ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία με θέμα:

«Εφαρμογή διαδικτυακών tests για παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες σε μαθήματα των πρώτων τάξεων του δημοτικού σχολείου. Υλοποίηση, εφαρμογή και ανάλυση δεδομένων δοκιμαστικής έκδοσης.»

Φοιτητής: **Τσιρέκας Χαρίσιος**
Επιβλέπων Καθηγητής: **Συνδουκάς Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής**

Τριμελής Επιτροπή: **Ασημόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής**
Μπίσμπας Αντώνιος, Καθηγητής
Συνδουκάς Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής

ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2012

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Copyright © 2012

Η έγκριση της μεταπτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας δεν υποδηλώνει απαραιτήτως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του Μεταπτυχιακού Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του ΠΑΜΑΚ, του Τμήματος Βιομηχανικού Σχεδιασμού του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας και Προϊστάμενος του Τμήματος Εφαρμογών Πληροφορικής στη Διοίκηση και στην Οικονομία του ΤΕΙ Γρεβενών ,παραρτήματος του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, κ. Δημήτριο Συνδουκά, αφενός για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας εργασίας και αφετέρου για τις πολύτιμες συμβουλές και παρεμβάσεις του.

Είναι απαραίτητο επίσης να ευχαριστήσω τους γονείς που επέτρεψαν την συμμετοχή των παιδιών τους στον έλεγχο της εφαρμογής αλλά και για την άδεια χρήσης των δεδομένων που προέκυψαν μέσα από τις απαντήσεις των παιδιών τους στα tests. Ευχαριστώ πολύ τον φίλο καθηγητή Φιλολογίας Βαγγέλη Καφτεράνη για τις συμβουλές του αλλά και την συμμετοχή του ως επιβλέπων, στη διαδικασία εκτέλεσης των tests από τα παιδιά. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ στους μικρούς μου φίλους για την υπομονή και την διάθεση που επέδειξαν κατά την διαδικασία εξέτασης στην οποία υποβλήθηκαν.

Επίσης ευχαριστώ τους κ.κ καθηγητές Ασημόπουλο Νικόλαο και Μπίσμπα Αντώνιο που δέχτηκαν να συμμετέχουν στην εξεταστική επιτροπή της διπλωματικής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικού λογισμικού το οποίο σχεδιάστηκε στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών του Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής. Η εφαρμογή είναι διαδικτυακή και απευθύνεται σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες των πρώτων Τάξεων Δημοτικού αλλά και στους εκπαιδευτικούς τους και τους γονείς τους. **Σημειώνεται πως το λογισμικό αυτό δεν είναι λογισμικό διάγνωσης μαθησιακών δυσκολιών αλλά μια προσπάθεια εξάσκησης και βελτίωσης των προβλημάτων που παρουσιάζουν τα παιδιά αυτής της κατηγορίας.** Ο βασικός άξονας της εφαρμογής είναι η μεταφορά, από το χαρτί, στον υπολογιστή ασκήσεων εξάσκησης και βελτίωσης του προβλήματος, οι οποίες έχουν προταθεί από εξειδικευμένους επιστήμονες στον τομέα των μαθησιακών δυσκολιών.

Οι ασκήσεις χωρίζονται σε 2 βασικές κατηγορίες ασκήσεων, Γλώσσας και Μαθηματικών. Βασικά χαρακτηριστικά του λογισμικού είναι η ευχρηστία και η απλότητα έτσι ώστε να μην κουράζεται και να μην αποπροσανατολίζεται εύκολα από τον στόχο του ο χρήστης που κυρίως είναι παιδιά. Επίσης ένα μεγάλο πλεονέκτημα της είναι ο διαδικτυακός της χαρακτήρας. Έτσι οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στην εφαρμογή εύκολα από όπου και αν βρίσκονται αρκεί να έχουν στη διάθεση τους έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και μια σύνδεση στο διαδίκτυο.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται ένα μεγάλο μέρος των ασκήσεων, που περιλαμβάνονται στην εφαρμογή και στη συνέχεια, μετά την χρήση της εφαρμογής από παιδιά που έχουν διαγνωσθεί από εξειδικευμένα κέντρα ως παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, γίνεται η ανάλυση των δεδομένων και η προσπάθεια εύρεσης συσχετίσεων μεταξύ των ασκήσεων, της ηλικίας, το χρόνο εξάσκησης, τον χρόνο απάντησης και της απόδοσης των παιδιών.

Λέξεις κλειδιά: «Εκπαιδευτικό λογισμικό», «διαδικτυακή εφαρμογή», «μαθησιακές δυσκολίες», «ανάλυση δεδομένων».

Abstract

This paper presents educational software which was designed at the University of Macedonia, within the graduate program of the Department of Applied Informatics.

The application is a web application and is aimed at students with learning difficulties of the first classes of Elementary school and also their teachers and parents. **Note that this software is not diagnostic software of learning difficulties but an attempt to improve practice and the problems faced by children in this category**. The backbone of this application is the transfer of training exercises, from paper to computer to improve the problem, which have been proposed by specialists in the field of learning disabilities.

The exercises are divided into 2 main categories of exercises, Language and Mathematics. Key features of the software are usability and simplicity so that the user does not get tired and disorientated from the target, where the users mainly include children. Also a big advantage is its web features. This way, users can access the application easily from wherever they are, as long as they have at their disposal a PC and an internet connection.

This paper presents a large part of the exercises included in the application, and then, after the use of the application by children who have been diagnosed by specialized centers as children with learning difficulties, is the analysis of the data and attempt to find correlations between exercises, age, time of training, response time and performance of the children.

Key words: “educational software”, “web application”, “learning difficulties”, “data analysis”.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ 9

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ 10

1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ 14

1.3. ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ 15

1.4. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ 17

1.5. ΒΑΣΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ 21

1.5.1 Ο άνθρωπος χρήστης 21

1.5.2 Ο υπολογιστής 29

1.5.3 Η διάδραση-διασύνδεση ανθρώπου υπολογιστή. 31

1.6. ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΡΑΣΗΣ 34

1.6.1 Γνωστικά μοντέλα 34

1.6.2 Νοητικά μοντέλα 39

1.7. ΣΤΥΛ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ 42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ 53

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 54

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ 56

2.3 ΟΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΦΟΡΙΚΟ ΛΟΓΟ 58

2.4 Η ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΤΗΣ. 59

2.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ 60

2.5.1 Φωνολογική επίγνωση 60

2.5.2 Βασική ανάγνωση 61

2.5.3 Κατανόηση της ανάγνωσης 64

2.6 Η ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΡΘΟΓΡΑΦΙΑΣ 66

2.7 ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΔΥΣΚΟΛΙΑ (ΔΥΣΛΕΞΙΑ) 67

2.8 ΟΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ 69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ 81

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 82

3.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ 82

3.3 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ 85

3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ 86

3.5 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ. 90

3.5.1 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην κωδικοποίηση συμβόλων. 90

3.5.2 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην επεξεργασία της γλώσσας. 95

3.5.3 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην αντίληψη και στην επεξεργασία του χώρου και των αριθμών. 104

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ 111

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 112

4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ 113

4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ 116

4.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ 121

4.5 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ, ΛΑΘΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ, ΗΛΙΚΙΑΣ, ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ. 126

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 131

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 135

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε μια σχολική τάξη της σημερινής εποχής θα συναντήσουμε μαθητές με διαφορετικές ανάγκες και απαιτήσεις. Οι εκπαιδευτικοί έχουν να αντιμετωπίσουν ένα σύνολο μαθητών το οποίο μπορεί να αποτελείται από μαθητές με μαθησιακές και συναισθηματικές δυσκολίες, με προβλήματα συμπεριφοράς, με διάσπαση προσοχής, με δυσλεξία και με άλλες παιδαγωγικές ανάγκες.

Η θεαματική εξέλιξη που εμφανίζεται τα τελευταία χρόνια στο θέμα των μαθησιακών δυσκολιών έχει ως αποτέλεσμα την συνεχή κατάρτιση όλου του εκπαιδευτικού συστήματος, εκπαιδευτικών, υπηρεσιών και φορέων υποστήριξης και γονέων, με κοινό γνώμονα την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών σε όλη την εκπαιδευτική τους πορεία. Έτσι κρίνεται επιτακτική η ανάγκη δημιουργίας ευέλικτων και ελκυστικών διδακτικών μεθόδων και εκπαιδευτικών υλικών που θα συντελέσει στην προσέγγιση και ικανοποίηση αυτού του διαφοροποιημένου συνόλου των μαθητών.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια προσπάθεια απομάκρυνσης από τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας και της ένταξης των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην εκπαίδευση όπως αυτές έχουν ενταχθεί και σε πολλούς άλλους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Το ενδιαφέρον εκδηλώνεται μέσα από εκπαιδευτικά λογισμικά και ψηφιακά σχολεία.

Με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον μάθησης και εργασίας για τα παιδιά και έτσι να τα βοηθήσουμε να αντεπεξέλθουν καλύτερα στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σε συνεργασία τόσο με τους γονείς όσο και με τους δασκάλους των παιδιών. Μαζί με τη βοήθεια και την καθοδήγηση κάποιου δασκάλου μπορούν να ακολουθήσουν μία σειρά ασκήσεων που θα βοηθήσουν την πρόοδό τους από οποιοδήποτε χώρο επιθυμούν και να νιώθουν πιο άνετα, φτάνει να υπάρχει πρόσβαση σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ

1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η Επικοινωνία Ανθρώπου Μηχανής (Human Machine Interaction) είναι ένας κλάδος που βασίζεται σε πολλούς τομείς διαφόρων επιστημών όπως: η εργονομία, ο βιομηχανικός σχεδιασμός, η γνωστική ψυχολογία, τα γραφικά υπολογιστών και τα λειτουργικά συστήματα. Η σχέση αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη διαφόρων τεχνικών διάδρασης ανθρώπου-μηχανής.

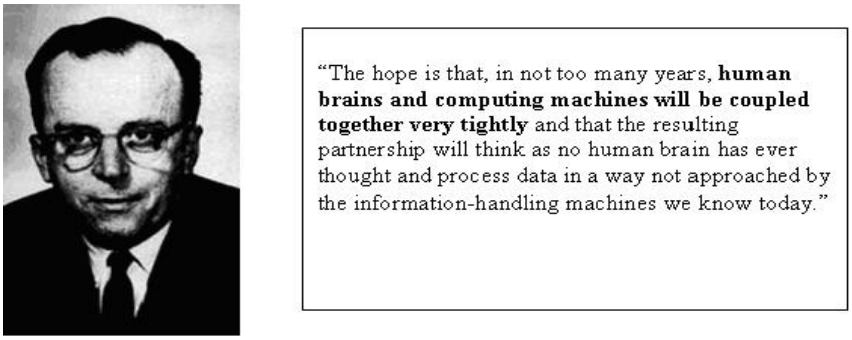
Ο όρος "εργονομία" προέρχεται από δύο ελληνικές λέξεις: "έργον", που ερμηνεύει την εργασία και "νόμοι", που αντιπροσωπεύει τους φυσικούς νόμους. Η Εργονομία είναι ο επιστημονικός κλάδος που μελετάει την αλληλεπίδραση μεταξύ των ανθρώπων και των στοιχείων ενός συστήματος. Στόχος της είναι να επιτευχθεί ο συνδυασμός της βελτίωσης των συνθηκών εργασίας για τους εργαζόμενους, με την βελτιστοποίηση της συνολικής απόδοσης του συστήματος. Τα πρώτα χρόνια του 19ου αιώνα, έγιναν προσπάθειες αύξησης της βιομηχανικής παραγωγής, με αποτέλεσμα να αναπτυχθεί και να εξελιχθεί η βιομηχανική τεχνολογία. Αρχικά δόθηκε έμφαση στο σχεδιασμό αποτελεσματικών μεθόδων εργασίας με τα χέρια και στη συνέχεια στο σχεδιασμό εξειδικευμένων εργαλείων τα οποία θα ωθούσαν σε αύξηση της παραγωγικότητας και μείωση της κόπωσης. (ΜΑΡΜΑΡΑΣ, Ν. 2002) [10]

Κατά την διάρκεια του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, διεξάγονται οι πρώτες έρευνες για σχεδίαση αποτελεσματικότερου, απλούστερου και πιο εύχρηστου εξοπλισμού. Μέσα από αυτές τις έρευνες προκύπτει ένας νέος τομέας, αυτός των Ανθρωπίνων Παραγόντων (Human Factors). Το βασικό πρόβλημα του τομέα ήταν η λειτουργικότητα των υπολογιστών. Τα νέα προβλήματα που έπρεπε να αντιμετωπισθούν είχαν σοβαρές γνωστικές, επικοινωνιακές και αλληλεπιδραστικές πτυχές που δεν είχαν ανακαλυφθεί παλαιότερα, ωθώντας το πεδίο της έρευνας προς αυτές τις κατευθύνσεις. (Sanders and McCormick 1987) [8]

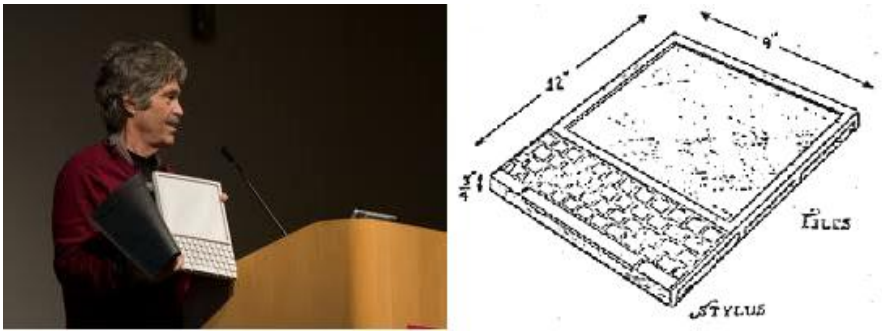
Στα 1950, μια σειρά ιδεών από τον τομέα της μηχανολογίας της επικοινωνίας, της γλωσσολογίας και της μηχανολογίας υπολογιστών οδήγησαν σε μια νέα επιστήμη την γνωσιακή ή γνωστική ψυχολογία. Αυτή η επιστήμη, βασίζεται σε πειραματικές αποδείξεις, με κύριο σκοπό της έρευνας την εξαγωγή συμπερασμάτων για την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με την μηχανή μέσα από την επεξεργασία των πληροφοριών που μπορεί να δώσει ο άνθρωπος για την εν λόγω επικοινωνία. Οι ερευνητές της επικεντρώνονται στην μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την

εκμάθηση συστημάτων από τον χρήστη, την μεταφορά της γνώσης, τη νοητική αναπαράσταση των συστημάτων από τον άνθρωπο και τις επιδόσεις του ανθρώπου με τέτοια συστήματα. (Licklider 1960) [5]

Στις δεκαετίες του ‘60 και του ’70 συναντάμε ένα σύνολο προσπαθειών για την επίτευξη επικοινωνίας ανάμεσα στον άνθρωπο και στον υπολογιστή. Μια τέτοια προσπάθεια είναι και η δημοσίευση του Licklider η "συμβίωσης ανθρώπου-μηχανής", όπως επίσης, η "επαύξηση της ανθρώπινης διάνοιας" του Engelbart (1963) και η παρουσίαση του "Dynabook" του Alan Kay το 1968, ενός υπολογιστή που έμοιαζε πολύ με τα σημερινά Laptops, με μπαταρία μακράς διάρκειας ζωής και με λογισμικό που απευθύνονταν κυρίως σε παιδιά, καθώς ήταν η πρώτη προσπάθεια παροχής πρόσβασης ψηφιακών μέσων σε παιδιά. Μερικές από αυτές τις προσπάθειες, συμπεριλαμβάνουν την επινόηση του ποντικιού, την εφεύρεση των ψηφιογραφικών οθονών, των παράθυρων, των κειμενογράφων και πολλών άλλων πρωτοποριακών τεχνολογικών επιτεύξεων στον κλάδο της ΕΑΥ που γενικά συντέλεσαν στην ανάπτυξη και στην εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών. (Licklider 1960) (Kay and Goldberg 1977) [5] [6] [7]



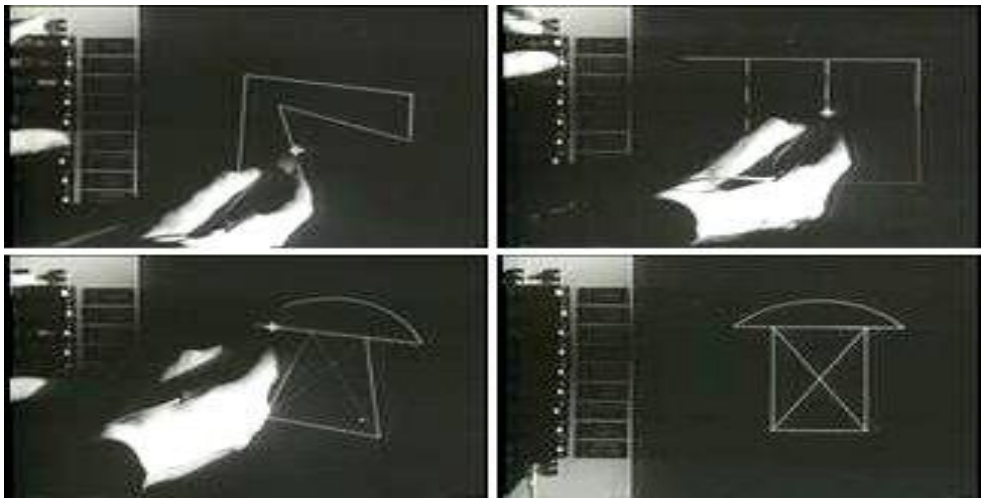
Εικόνα 1: J. C. R. Licklider «συμβίωσης ανθρώπου-μηχανής» 1960.



Εικόνα 2: Παρουσίαση του "Dynabook" από τον Alan Kay.

Το 1963 ο Sutherland παρουσίασε ένα επαναστατικό για την εποχή του πρόγραμμα το Sketchpad, για το οποίο τιμήθηκε με το Turing Award το 1988. Το

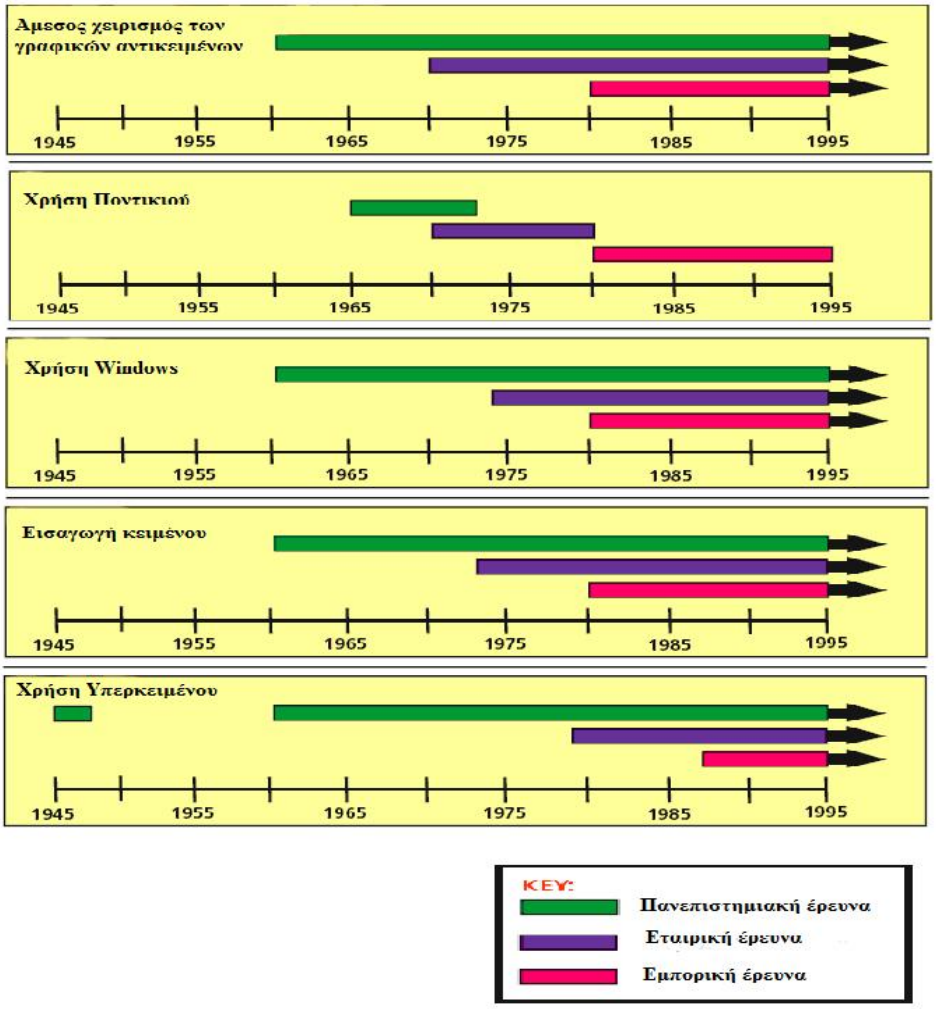
πρόγραμμα αυτό θεωρείται ο πρόγονος όλων των σύγχρονων σχεδιαστικών προγραμμάτων με υπολογιστή (computer-aided drafting (CAD)), καθώς επίσης και μια σημαντική ανακάλυψη στην ανάπτυξη της ηλεκτρονικής γραφιστικής γενικά. Ο Sutherland, με το Sketchpad, έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη του τομέα των γραφικών υπολογιστών, με αποτέλεσμα να εμφανιστούν οι πρώτες αναφορές σε τεχνικές διάδρασης. (Sutherland 1963) [4]



Εικόνα 3: Παρουσίαση του Sketchpad από τον Ivan Sutherland

Η συνεχιζόμενη έρευνα στον τομέα των γραφικών επέτρεψε την ανάπτυξη αλγορίθμων και γραφικών που επέτρεπαν την εμφάνιση και διαχείριση ακόμα πιο ρεαλιστικών αντικειμένων, με αποτέλεσμα να εξελιχθούν σε βασικό παράγοντα της Επικοινωνίας Ανθρώπου-Υπολογιστή (ΕΑΥ). (Sutherland 1963) [4] Το ίδιο χρονικό διάστημα η έρευνα στο χώρο των λειτουργικών συστημάτων, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη τεχνικών για τη διασύνδεση μονάδων εισόδου/ εξόδου, για την ρύθμιση του χρόνου απόκρισης των συστημάτων σε αντιστοιχία με τον ανθρώπινο χρόνο, για την πολυεπεξεργασία και για την υποστήριξη παραθυρικών περιβαλλόντων και κινούμενων εικόνων. Αυτή η κίνηση έδωσε ώθηση σε συστήματα διαχείρισης διεπαφών και σε εργαλειοθήκες διεπαφών. Κατά τη δεκαετία του ‘80, λόγω της επανάστασης του λογισμικού, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής διαφοροποιήθηκε από την ευρύτερη και αρχική έννοια της μηχανής. (Hewett 1992) [1]

Τέλος, η αύξηση της αγοράς προσωπικών υπολογιστών συνέδεσε σε μεγάλο βαθμό τις πωλήσεις τους με την ποιότητα των διεπαφών τους. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την σταδιακή εξέλιξη μιας τυποποιημένης αρχιτεκτονικής διεπαφών, η οποία ξεκινούσε από το επίπεδο της υποστήριξης ποντικιών και έφτανε μέχρι και την διαχείριση παραθυρικών περιβαλλόντων και εφαρμογών.



Εικόνα 4: Χρονοδιάγραμμα ερευνών βελτίωσης βασικών τεχνολογιών της ΕΑΜ

Όλα τα παραπάνω, οδήγησαν τα τελευταία 20 χρόνια σε μια ραγδαία ανάπτυξη του τομέα της ΕΑΥ. Αποτελεί έναν από τους πιο γρήγορα αναπτυσσόμενους τομείς στην Πληροφορική σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο βασικός λόγος για την ταχεία αυτή ανάπτυξη είναι η αύξηση της υπολογιστικής δύναμης σε συνάρτηση με την παράλληλη μείωση του αντίστοιχου κόστους. Οι υπολογιστές ήταν το εργαλείο για τους λίγους, ενώ τώρα έχουν γίνει κτήμα πολλών.

Η πλειονότητα του πληθυσμού στον ανεπτυγμένο κόσμο πλέον θεωρεί τους υπολογιστές και τις εφαρμογές τους, μέρος της καθημερινής ρουτίνας. Ενώ παλαιότερα ο μέσος χρήστης υπολογιστών γνώριζε ταυτόχρονα την τεχνολογία και τον συγκεκριμένο χώρο, στις μέρες μας ο μέσος χρήστης δεν μπορεί εύκολα να κατανοήσει την τεχνολογία των υπολογιστικών συστημάτων αλλά ούτε μπορεί να ξοδέψει πολύτιμο χρόνο, ο οποίος μπορεί να είναι ένα μεγάλο χρονικό διάστημα, για την εκμάθηση ενός εξειδικευμένου συστήματος. Για τον λόγο αυτό, οι υπεύθυνοι

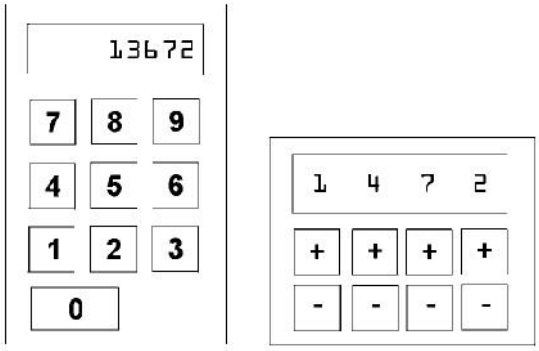
ανάπτυξης προγραμμάτων θεωρούν αναγκαίο χαρακτηριστικό των προγραμμάτων τους τη φιλικότητα προς το χρήστη. Αρκετοί από τους χρήστες δεν έχουν την πολυτέλεια της επιπλέον εκπαίδευσης και ζητούν συστήματα που θα μπορούν να χρησιμοποιήσουν από την πρώτη μέρα. (Myers 1998)[9]

1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΜΗΧΑΝΗΣ

Όπως αναφέρθηκε, η ανάπτυξη του τομέα της ΕΑΜ και κατ' επέκταση και της ΕΑΥ είναι ραγδαία.. Η επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή συμβάλλει αποφασιστικά σε κατηγορίες συστημάτων που ελέγχουν κρίσιμες λειτουργίες, όπως στην βιομηχανία, στις μεταφορές, στην ιατρική, κ.τ.λ.. Ακόμη και μικρές, φαινομενικά ασήμαντες λεπτομέρειες στο σχεδιασμό αλληλεπιδραστικών συστημάτων μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες καταστροφές. Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα τα οποία δείχνουν τη σημασία που έχει αποκτήσει ο εν λόγο τομέας στην καθημερινή μας ζωή (Ιωαννίδης και Λέπουρας 2004). [3]

- Πυρηνικό ατύχημα (Three Mile Island): Κατά τη διάρκεια μιας πυρηνικής δοκιμής, μια ενδεικτική λυχνία υποδείκνυε εσφαλμένα ότι είχε κλείσει μια βαλβίδα και μια κρίσιμη ένδειξη στον πίνακα ελέγχου κρυβόταν από μία πινακίδα. Το σύστημα αν και εντόπισε το σφάλμα παρείχε ηχητικές και οπτικές ενδείξεις για 1500 συμβάντα που δε μπορούσαν να ακυρωθούν το καθένα ξεχωριστά, με συνέπεια να μην υποδεικνύει την αιτία του σφάλματος και να παρέχει υπερπληροφόρηση.
- Αεροπορικό ατύχημα (Am.Airlines): Καθώς ένα αεροπλάνο πλησίαζε το αεροδρόμιο Rozo στη Κολομβία, ο πιλότος υπερπήδησε κάποιες από τις διαδικασίες προσέγγισης και έγραψε R με αποτέλεσμα το σύστημα να συμπληρώσει το υπόλοιπο όνομα του αεροδρομίου προσγείωσης σε Romeo. Ο αυτόματος πιλότος εκτέλεσε στροφή σε χαμηλό ύψος για το αεροδρόμιο Romeo και 9 δευτερόλεπτα αργότερα το αεροπλάνο κατέπεσε.
- Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στις διεπαφές των οργάνων υγείας, διότι το παραμικρό λάθος μπορεί να αποβεί μοιραίο. Για παράδειγμα, για τον καθορισμό δοσολογίας ακτινοβολίας ή φαρμάκου, είναι πολύ προτιμότερη η χρήση δύο πλήκτρων +/- για κάθε ψηφίο παρά ένα κλασσικό πληκτρολόγιο αριθμομηχανής (κομπιουτεράκι), διότι η διαφορά της επιθυμητής δόσης από

την πληκτρολογούμενη είναι τεράστια με το δεύτερο. Σχηματικά αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5 : Απεικόνιση, δύο διαφορετικών τρόπων επιλογής μίας τιμής, μέσα από δύο διαφορετικά σχεδιασμένα συστήματα.

- Όταν τα (εικονικά) πλήκτρα ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ (SAVE) και ΔΙΑΓΡΑΦΗ (DELETE) είναι πολύ κοντά, τότε πολύ εύκολα μπορεί να πάει κανείς με το ποντίκι στην λάθος επιλογή. Ακόμη και όταν υπάρχει παράθυρο διαλόγου που ζητάει επιβεβαίωση της πράξης υπάρχει πρόβλημα, γιατί αυτό το ίδιο παράθυρο εμφανίζεται μετά και από τις δύο επιλογές.

Υπάρχουν αναρίθμητα παραδείγματα όμοια με τα παραπάνω, γεγονός που καταδεικνύει τη σημασία της ΕΑΜ. Ο βασικός στόχος της ΕΑΜ είναι η αυξημένη Χρηστικότητα (Usability), η οποία επιτυγχάνεται όταν η επικοινωνία ενός χρήστη με ένα σύστημα χαρακτηρίζεται από:

- Μικρό χρόνο εκμάθησης του συστήματος.
- Μικρό απαιτούμενο χρόνο για να ολοκληρώσει ο χρήστης την εργασία του.
- Μικρό αριθμό και ελαφριάς μορφής , λαθών από πλευράς χρήστη.
- Μακροχρόνια συγκράτηση των χαρακτηριστικών της διεπαφής.
- Υποκειμενική ικανοποίηση του χρήστη.

1.3. ΕΡΓΟΝΟΜΙΑ

Γνωρίζουμε ότι ο άνθρωπος μπορεί και προσαρμόζεται στις συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον, αλλά αυτή η προσαρμογή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις. Όσων αφορά την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με την μηχανή, ένα λανθασμένα σχεδιασμένο περιβάλλον μπορεί να φέρει αναποτελεσματικότητα, πολλά λάθη στην χρήση του μηχανήματος, στρες, κούραση, ακόμη και προβλήματα υγείας για τον χρήστη. Η εργονομία ασχολείται με την σχεδίαση περιβαλλόντων εργασίας με

στόχο την μεγιστοποίηση της ασφάλειας και της αποδοτικότητας του χρήστη. Η εργονομία λοιπόν έχει δύο βασικούς στόχους:

- την παραγωγική χρήση των ανθρώπινων δυνατοτήτων και
- την διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι η εργονομία ασχολείται με: *«τον σχεδιασμό ή τον επανασχεδιασμό στοιχείων ενός συστήματος, με τέτοιο τρόπο ώστε να διαμορφωθούν κατάλληλες συνθήκες εργασίας, προσαρμοσμένες στα βιολογικά, φυσιολογικά, ψυχολογικά και κοινωνιολογικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου»*. (ΜΑΡΜΑΡΑΣ, Ν. 2002) [10]

Γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω πως η εργονομία μελετά τα φυσικά χαρακτηριστικά της διάδρασης καθώς και τους τρόπους με τους οποίους σχεδιάζεται ένα διαδραστικό σύστημα. Η μελέτη αυτή μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερες κατηγορίες όπως: (http://www.ergonomics.org) [1.1]

- Σωστή τοποθέτηση οργάνων ελέγχου και αναπαραστάσεων δεδομένων. Η τοποθέτηση των σημαντικών στοιχείων ενός συστήματος, θα πρέπει να ακολουθεί μια μέθοδο οργάνωσης. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες μέθοδοι είναι:
    - Βάση λειτουργικότητας, δηλαδή τα στοιχεία που σχετίζονται μεταξύ τους τοποθετούνται στον ίδιο χώρο, ενώ σε στοιχεία με αντίθετες λειτουργίες θα πρέπει να υπάρχει απόσταση μεταξύ τους.
    - Βάση συχνότητας, δηλαδή τα στοιχεία οργανώνονται ανάλογα με το πόσο συχνά χρησιμοποιούνται.
    - Σειριακά, δηλαδή τα στοιχεία οργανώνονται με βάση την απαιτούμενη ακολουθιακή σειρά εκτέλεσης μιας εντολής.
    - Αλφαβητικά, τα στοιχεία οργανώνονται αλφαβητικά.

  Επίσης, η διεπαφή θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να έχει πρόσβαση σε όλους τους μηχανισμούς και όλες οι ενδείξεις να είναι ορατές από αυτόν (π.χ. οι σημαντικές ενδείξεις να βρίσκονται στο ύψος του ματιού, για να φαίνονται εύκολα και γρήγορα).
- Σωστός καθορισμός του περιβάλλοντος εργασίας. Σε αυτό το κομμάτι θα πρέπει να απαντηθούν από τον σχεδιαστή ερωτήματα όπως: «που θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα;», «από ποιόν;», «ποια θα είναι η θέση του χρήστη;» κ.τ.λ.. Πρέπει να δίνεται μεγάλη σημασία στον χρήστη και συνήθως

τα συστήματα σχεδιάζονται βάση του μέσου χρήστη. Επίσης μελετώνται και οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της διάδρασης, οι πιο σημαντικοί είναι:

- Θέση και στάση του σώματος του χρήστη.
- Θερμοκρασία του χώρου.
- Φωτισμός του χώρου.
- Θόρυβος του γενικότερου περιβάλλοντος.
- Χρόνος συνεχούς εργασίας.

- Σωστή χρήση των χρωμάτων. Τα χρώματα που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι διακριτά μεταξύ τους, έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί να διακρίνει την αντίστοιχη λειτουργία. Το μπλε χρώμα δεν πρέπει να χρησιμοποιείται για κρίσιμες πληροφορίες. Γενικότερα, τα χρώματα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις προσδοκίες των χρηστών, χρησιμοποιώντας παραδείγματα από τον πραγματικό κόσμο, όπως για παράδειγμα τα χρώματα των φωτεινών σηματοδοτών, όπου το κόκκινο δηλώνει διακοπή, το πράσινο έναρξη και το κίτρινο αναμονή.

Η εργονομία εμφανίστηκε την περίοδο της Βιομηχανικής Επανάστασης και εξελίχθηκε σαν αυτόνομο επιστημονικό πεδίο στον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Κατά την δεκαετία του ’80, λόγω της επανάστασης του λογισμικού, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής διαφοροποιήθηκε από τις άλλες μηχανές και προέκυψε η ανάγκη για περεταίρω μελέτη των τρόπων βελτιστοποίησης σχεδιασμού των υπολογιστών και των λογισμικών του. Έτσι στις αρχές της δεκαετίας του ’90 εμφανίζεται μια άλλη πτυχή της εργονομίας, η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον υπολογιστή ή αλλιώς Human Computer Interaction (HCI). Θα μπορούσαμε να πούμε, αν και υπάρχει μεγάλη αλληλοεπικάλυψη μεταξύ της σχεδίασης διεπαφών και αλληλεπίδρασης ανθρώπου υπολογιστή, πως η εργονομία ασχολείται περισσότερο με την σχεδίαση του υλικού και η HCI με την σχεδίαση λογισμικού (Preece 1994).[20]

1.4. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Ο επιστημονικός τομέας, που είναι γνωστός ως Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή (Human Computer Interaction ή HCI), ασχολείται με το σχεδιασμό, την αξιολόγηση και την υλοποίηση διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων και με τη μελέτη των σημαντικότερων φαινομένων γύρω από αυτά. (Hewett 1992) [1]

Η γνωστική περιοχή της επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή (ΕΑΥ) έχει μια ιδιαιτερότητα μεταξύ των υπόλοιπων περιοχών της επιστήμης υπολογιστών, αφού αφορά, μεταξύ άλλων, τη μελέτη και την κατανόηση του ανθρώπου ως χρήστη του υπολογιστή. Η ΕΑΥ αναφέρεται στη σχεδίαση συστημάτων που υποστηρίζουν τους ανθρώπους ώστε να πραγματοποιούν τις εργασίες τους παραγωγικά και με ασφάλεια. Είναι δηλαδή η μελέτη των ανθρώπων , της τεχνολογίας των υπολογιστών και των τρόπων που αλληλοεπηρεάζονται. Θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι η μελέτη της εμπειρίας που προκαλείται στο χρήστη από τεχνολογίες της πληροφορικής. Είναι δηλαδή η μελέτη της σχεδίασης και της αξιολόγησης των υπολογιστικών τεχνολογιών, στοχεύοντας στην βελτίωση της επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή, βασιζόμενη στην εμπειρία του χρήστη που αποκτά μέσα από αυτή την αλληλεπίδραση. (Hewett 1992) [1]

Η ΕΑΥ είναι υποχρεωμένη από το αντικείμενό της να μελετήσει, πέραν των τεχνολογιών και των μεθοδολογιών σχεδιασμού και λειτουργίας υπολογιστικών συστημάτων, τη συμπεριφορά του ατόμου είτε ως μονάδα είτε ως μέλος μιας ομάδας, της οποίας η λειτουργία υποβοηθείται από υπολογιστές. Με αυτό το σκεπτικό, η ΕΑΥ παρέχει πρόσθετες γνώσεις που χρειάζονται για την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών, αποτελώντας ένα απαραίτητο συμπλήρωμα για τη μελέτη της επιστημονικής περιοχής της επιστήμης υπολογιστών. Χαρακτηριστικό της συνεχώς αυξανόμενης σημασίας που δίδεται από την ακαδημαϊκή, και όχι μόνο, κοινότητα στην ΕΑΥ είναι το γεγονός ότι η κοινή ομάδα ACM (The Association for Computing Machinery)/IEEE, πρότεινε ένα πρότυπο πρόγραμμα σπουδών Πληροφορικής και ένα από τα 9 θεμελιώδη αντικείμενα του προγράμματος σπουδών είναι και η ΕΑΥ. Τα 9 θεμελιώδη γνωστικά αντικείμενα Πληροφορικής κατά την κοινή επιτροπή ACM/IEEE είναι:

- Αλγόριθμοι και δομές δεδομένων.
- Υλικό - αρχιτεκτονική υπολογιστών.
- Τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτική.
- Βάσεις δεδομένων και ανάκτηση πληροφορίας.
- Επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή.
- Αριθμητικές και συμβολικές μέθοδοι υπολογισμού.
- Λειτουργικά συστήματα.
- Γλώσσες προγραμματισμού.

