίζεται ότι προσφέρουν πολλαπλά οφέλη σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Johnson, 2003). Η έρευνα από την Ιαπωνική Ένωση Ρομπότ (Japan Robotics Association), την Επιτροπή Οικονομικών των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Economic Commission) και τον Διεθνή Οργανισμό της Ρομποτικής (International Federation of Robotics), προτείνουν ότι υπάρχει αύξηση στην αγορά προσωπικών ρομπότ περιλαμβάνοντας τόσο αυτά που χρησιμοποιούνται στην αγορά παιχνιδιών, όσο και για εκπαιδευτικούς σκοπούς και υποστηρίζουν ότι η συγκεκριμένη αύξηση θα συνεχιστεί και τις επόμενες δεκαετίες (Kara, 2004).

Θεωρητικοί της εκπαίδευσης, όπως ο Papert (1993), υποστηρίζουν ότι η ένταξη των ρομπότ στις δραστηριότητες της τάξης έχει εξαιρετικά οφέλη που έχουν ως στόχο τη βελτίωση της διδασκαλίας. Οι εκπαιδευτικοί έχουν ξεκινήσει να παράγουν ιδέες και να σχεδιάζουν δραστηριότητες διδασκαλίας διαφόρων θεματικών ενοτήτων του Αναλυτικού Προγράμματος. Στο συγκεκριμένο σημείο κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν διάφορα ερευνητικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν ρομπότ στη διδακτική διαδικασία.

Αναλυτικότερα σε μια έρευνα των Hussain, Lindh και Shukur (2006), χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Lego Dacta. Στη έρευνα συμμετείχαν 193 μαθητές από 12 έως 13 ετών και 129 μαθητές από 15 έως 16 ετών. Οι ενότητες που διδάχθηκαν με τη χρήση του συγκεκριμένου ρομπότ ήταν η επίλυση προβλημάτων, θεματική που ανήκει στα Μαθηματικά. Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν καλύτερη απόδοση στα Μαθηματικά για την ομάδα των μαθητών που χρησιμοποίησαν το ρομπότ. Ένα ενδιαφέρον αποτέλεσμα της συγκεκριμένης έρευνας ήταν το γεγονός ότι οι μαθητές με καλύτερη απόδοση στα Μαθηματικά είχαν περισσότερο θετική στάση στο ρομπότ.

Στην έρευνα των Nugent, Barker, Grandgenett και Adamchuk (2009), συμμετείχαν 288 μαθητές με μέσο όρο ηλικίας 12,28 έτη στην ερευνητική ομάδα και 11,39 έτη στην ομάδα ελέγχου. Το ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε ήταν το LEGO Mindstorms NXT. Τα μαθήματα που επιλέχθηκαν περιλάμβαναν προγραμματισμό, μαθηματικά, γεωγραφία, μηχανική και ρομποτική. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι τα οφέλη της ενεργητικής εμπλοκής των μαθητών, μπορούν να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των γνώσεων τους στις συγκεκριμένες κατηγορίες μαθημάτων. Μάλιστα, αξίζει να τονιστεί ότι αυξήθηκαν οι γνώσεις τους σε όλες τις διδακτικές ενότητες, καθώς επίσης αυξήθηκε και το ενδιαφέρον τους στην επιστήμη, τη μηχανική και την τεχνολογία. Επιπλέον, αυξήθηκε η αυτοαποτελεσματικότητά τους στην εφαρμογή γνωστικών έργων με χρήση της τεχνολογίας, καθώς και σε θέματα αποτελεσματικής επίλυσης προβλημάτων. Ωστόσο, δεν βρήκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ενδιαφέρον των μαθητών για θεματικές όπως GPS/GIS και δεν παρατήρησαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάθεσή τους για συνεργασία με τους συμμαθητές τους.

Οι Barker και Ansoerge (2007), διεξήγαγαν έρευνα σε 32 μαθητές ηλικίας από 9 έως 11 ετών στην ενότητα «Επιτεύγματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας» με χρήση του ρομπότ Lego. Τα αποτελέσματα της έρευνας βασίστηκαν στη βελτίωση των μέσων όρων των συμμετεχόντων, γεγονός που υποστηρίζει την άποψη ότι η ρομποτική ήταν αποτελεσματική στη θεματολογία του συγκεκριμένου μαθήματος που περιλαμβάνει προγραμματισμό, ρομπότ, μαθηματικά και μηχανική.

Στην έρευνα των Williams, Ma, Prejean, Lai και Ford (2007), συμμετείχαν 21 μαθητές ηλικίας από 9 έως 12 ετών στο μάθημα της Φυσικής, που σχετίζεται με τους Νόμους της κίνησης του Νεύτωνα. Το ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε ήταν το LEGO

Mindstorms. Η έρευνα κατέληξε στο γεγονός ότι εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικά οφέλη για τους μαθητές μιας και κατέκτησαν το περιεχόμενο της φυσικής, εμπλέκοντας διάφορα είδη κίνησης των οχημάτων. Τα είδη κίνησης περιλάμβαναν το βάρος, τη γωνία κλίσης της ράμπας, τη διάμετρο των τροχών, την τριβή των τροχών στην επιφάνεια και τον εντοπισμό του βάρους, καθώς επίσης και την ενέργεια χρησιμοποιώντας αισθητήρες αφής.

Το ρομπότ LEGO Mindstorm (RCX) χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα του Sullivan (2008), στην οποία συμμετείχαν 26 μαθητές ηλικίας 11 έως 12 ετών. Η θεματική ενότητα που επιλέχθηκε ήταν η ικανότητα σκέψης, η διαδικασία ανάπτυξης της επιστήμης και η κατανόηση συστημάτων. Τα αποτελέσματα του πρωτοκόλλου καταδεικνύουν ότι όλοι (ή σχεδόν όλοι) οι μαθητές ενέταξαν στο ρεπερτόριο σκέψης τους επτά από τους οκτώ τρόπους σκέψης που διδάχθηκαν. Αναλυτικότερα, κατανόησαν και γενίκευσαν νοητικές λειτουργίες όπως η παρατήρηση, ο υπολογισμός και ο χειρισμός στο μάθημα της σκέψης. Στην επιστημονική διαδικασία, την αξιολόγηση της απόδοσης, την γένεση της υπόθεσης, την αξιολόγησή της και τον έλεγχο των μεταβλητών. Η μόνη δεξιότητα σκέψης που δεν βελτιώθηκε στους μαθητές ήταν στο υπολογισμό.

Στην έρευνα των Whittier και Robinson (2007), σε 29 μαθητές ηλικίας 12 έως 13 ετών στο μάθημα «Βασικές Αρχές της Εξέλιξης», χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Enobots της Lego. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι σχεδόν στο σύνολό τους οι μαθητές παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά οφέλη στην κατανόηση του συγκεκριμένου μαθήματος.

Στην έρευνα των Mitnik, Nussbaum και Soto (2008), συμμετείχαν 70 μαθητές 12 έως 13 ετών και 15 έως 16 ετών. Στην έρευνα αυτή επιλέχθηκαν τόσο τα μαθηματικά (απόσταση και γωνίες) όσο και η φυσική (κινηματική, κατασκευή και ανάλυση διαγραμμάτων). Ο τύπος του ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε, κατασκευάστηκε από τους ίδιους τους μαθητές και ονομάστηκε Αυτόματο, Εκπαιδευτικό, Κινούμενο Ρομπότ (Autonomous – Educational – Mobile - Robot, AEMRM). Μόνο θετικά αποτελέσματα καταγράφηκαν στη συγκεκριμένη έρευνα, εφόσον διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις κλίμακες αξιολόγησης της μάθησης και στις δύο θεματικές ενότητες που διδάχθηκαν οι συμμετέχοντες, στο σύνολο των στόχων της διδασκαλίας. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των παιδιών της ομάδας που διδάχθηκε με ρομποτική, με αυτά που χρησιμοποιήθηκαν παραδοσιακές μέθοδοι

διδασκαλίας, τα παιδιά της ερευνητικής ομάδας ανέπτυξαν περισσότερο συνεργατικό πνεύμα. Αξίζει να τονιστεί, ότι σε αντίθεση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που εξέφρασαν ανία μετά από τις δύο δραστηριότητες, τα παιδιά με τη χρήση του ρομπότ συνήθως εξέφραζαν την επιθυμία τους να συνεχίσουν το μάθημα με τέτοιου τύπου δραστηριότητες.

Η αναφορά μας δεν θα ήταν ολοκληρωμένη εάν δεν εστιαζόταν και στην έρευνα των Nugent, Barker και Grandgenett (2008). Στη συγκεκριμένη μελέτη συμμετείχαν 38 μαθητές ηλικίας 11 έως 15 ετών. Το μάθημα που επιλέχθηκε ήταν Φυσικές Επιστήμες, Τεχνολογία, Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά (Science, Technology, Engineering and Mathematics, STEM), όπου χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ LEGO NXT Mindstorm kit καθώς και GPS (Global Positioning System, Παγκόσμιο Σύστημα Στιγματοθέτησης, ή Θεσιθεσίας). Στα αποτελέσματα σημειώθηκε μεγάλη αύξηση στην κατανόηση των μαθητών της συγκεκριμένης θεματικής ενότητας, γεγονός που υποβοηθήθηκε και από τη χρήση GIS (Geographic Information System, Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών) και GPS τεχνολογιών ως μέσων προώθησης της κατανόησης του μαθήματος. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι οι μαθητές μπορούσαν να αυξήσουν τις σωστές απαντήσεις τους και στις τέσσερις ενότητες του μαθήματος περιλαμβάνοντας τα μαθηματικά, τον γεωγραφικό προσδιορισμό και τη μηχανική. Η μεγαλύτερη αύξηση σωστών απαντήσεων σημειώθηκε στον προγραμματισμό, αναμενόμενο γεγονός εφόσον οι συμμετέχοντες δεν είχαν καθόλου εμπειρία στον συγκεκριμένο τομέα.

Σε μια έρευνα των Lindh και Holgersson (2007) χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ της Lego σε 169 μαθητές ηλικίας 12-13 ετών και 250 μαθητές ηλικίας 15-16 ετών. Η διδακτική ενότητα περιλάμβανε την ικανότητα επίλυσης μαθηματικών και λογικών προβλημάτων. Στη συγκεκριμένη εργασία, η μηδενική ερευνητική υπόθεση (H0) δεν απορρίφθηκε εφόσον από την στατιστική ανάλυση δεν προέκυψαν στοιχεία που να καταδεικνύουν ότι οι μαθητές απέκτησαν την ικανότητα επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων από την εκπαίδευσή τους με Lego. Ωστόσο η μονοπαραγοντική στατιστική ανάλυση (ANOVA) κατέδειξε ότι στο υποσύνολο των μαθητών με μέση απόδοση στα μαθηματικά βελτίωσαν την επίδοσή τους με τη χρήση του ρομπότ. Το γεγονός αυτό υποστηρίζει την άποψη ότι μπορεί η εκπαίδευση με Lego να είναι χρήσιμη σε κάποιες υποομάδες μαθητών.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η έρευνα των Owens, Granader, Humphrey και Baron-Cohen (2008), η οποία πραγματοποιήθηκε σε 31 παιδιά ηλικίας 6 έως 11 ετών. Η έρευνα επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων σε παιδιά με αυτισμό. Στη συγκεκριμένη έρευνα για την αξιολόγηση των υποθέσεων, χρησιμοποιήθηκαν έμμεσες κλίμακες αξιολόγησης της συμπεριφοράς και παρατήρησης. Τα αυτιστικά παιδιά με προβλήματα κοινωνικοποίησης, βελτίωσαν τις δεξιότητές τους ακολουθώντας το πρόγραμμα παρέμβασης με χρήση ρομπότ Lego. Αυτό καταδείχθηκε, τόσο με τη χρήση κλιμάκων ετεροαναφοράς, όσο και με την παρατήρηση των παιδιών στον προαύλιο χώρο του σχολείου.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, γίνεται κατανοητό ότι έχει αυξηθεί το ενδιαφέρον για τη χρήση των ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία, τόσο στην Πρωτοβάθμια όσο και στην Δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Βέβαια, αξίζει να σημειωθεί, ότι η αναφορά μας εστιάστηκε σε έρευνες που χρησιμοποίησαν τόσο ερευνητικές ομάδες όσο και ομάδες ελέγχου, καθώς και διαδικασίες αξιολόγησης των συμμετεχόντων στις συγκεκριμένες θεματικές ενότητες, τόσο πριν όσο και μετά τη χρήση των ρομπότ. Επιπλέον, μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι στις εννέα από τις δέκα έρευνες χρησιμοποιήθηκαν ρομπότ της Lego, γεγονός που ίσως καθιστά τη μαθησιακή διαδικασία αρκετά ακριβή. Άλλη μια παρατήρηση, έχει να κάνει με το γεγονός ότι επιλέχθηκε στο μεγαλύτερο ποσοστό ως θεματική ενότητα εφαρμογής οι Φυσικές Επιστήμες, η Τεχνολογία, η Επιστήμη των Μηχανικών και τα Μαθηματικά (STEM) και όχι τόσο άλλες θεματικές ενότητες που περιλαμβάνονται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα. Συμπερασματικά, γίνεται αντιληπτό το γεγονός, ότι η αποτελεσματικότητα της χρήσης ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι μάλλον περιορισμένη. Ωστόσο, η διεξαγωγή ερευνών που δεν στηρίζονται σε εμπειρικά δεδομένα, αλλά σε σχεδιασμό αυστηρής μεθοδολογίας και στατιστικές ανάλυσης, όπως οι περισσότερες από αυτές που προαναφέρθηκαν, υποστηρίζουν τα οφέλη της χρήσης ρομπότ ως βοηθό του καθηγητή στην καλύτερη και πληρέστερη κατανόηση της διδακτέας ύλης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

Η εισαγωγή των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση αποτελεί την εξέλιξή της και συνοδεύεται από την ανάπτυξη χιλιάδων τίτλων εκπαιδευτικών λογισμικών, που κατακλύζουν ήδη την αγορά και τα σχολεία. Ο σύγχρονος εκπαιδευτικός καλείται πλέον να επιλέξει το κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον που να ταιριάζει τόσο στην ηλικία των μαθητών, όσο και στο περιεχόμενο του αντικειμένου προς διδασκαλία. Πρόκειται για μια επιλογή δύσκολη, αφού αφορά νέες τεχνολογίες τις οποίες η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών δεν έχει ακόμα αφομοιώσει.

### 2.1 Περιβάλλοντα Μάθησης βασισμένα σε ΤΠΕ

Όλο και περισσότεροι εκπαιδευτικοί ενσωματώνουν την τεχνολογία στη διδασκαλία τους. Οι διδακτικές στρατηγικές που βασίζονται στην τεχνολογία επωφελούνται από τις μοναδικές ιδιότητες της εκπαιδευτικής τεχνολογίας για να βοηθήσουν τους μαθητές να αποκτήσουν γνώση και δεξιότητες. Η εν λόγω τεχνολογία ποικίλλει ανάλογα με τους διδακτικούς στόχους του εκπαιδευτικού, το επίπεδο και τις διδακτικές ανάγκες των μαθητών και τους διαθέσιμους πόρους (Elliot, Kratochwill, Cook, Littlefield & Travers, 2008).

Οι βασιζόμενες στην τεχνολογία στρατηγικές προσφέρουν διάφορα πλεονεκτήματα, σε σύγκριση με τις πιο παραδοσιακές μεθόδους παρουσίασης του υλικού. Οι ΤΠΕ επιτρέπουν στους μαθητές να επεξεργάζονται προβλήματα που αλλιώς θα ήταν δύσκολα ή ανέφικτα. Αντίθετα με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, οι μαθητές μπορούν να ελέγξουν ακριβώς πόσο γρήγορα γίνονται οι αλλαγές ώστε να μπορούν να εξετάσουν προσεκτικά και να καταλάβουν τις αιτίες και τα αποτελέσματα (Elliot, Kratochwill, Cook, Littlefield & Travers, 2008).

Πολλά λογισμικά προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών έχουν το πλεονέκτημα της αλληλεπιδραστικότητας επειδή ο χρήστης όχι μόνο ακούει ή βλέπει, αλλά μπορεί και να τα χειριστεί κατά κάποιον τρόπο. Τα προγράμματα είναι συχνά σχεδιασμένα να ενθαρρύνουν τους μαθητές να μπορέσουν να συνδέσουν διαφορετικού τύπου περιεχόμενα (π.χ. μαθηματικά, πληροφορική, φυσική κ.α.). Η σύνδεση αυτή μπορεί να ενθαρρύνει τους μαθητές να χρησιμοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για



να λύσουν προβλήματα, αντί να αντιμετωπίζουν τη γνώση ως ένα συνονθύλευμα ασύνδετων και άχρηστων γεγονότων (Bransford, Sherwood, Hasselbring, Kinzer & Williams, 1990).

### **2.1.1 Προγραμματιστικοί Μικρόκοσμοι**

Η βασική ιδέα των μικρόκοσμων (microworlds) και των μικρογλωσσών (mini-languages) προγραμματισμού είναι η δημιουργία μιας γλώσσας προγραμματισμού που αποτελείται από ένα περιορισμένο ρεπερτόριο εντολών με απλή σύνταξη και σημασία. Οι βασικές ιδέες που διέπουν τη λειτουργία των μικρόκοσμων είναι, έμμεσα, λύσεις στα προβλήματα που παρουσιάζουν τα διαδομένα περιβάλλοντα προγραμματισμού (τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως από ερευνητές ή επαγγελματίες).

#### **2.1.1.1 Η έννοια του μικρόκοσμου**

Η έννοια του μικρόκοσμου μετρά σχεδόν τρεις δεκαετίες και τα τελευταία χρόνια η αξιοποίηση των μικρόκοσμων στην εκπαίδευση έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον και την προσοχή πολλών αξιόλογων ερευνητών, οι οποίοι σχεδιάζουν, πειραματίζονται και διερευνούν τις εναλλακτικές προτάσεις αξιοποίησης μικρόκοσμων σε διάφορα θεματικά πεδία (όπως μαθηματικά) (Papert, 1991; Noss & Hoyles, 1996; Clements & Sarama, 1995).

Ο όρος «μικρόκοσμος» δημιουργήθηκε από τον Papert, για να περιγράψει τα διερευνητικά, μαθησιακά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται στις χελώνες LOGO για την εκμάθηση των γεωμετρικών σχημάτων (Jonassen, 1996). Έτσι, σύμφωνα με τον Papert ένας μικρόκοσμος ορίζεται ως ένα διερευνητικό μαθησιακό περιβάλλον που αντιπροσωπεύει μια μίμηση των φαινομένων του πραγματικού κόσμου, όπου οι μαθητές μπορούν να χειριστούν, να διερευνήσουν και να πειραματιστούν σε διαφορετικούς δρόμους (Jonassen, Howland, Moore & Marra, 2002).

Ένας μικρόκοσμος είναι ένα τμήμα λογισμικού που υλοποιεί ένα συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πλάνο δραστηριότητας. Μια εκπαιδευτική δραστηριότητα αποτελεί «τμήμα» ενός εκπαιδευτικού σεναρίου, το οποίο καθορίζει το ευρύτερο εκπαιδευτικό πλαίσιο και μπορεί να αποτελείται από περισσότερες της μιας δραστηριότητες. Κάθε δραστηριότητα εκτελείται με βάση ένα πλάνο δραστηριότητας, το οποίο, μεταξύ

άλλων, περιλαμβάνει τη δημιουργία και τη χρήση λογισμικού (τον Μικρόκοσμο) (Σεραφείμ, 2008).

Η πλειοψηφία των μικρόκοσμων προγραμματισμού ενσωματώνει ένα ανοιχτό περιβάλλον που βασίζεται σε κάποιο φυσικό μοντέλο, ενώ ο χρήστης ελέγχει ένα πρωταγωνιστή που «ζει» στο περιβάλλον αυτό. Ο πρωταγωνιστής μπορεί να είναι μια χελώνα, ένα ρομπότ ή κάποια άλλη οντότητα. Ο μαθητής μαθαίνει βασικές έννοιες του προγραμματισμού ελέγχοντας με τις διαθέσιμες εντολές τον πρωταγωνιστή του μικρόκοσμου. Οι εντολές είναι ιδιαίτερα απλοποιημένες, ενώ το αποτέλεσμα της εκτέλεσης τους είναι ορατό στην οθόνη (Ξυνόγαλος, 2002). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να γίνονται εύκολα αντιληπτά τα τυχόν λάθη του προγραμματιστή κυρίως στις νεότερες ηλικίες.

Τα χαρακτηριστικά που ενσωματώνει η πλειοψηφία των μικρόκοσμων είναι εύχρηστη γραφική διεπαφή χρήστη (Graphical User Interface, GUI), βήμα-προς-βήμα εκτέλεση και τεχνικές οπτικοποίησης λογισμικού. Ορισμένοι μικρόκοσμοι ενσωματώνουν και κάποια άλλα χαρακτηριστικά, που παρέχουν επιπλέον στήριξη στους εκπαιδευόμενους, όπως εκδότες δομής για την ευκολότερη ανάπτυξη προγραμμάτων και την αποφυγή συντακτικών λαθών, επεξηγηματική οπτικοποίηση, δυνατότητα αυτόματης δημιουργίας διαγραμμάτων ροής και ενσωματωμένες στο περιβάλλον δραστηριότητες (Εφόπουλος, 2005).

Οι περισσότερες μικρο-γλώσσες περιλαμβάνουν όλες τις βασικές δομές μιας κλασσικής γλώσσας προγραμματισμού (όπως οι δομές ελέγχου, οι δομές διακλάδωσης, οι επαναληπτικές δομές κ.τ.λ.) και ένα μηχανισμό που επιτρέπει την κατασκευή νέων εντολών.

Το όλο προγραμματιστικό περιβάλλον είναι κτισμένο πάνω σε κάποια οπτικά ελκυστική και παρακινητική για τους μαθητές μεταφορά και επιτρέπει στον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει ενδιαφέροντα προβλήματα που σχετίζονται με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών.

Οι πρώτες προσπάθειες για μίνι-γλώσσες ξεκίνησαν με τη χελώνα της Logo, αν και η Logo δεν σχεδιάστηκε για εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Ακολούθησε το Ρομπότ Karel. Από τότε έχουν παρουσιαστεί και άλλοι μικρόκοσμοι, όπως Josef the robot, Turingal, Karel-3D, Karel++ (Μολέ, 2015).

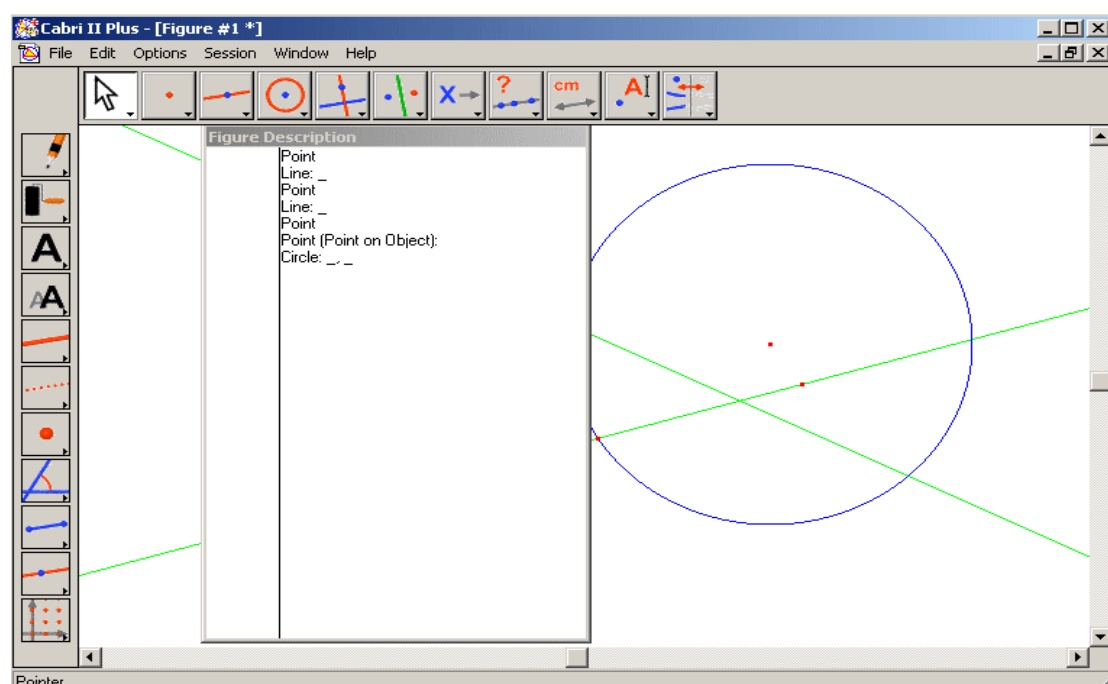
Οι διδακτικοί μικρόκοσμοι ανοίγουν μια νέα προοπτική στην εκπαιδευτική διαδικασία όχι μόνο ως μέσο διδασκαλίας εισαγωγικών εννοιών της Πληροφορικής αλλά και ως μέσο αξιολόγησης και μελέτης των αντιλήψεων των μαθητών.