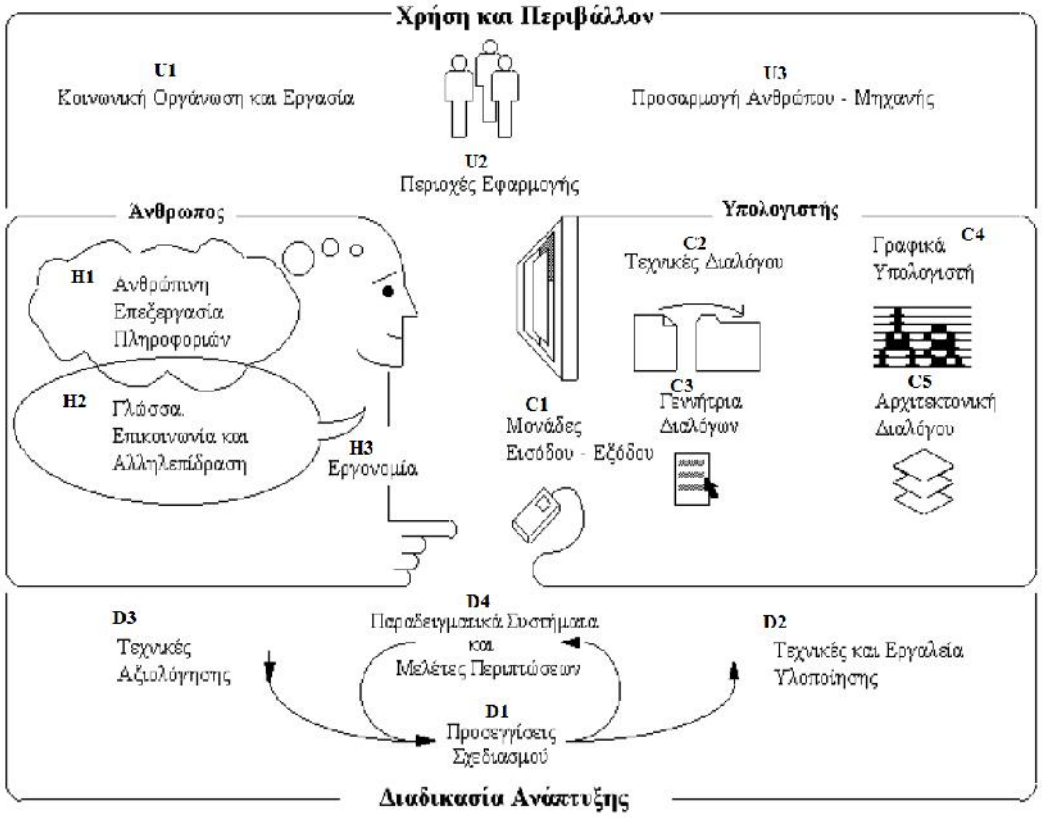
- Τεχνολογία λογισμικού.

Η ACM ορίζει την Επικοινωνία Ανθρώπου-Υπολογιστή ως : «*Τη γνωστή περιοχή της Πληροφορικής που μελετάει το σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση διαδραστικών υπολογιστικών συστημάτων, δηλαδή συστημάτων που αλληλεπιδρούν με τους χρήστες του*».

Όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες ενότητες, η ΕΑΥ έχει τις ρίζες της σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους. Η ACM αναγνωρίζει ως κύριες επιρροές τα γραφικά υπολογιστών, τα λειτουργικά συστήματα, το πεδίο των ανθρώπινων παραγόντων, την εργονομία, το βιομηχανικό σχεδιασμό, τη γνωστική ψυχολογία και την τεχνολογία υλικού των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Η κοινή ομάδα ACM/IEEE στο πρότυπο πρόγραμμα σπουδών για την ΕΑΥ αναγνωρίζει, ως συστατικά στοιχεία του πεδίου, αυτά που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα καθώς και στην Εικόνα 6:

N, η φύση της ΕΑΥ	
N1	Μεταμοντέλα της ΕΑΥ
U, το πλαίσιο χρήσης των υπολογιστών	
U1	Κοινωνική οργάνωση και εργασία
U2	Εφαρμογές
U3	Προσαρμογή ανθρώπων-μηχανών
H, τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά	
H1	Ανθρώπινος επεξεργαστής πληροφορίας
H2	Γλώσσα, επικοινωνία και αλληλεπίδραση
H3	Εργονομία
C, η αρχιτεκτονική υπολογιστικών συστημάτων και αλληλεπίδρασης	
C1	Συσκευές εισόδου και εξόδου
C2	Τεχνικές διαλόγου
C3	Στυλ διαλόγου
C4	Γραφικά
C5	Αρχιτεκτονική διαλόγου
D, η διαδικασία ανάπτυξης	
D1	Μεθοδολογίες σχεδίασης
D2	Τεχνικές και εργαλεία υλοποίησης
D3	Τεχνικές αξιολόγησης
D4	Παραδείγματα συστημάτων και μελέτες περίπτωσης
P, οι παρουσιάσεις και οι εξετάσεις εργασιών	

Πίνακας 1: Οι γνωστικές περιοχές της ΕΑΥ κατά την ACM



Εικόνα 6: Οι γνωστικές περιοχές της ΕΑΥ κατά την ACM

Έτσι, στο ευρύτερο κοινωνικό και εργασιακό περιβάλλον (U1) λειτουργούν τα υπολογιστικά συστήματα με την βοήθεια των οποίων επιθυμούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εφαρμογές (U2) που υπάρχουν στο περιβάλλον αυτό. Όμως, η σωστή χρήση των υπολογιστών προϋποθέτει την προσαρμογή ανθρώπων και μηχανών (U3), έτσι ώστε οι ανθρώπινες, οι τεχνικές και οι εργασιακές διαστάσεις των εφαρμογών να ταιριάξουν σωστά μεταξύ τους. Ο άνθρωπος προσεγγίζεται από την ΕΑΥ ως επεξεργαστής πληροφορίας (H1) που προσπαθεί να επικοινωνήσει και να αλληλεπιδράσει με το σύστημα (H2) χρησιμοποιώντας τα φυσικά χαρακτηριστικά του συστήματος (H3). Από την πλευρά του συστήματος, αναγνωρίζεται ο ρόλος των συσκευών εισόδου και εξόδου (C1), οι οποίες χρησιμοποιούνται σε διάφορες τεχνικές για την οργάνωση διαλόγων (C2) μεταξύ του συστήματος και του ανθρώπου χρήστη. Αυτές οι τεχνικές με τη σειρά τους χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση πιο πολύπλοκων στοιχείων σχεδιασμού (όπως η μεταφορά της αλληλεπίδρασης) (C3), ενώ η χρήση γραφικών (C4) μπορεί να επιτρέψει την ανάπτυξη πιο πολύπλοκων αρχιτεκτονικών (C5). Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης διαδραστικών συστημάτων ελέγχονται οι διάφορες μεθοδολογίες σχεδίασης (D1), οι τεχνικές και τα εργαλεία υλοποίησης (D2), καθώς και διάφορα παραδείγματα συστημάτων και διάφορες

μελέτες περιπτώσεων (D4), έτσι ώστε μέσω των τεχνικών αξιολόγησης (D3), για παράδειγμα μέσω μετρήσεων της ευχρηστίας είτε κατά τη σχεδίαση, είτε κατά τη φάση μέτρησης της ευχρηστίας του τελικού πρωτοτύπου, να επιλεχθούν τα κατάλληλα δομικά στοιχεία για την υλοποίηση ενός συστήματος.(Hewett 1992) (Αβούρης 2000) [1][2]

Αντίστοιχο βάρος στη μελέτη και στη διδασκαλία της ΕΑΥ έχει δοθεί και στη νεότερη σειρά προτεινόμενων προγραμμάτων σπουδών πληροφορικής από την κοινή ομάδα εργασίας των οργανισμών ACM, AIS και IEEE-CS, μία προσπάθεια που αποτελεί συνέχεια της προαναφερόμενης και βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη από το 2001. Η σειρά αυτή καλύπτει προπτυχιακά προγράμματα σπουδών στις πέντε κύριες επιστημονικές περιοχές της πληροφορικής (Ιωαννίδης Λέπουρας)[3]. Οι πέντε κύριες περιοχές της πληροφορικής κατά την κοινή ομάδα εργασίας ACM/AIS/IEEE-CS είναι:

- Μηχανική υπολογιστών.
- Επιστήμη υπολογιστών.
- Πληροφοριακά συστήματα.
- Τεχνολογία της πληροφορίας.
- Μηχανική λογισμικού.

1.5. ΒΑΣΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ

Με βάση τις γνωστικές περιοχές της ΕΑΥ κατά την ACM, οι βασικοί συντελεστές της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή θα μπορούσαμε να πούμε πως είναι τρείς:

- ο άνθρωπος-χρήστης,
- ο υπολογιστής και
- η διάδραση-διασύνδεση ανθρώπου υπολογιστή.

1.5.1 Ο άνθρωπος χρήστης

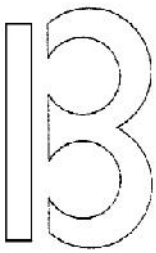
Κατά την αλληλεπίδραση ανθρώπου και υπολογιστή, ο άνθρωπος δέχεται κάποια ερεθίσματα, τα οποία συνεπάγονται ή αφορούν απόκτηση γνώσης, όπως η κατανόηση, η ενθύμηση, η ανάπτυξη συλλογισμών, η απόκτηση ικανοτήτων, η δημιουργία νέων ιδεών κλπ. Η γενικότερη συμπεριφορά του ανθρώπου κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου είδους αλληλεπίδρασης περιγράφεται από γνωστικά μοντέλα

τα οποία θα αναφέρουμε σε μια από τις επόμενες ενότητες. Κατά την διάρκεια αυτής της επικοινωνίας, ο άνθρωπος για να δεχτεί και να αντιληφθεί τα ερεθίσματα, που προκαλούνται από το σύστημα και στέλνονται στον άνθρωπο μέσω της διάδρασης, χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο την όραση του, καθώς την μνήμη του και λιγότερο την ακοή του (Αβούρης 2000). [2]

Η πληροφορία, που δέχεται το μάτι, περνά από πολλά στάδια επεξεργασίας για να ξεπεράσει τις ατέλειες του αρχικού οπτικού σήματος και να καταλάβουμε την πραγματική φύση του ορατού αντικειμένου. Για παράδειγμα υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους το μάτι αντιλαμβάνεται το βάθος σε μία 2-διάστατη εικόνα. Η επικάλυψη δύο αντικειμένων συνεπάγεται μεγαλύτερο βάθος του επικαλυπτόμενου από το επικαλύπτον αντικείμενο, όπως επίσης μεγάλο μέγεθος αντικειμένου συνεπάγεται μικρό βάθος. Επίσης η αντίθεση δημιουργείται από διαφορές στην φωτεινότητα και συνήθως το ανθρώπινο μάτι παρουσιάζει σχετική ευαισθησία στο μπλε χρώμα. Επίσης θα πρέπει να προσέξουμε πως σε συστήματα, τα οποία αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο, στοιχεία τα οποία κινούνται στην διεπιφάνεια του συστήματος αποσπούν εύκολα την προσοχή του χρήστη, με αποτέλεσμα να προκαλείται ταχύτατη αντίδραση ακόμη και όταν κινούνται μόνο περιφερειακά του ματιού. Λόγω των παραπάνω και άλλων χαρακτηριστικών της όρασης, ο τρόπος που αντιλαμβανόμαστε αυτό που βλέπουμε μπορεί οπτικά να μην αναληφθεί σωστά από τον χρήστη. Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποια χαρακτηριστικά που μπορούν εύκολα να επηρεάσουν τις αισθήσεις του ανθρώπου.

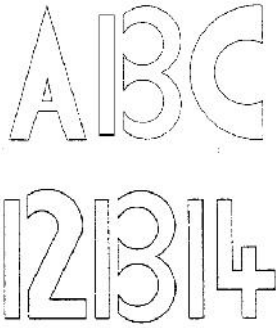
1. Περιβάλλον

Ο εγκέφαλος σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιεί προηγούμενη γνώση καθώς και το γενικότερο οπτικό περιβάλλον για να κατανοήσει αυτό που βλέπει. Για παράδειγμα, τι απεικονίζει το παρακάτω;



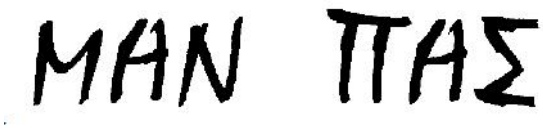
Εικόνα 7: Σύμβολο που μεταβάλλεται η οπτική του σημασία ανάλογα με τα σύμβολα που το περιβάλλουν.

Ο εγκέφαλος θα το αντιληφθεί διαφορετικά, ανάλογα με το περιβάλλον:



Εικόνα 8: Το γράμμα «β» και ο αριθμός «13» με το ίδιο σύμβολο αλλά σε διαφορετικό περιβάλλον.

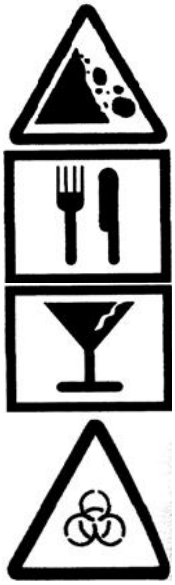
Όπως γίνεται αντιληπτό στην πρώτη περίπτωση αντιλαμβανόμαστε το σύμβολο ως το γράμμα «β» ενώ στην δεύτερη ως τον αριθμό «13». Αντίστοιχα, προσέξτε την διαφορετική ερμηνεία που δίνεται στο ίδιο σχήμα που εμφανίζεται σαν το μεσαίο γράμμα (Η ή Α) κάθε μιας από τις παρακάτω λέξεις:



Εικόνα 9: Οι χαρακτήρες «Α» και «Η» με τον ίδιο συμβολισμό αλλά σε διαφορετικό περιβάλλον.

Για να οδηγηθεί ο χρήστης στη σωστή επιλογή μιας εντολής, πρέπει να δοθεί μεγάλη βαρύτητα στο σχεδιασμό του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο δραστηριοποιείται η εντολή. Θα πρέπει λοιπόν κατά τον σχεδιασμό της διεπιφάνειας μιας εφαρμογής να δοθεί έμφαση στους παρακάτω παράγοντες:

- Περιβάλλον - συμφραζόμενα: Σαν παράδειγμα της σημασίας του περιβάλλοντος, σκεφθείτε τους διαφορετικούς συνειρμούς που δημιουργούν εικονίδια με γυναικεία και ανδρικά ρούχα όταν βρίσκονται σε ένα εστιατόριο (όπου μάλλον υπονοούν τουαλέτες γυναικών και ανδρών αντίστοιχα) ή σε ένα πολυκατάστημα (όπου μάλλον υπονοούν κατηγορίες ρούχων, γυναικών και ανδρών αντίστοιχα).
- Παράσταση: Η παράσταση πρέπει να είναι "μνημονική". Συνήθως, οι παραστάσεις που χρησιμοποιούνται συνδέονται με την αναπαριστάμενη έννοια/ενέργεια είτε με άμεση ομοιότητα, είτε αποτελώντας παραδείγματά της, είτε καθαρά συμβολικά, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί και να είναι εντελώς τυχαίες και ασύνδετες με αυτήν. Παραδείγματα των τεσσάρων αυτών κατηγοριών βρίσκονται στην παρακάτω εικόνα.



Ομοιότητα: Βράχοι που πέφτουν (κοντά σε γκρεμό)

Παράδειγμα: Μαχαιροπήρουνα (σαν ένδειξη εστιατορίου)

Συμβολισμός: Ποτήρια (σαν ένδειξη "εύθραυστο")

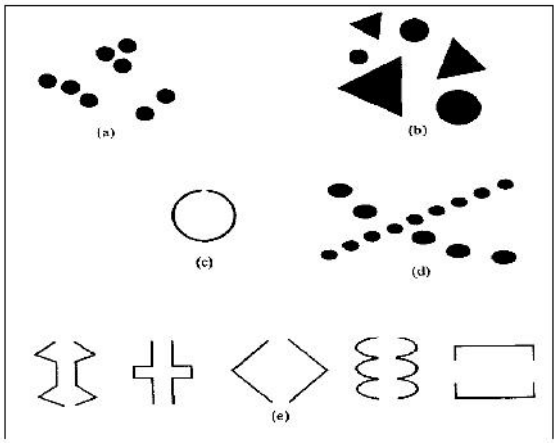
Τυχαία: Κύκλος ραδιενέργειας

- Αναπαριστώμενη έννοια: Για την αναπαράσταση μιας ενέργειας είναι προτιμότερο να χρησιμοποιηθεί κάποιο εικονίδιο με ένα αντικείμενο που αναπαριστά την ενέργεια παρά κάποιες αφηρημένες έννοιες και πράξεις (όπου επιστρατεύονται πολλές φορές έμμεσες αναλογίες, π.χ. ένας ελέφαντας για την ένδειξη "βαρύ", οι οποίες απαιτούν αρχική εκμάθηση). Μια πολύ καλή επιλογή είναι η χρήση εικονιδίων κίνησης.

(Ιωαννίδης Λέπουρας), (Norman 1988), (Ramanujan and R. Cooper 1994) [3] [12] [13]

2. Ομαδοποίηση

Ο εγκέφαλος προσπαθεί να ομαδοποιήσει τα αντικείμενα που βλέπουμε. Η ομαδοποίηση αυτή γίνεται με βάση κάποιους κανόνες οι οποίο ονομάζονται Κανόνες Gestalt (από την ομώνυμη ψυχολογική σχολή). Χαρακτηριστικά παραδείγματα ομαδοποίησης και χρήση των κανόνων ακολουθούν στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 10: Οι πέντε κανόνες Gestalt

Τα παραπάνω αντιπροσωπεύουν τους πέντε Κανόνες Gestalt, οι οποίοι επιτρέπουν την αντίληψη διαφόρων ατομικών αντικειμένων σαν μεγαλύτερες ολότητες:

a. **μικρή απόσταση:** Στο κομμάτι a της εικόνας είναι εύκολα κατανοητό πως με μια γρήγορη ματιά μπορούμε να ομαδοποιήσουμε σε μία ομάδα τις τρεις κουκίδες που βρίσκονται κάτω και αριστερά, μια δεύτερη ομάδα είναι οι κουκίδες οι οποίες βρίσκονται πάνω δεξιά και σχηματίζουν ένα νοητό τρίγωνο και η τρίτη ομάδα είναι οι δύο κουκίδες κάτω και δεξιά. Αυτές οι ομάδες προέκυψαν γιατί προσπαθήσαμε να ομαδοποιήσουμε τις κουκίδες με βάση την απόσταση που υπάρχει μεταξύ τους.
b. **Ομοιότητα :** Εδώ ομαδοποιούμε με βάση το σχήμα, δηλαδή μία ομάδα τα τρίγωνα και η άλλη αποτελείται από τις κουκίδες.
c. **Ολοκλήρωση (τμημάτων που λείπουν):** εδώ αντιλαμβανόμαστε πως πρέπει να συμπληρωθεί το κομμάτι που λείπει.
d. **Συνέχεια (διακεκριμένων αντικειμένων):** Σε αυτή την περίπτωση η ομαδοποίηση γίνεται μα βάση τη ροή, την σειρά των αντικειμένων, δηλαδή μια ομάδα είναι οι κουκίδες που αρχίζουν από την πάνω αριστερή γωνία και τερματίζουν στην κάτω δεξιά και αντίστοιχα η άλλη ομάδα αποτελείται από τις κουκίδες από την κάτω αριστερά έως την πάνω δεξιά.
e. **Συμμετρία:** Στο τμήμα e της εικόνας γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η ομαδοποίηση γίνεται βάση της συμμετρίας των σχημάτων.

Το συμπέρασμα είναι ότι για να μεταδοθεί η σωστή εντύπωση μιας απεικόνισης πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή σε διάφορες παραμέτρους μιας απεικόνισης (π.χ., το οπτικό περιβάλλον). Ένα άλλο σημαντικό θέμα για την οπτική αντίληψη είναι η οπτική/γραφική κωδικοποίηση που αναπαριστά αντικείμενα και τα χαρακτηριστικά τους με αντίστοιχα οπτικά αντικείμενα. Για παράδειγμα με το κόκκινο χρώμα απεικονίζεται κάτι επικίνδυνο ή η ζέστη, με ένα σχηματισμό που μοιάζει με τον χαρακτήρα «x» συνήθως απεικονίζεται η ενέργεια διαγραφής, ένα βέλος μπορεί να δείχνει κατεύθυνση ανέμου, το μήκος ή το πλάτος μίας γραμμής θα μπορούσε να απεικονίζει μέγεθος συνόλου που αντιστοιχίζεται με την συγκεκριμένη γραμμή, κτλ.. Πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στο τι θέλουμε να απεικονίσουμε, διότι κάθε κωδικοποίηση έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και επομένως μπορεί η καταλληλότητα της επιλεγμένης κωδικοποίησης να διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση. Επίσης πρέπει να λαμβάνεται υπ’ όψη πως η λάθος χρήση του

χρώματος μπορεί να αποφέρει αρνητικά αποτελέσματα. Βάση κάποιων πειραματικών μετρήσεων, διαπιστώθηκε ότι: (Ιωαννίδης Λέπουρας)[3]

Μέχρι τώρα αναφερθήκαμε σε εικόνες, γραφικά, και εν γένει σε αντικείμενα μη αλφαριθμητικά. Θα πρέπει να επισημανθεί πως οι γνωστές λέξεις ή φράσεις αναγνωρίζονται μορφολογικά και δεν διαβάζονται γράμμα-γράμμα ή συλλαβή-συλλαβή. Αυτό φαίνεται με το πείραμα ανάγνωσης των παρακάτω λέξεων :

σκουληκομυρμηγκότρυπα

ερβαλιστρεκομαρέθικτο

Όποτε λοιπόν η ταχύτητα εντοπισμού είναι το ζητούμενο σε μια εφαρμογή, η χρήση γνωστών λέξεων είναι κατάλληλη διότι η μορφολογική ανάγνωση είναι πιο γρήγορη από την ανάγνωση συλλαβή-συλλαβή. Επίσης μετρήσεις δείχνουν πως οι σκούροι χαρακτήρες σε ανοιχτό υπόβαθρο διαβάζονται καλύτερα και κουράζουν λιγότερο το ανθρώπινο μάτι απ’ ότι οι ανοιχτοί χαρακτήρες σε σκούρο υπόβαθρο. Οπότε οι παρουσιάσεις κειμένων πρέπει εν γένει να είναι ανάλογες. (Ιωαννίδης Λέπουρας)[3]

3. Ανθρώπινη Μνήμη

Ο άνθρωπος έχει μνήμη τριών επιπέδων: μνήμη αισθήσεων, μνήμη εργασίας ή ενδιάμεση μνήμη, και μακροπρόθεσμη μνήμη. Εξηγούμε περιληπτικά την κάθε μία παρακάτω.

- **Μνήμη Αισθήσεων:** Η μνήμη αισθήσεων περιέχει το τελευταίο ερέθισμα του αντίστοιχου αισθητηρίου, π.χ., ματιού, αυτιού, κτλ. Η μνήμη αυτή διατηρεί τα περιεχόμενα της για πολύ μικρά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα, η αντίστοιχη μνήμη του ματιού διατηρεί το ερέθισμα για λιγότερο από 0.5 δευτερόλεπτο
- **Μνήμη Εργασίας/Ενδιάμεση Μνήμη:** Η μνήμη εργασίας περιέχει ένα μικρό αριθμό καταχωρήσεων τις οποίες χρειαζόμαστε κατά την διάρκεια επεξεργασίας μιας ενέργειας, κάτι σαν το "πρόχειρο" του διαγωνίσματος. Η χωρητικότητα της μνήμης αυτής είναι περίπου 7 +/- 2 αντικείμενα. Αν ομαδοποιηθούν τα αντικείμενα, τότε αυξάνεται η χωρητικότητα σε περίπου 7 +/- 2 ομάδες αντικειμένων (το φαινόμενο του *εγκλεισμού*). Αυτό εύκολα μπορεί να διαπιστωθεί αν προσπαθήσετε για παράδειγμα να θυμηθείτε μία απλή σειρά από 11 ψηφία, π.χ.,

16082637764

ή έναν αριθμό τηλεφώνου που επίσης περιέχει τα ίδια 11 ψηφία δοσμένα στην συνήθη μορφή

+1 (608) 263-7764

αλλά τα οποία είναι ομαδοποιημένα σε κωδικό χώρας (1), κωδικό πόλης (608), κωδικό τηλεφωνικού κέντρου (263), και αριθμό μέσα στο τηλεφωνικό κέντρο (7764).

- **Μακροπρόθεσμη Μνήμη:** Η μακροπρόθεσμη μνήμη είναι όλη η γνώση μας. Έχει ουσιαστικά "άπειρη" χωρητικότητα και διατηρείται ουσιαστικά "επ' άπειρον". Ο χρόνος προσπέλασής της είναι περίπου 0.1 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια αναλύονται οι διαδικασίες εισαγωγής πληροφοριών σ' αυτήν, διαγραφής και προσπέλασης πληροφοριών από αυτή.

  ***Εισαγωγή*:** Η επανάληψη μίας πληροφορίας, την μεταφέρει από την μνήμη εργασίας στην μακροπρόθεσμη μνήμη. Ανάλογα με τον χρόνο που καταναλώνουμε για την εκμάθηση αποθηκεύεται η αντίστοιχη ποσότητα της πληροφορίας. Επίσης η εισαγωγή πληροφοριών στην μνήμη επηρεάζεται και από τη φύση των πληροφοριών αυτών. Αν η πληροφορία μπορεί να οπτικοποιηθεί, τότε η εκμάθηση της είναι ευκολότερη από το να την μάθουμε σε σχέση με μια πιο αφηρημένη πληροφορία. Για να γίνει αντιληπτό, είναι φανερό πως από τις δύο ακολουθίες λέξεων που ακολουθούν πιο εύκολα μαθαίνεται η δεύτερη:

  σκέψη, ηλικία, κρύο, πονηριά, ησυχία, λογική, ιδέα, αξία, παρελθόν, μεγάλο,

  βάρκα, δένδρο, γάτα, παιδί, χαλί, πιάτο, εκκλησία, όπλο, φλόγα, κεφάλι.

  Σημειώνεται ότι ακόμη ευκολότερη είναι η απομνημόνευση πληροφοριών που αποτελούν προτάσεις, και ακόμη περισσότερο αν νοητικά σχηματίζουν ολόκληρες ιστορίες ή ποιήματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις παρουσιάζεται έντονη εικονική πληροφορία που απομνημονεύεται εύκολα.

  ***Διαγραφή*:** Γενικά είναι άγνωστο αν σβήνεται ποτέ η πληροφορία από την μνήμη ή απλά αυξάνει ο χρόνος προσπέλασής της. Αν υπάρχει όντως διαγραφή, τότε υπάρχουν διάφορες θεωρίες για την πλήρη απόσβεση ή την αντικατάσταση (π.χ., μαθαίνοντας το καινούργιο τηλέφωνο κάποιου φίλου, ξεχνάμε το παλιό).

  ***Προσπέλαση*:** Η προσπέλαση της ανθρώπινης μνήμης παρουσιάζει δύο μορφές, την *επανάκτηση* (*recall*), κατά την οποία η πληροφορία εντοπίζεται στην μνήμη εξ αρχής και χωρίς καμία βοήθεια, και την *αναγνώριση* (*recognition*), όπου η

πληροφορία, με βάση τα ερεθίσματα που δέχτηκε η μνήμη, θα πρέπει να εντοπιστεί και να επιλεγεί ανάμεσα από πολλές άλλες. Η αναγνώριση είναι πολύ ευκολότερη και αποδοτικότερη από την επανάκτηση. Για παράδειγμα, αν κάποιος δοκιμάσει να θυμηθεί μερικά τηλέφωνα φίλων του (επανάκτηση) και μετά δει μία ανώνυμη λίστα τηλεφώνων οι οποία περιέχει και τηλέφωνα των φίλων (αναγνώριση) θα διαπιστώσει ότι η δεύτερη μέθοδος θα είναι πολύ πιο επιτυχής. Γι' αυτόν τον λόγο, και οι διεπαφές τείνουν προς την κατεύθυνση της αναγνώρισης, διότι δεν θα χρειάζεται ο χρήστης να θυμάται ονόματα εντολών, απλά θα πρέπει να τις αναγνωρίζει. (Ιωαννίδης Λέπουρας 2005), (Norman 1988), (Ramanujan and R. Cooper 1994) [3] [12] [13]

4. Σκέψη και Επίλυση Προβλημάτων

Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί πολλές μεθόδους όταν σκέφτεται και όταν επιλύει προβλήματα. Η γνώση αυτών των μεθόδων είναι βοηθητική στο να καταλάβουμε πώς πρέπει να φτιάξουμε μία διεπαφή ώστε να καθοδηγούμε τον χρήστη σε έναν συγκεκριμένο τρόπο σκέψης ή/και να αποφεύγουμε τα προβλήματα που πολλές φορές δημιουργούν αυτοί οι τρόποι. Παρακάτω αναφέρονται τρεις σημαντικοί τρόποι σκέψης και τρεις βασικοί τρόποι επίλυσης προβλημάτων.

Συμπερασματική σκέψη: σ' αυτήν χρησιμοποιούνται κανόνες και δεδομένα (αίτια) προς το εμπρός. Για παράδειγμα:

Εάν είναι Παρασκευή θα πάει στη δουλειά	A => B
Είναι Παρασκευή	A
Άρα, θα πάει στη δουλειά	B

Επαγωγική σκέψη: σ' αυτήν δημιουργούνται γενικεύσεις από παραδείγματα. Για παράδειγμα:

> Εάν όλοι οι ελέφαντες που είδαμε έχουν προβοσκίδα, τότε όλοι οι ελέφαντες έχουν.

Απαγωγική σκέψη: σ' αυτήν χρησιμοποιούνται κανόνες και αποτελέσματα (αιτιατά) προς τα πίσω. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ανάποδα το παράδειγμα της Παρασκευής. Μπορεί όμως εύκολα να μας οδηγήσει σε λάθος πληροφορία, γιατί το ότι θα πάει στην δουλειά δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι Παρασκευή.

Παραγωγική και αναπαραγωγική επίλυση προβλημάτων: αυτή είναι η θεωρεία της σχολής Gestalt. Στην αναπαραγωγική επίλυση, ο άνθρωπος χρησιμοποιεί παλιές

εμπειρίες για να βρει την λύση, ενώ στην παραγωγική χρησιμοποιεί την διαίσθησή του και ανακατασκευάζει το πρόβλημα.

Επίλυση με την θεωρεία του χώρου προβλήματος: σ' αυτήν την θεωρεία, δημιουργείται νοητικά ένας γράφος καταστάσεων και μεταβάσεων μεταξύ τους, τον οποίον παρακολουθεί ο άνθρωπος για να λύσει το πρόβλημά του.

Επίλυση με αναλογία: σ' αυτόν τον τρόπο επίλυσης προβλημάτων, διαφαίνεται μία αντιστοίχιση μεταξύ δύο προβλημάτων, οπότε η γνωστή λύση του ενός ανασκευάζεται ώστε να χρησιμοποιηθεί σαν λύση στο άλλο.(Dix 1993) (Ιωαννίδης Λέπουρας 2005) [11],[3]

5. Ακοή

Όπως είναι γνωστό, ο ήχος έχει τρία χαρακτηριστικά, την συχνότητα (όπου ο άνθρωπος μπορεί να ακούσει συχνότητες μεταξύ 20Hz και 15KHz), την ένταση, και την χροιά.

Με βάση τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά της ακοής αλλά κυρίως διάφορες πειραματικές παρατηρήσεις, τα παρακάτω αποτελούν κάποιες βασικές χρήσεις του ήχου σε διεπαφές:

- προσέλκυση της προσοχής του χρήστη σε κρίσιμες στιγμές, π.χ., όταν προκύπτει κάτι επικίνδυνο, ή σε στιγμές που κάποια διαδικασία τελειώνει, π.χ., όταν κάτι είναι μακροχρόνιο και η προσοχή του χρήστη μπορεί να βρίσκεται κάπου αλλού εν τω μεταξύ.
- πληροφόρηση της κατάστασης μίας διαδικασίας επί συνεχούς βάσης, π.χ., όπως το καμπανάκι που χτυπά σε αρκετούς ανελκυστήρες καθώς περνάμε από κάθε όροφο.
- επιβεβαίωση της πραγματοποίησης κάποιας ενέργειας του χρήστη, π.χ. εκτέλεση εντολής, σβήσιμο αρχείου, λάθος εντολή, κτλ.
- καθοδήγηση στη διάρκεια εξερεύνησης.

1.5.2 Ο υπολογιστής

Τα περισσότερα χαρακτηριστικά του υπολογιστή μας είναι εν γένει οικεία, οπότε και δεν θα μπούμε σε πολλές λεπτομέρειες. Για πληρότητα και μόνο, θα αναφερθούμε στα πλέον σημαντικά για την επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή από αυτά.

1. Μονάδες εισόδου.

Οι μονάδες εισόδου έχουν σημασία όχι μόνο για εισαγωγή πληροφοριών και εντολών στον υπολογιστή αλλά και για ανάδραση (feedback) που δίνεται στον χρήστη με βάση την ενέργειά του, η οποία μπορεί να είναι οπτική ή ακουστική. Είναι πολύ σημαντικό η ανάδραση αυτή να γίνεται σε χρόνο λιγότερο από 2 δευτερόλεπτα, που αποτελεί το χρονικό διάστημα μετά από το οποίο (όπως έδειξαν διάφορα πειράματα) ο χρήστης γίνεται ανυπόμονος και αρχίζει να αναρωτιέται αν πέτυχε η είσοδος την οποία επιχείρησε ή όχι. Διαφορετικά, είναι πιθανό να υπάρξει επανάληψη της ενέργειας εισόδου πληροφοριών ή εντολών από πλευράς χρήστη, που σε συνδυασμό με πιθανή αποθήκευσή τους σε ενδιάμεση μνήμη από πλευράς υπολογιστή (buffering), μπορεί να φέρει προβλήματα από την πολλαπλή εκτέλεση των ίδιων πραγμάτων. Υπάρχουν πολλών διαφορετικών τύπων μονάδες εισόδου: πληκτρολόγια, η αναγνώριση φωνής, η αναγνώριση χειρόγραφου, η αναγνώριση υπογραφών και τέλος μπορεί να έχουμε αναγνώριση κειμένου.

Για μετάδοση πληροφορίας προς τον υπολογιστή άλλης μορφής εκτός από κείμενο υπάρχουν διάφορες άλλες μονάδες την κατηγορία των οποίων αποκαλούμε δείκτες: ποντίκια, ευαίσθητες οθόνες (touch screens, οπτικές οθόνες), ιχνόσφαιρες (Trackballs), χειριστήρια (Joystick), στυλό φωτός, 3-διάστατοι δείκτες όπως γάντια δεδομένων, 3-διάστατα ποντίκια, κράνη, ρούχα και δωμάτια για εικονική πραγματικότητα, κτλ..

2. Μονάδες Εξόδου και μνήμη υπολογιστή

Είναι κυρίως διαφόρων μορφών οθόνες (CRT, LCD, και 3-διάστατες) καθώς και μερικών άλλων τύπων μονάδες, όπως οι απαραίτητοι εκτυπωτές, ή για πιο εξειδικευμένες ανάγκες, οι μονάδες σύνθεσης ομιλίας (π.χ., στο τηλέφωνο, όπου κάθε φώνημα είναι αντίστοιχο με μία συλλαβή) ή οι ακουστικές οθόνες για τυφλούς χρήστες.

Όσων αφορά την μνήμη των υπολογιστών, όπως είναι γνωστό, οι υπολογιστές διαθέτουν μία ιεραρχία μνήμης:

- καταχωρητές (registers)
- κρυφή/γρήγορη μνήμη (cache)
- κύρια μνήμη
- δευτερεύουσα μνήμη (δίσκοι)

- τριτεύουσα μνήμη (ταινίες, CD, κτλ.)

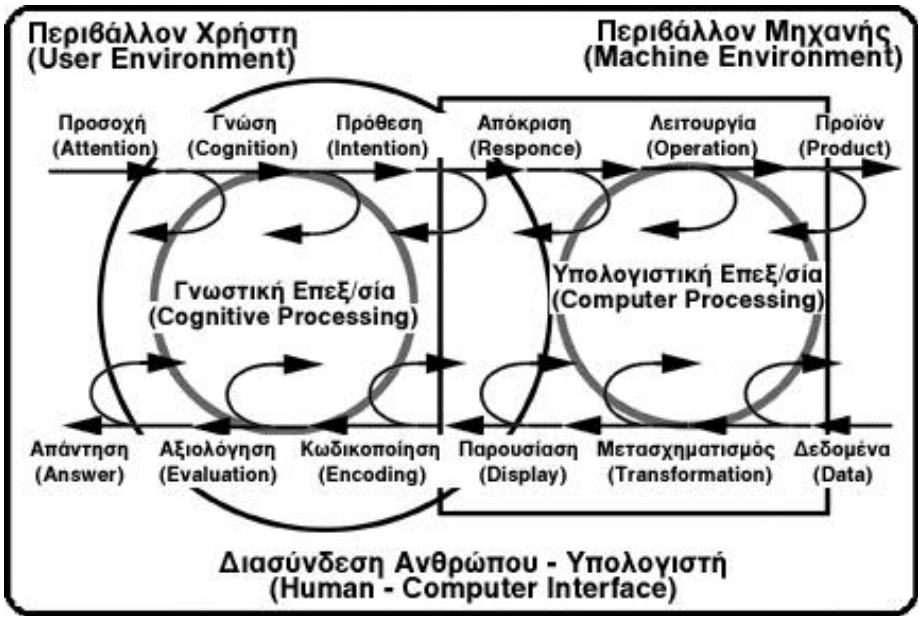
Σε κορυφή της λίστας αυτής συναντάμε την γρηγορότερη και ταυτόχρονα την μικρότερη σε χωρητικότητα μνήμη, ενώ όσο κατεβαίνουμε τόσο μειώνεται η ταχύτητα και αντίστροφα αυξάνεται η χωρητικότητα. Τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τύπων μνήμης επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την λειτουργικότητα των διεπαφών και πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψη κατά των σχεδιασμό τους. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης εκτελέσει μια ενέργεια κίνησης ενός αντικειμένου από ένα σημείο της οθόνης σε ένα άλλο και το σύστημα αντιδράσει με μια καθυστέρηση λίγων δευτερολέπτων τότε ο χρήστης μπορεί να επανέλθει με επαναλαμβανόμενες κινήσεις, οι οποίες αν αποθηκευθούν στην μνήμη θα εκτελεσθούν όλες μαζί και θα δημιουργηθεί πρόβλημα. Για τον λόγο αυτό οι διεπαφές θα πρέπει να προσφέρουν στο χρήστη, μέσω ανάδρασης (feedback), την αίσθηση ότι έχουν αντιληφθεί τις ενέργειές του μέσω ανάδρασης (Ιωαννίδης Λέπουρας 2005) [3].

1.5.3 Η διάδραση-διασύνδεση ανθρώπου υπολογιστή.

Όλοι οι χρήστες Ηλεκτρονικών Υπολογιστών έχουν την δική τους αντίληψη για το τι είναι το «interface». Ένας αρχάριος χρήστης θα μπορούσε να αντιληφθεί σαν διασύνδεσή του με τον Η/Υ το Λειτουργικό Σύστημα. Αυτό θα ήταν σωστό με την προϋπόθεση ότι ο χρήστης γνωρίζει βαθύτερα τον τρόπο λειτουργίας του Λ.Σ.. Αυτό όμως δεν ισχύει για την πλειονότητα των αρχάριων χρηστών, καθώς οι περισσότεροι από αυτούς θεωρούν σαν Λ.Σ. του Η/Υ τους την «επιφάνεια εργασίας». Αντιθέτως ένας πιο έμπειρος χρήστης μπορεί να αντιληφθεί καλύτερα τη συνολική λειτουργία του Λ.Σ., αλλά συνήθως συγχέει την διασύνδεση με τα WIMPS (Windows, Icons, Menus, Pointers) περιβάλλοντα. Για να βρούμε μια ολοκληρωμένη άποψη για το τι είναι η διασύνδεση ανθρώπου-υπολογιστή θα πρέπει να φτάσουμε σε ένα αρκετά προχωρημένο επίπεδο χρήστη, διότι «interaface» θεωρείται και η επικοινωνία των ΑΤΜ με την τράπεζα, η αυτόματη τηλεφωνική επικοινωνία (ηχογραφημένο μήνυμα «πατήστε το 1 αν….») όπως επίσης τα κουμπιά ηλεκτρικών συσκευών και πολλών άλλων παραδειγμάτων. (Norman 1988), (Shneiderman 1998) [12][16]

Στην ελληνική βιβλιογραφία ο όρος «interface» συναντάται με διάφορα ονόματα, όπως «διεπαφή», «διεπιφάνεια», «διασύνδεση» και άλλα. Η Ελληνική Εταιρεία Επιστημών Πληροφορικής και Υπολογιστών (ΕΠΥ) με την έγκριση του ΕΛΟΤ πρότεινε τη χρήση του όρου «διασύνδεση» για τον όρο «interface». Είναι πολύ

δύσκολο να προσδιοριστεί ένας σαφής ορισμός για την διασύνδεση ανθρώπου-υπολογιστή. Η IEEE με το στάνταρ 610.12 το 1990 αποδίδει τον όρο «interface» ως «διαμοιραζόμενο όριο». Οι περισσότεροι ερευνητές επηρεάζονται από τον όρο «όριο» και προτείνουν ορισμούς οι οποίοι διαχωρίζουν τον χρήστη από το υπολογιστικό περιβάλλον (IEEE 610.12-1990 Standard Glossary of Software Engineering Terminology) [18]. Για παράδειγμα ο Πολίτης ορίζει το «interface» ως: «*ένα σύνολο από, κύρια οπτικές, αλλά και ακουστικές παραστάσεις που προβάλλει ο υπολογιστής μέσω του εκάστοτε εκτελούμενου προγράμματος προς τον χρήστη με σκοπό την καλύτερη επικοινωνία και συνεργασία μεταξύ ανθρώπου και μηχανής.»*(Πολίτης 1994) [17] Παρόμοια ορίζει και ο Norman K.: *«Η διασύνδεση ανθρώπου-υπολογιστή είναι το φυσικό και συνειδητό όριο ανάμεσα στον ανθρώπινο χρήστη και τις συσκευές εισόδου/εξόδου του υπολογιστή. Δια μέσου αυτής της διασύνδεσης ο άνθρωπος δίνει οδηγίες ή παρέχει δεδομένα στον υπολογιστή και μέσω αυτής της διασύνδεσης ο άνθρωπος λαμβάνει ανάδραση και άλλες πληροφορίες από τον υπολογιστή»* (Norman K. 2000) [19]



Εικόνα 11: Επεξηγηματικό σχήμα για τον ορισμό της διασύνδεσης ανθρώπου-υπολογιστή από τον Norman Kent.

Ο χρήστης λοιπόν, στην παραπάνω εικόνα, διαμορφώνει τις προθέσεις του και τις γνωστοποιεί μέσω συσκευών εισόδου (επάνω γραμμή επικοινωνίας) στον υπολογιστή, οι οποίες μέσω του «interface» (επικαλυπτόμενη περιοχή χρήστη-υπολογιστή), από την πλευρά του υπολογιστή θα αντιστοιχιστούν σε εσωτερικά αναγνωρίσιμο κώδικα (άνω γραμμή) και στην συνέχεια, ο κώδικας μέσω εσωτερικών

δομών δεδομένων θα αντιστοιχιστεί σε πληροφορία (κάτω γραμμή), η οποία μέσω του «interface» θα απεικονιστεί στην οθόνη (κάτω γραμμή) αναπαριστώμενη με τέτοιο τρόπο που να έχει νόημα για τον χρήστη (Norman K. 2000). [19]

Μέχρι στιγμής αναφέρθηκαν προσεγγίσεις, οι οποίες δίνουν έμφαση στον όρο «όριο», δηλαδή περιγράφουν τη διασύνδεση σαν ένα διαχωρισμό του ανθρώπου από τις συσκευές εισόδου/εξόδου του Η/Υ. Ο ορισμός, που προτείνει ο Preece και η ομάδα του, δεν εστιάζει τόσο σε αυτόν τον διαχωρισμό, είναι πιο γενικός και αφηρημένος: «*Διασύνδεση είναι όλες οι πλευρές του συστήματος που ο χρήστης έρχεται σε επαφή μαζί τους. Αυτό μπορεί να σημαίνει και:*

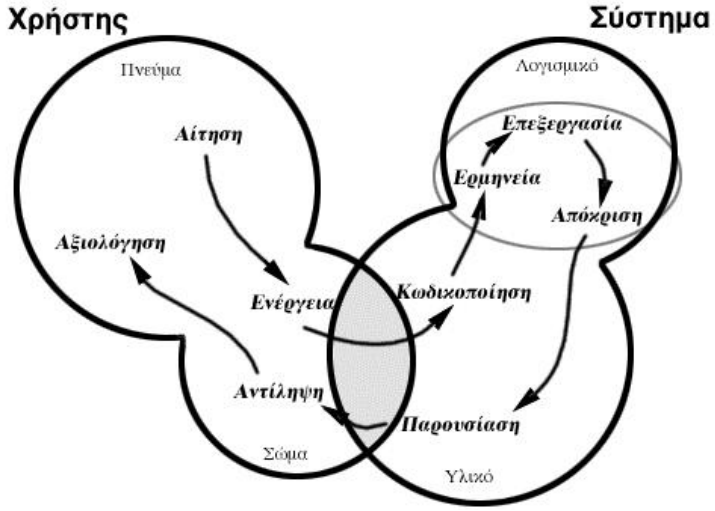
- *μια γλώσσα εισόδου για τον χρήστη,*
- *μια γλώσσα εξόδου για την μηχανή και*
- *ένα πρωτόκολλο για τη διαλογικότητα.»* (Preece 2002) [21] [22]

Επίσης ο Αβούρης υποστηρίζει πως*: «το «interface» είναι το μέσο που διευκολύνει την επικοινωνία και την αλληλεπίδραση δύο διαφορετικών οντοτήτων, όπως είναι ο άνθρωπος και ο υπολογιστής.»* (Αβούρης 2000) [2]

Αντιθέτως, άλλοι ερευνητές αποφεύγουν να δώσουν ορισμούς και προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα χαρακτηριστικά της διασύνδεσης. Για παράδειγμα, ο Shneiderman υποστηρίζει πως μια πετυχημένη σχεδίαση ενός συστήματος είναι αυτή που θα απαλείψει εντελώς το «interface» και θα επιτρέπει στον χρήστη την εξερεύνηση του συστήματος(Shneiderman 1988) [16]. Μια άλλη αξιοσημείωτη προσέγγιση είναι αυτή των Lewis και Rieman, οι οποίοι υπολογίζουν το «interface» ως ένα σύνολο από πληροφοριακά κανάλια με τη βοήθεια των οποίων ο χρήστης επικοινωνεί με το σύστημα. Υπογραμμίζουν πως για να είναι επιτυχημένο το «interface», θα πρέπει να βοηθάει το σύστημα έτσι ώστε να προσφέρεται ότι χρειάζεται ο χρήστης, αλλά και με τρόπο κατάλληλο για τον χρήστη (Lewis και Rieman 1994) [22].

Με βάση όλα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω θα λέγαμε ότι, με τον όρο διασύνδεση ανθρώπου υπολογιστή εννοούμε το κανάλι επικοινωνίας και διάδρασης που υπάρχει ανάμεσα στον χρήστη και το σύστημα. Ο όρος «κανάλι» αναφέρεται στους τρόπους, τις μεθόδους και στα εργαλεία που υλοποιούν αυτή την επικοινωνία, τη διάδραση δηλαδή ανάμεσα στον κόσμο του χρήστη και στον κόσμο του υπολογιστή. Άρα θα μπορούσαμε να πούμε ότι: «*Διασύνδεση ανθρώπου-υπολογιστή είναι οι τρόποι, οι μέθοδοι και τα εργαλεία που υλοποιούν την επικοινωνιακή διάδραση ανάμεσα στις οντότητες του χρήστη και του υπολογιστικού συστήματος.»* Είναι προφανές ότι σε

αυτόν τον ορισμό δίνεται βαρύτητα στη σύζευξη αυτών των οντοτήτων, όπως φαίνεται και παρακάτω:



Εικόνα 12: Σχεδιάγραμμα ερμηνείας της διασύνδεσης ανθρώπου-υπολογιστή.

Από την παραπάνω εικόνα γίνεται αντιληπτό ότι η διασύνδεση ανθρώπου υπολογιστή δεν μένει στο κοινό τους όριο, αλλά ξεκινάει από την αίτηση του χρήστη η οποία καταλήγει μέσω ενεργειών από το «interface» (το κοινό όριο) στον υπολογιστή ο οποίος μέσω της κωδικοποίησης την ερμηνεύει, την επεξεργάζεται και αποκρίνεται σε αυτή παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα μέσω του ορίου και πάλι, με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνουν αντιληπτά και να αξιολογηθούν από τον χρήστη.

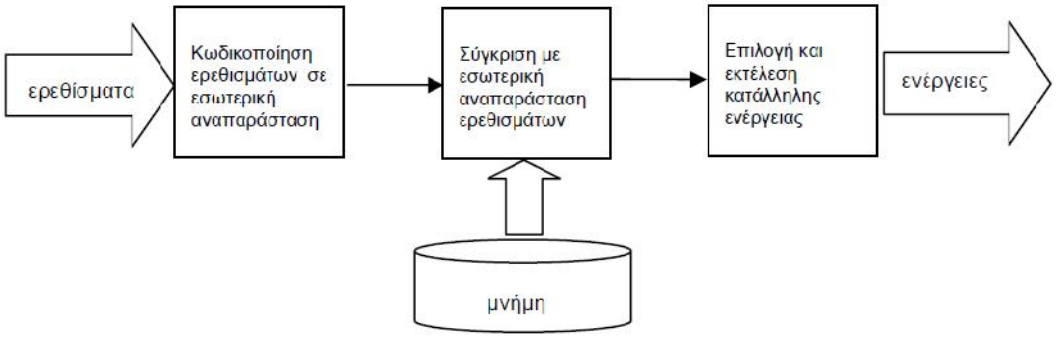
1.6. ΜΟΝΤΕΛΑ ΔΙΑΔΡΑΣΗΣ

1.6.1 Γνωστικά μοντέλα

Τα ερεθίσματα που δέχεται ο άνθρωπος κατά την αλληλεπίδραση του με τον υπολογιστή, του προκαλούν διεργασίες οι οποίες ονομάζονται γνωστικές διεργασίες και συνεπάγονται απόκτηση γνώσης. Η επικοινωνία δηλαδή που αναπτύσσεται μεταξύ του χρήστη και του υπολογιστή ωθεί τον άνθρωπο στην προσπάθεια ερμηνείας, ενθύμησης και κατανόησης διαφόρων καταστάσεων, στην ανάπτυξη συλλογισμών, στην απόκτηση ικανοτήτων, στη δημιουργία νέων ιδεών κλπ. Οι ενέργειες και η γενικότερη συμπεριφορά του ανθρώπου κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου είδους αλληλεπίδρασης (δηλαδή μιας αλληλεπίδρασης κατά την οποία κάνει χρήση γνωστικών λειτουργιών) περιγράφεται από γνωστικά μοντέλα.

Ένα από τα πιο σημαντικά γνωστικά μοντέλα είναι το μοντέλο του ανθρώπου ως επεξεργαστή πληροφορίας ή μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή (human information

processing model). Το μοντέλο αυτό υποστηρίζει ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά κατά την αλληλεπίδραση περνάει από μια σειρά σταδίων επεξεργασίας. Αρχικά, το περιβάλλον στο οποίο εξελίσσεται η αλληλεπίδραση προκαλεί ερεθίσματα στον χρήστη, τα οποία κωδικοποιούνται μέσω των αισθητηρίων οργάνων του. Στη συνέχεια, το κωδικοποιημένο ερέθισμα συγκρίνεται με τις αναπαραστάσεις των ερεθισμάτων που υπάρχουν στη μνήμη.



Εικόνα 13: Το γνωστικό μοντέλο ανθρώπινου επεξεργαστή.

Στο τρίτο στάδιο το κωδικοποιημένο ερέθισμα μεταφράζεται στην αντίστοιχη ενέργεια που πρέπει να εκτελεστεί. Τέλος, το αποτέλεσμα μεταφέρεται στο τέταρτο στάδιο, κατά το οποίο μέσω των επιλεγμένων ενεργειών οργανώνεται η απάντηση. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί για το μοντέλο είναι πως η ροή της πληροφορίας είναι μόνο προς μία κατεύθυνση και η διαδικασία επεξεργασίας προχωράει στο επόμενο στάδιο, μόνο μετά την ολοκλήρωση της επεξεργασίας του προηγούμενο σταδίου. (Αβούρης 2000) [2]. Επίσης γίνεται εύκολα αντιληπτό πως σημαντικό ρόλο στο μοντέλο παίζει η μνήμη του ανθρώπου λεπτομέρειες της οποίας παρουσιάσθηκαν στην ενότητα 1.5.1.

Ένα πιο δημοφιλές μοντέλο διάδρασης είναι το μοντέλο Norman ή αλλιώς το μοντέλο των επτά σταδίων διάδρασης. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η διάδραση πραγματοποιείται με ενέργειες που επαναλαμβάνονται, μέχρι να επιτευχθεί ο τελικός στόχος που έχει θέσει ο χρήστης. Η δομή κάθε επανάληψης έχει τα εξής τέσσερα μέρη:

- **Στόχους:** Ξεκινάμε με μια ιδέα του τι θέλουμε να κάνουμε, τι θέλουμε να συμβεί.
- **Εκτέλεση:** Εκτελούμε τις δράσεις στο κόσμο των δυνατών ενεργειών.
- **Κόσμος:** Για να εκτελέσουμε τις ενέργειες πρέπει να χειριστούμε αντικείμενα του κόσμου.

- **Αξιολόγηση:** Αξιολογούμε τη δράση μας και συγκρίνουμε τα αποτελέσματά της με το στόχο μας.

Το ***μοντέλο διάδρασης του Norman*** πλησιάζει αρκετά στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε διαισθητικά την επικοινωνία μεταξύ του ανθρώπου –χρήστη και του υπολογιστή. Ο χρήστης διατυπώνει ένα **πλάνο ενεργειών,** το πλάνο **εκτελείται στη διεπαφή** του υπολογιστή και ο χρήστης **παρατηρεί τη διεπαφή για να αξιολογήσει το αποτέλεσμα και να καθορίσει περαιτέρω ενέργειες**, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα:

Εικόνα 14: Αναπαράσταση της κυκλικής διαδικασίας ενεργειών της διασύνδεσης ανθρώπου-υπολογιστή σύμφωνα με το μοντέλο του Norman.

Ο κύκλος αυτός περιλαμβάνει επτά στάδια: ένα για τον ορισμό του στόχου, τρία που αφορούν την εκτέλεση και τρία που αφορούν την εκτίμηση του αποτελέσματος.

- **Στόχος:**
  - Σχηματισμός του αρχικού ή επόμενου στόχου.
- **Εκτέλεση:**
  - Σχηματισμός της πρόθεσης.
  - Προσδιορισμός της δράσης, δηλαδή της ακολουθίας ενεργειών που αντιστοιχεί στην πρόθεση
  - Εκτέλεση της δράσης
- **Αξιολόγηση:**
  - Αντίληψη της νέας κατάστασης του κόσμου (συστήματος), εξετάζοντας τα αποτέλεσμα που προέκυψαν από την ενέργεια που εκτελέστηκε.
  - Ερμηνεία της νέας κατάστασης του κόσμου (συστήματος) από τον χρήστη.

- Εκτίμηση του αποτελέσματος, δηλαδή σύγκριση της νέας κατάστασης του συστήματος με τον στόχο.

Ο Norman χρησιμοποιεί αυτό το μοντέλο για να καταδείξει γιατί ορισμένες διεπαφές δημιουργούν προβλήματα στους χρήστες και περιγράφει αυτά τα προβλήματα με τους όρους χάσμα εκτέλεσης και χάσμα αξιολόγησης. Για πολλές εργασίες υπάρχει δυσκολία στον προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των νοητικών προθέσεων και ερμηνειών και των ενεργειών και των καταστάσεων σε φυσικό επίπεδο, με αποτέλεσμα την ύπαρξη διαφόρων χασμάτων που διαχωρίζουν τις νοητικές καταστάσεις από αυτές στο φυσικό επίπεδο. Έτσι, η διαφορά μεταξύ των προθέσεων του χρήστη και των επιτρεπόμενων ενεργειών από το σύστημα αποτελεί το χάσμα εκτέλεσης. Δημιουργείται δηλαδή το εξής ερώτημα: *«Μας επιτρέπει η διεπαφή να εκτελέσουμε τις ενέργειες που απαιτούνται από την αντίστοιχη πρόθεση;»*
Για παράδειγμα, αν ο στόχος είναι η αποθήκευση του αρχείου, με την πρόθεση του χρήστη να είναι η χρήση του μενού file, κάνοντας κλικ στην επιλογή save, τότε γεννάται το ερώτημα: *«Υπάρχει η επιλογή save στο μενού file;»*

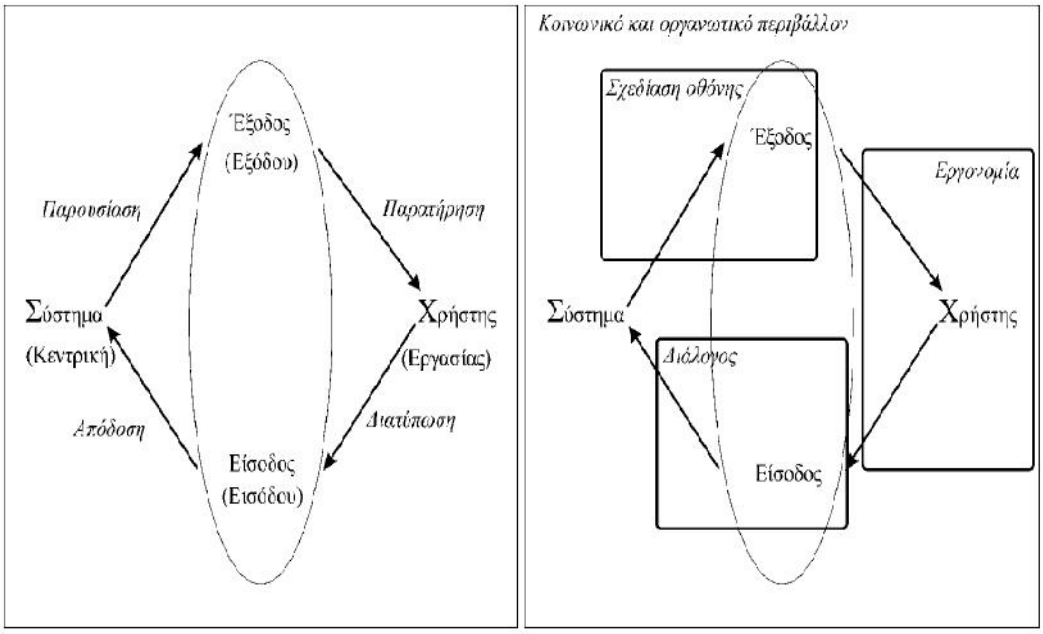
Αντίστοιχα, η διαφορά μεταξύ της συμπεριφοράς του συστήματος και των προσδοκιών του χρήστη εκφράζεται από το χάσμα εκτίμησης ή αλλιώς χάσμα αξιολόγησης. Αυτά τα χάσματα δημιουργούν σημαντικά προβλήματα στην επικοινωνία του ανθρώπου με το φυσικό κόσμο ή τον υπολογιστή και σκοπός του σχεδιαστή της αλληλεπίδρασης του συστήματος είναι η γεφύρωσή τους. Για να μπορέσει ο σχεδιαστής να μειώσει αυτό το χάσμα, για μια συγκεκριμένη διεπαφή, θα πρέπει να την σχεδιάσει με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρήστης να μπορεί εύκολα να :

- Προσδιορίσει τη λειτουργία της.
- Προσδιορίσει τις εφικτές δράσεις.
- Να πραγματοποιήσει την ενέργεια.
- Να προσδιορίσει αν το σύστημα βρίσκεται στην επιθυμητή κατάσταση.
- Να ερμηνεύσει την κατάσταση του συστήματος.
- Να προσδιορίσει σε ποια κατάσταση βρίσκεται το σύστημα.

Το μοντέλο του κύκλου εκτέλεσης-αξιολόγησης παρουσιάζει τη διάδραση με τρόπο σαφή και διαισθητικό και επιτρέπει την ένταξη λεπτομερέστερων εμπειρικών και αναλυτικών εργασιών σε ένα κοινό πλαίσιο. Από την άλλη πλευρά, εξετάζει το σύστημα μόνο μέχρι τη διεπαφή και επικεντρώνεται εξ’ ολοκλήρου στην άποψη του

χρήστη για τη διάδραση. Δεν επιχειρεί να ασχοληθεί με την επικοινωνία του συστήματος μέσω της διεπαφής (Norman 1988) [12].

Ένα άλλο μοντέλο της ίδιας κατηγορίας είναι ο Σκελετός Διάδρασης. Το μοντέλο αυτό επιχειρεί μια πιο ρεαλιστική περιγραφή της διάδρασης, συμπεριλαμβάνοντας ρητά το σύστημα.



Εικόνα 15: Τα στάδια του μοντέλου Σκελετού διάδρασης.

Στην πρώτη εικόνα αναφέρονται τα τέσσερα βασικά στοιχεία της επικοινωνίας σαν κύριοι κόμβοι. Κάθε ένα από αυτά τα συστατικά έχει τη δική του γλώσσα. Η αλληλεπίδραση επιβάλλει τη μετάφραση μεταξύ των διαφορετικών γλωσσών. Προβλήματα συμβαίνουν όταν η μετάφραση μεταξύ διαφορετικών γλωσσών είναι δύσκολη ή ακατόρθωτη. Οι συγκεκριμένες πράξεις που διαδραματίζονται μεταξύ τους εμφανίζονται σαν ακμές, και οι γλώσσες που χρησιμοποιούνται σε κάθε ένα από αυτά μέσα σε παρένθεση. Στην δεύτερη παρουσιάζεται πάλι η βασική εικόνα των κόμβων και των ακμών, και αποτυπώνονται τα στοιχεία (κόμβοι) που εμπλέκονται στους τρεις βασικούς γνωσιακούς χώρους της επικοινωνίας, δηλαδή την εργονομία, την σχεδίαση διαλόγου, και την σχεδίαση οθόνης (η εργονομία και το στυλ διαλόγου αναφέρονται αναλυτικά σε επόμενες ενότητες). Έστω για παράδειγμα, μια μεγάλη αίθουσα της οποίας ο φωτισμός ελέγχεται από ένα σύνολο διακοπτών και επιθυμούμε τον έλεγχο τους έτσι ώστε να φωτίζεται μόνο ένας χώρος της. Θα πρέπει λοιπόν να εξακριβωθεί, ποιοι διακόπτες ελέγχουν ποια φώτα. Για να επιτευχθεί αυτό, απαιτούνται επαναλαμβανόμενες δοκιμές για την επίτευξη του στόχου. Στην

συγκεκριμένη περίπτωση η γλώσσα εισόδου απαρτίζεται από μια γραμμική διάταξη διακοπτών, των οποίων ο προσανατολισμός μπορεί να μην δηλώνει τίποτα για την λειτουργία ή το αποτέλεσμά τους. Το πλαίσιο αναφοράς της διάδρασης δεν περιορίζεται στους υπολογιστές, αλλά αναγνωρίζει όλα τα βασικά χαρακτηριστικά που εμπλέκονται στην αλληλεπίδραση και επιπλέον, επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση των συστημάτων. (Ιωαννίδης και Λέπουρας 2005) [3]

Τα παραπάνω γνωστικά μοντέλα περιγράφουν μία προσπάθεια για κατανόηση των αλληλεπιδραστικών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ ενός χρήστη και ενός συστήματος. Ένα άλλο μοντέλο το Model Human Processor (MHP) προσπαθεί να προβλέψει ή να ποσοτικοποιήσει την απόδοση του χρήστη. Στην ουσία προσπαθεί να δημιουργήσει μεθόδους και εργαλεία που να αξιολογούν διαφορετικές διεπαφές για διάφορες εργασίες. Συνοπτικά, το MHP περιγράφει τον άνθρωπο ως τρία αλληλεπιδρώντα υποσυστήματα:

- Το αισθητήριο (κωδικοποίηση ερεθισμάτων)
- Το γνωστικό (σύγκριση και επιλογή απόκρισης), και
- Το κινητικό (εκτέλεση απόκρισης).

Για να αποδώσει καλύτερα το μοντέλο αυτό επεκτάθηκε με την ανάπτυξη μιας οικογένειας προβλεπτικών (predictive) μοντέλων, γνωστή ως GOMS (Goals, Operators, Methods and Selection rules: Στόχοι, Λειτουργίες, Μέθοδοι και Κανόνες Επιλογής). Το μοντέλο GOMS περιγράφει τη γνώση που πρέπει να έχει ένας χρήστης, ώστε να μπορέσει να ολοκληρώσει τις εργασίες που επιθυμεί μέσα σε ένα διαδραστικό σύστημα. Έτσι, αφού οριοθετηθούν οι στόχοι, περιγράφονται οι μέθοδοι ,που προτείνονται από το GOMS, με τις οποίες μπορούμε να φτάσουμε στους στόχους. Οι μέθοδοι αποτελούνται από λειτουργίες τις οποίες εκτελεί ο χρήστης. Συνήθως οι μέθοδοι παρουσιάζουν ιεραρχική δομή, διότι η επίτευξη του στόχου προϋποθέτει την ολοκλήρωση πολλών υπο-στόχων, οπότε αν υπάρχουν περισσότερες από μία μέθοδοι για την πραγματοποίηση ενός στόχου, τότε επιλέγεται η αποτελεσματικότερη μέθοδος μέσα από κανόνες επιλογής. (Card 1983) , (Kieras 1994) [14] ,[15]

1.6.2 Νοητικά μοντέλα

Τον ίδιο βαθμό βοήθειας που προσφέρουν τα γνωστικά μοντέλα στη μελέτη της επικοινωνίας ανθρώπου υπολογιστή, προσφέρουν και τα νοητικά μοντέλα. Με τον

όρο νοητικά μοντέλα εννοούμε δυναμικά σχήματα γνώσης που σχηματίζονται από τον χρήστη και αφορούν τρόπους χρήσης συσκευών, διατάξεων, τρόπους αντιμετώπισης προβλημάτων, προβλέψεις έκτακτων περιστατικών ή διάγνωσης πιθανών εναλλακτικών λύσεων σε προβλήματα που προκύπτουν. Είναι αυτό που ο χρήστης αντιλαμβάνεται ως τρόπο λειτουργίας ενός συστήματος ή μιας συσκευής. Χωρίς να γνωρίζει λεπτομέρειες της λειτουργίας δημιουργεί «γνωστικές συντομεύσεις» έτσι ώστε να μπορεί να αλληλεπιδράσει με το σύστημα. Για αυτόν τον λόγο υπάρχει η τάση δημιουργίας απλών μοντέλων αν και τις περισσότερες φορές τα μοντέλα υλοποίησης των συσκευών διαφέρουν πολύ από τα νοητικά μοντέλα των χρηστών, ειδικά σε περιπτώσεις υλοποίησης μοντέλων λογισμικού η διαφορά είναι τεράστια. Έτσι υπάρχει η τάση δημιουργίας διεπαφών με μοντέλα που αναπαριστούν τις δυνατές συμπεριφορές του συστήματος, τα οποία διαφέρουν πολύ από τα μοντέλα υλοποίησης, με τέτοιο τρόπο ώστε τα μοντέλα αυτά να είναι όσο πιο κοντά στα νοητικά μοντέλα του χρήστη, για να πετύχουμε μια εύχρηστη διεπαφή.

Εικόνα 16 :Περιγραφή σχέσης νοητικού μοντέλου με το μοντέλο υλοποίησης της εφαρμογής.

Λόγο αυτής της συσχέτισης, η σχεδίαση των διεπαφών θα πρέπει να βασίζεται περισσότερο στο νοητικό μοντέλο του χρήστη και λιγότερο στο μοντέλο υλοποίησης του συστήματος. Το νοητικό μοντέλο δεν χρειάζεται να είναι ακριβές, διότι δημιουργείται με βάση την αντίληψη, τη φαντασία και την ερμηνευτική ικανότητα του χρήστη. Η σχεδίαση της επαφής θα πρέπει να στοχεύει στην εφαρμογή ενός αναπαριστώμενου μοντέλου που να είναι πολύ κοντά στο νοητικό μοντέλο του χρήστη και αυτό επιτυγχάνεται μέσω:

Απλότητας: η σχεδίαση της διεπαφής θα πρέπει να απλοποιεί τις λειτουργίες του συστήματος και να τις μεταφέρει στον χρήστη με απλό και κατανοητό τρόπο. Οι βασικότερες και πιο χρήσιμες λειτουργίες θα πρέπει να είναι άμεσα προσβάσιμες στον χρήστη. Αντιθέτως οι απαιτητικές και λιγότερο χρήσιμες λειτουργίες θα πρέπει να συμπεριληφθούν μόνο αν κριθούν απαραίτητες και να μην είναι τόσο προφανείς στον χρήστη.

Οικειότητας: η διεπαφή θα πρέπει να χρησιμοποιεί έννοιες και τεχνικές από τον πραγματικό κόσμο έτσι ώστε ο χρήστης να μπορεί εύκολα να κατανοήσει τις λειτουργίες που του προσφέρονται από το σύστημα μέσω τις διεπαφής.

Διαθεσιμότητας: η αναγνώριση πληροφοριών είναι ευκολότερη για τον χρήστη από ότι η ανάκληση. Για αυτό η διεπαφή θα πρέπει να προσφέρει οπτικές ενδείξεις, λίστες επιλογών, να κρατάει παλιότερες ρυθμίσεις και γενικά να εφαρμόζεται μια πολιτική σχεδίασης με την οποία η διεπαφή θα καθοδηγεί, θα βοηθάει τον χρήστη στον εντοπισμό της κατάλληλης ενέργειας χωρίς ο χρήστης να χρειάζεται να απομνημονεύει πολλές διαδικασίες ανεύρεσης.

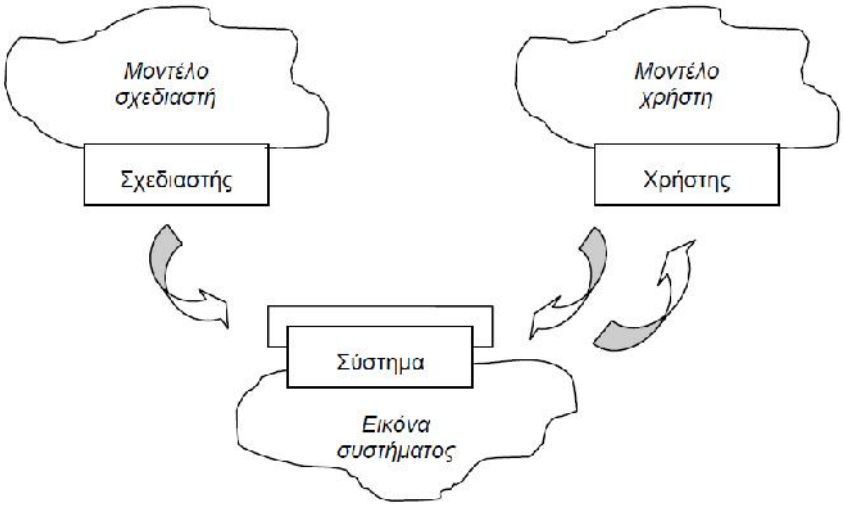
Ευελιξίας: η διεπαφή θα πρέπει να προσφέρει στον χρήστη εναλλακτικούς τρόπους αλληλεπίδρασης. Έτσι ο χρήστης θα μπορεί να επιλέξει μέσα από διάφορες μεθόδους, τη μέθοδο που θεωρεί καταλληλότερη και πιο εύχρηστη για εκείνον.

Ανάδρασης: το σύστημα πρέπει να παρέχει συνεχείς και άμεση ανάδραση σε σχέση με τα αποτελέσματα των ενεργειών που εκτελεί ο χρήστης. Η άμεση ανταπόκριση του συστήματος βοηθάει τον χρήστη να αντιληφθεί το επίπεδο του νοητικού του μοντέλου και να το διορθώσει, να το προσαρμόσει ή να το ενδυναμώσει αν χρειάζεται.

Ασφάλειας: κάθε χρήστης πρέπει να νιώθει σίγουρος ότι δεν θα προκαλέσει προβλήματα στο σύστημα όταν επεξεργάζεται την διεπαφή. Θα πρέπει να του δίνεται η δυνατότητα να αναιρεί ενέργειες, που έχει κάνει, των οποίων τα αποτελέσματα δεν τον ικανοποιούν, διότι ο χρήστης νιώθει πιο βολικά όταν γνωρίζει ότι χρησιμοποιεί μια διεπαφή τις οποίας οι προτεινόμενες ενέργειες δεν προκαλούν μη αναστρέψιμες συνέπειες.

Υπαινισσόμενης χρήσης: αναφέρεται στις ιδιότητες ενός αντικειμένου και στις ενδείξεις για τους τρόπους που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διεπαφή. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται παραστάσεις του πραγματικού κόσμου στην διεπαφή, διότι με αυτή την αναπαράσταση οι χρήστες καταλαβαίνουν εύκολα την χρήση του αντικειμένου μέσα στην διεπαφή. (Αβούρης 2000) [2]

Θα πρέπει να επισημανθεί πως στόχος είναι η αναζήτηση μοντέλων αναπαράστασης συμπεριφορών που θα είναι κοντά στο νοητικό μοντέλο του χρήστη και όχι η αλλαγή του. Την παραπάνω συσχέτιση των μοντέλων προσπάθησε να ερμηνεύσει και να εξηγήσει και ο Norman, ο οποίος αναγνωρίζει τρείς διαστάσεις νοητικών μοντέλων για ένα σύστημα: το μοντέλο του σχεδιαστή, το μοντέλο του χρήστη και το σύστημα.