## 2.2 Εκπαιδευτικά Λογισμικά στη διδασκαλία μαθηματικών και πληροφορικής

Στην ενότητα αυτή γίνεται μια αναφορά σε κάποια εκπαιδευτικά λογισμικά που ανήκουν κυρίως στο χώρο των μαθηματικών και της πληροφορικής, και τα οποία χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

### 2.2.1 Cabri Geometry II

Το Cabri ανήκει στην κατηγορία του λογισμικού ανοιχτού διερευνητικού χαρακτήρα. Είναι ένα πρόγραμμα που μπορεί να ενσωματωθεί στο σχολείο για να καλύψει τις ανάγκες των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών στην μαθησιακή και διδακτική διαδικασία. Σύμφωνα με τους δημιουργούς του, προκαλεί και διατηρεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Ενισχύει την διερευνητική και ενεργητική μάθηση. Προσφέρει την δυνατότητα για πολλαπλή αναπαράσταση της γνώσης. Θεωρείται απλό και φιλικό στη ρήση του από εκπαιδευτικούς και μαθητές που δεν έχουν ειδικευτεί στους



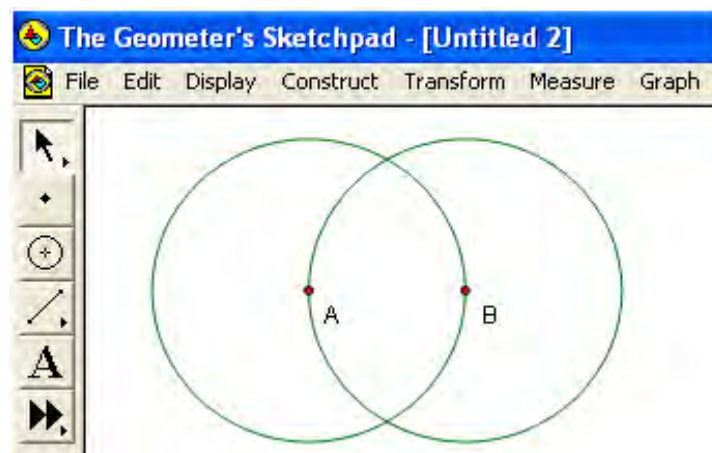
υπολογιστές.

Το λογισμικό είναι ένα πλήρες εργαλείο για διερευνητική μάθηση στη Γεωμετρία και σε άλλες περιοχές των Μαθηματικών και της Φυσικής, σε όλες σχεδόν τις τάξεις του Γυμνασίου και του Λυκείου. Εντάσσεται εύκολα μέσω δραστηριοτήτων στην καθημερινή διδακτική πρακτική. Προσφέρει δυνατότητες πειραματισμού και διερεύνησης που δεν μπορούν να γίνουν τόσο εύκολα με τα συμβατικά μέσα (κανόνας, διαβήτη κ.τ.λ.) επεκτείνοντας έτσι τις δυνατότητες οικοδόμησης των εννοιών από τον ίδιο το μαθητή. Η κατασκευή των γεωμετρικών σχημάτων γίνεται με βάση τις γεωμετρικές τους ιδιότητες και όχι σχεδιαστικά. Έτσι οι ενέργειες του χρήστη αντιστοιχούν σε πραγματικές και φυσικές ενέργειες.

## 2.2.2 The Geometer's SKETCHPAD V4

Το λογισμικό The Geometer's SKETCHPAD V4 είναι ένα ανοικτό περιβάλλον διερευνητικής μάθησης που επιτρέπει την άμεση διαχείριση των μαθηματικών αντικειμένων και σχημάτων καθώς και την επεξεργασία τους από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Η δυνατότητα της κίνησης και της παρακολούθησης των αλλαγών των στοιχείων και των μεγεθών του σχήματος διευκολύνει την εικασία και τον πειραματισμό στα Μαθηματικά.

Το The Geometer's Sketchpad V4 είναι ένα ισχυρό εργαλείο για τη διδασκαλία της Γεωμετρίας, της Άλγεβρας και της Τριγωνομετρίας. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή του στηρίχθηκαν σε πολύχρονες έρευνες στην περιοχή της διδακτικής των μαθηματικών.



Εικόνα 2 Στιγμιότυπο από το λογισμικό The Geometer's SKETCHPAD V4

Το The Geometer's Sketchpad V4 είναι ιδανικό για την οργάνωση δραστηριοτήτων διερευνητικής μάθησης τόσο στο σχολικό εργαστήριο όσο και στο σπίτι. Αξιοποιεί τις δυνατότητες των νέων τεχνολογιών λαμβάνοντας υπόψη τις νέες τάσεις για διερευνητική προσέγγιση στη σχεδίαση του λογισμικού (με πολλαπλές αναπαραστάσεις, άμεσο χειρισμό κ.τ.λ.). Με τις δυνατότητες που διαθέτει βοηθά στην κατανόηση, με ολοκληρωμένο τρόπο, εννοιών και διαδικασιών μέσα από την επίλυση προβλημάτων και τον πειραματισμό.

Το The Geometer's Sketchpad V4 είναι ένα «ανοικτό» περιβάλλον διερευνητικής μάθησης. Οι δυνατότητές του είναι τόσο ευρείες που αν και αρχικά σχεδιάστηκε για τις ανάγκες της γυμνασιακής εκπαίδευσης, σήμερα συνιστάται από την Πέμπτη τάξη του Δημοτικού μέχρι τις τελευταίες τάξεις του Λυκείου. Οι δυνατότητες αυτές το μετέτρεψαν σε ένα εκπαιδευτικό εργαλείο με απεριόριστο αριθμό εφαρμογών. Αν και σχεδιάστηκε αρχικά για το μάθημα της Γεωμετρίας, σήμερα οι μαθητές μπορούν να το χρησιμοποιήσουν για να εξερευνήσουν μαθήματα όπως Άλγεβρα, Τριγωνομετρία, Τέχνη, Επιστήμη και πολλά άλλα.

### **2.2.3 GeoGebra**

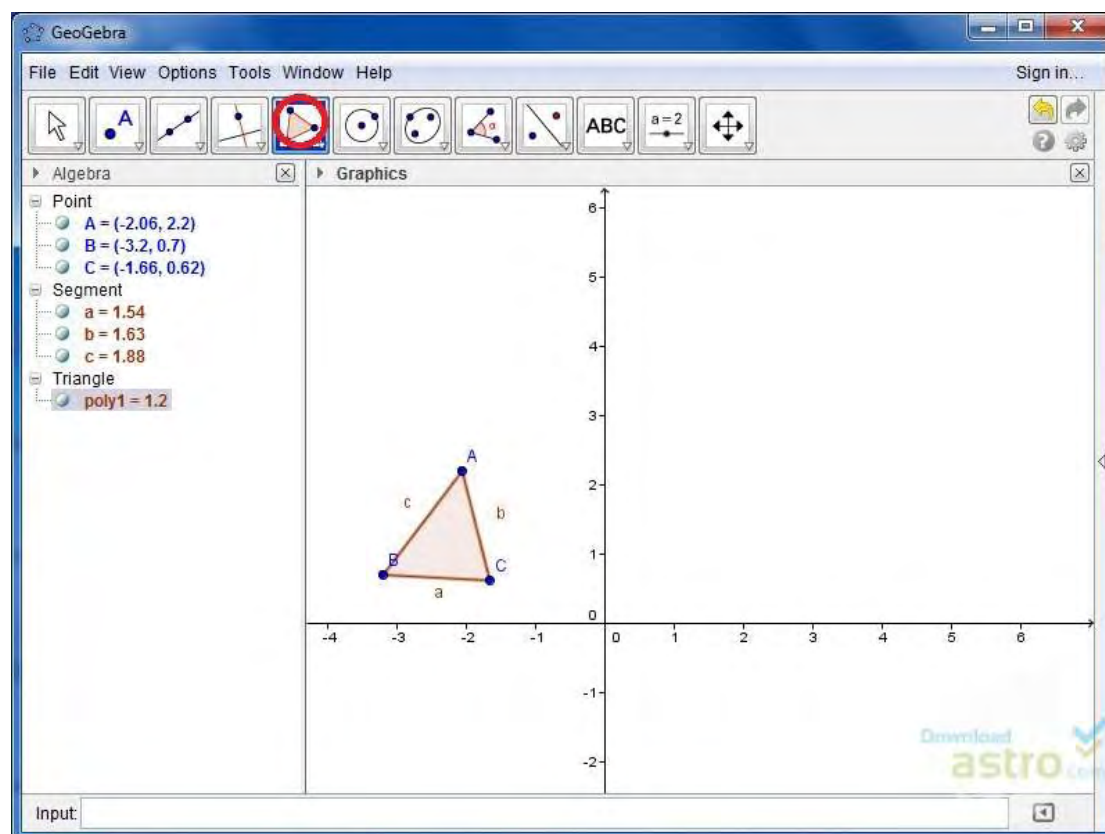
Το GeoGebra είναι ένα δυναμικό λογισμικό για τη διδασκαλία των μαθηματικών που ενώνει τη Γεωμετρία, την Άλγεβρα και τον Λογισμό. Αναπτύχθηκε από τον Markus Hohenwarter στο Florida Atlantic University για τη διδασκαλία και τη μάθηση των Μαθηματικών στο σχολείο.

Το GeoGebra είναι ένα δυναμικό σύστημα γεωμετρίας. Ο χρήστης μπορεί να κάνει κατασκευές με σημεία, διανύσματα, ευθύγραμμα τμήματα, ευθείες, κωνικές τομές καθώς επίσης να χρησιμοποιήσει συναρτήσεις και στη συνέχεια να τις τροποποιήσει με ένα δυναμικό τρόπο.

Το λογισμικό επιτρέπει, επίσης, την απευθείας εισαγωγή εξισώσεων και συντεταγμένων. Έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται μεταβλητές για αριθμούς, διανύσματα και σημεία, να βρίσκει παραγώγους και ολοκληρώματα συναρτήσεων και να παρέχει εντολές για την εύρεση Ριζών και Ακροτάτων.

Η εφαρμογή παρέχει επίσης τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να δημιουργήσουν αλληλεπιδραστικά φύλλα εργασίας, τα οποία μπορούν να μοιραστούν με χιλιάδες εκπαιδευτικούς ανά τον κόσμο.

Το GeoGebra είναι ένα λογισμικό που τρέχει κάτω από όλες τις πλατφόρμες (Mac OS X, Windows, Linux, Solaris) είτε ως αυτόνομη εφαρμογή, είτε μέσω του φυλλομετρητή ιστού.



Εικόνα 3 Στιγμιότυπο από το λογισμικό GeoGebra

## 2.2.4 Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ

Ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πακέτο, με διαθεματικό χαρακτήρα, όπου οι μαθητές, με αφορμή τις μετρήσεις μηκών, επιφανειών, όγκων, μάζας – βάρους και χρόνου με τη χρήση όλων των ειδών των μονάδων μέτρησης, εισάγονται στις βασικές έννοιες της Στατιστικής και των γραφικών παραστάσεων, ώστε να προχωρούν σε συγκρίσεις, εκτιμήσεις και συμπεράσματα. Περιλαμβάνει μια σειρά από μικρόκοσμους. Κάθε μικρόκοσμος υποστηρίζει συγκεκριμένες δραστηριότητες με τη μορφή «Φύλλων Εργασίας». Κεντρικό θέμα των δραστηριοτήτων είναι η μέτρηση διαφόρων μεγεθών και ποικίλες αναπαραστάσεις (γραφήματα, πίνακες τιμών, ραβδογράμματα) που αναφέρονται στο Πρόγραμμα Σπουδών του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τις τρεις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Δ', Ε' και ΣΤ'). Η δομή των «Φύλλων Εργασίας»

βασίζεται στο μοντέλο διερεύνησης «Προβληματική κατάσταση – Υπόθεση (εικασία) ή εκτίμηση – Επιβεβαίωση».

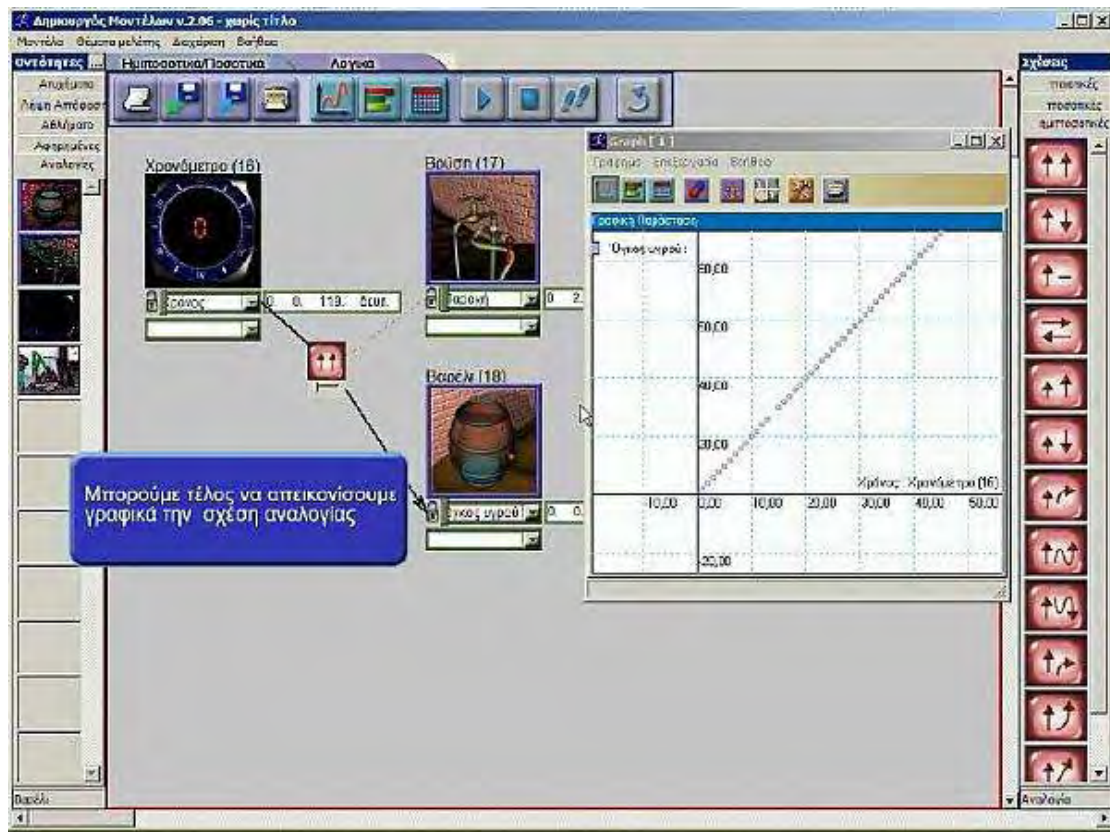
Το εκπαιδευτικό πακέτο «Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ» περιλαμβάνει μια σειρά από μικρόκοσμους (Γεωπίνακες, πλέγμα, γραφήματα ύψους και θερμοκρασίας, ραβδογράμματα Στατιστικής με ζάρι και νόμισμα, εικονογράμματα, ταξίδια, ψευδαισθήσεις μήκους και εμβαδού). Κάθε μικρόκοσμος υποστηρίζει συγκεκριμένες δραστηριότητες με τη μορφή «Φύλλων Εργασίας». Κεντρικό θέμα των δραστηριοτήτων είναι η μέτρηση διαφόρων μεγεθών και ποικίλες αναπαραστάσεις (γραφήματα, πίνακες τιμών, ραβδογράμματα) που αναφέρονται στο Πρόγραμμα Σπουδών του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τις τρεις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Δ', Ε' και ΣΤ'). Η δομή των «Φύλλων Εργασίας» βασίζεται στο μοντέλο διερεύνησης «Προβληματική κατάσταση – Υπόθεση (εικασία) ή εκτίμηση – Επιβεβαίωση».



Εικόνα 4 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ

## 2.2.5 Δημιουργός Μοντέλων II

Ο Δημιουργός Μοντέλων (ΔΜ) είναι ένα εκπαιδευτικό λογισμικό το οποίο αναπτύχθηκε για να προσφέρει στους μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ευκαιρίες να πειραματιστούν με έννοιες και τις μεταξύ τους σχέσεις και αλληλεπιδράσεις, κατασκευάζοντας μοντέλα από στοιχειώδη δομικά στοιχεία και με αυτό τον τρόπο να μπορέσουν να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν φαινόμενα σημαντικά για τη μόρφωσή τους.



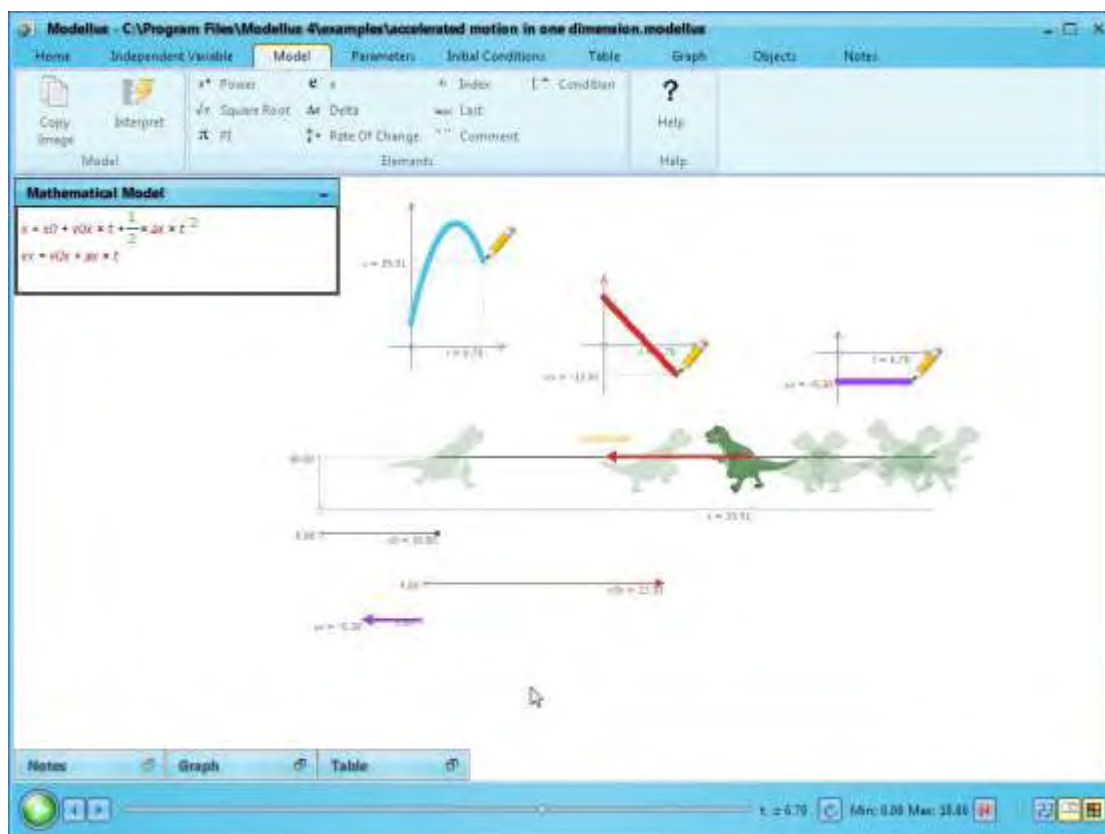
Εικόνα 5 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δημιουργός Μοντέλων II

Ο σχεδιασμός των εργαλείων, των λειτουργιών και των δραστηριοτήτων στο περιβάλλον του ΔΜ δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν συλλογισμούς και να διαπραγματευτούν έννοιες οι οποίες είναι δύσκολο να προσεγγιστούν με άλλους τρόπους. Ο σκοπός του ΔΜ είναι να αποτελέσει ένα εργαλείο το οποίο θα βοηθήσει τους μαθητές να ξεπεράσουν τις διαισθητικές αντιλήψεις που έχουν για διάφορα ζητήματα που αφορούν τον κόσμο στον οποίο ζουν και να οικοδομήσουν επιστημονικές έννοιες μέσα από τη μελέτη φαινομενικά απλών θεμάτων. Επιπρόσθετα, ο ΔΜ έχει μια ισχυρή ερευνητική συνιστώσα, βοηθώντας τον εκπαιδευτικό να εξερευνήσει τους τρόπους και τις διαδικασίες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθητές κατά τη διάρκεια κατασκευής των μοντέλων.

## 2.2.6 Modellus

Το Modellus είναι ένα δυναμικό εργαλείο για διαλογική κατασκευή και διερεύνηση μαθηματικών μοντέλων, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάζουν, να προσομοιώνουν και να αναλύουν μοντέλα με διαλογικό τρόπο.





Εικόνα 6 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Modellus

Το λογισμικό Modellus, το οποίο σχεδιάστηκε από μία ομάδα επιστημόνων με την καθοδήγηση του καθηγητή Vitor Duarte Teodoro από το Πανεπιστήμιο Lisbon της Πορτογαλίας, είναι ένα ισχυρό εργαλείο, ιδιαίτερα χρήσιμο για τη διδασκαλία των θετικών επιστημών. Κυρίως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη των Μαθηματικών, της Φυσικής, της Χημείας, των Οικονομικών και δευτερευόντως της Βιολογίας. Ανήκει στην κατηγορία του ανοικτού τύπου περιβάλλοντος - εργαλείο για μοντελοποίηση, πειραματισμό και προσομοίωση, απαραίτητο για την ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων και την επεξεργασία τους μέσα από γραφικές παραστάσεις, πίνακες και animations.

Στον πυρήνα του προγράμματος υπάρχει μια περιοχή εργασίας (παράθυρο) στην οποία ο μαθητής μπορεί να γράψει το μαθηματικό μοντέλο με μορφή εξισώσεων ή ορισμών μεγεθών. Στη συνέχεια, το σύστημα αναλαμβάνει να πραγματοποιήσει την αναπαράσταση της εξέλιξης του φαινομένου που υπακούει στο μαθηματικό μοντέλο. Το Modellus αξιοποιεί πολλές προηγούμενες προσπάθειες που έγιναν στην κατεύθυνση της δημιουργίας ενός λογισμικού κατάλληλου για μοντελοποιήσεις σε ποικίλες γνωστικές περιοχές.

## 2.2.7 ΓΑΙΑ II

Το λογισμικό ΓΑΙΑ II είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον αποτελούμενο από επτά μικρόκοσμους για τη διδασκαλία φαινομένων που σχετίζονται με τη Γη, με διαθεματική προσέγγιση πέντε γνωστικών αντικείμενων, Γεωγραφίας, Φυσικής,



Μαθηματικών, Αστρονομίας, Ιστορίας Επιστημών και Τεχνολογίας.

*Εικόνα 7 Στιγμιότυπο από το λογισμικό ΓΑΙΑ II*

## 2.2.8 Δ.Ε.Λ.Υ.Σ.

Το λογισμικό Δ.Ε.Λ.Υ.Σ. (Διαδραστικό Εκπαιδευτικό Λογισμικό για Υπολογιστικά Συστήματα) είναι ένα διαδραστικό εκπαιδευτικό λογισμικό για Υπολογιστικά Συστήματα. Περιλαμβάνει μεταξύ άλλων μικρόκοσμους διερεύνησης των τμημάτων ενός Ηλεκτρονικού Υπολογιστή (Η/Υ) και της λειτουργίας του, κωδικοποίησης δεδομένων και προγραμματισμού.



Εικόνα 8 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Δ.Ε.Λ.Υ.Σ.

Το Δ.Ε.Λ.Υ.Σ. αποτελεί εκπαιδευτικό λογισμικό που υποστηρίζει τη διδασκαλία του μαθήματος της Πληροφορικής στο επίπεδο της Α' και Β' τάξης Ενιαίου Λυκείου (για το μάθημα «Εφαρμογές Η/Υ» της Α' τάξης και για το μάθημα «Εφαρμογές Πληροφορικής» της Β' τάξης).

Συγκεκριμένες θεματικές ενότητες του λογισμικού μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στο μάθημα της Πληροφορικής στο Γυμνάσιο όπως και στο μάθημα «Τεχνολογία Υπολογιστικών Συστημάτων» της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης του Ενιαίου Λυκείου.

Το λογισμικό περιλαμβάνει ορισμένους μικρόκοσμους:

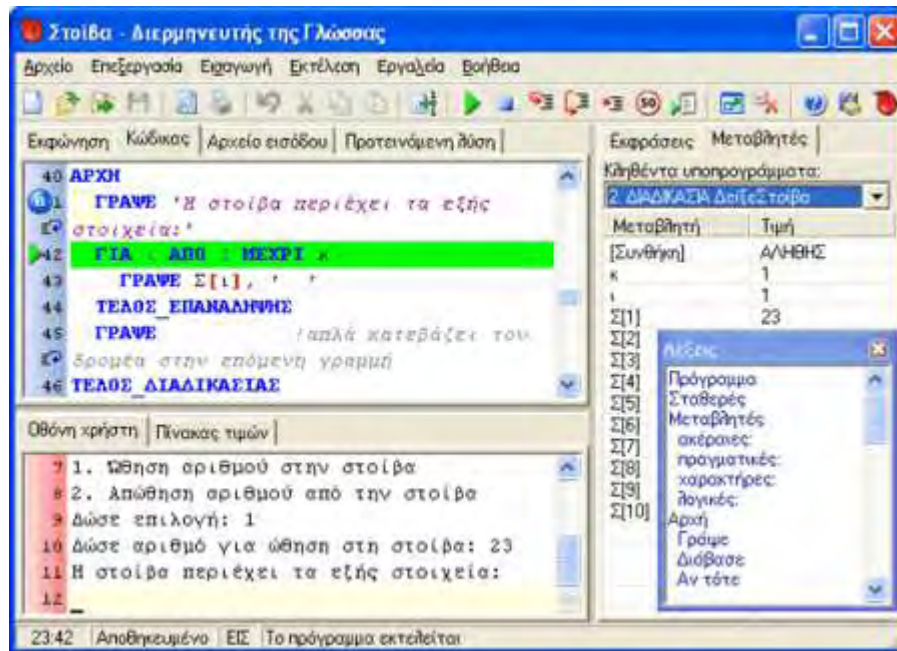
- 1) Έναν μικρόκοσμο διερεύνησης των τμημάτων από τα οποία αποτελείται ένας Η/Υ και της λειτουργίας τους.

- 2) Έναν μικρόκοσμο που διερευνά τη λειτουργία των Η/Υ και περιλαμβάνει ένα τμήμα σχετικό με την εκκίνηση ενός Η/Υ.
- 3) Έναν μικρόκοσμο σχετικό με την κωδικοποίηση φυσικών αριθμών και την εκτέλεση της πρόσθεσης των δυαδικών αναπαραστάσεων δύο φυσικών αριθμών.
- 4) Έναν μικρόκοσμο προγραμματισμού στον οποίο ο μαθητής μπορεί να γράψει ένα πρόγραμμα και στη συνέχεια να διαπιστώσει - κατά την εκτέλεση του προγράμματος - τις ενδιάμεσες τιμές των μεταβλητών, τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διερμηνεία του προγράμματος του σε γλώσσα assembly και την εκτέλεσή του σε μια δυνητική μηχανή. Ο μαθητής μπορεί να διαπιστώσει τις ενδιάμεσες τιμές των καταχωρητών και των προσωρινών μεταβλητών που χρησιμοποιεί η δυνητική μηχανή.

Τονίζεται ότι σε κάθε μικρόκοσμο και για κάθε τμήμα του, συμπεριλαμβάνονται πολλές δραστηριότητες των μαθητών, προσανατολισμένες κυρίως στην επίλυση προβλημάτων. Όλοι αυτοί οι μικρόκοσμοι λειτουργούν διαδραστικά, δηλαδή ο χρήστης μπορεί να παρέμβει όποτε θέλει κι όπου θέλει.

### **2.2.9 Αλγοριθμική**

Το λογισμικό Αλγοριθμική είναι ένα ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πακέτο, το οποίο αποσκοπεί, μέσω της εντρύφησης με την αλγοριθμική και τον προγραμματισμό, στην καλλιέργεια της αναλυτικής σκέψης και της συνθετικής ικανότητας των μαθητών, στην ανάπτυξη ικανοτήτων μεθοδολογικού χαρακτήρα, στην καλλιέργεια της αυστηρότητας στη διατύπωση και στην έκφραση. Κεντρικός άξονας για όλες τις δραστηριότητες είναι οι βασικές έννοιες του προγραμματισμού.



Εικόνα 9 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Αλγοριθμική

Στόχος δεν είναι η εκμάθηση κάποιας συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού και για το λόγο αυτό το ψηφιακό περιβάλλον δεν αντιστοιχεί σε κάποιο από αυτά των γλωσσών. Το εκπαιδευτικό πακέτο υποστηρίζει αρχεία δραστηριοτήτων και όχι απλά αρχεία προγραμμάτων. Δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης και αλληλεπίδρασης κατά την εκτέλεση του αναπτυσσόμενου αλγορίθμου, όπως βήμα προς βήμα εκτέλεση, παρακολούθηση μεταβλητών και πίνακα τιμών.

## 2.2.10 Scratch

Το Scratch αναπτύχθηκε από την ερευνητική ομάδα Lifelong Kindergarten Group στο MIT Media Lab, με την υποστήριξη του Εθνικού Ιδρύματος Επιστήμης (National Science Foundation) του Ιδρύματος Intel (Intel Foundation) και του MIT Media Lab research consortia. Σχεδιάστηκε για να βοηθήσει τους νέους (ηλικίες 8 και πάνω) να αναπτύξουν τις δεξιότητες εκμάθησης του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Δεδομένου ότι οι νέοι δημιουργούν προγράμματα, μαθαίνουν επίσης τις σημαντικές μαθηματικές και υπολογιστικές ιδέες, αναπτύσσοντας μια βαθύτερη κατανόηση της διαδικασίας σχεδιασμού (Σεραφείμ, 2008).



Εικόνα 10 Στιγμιότυπο από το λογισμικό Scratch

Το Scratch είναι μια διερμηνευόμενη δυναμική οπτική γλώσσα προγραμματισμού βασισμένη και υλοποιημένη σε γλώσσα προγραμματισμού Squeak. Όντας δυναμική, επιτρέπει αλλαγές στον κώδικα ακόμη και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των προγραμμάτων. Έχει ως στόχο τη διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού σε παιδιά και εφήβους και τους επιτρέπει να δημιουργήσουν παιχνίδια, βίντεο και μουσική. Μπορεί να μεταφορτωθεί δωρεάν και χρησιμοποιείται σε μια ευρεία ποικιλία δράσεων εντός και εκτός του σχολείου ανά τον κόσμο.

Το όνομα Scratch παραπέμπει στην τεχνική του scratching, στα παλιά πικάπ, και αναφέρεται τόσο στη γλώσσα όσο και στην υλοποίησή της. Η ομοιότητα προς το scratching στη μουσική, είναι η εύκολη επαναχρησιμοποίηση κομματιών. Στο Scratch όλα τα αλληλεπιδραστικά αντικείμενα, γραφικά και ήχοι, μπορούν εύκολα να εισαχθούν σε ένα νέο πρόγραμμα και να συνδυαστούν με νέους τρόπους. Έτσι οι αρχάριοι μπορούν να λάβουν γρήγορα αποτελέσματα και να αποκτήσουν κίνητρο για περαιτέρω προσπάθεια και ενασχόληση με το συγκεκριμένο λογισμικό.

Η δημοτικότητα του Scratch στην εκπαίδευση οφείλεται στην ευκολία με την οποία μπορούν να δημιουργηθούν προγράμματα. Οι εντολές και οι δομές δεδομένων είναι απλές και γραμμένες στην καθημερινή γλώσσα και η δομή του προγράμματος μπορεί

να σχεδιαστεί (όπως ένα παζλ), με αποσπώμενα κομμάτια κώδικα που μπορούν να μετακινηθούν και να προσαρμοστούν μαζί.

Το Scratch χρησιμοποιείται παγκοσμίως σε διάφορα σχολεία και εκπαιδευτικούς οργανισμούς. Ο δικτυακός τόπος του Scratch έχει αναπτύξει μια κοινότητα από αρχάριους προγραμματιστές, μαθητές, δασκάλους και ερασιτέχνες, που αλληλοπαρακινούνται να αναπτύξουν την δημιουργικότητά τους και τις προγραμματιστικές τους δεξιότητες. Ένα μέρος από τον ιστότοπο του Scratch είναι αφιερωμένο σε συζητήσεις μεταξύ εκπαιδευτικών.

Το σύνθημα του Scratch είναι «Φαντάσου - Φτιάξε – Μοιράσου». Η έμφαση στο μοίρασμα είναι σημαντικό μέρος της παιδαγωγικής για το Scratch. Τα προγράμματα δεν θεωρούνται μαύρα κουτιά, αλλά αντικείμενα που μπορούν να αναμειχθούν για τη δημιουργία νέων έργων. Ο μόνος τρόπος να γίνει ένα πρόγραμμα διαθέσιμο για χρήση είναι να δοθεί ο πηγαίος κώδικας του.

### **2.2.10.1 Περιβάλλον ανάπτυξης, ιστότοπος και Scratch Player**

Το περιβάλλον ανάπτυξης του Scratch μπορεί να μεταφορτωθεί δωρεάν και να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε υπολογιστή με Windows ή Mac OS X. Διάφορες εκδόσεις του Linux μπορούν να τρέξουν το Scratch. Ένας πειραματικός εγκαταστάτης για το Ubuntu είναι διαθέσιμος από το MIT. Το περιβάλλον ανάπτυξης του Scratch έχει υλοποιηθεί σε γλώσσα προγραμματισμού Squeak, ένα περιβάλλον ανάπτυξης για Smalltalk, που παρέχει ομοιόμορφη συμπεριφορά ανεξαρτήτως πλατφόρμας.

Τα προγράμματα Scratch μπορούν να φορτωθούν αυτόματα από το περιβάλλον ανάπτυξης σε προσωπικές σελίδες στον ιστότοπο του Scratch, όπου άλλα μέλη της κοινότητας του Scratch μπορούν να τα μεταφορτώσουν (συμπεριλαμβανομένου του πλήρους πηγαίου κώδικα) για μάθηση ή ανάμιξη σε νέα έργα. Ο ιστότοπος, που είναι υλοποιημένος πάνω στην πλατφόρμα ScratchR, παρέχει επίσης δυνατότητα στα μέλη της κοινότητας να σχολιάσουν έργα, πέραν της παροχής γενικών χώρων συζητήσεων και χώρων επίδειξης έργων. Προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί σε Scratch μπορούν να εκτελούνται είτε στο περιβάλλον ανάπτυξης, είτε μέσω μιας μικροεφαρμογής Java, γνωστής ως Scratch Player. Ο Scratch Player επιτρέπει σε προγράμματα Scratch να εκτελεστούν από σχεδόν οποιαδήποτε εφαρμογή εμφάνισης ιστοσελίδων.

### 2.2.10.2 Χρήση της γλώσσας Scratch

Κατά το σχεδιασμό της γλώσσας, η κύρια προτεραιότητα ήταν να γίνει η γλώσσα και το περιβάλλον αυτονόητα και να γίνεται εύκολη η εκμάθησή τους από παιδιά που δεν είχαν προηγούμενη προγραμματιστική εμπειρία. Υπάρχει μια ισχυρή αντίθεση μεταξύ των ισχυρών πολυμεσικών λειτουργιών και του πολυνηματικού προγραμματιστικού στυλ και του σχετικά περιορισμένου εύρους της γλώσσας προγραμματισμού.

Εμπειρικές μελέτες έχουν γίνει για διάφορες λειτουργίες - αυτές που παρεμπόδιζαν την φυσική εκμάθηση απορρίφθηκαν, ενώ αυτές που ενθάρρυναν τους αρχάριους και έκαναν εύκολη τη διερεύνηση και την εκμάθηση, διατηρήθηκαν. Ορισμένα από τα αποτελέσματα προκαλούν έκπληξη, κάνοντας το Scratch αρκετά διαφορετικό από άλλες διδασκόμενες γλώσσες (όπως η BASIC, η Logo ή η Alice).

Για παράδειγμα, ο πολυνηματικός κώδικας μέσω περάσματος μηνυμάτων είναι θεμελιώδης για το Scratch, αλλά δεν έχει διαδικασίες ή Είσοδο/Εξοδο αρχείων και υποστηρίζει μόνο μονοδιάστατους πίνακες, γνωστούς ως Λίστες. Οι αριθμοί κινητής υποδιαστολής και τα αλφαριθμητικά υποστηρίζονται από την έκδοση 1.3, αλλά με περιορισμένη ικανότητα διαχείρισης αλφαριθμητικών.

Ο κώδικας ομαδοποιείται σε διαφορετικές φιγούρες, καθεμία από τις οποίες μπορεί να κινηθεί ανεξάρτητα και να έχει πολλαπλές ενδυμασίες για δημιουργία κινούμενης εικόνας. Η γλώσσα μοιάζει περισσότερο με γλώσσα κινούμενης εικόνας, όπως η ActionScript, παρά με τις γνωστές παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού.

Η εστίαση ήταν πάντα στην παιγνιώδη μάθηση, ώστε τα παιδιά του δημοτικού σχολείου να μπορούν να κάνουν απλά έργα και οι έφηβοι να μπορούν γρήγορα να έχουν εκπληκτικά αποτελέσματα. Υπάρχει επίσης ένας αριθμός εμπειρών ενήλικων προγραμματιστών στην κοινότητα του Scratch, που γενικά αναζητούν τρόπους να διδάξουν προγραμματισμό στα παιδιά τους. Οι ενήλικες γενικά αντιδρούν ευνοϊκά στο γρήγορο και εύκολο προγραμματιστικό περιβάλλον, παρά τους σχετικά ισχυρούς περιορισμούς της γλώσσας.

Το περιβάλλον χρήστη του περιβάλλοντος ανάπτυξης του Scratch χωρίζει την οθόνη σε πολλαπλές περιοχές. Στα αριστερά είναι η παλέτα με τα τμήματα κώδικα, στο κέντρο είναι οι πληροφορίες για την τρέχουσα φιγούρα και η περιοχή των σεναρίων (κώδικα) και στα δεξιά είναι η σκηνή και η λίστα με τις φιγούρες. Η παλέτα των



τμημάτων κώδικα έχει τμήματα κώδικα (που καλούνται "blocks") που μπορούν να συρθούν πάνω στην περιοχή των σεναρίων για τη δημιουργία προγραμμάτων. Για να διατηρηθεί η παλέτα σε όχι πολύ μεγάλο μέγεθος, οργανώνεται σε οκτώ ομάδες τμημάτων κώδικα, την κίνηση, τις όψεις, τον ήχο, την πένα, τον έλεγχο, τους αισθητήρες, τους αριθμούς, και τις μεταβλητές.

### **2.2.11 Logo-like Περιβάλλοντα**

Η γλώσσα προγραμματισμού Logo είναι μια γλώσσα υψηλού επιπέδου (που σημαίνει ότι η έμφαση της γλώσσας δίνεται στο συμβολικό χειρισμό και όχι στον υπολογισμό). Είναι απόγονος της γλώσσας προγραμματισμού Lisp και δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1960 (Κόμης, 2005). Η Logo αποτελεί μια ολόκληρη θεωρία μάθησης βασισμένη στη γνώση και την επιστημολογική άποψη του έργου του Piaget και την τεχνητή νοημοσύνη με την έννοια της γνωστικής επιστήμης. Δημιουργήθηκε από τον Seymour Papert και την ανέπτυξε όχι μόνο ως τεχνοκράτης μηχανικός λογισμικού, αλλά ως μαθηματικός και παιδαγωγός, επηρεασμένος από τη συνεργασία του με τον Piaget (Στυλιάρας & Δήμου, 2016).

Οι σύγχρονες εκδόσεις της Logo αποτελούν ολοκληρωμένα περιβάλλοντα ανάπτυξης υπερμεσικών εφαρμογών συνδυάζοντας προγραμματισμό, πολυμεσικά και υπερμεσικά χαρακτηριστικά, παρέχοντας μαθησιακά περιβάλλοντα όπου ο μαθητής ως δημιουργός του δικού του εκπαιδευτικού υλικού οικοδομεί τη γνώση μέσα από στοχοθετημένες μαθησιακές δραστηριότητες (Μικρόπουλος, 2004). Έχει ταυτιστεί με τη χρήση των υπολογιστών από παιδιά της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, λόγω της απλότητας του περιβάλλοντός της και της εύκολης επικοινωνίας που παρέχει με τον υπολογιστή.

Η γλώσσα Logo, ως προγραμματιστικό περιβάλλον, δεν στοχεύει στον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του μαθητή. Αντίθετα του προμηθεύει ταυτόχρονα ένα λογικό και εννοιολογικό «μικρόκοσμο» και τις στοιχειώδεις οπτικές φόρμες έτσι ώστε να μπορεί να εξερευνήσει μόνος του τις διάφορες έννοιες με τη βοήθεια ενός απλού υπολογιστή, με παιγνιώδη μορφή (Papert, 1980; Bossuet, 1982 στο Κόμης, 2005).

## 2.2.12 Microworlds Pro

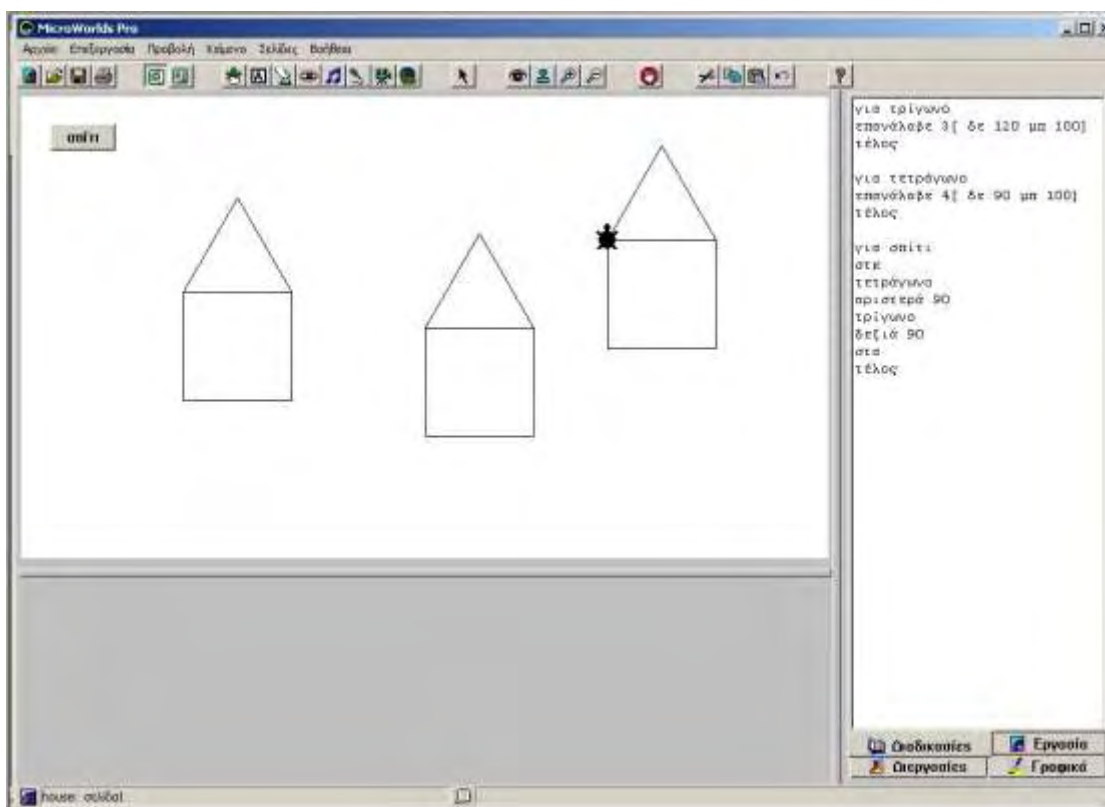
Το λογισμικό MicroWorlds Pro είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών πολυμέσων και δημιουργίας προσομοιώσεων, με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Logo.

Ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται πολυμεσικό υλικό, όπως εικόνα, video, μουσική, ήχο ή/και κείμενο. Το συνοδεύει μια βιβλιοθήκη τέτοιου υλικού, ενώ ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει και άλλο δικό του υλικό.

Στο MicroWorlds Pro χρησιμοποιείται η γλώσσα προγραμματισμού Logo και προγραμματίζονται χελώνες. Κάθε χελώνα έχει όνομα, θέση, κατεύθυνση, πάχος στυλού, χρώμα στυλού, σχήμα και μπορεί να κινηθεί όταν της δοθούν οι κατάλληλες οδηγίες – εντολές. Με το συγκεκριμένο, απλό στη χρήση, λογισμικό ο μαθητής μαθαίνει να σχεδιάζει, να διακοσμεί τη σελίδα του και να δημιουργεί κινούμενα σχέδια.

Με το MicroWorlds Pro δημιουργούνται εκπαιδευτικές δραστηριότητες για οποιοδήποτε μάθημα, ενώ αποτελεί άριστο εργαλείο για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και της γλώσσας Logo στο μάθημα της Πληροφορικής.

Το MicroWorlds Pro, ως προγραμματιστικό περιβάλλον, ευνοεί τόσο την εύκολη και γρήγορη εκμάθηση στοιχειώδους προγραμματισμού για αρχάριους, όσο και την εκμάθηση τεχνικών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου και την εμβάθυνση στον προγραμματισμό για προχωρημένους.



Εικόνα 11 Στιγμιότυπο από το λογισμικό *MicroWorlds Pro*

Σημαντικά θετικά χαρακτηριστικά του *MicroWorlds Pro* αποτελούν (Γλέζου, 2003):

- a. Η δυνατότητα εισαγωγής, διαχείρισης και επεξεργασίας ποικίλων μορφών πληροφορίας όπως κείμενο, ήχος, εικόνες, μουσική, video) διαμορφώνουν ένα πλούσιο, φιλικό και εύχρηστο πολυμεσικό περιβάλλον, κατάλληλο για ανάπτυξη συνθετικών εργασιών και παρουσιάσεων χωρίς να απαιτείται η γνώση γλώσσας και τεχνικών προγραμματισμού.
- b. Η ευκολία εισαγωγής στον προγραμματισμό και σταδιακής εξοικείωσης με τη γλώσσα προγραμματισμού Logo που επιτρέπει τη δημιουργία μικρών εφαρμογών.
- c. Η δυνατότητα δημιουργίας ιστοσελίδων (ως πρότυπα HyperText Markup Language) και παρουσίασης συνθετικών διαδραστικών εργασιών στο διαδίκτυο.

Στα πλαίσια του έργου ΚΙΡΚΗ του ΥΠ.Ε.Π.Θ., το *MicroWorlds Pro* εξελληνίστηκε από τη Rainbow Computer με τη συνεργασία εκπαιδευτικών. Το εξελληνισμένο λογισμικό *MicroWords Pro* έχει διατεθεί για χρήση σε χιλιάδες ελληνικά σχολεία

(Δημοτικά, Γυμνάσια). Το MicroWorlds Pro είναι πιστοποιημένο από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.

## 2.3 Χρήση των παραπάνω λογισμικών σε Σχολεία

Πολλές είναι οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί σε μαθητές τόσο της Πρωτοβάθμιας όσο και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό, με σκοπό την κατάδειξη της αναγκαιότητας ή μη, χρήσης εκπαιδευτικών λογισμικών στη διδασκαλία των μαθηματικών και της πληροφορικής και τη συμβολή τους στην καλύτερη κατανόηση εννοιών των παραπάνω μαθημάτων από τους μαθητές.

Ο Bennett (1993), παρατηρεί ότι το Geometer's SketchPad ενθαρρύνει τους μαθητές να ακολουθήσουν μια ανακαλυπτική διαδικασία που προσομοιάζει τον τρόπο που «εφευρίσκονται» τα Μαθηματικά. Οι μαθηματικοί πρώτα απεικονίζουν νοερά και αναλύουν ένα πρόβλημα και στη συνέχεια κάνουν υποθέσεις και προσπαθούν να τις αποδείξουν. Τα Λογισμικά Δυναμικής Γεωμετρίας ενισχύουν τους μαθητές στην κατεύθυνση της διαμόρφωσης των προσωπικών τους υποθέσεων εργασίας, οι οποίες βασίζονται στην οπτική διερμηνεία της συμπεριφοράς των γεωμετρικών αντικειμένων στην οθόνη (Μαρκέα, 2006).