Εικόνα 17: Οι τρεις διαστάσεις των νοητικών μοντέλων κατά την ανάπτυξη ενός συστήματος σύμφωνα με τον Norman.

Το μοντέλο σχεδιαστή αντιπροσωπεύει την ιδέα του σχεδιαστή, το μοντέλο του χρήστη είναι το νοητικό μοντέλο του χρήστη που αναφέρθηκε πιο πάνω. Το ιδανικό θα ήταν το μοντέλο σχεδίασης να ταυτίζεται με το νοητικό μοντέλο. Η επικοινωνία μεταξύ σχεδιαστή και χρήστη γίνεται μέσω της εικόνας του συστήματος, οπότε ο σχεδιαστής θα πρέπει να εξασφαλίσει ότι το σύστημα είναι συνεπές τόσο στο μοντέλο του σχεδιαστή όσο και στο μοντέλο του χρήστη. (Norman 1988) [12]

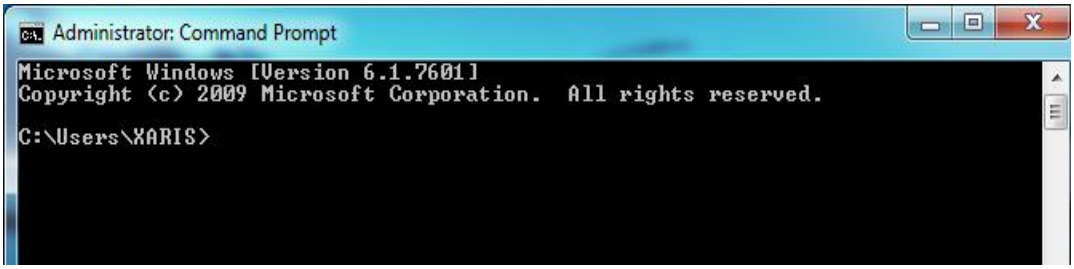
1.7. ΣΤΥΛ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ

Η διάδραση μπορεί να θεωρηθεί ως ένας διάλογος ανάμεσα στον χρήστη και τον υπολογιστή, για αυτό η επιλογή του στυλ της διεπαφής παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα του διαδραστικού συστήματος. Όταν λέμε στυλ διάδρασης, εννοούμε τον τρόπο επικοινωνίας του χρήστη με τον υπολογιστή, μέσω των στοιχείων και των τεχνικών αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιεί το σύστημα. Ο σχεδιαστής πρέπει να προσέξει ότι το σύστημα που σχεδιάζει απευθύνεται σε ανθρώπους και όχι απλά σε χρήστες. Στη συνέχεια αναφέρονται τα βασικότερα στυλ που χρησιμοποιούνται.

1. Γραμμή Εντολών

Σε αυτό το στυλ, ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εκτελέσει ενέργειες μέσω εντολών, τις οποίες πληκτρολογεί σε μια γραμμή εντολών, η οποία προσφέρεται από την διεπαφή. Οι εντολές μπορεί να είναι συντομογραφίες, ολόκληρες λέξεις ή να ενεργοποιούνται από το πάτημα κάποιων λειτουργικών πλήκτρων του

πληκτρολογίου. Τα λειτουργικά συστήματα Unix και MS DOS είναι οι πιο γνωστές εφαρμογές που χρησιμοποιούν την γραμμή εντολών. Αυτός ο τρόπος αλληλεπίδρασης είναι ιστορικά ο πιο παλιός και πλέον χρησιμοποιείται συμπληρωματικά άλλων πιο σύγχρονων μορφών.



Εικόνα 18: Γραμμή εντολών του λειτουργικού συστήματος Windows 7

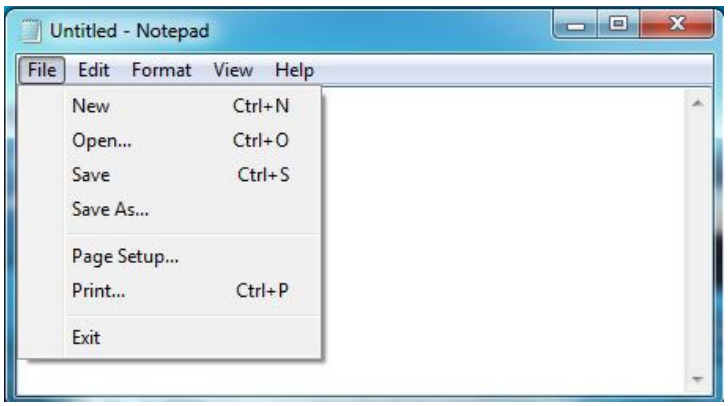
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ισχυρό και αξιόπιστο, η ενέργεια εκτελείται μόνο από όσους γνωρίζουν την εντολή.	Δυσκολία εκμάθησης και απαίτηση ανάκτησης από την μνήμη της ονομασίας κάθε εντολής, κίνδυνος κακής επιλογής ονόματος εντολής από τον σχεδιαστή.
Ευέλικτο, διότι κάθε εντολή μπορεί να έχει παραμέτρους.	
Άμεση πρόσβαση σε λειτουργίες τους συστήματος.	
Καταλαμβάνει μικρό χώρο στην οθόνη	Έλλειψη ανάδρασης, κατάλληλο μόνο για χρήστες με πείρα
Ευκολία χρήσης για επαναλαμβανόμενες ενέργειες.	

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους στυλ αλληλεπίδρασης «Γραμμή Εντολών».

2. Μενού Επιλογών

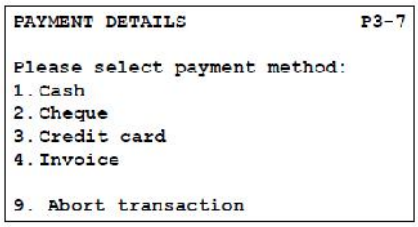
Σε αυτό το στυλ ο χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει την επιθυμητή εντολή μέσα από μία λίστα πολλών επιλογών διαθέσιμη από την εφαρμογή. Σε αυτή την κατηγορία συναντάμε πολλών ειδών λίστες:

- Pull down menus (πτυσσόμενα μενού): όπου ενεργοποιώντας μια αρχική ένδειξη εντολής εμφανίζεται «πέφτοντας» η λίστα σχετικών επιλογών με την εντολή. Η λίστα χάνεται αμέσως μετά την ενέργεια του χρήστη.



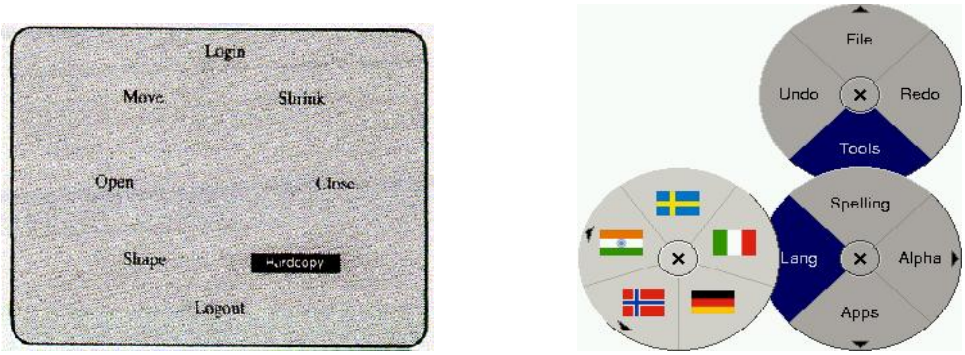
Εικόνα 19: Pull down menu εφαρμογής «σημειωματάριο» των Windows 7

- Text menus (μενού κειμένου): η διεπαφή ενημερώνει μέσω κειμένου τον χρήστη ποια πλήκτρα αντιστοιχούν σε κάθε επιτρεπόμενη ενέργεια, έτσι ώστε ο χρήστης να δηλώσει μέσω ενός πλήκτρου τι επιθυμεί να συμβεί.



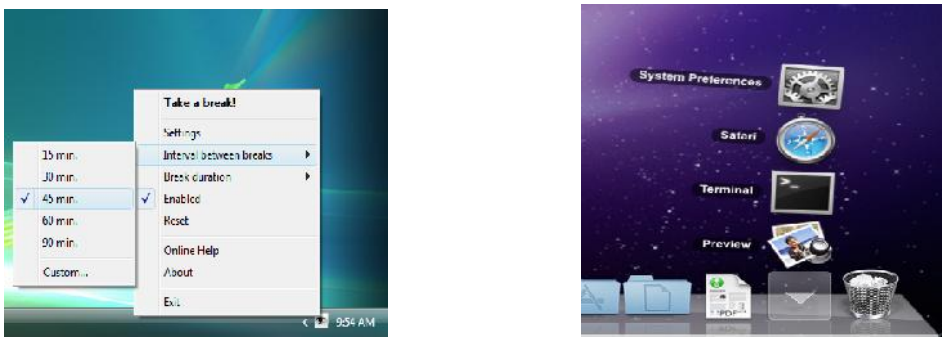
Εικόνα 20: Μενού κειμένου

- Pie menus (κυκλικά μενού): η λίστα εμφανίζεται κυκλικά γύρω από το σημείο που βρίσκεται το βασικό κουμπί της εντολής.



Εικόνα 21 : Κυκλικά μενού

- Pop up menus (αναδυόμενα μενού): σε αυτή την κατηγορία η λίστα επιλογών αναδύεται μέσα από το βασικό κουμπί της εντολής και κλείνει με συνήθως με εντολή του χρήστη.



Εικόνα 22 : Pop up menus

Οι επιλογές της λίστας οργανώνονται με διάφορους τρόπους: αλφαβητικά, σειριακά, με βάση τη συχνότητα χρήσης, με βάση τις λειτουργίες που εκτελούν (ομαδοποίηση), εντολές με αντίθετο αποτέλεσμα τοποθετούνται μακριά η μία από την άλλη (συνήθως αντίθετα η μια από την άλλη). Όταν χρησιμοποιούνται μενού θα

πρέπει να υπάρχει αντιστοίχιση της δομής του μενού με την δομή των ενεργειών του χρήστη, γιατί έτσι ο χρήστης γνωρίζοντας τη δομή της ενέργειας του θα είναι εύκολο να εντοπίσει την κατάλληλη εντολή από το κατάλληλο μενού. Για παράδειγμα, αν ο χρήστης χρησιμοποιεί μια εφαρμογή κειμενογράφου και θέλει να αποθηκεύσει το αρχείο του, μπορεί εύκολα να αντιληφθεί πως η ακολουθία επιλογών που πρέπει να κάνει από τα μενού είναι : *Αρχείο → Αποθήκευση* .

Όταν χρησιμοποιούνται τα μενού, βασικός στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του βάθους ιεραρχίας σε σχέση με το πλάτος τους. Καλό είναι να δημιουργούνται λογικές και διακριτές κατηγορίες επιλογών, χρησιμοποιώντας σύντομες και κατανοητές ετικέτες για κάθε επιλογή, όπως επίσης καλό είναι να παρέχεται στον χρήστη η δυνατότητα επιλογής εκτέλεσης μιας εντολής για όλα τα στοιχεία, π.χ. διαγραφή όλων. Γενικά κατά την χρήση λιστών επιλογών, ο σχεδιαστής θα πρέπει να σκεφτεί σε ποιους χρήστες απευθύνεται η εφαρμογή και να εκμεταλλευτεί στη συνέχεια όλα τα πλεονεκτήματα που του παρέχονται μέσω της χρήσης των μενού.

Πλεονεκτήματα	**Μειονεκτήματα**
Είναι αυτό-επεξηγηματικά, που σημαίνει ότι απαιτούν αναγνώριση και όχι ανάκτηση.	Δεν είναι αποδοτικά και ευέλικτα, όπως η γραμμή εντολών η οποία προσφέρει επιλογή πολλών παραμέτρων για μια εντολή.
Οι διαθέσιμες επιλογές είναι ορατές άρα απαιτούν λίγη πληκτρολόγηση και προσφέρουν ευκολία χρήσης.	Καταλαμβάνουν πολύ χώρο στην οθόνη, κουραστικά και μη πρακτικά για επανάληψη εντολών.

Πίνακας 3: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Μενού επιλογών».

3. Φυσική Γλώσσα

Σε αυτή τη μορφή επικοινωνίας ο χρήστης έχει την δυνατότητα να εκφράσει το αίτημα του σε μια εφαρμογή στη φυσική του γλώσσα μέσω του πληκτρολογίου ή μέσω κάποιου συστήματος αναγνώρισης φωνής. Αυτή η μέθοδος δεν αποδίδει, διότι είναι πολύ δύσκολο από ένα σύστημα να αναλυθεί σημασιολογικά μία πρόταση στην φυσική μας γλώσσα. Για παράδειγμα η φράση «άνοιξε το αρχείο με το πρόγραμμα» θα προκαλούσε πρόβλημα σε ένα τεχνητό μεταφραστή καθώς θα μπορούσε να ερμηνευτεί ως εξής: *να ανοιχθεί το αρχείο που περιέχει ένα πρόγραμμα (π.χ. σχολικό πρόγραμμα μαθημάτων) ή να ανοιχθεί ένα αρχείο με τη βοήθεια ενός συγκεκριμένου προγράμματος δηλαδή εφαρμογής*.

Είναι εύκολα κατανοητό ότι η χρήση της φυσικής γλώσσας σαν στυλ διάδρασης έχει πολύ χαμηλή απόδοση, γιατί δεν μπορεί να εξυπηρετήσει ένα απόλυα αυστηρό και διακριτό περιβάλλον όπως αυτό του υπολογιστή.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Εύκολη εκμάθηση.	Δυσκολία υλοποίησης, ευκολία λαθών, ακριβή υλοποίηση.
Ευέλικτη και γρήγορη.	

Πίνακας 4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Φυσική Γλώσσα».

4. Ερωταποκρίσεις

Σε αυτή τη μορφή ο χρήστης επικοινωνεί με τον υπολογιστή απαντώντας σε ερωτήσεις που θέτονται από τον υπολογιστή. Συνήθως οι απαντήσεις είναι τύπου «ΝΑΙ/ΟΧΙ» ή αριθμημένων επιλογών. Σε αυτού του είδους την επικοινωνία θα πρέπει οι ερωτήσεις να εκφρασθούν ξεκάθαρα και να είναι απλές και κατανοητές, όπως επίσης θα πρέπει να παρέχονται και σύντομες οδηγίες ή πληροφορίες για κάθε προτεινόμενη απάντηση.

Εικόνα 23 : Ερώτηση του λειτουργικού συστήματος Windows 7 για τρόπο σύνδεσης.

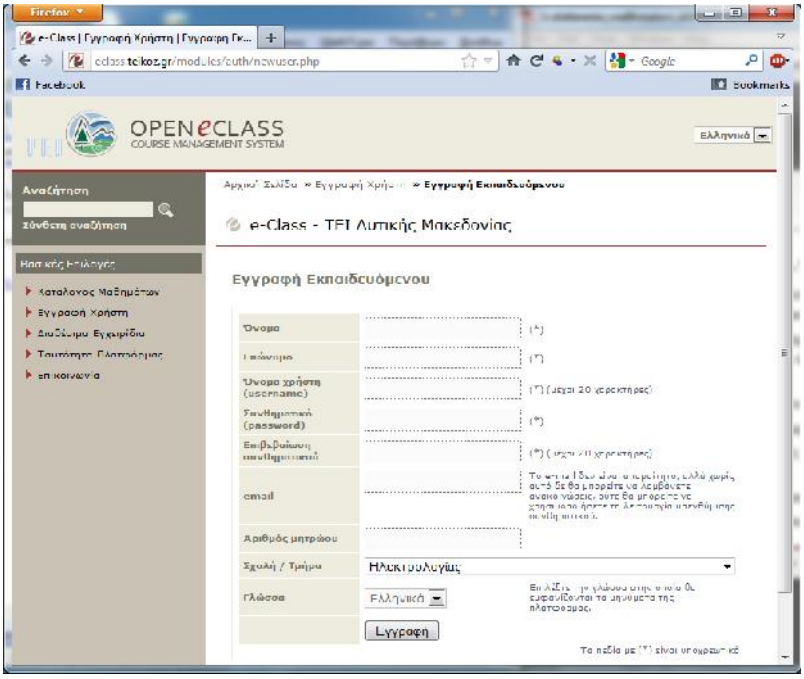
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ευκολία εκμάθησης και αυτό-επεξηγηματικό.	Δεν είναι λειτουργικό και δεν μπορεί να εφαρμοστεί εύκολα.
Μικρή ανάγκη χρήσης ανθρώπινης μνήμης και παροχή πολλών επιλογών για τιμές εισόδου.	Ευκολία λάθος επιλογών από άπειρους χρήστες, απαίτηση εμπειρίας και ικανότητας σύνταξης ερωτήσεων.

Πίνακας 5 : Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Ερωταποκρίσεις».

5. Φόρμες

Σε αυτό το στυλ διάδρασης, ο χρήστης μπορεί να συμπληρώνει τα στοιχεία που έχουν σχέση με την ενέργεια που θέλει να εκτελέσει μέσα σε πεδία μιας φόρμας ,η οποία εμφανίζεται στην οθόνη. Αυτό το στυλ βασίζεται στην παρουσίαση

πληροφοριών, ερωτήσεων και κενών για συμπλήρωση όπως ακριβώς και στις έντυπες φόρμες συμπλήρωσης.



Εικόνα 24: Συμπλήρωση φόρμας για εγγραφή στην διαδικτυακή πύλη e-Class του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ευκολία εκμάθησης λόγω ομοιότητας με έντυπες αιτήσεις.	Απαιτούν πληκτρολόγηση.
Αυτό-επεξηγηματικές και μικρές απαιτήσεις μνήμης.	Επιτρέπουν λάθη.
Δυνατότητα ελέγχου των εισαγόμενων τιμών των πεδίων.	Προϋποθέτει την γνώση των έγκυρων τιμών εισόδου.

Πίνακας 6: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Φόρμες».

6. Άμεση Διαχείριση Λειτουργικών Πλήκτρων

Στην άμεση διαχείριση ο χρήστης μπορεί να επικοινωνήσει με το σύστημα μέσω πλήκτρων, τα οποία περιγράφουν την λειτουργία που τα αντιστοιχεί μέσω εικόνων ή περιγραφικών λέξεων και φράσεων. Θα μπορούσαμε να περιγράψουμε αυτό το στυλ σαν την μεταφορά της λειτουργίας των μενού στο πληκτρολόγιο του συστήματος.

Κατά την σχεδίαση τέτοιων συστημάτων εάν ο στόχος της σχεδίασης είναι η αποτελεσματικότητα και η ευχρηστία του συστήματος, θα πρέπει να παρέχονται στον χρήστη αρκετά λειτουργικά πλήκτρα. Από την άλλη, ο μεγάλος αριθμός πλήκτρων προκαλεί σύγχυση στον άπειρο χρήστη με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται στην χρήση του συστήματος. Σημαντικό ρόλο παίζει και η διάταξη των κουμπιών, καθώς είναι

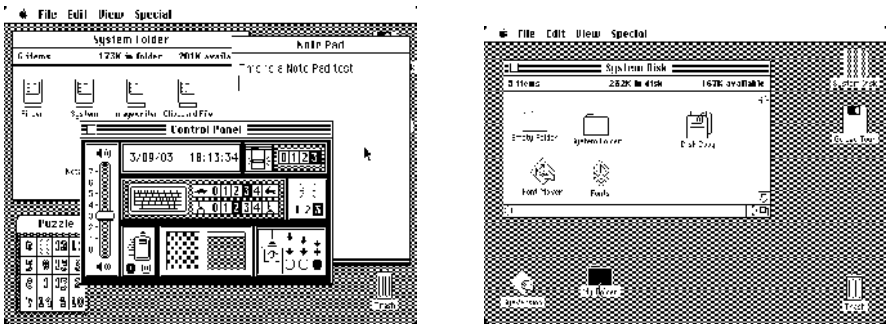
προτιμότερο τα πλήκτρα να διατάσσονται σε ομάδες με βάση την λειτουργία τους, ενώ τα κουμπιά με πολύ μεγάλη συχνότητα χρήσης πρέπει να βρίσκονται σε εύκολης πρόσβασης σημεία. Πολλές φορές είναι χρήσιμο να αντιστοιχίζουμε χρώματα με λειτουργίες με αποτέλεσμα να χρωματίζουμε τα αντίστοιχα κουμπιά με τα αντίστοιχα χρώματα.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Αυτό-επεξηγηματικά και απαιτούν λίγη μνήμη από τον χρήστη.	Υψηλό κόστος και δυσκολία επέκτασης (αναβάθμισης) υλικού και λογισμικού.
Ευέλικτα και ευκολία στη χρήση.	Περιορισμένος αριθμός πλήκτρων.
Δεν απαιτείται πληκτρολόγηση.	

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Άμεση Διαχείριση Λειτουργικών Πλήκτρων».

7. Άμεσου Χειρισμού Διεπαφές

Σε αυτή τη μορφή διάδρασης, τα στοιχεία της επικοινωνίας αναπαρίστανται με εικονίδια στην οθόνη του συστήματος στα οποία ο χρήστης έχει πρόσβαση μέσω δεικτικών συσκευών (π.χ. ποντίκι). Η πρώτη διεπαφή στην οποία εφαρμόστηκε αυτού του είδους η διάδραση ήταν το λειτουργικό σύστημα Mackintosh της Apple το 1978, στο οποίο εφάρμόστηκε για πρώτη φορά η επιφάνεια γραφείου, όπου ο χρήστης μπορεί να δει, με αναπαριστώμενα εικονίδια της οθόνης, τα στοιχεία που τον ενδιαφέρουν, όπως για παράδειγμα φακέλους και έγγραφα και τα οποία μπορεί να ενεργοποιήσει με δεικτικές συσκευές. (http://www.mac-history.net/mac/2008-08-17/the-macintosh-the-many-facets-of-a-slightly-flawed-gem) [α.2]



Εικόνα 25 : Apple Computer 1984–εικόνες από την επιφάνεια εργασίας του Mac OS.

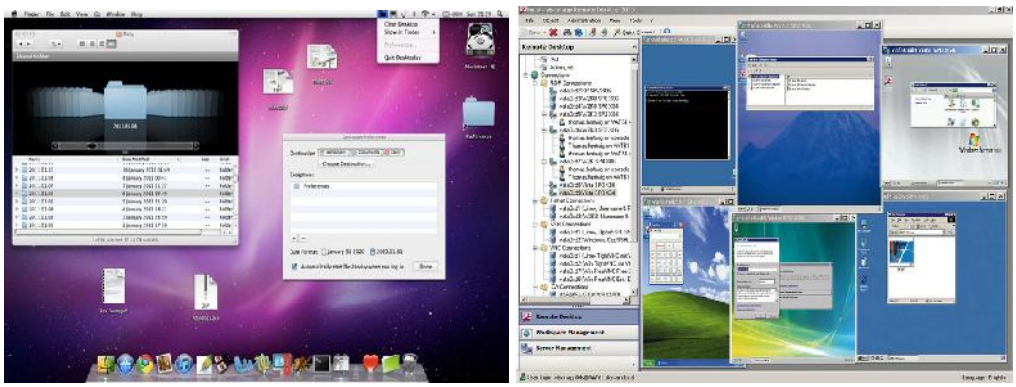
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ευκολία εκμάθησης και απομνημόνευσης, μικρός αριθμός λαθών.	Δεν είναι αυτό-επεξηγηματικές, μη αναγνωρίσιμα εικονίδια.
Αναστρέψιμες ενέργειες και οπτική ανάδραση.	Δυσκολία σχεδιασμού αποδοτικών εικονιδιών.

Πίνακας 8: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Άμεσου Χειρισμού Διεπαφές».

8. Διεπαφές WIMP ή ΠΕΠΕ

Το ακρώνυμο WIMP προέρχεται από τις λέξεις Windows-Icons-Menus & Pointers και αντίστοιχα αν μεταφράσουμε αυτές τις λέξεις προκύπτει το ΠΕΠΕ δηλαδή Παράθυρα-Εικονίδια-Ποντίκια & Επιλογείς ή δείκτες. Είναι η βασική μορφή διάδρασης στους σύγχρονους υπολογιστές. Η επικοινωνία χρήστη-υπολογιστή γίνεται μέσω παραθύρων, εικονιδίων, δεικτών και με την βοήθεια του ποντικιού. Υπάρχουν και άλλα βοηθητικά στοιχεία όπως γραμμές εργαλείων, ράβδοι κύλισης παραθύρων και άλλα που διευκολύνουν τον χειρισμό του συστήματος από τον χρήστη. Τις εφαρμογές WIMP συνήθως τις αποκαλούμε παραθυρικά συστήματα και μια μικρή περιγραφή των στοιχείων αυτών των συστημάτων είναι η εξής:

- Παράθυρα: είναι ανεξάρτητες περιοχές στην οθόνη με συγκεκριμένες λειτουργίες.
- Εικονίδια: σε κάθε παράθυρο του συστήματος για να ενεργοποιηθεί αντιστοιχεί και ένα εικονίδιο το οποίο αναπαριστά την βασική λειτουργία του παραθύρου.
- Δείκτες: χρησιμοποιείται για την ένδειξη και την επιλογή των στοιχείων της οθόνης του συστήματος και έχει διάφορες μορφές, ανάλογα με την τρέχουσα κατάσταση του συστήματος (π.χ. βέλος, κλεψύδρα κτλ.).
- Μενού: λίστες επιλογών ενεργειών που εμφανίζονται στον χρήστη μέσα από κουμπιά.



Εικόνα 26: Παραδείγματα διεπαφών WIMP

9. Υπαινισσόμενη Χρήση

Σε πολλά συστήματα η διεπαφή είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να υπαινίσσεται η χρήση της. Το σχήμα και η σχεδίαση πολλών αντικειμένων και στοιχείων της διεπαφής κάνουν στον χρήστη σαφή το χειρισμό τους. Για παράδειγμα

ο «κάδος ανακύκλωσης» των Windows της Microsoft υπαινίσσεται τον χώρο των αχρήστων για το λειτουργικό σύστημα, παρόμοια και απλούστερα ένα κουμπί υπαινίσσεται το πάτημα, δηλαδή για να ενεργοποιηθεί θα πρέπει ο χρήστης να το πατήσει. [23] [24] [25] [26][16]

Εικόνα 27: Παραδείγματα Υπαινισσόμενης Χρήσης στα Windows XP και Vista

10. Διεπαφές Με Τρισδιάστατα Χαρακτηριστικά

Αυτή η μορφή διάδρασης ξεκινάει από την σκίαση των αντικειμένων της διεπαφής και μπορεί να φτάσει μέχρι και την εικονική πραγματικότητα, όπου μέσα από την διεπαφή όλα τα στοιχεία του συστήματος παρουσιάζονται σαν στοιχεία ενός εικονικού κόσμου ο οποίος τις περισσότερες φορές είναι μεταφορά του πραγματικού κόσμου. Η πιο συχνή χρήση αυτής της μορφής, είναι η απεικόνιση σε 3Δ μορφή των στοιχείων WIMP που αναφέρθηκαν πιο πάνω. (Redstrom, 2006) [27]

Εικόνα 28: 3Δ απεικονίσεις στοιχείων WIMPs σε διάφορα λειτουργικά συστήματα.

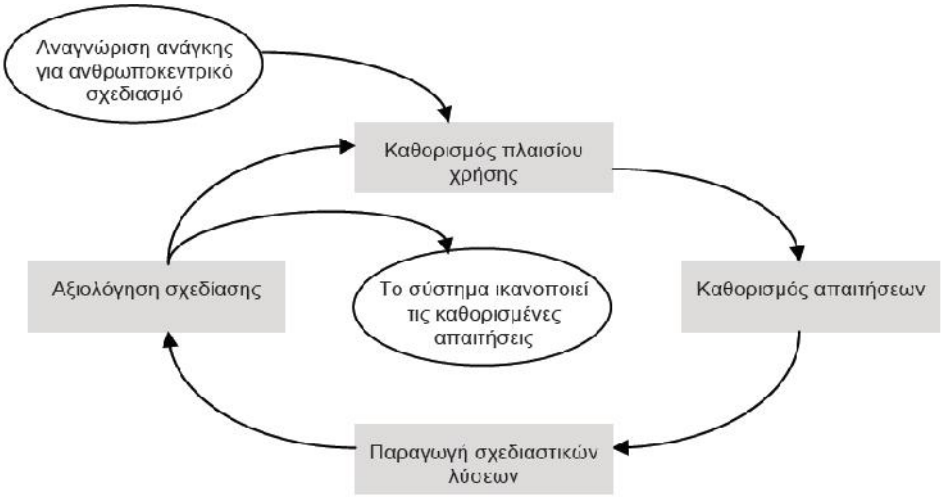
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ευκολία προσδιορισμού των αντικειμένων.	Αδιάκριτη χρήση των εφέ με αποτέλεσμα την έλλειψη διαφοροποίησης των στοιχείων και πιθανή σύγχυση του χρήστη.
Παροχή επιπλέον χώρου με πιο φυσιολογικό τρόπο και καλύτερη προσαρμογή χρήστη με εικονική πραγματικότητα.	
Οικειότητα του χρήστη με το ηλεκτρονικό περιβάλλον.	Δυσκολία χρήσης όταν υπάρχει υπερβολική ελευθερία.

Πίνακας 9: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του στυλ αλληλεπίδρασης «Διεπαφές Με Τρισδιάστατα Χαρακτηριστικά»

11. Ανθρωποκεντρική Σχεδίαση

Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, βασικός στόχος για την σχεδίαση διαδραστικών συστημάτων ήταν η επίτευξη λειτουργικότητας και όχι η εμφάνιση. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, τα συστήματα αυτά απευθύνονται συνεχώς σε μεγαλύτερο αριθμό χρηστών και τα τελευταία χρόνια σε πολλούς χρήστες διαφορετικών επιπέδων γνώσεων τεχνολογίας. Έτσι γίνεται αντιληπτό ότι ένα απλώς λειτουργικό σύστημα δεν επαρκεί και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη και για ποιους προορίζεται. Με αυτό το σκεπτικό ξεκίνησαν οι πρώτες προσπάθειες ενσωμάτωσης στοιχείων που βοηθούν στην επικοινωνία του χρήστη με τον υπολογιστή και κάνουν το σύστημα πιο αποτελεσματικό. Στη συνέχεια η προσπάθεια εντάθηκε ακόμη περισσότερο με στόχο την μελέτη των αποτελεσμάτων αυτής της επικοινωνίας. Εμφανίστηκε δηλαδή μια προσπάθεια καταγραφής των εμπειριών που αποσπάστηκαν από την μεριά του χρήστη έτσι ώστε μέσα από αυτά να εξαχθούν συμπεράσματα για τον τρόπο που αλληλοεπηρεάζονται ο χρήστης με το σύστημα. (Redstrom, 2006) [27]

Αυτό που γίνεται αντιληπτό είναι πως ο άνθρωπος είναι βασικός παράγοντας του σχεδιασμού ενός αλληλεπιδραστικού συστήματος και για αυτό το λόγο η συγκεκριμένη προσέγγιση σχεδιασμού ονομάζεται «ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός». Το διεθνές πρότυπο που αφορά τον ανθρωποκεντρικό σχεδιασμό είναι το ISO 13407. Σε αυτό παρουσιάζεται ένα γενικό μοντέλο σχεδιασμού μέσα από οδηγίες ανθρωποκεντρικού χαρακτήρα για την ανάπτυξη του συστήματος. (“ISO 13407: 1999 Human-centred design processes for interactive systems", ISO, 1999.) [28]



Εικόνα 29: Το μοντέλο ανθρωποκεντρικού σχεδιασμού κατά ISO 13407

Πιο πρόσφατες προσεγγίσεις για ανθρωποκεντρική σχεδίαση, προσπαθούν να δώσουν έμφαση στην ευχρηστία όπως χαρακτηριστικά ορίζει και ο Grulliksen και οι συνεργάτες του ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός είναι: μία διαδικασία η οποία εστιάζει στην ευχρηστία καθ' όλη τη διαδικασία ανάπτυξης και επιπρόσθετα καθ' όλο τον κύκλο ζωής ενός συστήματος. (Gulliksen 2003)[29]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΟΥΣ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

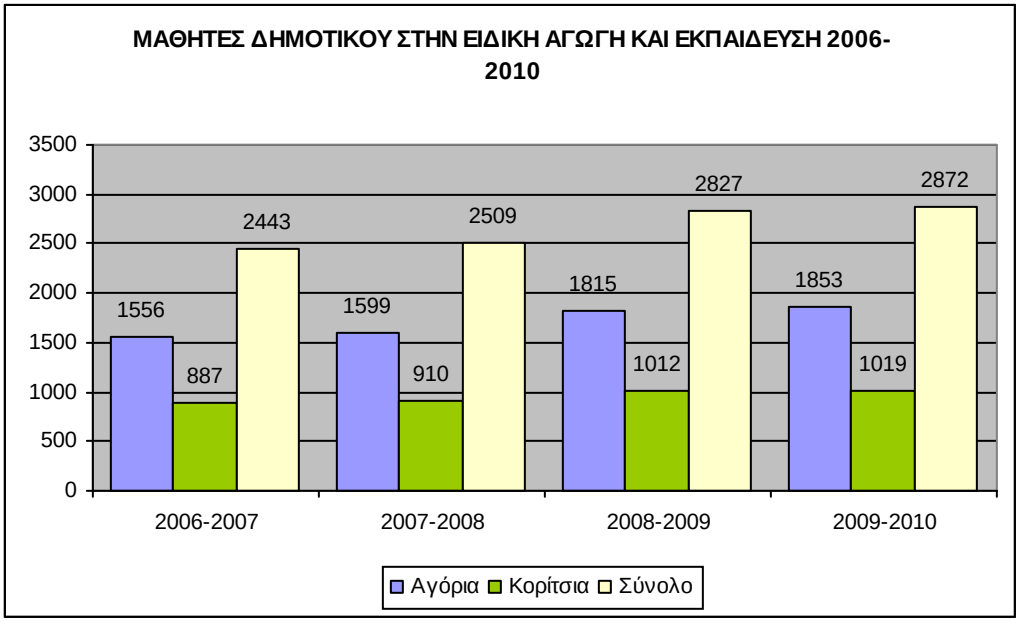
Η μάθηση είναι μια ικανότητα του ανθρώπου άρρηκτα συνδεδεμένη με την εξέλιξη της ζωής, την πρόοδο και την ανάπτυξη πολιτισμού. Πολλές φορές, διάφοροι παράγοντες καταστούν δύσκολη την μάθηση, με αποτέλεσμα να προκύπτει μια ελλιπής και αποτυχημένη μάθηση. Όπως αναφέρει ο Πόρποδας, οι δυσκολίες αυτές υπάρχουν από τότε που ο άνθρωπος άρχισε να μαθαίνει. Επίσης υποστηρίζει πως στη σύγχρονη εποχή η ανάγκη για γνώση είναι ολοένα και μεγαλύτερη με αποτέλεσμα τα προβλήματα των ατόμων με δυσκολία στη μάθηση να είναι πολύ πιο εμφανή. (Πόρποδας 2003), (Πόρποδας 2006)[30] [31]

Ο πρώτος που αναφέρθηκε στον όρο «μαθησιακές δυσκολίες» ήταν ο Samuel Kirk το 1962, που υποστήριξε ότι «μαθησιακές δυσκολίες» είναι : «*μια καθυστέρηση ή διαταραχή της ανάπτυξης σε μία ή περισσότερες λειτουργίες του γραπτού ή του προφορικού λόγου ή και των μαθηματικών, εξαιτίας κάποιας πιθανής εγκεφαλικής δυσλειτουργίας ή διαταραχών συμπεριφοράς και συναισθημάτων*.»(Kirk 1962)[32]

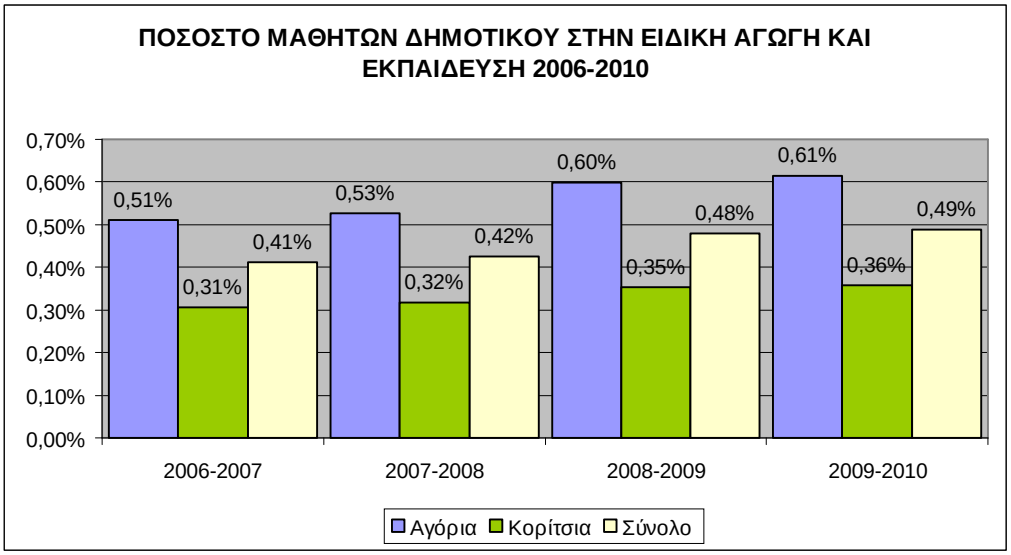
Στα επόμενα χρόνια ακολούθησαν πολλοί προτεινόμενοι ορισμοί. Ο πιο αποδεκτός δόθηκε το 1988 από την Εθνική Μικτή Επιτροπή για Μαθησιακές Δυσκολίες (National Joint Committee onLearning Disabilities) των ΗΠΑ: *«οι μαθησιακές δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται σε μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών που εκδηλώνονται ως δυσκολίες στη μάθηση και χρήση της ομιλίας, της ανάγνωσης, της γραφής, του συλλογισμού ή των μαθηματικών ικανοτήτων. Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς στο άτομο, αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και είναι δυνατόν να εκδηλώνονται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Με τις μαθησιακές δυσκολίες είναι δυνατόν να συνυπάρχουν προβλήματα αυτοελέγχου της συμπεριφοράς, κοινωνικής αντίληψης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης, τα οποία, όμως, από μόνα τους, δε συνιστούν μαθησιακή δυσκολία. Αν και οι μαθησιακές δυσκολίες είναι δυνατόν να εκδηλώνονται μαζί με άλλες μειονεκτικές καταστάσεις (π.χ. αισθητηριακή βλάβη, νοητική καθυστέρηση, σοβαρή συναισθηματική διαταραχή) ή με επιδράσεις εξωγενών παραγόντων (όπως οι πολιτισμικές διαφορές και η ανεπαρκής ή ακατάλληλη εκπαίδευση), εντούτοις οι μαθησιακές δυσκολίες δεν είναι το άμεσο αποτέλεσμα αυτών των καταστάσεων ή εξωγενών παραγόντων»*. (O'shea 1998), (Πόρποδας 2006)[33] [31]

Ο Meier το 1971 υποστήριξε ότι περίπου το 20-25% του πληθυσμού αντιμετωπίζει προβλήματα ή δυσκολίες σε τομείς της μάθησης, ενώ ο Πόρποδας σημειώνει πως

συνήθως ο αριθμός των αγοριών με μαθησιακές δυσκολίες είναι μεγαλύτερος από αυτόν των κοριτσιών. Με την βοήθεια μετρήσεων που διεξήχθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία μπορούμε να παρατηρήσουμε την πορεία του πλήθους των παιδιών στην Ειδική Αγωγή στην Ελλάδα. **Πρέπει να σημειωθεί πως τα παρακάτω γραφήματα και οι τιμές τους αναφέρονται σε πλήθος παιδιών στην Ειδική Αγωγή ,της οποίας μέρος καταλαμβάνουν και οι μαθησιακές δυσκολίες, της Α΄βάθμιας Εκπαίδευσης καθώς η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια εφαρμογή που έχει αναπτυχθεί για παιδιά του Δημοτικού.** (Meier 1971) (http://www.statistics.gr) [34] [l.3]



Γράφημα 1: Παιδιά στην ειδική αγωγή στο Δημοτικό κατά την περίοδο 2006-2010



Γράφημα 2: Ποσοστό παιδιών στην ειδική αγωγή στο Δημοτικό κατά την περίοδο 2006-2010

Η ελληνική νομοθεσία για τις μαθησιακές δυσκολίες σήμερα βασίζεται στα άρθρα 32-36 του νόμου πλαισίου 1566/1985 παρουσιάζουν το προτεινόμενο σύστημα ειδικής αγωγής. Με αυτό το νόμο στα άτομα με ειδικές ανάγκες συμπεριλαμβάνονται και ***«όσοι εμφανίζουν επιμέρους δυσκολίες στη μάθηση (δυσλεξία, διαταραχή λόγου και άλλα) ή είναι γενικότερα δυσπροσάρμοστοι».***

Το 2000 ψηφίζεται ο νόμος Ν. 2817/2000 για την εκπαίδευση των ατόμων με ειδικές ανάγκες, ο οποίος ορίζει πως τα άτομα αυτά έχουν:

- νοητική ανεπάρκεια ή ανωριμότητα,
- ιδιαίτερα σοβαρά προβλήματα όρασης (τυφλοί, αμβλύωπες) ή ακοής (κωφοί, βαρήκοοι),
- σοβαρά νευρολογικά ή ορθοπεδικά ελαττώματα ή προβλήματα υγείας,
- προβλήματα λόγου και ομιλίας,
- ειδικές δυσκολίες στη μάθηση, όπως δυσλεξία, δυσαριθμησία, δυσαναγνωσία,
- σύνθετες γνωστικές, συναισθηματικές και κοινωνικές δυσκολίες και όσοι παρουσιάζουν αυτισμό και άλλες διαταραχές ανάπτυξης.