Σύμφωνα με τους Akkaya, Tatar και Kağızmanlı (2011), η χρήση του λογισμικού Geogebra στη διδασκαλία της συμμετρίας, φαίνεται να είναι χρήσιμη καθώς βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν το θέμα καλύτερα. Οι μαθητές είναι σε θέση να φανταστούν οπτικά την έννοια της συμμετρίας με τη βοήθεια του υπολογιστή. Εκτός αυτού, οι μαθητές μπορούν να ανακαλύψουν τι τρόπο θα χρησιμοποιήσουν για να πάρουν συμμετρίες του σημείου και της γραμμής, με μια κωνστροκτιβιστική μέθοδο, μέσω των δικών τους γενικεύσεων. Από τη στιγμή που οι μαθητές μοιράζονται με τους φίλους τους τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν ως αποτέλεσμα μελέτης, δημιουργείται ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης.

Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγει και ο Dikonić (2009). Η έρευνά του σε μαθητές Γυμνασίου αφορούσε τη χρήση του λογισμικού Geogebra με σκοπό την καλύτερη κατανόηση εννοιών διαφορικού λογισμού, όπως ο υπολογισμός ορίων συναρτήσεων, η κατανόηση της μεταβολής  $\Delta y$  της συνάρτησης σε ένα διάστημα, η κατανόηση του ρυθμού μεταβολής της συνάρτησης σε ένα σημείο, η γεωμετρική ερμηνεία της παραγώγου κ.τ.λ. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι με τη χρήση του

λογισμικού οι μαθητές κατανόησαν καλύτερα πολλές έννοιες διαφορικού λογισμού αλλά και βελτίωσαν τη γνώση τους πάνω σε αυτές.

Το λογισμικό Geogebra χρησιμοποιήθηκε επίσης, για τη διδασκαλία της έννοιας και της μέτρησης της γωνίας σε μαθητές Γυμνασίου από την Παναγιώταρου (2014), η οποία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές έδειξαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον και παρουσίασαν αυξημένες επιδόσεις μετά τη χρήση του δυναμικού αυτού λογισμικού έναντι του παραδοσιακού τρόπου διδασκαλίας.

Η χρήση του λογισμικού Cabri στο μάθημα των μαθηματικών από Γάλλους μαθητές ηλικίας 13 έως 14 ετών, φάνηκε να έχει θετική επίδραση στην κατανόηση θεωρημάτων (Laborde, 2003). Σε ένα τεστ για την εύρεση θεωρημάτων ταυτόσημων με ένα δεδομένο θεώρημα από μια λίστα προτάσεων, οι μαθητές που είχαν χρησιμοποιήσει το Cabri παρουσίασαν σίγουρα καλύτερα αποτελέσματα από τους υπόλοιπους, παρά το γεγονός ότι ήταν οι μαθητές που αρχικά αντιμετώπιζαν τις μεγαλύτερες δυσκολίες.

Χρησιμοποιώντας το ίδιο λογισμικό σε μαθητές ηλικίας 12 έως 15 ετών, το Cabri II, οι Kordaki και Balomenou (2006), αναφορικά με τις έννοιες του εμβαδού και της περιμέτρου ισόπλευρου τριγώνου, διαπίστωσαν ότι οι μαθητές βοηθήθηκαν μέσω των εργαλείων που προσφέρει το Cabri II, στο να αναπτύξουν μια ευρύτερη ιδέα για το εμβαδό και την περίμετρο σε σχέση με αυτή που θα ανέπτυσσαν αν χρησιμοποιούσαν απλά μολύβι και χαρτί.

Σε παρόμοια συμπεράσματα καταλήγει και ο Βασάκος (2007), ο οποίος μελέτησε τη χρήση του λογισμικού Cabri σε παιδιά ηλικίας νηπιαγωγείου και δημοτικού στην περιοχή του Βόλου. Διαπίστωσε, ότι ο ενθουσιασμός των παιδιών για το εκπαιδευτικό λογισμικό Cabri και τις δυνατότητες που αυτό παρέχει, είναι πολύ μεγάλος. Ο προσιτός τρόπος, που το σχήμα μετασχηματίζεται καθώς και η ευκολία διόρθωσης των λαθών, είναι σημεία που κρατάει αμείωτο το ενδιαφέρον των παιδιών. Ακόμη και οι μαθητές με μικρή, ως ελάχιστη γνώση γεωμετρίας, εκμεταλλεύτηκαν τη δυνατότητα για επαναλαμβανόμενες δοκιμές και εικασίες και έμαθαν να μετρούν, να συγκρίνουν και να αλλάζουν σχήματα. Επίσης, η δραστηριότητα της κατασκευής και ιδιαίτερα ο χρωματισμός ανέβαζε τη διάθεση των παιδιών. Τα παιδιά ήταν ενθουσιασμένα από το γεγονός πως κάποια σχήματα κατάλληλα ενωμένα μπορούσαν να δημιουργήσουν ένα γνωστό σε αυτούς αντικείμενο. Ιδιαίτερα, κατά τη διαδικασία

του χρωματισμού, ανέπτυξαν τη φαντασία τους και εφιστούσαν όλη τους την προσοχή.

Τα γνωστικά αντικείμενα των μαθηματικών και της πληροφορικής μπορούν εύκολα και αποτελεσματικά να συνδυαστούν στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων μαθηματικής φύσεως με τη χρήση των λογιστικών φύλλων του Excel, διαπιστώνει η Παπαγεωργίου (2006), από την έρευνά της σε μαθητές της Β' Γυμνασίου, όπου σαν στόχο είχε να κατανοήσουν οι μαθητές κάποιες μαθηματικές έννοιες με τη χρήση ενός υπολογιστικού περιβάλλοντος.

Η χρήση των λογισμικών Sketchpad και MicroWorlds Pro στη διδασκαλία της ενότητας των ομοίων τριγώνων σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου είχε θετικά αποτελέσματα τόσο στην κατανόηση των αντίστοιχων μαθηματικών εννοιών όσο και στην τόνωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το μάθημα των Μαθηματικών, επισημαίνει η Τσιανάκα (2006). Το σημαντικότερο όμως, συμπέρασμα είναι ότι ακόμη και οι «αδύνατοι» μαθητές κράτησαν μια φιλική στάση προς το μάθημα που δεν συνηθίζεται στον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας των μαθηματικών στην τάξη.

Όσο αφορά καθαρά προγραμματιστικές έννοιες, ο Σαρημπαλίδης (2012), εξέτασε τη διδασκαλία του λογισμικού Scratch σε μαθητές της Α' Λυκείου και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος διδασκαλίας με τη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού, βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν βασικές προγραμματιστικές έννοιες, ενώ η άποψη των μαθητών τόσο για το Scratch όσο και για τη μέθοδο διδασκαλίας ήταν πολύ θετική. Οι μαθητές κατάφεραν να χρησιμοποιήσουν σωστά, στα projects που υλοποίησαν, αρκετές προγραμματιστικές έννοιες όπως πολυνηματικές διεργασίες, δομές επανάληψης και επιλογής, μεταβλητές κ.α.

Τα αποτελέσματα από τη χρήση του λογισμικού Scratch ήταν θετικά ακόμη και σε μαθητές πολύ μικρότερης ηλικίας και συγκεκριμένα σε μαθητές της Γ' τάξης του Δημοτικού σχολείου, σύμφωνα με τους Κοσμοπούλου, Φλώρου, Μπαγιάτη και Χούστη (2010). Παρότι αρχικά οι μαθητές δυσκολεύτηκαν στην κατανόηση προγραμματιστικών εννοιών και τεχνικών όρων, στη συνέχεια το περιβάλλον τους φάνηκε αρκετά ελκυστικό και τους δόθηκε η ευκαιρία για διερευνητική μάθηση αναπτύσσοντας παράλληλα την κριτική σκέψη.

Το λογισμικό Scratch χρησιμοποίησαν και οι Burke και Kafai (2012), στην έρευνά τους σε παιδιά Γυμνασίου, στην προσπάθειά τους να παρουσιάσουν βασικές

προγραμματιστικές έννοιες στα πλαίσια του μαθήματος της γλώσσας. Τα παιδιά κατάφεραν και δημιούργησαν τις δικές τους ψηφιακές ιστορίες με το Scratch και οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με τη μέθοδο αυτή μπόρεσαν οι μαθητές να εξασκήσουν τις συνθετικές ικανότητες που είχαν αποκτήσει με τα παραδοσιακά μαθήματα λογοτεχνίας αλλά και να γνωρίσουν τον προγραμματισμό σε μικρότερες ηλικίες.

Το λογισμικό MicroWorlds Pro, σύμφωνα με τη Γλέζου (2010) αποδεικνύεται ιδιαίτερα κατάλληλο, ως προγραμματιστικό πολυμεσικό περιβάλλον στο Δημοτικό σχολείο, τόσο για την εισαγωγή στις βασικές προγραμματιστικές έννοιες όσο και για την ανάπτυξη πολυμεσικών εφαρμογών και συνθετικών εργασιών. Οι μαθητές εξοικειώνονται με αξιοσημείωτη ευκολία και άνεση στο περιβάλλον και αναπτύσσουν γρήγορα τις απαιτούμενες δεξιότητες για το χειρισμό των εργαλείων, ενώ ανταποκρίνονται με ενθουσιασμό στη δημιουργία κινουμένων σχεδίων και πολυμεσικών εφαρμογών.

Επίσης, στα πλαίσια της ίδιας έρευνας, από τη χρήση της Logo στο μάθημα του προγραμματισμού της Γ' Γυμνασίου, προέκυψαν θετικά και ενθαρρυντικά αποτελέσματα ως προς την ενίσχυση του μαθησιακού αποτελέσματος, σχετικά με την οικοδόμηση της γνώσης σε έννοιες προγραμματισμού. Ακόμη, λειτούργησε ως όχημα για την κινητοποίηση και στήριξη των αδύνατων ή/και αδιάφορων μαθητών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

Το δημοτικό σχολείο είναι ο τομέας του εκπαιδευτικού συστήματος όπου το παιδί αποκτά τις πρώτες γνώσεις και δεξιότητες σε μια ποικιλομορφία περιοχών γνώσεων. Ταυτόχρονα, το παιδί αναπτύσσει βασικές και διαχρονικές συνήθειες, αντιλήψεις και νοοτροπίες σε ό,τι μαθαίνει, στην ίδια τη διδασκαλία και τη μάθηση ως μια διαδικασία ατομικής πνευματικής δραστηριότητας. Με αυτή την έννοια το δημοτικό σχολείο είναι ένα γόνιμο έδαφος για κάθε είδους καινοτομίες, επειδή γίνονται αυθόρμητα αντιληπτές από έναν πληθυσμό χωρίς φόβους και προκαταλήψεις. Είναι όμως και ένα επικίνδυνο έδαφος, από την άποψη ότι μπορούν πολύ εύκολα να διαμορφωθούν και να ενισχυθούν κακές συνήθειες και συμπεριφορές (Πιένα, 2010).

Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στο δημοτικό σχολείο παρέχει πολλές ευκαιρίες και η εφαρμογή τους μπορεί να εξυπηρετήσει την επίτευξη διαφόρων στόχων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητο αντικείμενο μελέτης ή να χρησιμοποιηθούν με συγκεκριμένο τρόπο (μέσα σε άλλα μαθήματα) εισάγοντας τη διαθεματικότητα στη διδασκαλία του προγράμματος σπουδών (Πιένα, 2010).

### 3.1 Η Ρομποτική στην Εκπαίδευση

Εκπαιδευτική ρομποτική ονομάζεται το υπολογιστικό περιβάλλον που αποτελείται από ένα ή περισσότερα ρομπότ (είτε αυτόνομα είτε συνοδευόμενα από υπολογιστή) το οποίο ενθαρρύνει τους μαθητές να σκεφτούν καλύτερα ένα πρόβλημα, να συνεργαστούν, βοηθά τους εκπαιδευόμενους να αποκτήσουν γνώσεις, κριτική σκέψη, εξοικείωση με τους υπολογιστές. Επιπλέον τα ρομπότ βγάζουν τον μαθητή από τα στενά όρια της οθόνης του υπολογιστή στον πραγματικό κόσμο.

Το Αναλυτικό Πρόγραμμα για τις ΤΠΕ προτείνει τη διδασκαλία του προγραμματισμού τόσο στην Ε' όσο και στην ΣΤ' τάξη του Δημοτικού, αναδεικνύοντας με τον τρόπο αυτό τη σημασία της Πληροφορικής και του προγραμματισμού στο σύγχρονο εκπαιδευτικό σύστημα. Η προσέγγιση αυτή συμφωνεί με τη θεώρηση του προγραμματισμού ως βασική συνιστώσα για την ανάπτυξη πληροφοριακού γραμματισμού και την εξίσωση της σημαντικότητάς του με αυτή της γραφής, της ανάγνωσης και των μαθηματικών, ως θεμελιώδεις λίθους για τη γνωστική ανάπτυξη του ατόμου (Kelleher, 2012).



Στόχος είναι οι μαθητές να αποκτήσουν αναλυτική και συνθετική σκέψη, να εξοικειωθούν με τεχνικές διόρθωσης σφαλμάτων (debugging) και βελτιστοποίησης προγραμμάτων ώστε να δημιουργούν οι ίδιοι σύνθετα έργα, βασιζόμενοι σε σύνθεση απλούστερων μερών σε ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού. Τα περιβάλλοντα οπτικού προγραμματισμού που προτείνονται είναι τα εξής: EasyLogo, Scratch, BYOB, Kodu, MicroWorlds Pro, Game Maker, K-Turtle, Turtle Art, openStarlogo και Εκπαιδευτική Ρομποτική.

Γενικά, οι εργασίες που αφορούν τη διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών και δομών σε μαθητές του δημοτικού επικεντρώνονται, πέρα από τα εισαγωγικά θέματα, περισσότερο στις βασικές δομές προγραμματισμού, όπως είναι η δομή ακολουθίας, η δομή επιλογής και επανάληψης και η έννοια της μεταβλητής (Ατματζίδου, Μαρκέλης, & Δημητριάδης, 2008; Τσοβόλας & Κόμης, 2006; Κολοκοτρώνης & Μπαράς, 2014).

Σύμφωνα με τη Γνωστική Ψυχολογία, οι αρχάριοι προγραμματιστές δεν έχουν αναπτύξει υποδείγματα προγραμματισμού (νοητικά σχήματα) τα οποία μπορούν να εφαρμόσουν σε καινούρια προβλήματα. Η απαίτηση για συνθετική και αναλυτική σκέψη (ανάλυση ενός προβλήματος σε επιμέρους υποπροβλήματα και σύνθεσή τους), προσδίδει στον προγραμματισμό μια θεμελιώδη απαίτηση για βηματική προσέγγιση. Η έλλειψη επαρκών αναπαραστάσεων για τη ροή των δεδομένων, το ρόλο και τη λειτουργία των βασικών μονάδων του υπολογιστή καθορίζει το μοντέλο της μηχανής που οικοδομούν οι μαθητές (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2004). Έτσι οι μαθητές αντιμετωπίζουν τον υπολογιστή αποκλειστικά και μόνο χρηστικά.

Η εκμάθηση προγραμματισμού στον υπολογιστή από μαθητές νεαρής ηλικίας έχει από παλιά αναγνωρισθεί ως μια δραστηριότητα που προσφέρει πολλαπλά οφέλη στην ανάπτυξη του ατόμου στο γνωστικό τομέα. Η χρήση δομημένου τρόπου σκέψης, βοηθά στην επίλυση προβλημάτων διαφορετικού επιπέδου δυσκολίας, αλλά επιπλέον δίνει και τη δυνατότητα στο άτομο να εντοπίσει τις αδυναμίες του και να τις βελτιώσει, επαυξάνοντας έτσι το γνωστικό του υπόβαθρο (Resnick, et al, 2009).

Ειδικότερα για τη διδακτική της έννοιας της διαδικασίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση οι μελέτες και οι έρευνες είναι ελάχιστες. Μόνο οι Τσαγγοπούλου & Φαχαντίδης (2012), στην προσπάθειά τους να εξετάσουν θέματα που αφορούν τη στοχοθεσία του μαθήματος Πληροφορικής και, πιο συγκεκριμένα, της ενότητας

Προγραμματίζω και Ελέγχω, ερευνούν το βαθμό στον οποίο κατακτούνται οι στόχοι, τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και το βαθμό στον οποίο προετοιμάζονται για το μάθημα του προγραμματισμού του Γυμνασίου, σε ένα πλαίσιο σπειροειδούς μάθησης. Στα ευρήματά τους συγκαταλέγεται το συμπέρασμα, ότι η σύνταξη μιας απλής, μη παραμετρικής διαδικασίας στο προγραμματιστικό περιβάλλον MicroWorlds Pro δε φαίνεται να είναι δύσκολη για το μεγαλύτερο ποσοστό του δείγματος μαθητών, ενώ παρανοήσεις δημιουργούνται στους μαθητές κατά την κλήση τόσο των παραμετρικών όσο και των μη - παραμετρικών διαδικασιών.

Η ρομποτική αποτελεί μια σχετικά καινούρια επιστήμη με αντικείμενο τη σύλληψη, το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία ρομπότ. Το ευρύ πεδίο έρευνας περιλαμβάνει στοιχεία ανάπτυξης λογισμικού, τεχνητής νοημοσύνης, προηγμένης μηχανολογίας, μελέτης της ανθρώπινης συμπεριφοράς κ.α.

Τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική χρήση της ρομποτικής έχει αυξηθεί και γίνονται πολλές προσπάθειες παγκοσμίως για να ενταχθεί σε όλες της βαθμίδες της εκπαίδευσης, από την προσχολική ηλικία μέχρι και το λύκειο, ιδιαίτερα σε αντικείμενα επιστήμης και τεχνολογίας. Σήμερα, η ρομποτική θεωρείται ως ένα ευέλικτο μέσο για μάθηση, προσφέροντας ευκαιρίες για σχεδιασμό και κατασκευή σε σύντομο χρονικό διάστημα και με μικρό κόστος (Alimisis, 2009).

Η εκπαιδευτική ρομποτική γνωρίζει σημαντική εξέλιξη κυρίως μέσα από το παιδαγωγικό ρεύμα της γλώσσας προγραμματισμού Logo. Ως παιδαγωγική προσέγγιση εγγράφεται στο πλαίσιο του κλασικού εποικοδομισμού και ειδικότερα του κατασκευαστικού εποικοδομισμού, όπως αναπτύχθηκε από τον Papert (Papert, 1991; Resnick, 1994). Βασικοί στόχοι της προσέγγισης αυτής είναι:

- a. η επίλυση προβλημάτων μέσω χειρισμού και κατασκευών πραγματικών και ιδεατών αντικειμένων,
- b. ο φορμαλισμός της σκέψης (με τη χρήση εντολών στο πλαίσιο μιας γλώσσας προγραμματισμού για το χειρισμό αυτομάτων),
- c. η κοινωνικοποίηση (ανθρώπινη συνεργασία, αλληλεπίδραση και προώθηση της σκέψης μέσω γνωστικών και κοινωνικογνωστικών συγκρούσεων) και

- d. η πρόσκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων που συνδέονται με πολλά γνωστικά αντικείμενα και συνεπώς η προώθηση της διεπιστημονικής και της διαθεματικής προσέγγισης (Kafai & Resnick, 1996).

Στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής διακρίνονται τρεις τουλάχιστον επιμέρους παιδαγωγικές προσεγγίσεις. Μια πρώτη προσέγγιση συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη και την περιγραφή τεχνικών καταστάσεων με τη βοήθεια γλωσσών εντολών, όπως οι τυπικές γλώσσες προγραμματισμού, και αντιστοιχεί στην προβληματική της Τεχνολογίας Ελέγχου. Μια δεύτερη παιδαγωγική προσέγγιση έρχεται απευθείας από την παιδαγωγική παράδοση της γλώσσας Logo, με τη δημιουργία ποικίλων μικρόκοσμων, που απαιτούν ύπαρξη αυτομάτων με πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα την προγραμματιζόμενη «χελώνα» εδάφους, οι οποίοι χρησιμοποιούνται μέσα σε διάφορες παιδαγωγικές καταστάσεις με σημασία και νόημα για τους μαθητές. Μια τρίτη προσέγγιση αφορά στη χρήση της παιδαγωγικής ρομποτικής ως ενός εναλλακτικού τρόπου εκμάθησης του προγραμματισμού κάτω από το πρίσμα της ανάπτυξης της οργάνωσης της σκέψης μέσω πρόβλεψης για τη μετακίνηση αντικειμένων μέσα στο χώρο (Κόμης, 2004). Σε κάθε περίπτωση, η ενασχόληση με τη ρομποτική ενέχει δύο ειδών δραστηριότητες, μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική.

Ο προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών έχει μια ιδιαιτερότητα σε σχέση με τον προγραμματισμό σε άλλες συνθήκες ή καταστάσεις γιατί ταυτίζεται με την απόδοση συμπεριφοράς σε μια τεχνητή κατασκευή. Η τεχνητή κατασκευή δημιουργείται από τους μαθητές αξιοποιώντας ένα σύνολο δομικών υλικών. Μπορεί να διαθέτει αισθητήρες για να συλλαμβάνει συμβάντα ή καταστάσεις του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, απόσταση από εμπόδιο, ένταση φωτός, επαφή με άλλα αντικείμενα, κ.τ.λ.). Μπορεί επίσης να διαθέτει μηχανισμό κίνησης (μοτέρ) που θέτει σε κίνηση ολόκληρη την κατασκευή ή ένα τμήμα της. Μια τυπική συμπεριφορά της ρομποτικής κατασκευής είναι η αντίδραση σε ένα πιθανό ερέθισμα. Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό ξεκάθαρα ανθρωπομορφικό γι' αυτό και το ενδιαφέρον έχει στραφεί στη μελέτη συμπεριφορών ζώντων οργανισμών ή βιολογικών συστημάτων με τη βοήθεια των ρομποτικών κατασκευών.

Αυτή η ιδιαιτερότητα στον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών δημιουργεί ένα εντελώς νέο περιβάλλον εργασίας για τους μαθητές με τα εξής χαρακτηριστικά:

- a. Είναι έντονα παρακινητικό και συνεπώς παράγοντας υψίστης σημασίας για τη διδακτική.
- b. Έχει άμεση σύνδεση με κοινωνικές πρακτικές αναφοράς (Κόμης, 2005) δεδομένου ότι η κατασκευή διαφόρων αντικειμένων συνιστά πλέον διαδεδομένη κοινωνική πρακτική ακόμα και στον κόσμο των παιδιών. Οι συμπεριφορές προκύπτουν από μεταφορά υπάρχόντων και ήδη γνωστών συμπεριφορών από τους ζώντες οργανισμούς.
- c. Ευνοεί τη στρατηγική δοκιμής – πλάνης, που είναι στρατηγική οικεία στους μαθητές του δημοτικού.
- d. Αναδεικνύει παραδεκτές προσεγγίσεις και λύσεις και όχι μία και μοναδική σωστή λύση αφού μια συμπεριφορά μπορεί να αποδοθεί με πολλούς τρόπους.
- e. Υποστηρίζει μεταγνωστικές διεργασίες μάθησης, δεδομένου ότι η προγραμματιστική δραστηριότητα οδηγεί στη συγκρότηση, την ανάλυση και την εξωτερίκευση νοητικών διεργασιών. Αυτή η προσπάθεια έχει μεταγνωστικό χαρακτήρα αφού μας αναγκάζει να σκεφτούμε πάνω στον τρόπο που σκεφτόμαστε και ενεργούμε.

Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση έχει σκοπό να καταστήσει τους μαθητές ικανούς να ελέγξουν τη συμπεριφορά ενός απτού μοντέλου σε εικονικό περιβάλλον (Alimisis, 2012). Βέβαια, το ρομπότ είναι απλά ένα ακόμη εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών και η αποτελεσματικότητά από τη χρήση του, εξαρτάται από την εκπαιδευτική θεωρία που επιδιώκεται να διδαχθεί. Ένα μεγάλο φάσμα πειραμάτων που καλύπτει πολλά γνωστικά αντικείμενα μπορεί να εκτελεστεί με την βοήθεια των ρομποτικών κατασκευών ενώ παράλληλα τα παιδιά μπορούν να μνηθούν στον κόσμο του προγραμματισμού.

Η ρομποτική έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης για τη διδασκαλία διαφόρων εννοιών, κυρίως, από τις Φυσικές Επιστήμες και άλλα γνωστικά αντικείμενα.

- Φυσική (μελέτη της κίνησης, μελέτη της επίδρασης της τριβής, μελέτη της σχέσης των δυνάμεων, μεταφορά ενέργειας κ.α.).
- Μαθηματικά και Γεωμετρία (αναλογίες, μέτρηση αποστάσεων, κατανόηση βασικών γεωμετρικών ιδιοτήτων, όπως η περίμετρος κ.α.).
- Μηχανική (κατασκευή, έλεγχος και αξιολόγηση μηχανικών λύσεων κ.α.).
- Τεχνολογία (τεχνολογικός αλφαριθμητισμός κ.α.).

- Ιστορία (π.χ. με την κατασκευή ενός ρομπότ καταπέλτη - του Αρχιμήδη - τα παιδιά έχουν την ευκαιρία να γνωρίσουν την ανάπτυξη της τεχνολογίας εκείνης της εποχής καθώς και το έργο και την προσωπικότητα του Αρχιμήδη κ.α.).
- Ο συνδυασμός εννοιών από διαφορετικές, γνωστικές περιοχές (τεχνολογία, τέχνη, περιβάλλον, κοινωνία, μαθηματικά, φυσικές επιστήμες) με διαθεματικά project (συνθετικές εργασίες).

### 3.1.1 Εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε Σχολεία

Τα τελευταία χρόνια συναντά κανείς πολλές εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Στην ενότητα αυτή, αναφερόμαστε κυρίως στην προσπάθεια διδασκαλίας μαθηματικών και εννοιών πληροφορικής με τη χρήση ρομποτικής.

Οι Atmatzidou, Markelis και Demetriadis (2008) χρησιμοποίησαν το ρομπότ Lego Mindstorm για να εισάγουν μαθητές της Ε' και Στ' Δημοτικού αλλά και μαθητές της Γ' Τεχνικού Λυκείου στις βασικές έννοιες του προγραμματισμού. Συγκεκριμένα, στην έρευνα συμμετείχαν σε κάθε περίπτωση δύο ομάδες μαθητών, που η καθεμία είχε τον αρχηγό της. Και οι δύο ομάδες συμμετείχαν σε κάποιες δοκιμαστικές δραστηριότητες, προκειμένου να συμμετέχουν σε μια τελική δραστηριότητα - πρόκληση με σκοπό τη νίκη και χωρίς τη βοήθεια του αρχηγού - εκπαιδευτικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές κατανόησαν καλύτερα έννοιες όπως η επαναληπτική δομή σε σχέση με την κλασσική μέθοδο διδασκαλίας με κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Επίσης, ο διαγωνισμός της τελικής φάσης τους έδωσε κίνητρο δημιουργίας και συνεργασίας και η διαδικασία τους φάνηκε ιδιαίτερα ευχάριστη.

Το ρομπότ Lego Mindstorm χρησιμοποιήθηκε και στην έρευνα της Mauch (2001) προκειμένου να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Το δείγμα αποτέλεσαν 40 μαθητές Γυμνασίου με μέτριους βαθμούς, οι οποίοι χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων και το κάθε μέλος ανέλαβε συγκεκριμένη δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ρομπότ αποδείχθηκε εξαιρετικό διδακτικό εργαλείο, διότι οι μαθητές κλήθηκαν και

κατάφεραν να σχεδιάσουν, να αναπτύξουν και να ελέγξουν το δικό τους ρομπότ, διορθώνοντας συνεχώς τα λάθη τους.

Οι Καγκάνη, Δαγδιλέλης, Σατρατζέμη και Ευαγγελίδης (2006) χρησιμοποίησαν επίσης το ρομπότ Lego Mindstorm για τη διδασκαλία βασικών εννοιών προγραμματισμού στην Α' Λυκείου. Συγκεκριμένα, η έρευνα διεξήχθη κατά το σχολικό έτος 2003-2004 σε δύο τμήματα των 14 ατόμων στην Α' Λυκείου. Το φυσικό μοντέλο LEGO (το αυτοκίνητο) δόθηκε έτοιμο στους μαθητές ώστε να προχωρήσουν κατευθείαν στον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Η διδασκαλία με το ρομπότ έδειξε ότι η χρήση των φυσικών μοντέλων που απαιτεί χειρισμό από τα ίδια τα παιδιά δίνει περισσότερα κίνητρα και προκαλεί το ενδιαφέρον για μάθηση. Η άμεση εμπειρία, ο πειραματισμός και η ενεργός συμμετοχή ευνοούν την ανάπτυξη προβληματισμού και την καλλιέργεια χαρακτηριστικών όπως η κριτική συμπεριφορά, η διορατικότητα, η πρωτοτυπία, η δημιουργική σκέψη και η επιμονή.

Στα πλαίσια της έρευνας του Τσοβόλα (2008), σχετικά με τη σχεδίαση και την υλοποίηση παιδαγωγικών δραστηριοτήτων ρομποτικής με μαθητές δημοτικού, ως περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Lego Robolab. Πρόκειται για μια μελέτη περίπτωσης που αναλύει τη σχεδίαση και την υλοποίηση παιδαγωγικών δραστηριοτήτων ρομποτικής με μαθητές δημοτικού. Οι 18 μαθητές της Ε' και ΣΤ' τάξης που έλαβαν μέρος στην έρευνα χωρίστηκαν σε ομάδες των τεσσάρων ή πέντε ατόμων. Συμπερασματικά, οι μαθητές πολύ γρήγορα δημιούργησαν «κώδικα που δουλεύει» δηλαδή δεν χρειάστηκε να πάρουν πολλές πληροφορίες για το περιβάλλον ώστε να δημιουργήσουν απλά προγράμματα. Η βασική προγραμματιστική δομή που κατέκτησαν ήταν η ακολουθία, ενώ δυσκολεύτηκαν με τη δομή επανάληψης. Χρησιμοποιώντας την ακολουθία μπόρεσαν να υλοποιήσουν διαδρομές κίνησης στο επίπεδο και να προβλέψουν την τελική θέση του ρομπότ που είχαν κατασκευάσει.

Ρομπότ Lego Mindstorm χρησιμοποιήθηκε και στην έρευνα των Στούμπου, Δέτσικα και Αλιμήση (2013) σε μια εκπαιδευτική δραστηριότητα, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Πληροφορικής με 21 μαθητές της Γ' Γυμνασίου του 18<sup>ου</sup> Γυμνασίου Πατρών σε περιβάλλον σχολικού εργαστηρίου. Οι παρατηρήσεις από τη δράση των μαθητών στην τάξη, έδειξαν ότι μια δραστηριότητα ρομποτικής είναι ελκυστική για τους μαθητές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχημένα ώστε να

κατανοηθούν δύσκολες και αφηρημένες προγραμματιστικές έννοιες. Η βασισμένη στο παιχνίδι μορφή της δραστηριότητας, προέτρεψε τους μαθητές να είναι περισσότερο δημιουργικοί, αντιμετωπίζοντας τον προγραμματισμό ως μια ψυχαγωγική και ευχάριστη ενασχόληση, ενισχύοντας σημαντικά τη διάθεσή τους για κατασκευή προγραμμάτων.

Η έρευνα των Νίκα, Ατματζίδου και Δημητριάδη (2013), είχε στόχο να διερευνήσει αν η καθοδήγηση, με βάση το μοντέλο Polya και τα κατάλληλα ερωτήματα, κατά την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων στα πλαίσια δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής, μπορεί να βελτιώσει τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών και τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων. Συμμετείχαν 30 μαθητές της έκτης τάξης ενός Δημοτικού σχολείου του Κιλκίς και χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον του NXT Software. Οι μαθητές δούλεψαν συνεργατικά σε ομάδες των 3 ή των 4 μελών. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι η συστηματική παρέμβαση κατά την επίλυση προβλημάτων έχει θετικά αποτελέσματα στις μεταγνωστικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων σε μαθητές Δημοτικού.

Οι Detsikas και Alimisis (2011) χρησιμοποίησαν το ρομπότ Lego Mindstorms στη διδασκαλία δομών επιλογής και επανάληψης, σε μαθητές Γυμνασίου στο μάθημα της Πληροφορικής. Η δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στο σχολικό εργαστήριο Πληροφορικής. Τα ρομπότ είχαν την απλή κατασκευή αυτοκινήτου με τέσσερις ρόδες. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού μέσα στην τάξη διέφερε σημαντικά από τον παραδοσιακό εκπαιδευτικό ρόλο, διότι στη δραστηριότητα αυτή ο εκπαιδευτικός ενθάρρυνε το μαθητή να προχωρήσει αλλά δεν έκανε τη δουλειά γι' αυτόν. Οι μαθητές από την άλλη πλευρά, συνεργάστηκαν επιτυχώς μεταξύ τους, σχεδίασαν, διόρθωσαν τα λάθη τους, ενθουσιάστηκαν και φάνηκε να αντιλαμβάνονται καλύτερα αφηρημένες έννοιες προγραμματισμού.

### **3.1.2 Πλεονεκτήματα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής**

Η εμπειρία και οι σχετικές γνώσεις έχουν δημιουργήσει θετικό κλίμα εφαρμογής της Ρομποτικής στο χώρο της εκπαίδευσης, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ποιότητας της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης σε όλους τους τύπους των σχολείων (Ετεοκλέους-Γρηγορίου & Ψωμάς, 2012). Ενώ διάφορες έρευνες εισηγούνται ότι η χρήση της ρομποτικής για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι μια

αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας, χρειάζεται περισσότερη έρευνα στην κατεύθυνση για την εφαρμογή των κατάλληλων πρακτικών και στρατηγικών με σκοπό το σχεδιασμό τέτοιων μαθησιακών περιβαλλόντων (Williams, Ma & Prejean, 2010). Ερευνητές, όπως ο Papert (1993), υποστηρίζουν ότι εάν οι ασκήσεις ρομποτικής χρησιμοποιηθούν κατάλληλα έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν και να ενισχύσουν σημαντικά τη διδασκαλία.

Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο αυξάνοντας το ενδιαφέρον των μαθητών για τον προγραμματισμό (Καρατράντου, Τάχος & Αλιμήσης, 2005). Η χρήση των ρομπότ για την εισαγωγή σε θέματα προγραμματισμού εκτιμάται ότι μπορεί να είναι θετική, αφού μπορεί να βοηθήσει μεταξύ άλλων στην κατανόηση μιας ακριβούς και λογικής γλώσσας εντολών (Κόμης, 2004).

Επιπλέον η ρομποτική ως εκπαιδευτικό εργαλείο μπορεί να βοηθήσει καθοριστικά στην ανάπτυξη διαθεματικών συνθετικών εργασιών (Φράγκου & Γρηγοριάδου, 2009). Είναι πρωτίστως κατάλληλη για την διδασκαλία φυσικών επιστημών, μαθηματικών, τεχνολογίας και πληροφορικής, αλλά μπορεί να έχει συνδέσεις και με άλλα πεδία όπως λογοτεχνία, θέατρο, τέχνες (Νικολός & Κόμης, 2010).

Η εκπαιδευτική ρομποτική με τις δυνατότητες που παρέχει για την ανάπτυξη ή προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων, την εμπλοκή πολλών πεδίων επιστημών και την συνεργατική μάθηση είναι σύμφωνη με τις αρχές της Διερευνητικής μάθησης και της Διαθεματικής προσέγγισης της γνώσης (Alimisis, 2009; Sotiriou, et al., 2012; Κολοκοτρώνης & Μπαράς, 2014). Επιπλέον, ενθαρρύνει τους μαθητές να ενταχθούν στη διαδικασία μάθησης, ενώ πρόκειται για μία καθαρά μαθητοκεντρική προσέγγιση. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού και προγραμματισμού των ρομπότ, οι μαθητές προσλαμβάνουν βασικές γνώσεις πάνω στη μηχανική, τα μαθηματικά, και τις τεχνολογίες υπολογιστών (Druin & Hendler, 2000; Arlegui, Menegatti, Moro & Pina, 2008). Επιπροσθέτως, εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής με μαθητές και εκπαιδευτικούς, έδειξαν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του τεχνολογικού εγγραμματισμού και της επίλυσης προβλημάτων (Τσοβόλας & Κόμης, 2010).

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται ως ένα μέσο διδασκαλίας μεθόδων επίλυσης προβλημάτων, αποτελώντας μία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ενασχόληση παρέχοντας παράλληλα, μία απλή και διδακτική διεπαφή. Οι μαθητές τα αντιμετωπίζουν περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης καθώς η



πλειονηφία τους έχει ασχοληθεί με αυτά. Η πτυχή του παιχνιδιού, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου (Κόμης, 2005).

Η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες συνεργασίας, την αυτοπεποίθηση, τη δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και τις δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή (Palumbo & Palumbo, 1993). Πρόκειται για μια εναλλακτική προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού, η οποία στηρίζεται στη χρήση φυσικών μηχανικών μοντέλων, με τα οποία οι μαθητές προσανατολίζονται ως πρώτο βήμα στην κατασκευή ενός ρομποτικού μηχανισμού και μετά από κατάλληλο σχεδιασμό και αρκετούς πειραματισμούς, οδηγούνται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

Επιπλέον, επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και πραγματικού αντικειμένου, παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, εμφάνιση πειραματισμού και ενεργής συμμετοχής από τους μαθητές, αλλά και ανάπτυξη της κριτικής και δημιουργικής σκέψης και καλλιέργεια της διορατικότητας και της πρωτοτυπίας (Καγκάνη, Δαγδιέλης, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδης, 2006).

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στα πλαίσια της προσέγγισης αυτής είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική καθώς επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και σχεδίασης αλγορίθμων και όχι στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού (Ξυνόγαλος, Σατρατζέμη & Δαγδιέλης, 2000).

Παρ' όλα αυτά, ο προγραμματισμός αφορά μια δεξιότητα με ιδιαίτερο πεδίο εφαρμογής, με την οποία καμιά άλλη δεξιότητα πριν από την έλευση της πληροφορικής δεν μπορεί να συγκριθεί. Η δεξιότητα αυτή έχει σαφή παιδαγωγική διάσταση κυρίως όσον αφορά τις διαδικασίες ανάλυσης προβλημάτων ή καταστάσεων, που προηγούνται της συγγραφής του προγράμματος και σε μεγάλο βαθμό είναι μια στρατηγική που ευνοεί την ανάπτυξη λογικής σκέψης. Στο πλαίσιο αυτό, η μάθηση του σχεδιασμού δράσεων και στη συνέχεια η υλοποίησή τους (μέσω μιας μηχανής) συνιστά μια νοητική δεξιότητα υψηλού επιπέδου που εντάσσεται στη λογική της επίλυσης προβλημάτων (Κόμης, 2001).

Κίνητρο για ενασχόληση με την ρομποτική δίνουν και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια που έχουν τη δυνατότητα να «επαναπρογραμματίζουν» τη σκέψη των μαθητών με αυτά (Prensky, 2001 στο Maragos & Grigoriadou, 2005) καθώς οι ίδιοι αναπτύσσουν νέες γνωστικές λειτουργίες και ικανότητες όπως ανάπτυξη αντανάκλαστικών, παράλληλη

επεξεργασία, πληροφορία μέσω γραφικών, παιχνίδι, φιλική αντιμετώπιση της τεχνολογίας κ.α. Οι χρήστες βρίσκουν το παιχνίδι σαν μια φυσική δραστηριότητα που τους οδηγεί στη θεώρηση του υπολογιστή ως ένα εργαλείο για παιχνίδια, περιμένουν την αναγνώριση των προσπαθειών τους μέσα από το παιχνίδι, κάτι που δίνεται ως ανατροφοδότηση και τους παρακινεί να συνεχίσουν σε ακόμα πιο δύσκολες διαδικασίες. Μέσω αυτής της διαδικασίας, αναπτύσσεται το μοντέλο «κάνω για να μάθω» σε αντίθεση με το μοντέλο «μαθαίνω για να κάνω» (Μαραγκός & Γρηγοριάδου, 2004).

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα υποσύνολο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, όπου χρησιμοποιείται για να διευκολύνει τη μάθηση και να βελτιώσει τις εκπαιδευτικές επιδόσεις των μαθητών. Είναι μια διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα δραστηριότητα καθώς εκτός από το γνωστικό τομέα, τον βοηθάει να αναπτύξει το συναισθηματικό (αυτοεκτίμηση, αυτοπεποίθηση) και το κοινωνικό (κοινωνικοποίηση, απομυθοποίηση) τομέα (Μικροπούλος & Βελλού, 2006).

Στον πυρήνα της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η κατασκευή. Η κατασκευή αφορά τόσο την κατασκευή του μηχανικού ρομπότ όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Η κατασκευή είναι στην προκειμένη περίπτωση το όχημα μέσα από το οποίο συντελείται η μάθηση. Η ιδέα «Μαθαίνω κατασκευάζοντας» είναι στην καρδιά της φιλοσοφίας του κατασκευαστικού εποικοδομισμού (constructionism), που ενέπνευσε αρχικά την κατασκευή των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση, αποσκοπεί στη διαμόρφωση ενός πλαισίου αξιοποίησης των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, ικανού να προκαλέσει ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και μαθαίνουν οι μαθητές (Ackermann, 2001).

Παράλληλα με τη διάσταση «Μαθαίνω κατασκευάζοντας», υπάρχει και η διάσταση «Μαθαίνω για την κατασκευή», τόσο τη μηχανολογική κατασκευή όσο και τον προγραμματισμό της συμπεριφοράς της. Η αξία των μηχανολογικών κατασκευών στο σχολικό περιβάλλον είναι σχετικά υποτιμημένη, ακολουθώντας μια παράδοση που θέλει τις πρακτικές εφαρμογές να έχουν μικρότερη κοινωνική αποδοχή από τις αντίστοιχες θεωρητικές έννοιες. Όμως, η τεχνολογική εξέλιξη έφερε στην επιφάνεια την άρρηκτη σύνδεση ανάμεσα στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία. Η Τεχνολογία αποτέλεσε και αποτελεί το ερέθισμα που οδηγεί την επιστημονική έρευνα. Οι μηχανολογικές κατασκευές μπορούν να εισαγάγουν στο Αναλυτικό

Πρόγραμμα ενδιαφέρουσες ιδέες, όπως αυτές των φυσικών περιορισμών που θέτει η πραγματική συμπεριφορά ενός ρομπότ, της διαρκούς βελτίωσης μιας κατασκευής, της συνθετότητας και διαθεματικότητας των πραγματικών προβλημάτων (Turbak & Berg, 2002).

Οι μαθητές αναπτύσσουν δυναμικές ικανότητες οι οποίες σχετίζονται άμεσα με το κίνητρο. Οι ικανότητες αυτές ανταποκρίνονται στην πρωτοβουλία, τη θέληση, την ευχαρίστηση και το κίνητρο του εκπαιδευόμενου. Αναπτύσσουν στρατηγικές ικανότητες που έχουν άμεση σχέση με τη γνώση των δυνατοτήτων τους. Στόχος αυτών των ικανοτήτων είναι η κοινωνικοποίηση και η επίλυση προβλημάτων. Καλλιεργούν τις αποπολλαπλασιαστικές (demultiplicative) ικανότητές τους, που τους επιτρέπουν να βρουν πληροφορίες από μόνοι τους και να αναπτύξουν συγκεκριμένες ικανότητες (όπως διάβασμα, ακοή, επικοινωνία). Τέλος, συγκεκριμένες ικανότητες που αφορούν συγκεκριμένα περιεχόμενα (ιστορία, φυσική, γεωγραφία, κ.τ.λ.), στοχεύουν στο να αναπτύξουν οι μαθητές ικανότητες πάνω στον προγραμματισμό και την τεχνολογία (Denis & Hubert, 2001).

Συμπερασματικά, η εκπαιδευτική ρομποτική αλλάζει ριζικά τον παραδοσιακό χαρακτήρα της διδασκαλίας εμπλέκοντας ενεργά τους ίδιους τους μαθητές στη μάθησή τους, με την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων συνεργαζόμενους και με άλλα παιδιά (Denis & Hubert, 2001). Παρέχει στους μαθητές ευκαιρίες επίλυσης προβλημάτων με προσωπικό νόημα για τους ίδιους, μέσω χειρισμού και κατασκευής πραγματικών ή ιδεατών αντικειμένων.

### **3.1.3 Μειονεκτήματα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής**

Παράλληλα με τα παραπάνω πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν για την εκπαιδευτική ρομποτική, εντοπίζονται και ορισμένα μειονεκτήματα. Η χρήση φυσικών μοντέλων κατά τη διδασκαλία των αρχών του προγραμματισμού μπορεί να δημιουργήσει διδακτικά προβλήματα, τα σημαντικότερα από τα οποία οφείλονται σε φυσικούς και τεχνικούς περιορισμούς του υλικού (περιορισμούς που μπορεί να δημιουργήσει η τριβή στην κίνηση ενός αντικειμένου κ.α.), χρονικούς περιορισμούς (χρόνος εκμάθησης του συστήματος) και περιορισμούς κόστους επένδυσης (μεγάλη οικονομική επιβάρυνση για την απόκτηση και συντήρηση – επικαιροποίηση απαιτούμενου αριθμού συστημάτων).

Ο εξοπλισμός των εκπαιδευτικών μονάδων με τα ρομπότ, συνεπάγεται αρκετά υψηλό κόστος. Απαιτείται η αγορά ενός επαρκή αριθμού εκπαιδευτικών σετ ρομπότ καθώς και κατάλληλες υποδομές για την υποστήριξη εργαστηρίου ρομποτικής με πάγκους εργασίας, Η/Υ, σύνδεση στο Internet και αρκετό ελεύθερο χώρο.

Οι κινήσεις ενός ρομποτικού μοντέλου δεν είναι πάντα ακριβείς. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργεί το ρομπότ (π.χ. ένα ρομπότ που παρεκκλίνει από την προγραμματισμένη πορεία του εξαιτίας κάποιου εμποδίου, λόγω τριβής κ.α.). Υπάρχουν, δηλαδή, φυσικοί περιορισμοί όσον αφορά το υλικό στο σχολικό περιβάλλον.

Επίσης, απαραίτητη κρίνεται η ύπαρξη ενός φυσικού προσώπου κατάλληλου και υπεύθυνου για την τακτοποίηση και συντήρηση του υλικού εξοπλισμού. Λόγω του ύφους των εργασιακών συμβάσεων των εκπαιδευτικών (ωρομίσθιοι, αναπληρωτές, κ.τ.λ.) στη Ελλάδα, ίσως η σημασία που δίνουν στα σχολικά εργαστήρια είναι ελλιπής (π.χ. η επαναφορτιζόμενη μπαταρία θα πρέπει να φορτίζεται συχνά κ.λπ.). Τα περισσότερα σχολεία και οι εκπαιδευτικοί όχι μόνο δεν διαθέτουν την εμπειρία και τους πόρους, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι υποχρεωμένοι να λειτουργούν σύμφωνα με ένα πρόγραμμα σπουδών που δεν ευνοεί την εκπαιδευτική καινοτομία.

Οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής απαιτούν περισσότερο διδακτικό χρόνο από αυτόν που συνήθως προβλέπουν τα σχολικά ωρολόγια προγράμματα. Η διδασκαλία με τη χρήση ρομπότ είναι χρονοβόρα τόσο για τη διεξαγωγή της διδασκαλίας, όσο και για την οργάνωσή της. Ο εκπαιδευτικός σε πρώτη φάση οφείλει να αφιερώσει κάποιες ώρες διδασκαλίας για την εξοικείωση των παιδιών με το υλικό και το λογισμικό. Επίσης, θα πρέπει να οργανώσει κατάλληλα τη διδασκαλία του με φύλλα εργασίας και άλλο κατάλληλο υποστηρικτικό υλικό καθώς και να προετοιμάσει κατάλληλα το χώρο του εργαστηρίου. Το μεγάλο πλήθος συγκεκριμένων μικρών εξαρτημάτων, αυξάνει το χρόνο οργάνωσης και διατήρησης της διδασκαλίας.

Τέλος, ο μαθητής πρέπει να έχει στη διάθεσή του το χρόνο που χρειάζεται (διαφορετικός χρόνος για κάθε μαθητή) για να δουλέψει σύμφωνα με τους δικούς του ρυθμούς μάθησης, προκειμένου να επιτευχθεί η μάθησή του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

Τα Lego (Λέγκο, ονομασία που προέρχεται από τις δανέζικες λέξεις «leg godt» που σημαίνουν «παίζω καλά»), είναι μια δημοφιλής σειρά παιχνιδιών κατασκευής που παράγει ο Όμιλος Lego, μια ιδιωτική εταιρεία με έδρα το Μπίλουντ της Δανίας. Η ναυαρχίδα των προϊόντων της εταιρείας Lego, αποτελείται από πολύχρωμα συναρμολογήσιμα πλαστικά τούβλα και μια σειρά από συνοδευτικά εργαλεία, μικρές φιγούρες και διάφορα άλλα εξαρτήματα. Τα τούβλα Lego μπορούν να συναρμολογηθούν και να συνδεθούν με πολλούς τρόπους, για την κατασκευή αντικειμένων, όπως οχήματα, κτήρια, ακόμα και λειτουργικά ρομπότ. Οτιδήποτε κατασκευαστεί μπορεί στη συνέχεια να αποσυναρμολογηθεί και πάλι, και τα κομμάτια να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργηθούν άλλα αντικείμενα.