Επίσης με αυτό το νόμο ιδρύονται τα Κέντρα Διάγνωσης Αξιολόγησης και Υποστήριξης (Κ.Δ.Α.Υ) που σκοπεύουν στη διάγνωση, αξιολόγηση, και παρεμβατική υποστήριξη των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. (Πόρποδας 2006)[31]

2.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις γνωστικές περιοχές στις οποίες παρουσιάζουν δυσλειτουργίες αλλά και ως προς το βαθμό δυσκολίας που αντιμετωπίζουν. Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να κατηγοριοποιήσουν αυτά τα άτομα σε ομάδες, χωρίς ωστόσο να προταθούν κοινές κατηγορίες. Αυτό που έγινε αντιληπτό ,μέσα από τις προσπάθειες αυτές και βοήθησε στην οριοθέτηση κάποιων κατηγοριών, είναι ότι κάθε άτομο έχει μοναδικό συνδυασμό ικανοτήτων και αδυναμιών οι οποίοι διαμορφώνουν και τις επιδόσεις των ατόμων αυτών στην εκμάθηση.

Ο Willows το 1991 πρότεινε τρείς βασικές κατηγορίες δυσκολιών που παρουσιάζονται σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στην ανάγνωση, στην ορθογραφία και στα μαθηματικά, και είναι οι εξής: (Willows 1991) [35]

- ***Δυσκολία στην επεξεργασία της γλώσσας:*** Μέσα από πολλές έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μαθητές με δυσκολία στην

φωνολογική επίγνωση στο επίπεδο των φωνημάτων παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανάγνωση και στην γραφή. Επίσης πολλά προβλήματα εντοπίζονται και στον προφορικό λόγο είτε στην άρθρωσή του είτε στην κατανόηση του, ενώ παρατηρείται και φτωχότερο λεξιλόγιο. Γενικά αυτά τα παιδιά χρησιμοποιούν εκφράσεις και λεξιλόγιο που αντιστοιχούν σε παιδιά μικρότερης ηλικίας και αναπτύσσουν την γραμματική τους και τις εκφράσεις τους με πιο αργό ρυθμό από τον κανονικό.

- ***Δυσκολία στην κωδικοποίηση συμβόλων:*** Η μάθηση στο σχολείο βασίζεται στο συμβολικό σύστημα της γλώσσας. Είναι λογικό και επόμενο παιδιά με δυσκολία στην κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση συμβόλων να δυσκολεύονται πολύ στην ανάγνωση. Παρουσιάζουν προβλήματα στην αναγνώριση γραμμάτων, στο συνδυασμό γραμμάτων, συλλαβών και λέξεων. Τα παιδιά αυτά συνήθως δεν αναγνωρίζουν γράμματα και μπερδεύουν γράμματα που μοιάζουν μεταξύ τους, όπως το «ζ» με το «ξ». Παρουσιάζουν πολύ αργή φωνούμενη ανάγνωση και πολύ αδύναμη κατανόηση κειμένου, παρόλο που δεν παρουσιάζουν προβλήματα κατανόησης προφορικού λόγου. Οι μαθητές αυτοί δυσκολεύονται πολύ και στην ορθογραφία των λέξεων, διότι σε αυτή τη δραστηριότητα απαιτείται αυξημένη δυνατότητα «ανάκλησης» και όχι «αναγνώρισης» των γραμμάτων, οπότε ο βαθμός δυσκολίας αυξάνεται με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται μεγάλες δυσκολίες από τους μαθητές.
- ***Δυσκολία στην αντίληψη και επεξεργασία του χώρου και των αριθμών:*** Διάφορες έρευνες έχουν συμπεράνει πως μαθητές με δυσκολία στην επεξεργασία του χώρου, στον προσανατολισμό, στην κατανόηση αριθμητικών εννοιών ακόμη και στην αντίληψη του σώματος τους, παρουσιάζουν προβλήματα στην γραφή και στην αριθμητική. Οι δυσκολίες στα μαθηματικά μπορεί να παρουσιαστούν και στις τρεις κατηγορίες. Για παράδειγμα παιδιά με δυσκολία στην αποκωδικοποίηση και την κωδικοποίηση συμβόλων μπορεί να δυσκολεύονται να ξεχωρίσουν αριθμούς μεταξύ τους ή να μην μπορούν να αναγνωρίσουν τους τελεστές των πράξεων. Τα παιδιά με δυσκολίες στην επεξεργασία της γλώσσας μπορεί να παρουσιάσουν πρόβλημα στην κατανόηση των εκφωνήσεων των μαθηματικών προβλημάτων ή των θεωρημάτων. Τέλος παιδιά με δυσκολίες της τρίτης κατηγορίας,

δυσκολεύονται να κατανοήσουν ορισμούς και μαθηματικές έννοιες , όπως για παράδειγμα την σύγκριση αντικειμένων ή αριθμών.

Πρέπει να επισημανθεί ότι τα άτομα με μαθησιακή δυσκολία μπορεί να παρουσιάζουν δυσκολίες και σε περισσότερες από μία κατηγορίες από τις παραπάνω. Συνήθως εντοπίζονται δυσκολίες στις δύο πρώτες ομάδες. Σημαντικό ρόλο στην δυσκολία μάθησης παίζει ο βαθμός δυσκολίας του γνωστικού αντικειμένου (π.χ. μάθημα) αλλά και σε τι βαθμό θα καταφέρει να προσαρμοστεί το πρόγραμμα διδασκαλίας πάνω στις αδυναμίες του ατόμου. Οι βασικοί παράγοντες που ευθύνονται για την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών είναι: (Πόρποδας 2006)[31]

Χαμηλή γνωστική ικανότητα.

- Οργανική ανεπάρκεια.
- Κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες.
- Συναισθηματικά προβλήματα.
- Πολιτιστικό σοκ.
- Πολυγλωσσία.
- Περιβαλλοντικοί παράγοντες.

2.3 ΟΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΟΝ ΠΡΟΦΟΡΙΚΟ ΛΟΓΟ

Το παιδί από την γέννηση του μέχρι και το τέλος της παιδικής του ηλικίας, αρχίζει, διαμορφώνει και ολοκληρώνει κατά ένα μεγάλο ποσοστό τη μάθηση της γλώσσας. Για να πούμε ότι ένα παιδί έχει μάθει τη γλώσσα θα πρέπει να κατανοεί και να παράγει οποιαδήποτε πρόταση και για να συμβαίνει αυτό θα πρέπει να κατέχει τα τρία δομικά στοιχεία της γλώσσας:

- **το φωνολογικό:** να μπορεί δηλαδή το παιδί να ξεχωρίζει, να παράγει και να κατανοεί τους ήχους της ομιλίας,
- **το συντακτικό:** να μάθει τους κανόνες δομής των λέξεων και των προτάσεων και
- **το σημασιολογικό:** να μπορεί να κατανοήσει τη σημασία των λέξεων και των προτάσεων.

Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα μια δυσκολία στον προφορικό λόγο να προκαλέσει δυσκολία στην ανάγνωση, είτε στην γραφή, είτε στα μαθηματικά. Το παιδί μπορεί να παρουσιάζει αδυναμίες στην αντίληψη της γλώσσας ή στην παραγωγή της γλώσσας.(Πόρποδας 2003) [30]

2.4 Η ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΤΗΣ.

Η ανάγνωση είναι μια γνωστική διαδικασία κατά την οποία το παιδί συλλέγει και επεξεργάζεται πληροφορίες μέσω του γραπτού λόγου, αλλά είναι και το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας. Σήμερα η ανάγνωση αποτελεί τον βασικό τρόπο απόκτησης γνώσης καθώς το παιδί μέσω της ανάγνωσης συλλέγει και επεξεργάζεται πληροφορίες και μέσω αυτής της διαδικασίας μαθαίνει.

Στα περισσότερα συστήματα γραφής η φωνολογική δομή των λέξεων αναπαρίσταται από τον γραπτό λόγω με μεγάλο βαθμό αντιστοιχίας. Έτσι θα μπορούσαμε να πούμε πως η ανάγνωση είναι το αποτέλεσμα της αποκωδικοποίησης του γραπτού λόγου σε φωνολογικό λόγο, δηλαδή είναι η μετατροπή του γραπτού λόγου σε φωνολογικό. Η φωνολογική αναπαράσταση μιας λέξης που προκύπτει κατά την ανάγνωση της είναι ίδια ή σχεδόν ίδια με αυτή του προφορικού λόγου, οπότε γίνεται κατανοητό ότι συνήθως ο αναγνώστης γνωρίζει την λέξη μέσα από την χρήση της στον προφορικό λόγο. Για να αναγνωρίσουμε μια λέξη στον προφορικό λόγο και να κατανοήσουμε την έννοια της χρησιμοποιείται η φωνολογική αναπαράσταση της λέξης. Η κατανόηση της σημασίας της λέξης κατά την ανάγνωση γίνεται, κατά τον ίδιο τρόπο, με την χρήση της φωνολογικής αναπαράστασης, έχουμε δηλαδή αρχικά την αποκωδικοποίηση του φωνολογικού κώδικα της λέξης και στην συνέχεια με την βοήθεια της φωνολογικής αναπαράστασης ο αναγνώστης κατανοεί την σημασία της.

- **Αποκωδικοποίηση:** είναι η διαδικασία κατά την οποία ο αναγνώστης αναγνωρίζει τα σύμβολα (συνήθως γράμματα) της κάθε λέξης και στη συνέχεια αναπαριστά την αλληλουχία των συμβόλων φωνολογικά. Αυτό ισχύει και για τις ψευδολέξεις (αλληλουχία γραμμάτων η οποία μοιάζει με λέξη, αλλά δεν είναι πραγματική λέξη οπότε δεν έχει και σημασιολογικό περιεχόμενο). Για την περίπτωση των λέξεων με σημασιολογικό περιεχόμενο η αποκωδικοποίηση είναι το πρώτο βήμα για την κατανόηση της σημασίας της λέξης.
- **Κατανόηση:** Είναι η τελευταία λειτουργία που πρέπει να διεκπεραιωθεί για να ολοκληρωθεί επιτυχώς η ανάγνωση. Αν για παράδειγμα ένα παιδί που γνωρίζει τη σημασία της λέξης «αεροπλάνο» από τον προφορικό λόγο, καταφέρει και αποκωδικοποιήσει την αλληλουχία των συμβόλων από την οποία αποτελείται η λέξη «αεροπλάνο» και την μεταφράσει φωνολογικά σωστά, τότε κατανοεί τη σημασία της γραπτής λέξης «αεροπλάνο». Με την

επιτυχημένη ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο μαθητής διάβασε σωστά τη λέξη «αεροπλάνο».

Γίνεται αντιληπτό πως για να έχω επιτυχής ανάγνωση θα πρέπει να ολοκληρωθούν σωστά και οι δύο παραπάνω λειτουργίες. Έτσι θεωρούμε την ανάγνωση ως γινόμενο των λειτουργιών αυτών και όχι ως άθροισμα. Για να έχω δηλαδή μια επιτυχή ανάγνωση θα πρέπει αρχικά να αποκωδικοποιηθεί σωστά η λέξη και στην συνέχεια να κατανοηθεί η σημασία της λέξης. Αν μια από της δύο λειτουργίες δεν ολοκληρωθεί επιτυχώς τότε δεν έχω σωστή και επιτυχημένη ανάγνωση. Ο Πόρποδας υποστηρίζει ότι:*«η βασική αναγνωστική ικανότητα μπορεί να προσδιοριστεί με βάση το επίπεδο της λειτουργίας της αποκωδικοποίησης (όπως αυτή μπορεί να αξιολογηθεί με την ανάγνωση ψευδολέξεων) και την ικανότητα της κατανόησης του προφορικού λόγου»*. (Πόρποδας 2003) [30]

Σύμφωνα με τα παραπάνω η αναγνωστική ικανότητα προϋποθέτει τη σωστή λειτουργία της αποκωδικοποίησης και της κατανόησης. Αν παρουσιάζεται αναγνωστική δυσκολία σε κάποιο παιδί τότε αυτή μπορεί να οφείλεται στην δυσλειτουργία μιας από τις δύο λειτουργίες ή και στις δύο. Έτσι αν παρουσιάζονται δυσκολίες και στις δύο κατηγορίες τότε υπάρχει γενική αναγνωστική δυσκολία. Αν δυσλειτουργεί η αποκωδικοποίηση τότε παρουσιάζεται ειδική δυσλεξία, ενώ η δυσλειτουργία κατανόησης του προφορικού λόγου προκαλεί υπερλεξία. (Πόρποδας 2006) [31]

2.5 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΓΝΩΣΗΣ

Τα τρία βασικά επίπεδα της ανάγνωσης στα οποία παρουσιάζονται προβλήματα από παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες είναι:

- Η φωνολογική επίγνωση,
- η βασική ανάγνωση (δηλαδή στην ανάγνωση γραμμάτων, συλλαβών και λέξεων),
- η κατανόηση της ανάγνωσης.

2.5.1 Φωνολογική επίγνωση

Είναι η ικανότητα που αναπτύσσει ο μαθητής κατά την μάθηση, να αναγνωρίζει και να χειρίζεται τις συλλαβές και τα φωνήματα μιας λέξης. Αυτή η ικανότητα αναπτύσσεται ανεξάρτητα από την ικανότητα κατανόησης της σημασίας των λέξεων.

Τα βασικά επίπεδα της φωνολογικής επίγνωσης που σχετίζονται με την μάθηση της ανάγνωσης της ελληνικής γλώσσας είναι:

- η επίγνωση της συλλαβικής δομής του προφορικού λόγου: όταν λέμε ότι ένας μαθητής έχει επίγνωση της συλλαβικής δομής του προφορικού λόγου εννοούμε πως αυτός ο μαθητής έχει την ικανότητα να καταλαβαίνει ότι η λέξη αποτελείται από συλλαβικά τμήματα και να είναι σε θέση να αναλύσει και να συνθέσει τις συλλαβές από τις οποίες αποτελείται μια λέξη. Συνεπώς ένα παιδί μπορεί να αναλύσει μια προφορική λέξη στις συλλαβές που την αποτελούν. Για παράδειγμα τη λέξη «μάθημα» μπορεί να την χωρίσει αρθρώνοντας την λέξη τμηματικά ως εξής: «/μα/-/θη/-/μα/».
- η επίγνωση της φωνημικής δομής του προφορικού λόγου: για να ισχυριστούμε ότι ένας μαθητής κατέχει φωνημική επίγνωση θα πρέπει να έχει κατανοήσει ότι οι λέξεις αποτελούνται από φωνημικά δομικά στοιχεία (χαρακτήρες) και να μπορεί να τα αναλύσει και να τα συνθέσει για να προκύψει μια λέξη. Το παράδοξο είναι πως ενώ κατά τον προφορικό λόγο τα παιδιά αντιλαμβάνονται τις φωνημικές διαφορές των λέξεων, οι οποίες βοηθούν το παιδί στην κατανόηση και στην παραγωγή του προφορικού λόγου, δυσκολεύεται πολύ στον εντοπισμό και στην συνειδητοποίηση των φωνημικών στοιχείων από τα οποία αποτελείται η λέξη. Για παράδειγμα ενώ το παιδί αντιλαμβάνεται ότι οι λέξεις «ζάρι» και «ψάρι» διαφέρουν φωνημικά αλλά και σημασιολογικά, δυσκολεύονται να χωρίσουν τις λέξεις στα δομικά φωνημικά στοιχεία τους δηλαδή στα «ζ», «α», «ρ», και «ι» για την λέξη «ζάρι» και στα «ψ», «α», «ρ» και «ι» για την λέξη «ψάρι». Η εξήγηση που δίνεται για αυτό το παράδοξο είναι ότι στον προφορικό λόγο οι φωνημικές μονάδες δεν είναι χωρισμένες και συμπροφέρονται. (Wagner 1987) [37]

2.5.2 Βασική ανάγνωση

Είναι η ικανότητα γνωστικής επεξεργασίας των λέξεων και των φράσεων, η οποία αποκτάται μέσα από τις δύο βασικές γνωστικές λειτουργίες της ανάγνωσης, την αποκωδικοποίηση και την κατανόηση. Ένας μαθητής με ανεπτυγμένη κατανόηση στη βασική ανάγνωση σημαίνει ότι μπορεί να κατανοήσει τη σημασία των λέξεων και με σωστή αποκωδικοποίηση θα πρέπει :

- να γνωρίζει τα γράμματα. Θα πρέπει να μπορεί να αναγνωρίζει τα γραφημικά χαρακτηριστικά του κάθε γράμματος και να αντιστοιχεί το κάθε γράμμα με το

φθόγγο του. Για παράδειγμα «α», «β» (βου), «γ» (γου) κτλ και όχι «άλφα», «βήτα», «γάμα» κτλ.

- να μπορεί να αναγνώσει τις συλλαβές. Να έχει δηλαδή την ικανότητα να αναγνωρίζει τα γράμματα που απαρτίζουν την κάθε συλλαβή, να μπορεί να τα συνδυάζει και τέλος να τα προφέρει σαν ένα σύνολο γραμμάτων και
- να είναι ικανός να αναγνώσει ολόκληρες λέξεις. Σε αυτό το στάδιο ο μαθητής θα πρέπει να είναι σε θέση να αποκωδικοποιεί τον γραφημικό συνδυασμό της κάθε λέξης και να κατανοεί την σημασία της.

Βάση ερευνών τα παιδιά που δυσκολεύονται στην αναγνώριση των γραμμάτων και στην αντιστοίχιση αυτών με τους σωστούς φθόγγους , θα πρέπει να ξεκινήσουν την μάθηση και την εξάσκηση από τα φωνήεντα «α», «ε», «ι» και «ο». Το παιδί μέσα από την εκπαιδευτική διαδικασία θα πρέπει να διευκολυνθεί στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών των γραμμάτων έτσι ώστε να τα αναγνωρίζει εύκολα συγκρατώντας τα στην μνήμη του και ανακαλώντας τα όποτε χρειάζεται από αυτή. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να προσέξει μέσα στην εκπαιδευτική διαδικασία :

- Τα γράμματα να είναι ευδιάκριτα έτσι ώστε να αναγνωρίζονται τα χαρακτηριστικά τους.
- Τα χαρακτηριστικά των γραμμάτων να επισημαίνονται.
- Τα παιδιά να χρησιμοποιούν πολλές αισθήσεις για να μάθουν τα γράμματα (όραση, αφή, ακοή).
- Τα παιδιά να εξασκούνται συστηματικά και να παρέχεται σε κάθε παιδί ο απαιτούμενος χρόνος για να μπορέσει να αναγνωρίσει και να αναλύσει το κάθε γράμμα.
- Κάθε μαθητής έχει διαφορετικές ικανότητες, δυνατότητες, τρόπο και απαιτούμενο χρόνο (ρυθμό) μάθησης.

Για την αναγνωστική εξάσκηση των παιδιών στις συλλαβές, οι ασκήσεις που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να έχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά:

- Οι συλλαβές που χρησιμοποιούνται να αποτελούνται από δύο γράμματα (σύμφωνο-φωνήεν) (ΣΦ).
- Να χρησιμοποιούνται όλοι οι συνδυασμοί των φωνηέντων για κάθε σύμφωνο. Για παράδειγμα για το σύμφωνο «κ» να υπάρχουν οι συνδυασμοί «κα», «κε», «κο», «κι», κ.τ.λ..

- Για κάθε φωνήεν να χρησιμοποιούνται όλοι οι συνδυασμοί με τα έως τότε γνωστά σύμφωνα.
- Αφού διδαχθούν τα γράμματα «ς» και «ν», θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και συλλαβές τριών γραμμάτων ΣΦΣ με το τρίτο γράμμα να είναι ένα από τα δύο. Για παράδειγμα οι συλλαβές «της» και «την».
- Τέλος θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν και συλλαβές ΣΣΦ όπως «στη», ΣΣΦΣ όπως «στον» και ΣΣΣΦ όπως «στρο».

Ο εκπαιδευτικός κατά την διάρκεια της εξάσκησης θα πρέπει να ελέγχει την αναγνωστική ικανότητα του παιδιού συνεχώς και αν διαπιστωθεί πως το παιδί παρουσιάζει δυσκολίες σε συλλαβές των οποίων τα γράμματα έχει διδαχθεί θα πρέπει να επιστρέψει σε χαμηλότερο επίπεδο εξάσκησης. Δηλαδή αν το παιδί δυσκολευτεί σε συλλαβές τριών γραμμάτων θα πρέπει να εξασκηθεί και πάλι σε συλλαβές δύο γραμμάτων και αν το πρόβλημα συνεχίζει να υφίσταται θα πρέπει να επιλεχθούν, από τον εκπαιδευτικό, ασκήσεις μεμονωμένων γραμμάτων.

Για την εξάσκηση των παιδιών στην ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων, οι ασκήσεις που πρέπει να επιλεχθούν θα πρέπει να έχουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Οι λέξεις που θα χρησιμοποιηθούν να αποτελούνται από διδαγμένα γράμματα.
- Να ξεκινούν με μονοσύλλαβες λέξεις όπως «πως», «της» και «στο» και στη συνέχεια απλές δισύλλαβες του τύπου ΣΦΣΦ όπως «νερό», «πόδι», «γάτα», κ.τ.λ.. Καθώς ο μαθητής θα παρουσιάζει βελτίωση θα του προσφέρονται και ασκήσεις με πιο σύνθετες λέξεις.
- Οι λέξεις που χρησιμοποιούνται στις ασκήσεις να αντιστοιχούν και να ταιριάζουν στο ηλικιακό επίπεδο του κάθε μαθητή. Επίσης αρχικά οι λέξεις θα πρέπει να παρουσιάζουν μια «ορθογραφική κανονικότητα» δηλαδή να γράφονται όπως προφέρονται («χέρι», «κεφάλι», κ.τ.λ.) και να μην υπάρχουν δίψηφα φωνήεντα όπως για παράδειγμα τα «αι» και «ει» («είμαι»).
- Να χρησιμοποιούν «ψευδολέξεις» οι οποίες είναι σύνολα δομημένων γραμμάτων που μοιάζουν με λέξεις αλλά δεν έχουν καμιά σημασία. Μια ψευδολέξη μπορεί να προκύψει αντικαθιστώντας κάποιο ή κάποια φωνήεντα μιας πραγματικής λέξης με άλλα φωνήεντα ή σύμφωνα με σύμφωνα. Καλό είναι να τηρηθεί αυτή η αντιστοιχία διότι με αυτό τον τρόπο υλοποίησης οι παραγόμενες ψευδολέξεις μοιάζουν με τις πραγματικές. Για παράδειγμα οι ψευδολέξεις «μόλι» και «μάτημα» προκύπτουν από τις λέξεις «μέλι» και

«μάθημα» αντικαθιστώντας αντίστοιχα το γράμμα «ε» με το «ο» και το «θ» με το «τ».

Η ανάγνωση μεμονωμένων λέξεων είναι ένα πολύ βασικό στάδιο για τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες στην ανάγνωση γιατί σε αυτό το στάδιο προετοιμάζεται ο μαθητής για να ανταπεξέλθει στο δύσκολο στάδιο της ανάγνωσης και κατανόησης φράσεων που αποτελούνται από περισσότερες λέξεις. Μια επιτυχής εξάσκηση σε αυτό το επίπεδο είναι πολύ σημαντική όχι μόνο για την παραπάνω προετοιμασία αλλά και για την ψυχολογική ώθηση και την αυτοπεποίθηση που μπορεί να αποκτήσει ένας μαθητής μέσα από μια επιτυχημένη διαδικασία, όπως είναι η ανάγνωση λέξεων, που ένα παιδί χρησιμοποιεί στην καθημερινότητα του στον προφορικό λόγο. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να γνωρίζει πως η βασική ανάγνωση δεν είναι αυτοσκοπός αλλά το μέσο για την ανάγνωση προτάσεων και στη συνέχεια ολόκληρων κειμένων που θα επιτρέπουν στον μαθητή να κατανοεί την σημασία των λέξεων που διαβάζει, αλλά να είναι και σε θέση, μέσα από την κατανόηση να αποκτά και γνώση. (Πόρποδας 2006) [31]

2.5.3 Κατανόηση της ανάγνωσης

Ο σκοπός της σωστής ανάγνωσης από ένα παιδί είναι η κατανόηση της σημασίας και του νοήματος αυτού που διαβάζει γιατί μέσα από αυτή την κατανόηση προκύπτει η απόκτηση γνώσεων για τον μαθητή. Στην κατανόηση γενικά τα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι δύο, η δυσκολία στην κατανόηση μεμονωμένων λέξεων και στην κατανόηση του νοήματος μια πρότασης ή ενός κειμένου. Τα αίτια αυτών των προβλημάτων είναι δύο, πρώτον η πιθανότητα η σημασία της λέξης να είναι άγνωστη στον μαθητή, άρα η σημασία της λέξης δεν υπάρχει στην σημασιολογική μνήμη του παιδιού πιθανότατα γιατί αυτή η λέξη του παρουσιάζεται για πρώτη φορά και δεύτερον η δυσκολία στην αποκωδικοποίηση της λέξης με αποτέλεσμα ο μαθητής να μην χρησιμοποιεί σωστά την εργαζόμενη μνήμη του και κατ’ επέκταση να μην μπορεί να αναγνωρίσει την λέξη.

Κατανόηση μεμονωμένων λέξεων: Ένα παιδί γνωρίζει λέξεις που χρησιμοποιεί στην καθημερινότητα του, μέσα από τον προφορικό λόγο. Οι σημασιολογικά γνωστές λέξεις για ένα μαθητή είναι οι λέξεις που υπάρχουν στο βασικό λεξιλόγιο του, είναι δηλαδή οι λέξεις που χρησιμοποιεί συνήθως στην καθημερινότητα του. Σε αυτό το στάδιο εκπαίδευσης και εξάσκησης των μαθητών θα πρέπει:

- Οι λέξεις που χρησιμοποιούνται να επιλέγονται από το βασικό λεξιλόγιο της κάθε ηλικίας του μαθητή. Σαν βασικό λεξιλόγιο ο Πόρποδας προτείνει το λεξιλόγιο των σχολικών εγχειριδίων της γλώσσας της σχολικής τάξης.
- Για να διευκολυνθεί ο μαθητής, οι λέξεις μπορεί να δίνονται μία-μία στον μαθητή προφορικά, διότι σε αυτό το στάδιο στόχος είναι η κατανόηση της σημασίας της λέξης και όχι η αποκωδικοποίηση της.
- Αν δοθούν στο μαθητή λέξεις, μία-μία γραπτώς για να τις διαβάσει, έτσι ώστε στη συνέχεια να περιγράψει την σημασία της κάθε λέξεις, θα πρέπει αυτές οι λέξεις να μπορούν να αποκωδικοποιηθούν από τον μαθητή, διότι σε αυτό το στάδιο βελτιώνουμε την κατανόηση των λέξεων και όχι την αποκωδικοποίηση.

Κατανόηση προτάσεων και κειμένων: Η κατανόηση μέσα από την ανάγνωση είναι μια διαδικασία πιο σύνθετη και πιο δύσκολη από την βασική ανάγνωση. Περιπτώσεις με δυσκολία στην αναγνωστική κατανόηση μπορεί να οφείλονται σε διάφορα αίτια.

- Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδώσεις των μαθητών στην αναγνωστική κατανόηση είναι το νοητικό επίπεδο του μαθητή. Υπάρχει η πιθανότητα μια νοητική αδυναμία να επηρεάζει αρνητικά όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται για επιτυχή ανάγνωση και κατανόηση. Είναι σχεδόν βέβαιο πως αυτή η αδυναμία προκαλεί σοβαρά προβλήματα στην κατανόηση του προφορικού λόγου και γενικότερα σε κάθε είδους μάθηση, θα υπάρχει δηλαδή μια γενική μαθησιακή δυσκολία.
- Ένας άλλος παράγοντας που είναι πολύ πιθανό να επηρεάσει αρνητικά την κατανόηση κειμένων ενός μαθητή είναι η έλλειψη γνώσης. Αν η προϋπάρχουσα γνώση του παιδιού δεν είναι καλά δομημένη, θα έχει μαθησιακά κενά με αποτέλεσμα να μην υπάρχει σωστή δόμηση και των νέων πληροφοριών που προσπαθεί να αποκτήσει το παιδί μέσα από την εκπαιδευτική διαδικασία. Έτσι είναι πολύ δύσκολο για το παιδί να κρατήσει πληροφορίες μακροχρόνια στην μνήμη του και ακόμη πιο δύσκολο να τις ανακτήσει από αυτή. Επίσης, οι δυσκολίες στην αναγνωστική κατανόηση μπορεί να οφείλονται και σε άλλους παράγοντες, όπως ψυχολογικούς, οι οποίοι αναστέλλουν όλες τις γνωστικές λειτουργίες που εφαρμόζονται για την κατανόηση.

Ο εκπαιδευτικός για να βοηθήσει το μαθητή πρέπει να περιορίσει την δράση των παραπάνω παραγόντων. Εμπλουτίζοντας το λεξιλόγιο και διευρύνοντας τις γνώσεις

του μαθητή, τον οδηγεί και τον ωθεί με μεγαλύτερη ευκολία στην σημασιολογική επεξεργασία των λέξεων μέσα σε ένα κείμενο με αποτέλεσμα ο μαθητής να κατανοεί καλύτερα το νόημα του κειμένου.

2.6 Η ΜΑΘΗΣΗ ΤΗΣ ΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΡΘΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η εξάσκηση στην γραφή των γραμμάτων και των συλλαβών γίνεται παράλληλα με την εξάσκηση στην ανάγνωση αυτών των στοιχείων. Η σειρά με την οποία θα παρουσιαστούν τα γράμματα, για να γίνει η εκμάθηση τους από τους μαθητές, θα πρέπει να είναι η ίδια με αυτή που δίνεται για την εκμάθηση της ανάγνωσης των γραμμάτων και των συλλαβών, σύμφωνα με τους ειδικούς.

Οι δυσκολίες που εμφανίζονται κατά την μάθηση της γραφής και της ορθογραφίας είναι μεγαλύτερες από αυτές της ανάγνωσης. Αυτό οφείλεται στο ότι η μάθηση της γραφής και η ορθογραφία απαιτούν την χρήση της λειτουργίας της «ανάκλησης» η οποία είναι πιο απαιτητική από την «αναγνώριση», η οποία χρησιμοποιείται στην διαδικασία της ανάγνωσης. Για αυτό τον λόγο παρατηρούνται περισσότερα λάθη στην γραφή σε σχέση με την ανάγνωση. Τα λάθη που εμφανίζονται κατά την γραφή είναι

- Λάθη στη γραφή μεμονωμένων γραμμάτων: Θα πρέπει να ενισχυθεί η μνήμη του μαθητή έτσι ώστε να θυμάται την γραφημική αναπαράσταση του γράμματος και με την βοήθεια της ανάκλησης να μπορεί να μεταφέρει τον χαρακτήρα από την μνήμη στο χαρτί.
- Λάθη στη γραφή των συλλαβών: Συνήθως οι μαθητές κάνουν λάθη στις θέσεις των γραμμάτων των συλλαβών, για παράδειγμα αντί για τη συλλαβή «λα» θα μπορούσαν να γράψουν «αλ». Για να βελτιωθεί η απόδοση του μαθητή σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εξασκηθεί περισσότερο στη φωνημική ανάλυση των συλλαβών.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η ορθογραφημένη γραφή των λέξεων είναι πιο απαιτητική και πιο δύσκολη διαδικασία από αυτή της ανάγνωσης. Κατά την διάρκεια της εξάσκησης καλό θα ήταν οι λέξεις που δίνονται στον μαθητή να είναι κατανοητές από τον μαθητή, να μπορεί δηλαδή ο μαθητής να κατανοεί την σημασία των λέξεων που του δίνονται. Αν ο μαθητής δυσκολεύεται στην κατανόηση της λέξης τότε ο εκπαιδευτικός μπορεί να δώσει μια πρόταση η οποία να συμπεριλαμβάνει την λέξη, έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η σημασία της λέξης.

Πολλοί μελετητές έχουν ασχοληθεί με την ταξινόμηση και την κατηγοριοποίηση των ορθογραφικών λαθών, με αποτέλεσμα να εκφραστούν πολλές διαφορετικές απόψεις. Η πιο απλή αλλά ταυτόχρονα πολύ χρήσιμη ταξινόμηση είναι:

- Στην πρώτη ομάδα συγκαταλέγονται τα ορθογραφικά λάθη που γίνονται με τέτοιο τρόπο που η φωνολογική ταυτότητα της λανθασμένης ορθογραφικά λέξεις παραμένει. Δηλαδή η λέξη «μάθημα» θα μπορούσε να έχει γραφτεί ως «μάθιμα» ή η λέξη «σχολείο» ως «σχολίο».
- Στην δεύτερη ομάδα κατατάσσονται τα υπόλοιπα λάθη. Δηλαδή οι λέξεις που δεν διατηρούν την φωνολογική τους ταυτότητα μετά τα ορθογραφικά λάθη. Για παράδειγμα οι λέξεις «μάθμα» αντί για «μάθημα» και «βηλβίο» αντί για «βιβλίο».

Τα προβλήματα στην μάθηση της γραφής μεμονωμένων λέξεων ή συλλαβών μπορούν εύκολα να βελτιωθούν ή να εξαλειφτούν. Οι μεγάλες δυσκολίες παρουσιάζονται στην εκμάθηση της ορθογραφίας των λέξεων και συνεπώς των προτάσεων. Για να έχουμε ορθογραφημένη γραφή θα πρέπει το παιδί να έχει πετυχημένη ανάκληση της σωστά γραμμένης λέξης από την μακρόχρονη μνήμη του.(Πόρποδας 2003) [30]

2.7 ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΔΥΣΚΟΛΙΑ (ΔΥΣΛΕΞΙΑ)

Η δυσλεξία είναι μια ανεπάρκεια γενικά στην μάθηση και ειδικότερα στην ανάγνωση και στην γραφή. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η δυσλεξία είναι μία ειδική αναγνωστική δυσκολία σε αντιδιαστολή με τις γενικές δυσκολίες της ανάγνωσης οι οποίες προέρχονται και αποτελούν μέρος μιας γενικής μαθησιακής δυσκολίας. Σύμφωνα με τις μέχρι τώρα έρευνες:*«η ειδική εξελικτική δυσλεξία είναι το αποτέλεσμα μιας διαταραχής που έχει οργανική αιτιολογία, η οποία είναι ειδική (με την έννοια ότι αφορά κυρίως στη μάθηση της ανάγνωσης και της ορθογραφημένης γραφής) και η οποία εκδηλώνεται παρά το ικανοποιητικό νοητικό επίπεδο του παιδιού, την κατάλληλη σχολική εκπαίδευσή του και τη θετική κοινωνικο-οικογενειακή κατάσταση και υποστήριξή του»* (Πόρποδας 2006).[31]

Εμφανίζεται ως«μια γνωστική δυσκολία του παιδιού η οποία επηρεάζει τις γλωσσικές του δεξιότητες που συνυφαίνονται με τη γραπτή απεικόνιση ή τη νοητική τους αναπαράσταση, όπως είναι η ευχερής μεταβίβαση από τον οπτικό στο λεκτικό κώδικα, η αποτελεσματική λειτουργία της βραχύχρονης μνήμης, και η σωστή

αντίληψη της ακολουθούμενης σειράς των γραπτών συμβόλων σε μια συλλαβή, λέξη ή πρόταση»(Στασινός 2003).[36]

Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται σε δυσλεξικά παιδιά οφείλονται κυρίως στην δυσκολία αποκωδικοποίησης της ανάγνωσης. Αυτή η δυσκολία δεν αφορά την απομνημόνευση των γραμμάτων από τα παιδιά, αν και η δυσκολία του προσανατολισμού σχετίζεται με την δυσλεξία καθώς τα παιδιά δυσκολεύονται να μάθουν σύμβολα που ο προσανατολισμός τους παίζει σημαντικό ρόλο, όπως για παράδειγμα το γράμμα «ε» αναγνωρίζεται σαν τον αριθμό «3» ή υπάρχει σύγχυση κατά την αναγνώριση των γραμμάτων «β» και «θ». Η αναγνωστική λειτουργία όμως βασίζεται στην αποκωδικοποίηση και στην κατανόηση της λέξης και τα προβλήματα εμφανίζονται κατά την μάθηση των πρώτων συλλαβών και λέξεων.

Μέσα από έρευνες προκύπτει ότι η δυσλεξία προκαλεί ανεπάρκεια της εργαζόμενης μνήμης. Υπάρχουν περιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει δυσλειτουργία σε κάποιες ή σε όλες από τις εξής λειτουργίες: οπτική μνήμη, ακουστική μνήμη, μνήμη αλληλουχιών, επανάληψη λέξεων περιοχές λόγου και κίνησης. Ένα δυσλεκτικό παιδί παρουσιάζει συνήθως χαμηλή αυτοπεποίθηση μέσα από τις αποτυχίες που συναντάει στην καθημερινότητα του. Η δυσλεξία δεν απαλείφεται αλλά αν διαγνωστεί σύντομα, ακόμη και σε προσχολικό στάδιο μπορεί να εντοπιστεί, τότε ο μαθητής θα βοηθηθεί και στην αρχή των σχολικών του χρόνων αλλά και στην συνέχεια της ζωής του.

Ένα δυσλεκτικό παιδί θα παρουσιάζει πάντα:

- δυσκολίες στο γραπτό λόγο,
- δυσκολίες στη γραφή,
- σοβαρά προβλήματα στην ορθογραφία,
- αργοπορία στη μάθηση της ανάγνωσης

και πιθανότατα θα παρουσιάζει:

- δυσκολίες στα μαθηματικά,
- προβλήματα στη βραχύχρονη μνήμη και οργάνωση,
- δυσκολίες στην παρακολούθηση οδηγιών,
- προβλήματα στην κατανόηση γραπτών κειμένων,
- δυσκολίες στον προφορικό λόγο,
- προβλήματα στην εκτίμηση της απόστασης του χώρου και του προσανατολισμού.

Για αυτό ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να γνωρίζει ότι:

- Το 10% του πληθυσμού με προβλήματα δυσλεξίας παρουσιάζει ομοιότητες.
- Στα 5 παιδιά με δυσλεξία τα 4 είναι αγόρια.
- Υπάρχει γενετική σύνδεση.
- Η δυσλεξία είναι εξελικτική, αλλά υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί μετά από ασθένεια ή εγκεφαλικό τραυματισμό.

Ο εκπαιδευτικός ενός μαθητή με δυσλεξία θα πρέπει να γνωρίζει ότι:

- Ο μαθητής μπορεί να βοηθηθεί πολύ από μια διδασκαλία με στόχους.
- Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο μαθητής να απογοητευτεί λόγω των προβλημάτων και των χαμηλών επιδόσεων του.
- Θα πρέπει να είναι ικανός να αναγνωρίσει προβλήματα συμπεριφοράς από την πλευρά του μαθητή.
- Πρέπει να δείχνει ενδιαφέρον, συμπάθεια και κατανόηση.
- Το παιδί μπορεί να μάθει, αλλά χρειάζεται διαφορετικούς τρόπους εκμάθησης.
- Να προσέξει την συμπεριφορά τον συμμαθητών του παιδιού, απέναντι στο δυσλεξικό παιδί.
- Το παιδί χρειάζεται συνεχής ενθάρρυνση και επιβράβευση.

2.8 ΟΙ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Τα Μαθηματικά είναι η επιστήμη που μελετά την ποσότητα (δηλαδή τους αριθμούς), τη δομή (δηλαδή τα σχήματα), το διάστημα, τη μεταβολή και τις σχέσεις όλων των μετρήσιμων αντικειμένων της πραγματικότητας και της φαντασίας μας. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μια αντικειμενική περιγραφή των δομών του κόσμου γύρω μας και της πραγματικότητας στην οποία ζούμε. Είναι μια γλώσσα συμβόλων η οποία χρησιμοποιείται από όλους παγκοσμίως.

Η καθημερινότητα μας αλλά και η επαγγελματική μας ζωή βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στα μαθηματικά. Για το λόγο αυτό οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά αποτελούν βασικό εμπόδιο στην κοινωνικοποίηση και επαγγελματική αποκατάσταση και επιτυχία του ατόμου που παρουσιάζει τέτοιου είδους προβλήματα. Για παράδειγμα μέσα στον μαθησιακό πληθυσμό υπάρχουν μαθητές που δεν μπορούν να κατανοήσουν τους αλγορίθμους των πράξεων και πολύ από αυτούς βρίσκονται σε

χαμηλότερο επίπεδο μαθηματικών γνώσεων από αυτό που θα έπρεπε να έχουν λόγο της ηλικίας τους. (Αγαλιώτης 2000) [38]

Ο Shalev και η ομάδα του υποστηρίζουν πως το 3% έως το 6,5% του συνόλου των μαθητών παρουσιάζει μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά ενώ οι Geary και Hoard εκτιμούν πως αυτό το ποσοστό είναι μεγαλύτερο και πλησιάζει το 7% του μαθησιακού πληθυσμού. Επίσης υποστηρίζουν ότι το 50% των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα μαθηματικά ενώ σύμφωνα με τους Ramaa και Gowramma το 50% παρουσιάζει δυσκολίες τόσο στα μαθηματικά όσο και στην ανάγνωση και την γραφή.(Shalev 2001), (Geary και Hoard 2001), (Ramma και Gowramma 2002) [39], [40], [41]

Γίνεται αντιληπτό από τα παραπάνω ποσοστά πως ένα μεγάλο μέρος των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζουν δυσκολίες και στα μαθηματικά. Για τον λόγο αυτό οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να είναι προετοιμασμένοι κατάλληλα έτσι ώστε να είναι σε θέση να προσεγγίσουν το θέμα σωστά και να μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά μέσω της πρακτικής και της καθημερινής αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών.

2.8.1 Γνωστικοί παράγοντες που ευθύνονται για τις μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά.

Οι βασικότεροι παράγοντες που ευθύνονται για την ύπαρξη των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά είναι οι εξής:

- **Η νοημοσύνη:** Το επίπεδο της νοημοσύνης επηρεάζει την απόδοση σε κάθε γνωστικό έργο και η μεγαλύτερη επίδραση παρουσιάζεται στα μαθηματικά λόγο του «γνωστικού φορτίου» που αυτά έχουν.
- **Η οπτική αντίληψη:** Η ελλιπής οπτική αντίληψη ενός μαθητή μπορεί να επηρεάσει την απόδοση του με διάφορους τρόπους. Σε πολλές περιπτώσεις ο μαθητής φαίνεται να χάνει τον προσανατολισμό πάνω στο χαρτί και δεν μπορεί να εντοπίσει σε ποιο σημείο εργαζόταν ή αδυνατεί να ολοκληρώσει τη λύση ενός προβλήματος στην ίδια σελίδα ενώ υπάρχει ικανοποιητικός χώρος. Επίσης δυσκολεύεται να διαχωρίσει αριθμούς που μοιάζουν όπως το «6» με το «9», το «12» με το «21», το «2» με το «5» και άλλα. Άλλες δυσκολίες που εμφανίζονται λόγω της οπτικής αντίληψης είναι : η δυσκολία αντιγραφής σχημάτων, η γραφή σε ευθεία γραμμή, δυσκολίες στην αντίληψη του χρόνου

και του χώρου μπερδεύοντας έννοιες όπως το «πριν» με το «μετά» ή το «πάνω» με το «κάτω», όπως επίσης και δυσκολίες στον προσδιορισμό της ώρας.

- **Ακουστική αντίληψη:** Σε αυτή την περίπτωση ο μαθητής δυσκολεύεται στην κατανόηση προφορικών προβλημάτων και στην διατύπωση της λύσης τους, όπως επίσης υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να συγχέει όμοιες λέξεις όπως «βράζω» με «βάζω».
- **Οργάνωση χώρου και χρόνου:** Ο μαθητής δεν μπορεί να οργανώσει τις δραστηριότητες του σωστά στο χώρο, δυσκολεύεται στην κατανόηση της έννοιας του προσανατολισμού, όπως και της αξίας της θέσης κάθε αριθμητικού ψηφίου αλλά και την ομαδοποίηση ψηφίων ανά ομάδες (π.χ. τριάδες).
- **Οπτικο-κινητικά:** Σε πολλές περιπτώσεις ο μαθητής γράφει πολύ αργά και συχνά με μεγάλα γράμματα με αποτέλεσμα να καθυστερεί στην εκτέλεση των εργασιών του και να γράφει σε χώρο που δεν θα έπρεπε. Πολλοί μαθητές επίσης δεν μπορούν χρωματίσουν εντός συγκεκριμένων πλαισίων.
- **Η μνήμη:** Ο μαθητής δεν μπορεί να συγκρατήσει εύκολα πληροφορίες και σε περιπτώσεις που το μάθημα γίνεται στον πίνακα (συμβαίνει πολύ συχνά κατά τη διάρκεια του μαθήματος) δεν συγκρατεί τις πληροφορίες που του προσφέρονται με αποτέλεσμα να παρακολουθεί συνεχώς τον πίνακα για να ελέγχει την ορθότητα των ενεργειών του. Πολλά παιδιά δεν θυμούνται τη σημασία των αριθμητικών συμβόλων ή δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτοματοποιημένα την ανάκληση δεδομένων ,από προηγούμενους υπολογισμούς (ξεχνούν αποτελέσματα πράξεων), ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις όπου αν και ο μαθητής γνωρίζει την πράξη αδυνατεί να την χρησιμοποιήσει σε κάποια άλλη πράξη όπως την πρόσθεση στον πολλαπλασιασμό και αντίστοιχα την αφαίρεση στην διαίρεση. Επίσης ένας μαθητής συναντά δυσκολίες όσον αφορά τη χρονική σειρά των γεγονότων ή δυσκολεύεται στον εντοπισμό της σωστής αλληλουχίας των βημάτων ενός αλγορίθμου ή δεν ολοκληρώνει όλα τα βήματα του αλγορίθμου ή παρουσιάζει δυσκολίες στην έναρξη της αρίθμησης με αύξουσα ή φθίνουσα σειρά από ένα τυχαίο αριθμό ενώ αριθμεί σωστά αν ξεκινάει από το «1».
- **Η προσοχή:** Ο μαθητής συνήθως δυσκολεύεται να εστιάσει την προσοχή του στις οδηγίες του εκπαιδευτικού, όπως επίσης δυσκολεύεται να συγκεντρωθεί

και να ακολουθήσει τα βήματα ενός αλγορίθμου για να καταλήξει σε μια λύση ενός προβλήματος, με αποτέλεσμα να ακολουθεί λάθος βήματα ή να κάνει λάθη σε υπολογισμούς που απαιτούνται για να ολοκληρωθεί μια λύση.

- **Η γλώσσα:** Ο μαθητής δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει εύκολα μαθηματικούς όρους και πολλές φορές αδυνατεί να κατανοήσει την σημασία αυτών των όρων, όπως για παράδειγμα τους «μείον», «συν», «πολλαπλασιάζω», «μοιράζω-διαιρώ» και άλλους. Σε πολλές περιπτώσεις αδυνατεί να σχηματίσει νοητικά ένα πρόβλημα ή μια κατάσταση που του δίνεται προφορικά ή αδυνατεί να δώσει λεκτικά την ακολουθία βημάτων ενός αλγορίθμου για τη λύση ενός δοθέντος προβλήματος. (Αγαλιώτης 2000) (Fuchs 2001)[38] [43]
- **Ανάγνωση-Γραφή:** Υπάρχουν λέξεις και ορισμοί, κατά την διατύπωση προβλημάτων, που δεν κατανοούνται από τον μαθητή κατά την ανάγνωση της εκφώνησης με αποτέλεσμα να αποπροσανατολίζεται από την σωστή λύση είτε ακολουθώντας λάθος βήματα ενός αλγορίθμου ή παράγοντας λανθασμένους υπολογισμούς χρησιμοποιώντας λάθος δεδομένα λόγω της λάθος κατανόησης του προβλήματος.
- **Αφαιρετική σκέψη:** Ο μαθητής δυσκολεύεται στην σύγκριση ποσοτήτων και μεγεθών. Επίσης παρουσιάζει μεγάλες δυσκολίες στον συνδυασμό λεκτικών και αριθμητικών πληροφοριών που απαιτείται για την σωστή ολοκλήρωση των βημάτων ενός αλγορίθμου. Δεν μπορεί να κατανοήσει τη σημασία των αριθμητικών συμβόλων και τις αφηρημένες έννοιες των μαθηματικών καθώς προτιμά την πρακτική εξάσκηση με χειροπιαστά αντικείμενα. (Fuchs 2002) [42]
- **Μεταγνώση:** Για την επιτυχή επίλυση ενός προβλήματος απαιτούνται ικανότητες και στρατηγικές. Έτσι ως μεταγνώση ενός μαθητή ορίζεται η γνώση από πλευράς του μαθητή των ικανοτήτων , των στρατηγικών και των μέσων που χρειάζονται για να επιλυθεί ένα πρόβλημα. Έτσι ο μαθητής με μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζει πολλές δυσκολίες στον εντοπισμό και στην επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής επίλυσης ενός προβλήματος και αυτό διότι αδυνατεί να γενικεύσει και να εφαρμόσει στρατηγικές που έχει ήδη χρησιμοποιήσει σε παρόμοια προβλήματα. Επίσης δεν μπορεί να εντοπίσει εύκολα πληροφορίες οι οποίες είναι χρήσιμες για την επίλυση του προβλήματος και προσφέρονται από την διατύπωση του προβλήματος. Τέλος,

ο μαθητής προβληματίζεται και δυσκολεύεται στη διάσπαση του αρχικού προβλήματος σε επιμέρους μικρότερα και απλούστερα προβλήματα και επιλέγει να το αντιμετωπίσει ολικά με αποτέλεσμα να δυσκολεύεται περισσότερο στην επίλυση του. (Antonietti 2000) (Kramarski 2002)[44] [45]

2.8.2 Δυσαριθμησία και τύποι μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά.

Ο όρος δυσαριθμησία προτάθηκε από τον R. Cohn το 1961 για να περιγράψει την κατάσταση κατά την οποία ένας μαθητής παρουσιάζει δυσκολίες στη χρήση των μαθηματικών εννοιών, χωρίς να παρουσιάζει κάποιο εμφανής πρόβλημα.

Μετά τον ορισμό του Cohn αρκετές προσπάθειες μελετητών επικεντρώθηκαν στην ερμηνεία και την αιτιολογία των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά. Ο R. Newman το 1997 παρουσίασε μια ολοκληρωμένη καταγραφή των χαρακτηριστικών των παιδιών με δυσαριθμησία. Σύμφωνα με την καταγραφή αυτή τα παιδιά με δυσαριθμησία:

- παρουσιάζουν κανονική γλωσσική ανάπτυξη στον προφορικό και στο γραπτό λόγο.
- Παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών του χρόνου και του προσανατολισμού στο χώρο.
- Δυσκολεύονται στην ανάκληση σειρών γεγονότων.
- Παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανάκληση ονομάτων και τη χρήση των χρημάτων.
- Δεν κατακτούν το νοερό υπολογισμό των πράξεων.
- Αδυνατούν να κατανοήσουν και να ανακαλέσουν μαθηματικές έννοιες, αλγόριθμους καθώς και στην απομνημόνευση αριθμητικών δεδομένων.
- Σχηματίζουν ασαφείς νοητικές αναπαραστάσεις και δεν επιτυγχάνουν στην ανάπτυξη στρατηγικού σχεδιασμού.

(Αγαλιώτης 2000)[38]

Ο Αγαλιώτης και οι Ramaa & Gowramma υποστηρίζουν τον αυτόνομο χαρακτήρα της δυσαριθμησίας στο χώρο των μαθηματικών και των μαθησιακών δυσκολιών και αναφέρουν τους βασικούς παράγοντες που σχετίζονται με αυτήν:

- Η καθυστέρηση της απόκτησης των εννοιών της διατήρησης, σειροθέτησης και της ταξινόμησης.

- Η εμμονή του παιδιού στη χρήση των δαχτύλων για την αρίθμηση και τον υπολογισμό αποτελεσμάτων.
- Η αδυναμία του μαθητή να ανακαλέσει έννοιες που έχει ήδη διδαχτεί καθώς και προαπαιτούμενες δεξιότητες και γνώσεις.
- Η αδυναμία διατήρησης και ανάκλησης από τη μνήμη των αριθμών.
- Η αργή επεξεργασία των πληροφοριών.

(Αγαλιώτης 2000) (Ramma και Gowramma 2002) [38][41]

Έχει εκτιμηθεί από τους μελετητές ότι οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά δεν είναι απαραίτητο να συμβαδίζουν με προβλήματα στην ανάγνωση και τη γραφή. Έτσι τα παιδιά με δυσαριθμησία μπορεί να δυσκολεύονται στην γραφή και την ανάγνωση, ή μόνο στην ανάγνωση ή αντίστοιχα μόνο στην γραφή ή σε κανένα άλλο γνωστικό αντικείμενο παρά μόνο στα μαθηματικά.

2.8.3 Βασικές αρχές αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών.

Για να επιτευχθεί επιτυχής αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά, το πρόγραμμα της παρέμβασης θα πρέπει να στηρίζεται σε κάποιους βασικούς άξονες. Οι κυριότεροι άξονες σύμφωνα με την βιβλιογραφία είναι οι εξής:

- Η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στο πρόγραμμα.
- Οι στόχοι του προγράμματος θα πρέπει να είναι απόλυτα προσαρμοσμένοι στο επίπεδο της μαθηματικής γνώσης το οποίο έχουν ήδη κατακτήσει οι μαθητές και όχι στο επίπεδο που θα έπρεπε να είχαν κατακτήσει μέχρι εκείνη την χρονική στιγμή.
- Ο παράγοντας της μνήμης παίζει σημαντικό ρόλο στα μαθηματικά, οπότε το πρόγραμμα θα πρέπει να εστιάζει στην οργανωμένη προσπάθεια κατάκτησης βασικών ιδιοτήτων στα μαθηματικά όπως: η αντιμεταθετική ιδιότητα της πρόσθεσης και του πολλαπλασιασμού, η ουδετερότητα της μονάδας στον πολλαπλασιασμό και τη διαίρεση, η ουδετερότητα του μηδενός στην πρόσθεση και την αφαίρεση, έτσι ώστε να αποφορτίσει τον μαθητή και να αποφύγει την απομνημόνευση περιττών πληροφοριών.
- Το πρόγραμμα πρέπει να στοχεύει και στην εξοικείωση των μαθητών με τις μαθηματικές έννοιες, συνυπολογίζοντας και τα πιθανά αναγνωστικά προβλήματα που πιθανόν να παρουσιάζει κάποιος μαθητής.

(Πόρποδας 2006) (Αγαλιώτης 200) (Shalev 2001) [31] [38] [39]

2.8.4 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των δυσκολιών με τις έννοιες της ταξινόμησης, σειροθέτησης και διατήρησης.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι έννοιες της ταξινόμησης, της σειροθέτησης και της διατήρησης συμβάλλουν σημαντικά στην απόδοση των μαθητών στα μαθηματικά. Για τον λόγο αυτό τα προγράμματα παρέμβασης στην εκπαίδευση μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες έχουν σαν πρωταρχικό στόχο την πλήρη κατανόηση αυτών των εννοιών από τους μαθητές.

Η ταξινόμηση είναι μια βασική λογικομαθηματική διαδικασία με την οποία το παιδί μαθαίνει να διακρίνει κοινά γνωρίσματα αντικειμένων και με βάση αυτά μαθαίνει να τα ενοποιεί, να τα συνθέτει και να τα αναταξινομεί. Η κατανόηση της διαδικασίας της ταξινόμησης προϋποθέτει την ικανότητα του παιδιού να διακρίνει και να κατηγοριοποιεί αντικείμενα. Έτσι το παιδί μέσα από την διαδικασία αυτή είναι σε θέση να οργανώνει μια συλλογή αντικειμένων δίνοντας της ιεραρχική δομή, ή διασπώντας την σε επιμέρους μικρότερες συλλογές ή γενικότερα σχηματίζοντας λογικές τάξεις αντικειμένων. (Καραντζής 2001)(Σαλβαράς 1989)(Παρασκευόπουλος 1985)[46] [47] [48]

Η σειροθέτηση είναι και αυτή μια βασική λογικο-μαθηματική διαδικασία με την οποία το παιδί είναι σε θέση να διατάξει τα αντικείμενα ενός συνόλου σε μια λογική σειρά η οποία προκύπτει μέσα από την αναπαράσταση των σχέσεων ανισότητας που αναπτύσσονται μεταξύ των αντικειμένων του συνόλου. Η επιτυχής σειροθέτηση προϋποθέτει την ικανότητα του παιδιού να κατανοεί ότι ένα αντικείμενο βρίσκεται σε σχέση «ανωτερότητας» προς το αμέσως προηγούμενό του και σε σχέση «κατωτερότητας» προς το αμέσως επόμενό του. (Παρασκευόπουλος 1985) [48]

Τέλος η διατήρηση είναι και αυτή λογικο-μαθηματική διαδικασία. Με την διαδικασία αυτή το παιδί μπορεί να θυμάται και να διατηρεί στην μνήμη του εικόνες αντικειμένων και να τα αναγνωρίζει, ανεξάρτητα από πιθανές αλλοιώσεις που μπορεί να υποστούν τα αντικείμενα αυτά. Τα προγράμματα παρέμβασης στην εκπαίδευση μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες που έχουν σαν στόχο την πλήρη κατανόηση αυτών των εννοιών της ταξινόμησης, της σειροθέτησης και της διατήρησης θα πρέπει να ακολουθούν ορισμένες βασικές αρχές. Συγκεκριμένα:

- Πρέπει να χρησιμοποιούνται πολλών ειδών υλικά και μέσα για την εξάσκηση των μαθητών, έτσι ώστε να είναι εμφανή τα στοιχεία κάθε έννοιας στα παιδιά και οι γενικεύσεις να γίνονται εύκολα κατανοητές.

- Αρχικά πρέπει να χρησιμοποιείται μικρός αριθμός αντικειμένων και στην συνέχεια να αυξάνεται σταδιακά.
- Πρέπει οι μαθητές να ενθαρρύνονται από τους εκπαιδευτικούς να συμμετέχουν στην εκπαιδευτική διαδικασία με δικά τους παραδείγματα για κάθε έννοια που διδάσκονται χρησιμοποιώντας και το κατάλληλο λεξιλόγιο (όπως: περισσότερο - λιγότερο, πολύ – λίγο, μικρό - μεγάλο, τόσα - όσα κλπ.). (Αγαλιώτης 2000)[38]

Παρακάτω παρατίθενται μερικές ενδεικτικές δραστηριότητες όπως προτείνουν οι Καραντζής και Τσαγγάρης:

Δραστηριότητα 1η: Δίνουμε στο μαθητή (ή στην ομάδα των μαθητών) με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά 4- 5 είδη γεωμετρικών σχημάτων, διαφόρων χρωμάτων και μεγεθών και ζητούμε να ξεχωρίσει μόνο τα τρίγωνα ή τα τετράγωνα κ.λ.π. Στη συνέχεια να ξεχωρίσει τα σχήματα με το κίτρινο χρώμα. Τέλος να ξεχωρίσει τα μικρά σχήματα από τα μεγάλα.

Δραστηριότητα 2η: Καλούμε το μαθητή να αναλογισθεί και να καταγράψει μερικά σχολικά είδη που υπάρχουν σε μια μαθητική τσάντα και να τα χωρίσει σε ομάδες. Στη συνέχεια του δίνουμε μολύβια διαφόρων μεγεθών και ζητούμε να τα βάλει σε σειρά από το μεγαλύτερο στο μικρότερο ή αντίστροφα.

Δραστηριότητα 3η: Δίνουμε στο μαθητή (ή στην ομάδα των μαθητών) με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά δύο (2) κατηγορίες αντικειμένων (π.χ. μολύβια και ξύστρες). Του ζητούμε να αντιστοιχίσει ένα προς ένα τα αντικείμενα των δύο ομάδων και να τα συγκρίνει.

Δραστηριότητα 4η: Δίνουμε στο μαθητή (ή στην ομάδα των μαθητών) με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά κάρτες με εικόνες φυτών ή σχολικών ειδών και ζητούμε να τις ταξινομήσει ανάλογα με την ποσότητα χρησιμοποιώντας τις λέξεις «τόσα – όσα», «περισσότερα – λιγότερα» κ.λ.π. (Καραντζής 2001) [46]

2.8.5 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των δυσκολιών με την απαρίθμηση ποσοτήτων.

Η μέτρηση αντικειμένων και γεγονότων από τον μαθητή με μαθησιακές δυσκολίες είναι αναγκαία προϋπόθεση για να εκτελεί στη συνέχεια προσθέσεις και αφαιρέσεις. Τα περισσότερα λάθη στην απαρίθμηση αντικειμένων συμβαίνουν στο συντονισμό κινήσεων και εκφώνησης των αριθμών. Έτσι, μπορεί κάποιος μαθητής να ξεχωρίσει

από το πλήθος των προς μέτρηση αντικειμένων ένα αντικείμενο και να εκφωνήσει ταυτόχρονα δύο ή περισσότερους αριθμούς ή να ξεχωρίσει δύο αντικείμενα μαζί και να εκφωνήσει έναν αριθμό, ενέργειες που θα τον οδηγήσουν σε λανθασμένη απαρίθμηση των αντικειμένων.

Για την αντιμετώπιση αυτής της αδυναμίας, στο συντονισμό κινήσεων και λόγου, οι Καραντζής και Τσαγγάρης προτείνουν μερικές ενδεικτικές δραστηριότητες:

- Οι μαθητές ρίχνουν ένα – ένα φάκελο αλληλογραφίας ή άλλο αντικείμενο σε ένα κουτί με κατάλληλο άνοιγμα.
- Οι μαθητές μετρούν ένα – ένα τα δάκτυλά τους και εκφωνούν τον αριθμό μόλις ακούσουν το χτύπημα ενός μουσικού οργάνου.
- Μετρούν ένα- ένα διάφορα αντικείμενα και κάθε φορά χαράζουν στο τετράδιό τους κάποια γραμμή ή ζωγραφίζουν ένα σχήμα.
- Μετρούν βραχιόλια τοποθετώντας ένα – ένα βραχιόλι στο χέρι τους ή σε μια σταθερή βάση
- Να υπάρχουν, μια βασική αριθμογραμμή σε περίοπτη θέση στην τάξη και μια μικρή σε κάθε θρανίο.
- Οι μαθητές να προσπαθούν να τοποθετήσουν κάρτες αριθμών, που θα τους έχουν δοθεί από τον εκπαιδευτικό, στη σωστή σειρά ή με τη σωστή ακολουθία αριθμών.

(Καραντζής 2001) [46]

2.8.6 Προτάσεις για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στον νοερό υπολογισμό βασικών προσθέσεων, αφαιρέσεων και πολλαπλασιασμών

2.8.6.1 Νοερός υπολογισμός βασικών προσθέσεων και αφαιρέσεων

Αρχικά οι μαθητές μαθαίνουν να υπολογίζουν πράξεις με την βοήθεια της απαρίθμησης. Για παράδειγμα για τον υπολογισμό της πράξης $2+3$ ο μαθητής με μαθησιακές δυσκολίες θα προσπαθήσει να δώσει απάντηση απαριθμώντας όλα τα αντικείμενα δηλαδή $1,2,3,4,5$ και θα δώσει αν μετρήσει σωστά την απάντηση 5. Ο εκπαιδευτικός λοιπόν πρέπει να στοχεύει στην εκμάθηση και άλλων στρατηγικών απαρίθμησης όπως οι παρακάτω:

Στρατηγικές προσθέσεων.

Στρατηγική της απαρίθμησης: Όπως σημειώθηκε παραπάνω ο μαθητής προσπαθεί να απαντήσει αριθμώντας όλα τα αντικείμενα. Με τη στρατηγική της επαρίθμησης ο μαθητής κρατάει στη βραχυπρόθεσμη μνήμη του το μεγαλύτερο προσθετέο και να συνεχίζει να μετρά απαριθμώντας τα αντικείμενα του μικρότερου προσθετέου. Στο παράδειγμά μας να λέει 3 και μετά να απαριθμεί $4,5$. Στην στρατηγική αυτή πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην αρχή της απαρίθμησης, πρέπει δηλαδή ο μαθητής πρώτα να λέει τον προσθετέο (π.χ 3) και στη συνέχεια να ξεκινάει η αρίθμηση (π.χ 4,5).

Στρατηγική των ομοίων: Είναι πολύ εύκολο για τους μαθητές να υπολογίζουν πράξεις όμοιων αριθμών ($2+2, 3+3, 4+4...$). Έτσι μπορούν να υπολογίζουν τέτοιο τύπου αθροίσματα και στη συνέχεια να αφαιρούν ή να προσθέτουν μια μονάδα ανάλογα με την επιλογή προσθετέων που έγινε. Στο παράδειγμά μας θα μπορούσε ο μαθητής να πει $2+2$ κάνει 4 και $4+1$ κάνει 5 ή θα μπορούσε να πει $3+3$ κάνει 6 και $6-1$ κάνει 5.

Στρατηγική του συμπληρώματος του 10: Αυτός ο τρόπος είναι και ο δυσκολότερος, γιατί απαιτεί την ικανότητα ανάλυσης του ενός προσθετέου και του αριθμού 10 σε άθροισμα δύο προσθετέων. Για την πράξη $8+7$ ο μαθητής πρέπει να κάνει τον εξής συλλογισμό: $8+2=10$ και στη συνέχεια $10+5=15$. Ο εκπαιδευτικός για την καλύτερη κατανόηση της ανάλυσης ενός αριθμού σε δύο προσθετέους θα μπορούσε να εφαρμόσει κάποια από τις παρακάτω δραστηριότητες:

Δραστηριότητα : Ορίζουμε δύο ομάδες αντικειμένων. Κάθε ομάδα αποτελείται από όμοια αντικείμενα για παράδειγμα ίδιου σχήματος ή ίδιου χρώματος. Το πλήθος αντικειμένων της κάθε ομάδας θα πρέπει να είναι ίσο με τον αριθμό για τον οποίο θέλουμε να γίνει η κατανόηση της ανάλυσης του σε δύο προσθετέους. Στην προκειμένη περίπτωση οι ομάδες θα πρέπει να αποτελούνται από 10 αντικείμενα. Οι μαθητές πρέπει να χωριστούν σε ομάδες εργασίας. Κάθε ομάδα πρέπει να κάνει μια δεκάδα η οποία θα αποτελείται από αντικείμενα και των δύο ομάδων (π.χ. 6 τρίγωνα και 4 τετράγωνα). Αφού ολοκληρωθεί αυτός ο διαχωρισμός καλείται κάθε ομάδα να γράψει στον πίνακα τον συνδυασμό που επέλεξε. Στο τέλος, αφού προταθούν από τους μαθητές όλοι οι τρόποι, στον πίνακα εμφανίζονται οι συμβολικές παραστάσεις όλων των πιθανών συνδυασμών για μνημονική συγκράτηση στη μακροπρόθεσμη μνήμη.

Παρόμοιες στρατηγικές παρουσιάζονται και για τον υπολογισμό του αοτελέσματος της πράξεως της αφαίρεσης.

Στρατηγική της αφαίρεσης των μονάδων του αφαιρετέου από τις μονάδες του μειωτέου: Σύμφωνα με αυτή τη στρατηγική ο μαθητής από τις μονάδες του μειωτέου αφαιρεί (μειώνει) σταδιακά (ανά 1) τόσες μονάδες όσες έχει ο αφαιρετέος. Για παράδειγμα πόσο κάνει 12-4 ; Ο μαθητής με βάση τη στρατηγική θα προσπαθήσει να απαντήσει με τον εξής τρόπο: 11, 10, 9, 8. Απάντηση: 8. Ένα λάθος που συχνά σημειώνεται από τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά είναι ότι κατά τη διαδικασία της αντίστροφης μέτρησης, κατά τόσες μονάδες όσες δείχνει ο αφαιρετέος, οι μαθητές αντί να αρχίσουν τη μέτρηση από τον προηγούμενο αριθμό του μειωτέου, αρχίζουν από το μειωτέο (π.χ. Στο ερώτημα 12-4 υπάρχει πιθανότητα να αρχίσει αν μετρά αντίστροφα από τον αριθμό 12 δηλαδή 12,11,10,9 και να απαντήσει 9.

Στρατηγική της αύξησης του αφαιρετέου (διαδικασία αύξησης): Σύμφωνα με αυτή τη στρατηγική ο μαθητής αυξάνει τις μονάδες του αφαιρετέου μέχρι να φτάσει το μειωτέο. Ο αριθμός που αντιπροσωπεύει την αύξηση θα είναι η σωστή απάντηση. Η στρατηγική αυτή είναι επιλέξιμη κύρια όταν ο αφαιρετέος βρίσκεται σε μικρή απόσταση από το μειωτέο (π.χ. Ερώτηση: 14 – 9 = ; Διαδικασία: 10, 11, 12, 13, 14. Απάντηση: 5). το ίδιο λάθος μπορεί να παρουσιαστεί και εδώ, καθώς υπάρχει ο κίνδυνος ο μαθητής να αρχίσει να μετράει από τον λάθος αριθμό δηλαδή στο παράδειγμά μας από το 9 οπότε η που θα δινόταν από τον μαθητή σε αυτή την περίπτωση θα ήταν λάθος καθώς θα απαντούσε τον αριθμό 13.

2.8.6.2 Νοερός υπολογισμός βασικών πολλαπλασιασμών μέχρι το 100

Όπως τονίστηκε και προηγουμένως, προκειμένου οι μαθητές (και κύρια οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά) να κατανοήσουν καλύτερα τις μαθηματικές έννοιες, πρέπει να συμμετάσχουν ενεργά στη γνωστική διαδικασία διεκπεραιώνοντας διάφορες δραστηριότητες, οι οποίες θα τους βοηθήσουν να αναδιοργανώσουν τη νοητική διεργασία τους με σκοπό πάντοτε να αντεπεξέλθουν σε καταστάσεις που τους προβληματίζουν. Επίσης, είναι απαραίτητο να έχουμε υπόψη μας ότι η εισαγωγή των μαθητών στην πράξη του πολλαπλασιασμού πρέπει να γίνει, όταν αυτοί χειρίζονται με μεγάλη ευχέρεια την πράξη της πρόσθεσης. (Λεμονίδης 1998) [49]

Με δεδομένες αυτές τις θέσεις προτείνουμε, παρακάτω, κάποιες ενδεικτικές δραστηριότητες για την κατανόηση του πολλαπλασιασμού.