Τα πρώτα Lego κατασκευάστηκαν το 1932 και στην αρχή ήταν απλά ξύλινα τουβλάκια με προεξοχές στο πάνω μέρος ώστε να μπορούν να ενωθούν μεταξύ τους και γίναν γρήγορα δημοφιλή στα παιδιά. Με τα τουβλάκια αυτά σε διάφορα σχήματα και χρώματα, μπορούσαν αρχικά να κατασκευαστούν μόνο απλές κατασκευές όπως σπίτια, βουνά, πύργοι κ.τ.λ.

Το 1977 όμως η Lego εισήγαγε το σύστημα Technic. Το σύστημα αυτό, αποτελούμενο όχι από τουβλάκια Lego όπως πριν, αλλά από δοκούς με τρύπες, άξονες, γρανάζια και ηλεκτρικούς κινητήρες παρουσίαζε τεράστιες δυνατότητες για την κατασκευή κάθε είδους μηχανολογικών κατασκευών. Τα διάφορα κομμάτια κατασκευάζονται με ακρίβεια χιλιοστού, για να μπορούν να συνδέονται τέλεια μεταξύ τους.

Το σύστημα Technic αγαπήθηκε αμέσως και από τους ενήλικες, καθώς μπορούσαν να φτιάξουν μηχανές, εύκολα και γρήγορα και μάλιστα χωρίς τη χρήση οποιουδήποτε εργαλείου. Χρησιμοποιώντας αποκλειστικά τα κομμάτια της Lego.

### 4.1 Η αρχή των Lego Mindstorms

Σχετικά πρόσφατα (το 1998), η Lego παρουσίασε το σύστημα Mindstorms, που στόχο έχει την κατασκευή απλών ρομπότ προσβάσιμη σε παιδιά. Ο δημιουργός της Fred Martin, ανέπτυξε στο MIT με χορηγό τη Lego, το πρώτο «προγραμματιζόμενο τούβλο». Το σύστημα Mindstorms χρησιμοποιεί τα κομμάτια του συστήματος

Technic για την κατασκευή του ρομπότ, αλλά προσθέτει το RCX (Robotics Command eXplorer), το «προγραμματιζόμενο τούβλο», το οποίο περιέχει έναν προγραμματιζόμενο μικροεπεξεργαστή που ελέγχει το ρομπότ, καθώς και διάφορους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία του ρομπότ με το περιβάλλον του.

Το σύστημα Mindstorms παρόλο που στην αρχή είχε σχεδιαστεί για παιδιά έγινε γρήγορα πολύ δημοφιλές, κυρίως στους ενήλικες, επειδή αποτελεί την ιδανική εισαγωγή στη ρομποτική. Διάφορες αλλαγές εισάγονται στο NXT του 2006 έναντι του προκατόχου του, του RCX. Με τη νέα γενιά NXT, η Lego προχωράει ένα βήμα πιο πέρα από την επανάσταση της «οικιακής κατασκευής» ρομπότ που η ίδια είχε ξεκινήσει οκτώ χρόνια νωρίτερα με τα Lego Mindstorms.

Τα Lego Mindstorms είναι μια γραμμή παραγωγής της Lego που συνδυάζει προγραμματιζόμενα τούβλα με ηλεκτρικές μηχανές, αισθητήρες, τούβλα Lego και τεχνικά κομμάτια Lego (όπως εργαλεία, άξονες, ακτίνες και υδραυλικά μέρη) κατάλληλα για να χτίσει ο χρήστης ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα ή αλληλεπιδραστικά συστήματα.

Η πρώτη λιανική έκδοση των Lego Mindstorms κυκλοφόρησε το 1998 και πωλήθηκε εμπορικά με την επωνυμία Robotics Invention System (RIS). Η τρέχουσα έκδοση κυκλοφόρησε το 2006 ως Lego Mindstorms NXT. Η αρχική έκδοση Mindstorms Robotics Invention System περιείχε δύο μηχανές, δύο αισθητήρες αφής και έναν αισθητήρα φωτός. Η έκδοση NXT έχει τρεις σερβομηχανές και τέσσερις αισθητήρες για την αφή, το φως, τον ήχο, και την απόσταση. Τα Lego Mindstorms μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατασκευαστεί ένα μοντέλο ενσωματωμένου συστήματος με ηλεκτρομηχανικά μέρη ελεγχόμενα από υπολογιστή. Πολλά είδη πραγματικών ενσωματωμένων συστημάτων, από ελεγκτές ανελκυστήρων έως βιομηχανικά ρομπότ, μπορούν να διαμορφωθούν χρησιμοποιώντας τα Mindstorms.

Το 2009 κυκλοφορεί η νεότερη έκδοση που είναι γνωστή ως Lego Mindstorms NXT 2.0. Έτσι λοιπόν η εταιρεία στα 80 της χρόνια λειτουργίας έχει πάει την έννοια παιχνίδι πολύ πιο μακριά μέσα σε λίγα μόνο χρόνια, χάρη στην αλματώδη τεχνολογική πρόοδο. Τελικά ο μοναδικός περιορισμός στο παιχνίδι είναι η ίδια μας η φαντασία. Άμα το καλοσκεφτεί κανείς μπορεί να κατασκευάσει σχεδόν τα πάντα.

### 4.1.1 Το πακέτο Lego Mindstorms NXT

Το πακέτο Mindstorms της Lego μπορεί να μοιάζει ως ένα ενδιαφέρον παιχνίδι, στην πραγματικότητα όμως είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ρομποτικής. Δίνει την ευκαιρία στους χρήστες του, να έχουν μια ανοικτού τύπου – βασιζόμενη σε χειρωνακτική εργασία – εμπειρία και μια ρεαλιστική – βασιζόμενη στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων – εξερεύνηση, συνδυάζοντας και τη διασκέδαση.

Με το βασικό πακέτο εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms NXT, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εξομοιώσουν σχεδόν όλους τους σύγχρονους αυτοματισμούς και να προσεγγίσουν ικανοποιητικά συστήματα αυτόματου ελέγχου μέσα από ένα δημιουργικό και ευχάριστο μαθησιακό περιβάλλον.

Το βασικό σετ περιλαμβάνει κάποια ηλεκτρονικά μέρη, όπως το προγραμματιζόμενο τούβλο NXT ή αλλιώς ο εγκέφαλος του ρομπότ, 4 διαφορετικούς αισθητήρες (ήχου, φωτός, αφής και απόστασης) που δίνουν τη δυνατότητα στο ρομπότ να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του και 3 κινητήρες για κίνηση, τα οποία δίνουν τη δυνατότητα σε ένα ρομπότ Mindstorms να «ζωντανέψει» και να εκτελέσει διάφορες διαδικασίες. Τα πλαστικά και ηλεκτρονικά κομμάτια μπορούν να συναρμολογηθούν και να συνδεθούν με πολλούς τρόπους για την κατασκευή ποικίλων αντικειμένων, όπως ρομποτικά οχήματα, κτήρια, ακόμα και ρομπότ που κάνουν διάφορες εργασίες. Οι κατασκευές στη συνέχεια μπορούν να αποσυναρμολογηθούν και τα κομμάτια να χρησιμοποιηθούν εκ νέου για την κατασκευή άλλων αντικειμένων.

Αναλυτικότερα, το πακέτο περιλαμβάνει τον μικροεπεξεργαστή NXT της Atmel, της σειράς ARM7, που χρησιμεύει για την αποθήκευση των προγραμμάτων και την απαραίτητη επαναφορτιζόμενη μπαταρία του. Τα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής όπως τουβλάκια, πλακίδια, σφήνες και δοκούς σε διάφορα χρώματα και διαστάσεις. Περιέχει τους άξονες που χρησιμοποιούνται για να τοποθετούνται τα γρανάζια και οι ρόδες και τους δακτυλίους που χρησιμοποιούνται για να συγκρατούν τους άξονες στη θέση τους. Περιέχονται επίσης, τα πιράκια που συνδέουν τις δοκούς μεταξύ τους, τους συνδέσμους που συνδέουν τους άξονες και τα πιράκια, τις ρόδες, τα γρανάζια, τους μάντες και τις τροχαλίες. Το πακέτο περιλαμβάνει και διάφορα τεμάχια όπως βραχίονες με αρθρώσεις, άγκιστρο, ολισθητήρα, κυλινδράκι, διακοσμητικά τεμάχια, ένα κανόνι με βέλος και καλώδια. Επιπλέον περιέχει σημαντικά τεμάχια όπως αισθητήρες (αφής, φωτός, ήχου και υπερήχων), κινητήρες και λαμπτήρες.

Ο μικροεπεξεργαστής NXT προγραμματίζεται με όλες σχεδόν τις γνωστές γλώσσες προγραμματισμού (C, C++, Java, Python, .Net, κ.α.) μέσω ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή ή ακόμα και MAC. Για τον προγραμματισμό του τούβλου υπάρχει πληθώρα επιλογών που προσφέρουν διαφορετικές δυνατότητες ελέγχου. Προγραμματισμός μπορεί να γίνει με χρήση της λειτουργίας «Program» που περιλαμβάνει το ενσωματωμένο λειτουργικό πρόγραμμα του μικροεπεξεργαστή για ανάπτυξη απλών προγραμμάτων. Επιπλέον, υπάρχει το λογισμικό που προσφέρει μαζί με το εμπορικό πακέτο η Lego, το οποίο βασίζεται στο LabVIEW, ένα περιβάλλον ανάπτυξης της National Instruments. Παρέχει τη δυνατότητα να αναπτύξουν οι χρήστες προγράμματα υπό τη μορφή διαγραμμάτων ροής, αντί να γράφουν κώδικα.

Στόχος της ρομποτικής είναι να δίνει «ζωή» στα ρομπότ κάνοντάς τα να κινηθούν και να εκτελούν εργασίες. Το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 είναι ένα εύκολο, απλό περιβάλλον προγραμματισμού που βασίζεται σε εικονίδια. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από χρήστες που διαθέτουν λειτουργικό σύστημα Windows (Windows XP (32 bit), Vista (32/64 bit) εκτός της σύνδεσης Starter Edition, Windows 7 (32/64 bit) και Windows 8 σε λειτουργία επιφάνειας εργασίας, εκτός της έκδοσης Starter Edition) και Macintosh (MacOS X v. 10.6, 10.7 και 10.8, Intel μόνο). Οι απαιτήσεις συστήματος είναι ελάχιστες αφού χρειάζεται μόνο επεξεργαστή 2GHz ή καλύτερο, RAM 2 GB ή περισσότερο, 2 GB διαθέσιμου χώρου στο σκληρό δίσκο, οθόνη XGA (1024 x 768) και μία διαθέσιμη θύρα usb. Το λογισμικό Lego Mindstorms EV3 δεν υποστηρίζει tablet ή ορισμένα netbook με hardware που δεν ικανοποιεί τις παραπάνω απαιτήσεις.

## 4.2 Εκπαιδευτικό και Διδακτικό Σενάριο

Ως διδακτικό σενάριο θεωρούμε την περιγραφή μιας διδασκαλίας με εστιασμένο γνωστικό αντικείμενο, συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους, διδακτικές αρχές και πρακτικές. Ένα διδακτικό σενάριο μπορεί να έχει διάρκεια περισσότερων από μία διδακτικών ωρών. Πολύ συχνά, στη διάρκεια της διδασκαλίας, η επίλυση ενός προβλήματος απαιτεί την αντιμετώπισή του από πολλές, διαφορετικές οπτικές γωνίες, με τα εργαλεία πολλών και διαφόρων επιστημονικών κλάδων. Η διαθεματικότητα είναι η επέκταση της ανάλυσης ενός υπό μελέτη αντικειμένου σε σφαίρες που



επεκτείνονται πέρα από τα αυστηρά όρια της μίας γνωστικής περιοχής, προκειμένου η μελέτη αυτή να εγγραφεί σε ένα γενικότερο πλαίσιο και να διασυνδεθεί με άλλες έννοιες.

Η διαθεματική προσέγγιση ευνοεί την εργασία τύπου «σχεδίων συνεργατικής έρευνας» (project). Ευνοεί επίσης την συζήτηση στην τάξη. Οι μαθητές αναγκάζονται να επιχειρηματολογούν λογικά και κριτικά, να θέτουν ερωτήσεις, να κάνουν προγνώσεις, και με την βοήθεια του εκπαιδευτικού να ελέγχουν και να αξιολογούν την καταλληλότητα και την εγκυρότητα των απαντήσεών τους.

Τα εκπαιδευτικά σενάρια που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως εγγενές συστατικό του εκπαιδευτικού πακέτου που συνοδεύει ένα υπολογιστικό περιβάλλον και συνήθως έχουν αναπτυχθεί από την ομάδα ανάπτυξής του. Όταν μάλιστα πρόκειται για ανοικτού τύπου υπολογιστικό περιβάλλον, η ύπαρξη σεναρίων είναι απαραίτητη. Πιο συγκεκριμένα, ένα Εκπαιδευτικό Σενάριο περιγράφει το σύνολο των διδακτικών καταστάσεων και των χρησιμοποιούμενων εργαλείων που συνιστούν το σημείο εκκίνησης για δραστηριότητες διδασκαλίας και μάθησης με τη χρήση των ΤΠΕ.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το εκπαιδευτικό σενάριο που αξιοποιεί τις ΤΠΕ, μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη ικανοτήτων (σύνολο γνώσεων και δεξιοτήτων) υψηλού επιπέδου από τους μαθητές, όπως ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, ικανότητα διερεύνησης και αναζήτησης πληροφοριών σε ένα ευρύ φάσμα δεδομένων, ανάπτυξη δεξιοτήτων λήψης απόφασης, δυνατότητα μοντελοποίησης φαινομένων και καταστάσεων των πραγματικού κόσμου, ικανότητα συνεργασίας και από κοινού προσέγγισης και επίλυσης προβλημάτων κ.τ.λ.

### **4.3 Περιγραφή Δραστηριοτήτων**

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιαστούν διαθεματικά εκπαιδευτικά σενάρια που αξιοποιούν την εκπαιδευτική ρομποτική στη διδασκαλία της επιστήμης των μαθηματικών. Σύμφωνα με το Εθνικό Συμβούλιο των Μαθηματικών στις Η.Π.Α. (NCTM, 1989), η έννοια του μαθηματικού αλφαριθμητισμού προϋποθέτει την ευαισθητοποίηση του ατόμου στην αξία και την ομορφιά των μαθηματικών, καθώς και την ικανότητά του για αξιολόγηση και αξιοποίηση πληροφοριών ή δεδομένων. Η διδασκαλία των μαθηματικών θα πρέπει να διακρίνεται από περισσότερες

αλληλεπιδράσεις εκπαιδευτικών και μαθητών σε πλαίσια που έχουν λιγότερη έμφαση στη μηχανική επανάληψη. Η πραγματική πρόκληση για το σημερινό δάσκαλο είναι το πώς θα κατευθύνει τη μαθησιακή διαδικασία, με τρόπο που να διευκολύνει το μαθητή να αναπτύξει μια προσωπική σχέση με τα μαθηματικά, κριτική και δημιουργική διάθεση έναντι των μαθηματικών.

Για να μπορούν οι μαθητές να λύνουν περίπλοκα και ρεαλιστικά προβλήματα, θα πρέπει να μάθουν τις σημαντικότερες μαθηματικές έννοιες ή τις βασικές μαθηματικές ιδέες, που θα τους βοηθήσουν να αποκτήσουν και να γενικεύσουν περισσότερες γνώσεις και δεξιότητες όσο γίνεται πιο αποτελεσματικά. Μεταξύ των συνηθέστερων βασικών εννοιών περιλαμβάνονται οι αναλογίες, ο υπολογισμός, το εμβαδόν κ.α. Η αξία της οργάνωσης της διδασκαλίας έτσι ώστε να έχουν οι μαθητές μεγαλύτερες πιθανότητες να μάθουν τις βασικές έννοιες μπορεί να έχει περισσότερο νόημα στη μαθηματική εκπαίδευση απ' ό,τι στις περισσότερες άλλες γνωστικές περιοχές, γιατί στα μαθηματικά η ιεραρχία των δεξιοτήτων είναι εμφανέστερη (Elliot, Kratochwill, Cook, Littlefield & Travers, 2008).

Παρακάτω δίνουμε έμφαση στα μαθήματα της Γεωμετρίας, προκειμένου να αναγνωρίσουν τα παιδιά την ομορφιά, την αρμονία και τη συμμετρία των σχημάτων της φύσης. Για την ανάπτυξη των φύλλων εργασίας χρησιμοποιήσαμε τη «Φόρμα Προτεινόμενου Σχεδίου Μαθήματος», της ομάδας Πληροφορικής του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, για να σχεδιάσουμε τα δικά μας μαθήματα.

Επισημαίνεται το γεγονός, πως με τον τρόπο που σχεδιάστηκαν τα σενάρια και προτείνεται να υλοποιηθούν, προϋποθέτουν σημαντική προεργασία από τον Δάσκαλο προκειμένου να δημιουργηθούν τα κατάλληλα περιβάλλοντα εργασίας τόσο στη διαμόρφωση της αίθουσας όσο και στο εκπαιδευτικό λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί αλλά και στις προϋπάρχουσες γνώσεις χειρισμού του ίδιου του ρομπότ που οφείλει να έχει. Επίσης, ενθαρρύνει και τονίζει στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύει την ευγενή άμιλλα μεταξύ τους, προσεγγίζει τα προβλήματα που δημιουργούνται ανάμεσα στα μέλη των ομάδων και τα χρησιμοποιεί για να ανατροφοδοτήσει την τάξη (βοηθώντας με αυτό τον τρόπο τη συνεργασία μεταξύ των παιδιών), φροντίζει να κατανοήσουν ότι τελικά όλοι θα είναι νικητές συμμετέχοντας ενεργά στην παραπάνω εκπαιδευτική διαδικασία, καθ' όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων.

### 4.3.1 Ο ΚΥΚΛΟΣ: 1<sup>η</sup> Φόρμα Προτεινόμενου Σχεδίου Μαθήματος

Μάθημα: Μαθηματικά - Πληροφορική

Τάξη: Στ' Δημοτικού

Ενότητα: Γεωμετρία (από σχολικό εγχειρίδιο με τίτλο: «Κόβω κύκλους!»)

Τίτλος: Ο ΚΥΚΛΟΣ

Εισηγητής: Ο Δάσκαλος της Τάξης και ο καθηγητής Πληροφορικής

Εκτιμώμενη Διάρκεια: 4 διδακτικές ώρες (προτείνεται να γίνει σε δύο 2ωρα)

Διδακτικός Στόχος:

- Να συλλέγει και να καταγράφει δεδομένα.
- Να υπολογίζει το μήκος ενός κύκλου.
- Να αναγνωρίζει τα στοιχεία του κύκλου: κέντρο, ακτίνα, διάμετρος.
- Να προγραμματίζει το ρομπότ θέτοντάς το σε κίνηση με δεδομένες μοίρες ή περιστροφές.
- Να ανακαλύψει τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στη διάμετρο και στην περιφέρεια του κύκλου.
- Να μετράει γραμμικές αποστάσεις με χάρακα.
- Να κινητοποιήσει τη δημιουργική του σκέψη και την κριτική του ικανότητα.
- Να αναπτύξει δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας.
- Να ανιχνεύει σχέσεις μεταξύ των γεωμετρικών δεδομένων και να διατυπώνει συμπεράσματα.
- Να αποκτήσει αυτοέλεγχο και να αξιοποιήσει το λάθος.
- Να αντιληφθεί πού μπορεί να αξιοποιηθεί στην καθημερινή ζωή η συγκεκριμένη γεωμετρική γνώση.

### Σκοπός:

Σκοπός του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους εμπλέξει σε μια ενεργητική μαθησιακή διαδικασία μέσω της οποίας θα ανακαλύψουν και θα οικοδομήσουν μόνοι τους τη γνώση ώστε να πετύχουν τους στόχους του συγκεκριμένου κεφαλαίου, την κατανόηση των βασικών εννοιών του κύκλου, δηλαδή, ακτίνα, διάμετρο, περίμετρο.

### Διδακτική Προσέγγιση:

Με κατάλληλες δραστηριότητες και ερωτήσεις μέσα από το φύλλο εργασίας, θα γίνει ανίχνευση, διερεύνηση και ανακάλυψη των εννοιών του τριγωνομετρικού κύκλου. Με χρήση της ρομποτικής ο μαθητής θα κατανοήσει πλήρως τους σχετικούς κανόνες και θα αφομοιώσει τις έννοιες της τριγωνομετρίας με χρήση της κίνησης του ρομπότ.

### Μέσα Διδασκαλίας - Υλικά:

Το σενάριο θα υλοποιηθεί στην αίθουσα της τάξης και για την υλοποίησή του είναι απαραίτητη η ύπαρξη Η/Υ στους οποίους να έχει προηγηθεί η εγκατάσταση του απαιτούμενου λογισμικού, Lego Mindstorms EV3, για να διευκολυνθεί η πορεία του σεναρίου και για να περιοριστούν εξωτερικοί αστάθμητοι παράγοντες. Ένας βιντεοπροβολέας θα είναι πολύ χρήσιμος για την προβολή πληροφοριών από τον διδάσκοντα αλλά και η χρήση του κλασικού πίνακα θα είναι εξίσου αποτελεσματική.

### Σύντομη Περιγραφή:

Το σενάριο ακολουθεί ένα μοντέλο καθοδηγούμενης διερεύνησης και ανακάλυψης μέσα από δραστηριότητες που ευνοούν την κριτική και στοχαστική σκέψη, τη συμμετοχική και συνεργατική μάθηση. Στηρίζεται σε αρχές της εποικοδομητικής προσέγγισης και στην κοινωνικοπολιτισμική θεωρία του Vygotsky, όπου δίνεται έμφαση στη μαθησιακή διαδικασία, στην αλληλεπίδραση των εμπλεκόμενων μερών, καθώς και στο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον που λαμβάνει χώρα.

Η διδακτική λειτουργικότητα έγκειται στη δυνατότητα οπτικοποίησης μεγάλου αριθμού περιστροφών της ρόδας του ρομπότ, που μπορούν να σχεδιαστούν στο

πάτωμα της αίθουσας από τους μαθητές γρήγορα και με ακρίβεια, κάτι που δεν μπορεί να γίνει με το χαρτί και το μολύβι.

Η «προστιθέμενη αξία» του σεναρίου είναι ότι ο μαθητής μέσα από μία παιγνιώδη διαδικασία είναι ελεύθερος να διερευνήσει το πρόβλημά του, κάνοντας υποθέσεις και πειραματισμούς όσες φορές απαιτείται, για να καταλήξει στη γενίκευση και στο συμπέρασμα, απαλλαγμένος από το φόβο του ενδεχόμενου λάθους.

Η ένταξη των μαθητών σε ομάδες βοηθά στο να αλληλεπιδρούν και να ανατροφοδοτούνται στις υποθέσεις που διατυπώνουν και στις αποφάσεις που παίρνουν.

### Δομή Μαθήματος:

1. Αναλυτική περιγραφή επιμέρους βημάτων διδασκαλίας.

#### **1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup>, 3<sup>η</sup> + 4<sup>η</sup> Διδακτική Ώρα**

- a. Σύντομη παρουσίαση από τον δάσκαλο σε προβολέα για υπενθύμιση των βασικών εννοιών του κύκλου (κύκλος.pptx). Ή σχεδίαση στον πίνακα ενός κύκλου και τις βασικές έννοιες αυτού.
- b. Χωρίζουμε τους μαθητές της τάξης σε 4 ομάδες (μικτής ικανότητας). Ζητάμε από τις ομάδες να δώσουν ένα όνομα στην ομάδα τους. Έστω «Ομάδα Α», «Ομάδα Β», «Ομάδα Γ» και «Ομάδα Δ».
- c. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με το λεξιλόγιο της γεωμετρίας, να γνωρίζουν τα βασικά γεωμετρικά σχήματα και τα βασικά τους στοιχεία, να έχουν αντιληφθεί την έννοια της περιμέτρου κ.τ.λ.
- d. Δίνεται στους μαθητές να συμπληρώσουν το Φύλλο Εργασίας.
- e. Στην ενότητα αυτή διδακτικός στόχος είναι η κατανόηση από μέρους των μαθητών της σχέσης που συνδέει το μήκος του κύκλου με τη διάμετρό του.
- f. Μετά το τέλος των δραστηριοτήτων, οι μαθητές παρατηρούν και συζητούν τα αποτελέσματα. Διατυπώνουν απορίες και διαπιστώσεις

2. Δραστηριότητες μαθητών και φύλλα εργασίας.

## **Υλικό 1<sup>ης</sup> Δραστηριότητας**

- a. Παρακολούθηση βασικών εννοιών κύκλου, «ΚΥΚΛΟΣ.pptx».
- b. Συμπλήρωση του Φύλλου Εργασίας για εκμάθηση της διαμέτρου και της περιφέρειας του κύκλου, «ΚΥΚΛΟΣ\_φύλλο\_εργασίας.docx».

## 4.3.2 ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ - ΤΡΙΓΩΝΟ: 2<sup>η</sup> Φόρμα Προτεινόμενου Σχεδίου Μαθήματος

Μάθημα: Μαθηματικά - Πληροφορική

Τάξη: Στ' Δημοτικού

Ενότητα: Γεωμετρία (από σχολικό εγχειρίδιο με τίτλο: «Τα σχήματα του κόσμου!»)

Τίτλος: ΤΕΤΡΑΓΩΝΟ - ΤΡΙΓΩΝΟ

Εισηγητές: Ο Δάσκαλος της Τάξης και ο καθηγητής Πληροφορικής

Εκτιμώμενη Διάρκεια: 3 διδακτικές ώρες (προτείνεται να είναι συνεχόμενο το πρώτο 2ωρο)

Διδακτικοί Στόχοι του μαθητή:

- Να εξοικειωθεί με το περιβάλλον του Lego Mindstorms EV3.
- Να συλλέγει και να καταγράφει δεδομένα.
- Να ορίζει με ακρίβεια την έννοια του τετραγώνου και του τριγώνου.
- Να αναγνωρίζει τα στοιχεία του τετραγώνου και του τριγώνου: πλευρά, γωνία.
- Να σχεδιάζει ποικίλων μεγεθών τετράγωνα και ισόπλευρα τρίγωνα, ώστε να μπορεί να τα αναπαραστήσει γραφικά.
- Να διακρίνει την αναγκαιότητα χρήσης της δομής επανάληψης.
- Να ορίζει τις κατάλληλες παραμέτρους στα προγραμματιστικά μπλοκ που χρησιμοποιεί.
- Να μετρά, με χρήση χάρακα, την απόσταση που διένυσε ένα κινούμενο σώμα.
- Να αποκτήσει έναν επιστημονικό τρόπο σκέψης και αντιμετώπισης πραγματικών καταστάσεων, αναπτύσσοντας την κρίση του, τη φαντασία, αλλά και την ικανότητα αξιολόγησης.
- Να κινητοποιήσει τη δημιουργική του σκέψη και την κριτική του ικανότητα.
- Να αναπτύξει δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας.
- Να ανιχνεύει σχέσεις μεταξύ των γεωμετρικών δεδομένων και να διατυπώνει συμπεράσματα.
- Να αποκτήσει αυτοέλεγχο και να αξιοποιήσει το λάθος.

- Να αντιληφθεί πού μπορεί να αξιοποιηθεί στην καθημερινή ζωή η συγκεκριμένη γεωμετρική γνώση.

#### Σκοπός:

Σκοπός του εκπαιδευτικού σεναρίου είναι να προκαλέσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να τους εμπλέξει σε μια ενεργητική μαθησιακή διαδικασία μέσω της οποίας θα ανακαλύψουν και θα οικοδομήσουν μόνοι τους τη γνώση ώστε να πετύχουν τους στόχους του συγκεκριμένου κεφαλαίου, τη σχεδίαση τετραγώνου και τριγώνου με τη χρήση της δομής επανάληψης.

#### Διδακτική Προσέγγιση:

Με αυτό το σενάριο μάθησης επιδιώκεται να γίνει η διδασκαλία ενδιαφέρουσα, με την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών, ώστε οι μαθητές να ανακαλύψουν, να διερευνήσουν και τελικά να μάθουν μέσω της ανακάλυψης, του πειραματισμού και της διερεύνησης. Κατά τη διάρκεια της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας και μάθησης, οι μαθητές συζητούν, αναλύουν, διατυπώνουν αμφιβολίες και επιλύουν προβλήματα (Ματσαγγούρας, 2004). Με χρήση της ρομποτικής ο μαθητής θα κατανοήσει πλήρως τις σχετικές έννοιες και θα τις αφομοιώσει μέσα από την κίνηση του ρομπότ.

#### Μέσα Διδασκαλίας - Υλικά:

Το σενάριο θα υλοποιηθεί στην αίθουσα της τάξης και για την υλοποίησή του είναι απαραίτητη η ύπαρξη Η/Υ στους οποίους να έχει προηγηθεί η εγκατάσταση του απαιτούμενου λογισμικού - Lego Mindstorms EV3 - για να διευκολυνθεί η πορεία του σεναρίου και για να περιοριστούν εξωτερικοί αστάθμητοι παράγοντες. Ένας βιντεοπροβολέας θα είναι πολύ χρήσιμος για την προβολή πληροφοριών από τον διδάσκοντα αλλά και η χρήση του κλασικού πίνακα θα είναι εξίσου αποτελεσματική.

#### Σύντομη Περιγραφή:



Το σενάριο στηρίχθηκε κατά βάση στις θεωρίες του εποικοδομισμού και στις κοινωνικοπολιτιστικές θεωρήσεις του Vygotsky και των απογόνων του, όπου δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στη μαθησιακή διαδικασία, στα γνωστικά αντικείμενα, στην αλληλεπίδραση μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών, καθώς και στο κοινωνικοπολιτισμικό περιβάλλον που λαμβάνει χώρα (Σολομωνίδου, 2006).

Η διδακτική λειτουργικότητα έγκειται στη δυνατότητα οπτικοποίησης ποικίλου αριθμού τετραγώνων με τη χρήση του ρομπότ, που μπορούν να σχεδιαστούν στο πάτωμα της αίθουσας από τους μαθητές γρήγορα και με ακρίβεια, κάτι που δεν μπορεί να γίνει με το χαρτί και το μολύβι.

Η «προστιθέμενη αξία» του σεναρίου είναι ότι ο μαθητής μέσα από μία παιγνιώδη διαδικασία είναι ελεύθερος να διερευνήσει το πρόβλημά του, κάνοντας υποθέσεις και πειραματισμούς όσες φορές απαιτείται, για να καταλήξει στη γενίκευση και στο συμπέρασμα, απαλλαγμένος από το φόβο του ενδεχόμενου λάθους.

Η ένταξη των μαθητών σε ομάδες βοηθά στο να αλληλεπιδρούν και να ανατροφοδοτούνται στις υποθέσεις που διατυπώνουν και στις αποφάσεις που παίρνουν.

### Προετοιμασία της τάξης

Οι μαθητές θα πρέπει να έχουν εισαχθεί στη λειτουργία του περιβάλλοντος του λογισμικού Lego® Mindstorms® EV3 της ομώνυμης εταιρίας Lego®. Ιδανικά θα πρέπει ήδη με τη βοήθεια του καθηγητή Πληροφορικής να έχουν δει την υλοποίηση ενός πολύ απλού προγράμματος με χρήση της δομής ακολουθίας. Η χρήση της δομής επανάληψης μπορεί να διδαχθεί και κατά τη διάρκεια υλοποίησης του φύλλου εργασίας.

### Δομή Μαθήματος:

1. Αναλυτική περιγραφή επιμέρους βημάτων διδασκαλίας.

#### **1<sup>η</sup>, 2<sup>η</sup> + 3<sup>η</sup> Διδακτική Ώρα**

- a. Καλό θα ήταν οι 4 πρώτες δραστηριότητες να υλοποιηθούν σε ένα συνεχόμενο 2ωρο ώστε να ολοκληρωθεί η σχεδίαση του τετραγώνου.

Η τελευταία δραστηριότητα που αφορά σχεδίαση τριγώνου μπορεί να υλοποιηθεί και μεμονωμένα, καθώς βοηθά στην εμπέδωση της δομής επανάληψης.

- b. Χωρίζουμε τους μαθητές της τάξης σε ομάδες των 4 ατόμων (μικτής ικανότητας). Ζητάμε από τις ομάδες να δώσουν ένα όνομα στην ομάδα τους. Έστω «Ομάδα Α», «Ομάδα Β», «Ομάδα Γ» και «Ομάδα Δ».
- c. Μεταξύ των ατόμων κάθε ομάδας κατανέμονται ρόλοι, προκειμένου να συμμετέχουν όλα τα μέλη της ομάδας στη δραστηριότητα. Επιπλέον, σε κάθε ρόλο αντιστοιχούν συγκεκριμένες αρμοδιότητες. Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει να οριστούν ένας χειριστής ρομπότ, ένας καταχωρητής μετρήσεων και προγραμματιστής-ές.
- d. Οι μαθητές θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με το λεξιλόγιο της γεωμετρίας, να γνωρίζουν τα βασικά γεωμετρικά σχήματα και τα βασικά τους στοιχεία, να έχουν αντιληφθεί την έννοια της πλευράς, της περιμέτρου, της γωνίας κ.τ.λ.
- e. Επίσης, θα πρέπει να γνωρίζουν τη δομή ακολουθίας.
- f. Δίνεται στους μαθητές να συμπληρώσουν το Φύλλο Εργασίας.
- g. Στην ενότητα αυτή, διδακτικός στόχος είναι η εισαγωγή των μαθητών στη δομή επανάληψης για την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων εντολών μέσω της σχεδίασης τετραγώνου και τριγώνου.
- h. Μετά το τέλος των δραστηριοτήτων, οι μαθητές παρατηρούν και συζητούν τα αποτελέσματα. Διατυπώνουν απορίες και διαπιστώσεις.

## 2. Δραστηριότητες μαθητών και φύλλα εργασίας.

### **Υλικό 2<sup>ης</sup> Δραστηριότητας**

- a. Συμπλήρωση του Φύλλου Εργασίας για σχεδίαση τετραγώνου και τριγώνου με χρήση δομής επανάληψης, «Τετράγωνο-Τρίγωνο.docx».

## 4.4 Τρόποι Αξιολόγησης

Αν οι απαντήσεις των μαθητών στις δραστηριότητες είναι σωστές, εκτιμούμε σε γενικές γραμμές, ότι η προσέγγιση της ρομποτικής ήταν χρήσιμη στην προσπάθεια μας να κατανοήσουν την υποκείμενη έννοια και να διορθώσουν δυνατόν παρανοήσεις που προηγουμένως είχαν αναπτύξει σε γνωστικά κενά. Ως εκ τούτου, οι στόχοι των μαθημάτων που καθορίστηκαν έχουν πλέον εκπληρωθεί.

Αν παρόμοιες έρευνες, όπως αυτή, καταφέρουν να επιβεβαιώσουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι πράγματι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη μάθηση, το επόμενο βήμα θα είναι να σχεδιαστεί ένα πλαίσιο για την ένταξη του στο σχολικό πρόγραμμα και την εκπαίδευση των δασκάλων που θα κληθούν να το χρησιμοποιούν.

Το μήνυμά μας είναι ότι δεν έχουμε την πρόθεση τα ρομπότ να αντικαταστήσουν την ανθρώπινη διδασκαλία, δηλαδή τους εκπαιδευτικούς, αλλά να υπογραμμίσουν την προστιθέμενη αξία που μπορούν να φέρουν στην τάξη με τη μορφή ενός ενδιαφέροντος, ευχάριστου και διδακτικού βοηθήματος.

## Συμπεράσματα

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάστηκαν νέες διδακτικές προσεγγίσεις, οι οποίες αναπτύχθηκαν με τη βοήθεια του εργαλείου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms NXT, με σκοπό να αξιοποιηθούν τόσο στη διδασκαλία της ενότητας της Γεωμετρίας των Μαθηματικών της Στ' Δημοτικού και συγκεκριμένα στα μαθήματα: «Κόβω Κύκλους» και «Τα σχήματα του κόσμου», όσο και στη διδασκαλία της Πληροφορικής της Ε' και Στ' Δημοτικού αφού βοηθά τους μαθητές να εξοικειωθούν με τη χρήση της ρομποτικής, ως ενδιαφέρουσας εμπειρίας.

Η εκπαιδευτική ρομποτική, από παιδαγωγική πλευρά, εντάσσεται στο πλαίσιο του κατασκευαστικού εποικοδομισμού. Η ενασχόληση των μαθητών με τη ρομποτική δημιουργεί δύο δραστηριότητες, μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική. Η χρήση της Ρομποτικής στην εκπαίδευση αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον, όπου ο μαθητής είναι σε θέση να συνθέσει και να καθοδηγήσει ένα ρομπότ με τη βοήθεια μιας απλής οπτικής γλώσσας προγραμματισμού. Για να επιλύσει ο μαθητής ένα συγκεκριμένο σενάριο καλείται να συνδυάσει υπομονή, φαντασία, εφευρετικότητα, μεθοδικότητα και πολύ προσπάθεια. Επισημαίνεται η σπουδαιότητα της ομαδικής εργασίας και συνεργασίας κατά τη κατασκευή του ρομπότ, η επεξεργασία νέων ιδεών, οι επιτυχημένες ή μη δοκιμές μέσα από την ανάπτυξη συνδυαστικών γνωστικών δεξιοτήτων.

Η εμπειρία δείχνει, πως τα παιδιά δεν συμπαθούν τη θεωρία. Θα προτιμούσαν, αν γινόταν, να καταπιάνονταν αμέσως με τις ασκήσεις, χωρίς να ασχοληθούν και πολύ με ορισμούς και γενικές αρχές. Σε κάθε περίπτωση όμως, οι ασκήσεις από μόνες τους δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τις «θεωρητικές» αρχές και ιδιότητες που αποδίδονται με την ακρίβεια και την πληρότητα ενός ορισμού. Σκοπός παραμένει η γνώση των εννοιών, η κατανόηση κανόνων και μεθόδων. Όλοι γνωρίζουμε τη μεγάλη αξία της εξάσκησης πάνω σε ασκήσεις, μεθόδους και τεχνικές. Η συμβολή της εμπειρίας στη κατανόηση και αφομοίωση είναι καθοριστική. Ο καθένας μαθαίνει με το δικό του τρόπο, αξιοποιώντας τις όποιες εμπεδωμένες γνώσεις διαθέτει. Ζητούμενο είναι αυτές οι γνώσεις να εμπλουτιστούν και να διευρυνθούν, δημιουργώντας ένα νέο λειτουργικό υπόβαθρο. Φυσικά δεν υπάρχει διαχωριστική γραμμή μεταξύ θεωρίας και άσκησης. Και οι δύο συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, δημιουργώντας μια ενότητα σε διαρκή κίνηση. Μέσα από τις ασκήσεις εξάγονται

γενικά συμπεράσματα, που οδηγούν σε νέο θεωρητικό επίπεδο, το οποίο με τη σειρά του ανοίγει νέα πεδία ασκήσεων. Η αντιμετώπιση της μάθησης ως ψυχαγωγία με τη χρήση των ρομπότ Lego MindStorms NXT, αποτελεί μια ευχάριστη δημιουργική μέθοδο διδασκαλίας για την εκμάθηση βασικών εννοιών μαθηματικών και πληροφορικής.

Για να μπορέσει να μάθει το παιδί πρέπει πρώτα από όλα να έχει θέληση και να δείχνει ενδιαφέρον προς το αντικείμενο μάθησης. Επομένως, η διδασκαλία πρέπει να προσαρμοστεί στις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, τις κλίσεις και τις ικανότητες του παιδιού, ώστε να το παρακινήσει να δώσει προσοχή. Η χρήση των ρομπότ Lego Mindstorms NXT στην εκπαίδευση, αν αξιοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να υποστηρίξει τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος εποικοδομητικής μάθησης που παρέχει αυθεντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων, που προκύπτουν τόσο από το Αναλυτικό Πρόγραμμα εκπαίδευσης, όσο και από τον πραγματικό κόσμο.

Επειδή η μάθηση είναι μια διαδικασία αναδιοργάνωσης της προηγούμενης γνώσης και κατασκευής της καινούργιας, το παιδί χρειάζεται εμπειρίες σχετικές με το αντικείμενο της μάθησης. Μέσα από τη ρομποτική, ενθαρρύνεται η έκφραση του μαθητή και η προσωπική του εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία και υποστηρίζεται η κοινωνική του αλληλεπίδραση.

## Μελλοντική Έρευνα

Η διερεύνηση της μάθησης με τις ΤΠΕ και την εκπαιδευτική ρομποτική, τα τελευταία χρόνια, συμπεριλαμβάνει τη μέτρηση των συνεπειών της συνεργατικής μάθησης, την αυξανόμενη αυτονομία του μαθητή, το ρόλο του εκπαιδευτικού και άλλες επιρροές. Το βασικό μας, λοιπόν, μέλημα είναι να χρησιμοποιήσουμε τα φύλλα δραστηριότητας στην τάξη, προκειμένου να εξάγουμε πραγματικά συμπεράσματα από την χρήση της ρομποτικής στη διδακτική γεωμετρικών σχημάτων και δομών προγραμματισμού. Έτσι, θα μπορέσουμε να ορίσουμε καλύτερα και τον αριθμό των διδακτικών ωρών που απαιτούνται για την ορθή συμπλήρωση των φύλλων εργασίας.

Επιπλέον, σκοπός μας είναι να εμπλουτίσουμε τα μαθήματα ενδεχομένως και με διδακτική άλλων γεωμετρικών σχημάτων, όπως το ορθογώνιο, το τραπέζιο, το ισοσκελές τρίγωνο κ.τ.λ. Για την κατασκευή των παραπάνω σχημάτων αυξάνεται ο βαθμός δυσκολίας κατασκευής των αντίστοιχων προγραμμάτων και η χρήση τους θα μπορούσε να επεκταθεί και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Ακόμη παραπέρα, θα προτείναμε, επίσης, να αξιοποιηθούν και άλλου τύπου αισθητήρες του ρομπότ, όπως για παράδειγμα ο αισθητήρας χρώματος ή ο αισθητήρας αναγνώρισης εμποδίου και να τροποποιηθούν ή και να επεκταθούν οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας, ώστε να λάβουν το χαρακτήρα project, που θα υλοποιείται σε περισσότερες διδακτικές ώρες και θα περιλαμβάνει ενδεχομένως περισσότερα διδακτικά αντικείμενα.

## Χρησιμότητα της παρούσας έρευνας: Γιατί επιλέγουμε την Εκπαιδευτική Ρομποτική;

Η Ρομποτική ως διεπιστημονική περιοχή είναι στενά εξαρτημένη και αλληλεπιδρά με την Πληροφορική και τις Επικοινωνίες, την Ηλεκτρονική, την Τεχνητή Νοημοσύνη κ.α.. Αποτελεί τεχνολογία αιχμής με εφαρμογή σε πολλούς τομείς των προηγμένων τουλάχιστον κοινωνιών, ενισχύοντας κοινωνικο-πολιτικές και τεχνο-οικονομικές ανακατατάξεις (Εμίρης & Κουλουριώτης, 2003). Η Ρομποτική προβλέπεται να διαδραματίσει κύριο ρόλο στις μελλοντικές τεχνολογικά εξαρτώμενες κοινωνίες και είναι επομένως σημαντικό η εκπαίδευση να προετοιμάσει τη σημερινή γενιά των μαθητών προς την παραπάνω κατεύθυνση. Εξάλλου η χρήση ρομπότ στην εκπαίδευση αναμιγνύει τη θεωρητική και την πρακτική εμπειρία. Με σωστή εφαρμογή στα σχολεία τα ρομπότ μπορούν να αποτελέσουν τη βάση μιας διεπιστημονικής δραστηριότητας σπουδών, έναν δηλαδή ιδανικό πόρο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διδαχθούν Μαθηματικά (χωρικές έννοιες και γεωμετρία), Επιστημονικές Αρχές (ιδιαίτερα Φυσικής), Σχεδιασμός και Τεχνολογία, ΤΠΕ κ.τ.λ..

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 κ.α., 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.

Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο που επιτρέπει την είσοδο του μαθητή στο σημείο που θεωρεί αυτός ως κατάλληλο. Μπορεί κάποιος να ασχοληθεί με την κατασκευή και μετά με τον προγραμματισμό της. Μπορεί να σχεδιάσει πρώτα και να υλοποιήσει μετά ή, αντίστροφα, να ξεκινήσει από την κατασκευή και μέσα από τα υλικά και τη δυναμική τους, να οδηγηθεί στην έμπνευση. Είναι εργαλείο το οποίο είναι το ίδιο προσιτό σε όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους (Resnick & Silverman, 2005). Αυτό εξηγεί και

την ποικιλία των εφαρμογών που συναντάμε στην έρευνα, όπως εφαρμογές σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, εφαρμογές ενταγμένες στο κανονικό σχολικό πρόγραμμα ή εκτός αναλυτικού προγράμματος, δραστηριότητες για παιδιά με ιδιαίτερο μαθησιακό ή κοινωνικό προφίλ κ.τ.λ. Επομένως, το να μαθαίνει κανείς με την εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να είναι συνώνυμο με το «μαθαίνω δημιουργώντας».

Συνοψίζοντας τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να υπηρετήσει με συνέπεια τις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομισμού και συγκεκριμένα, να δημιουργήσει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στην κατασκευή αντικειμένων που έχουν γι' αυτούς νόημα, εκφράζοντας τις ιδέες τους, ενώ ταυτόχρονα διερευνούν ερωτήματα τα οποία έχουν ουσιαστικό, πραγματικό και επιστημονικό ενδιαφέρον. Συνεπώς, επιλέγουμε την εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο μάθησης γιατί με μια κατάλληλη εκπαιδευτική φιλοσοφία, μια κατάλληλη διδακτέα ύλη και ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον συνθέτουμε μερικά από τα σημαντικά στοιχεία που οδηγούν σε κάθε επιτυχή εκπαιδευτική καινοτομία.



## Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference. *Future of learning group publication*, 5(3), p. 438.
- Akkaya, A., Tatar, E., & Kağızmanlı, T. B. (2011). Using dynamic software in teaching of the symmetry in analytic geometry: The case of Geogebra. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, pp. 2540-2544.
- Alimisis, D. (2009). School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*.
- Alimisis, D. (2012). Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy. *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education* (pp. 7-14). Prague.
- Arlegui, J., Menegatti, E., Moro, M., & Pina, A. (2008). Robotics, Computer Science curricula and Interdisciplinary activities. *In Proceedings of the TERECOP Workshop "Teaching with robotics, Conference SIMPAR 2008"*.
- Atmatzidou, S., Markelis, I., & Demetriadis, S. (2008, November). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning. *In Workshop proceedings of International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR)*.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). Educational psychology: A cognitive view. pp. 15-31.
- Avouris, N., Dimitracopoulou, A., & Komis, V. (2003). On analysis of collaborative problem solving: An object-oriented approach. *Computers in Human Behavior*, 19(2), pp. 147-167.
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), pp. 229-243.
- Ben-Ari, M. (2001). Constructivism in computer science education. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 20(1), pp. 45-73.
- Bennett, D. (1993). (K. C. Press, Ed.) *Exploring Geometry with the Geometer's Sketchpad: Dynamic Geometry for the 21st Century*.
- Bennett, M. R., & Hacker, P. S. (2003). (B. Publishing, Ed.) *Philosophical foundations of neuroscience*.
- Bigge, M. L. (1990). *Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς*. (A. Κάντας, & A. Χαντζή, Trans.) Αθήνα: Πατάκη.
- Bransford, J. D., Sherwood, R. D., Hasselbring, T. S., Kinzer, C. K., & Williams, S. M. (1990). Anchored instruction: Why we need it and how technology can help. (Hillsdale, Ed.) *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*, pp. 179-201.