Δραστηριότητα 1: Χωρίζουμε τον πίνακα σε ένα πλαίσιο ίσων κομματιών για παράδειγμα 10x10. Οι μαθητές καλούνται να γεμίσουν όσα κομμάτια επιθυμούν με κουκίδες. Ένα παράδειγμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

/////	1	2	3 4	5 6	7 8	9 10
1	●	●	●			
2	●	●	●			
3	●	●	●			
4	●	●	●			
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Εικόνα 30 Αναπαράσταση διαφόρων μορφών πολλαπλασιασμού

Στη συνέχεια καλούνται να επιλέξουν μέσα από πολλές καρτέλες οι οποίες αναπαριστούν συνδυασμούς πολλαπλασιασμού αυτή που αντιστοιχεί στην πράξη που σχεδιάστηκε στον πίνακα. Στο παράδειγμά μας θα πρέπει να επιλεχθούν οι καρτέλες 3x4 και 4x3.

Δραστηριότητα 2: Σχηματίζουμε στον πίνακα έναν αριθμό πλαισίων, για παράδειγμα 10. Οι μαθητές καλούνται να σχηματίσουν ένα αριθμό αντικειμένων σε όσα πλαίσια επιθυμούν. Ένα παράδειγμα φαίνεται παρακάτω:

1	2 3	4	5	6	7	8	9	10
● ● ●	● ● ● ● ●	● ●	● ●	● ● ●	● ●	● ●	● ●	

Εικόνα 31 Αναπαράσταση διαφόρων μορφών πολλαπλασιασμού

Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλέξουν και πάλι τη σωστή καρτέλα. Στην προκειμένη περίπτωση θα πρέπει να επιλεχθούν οι 3x9 και 9x3. (Πόρποδας 2003) [30]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υπολογιστές αναμφίβολα είναι ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα του ανθρώπου. Η παρουσία τους κρίνεται πλέον απαραίτητη σχεδόν σε όλους τους επιστημονικούς τομείς αλλά και στην καθημερινότητα μας. Ο καθημερινός τρόπος ζωής στις μέρες μας επιβάλει τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών σε ένα μεγάλο μέρος των δραστηριοτήτων μας.

Η εκπαίδευση είναι ένας από τους τομείς της ζωής μας που επηρεάζεται πάρα πολύ από την εξέλιξη των υπολογιστών και αναμένεται να επηρεασθεί ακόμη περισσότερο. Με τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα πιο ευχάριστο περιβάλλον μάθησης και εργασίας για τα παιδιά και έτσι να τα βοηθήσουμε να αντεπεξέλθουν καλύτερα στα προβλήματα που αντιμετωπίζουν σε συνεργασία τόσο με τους γονείς όσο και με τους δασκάλους των παιδιών. Εάν ο υπολογιστής χρησιμοποιηθεί σωστά μετατρέπεται σε ένα πανίσχυρο εργαλείο στα χέρια του εκπαιδευτικού και σε πολλές περιπτώσεις και των γονιών. Με την χρήση του στην εκπαιδευτική διαδικασία, εκτός από την εύκολη και άνετη πρόσβαση στην νέα τεχνολογία ο υπολογιστής καταφέρνει να αναθερμάνει το ενδιαφέρον των μαθητών για μάθηση με αποτέλεσμα την μείωση του χρόνου διάσπασης της προσοχής τους από την εκπαιδευτική διαδικασία.

Στο Κεφάλαιο 2 παρουσιάστηκαν οι κατηγορίες των μαθησιακών δυσκολιών και διάφοροι τρόποι αντιμετώπισης τους μέσα από παραδείγματα και δραστηριότητες που μπορεί ένας εκπαιδευτικός να οργανώσει και να εφαρμόσει μέσα στην τάξη. Σε αυτό το κεφάλαιο θα προταθούν παρόμοιες ασκήσεις και δραστηριότητες οι οποίες έχουν μεταφερθεί σε εφαρμογή ηλεκτρονικού υπολογιστή.

3.2 Η ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

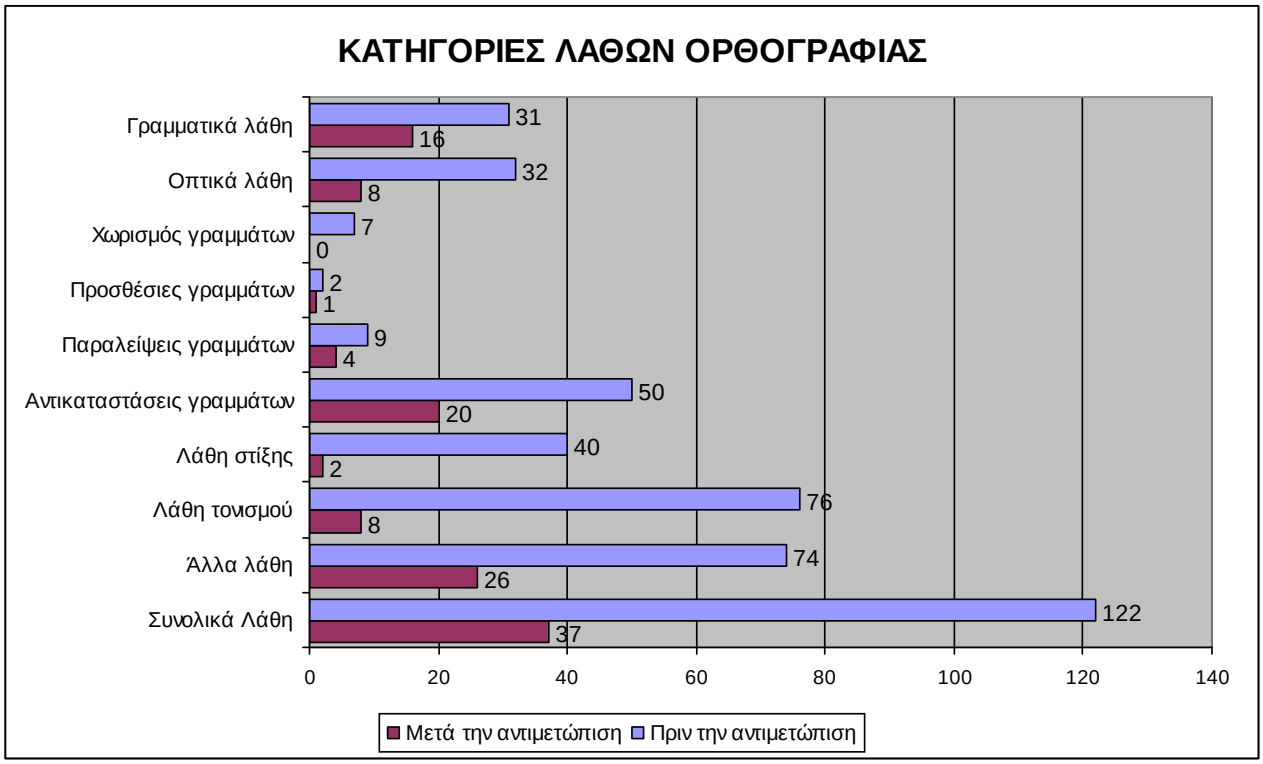
Η μεγάλη επιρροή που ασκούν οι νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση είναι μια πραγματικότητα που δεν μπορεί πλέον να αμφισβητηθεί. Καθημερινά παρατηρούμε, πως η εκπαιδευτική τεχνολογία παίρνει νέες διαστάσεις και η χρήση λογισμικών στην εκπαίδευση δίνει τη δυνατότητα μετάβασης σε ένα μοντέρνο τρόπο διδασκαλίας και μάθησης που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον από παιδαγωγικής, κοινωνικής και ψυχολογικής απόψεως. Ο Αλιμήσης χαρακτηριστικά αναφέρει πως η εισαγωγή των Τεχνολογιών της Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση τα τελευταία χρόνια, τείνει να της δώσει μια νέα δυναμική που θα μπορούσε να

επηρεάσει τις διδακτικές μεθόδους, το περιεχόμενο διδασκαλίας, τις σχέσεις δασκάλου μαθητή, το κλίμα της σχολικής τάξης και το ρόλο του δασκάλου γενικότερα, ενώ ταυτόχρονα φαίνεται να προκαλεί σύγχυση και αμηχανία στην εκπαιδευτική κοινότητα, που οφείλεται στην συνεχή και ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας από τη μία, στην έλλειψη γνώσης και της αδράνειας εκπαιδευτικών από την άλλη. Οι ΤΠΕ αποτελούν θέμα έρευνας σε όλο τον κόσμο και έτσι γίνονται προσπάθειες που αφορούν τη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης και την διαπίστωση των αποτελεσμάτων στη μάθηση στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου. (Αλιμήσης 2003)[50]

Μια από τις πολλές προσπάθειες διαπίστωσης των αποτελεσμάτων στη μάθηση, με εκπληκτικά αποτελέσματα είναι η έρευνα του κ. Παυλίδη. Η έρευνα αυτή συμπεραίνει ότι επιτυγχάνεται σημαντική βελτίωση στην ορθογραφία δυσλεξικών παιδιών αν αυτή αντιμετωπιστεί με την βοήθεια πολυμέσων, μέσω «της μεθόδου Παυλίδη». Στην έρευνα του αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα της Μέθοδο Αντιμετώπισης με Πολυμέσα (Μέθοδος Παυλίδη) στην βελτίωση της ορθογραφίας δυσλεξικών ή παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 20 παιδιά που είχαν διαγνωσθεί ως δυσλεξικοί, στο Κέντρο Δυσλεξίας και Ευφυΐας, από τον Καθηγητή Παυλίδη, στη Θεσ/νίκη. Πριν ξεκινήσει το πρόγραμμα αντιμετώπισης, τα παιδιά αξιολογήθηκαν στην ορθογραφία σε κείμενο καθ' υπαγόρευση (αντίστοιχο της ηλικίας τους), καθώς και στην αυτοσχέδια ορθογραφία. Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του πρώτου εξαμήνου του προγράμματος, η ορθογραφική επίδοσή τους επαναξιολογήθηκε όπως και προηγουμένως. Μεταξύ των δύο αξιολογήσεων, τα παιδιά συμμετείχαν στο πρόγραμμα αντιμετώπισης με τη Μέθοδο Αντιμετώπισης με Πολυμέσα. Το μέγιστο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η εξατομίκευση, που επιτρέπει την αποτελεσματική αντιμετώπιση του κάθε παιδιού σύμφωνα με τις προσωπικές του δυνατότητες, ανάγκες και ρυθμούς. Η κάθε επίσκεψη διαρκούσε 30 λεπτά, για 1-2 φορές την εβδομάδα, επί 4-6 μήνες.

Τα αποτελέσματα τις έρευνας ήταν εκπληκτικά. Η στατιστική ανάλυση κατέδειξε ότι στο πολύ σύντομο χρονικό διάστημα της αντιμετώπισης, βελτιώθηκε σημαντικά η ορθογραφία των παιδιών. Επίσης, η πρόοδος των δυσλεξικών παιδιών ήταν 6.5 φορές ταχύτερη από την κανονική – αναμενόμενη σχολική τους πρόοδο, ενώ στον τονισμό ήταν > 8 φορές ταχύτερη. Η τόσο σημαντική βελτίωσή τους επιβεβαιώθηκε και από το οικογενειακό τους περιβάλλον. Τα αποτελέσματα την καθιστούν μία από τις πλέον

αποτελεσματικές μεθόδους που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. (Παυλίδης 2003)[51]



Γράφημα 3 Μέσος Όρος Λαθών -Αποτέλεσματα μεθόδου Παυλίδη
Πηγή : Κατανά, Β. & Παυλίδης, Γ.Θ. **(2003) *"Μέθοδος Αντιμετώπισης Πολυμέσων Παυλίδη: Βελτιώνει Σημαντικά την Ορθογραφία των Δυσλεξικών"* Εργασία που παρουσιάστηκε στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Ρόδος, 21-24 Μαΐου**

Διαφορά επίδοσης	πριν και	μετά τη	Μέθοδο Παυλίδη
Κατηγορία Λάθους	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	
• Συνολικά Λάθη	M.O.	M.O.	p<
Καθ' Υπαγόρευση	122	37	0,000
Έκθεση	127	28	0,000
M.O.	125	33	0,000
• Λάθη Τονισμού	M.O.	M.O.	p<
Υπαγόρευση	76	8	0,000
Έκθεση	86	9	0,000
M.O.	81	9	0,000

Πίνακας 10 Αριθμός Λαθών Ορθογραφίας
Πηγή : Κατανά, Β. & Παυλίδης, Γ.Θ. **(2003) *"Μέθοδος Αντιμετώπισης Πολυμέσων Παυλίδη: Βελτιώνει Σημαντικά την Ορθογραφία των Δυσλεξικών"* Εργασία που παρουσιάστηκε στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Ρόδος, 21-24 Μαΐου**

ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΠ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΠΡΟΟΔΟ, *ΣΕ ΠΟΣΟΣΤΑ % & ΣΕ ΕΤΗ*

	% ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	% ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΕ ΜΠ	% ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	ΕΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΜΠ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΣΧΟΛΙΚΗ
ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΛΑΘΗ				
Υπαγόρευση	**69,58**	**59,70**	**9,88**	**6,05**
Έκθεση	**77,84**	**67,96**	**9,88**	**6,89**
ΛΑΘΗ ΤΟΝΙΣΜΟΥ				
Υπαγόρευση	**89,12**	**79,23**	**9,88**	**8,02**
Έκθεση	**89,41**	**79,53**	**9,88**	**8,05**

Πίνακας 11: Βελτίωση με τη ΜΠ σε σχέση με την αναμενόμενη σχολική
Πηγή : Κατανά, Β. & Παυλίδης, Γ.Θ. (2003) *"Μέθοδος Αντιμετώπισης Πολυμέσων Παυλίδη: Βελτιώνει Σημαντικά την Ορθογραφία των Δυσλεξικών'* Εργασία που παρουσιάστηκε στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Ρόδος, 21-24 Μαΐου

3.3 ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

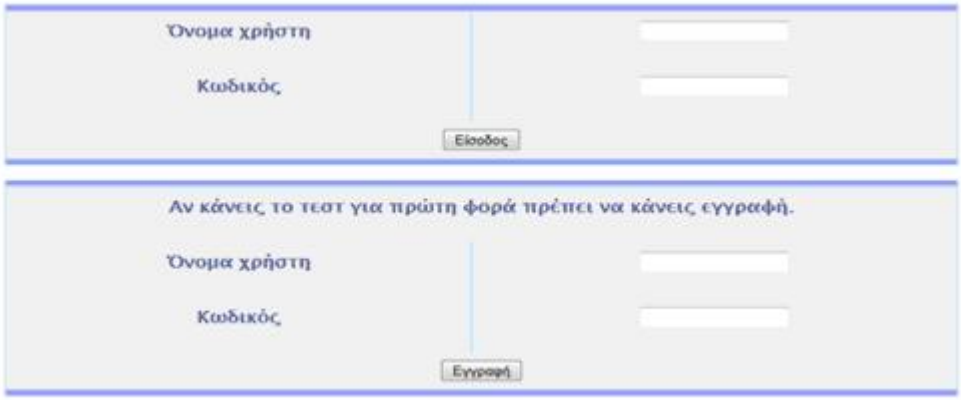
Στόχος του λογισμικού είναι η ανάπτυξη ενός ιστοχώρου μέσω του οποίου να στηρίζονται και υποβοηθούνται παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες εστιάζοντας την προσοχή μας στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του παιδιού όσο αφορά την γραφή, την ανάγνωσή και τα μαθηματικά. Ένα από τα μεγάλα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου συστήματος αποτελεί το γεγονός πως τα παιδιά θα μπορούν να έχουν δωρεάν πρόσβαση από όπου και αν βρίσκονται, δεδομένου ότι υπάρχει σύνδεση με το διαδίκτυο, και αυτό θα τους δίνει το δικαίωμα να το χρησιμοποιούν και στις ελεύθερες τους ώρες θεωρώντας το ως τρόπο διασκέδασης και όχι ως κάτι υποχρεωτικό. Αξίζει φυσικά να σημειωθεί πως όλα τα βήματα του μαθητή, θα παρακολουθούνται και θα αποθηκεύονται σε μια βάση δεδομένων από την οποία θα μπορεί να ενημερωθεί ο εκπαιδευτικός αλλά και ο γονιός.

Ένα άλλο μεγάλο πλεονέκτημα της εφαρμογής είναι η απλότητα της. Ο μαθητής καλείται να απαντήσει σε όλες τις ασκήσεις απλά με ένα κλικ του ποντικιού, μέσα από μια λίστα απαντήσεων οι οποίες θα δίνονται μέσω εικόνων για να είναι πιο ευχάριστο το περιβάλλον του συστήματος. Έτσι το παιδί δεν θα κουράζεται και κατ επέκταση δεν θα εγκαταλείπει εύκολα την άσκηση με την οποία αλληλεπιδρά μέσω του συστήματος. Χρησιμοποιώντας λοιπόν απλές και ευχάριστες εικόνες, ήχο και ελάχιστο κείμενο θα δίνεται η ευκαιρία στα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες να

αντεπεξέλθουν στις αυξημένες απαιτήσεις του σχολείου με έναν πιο αποδοτικό και εύκολο τρόπο εξάσκησης.

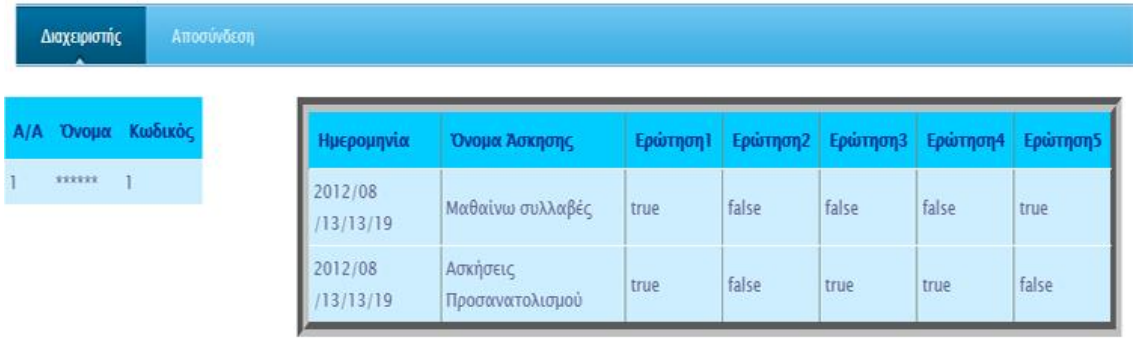
3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η εφαρμογή απευθύνεται σε παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, αλλά και στους εκπαιδευτικούς και τους γονείς των παιδιών. Για να χρησιμοποιηθεί η εφαρμογή απαιτείται ένα όνομα χρήστη και ένας κωδικός. Η πρώτη χρήση της εφαρμογής από κάποιον χρήστη απαιτεί την εγγραφή του χρήστη στο σύστημα. Η διαδικασία της εγγραφής του χρήστη στο σύστημα είναι υπεύθυνη για την αποθήκευση του «ονόματος χρήστη» και του «κωδικού» του. Έτσι στη αρχική σελίδα του συστήματος υπάρχουν δύο φόρμες συμπλήρωσης. Η πρώτη αναφέρεται στους παλιούς χρήστες που θέλουν να μπουν στην εφαρμογή για να εκτελέσουν κάποια άσκηση-test, ενώ η δεύτερη απευθύνεται στους νέους χρήστες, δηλαδή στους χρήστες που θα κάνουν για πρώτη φορά κάποια άσκηση-test.



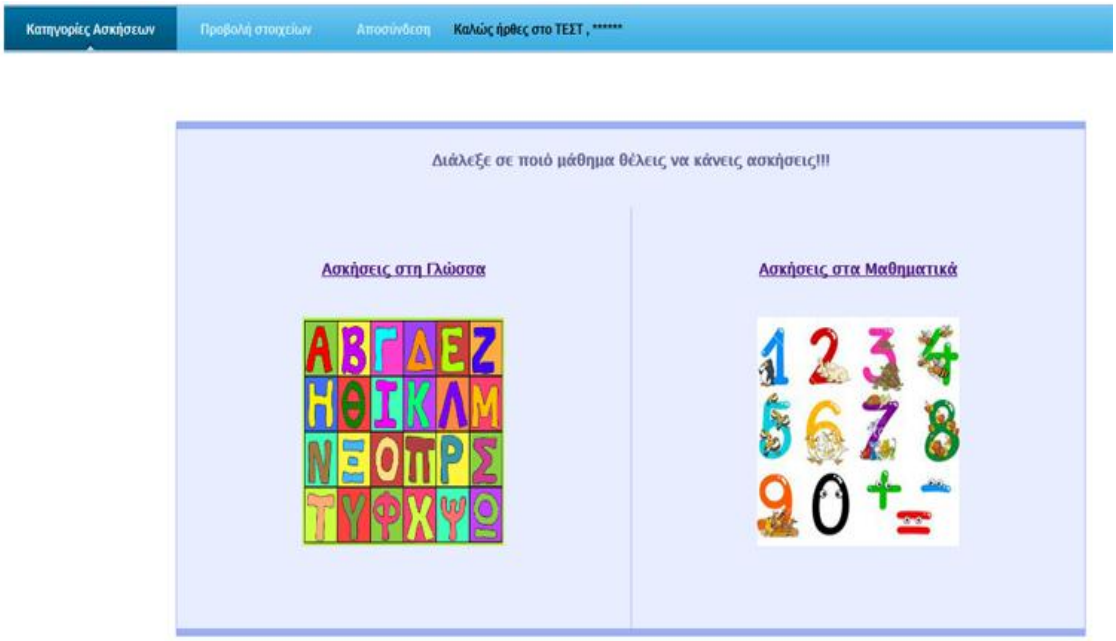
Εικόνα 32: Αρχική σελίδα εφαρμογής

Την εφαρμογή μπορούν να την χρησιμοποιήσουν όλοι οι προαναφερθέντες αλλά και ένας διαχειριστής του συστήματος, ο οποίος έχει την δυνατότητα να ελέγχει καθολικά όλα τα στοιχεία που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων του συστήματος. Μπορεί να δει ποια tests έχει κάνει ο κάθε χρήστης, τις απαντήσεις σε κάθε test κτλ..



Εικόνα 33: Έλεγχος του χρήστη με user name **** και κωδικό 1 από τον διαχειριστή.**

Αφού γίνει είσοδος, ο χρήστης καλείται να διαλέξει ασκήσεις-tests μέσα από δύο κατηγορίες. Οι κατηγορίες που προσφέρονται είναι Γλώσσα και Μαθηματικά.



Εικόνα 34: Επιλογή κατηγοριών ασκήσεων της εφαρμογής.

Κάθε κατηγορία προσφέρει την επιλογή διάφορων ασκήσεων-tests. Η κατηγορία «Ασκήσεις στη Γλώσσα» περιέχει τις επιμέρους ασκήσεις: «Μαθαίνω τα γράμματα», «Μαθαίνω συλλαβές», «Μαθαίνω ανάγνωση», «Κατανοώ λέξεις και προτάσεις» και «Μαθαίνω ορθογραφία». Ενώ η κατηγορία «Ασκήσεις στα Μαθηματικά» περιέχει τις «Μαθαίνω τους αριθμούς», «Μαθαίνω πράξεις», «Ασκήσεις προσανατολισμού» και «Μαθαίνω την ώρα». Κάθε test θα παρουσιασθεί σε επόμενη ενότητα.

Εικόνα 35: Επιλογή άσκησης από την κατηγορία «Ασκήσεις στη Γλώσσα»

Εικόνα 36: Επιλογή άσκησης από την κατηγορία «Ασκήσεις στα Μαθηματικά»

Ο χρήστης εκτός της εκτέλεσης ασκήσεων έχει την δυνατότητα μέσα από την εφαρμογή να ελέγξει τις επιδόσεις του σε όλα τα tests που έχει εκτελέσει. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από τον σύνδεσμο «Προβολή στοιχείων», ο οποίος βρίσκεται στο κεντρικό μενού της εφαρμογής. Αυτός ο σύνδεσμος είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τον εκπαιδευτικό αλλά και τον γονέα, διότι μέσα από αυτόν μπορεί να ελέγξει και να μελετήσει την πορεία του παιδιού. Ο σύνδεσμος παρουσιάζει την ημερομηνία και την ώρα εκτέλεσης του κάθε test που έχει εκτελεσθεί από τον μαθητή, το όνομα της κατηγορίας στην οποία ανήκει το test αλλά και τις απαντήσεις που έχουν δοθεί από

τον μαθητή κατά την εκτέλεση του. Έτσι μπορεί εύκολα να διαπιστωθεί η μεταβολή της απόδοσης του μαθητή κατά την εκπαιδευτική παρέμβαση και να εντοπισθούν αδυναμίες σε κατηγορίες ασκήσεων που πιθανόν να παρουσιάζει ο μαθητής, έτσι ώστε ο εκπαιδευτικός κυρίως, αλλά σε πολλές περιπτώσεις και ο γονέας, να επικεντρώσει και να εντείνει τις προσπάθειες βελτίωσης του προβλήματος σε συγκεκριμένες κατηγορίες.

Ημερομηνία	Όνομα Άσκησης	Ερώτηση1	Ερώτηση2	Ερώτηση3	Ερώτηση4	Ερώτηση5
2012/08 /13/13/19	Μαθαίνω συλλαβές	true	false	false	false	true
2012/08 /13/13/19	Ασκήσεις Προσανατολισμού	true	false	true	true	false

Εικόνα 37: Προβολή στοιχείων του μαθητή ****

Στο τέλος κάθε άσκησης παρατίθενται οι σωστές απαντήσεις κάθε ερώτησης.

Εικόνα 38: Ενδεικτικές απάντήσεις 2 ερωτήσεων στην κατηγορία Γλώσσα, στην άσκηση μαθαίνω ορθογραφία.

Τέλος ο χρήστης για να τερματίσει την εφαρμογή, θα πρέπει να επιλέξει από το κεντρικό μενού «αποσύνδεση» και θα μεταφερθεί στην αρχική σελίδα της εφαρμογής. Στη συνέχεια αν επιθυμεί μπορεί να κλείσει τον φυλλομετρητή ιστού (web-browser).

Εικόνα 39: Αποσύνδεση χρήστη από την εφαρμογή.

3.5 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις γνωστικές περιοχές στις οποίες παρουσιάζουν δυσλειτουργίες αλλά και ως προς το βαθμό δυσκολίας που αντιμετωπίζουν. Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να κατηγοριοποιήσουν αυτά τα άτομα σε ομάδες, χωρίς ωστόσο να προταθούν κοινές κατηγορίες. Αυτό που έγινε αντιληπτό ,μέσα από τις προσπάθειες αυτές και βοήθησε στην οριοθέτηση κάποιων κατηγοριών, είναι ότι κάθε άτομο έχει μοναδικό συνδυασμό ικανοτήτων και αδυναμιών οι οποίοι διαμορφώνουν και τις επιδόσεις των ατόμων αυτών στην εκμάθηση.

Μετά από διάφορες έρευνες προτείνονται 3 βασικές κατηγορίες δυσκολιών:

1. **Δυσκολία στην κωδικοποίηση συμβόλων.**
2. **Δυσκολία στην επεξεργασία της γλώσσας.**
3. **Δυσκολία στην αντίληψη και επεξεργασία του χώρου και των αριθμών.**

3.5.1 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην κωδικοποίηση συμβόλων.

Η μάθηση στο σχολείο βασίζεται στο συμβολικό σύστημα της γλώσσας. Είναι λογικό και επόμενο παιδιά με δυσκολία στην κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση συμβόλων να δυσκολεύονται πολύ στην ανάγνωση. Παρουσιάζουν προβλήματα στην

αναγνώριση γραμμάτων, στο συνδυασμό γραμμάτων, συλλαβών και λέξεων. Τα παιδιά αυτά συνήθως δεν αναγνωρίζουν γράμματα και μπερδεύουν γράμματα που μοιάζουν μεταξύ τους, όπως το «ζ» με το «ξ». Παρουσιάζουν πολύ αργή φωνούμενη ανάγνωση και πολύ αδύναμη κατανόηση κειμένου, παρόλο που δεν παρουσιάζουν προβλήματα κατανόησης προφορικού λόγου. Οι μαθητές αυτοί δυσκολεύονται πολύ και στην ορθογραφία των λέξεων, διότι σε αυτή τη δραστηριότητα απαιτείται αυξημένη δυνατότητα «ανάκλησης» και όχι «αναγνώρισης» των γραμμάτων, οπότε ο βαθμός δυσκολίας αυξάνεται με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται μεγάλες δυσκολίες από τους μαθητές.

Μια εκπαιδευτική παρέμβαση αντιμετώπισης δυσκολιών στη μάθηση γραμμάτων και συμβόλων θα πρέπει να περιλαμβάνει συγκεκριμένους μακροπρόθεσμους και βραχυπρόθεσμους στόχους τους οποίους θα πρέπει να κατακτήσει ο μαθητής μέσα από συγκεκριμένες δραστηριότητες.

Βραχυπρόθεσμοι στόχοι:

Α. Σταδιακή μάθηση φωνηέντων

Β. Σταδιακή μάθηση συμφώνων

Γ. Μάθηση κεφαλαίων γραμμάτων

Μακροπρόθεσμος στόχος: Μάθηση των γραμμάτων.

Οι παρακάτω δραστηριότητες μπορούν να εφαρμοσθούν και στα 3 στάδια (Α,Β,Γ) των βραχυπρόθεσμων στόχων, αρκεί να διατηρηθεί η σωστή αλληλουχία επίτευξης των στόχων και να διαμορφωθεί κατάλληλα η κάθε δραστηριότητα με βάση τον στόχο τον οποίο θέτουμε. Δηλαδή πρώτα πρέπει οι μαθητές να αποκτήσουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο στην μάθηση φωνηέντων και στην συνέχεια να ακολουθήσουν το επόμενο βήμα για την μάθηση των συμφώνων και τέλος των κεφαλαίων γραμμάτων.

Δραστηριότητα 1: Ο εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές να βρουν και να αναφέρουν λέξεις που αρχίζουν ή/και τελειώνουν με το συγκεκριμένο γράφημα, όπως /ά/λογο, /ή/λιος, /π/ίνακας, /κ/αρέκλα, /ε/λάφι, /οι/κογένεια κτλ.

Δραστηριότητα 2: Ομοίως μπορεί να ζητηθεί από τους μαθητές να εντοπίσουν μέσα από καρτέλες εικόνων, τις εικόνες που αρχίζουν ή τελειώνουν με ένα συγκεκριμένο γράφημα.

Δραστηριότητα 3: Δίνονται στα παιδιά εικόνες και πρέπει να εντοπίσουν ποια εικόνα μοιάζει με κάποιο συγκεκριμένο γράφημα. Για παράδειγμα για το γράφημα «ο» θα πρέπει να επιλεγεί η εικόνα της ρόδας.

Εικόνα 40: Επιλογή εικόνας που μοιάζει με το γράφημα «ο»

Δραστηριότητα 4: Δίνονται μία σειρά από γράμματα και οι μαθητές θα πρέπει να εντοπίσουν κάποιο συγκεκριμένο. Για παράδειγμα:

α	ο	ε	ο	κ	ι	ο	ω	η	ο

«να βρείτε το γράμμα «ω».

Εικόνα 41 : Επιλογή ενός συγκεκριμένου γραφήματος μέσα από πολλές επιλογές.

Δραστηριότητα 5: Οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν μέσα από πληθώρα λέξεων τη λέξη η οποία περιέχει ένα συγκεκριμένο γράφημα. Για παράδειγμα δίνονται οι λέξεις; «νερό», «αγελάδα», «καρέκλα» και «ψάρι», και ζητάμε από τους μαθητές να εντοπίσουν την λέξη που περιέχει το «ο».

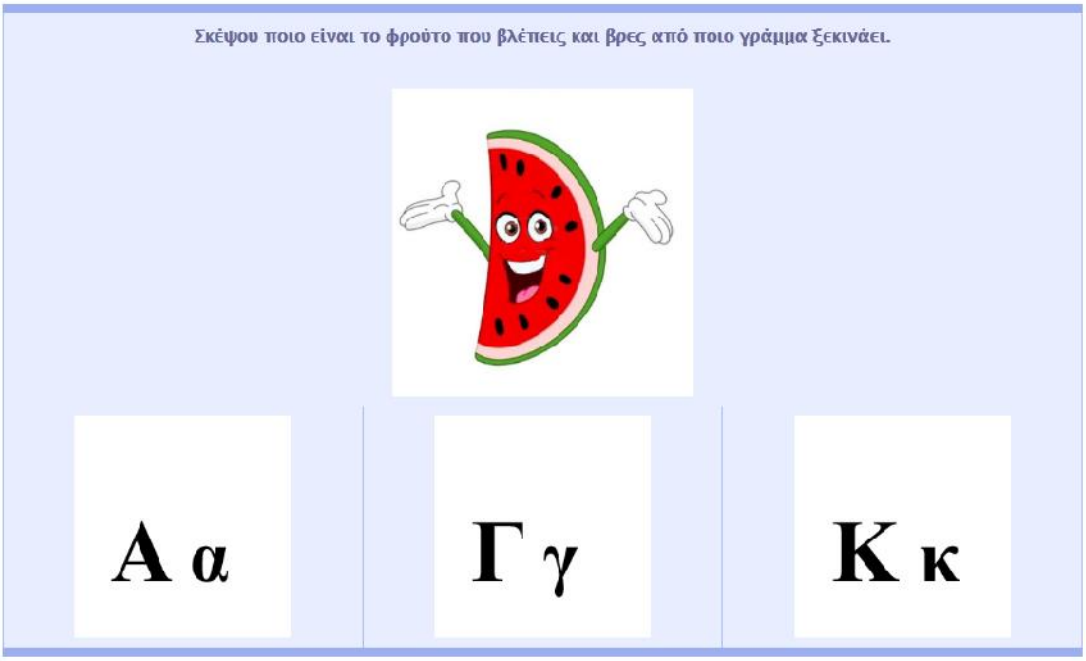
Δραστηριότητα 6: Δίνονται στους μαθητές λέξεις στις οποίες λείπει κάποιο γράμμα ή δίψηφα φωνήεντα ή κάποιο σύμφωνο και τους ζητάμε να εντοπίσουν τι λείπει.

Δραστηριότητα 7: Αντιστοίχηση πεζών και κεφαλαίων γραμμάτων, με την βοήθεια εικόνων.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή.

Άσκηση: Σκέψου ποιο φρούτο βλέπεις και διάλεξε το γράμμα από το οποίο ξεκινάει.

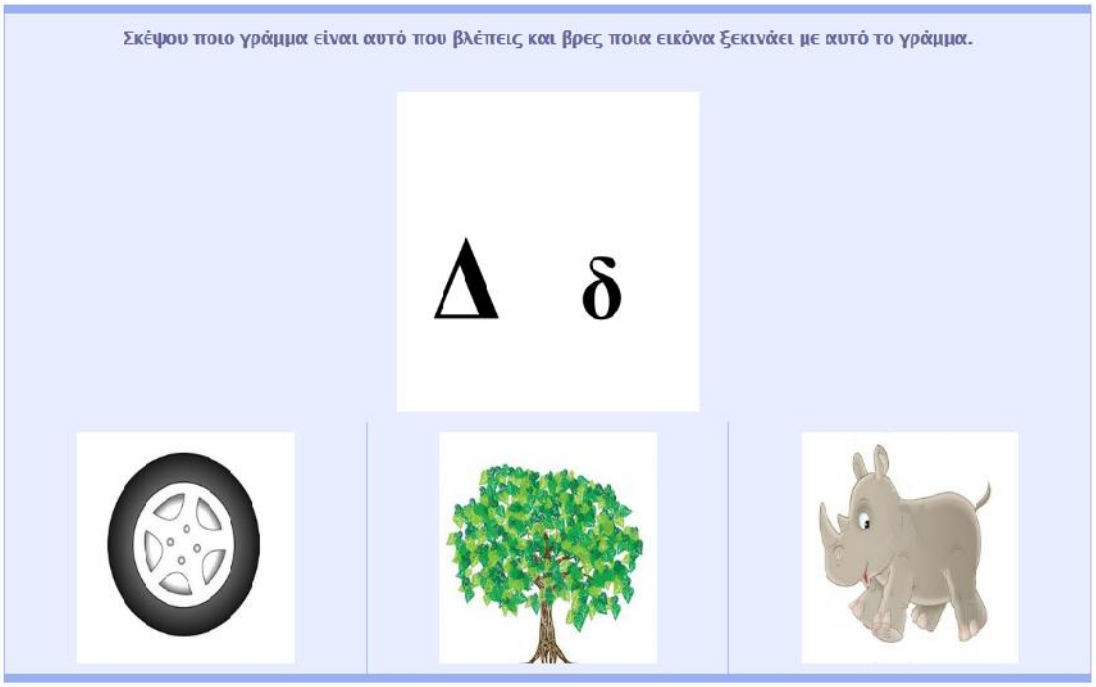
Ο μαθητής βρίσκει τη λέξη «καρπούζι» και προσπαθεί να βρει το γράμμα από το οποίο ξεκινάει η λέξη. Στις επιλογές προς απάντηση δίνονται πεζά και κεφαλαία γράμματα. Έτσι ο μαθητής αποκτά την φωνολογική επίγνωση του γραφήματος «κ» αλλά και την γνώση κεφαλαίου-πεζού του «Κ» και «κ» αντίστοιχα.



Εικόνα 42: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με τις δραστηριότητες 1,2,3 και 7.

Άσκηση: Σκέψου ποιο γράμμα είναι αυτό που βλέπεις και βρες ποια εικόνα ξεκινάει με αυτό το γράμμα.

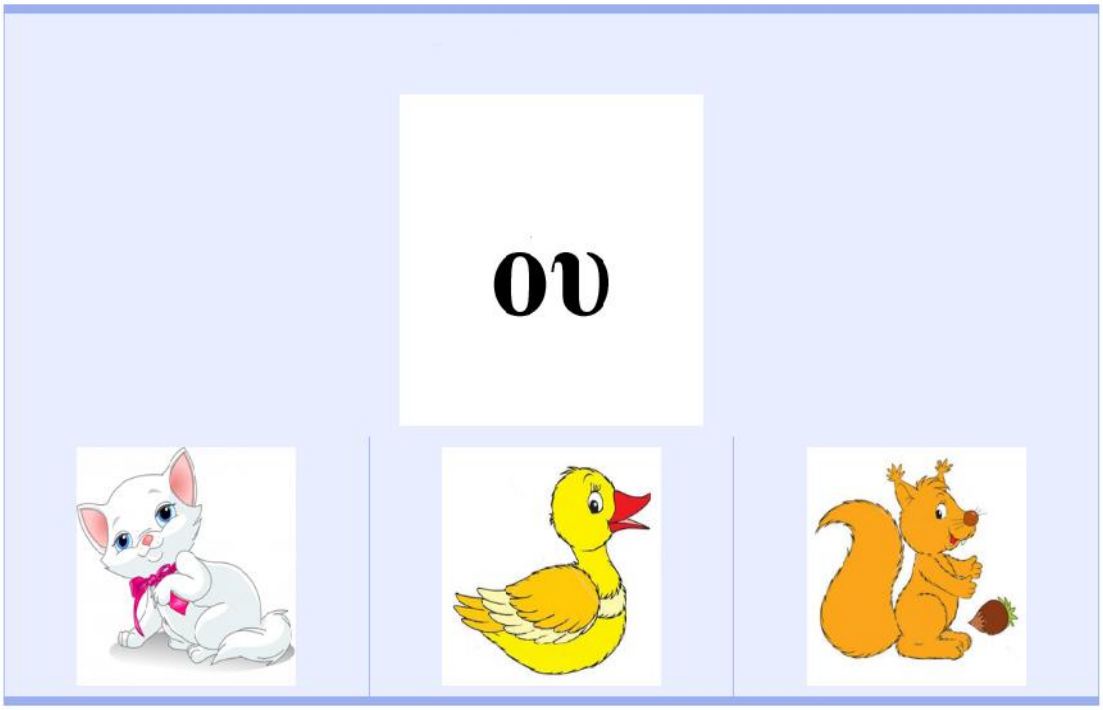
Ο μαθητής πρέπει να καταλάβει ότι το γράμμα της ερώτησης είναι το «δέλτα» (δίνεται πεζό-κεφαλαίο) και να επιλέξει από τις εικόνες το «δέντρο».



Εικόνα 43: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με τις δραστηριότητες 1,2 και 3.

Άσκηση: Δες τα ζωάκια και βρες ποιο από αυτά περιέχει το «ου».

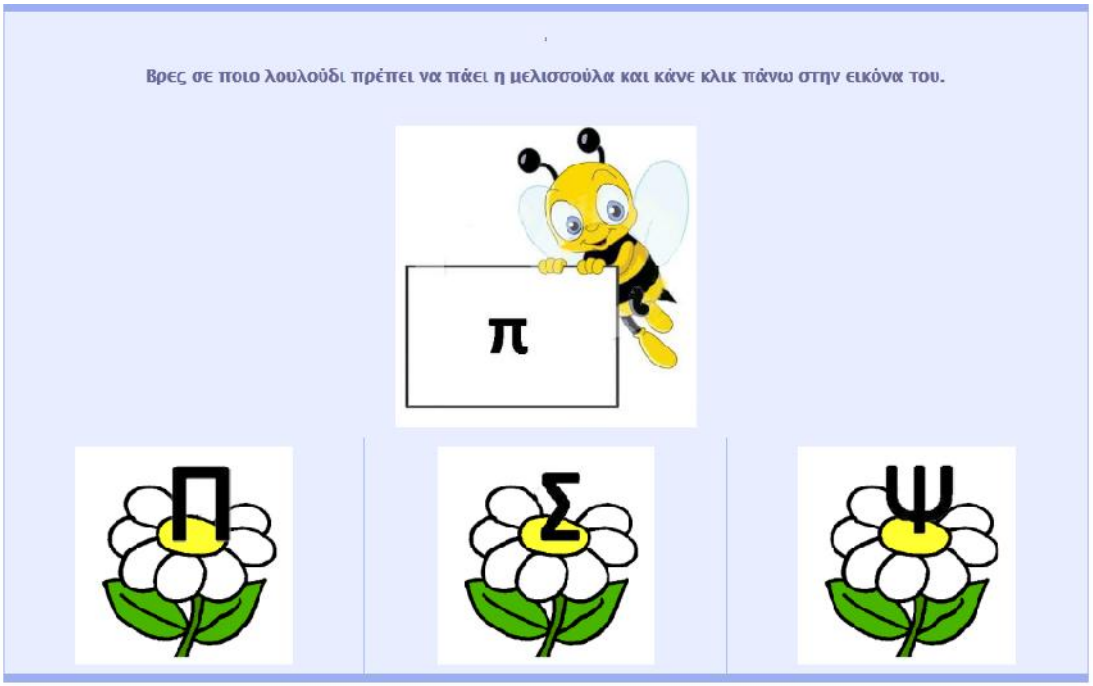
Η μάθηση των δίψηφων φωνηέντων και των διφθόγγων δεν είναι εύκολη υπόθεση, γι' αυτό και οι μαθητές πρέπει να διδάσκονται τους συγκεκριμένους φθόγγους, αφού πρώτα έχουν μάθει όλα τα φωνήεντα και ένα μεγάλο αριθμό συμφώνων. Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές καλούνται να βρουν ποια ζώα βλέπουν στις εικόνες και να εντοπίσουν στις λέξεις των ζώων που περιέχεται το δίψηφο φωνήεν «ου». Όμοια θα μπορούσε να δοθεί στους μαθητές μια εικόνα και τρεις επιλογές γραφημάτων και να καλούνται να εντοπίσουν ποιο γράφημα υπάρχει μέσα στην λέξη της εικόνας που βλέπουν.



Εικόνα 44: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με τις δραστηριότητες 5 και 6.

Άσκηση: Βρες σε ποιο λουλούδι πρέπει να πάει η μελισσούλα και κάνε κλικ πάνω στην εικόνα του.

Σε αυτή την ερώτηση ο μαθητής εντοπίζει το πεζό γράμμα της εικόνας (στην ερώτηση το «π») και πρέπει να βρει με ποιο κεφαλαίο θα το αντιστοιχίσει (απάντηση: το πρώτο λουλούδι με το γράμμα «Π»). Θα μπορούσε να γίνει και το αντίστροφο, δηλαδή αν δίνεται κάποιο κεφαλαίο γράμμα και να ζητείται να εντοπιστεί το αντίστοιχο πεζό.



Εικόνα 45: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 7.

3.5.2 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην επεξεργασία της γλώσσας.

Μέσα από πολλές έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει το συμπέρασμα πως οι μαθητές με δυσκολία στην φωνολογική επίγνωση στο επίπεδο των φωνημάτων παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανάγνωση και στην γραφή. Επίσης πολλά προβλήματα εντοπίζονται και στον προφορικό λόγο είτε στην άρθρωσή του είτε στην κατανόηση του, ενώ παρατηρείται και φτωχότερο λεξιλόγιο. Γενικά αυτά τα παιδιά χρησιμοποιούν εκφράσεις και λεξιλόγιο που αντιστοιχούν σε παιδιά μικρότερης ηλικίας και αναπτύσσουν την γραμματική τους και τις εκφράσεις τους με πιο αργό ρυθμό από τον κανονικό.

Για να μπορεί ο μαθητής να επεξεργαστεί λέξεις θα πρέπει πρώτα να διδαχθεί και να εκπαιδευτεί στις συλλαβές λέξεων. Η μάθηση των συλλαβών μπορεί να αρχίσει αμέσως μόλις το παιδί έχει διδαχτεί και γνωρίζει λίγα γράμματα, από τον συνδυασμό των οποίων μπορεί να είναι δυνατός ο σχηματισμός συλλαβών.

Η μάθηση των συλλαβών.

Βραχυπρόθεσμοι στόχοι:

Α. Μάθηση συλλαβών με δομή (ΣΦ), (ΦΣ), (ΣΦΣ).

Β. Μάθηση συλλαβών με δομή (ΣΔΦ) ή (ΔΦΣ)

Γ. Μάθηση συλλαβών με δομή (ΣΣΦ) ή (ΣΣΦΣ) ή (ΣΣΣΦ)

Μακροπρόθεσμος στόχος: Μάθηση συλλαβών.

Διάφορες δραστηριότητες για την εκμάθηση συλλαβών που προτείνονται στους εκπαιδευτικούς είναι:

Δραστηριότητα 1: Ζητούμε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν συγκεκριμένες συλλαβές μέσα από ομάδες άλλων διδαγμένων συλλαβών ή μέσα σε λέξεις ή μικρό κείμενο. Στη συνέχεια ζητούμε να τις αναλύσουν στα φωνήματά τους και να τις ανασυνθέσουν.

Δραστηριότητα 2: Δίνουμε στους μαθητές γνωστά γράμματα ή γνωστές συλλαβές και τους ζητάμε να συνθέσουν όσες λέξεις μπορούν.

Δραστηριότητα 3: Δίνουμε στους μαθητές λέξεις και ζητάμε να τις χωρίσει σε συλλαβές.

Δραστηριότητα 4: Δίνουμε στους μαθητές λέξεις ή μικρές προτάσεις από τις οποίες λείπει κάποια συλλαβή. Το παιδί προσπαθεί να συμπληρώσει τη συλλαβή που λείπει και να διαβάσει τη λέξη.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή.

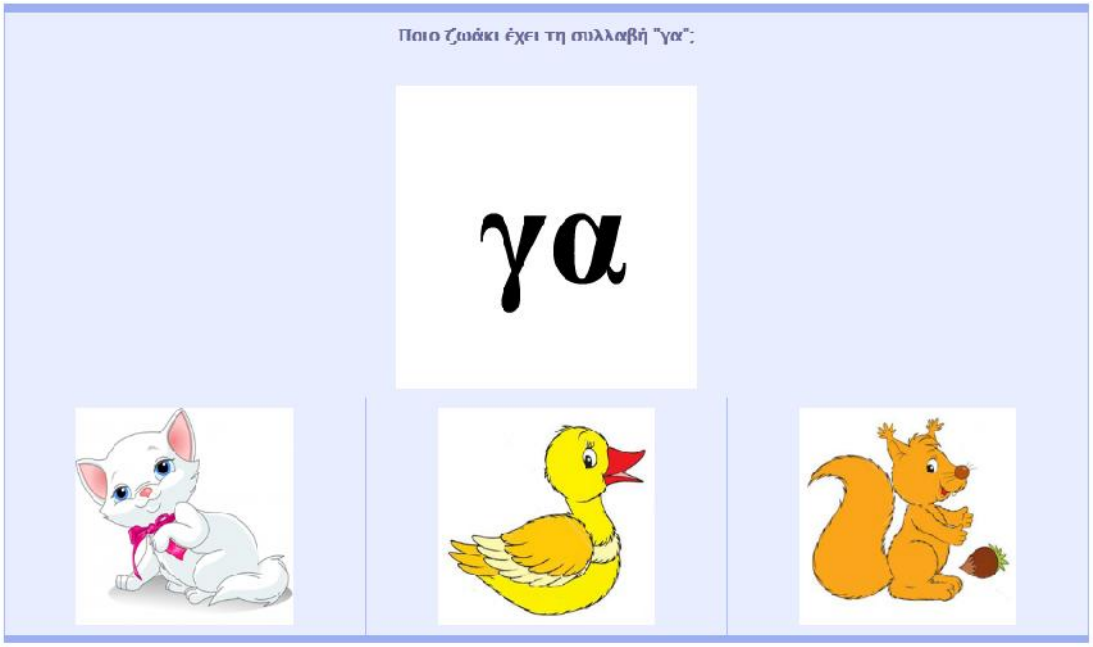
Άσκηση: Βρες ποια λέξη κρύβεται μέσα στα γράμματα.

Ο μαθητής θα πρέπει να εντοπίσει την λέξη «ελα», αφού φυσικά έχει διδαχθεί το γράμμα «έψιλον» και την συλλαβή «λα». Παρόμοια θα μπορούσαμε να ζητήσουμε να εντοπισθούν και συλλαβές για παράδειγμα την συλλαβή «νο».

Εικόνα 46: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 1.

Ερώτηση: Ποιο ζωάκι έχει την συλλαβή «γα»;

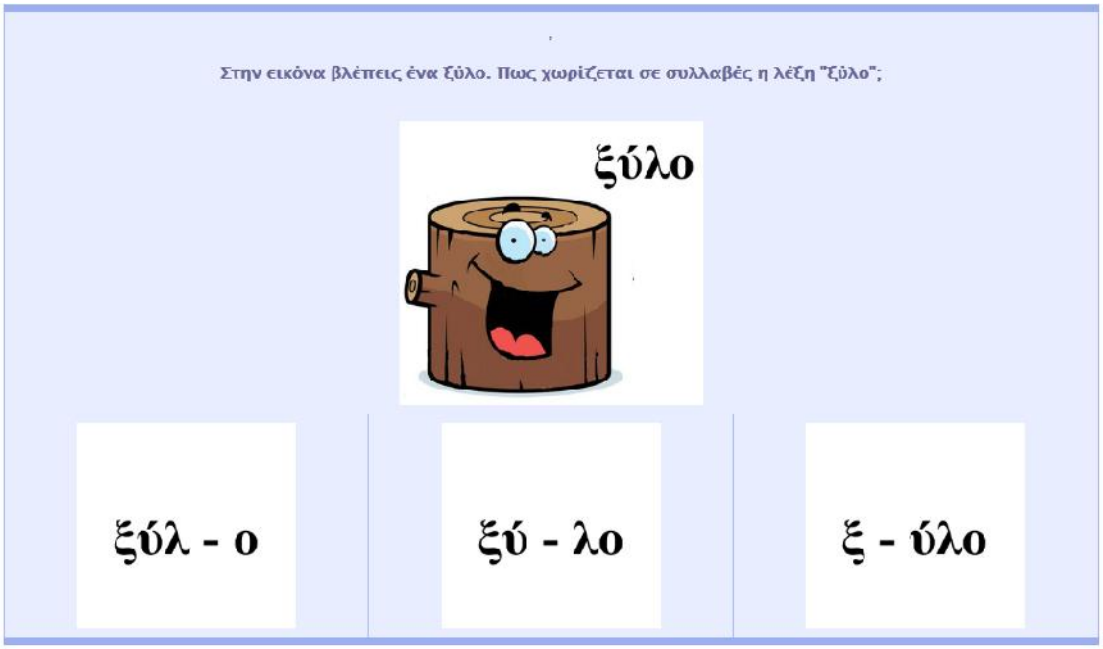
Ο μαθητής θα πρέπει να γνωρίζει την συλλαβή και τα γράμματα που την απαρτίζουν και στην συνέχεια θα πρέπει να δει τις εικόνες και να εντοπίσει την συλλαβή «γα» μέσα σε μια από τις λέξεις των εικόνων.



Εικόνα 47: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 2.

Ερώτηση: Στην εικόνα βλέπεις ένα ξύλο. Πως χωρίζεται σε συλλαβές η λέξη ξύλο;

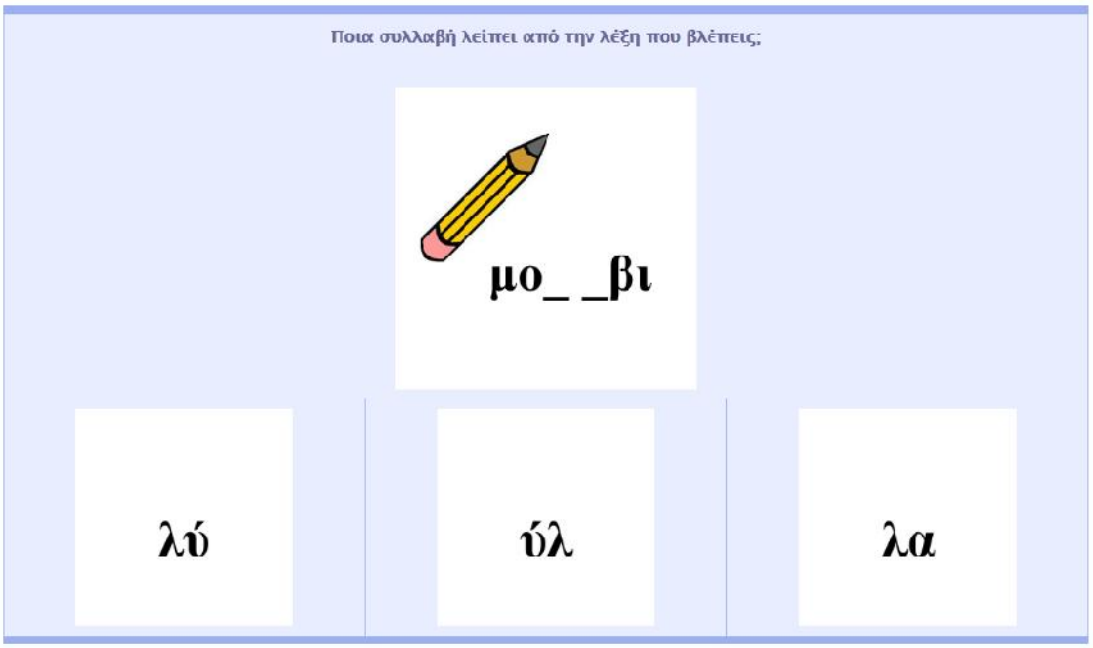
Δίνεται στον μαθητή μια εικόνα με την λέξη της και καλείται να επιλέξει τον σωστό συλλαβισμό.



Εικόνα 48: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 3.

Ερώτηση: Ποια συλλαβή λείπει από την λέξη που βλέπεις;

Δίνουμε στους μαθητές λέξεις ή μικρές προτάσεις από τις οποίες λείπει κάποια συλλαβή. Το παιδί προσπαθεί να συμπληρώσει τη συλλαβή που λείπει και να διαβάσει τη λέξη.



Εικόνα 49: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 4.

Η μάθηση των λέξεων.

Το παιδί από την γέννηση του μέχρι και το τέλος της παιδικής του ηλικίας, αρχίζει, διαμορφώνει και ολοκληρώνει κατά ένα μεγάλο ποσοστό τη μάθηση της γλώσσας. Για να πούμε ότι ένα παιδί έχει μάθει τη γλώσσα θα πρέπει να κατανοεί και να παράγει οποιαδήποτε πρόταση

Μετά τη μάθηση των πρώτων γραμμάτων και το σχηματισμό των πρώτων συλλαβών που δημιουργούνται από αυτά, μπορεί να αρχίσει η παρουσίαση και ανάγνωση δισύλλαβων λέξεων οι οποίες προκύπτουν από την συνένωση των συλλαβών που ήδη γνωρίζουν τα παιδιά.

Βραχυπρόθεσμοι στόχοι:

Α. Ανάγνωση και γραφή δισύλλαβων λέξεων με δομή (ΣΦΣΦ), (ΦΣΦ) ή λέξεων με ιστορική ορθογραφία.

Β. Κατανόηση της έννοιας μιας λέξης.

Μακροπρόθεσμος στόχος: Ανάγνωση και γραφή λέξεων

Δραστηριότητα 1: Δίνεται στον μαθητή μια λέξη και κάποιες εικόνες και του ζητάμε να βρει ποια εικόνα αντιπροσωπεύει την λέξη.

Δραστηριότητα 2: Δίνουμε μια εικόνα στον μαθητή και τρεις λέξεις για να επιλέξει ποια από αυτές ταιριάζει στην εικόνα.

Δραστηριότητα 3: Δίνουμε μια λέξη στον μαθητή, ο οποίος καλείται να βρει την καρτέλα με τον πληθυντικό αριθμό της δοθείσας λέξης. Επίσης μπορεί να ζητηθεί να βρεθεί το σωστό άρθρο ή η σωστή κατάληξη της λέξης (αρσενικό, θηλυκό, ουδέτερο).

Δραστηριότητα 4: Ο μαθητής βλέπει μια εικόνα και μια πρόταση. Δίνονται εικόνες ή λέξεις από τις οποίες θα πρέπει να επιλέξει ποια ταιριάζει στην εικόνα με βάση την περιγραφή της πρότασης.

Δραστηριότητα 5: Ζητούμε από τους μαθητές να αναγνωρίσουν συγκεκριμένες λέξεις μέσα από μια σειρά μπερδεμένων γραμμάτων ή ενός κειμένου.

Δραστηριότητα 6: Δίνονται αινίγματα στα παιδιά και αυτά καλούνται να τα λύσουν.

Δραστηριότητα 7: Δείχνουμε στον μαθητή ένα αντικείμενο και του δίνουμε λέξεις των οποίων τα γράμματα έχουν μπερδευτεί. Ο μαθητής καλείται να επιλέξει τα γράμματα που σχηματίζουν την λέξη της εικόνας.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή.

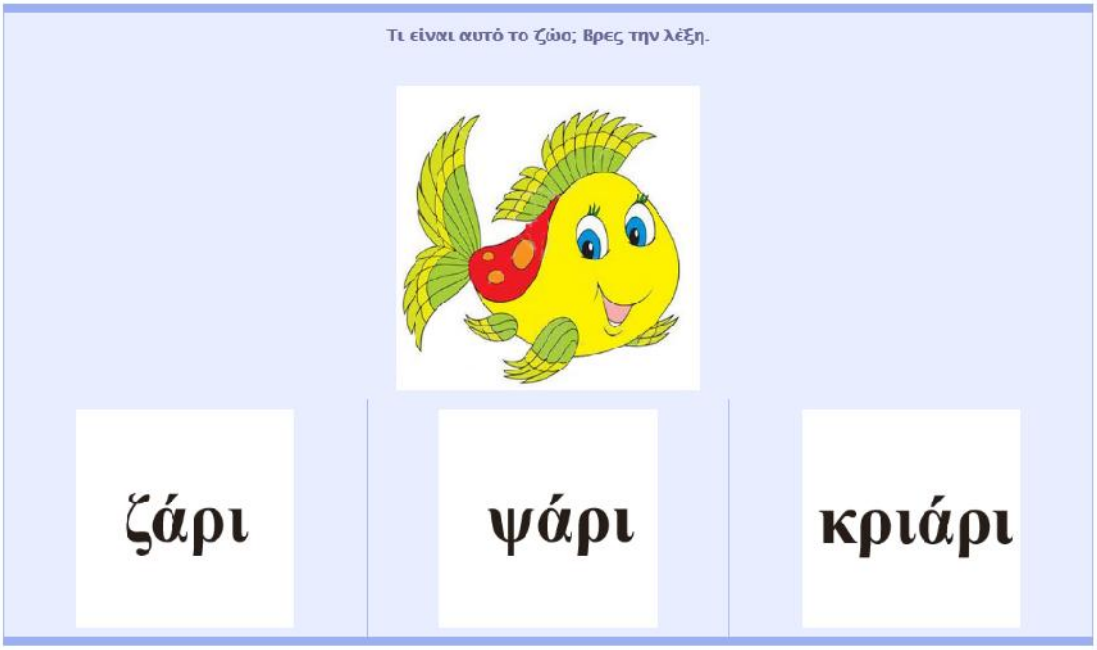
Ερώτηση: Ποια εικόνα μας δείχνει ένα σκύλο;

Ο μαθητής πρέπει να διαβάσει την λέξη «σκύλος» να κατανοήσει την λέξη και να βρει τη σωστή εικόνα.

Εικόνα 50: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 1.

Ερώτηση: Τι είναι αυτό το ζώο; Βρες την λέξη.

Ο μαθητής πρέπει να κατανοήσει ότι βλέπει ένα ψάρι και να διαλέξει την λέξη «ψάρι».



Εικόνα 51: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 2.

Άσκηση: Βρες ποια λέξη κρύβεται μέσα στα γράμματα.

Ο μαθητής θα πρέπει να εντοπίσει την λέξη «ελα».

Εικόνα 52: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 5.

Ερώτηση: Που ζει αυτό το ζώο που βλέπεις;

Ο μαθητής βλέπει την εικόνα και από την εκφώνηση τον οδηγούμε στην επιλογή της λέξης «νερό».

Εικόνα 53: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 4.

Ερώτηση: Ποιο ζωάκι θα μπορούσε να πει τα παρακάτω;

Ο μαθητής διαβάζει την φράση και πρέπει να βρει ποιος θα μπορούσε να την πει.

Εικόνα 54: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 4.

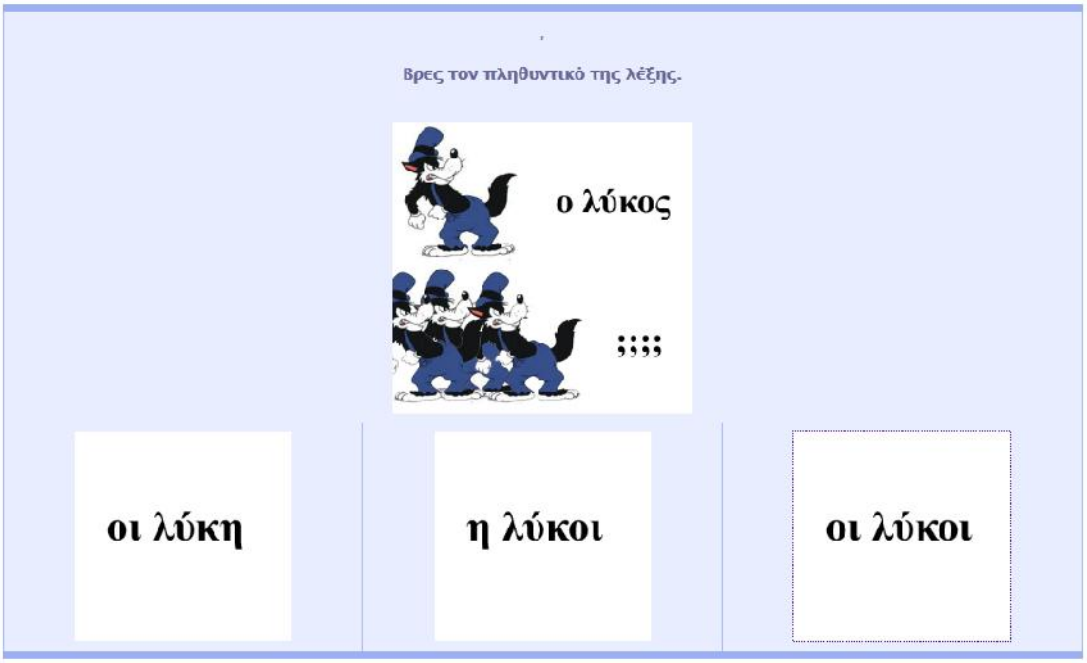
Άσκηση: Λύσε το αίνιγμα.

Ο μαθητής θα πρέπει να διαβάσει προσεκτικά το αίνιγμα και να βρει την σωστή εικόνα.

Εικόνα 55: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 6.

Άσκηση: Βρες τον πληθυντικό αριθμό.

Ο μαθητής θα πρέπει να βρει τον σωστό πληθυντικό αριθμό.



Εικόνα 56: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 3.

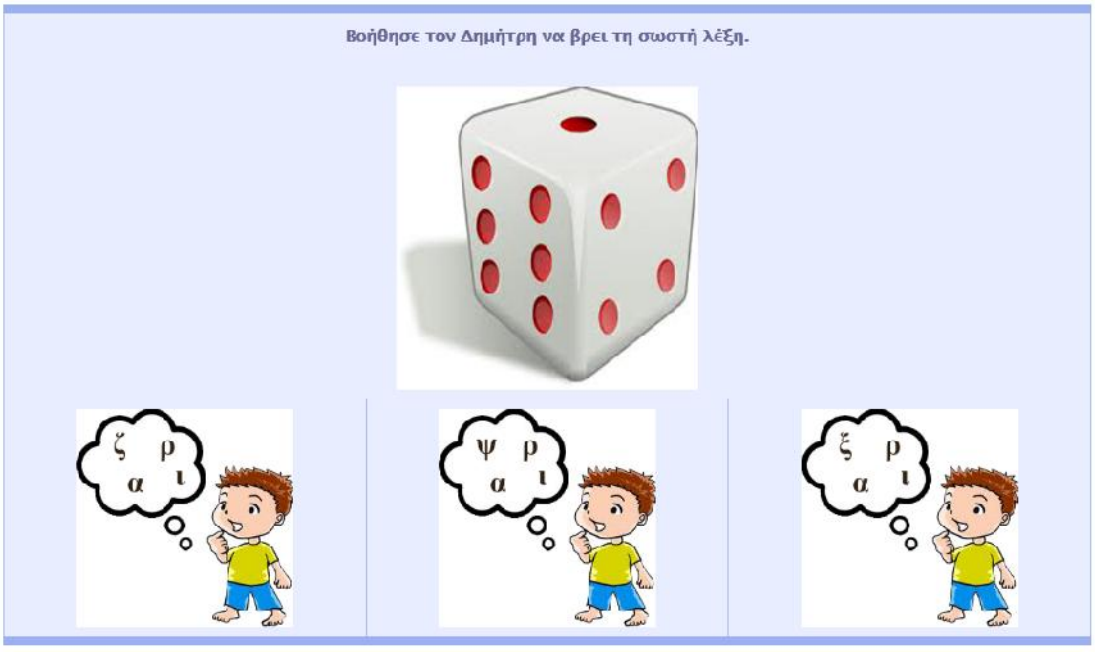
Άσκηση: Βλέπεις μια μαθήτρια. Βρες το σωστό άρθρο.

Ο μαθητής θα πρέπει να βρει το σωστό άρθρο.

Εικόνα 57: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 3.

Άσκηση: Βοήθησε τον Δημήτρη να βρει την σωστή λέξη.

Ο μαθητής θα πρέπει καταλάβει ότι βλέπει ένα ζάρι και να βρει τα γράμματα που σχηματίζουν τη λέξη «ζάρι».



Εικόνα 58: Ερώτηση εφαρμογής, όμοια με την δραστηριότητα 7.

3.5.3 Υλικό για αντιμετώπιση προβλημάτων στην αντίληψη και στην επεξεργασία του χώρου και των αριθμών.

Διάφορες έρευνες έχουν συμπεράνει πως μαθητές με δυσκολία στην επεξεργασία του χώρου, στον προσανατολισμό, στην κατανόηση αριθμητικών εννοιών ακόμη και στην αντίληψη του σώματος τους, παρουσιάζουν προβλήματα στην γραφή και στην αριθμητική. Παιδιά με δυσκολία στην αποκωδικοποίηση και την κωδικοποίηση συμβόλων μπορεί να δυσκολεύονται να ξεχωρίσουν αριθμούς μεταξύ τους ή να μην μπορούν να αναγνωρίσουν τους τελεστές των πράξεων. Τα παιδιά με δυσκολίες στην επεξεργασία της γλώσσας μπορεί να παρουσιάσουν πρόβλημα στην κατανόηση των εκφωνήσεων των μαθηματικών προβλημάτων ή των θεωρημάτων. Επίσης πολλά παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν ορισμούς και μαθηματικές έννοιες , όπως για παράδειγμα την σύγκριση αντικειμένων ή αριθμών.

Ο όρος δυσαριθμησία προτάθηκε από τον R. Cohn το 1961 για τις μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Μετά τον ορισμό του Cohn αρκετές προσπάθειες μελετητών επικεντρώθηκαν στην ερμηνεία και την αιτιολογία των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά. Ο R. Newman το 1997 παρουσίασε μια ολοκληρωμένη καταγραφή των χαρακτηριστικών των παιδιών με δυσαριθμησία. Σύμφωνα με την καταγραφή αυτή τα παιδιά με δυσαριθμησία:

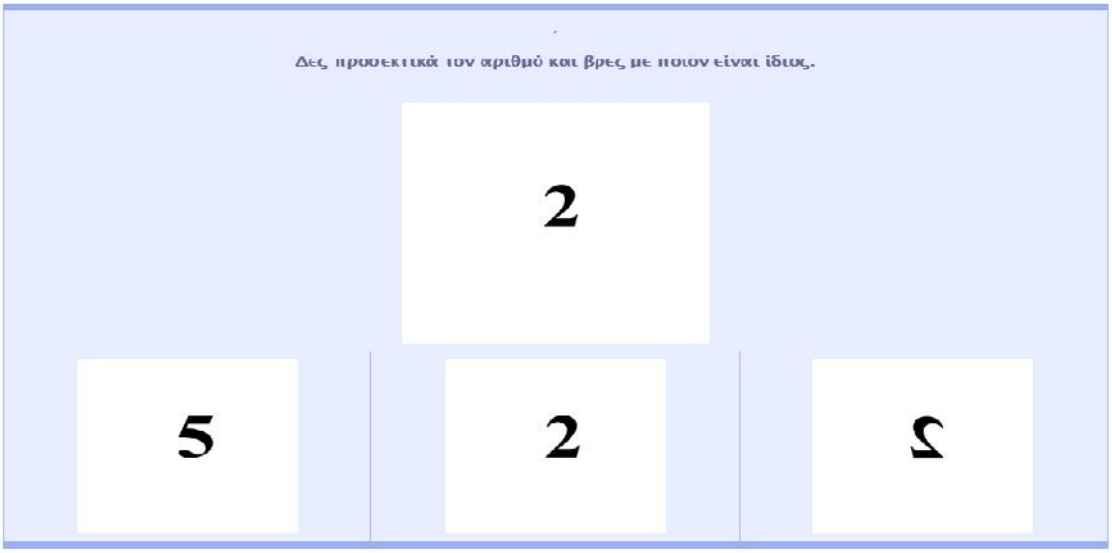
- Αδυνατούν να κατανοήσουν και να ανακαλέσουν μαθηματικές έννοιες, αλγόριθμους καθώς και στην απομνημόνευση αριθμητικών δεδομένων.
- Σχηματίζουν ασαφείς νοητικές αναπαραστάσεις και δεν επιτυγχάνουν στην ανάπτυξη στρατηγικού σχεδιασμού.
- Παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών του χρόνου και του προσανατολισμού στο χώρο.
- Δυσκολεύονται στην ανάκληση σειρών γεγονότων.
- Δεν κατακτούν το νοερό υπολογισμό των πράξεων.

Η δυσαριθμησία μερικές φορές αναφέρεται σαν αριθμητική τύφλωση. Είναι το όνομα το οποίο δίνουμε στην κατάσταση η οποία προσβάλει την ικανότητά μας να αποκτήσουμε αριθμητικές δεξιότητες. Το πιο ευρέως αποδεκτό χαρακτηριστικό των παιδιών με δυσαριθμησία είναι η δυσκολία στην μάθηση και στην ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων. Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι η δυσκολία στην εκτέλεση υπολογιστών διαδικασιών, με ανώριμες στρατηγικές επίλυσης

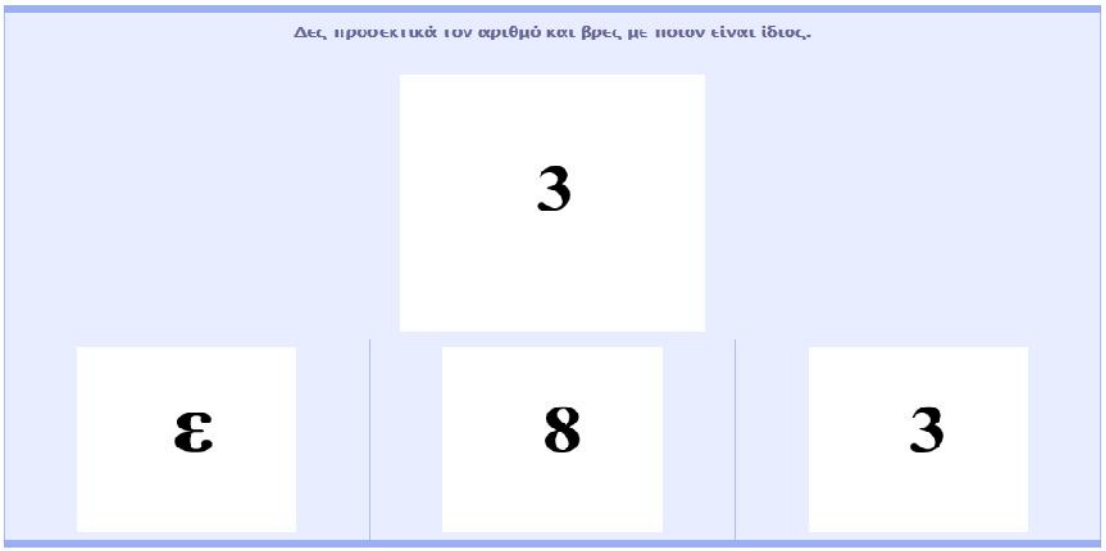
προβλημάτων, μεγάλο χρόνο επίλυσης και υψηλά ποσοστά λάθους . Οι βασικές ελλείψεις που συνήθως παρουσιάζουν τα παιδιά με δυσαριθμησία είναι οι εξής :

- Στο σχηματισμό ενός προς ένα αντιστοιχίσεων.
- Στη σύνδεση των συμβόλων των αριθμών με τις ποσότητες που αντιπροσωπεύουν.
- Στην εκτέλεση των πράξεων.
- Στην κατανόηση και διάκριση των συμβόλων των πράξεων.
- Στις μετρήσεις μεγεθών, ποσοτήτων, όγκων.
- Ελαττωματική οπτικο-χωρική αντίληψη και οργάνωση.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή για τον σχηματισμό ενός προς ένα αντιστοιχίσεων.