- Bruner, J. S. (1966). (H. U. Press, Ed.) *Toward a theory of instruction*, 59.
- Bruner, J. S. (1985). Models of the learner. *Educational Researcher*, 14(6), pp. 5-8.
- Burke, Q., & Kafai, Y. B. (2012, February). The writers' workshop for youth programmers: digital storytelling with scratch in middle school classrooms. (ACM, Ed.) *In Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*, pp. 443-438.
- Chiesi, H. L., Spilich, G. J., & Voss, J. F. (1979). Acquisition of domain-related information in relation to high and low domain knowledge. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 18(3), pp. 257-273.
- Clements, D. H., & Sarama, J. (1995). Design of a Logo environment for elementary geometry. *The Journal of Mathematical Behavior*, 14(4), pp. 381-398.
- Crane, T. (2015). (Routledge, Ed.) *The mechanical mind: A philosophical introduction to minds, machines and mental representation*.
- Denis, B., & Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*, 17(5), pp. 465-480.
- Detsikas, N., & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. Situation, Evolution and Perspectives. *International Conference on Informatics in Schools: Situation*.
- Diković, L. (2009). Applications GeoGebra into teaching some topics of mathematics at the college level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), pp. 191-203.
- Dougiamas, M. (1998). *A journey into Constructivism*. Retrieved from <http://dougiamas.com/writing/constructivism.html>.
- Druin, A., & Hendler, J. (2000). (M. K. Press, Ed.) *Robots for kids: exploring new technologies for learning experiences*.
- Duffy, T. M., & Jonassen, D. H. (1992). Constructivism: New implications for instructional technology. *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*, pp. 1-16.
- Elliot, S. N., Kratochwill, T. R., Cook, J., Littlefield, & Travers, J. (2008). *Educational psychology: Effective teaching, effective learning. (2000) USA: McGraw Hill Companies, Inc / Εκπαιδευτική Ψυχολογία: Αποτελεσματική διδασκαλία-αποτελεσματική μάθηση*. (Α. Λεονταρή, Ε. Συγκολλίτου, Eds., Μ. Σόλμαν, & Φ. Καλύβα, Trans.) Αθήνα: Gutenberg.
- Eysenck, M. W. (2010). *Βασικές αρχές γνωστικής ψυχολογίας*. (Β. Ελένη, Trans.) Gutenberg.
- Gagne, R. M. (1970). Learning Theory, Educational Media, and Individualized Instruction.
- Guthrie, J. T., & Dreher, M. J. (1990). Literacy as search: Explorations via computer. *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*, p. 70.

- Harniss, M. K., Stein, M., & Carnine, D. (2002). Promoting mathematics achievement. *Interventions for academic and behavior problems II: Preventive and remedial approaches*, pp. 571-587.
- Howson, G., Keitel, C., & Kilpatrick, J. (1982). (C. Archive, Ed.) *Curriculum development in mathematics*.
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO training on pupils' school performance in mathematics, problem solving ability and attitude: Swedish data. *Educational Technology & Society*, 9(3), pp. 182-194.
- Ilieva, V. (2010, November). Ilieva, V. (2010, November). Robotics in the primary school-How to do it. In *Proc. Int. Conf. on Simulation, Modelling and Programming for Autonomous Robots*, pp. 596-605.
- Johnson, J. (n.d.). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), pp. 16-21.
- Jonassen, D. H. (1996). (I. Prentice-Hall, Ed.) *Computers in the classroom: Mindtools for critical thinking*.
- Jonassen, D. H., Howland, J., Moore, J., & Marra, R. M. (2002). Learning to solve problems with technology: A constructivist perspective. (O. M. Hall, Ed.)
- Kafai, Y., & Resnick, M. (1996). (L. Erlbaum, Ed.) *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*.
- Kara, D. (2004). *Sizing and seizing the robotics opportunity, RoboNexus*. (R. T. Inc, Editor) Retrieved from <http://www.roboticsevents.com/robonexus2004/roboticsmarket.htm>.
- Kearsley, G. (2010). Andragogy (M. Knowles). *The theory into practice database*.
- Kelleher, C. (2012). Reading, Writing, Arithmetic and Programming? *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*.
- Kordaki, M., & Balomenou, A. (2006). Challenging students to view the concept of area in triangles in a broad context: Exploiting the features of Cabri-II. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11(1), pp. 99-135.
- Laborde, C. (2003). Technology used as a tool for mediating knowledge in the teaching of mathematics: the case of Cabri-geometry. In *Plenary speech delivered at the Asian Technology Conference in Mathematics*.
- Lefrancois, R. G. (1976). *Psychologie des Lernens*. Berlin: Springer.
- Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & education*, 49(4).
- Maragos, K., & Grigoriadou, M. (2005). Towards the design of intelligent educational gaming systems. *Proc. AIED05 WORKSHOP: Educational Games as Intelligent Learning Environments*, pp. 35-38.
- Massaro, D. W., & Cowan, N. (1993). Information processing models: Microscopes of the mind. *Annual Review of Psychology*, 44, pp. 383-425.

- Mauch, E. (2001). Using technological innovation to improve the problem-solving skills of middle school students: Educators' experiences with the LEGO mindstorms robotic invention system. In *The Clearing House* (pp. 211-213).
- Mayer, R. E. (2005). (C. U. Press, Ed.) *The Cambridge handbook of multimedia learning*, pp. 34-36.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), pp. 5-14.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, J. (2006). The unique features of educational virtual environments. *Proceedings e-society*, pp. 122-128.
- MIT Media Lab. (n.d.). *Λήμμα Scratch*, Τεχνολογικό Ινστιτούτο Μασαχουσέτης. Retrieved from <https://scratch.mit.edu>.
- Mitnik, R., Nussbaum, M., & Soto, A. (2008). An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4), pp. 367-382.
- NCTM. (1989). Curriculum and evaluation standards for school mathematics. *Va: NCTM*.
- Neisser, U. (1967). Cognitive psychology. Appleton-Century-Crofts.[aAC] Nelson, K.(2003) Self and social functions: Individual autobiographical memory and collective narrative. (12536, Ed.) *Memory*, 11(2).
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). (S. S. Media, Ed.) *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers*, 17.
- Nugent, G., Barker, B., & Grandgenett, N. (2008, June). The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and attitudes. (Chesapeake, Ed.) *In EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology, 2008*, pp. 447-452.
- Nugent, G., Barker, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. (2009, October). The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. *In Frontiers in Education Conference, 2009. FIE'09. 39th IEEE*, pp. 1-6.
- Oakeshott, M. (1989). The voice of liberal learning: Michael Oakeshott on education.
- Office of Science and Technology Policy. (2005). PRESIDENT'S INFORMATION TECHNOLOGY ADVISORY COMMITTEE RELEASES NEW REPORT. *Computational science: Ensuring America's competitiveness*.
- Orahle, O. (1967). *Διδασκαλία Μεγάλη παιδαγωγική εγκυκλοπαίδεια* (Vol. 2). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Owens, G., Granader, Y., Humphrey, A., & Baron-Cohen, S. (2008). LEGO® therapy and the social use of language programme: An evaluation of two social skills interventions for children with high functioning autism and Asperger syndrome. (1944-1957, Ed.) *Journal of autism and developmental disorders*, 38(10).
- Palumbo, D. L., & Palumbo, D. B. (1993). A comparison of the effects of Lego TC Logo and problem solving software on elementary students' problem solving skills. *Journal of computing in childhood education*, 4(4), pp. 307-323.

- Papert, S. (1991). Situating Construction. *Constructionism*. (A. P. Corporation, Ed.) pp. 1-12.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. (Inc, Ed.) 2nd ed. Basic Books.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned Reflexes: An Investigation of the Physiological Activity of the Cerebral Cortex*. (O. U. Press, Ed.)
- Reeves, T. C., & Reeves, P. M. (1997). Effective dimensions of interactive learning on the World Wide Web. *Web-based instruction*, pp. 59-66.
- Resnick, M. (1994). (M. Press, Ed.) *Turtles, Termites, and Traffic Jams*.
- Resnick, M., & Silverman, B. (2005, June). Some reflections on designing construction kits for kids. (ACM, Ed.) *In Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children*, pp. 117-122.
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., . . . Kafai, Y. (2009). Scratch: programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), pp. 60-67.
- Schooler, J. W., & Engstler-Schooler, T. Y. (1990). Verbal overshadowing of visual memories: Some things are better left unsaid. *Cognitive psychology*, 22(1), pp. 36-71.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2004). Science and Schooling for Students with LD A Discussion of the Symposium. *Journal of learning disabilities*, 37(3), p. 81.
- Shuell, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of educational research*, 56(4), pp. 411-436.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis*.
- Skinner, B. F. (1973). *Verbal Behavior*, Appleton-Century-Crofts, New York, 1957.  
*Skinner Verbal Behavior 1957*.
- Smith, B. M. (1960). A concept of teaching. *The Teachers College Record*, 61(5), p. 230.
- Soloway, E., Guzdial, M., & Hay, K. E. (1994). Learner-centered design: The challenge for HCI in the 21st century. *interactions*, 1(2), pp. 36-48.
- Sotiriou, S., Xanthoudaki, M., Calcagnini, S., Zervas, P., Sampson, D. G., & Bogner, F. X. (2012). (E. S.A, Ed.) *The PATHWAY to Inquiry-Based Science Teaching*.
- Spiro, R. J., & Jehng, J. C. (1990). Cognitive flexibility and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multidimensional traversal of complex subject matter. *Cognition, education, and multimedia: Exploring ideas in high technology*, pp. 165-193.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), pp. 373-394.
- Turbak, F., & Berg, R. (2002). Robotic design studio: Exploring the big ideas of engineering in a liberal arts environment. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), pp. 237-253.
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), pp. 433-460.

- Von Glasersfeld, E. (1991). (S. R. Massachusetts, Ed.) *An exposition of constructivism: Why some like it radical*, pp. 229-238.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society* harvard university press. (MA, Ed.) *Cambridge*.
- Whittier, L. E., & Robinson, M. (2007). Teaching evolution to non-English proficient students by using lego robotics. *American Secondary Education*, pp. 19-28.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), pp. 201-216.
- Williams, D., Ma, Y., & Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(1), pp. 51-71.
- Yaşar, O., Little, L., Tuzun, R., Rajasethupathy, K., Maliekal, J., & Tahar, M. (2006). Computational math, science, and technology (CMST): a strategy to improve STEM workforce and pedagogy to improve math and science education. (S. B. Heidelberg, Ed.) *In Computational Science–ICCS 2006*, pp. 169-176.
- Zahl, S. (1977). Jackknifing an index of diversity. *Ecology*, pp. 907-913.
- Ατματζίδου, Σ., Μαρκέλης, Η., & Δημητριάδης, Σ. (2008). Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης. *4ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*.
- Βασάκος, Γ. (2007). Λογισμικό, μικρόκοσμοι, σενάρια και δραστηριότητες στην τάξη. Οι περιπτώσεις του Cabri και του Table Top.
- Βικιπαίδεια. (n.d.). *Lego*. Retrieved from <https://el.wikipedia.org/wiki/Lego>.
- Βικιπαίδεια. (n.d.). *Lego Mindstorms*. Retrieved from [https://el.wikipedia.org/wiki/Lego\\_Mindstorms#.CE.A5.CF.80.CE.BF.CF.83.CF.84.CE.B7.CF.81.CE.B9.CE.B6.CF.8C.CE.BC.CE.B5.CE.BD.CE.B5.CF.82\\_.CE.93.CE.BB.CF.8E.CF.83.CF.83.CE.B5.CF.82\\_.CF.80.CF.81.CE.BF.CE.B3.CF.81.CE.B1.CE.BC.CE.BC.CE.B1.CF.84.CE.B9.CF.83.CE](https://el.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms#.CE.A5.CF.80.CE.BF.CF.83.CF.84.CE.B7.CF.81.CE.B9.CE.B6.CF.8C.CE.BC.CE.B5.CE.BD.CE.B5.CF.82_.CE.93.CE.BB.CF.8E.CF.83.CF.83.CE.B5.CF.82_.CF.80.CF.81.CE.BF.CE.B3.CF.81.CE.B1.CE.BC.CE.BC.CE.B1.CF.84.CE.B9.CF.83.CE).
- Βοσνιάδου, Σ. (2012). *Εισαγωγή στην Ψυχολογία* (Vol. A). Αθήνα: Gutenberg.
- Γλέζου, Κ. (2003). Αξιοποίηση Logo-like περιβάλλοντος στη σχολική τάξη: εμπειρίες, προβληματισμοί και διδακτικές προτάσεις, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ «Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη».
- Εισαγωγή στην εκπαιδευτική πλατφόρμα LEGO Mindstorms NXT*. (n.d.). Retrieved from <http://edurobotics.weebly.com/eta-epsilonkappa942-pilambdaalphatauphi972rhomualpha-lego-mindstorms-nxt.html>.
- ΕΚΕΠΙΣ. (2006). Εκπαιδευτικό Υλικό για τους Εκπαιδευτές Θεωρητικής Κατάρτισης., 1. Αθήνα.

- Εμίρης, Δ. Μ., & Κουλουριώτης, Δ. Ε. (2004). *Ρομποτική*. (Β. Έκδοση, Ed.) Αθήνα: Τεχνοεκδοτική.
- Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών. (n.d.). *Τεύχος 2: Κλάδοι ΠΕ60-70 ΕΑΙΤΥ*. Τομέας Επιμόρφωσης και Κατάρτισης (ΤΕΚ).
- Ερευν. Ακαδημ. Ινστιτ. Τεχνολ. Υπολ. (2002). *Cabri Geometry II*. Retrieved from <http://odysseia.cti.gr/kirki/2ndProductGroup/Cabri%20Geometry%20II.htm>.
- Ετεοκλέους-Γρηγορίου, Ν., & Ψωμάς, Χ. (2012). 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση". *Ενσωμάτωση ρομποτικής ως εκπαιδευτικό-διαθεματικό εργαλείο από μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευση*.
- Εφόπουλος, Β. (2005). *Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Λογισμικό με υποστήριξη Βάσεων Δεδομένων για τη διδασκαλία της πληροφορικής σε αρχαρίους, Διδακτορική Διατριβή*. Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής, Θεσσαλονίκη.
- Η ιστορία των... Lego!* (n.d.). Retrieved from <http://coolweb.gr/istoria-lego-tounlaskia-robot/>.
- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., & Ευαγγελίδης, Γ. (2006). 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής. *Μία Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms*.
- Καραπέτσας, Α. (1988). *Νευροψυχολογία του αναπτυσσόμενου ανθρώπου*. Αθήνα: Σμυρνιωτάκη.
- Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2005). 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής. *Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms*.
- Κασσωτάκης, Μ., & Φλουρής, Γ. (2003). *Μάθηση και Διδασκαλία* (Vol. Α). Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Κολιάδης, Ε. Α. (1997). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική πράξη*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Κολιάδης, Ε. Α. (2002). *Γνωστική ψυχολογία, γνωστική νευροεπιστήμη και εκπαιδευτική πράξη* (Vol. Δ). Αθήνα: Ιδιωτική έκδοση.
- Κολιάδης, Ε. Α. (2012). *Γνωστική Ψυχολογία. Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη* (Vol. 4). Ιδιωτική.
- Κολοκοτρώνης, Δ., & Μπαράς, Γ. (2014). *Εκπαιδευτική Ρομποτική: Διδασκαλία βασικών δομών προγραμματισμού με τη χρήση της γλώσσας Enchanting (Scratch like)*. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής.
- Κόμης, Β. (2001). *Διδακτική της πληροφορικής*. ΕΑΠ.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των επικοινωνιών*. Αθήνα: Νέων Τεχνολογιών.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη διδακτική της πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

- Κόμης, Β., & Μικρόπουλος, Α. (2001). *Πληροφορική στην εκπαίδευση*. Πάτρα: ΕΑΠ.
- Κορομπίλη, Σ. (2005). Η αναγκαιότητα της καθοδηγητικής στρατηγικής στις βιβλιοθήκες των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων. *In Proceedings 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών*. Αθήνα.
- Κοσμοπούλου, Ι., Φλώρου, Κ., Μπαγιάτη, Α., & Χούστης, Η. (2010). Η Εφαρμογή του διδακτικού μικρόκοσμου Scratch σε μαθητές Γ΄ Τάξης Δημοτικού, Πρακτικά 5ου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής.
- Κοσσυβάκη, Φ. (2003). *Εναλλακτική διδακτική: προτάσεις για μετάβαση από τη διδακτική του αντικειμένου στη διδακτική του ενεργού υποκειμένου* (ISBN: 960-01-0972-9 ed.). Αθήνα: Gutenberg.
- Κουτσογιάννης, Κ. (2010). *Ο εγκέφαλος και οι σύγχρονες επιστήμες*. Retrieved from <http://intelhealthphysicslab.gr/el/apopseis-theses/72-o-egkefalos-kai-oi-sygxrones-episthmes.html>.
- Κυριακού, Γ. (n.d.). *Πακέτο Lego Mindstorms NXT*. Retrieved from [http://edurobotics.weebly.com/uploads/6/8/5/3/6853018/parts\\_nxt\\_gr.pdf](http://edurobotics.weebly.com/uploads/6/8/5/3/6853018/parts_nxt_gr.pdf).
- ΜΑΛΑΜΑ - ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΨΥΧΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ. (n.d.). *ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΝΕΥΡΟΨΥΧΟΛΟΓΙΑ*. Retrieved from <http://www.ipse.gr/neuropsychology.html>.
- Μαραγκός, Κ., & Γρηγοριάδου, Μ. (2004, Οκτώβριος). 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση". *Διερεύνηση των χαρακτηριστικών των κινήτρων και της δυναμικής χρήσης των ηλεκτρονικών παιχνιδιών στη μαθησιακή διαδικασία*.
- Μαρκέα, Χ. (2006). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η διδασκαλία των μαθηματικών με έμφαση στα λογισμικά δυναμικής γεωμετρίας (Doctoral dissertation)*.
- Ματσαγγούρας, Η. (2004). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και Μάθηση*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Μικρόπουλος, Α. (2004, Ιανουάριος). Έχει θέση η Logo ως γνωστικό αντικείμενο και ολιστικό πρότυπο στην υποχρεωτική εκπαίδευση;, Πρακτικά 2ης Διημερίδας με διεθνή συμμετοχή. *Διδακτική της Πληροφορικής*.
- Μολέ, Ά. Ε. (2015). *Διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Γυμνάσιο με το Snap!* Retrieved from <http://oceanis.lib.teipir.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2621/%CE%97%20%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%20%CE%B3%CE%B9%CE%B1%20%CE%BD%CE%B1%20%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%AF%CE%BE%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CF%84%CE%BF%20Snap.pdf?seque>.
- Νίκα, Π., Ατματζίδου, Σ., & Δημητριάδης, Σ. (2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική ως όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*. Πειραιάς.
- Νικολός, Δ., & Κόμης, Β. (2010). 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής. *Μια διδακτική πρόταση για τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch*.



- Ξυνόγαλος, Σ. Α. (2002). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία: Ένας Διδακτικός Μικρόκοσμος για την Εισαγωγή στον Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό, Διδακτορική διατριβή*. (Π. Μ. Τμήμα Εφ. Πληροφορικής, Ed.) Retrieved from [https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/15668/2/ΧυνogalosStylianios\\_PhD2002.pdf](https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/15668/2/ΧυνogalosStylianios_PhD2002.pdf).
- Ξυνόγαλος, Σ., Σατρατζέμη, Μ., & Δαγδιλέλης, Β. (2000). 2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ. *Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία*.
- Παιδαγωγικό Ινστιτούτο. (n.d.). *Σχέδια Μαθημάτων*. Retrieved from <http://www.pi-schools.gr/hdtdc/material/scenaria.htm>.
- Παναγιώταρου, Α. (2014). *Η διερεύνηση της έννοιας και της μέτρησης της γωνίας στο νέο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των Μαθηματικών στο γυμνάσιο, μέσω της χρήσης ΤΠΕ (Doctoral dissertation)*. Πάτρα.
- Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας / Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Φλώρινας. (n.d.). Retrieved Απρίλιος 15, 2016, from Εκπαιδευτική Ρομποτική: <http://edurobotics.weebly.com/epsilonkapparialphaiotadeltaepsilonupsilontaiuiotakappa942-rhoomicronmuriomicrontaiuiotakappa942.html>
- Παπαγεωργίου, Β. (2006). Η χρήση των λογιστικών φύλλων στη διδασκαλία των μαθηματικών: μια μελέτη περίπτωσης.
- Πρέζας, Π. (2003). *Θεωρίες μάθησης και Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (1998). *Η πληροφορική στην εκπαίδευση. Συνολική προσέγγιση*. Αθήνα.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2004). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση (Vol. A & B)*. Ράπτη.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2006). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας: Ολική προσέγγιση (Vol. A & B)*. Αθήνα: Ράπτη.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας, Ολική Προσέγγιση (Vol. A)*. Αθήνα.
- Σακονίδης, Χ. (2002). Μάθηση και διδασκαλία των Μαθηματικών: από το μαθητή στις κοινότητες πρακτικής στην τάξη. *Ομοιότητες και διαφορές: Αναζητώντας νέους δρόμους στην εκπαίδευση* (pp. 67-86). Αθήνα: ΥΠΕΠΘ-ΕΠΕΑΕΚ II.
- Σαρημπαλίδης, Ι. (2012). Μάθηση Προγραμματισμού Η/Υ από μαθητές Α' Λυκείου με το Scratch, 6ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής".
- Σεραφείμ, Κ. (2008). Σύγχρονα Περιβάλλοντα ανάπτυξης Εκπαιδευτικών Εφαρμογών για Παιδιά: Η περίπτωση του Scratch.
- Σολομωνίδου, Χ. (1999). *Εκπαιδευτική τεχνολογία. Μέσα, υλικά, διδακτική χρήση και αξιοποίηση*. Αθήνα: Καστανιώτη.
- Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική Τεχνολογία. Επικοινωνιακός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

- Στούμπου, Α., Δέτσικας, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2013). Διδασκαλία των δομών επιλογής και επανάληψης με εργαλείο την εκπαιδευτική ρομποτική: μια μελέτη περίπτωσης. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*. Πειραιάς.
- Στυλιάρας, Γ., & Δήμου, Β. (2016). Σύγχρονες θεωρίες μάθησης και συνεισφορά στον σχεδιασμό εκπαιδευτικών υπολογιστικών περιβαλλόντων. In *Διδακτική της Πληροφορικής*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Retrieved from <http://hdl.handle.net/11419/723>
- Τζιμογιάννης, Α., & Κόμης, Β. (2004). Μελέτη των αναπαραστάσεων μαθητών του Ενιαίου Λυκείου για τη ροή δεδομένων και το ρόλο των βασικών μονάδων του υπολογιστή. *Πρακτικά 2ης Δημερίδας "Διδακτική της Πληροφορικής"*, pp. 73-85.
- Τριλιανός, Θ. (2004). *Μεθοδολογία της Σύγχρονης Διδασκαλίας: Καινοτόμες επιστημονικές προσεγγίσεις στη διδακτική πράξη* (Vol. Β). Αθήνα: 3η εκδ. Τριλιανός Αθανάσιος.
- Τσαγγοπούλου, Σ., & Φαχαντίδης, Ν. (2012). Διδακτική του μαθήματος Πληροφορικής στην Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού: Προγραμματίζω και Ελέγχω με LOGO. *6ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*.
- Τσιανάκα, Β. (2006). Ανάπτυξη εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της ομοιότητας τριγώνων με εκπαιδευτικό λογισμικό δυναμικής γεωμετρίας.
- Τσοβόλας, Σ. (2008). Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*. Πάτρα.
- Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2006). Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBOLAB. *3ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*.
- Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2010). *5ο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής. Ρομποτικές κατασκευές μαθητών δημοτικού: μια ανάλυση με βάση τη Θεωρία της Δραστηριότητας*.
- ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *Modellus*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=149:modellus&Itemid=135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=149:modellus&Itemid=135).
- ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *The Geometer's SKETCHPAD V4*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=154:the-geometer-s-sketchpad-v4&Itemid=135135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=154:the-geometer-s-sketchpad-v4&Itemid=135135).
- ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *ΓΑΙΑ II*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=152:gaia-ii&Itemid=135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=152:gaia-ii&Itemid=135).
- ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *Δ.Ε.Λ.Υ.Σ.*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=153:delus&Itemid=135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=153:delus&Itemid=135).

yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\_k2&view=item&id=200:d-e-l-y-s&Itemid=135.

ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *Δημιουργός Μοντέλων II*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=139:dimiourgos-montelon-ii&Itemid=135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=139:dimiourgos-montelon-ii&Itemid=135).

ΥΠ.Π.Ε.Θ., Δ. Ε. (2016). *Μετρώ, Υπολογίζω και Εκτιμώ*, Διεύθυνση Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης, Τμήμα Α'. Retrieved from [http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=223:metro-ypologizo-kai-ektimo&Itemid=135](http://e-yliko.minedu.gov.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=223:metro-ypologizo-kai-ektimo&Itemid=135).

Φλουρής, Γ. (2003). *Σκέψεις για την αναζήτηση ενός πλαισίου επιμόρφωσης και δια βίου μάθησης των εκπαιδευτικών στην κοινωνία της γνώσης*. Αθήνα: Ατραπός.

Φράγκου, Σ., & Γρηγοριάδου, Μ. (2009). 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Γνωσιακής Επιστήμης. *Μεταγνωστικές δεξιότητες στα πλαίσια ανάπτυξης συνθετικών εργασιών*.

Χασάπης, Δ. (2000). *Διδακτική βασικών μαθηματικών εννοιών: Αριθμοί και αριθμητικές πράξεις*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Χασάπης, Δ. (2005). *Κοινωνικές και Πολιτισμικές διαστάσεις της μαθηματικής εκπαίδευσης*. (ΑΠΘ-ΠΤΔΕ, Ed.) Θεσσαλονίκη: Copy City Digital.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι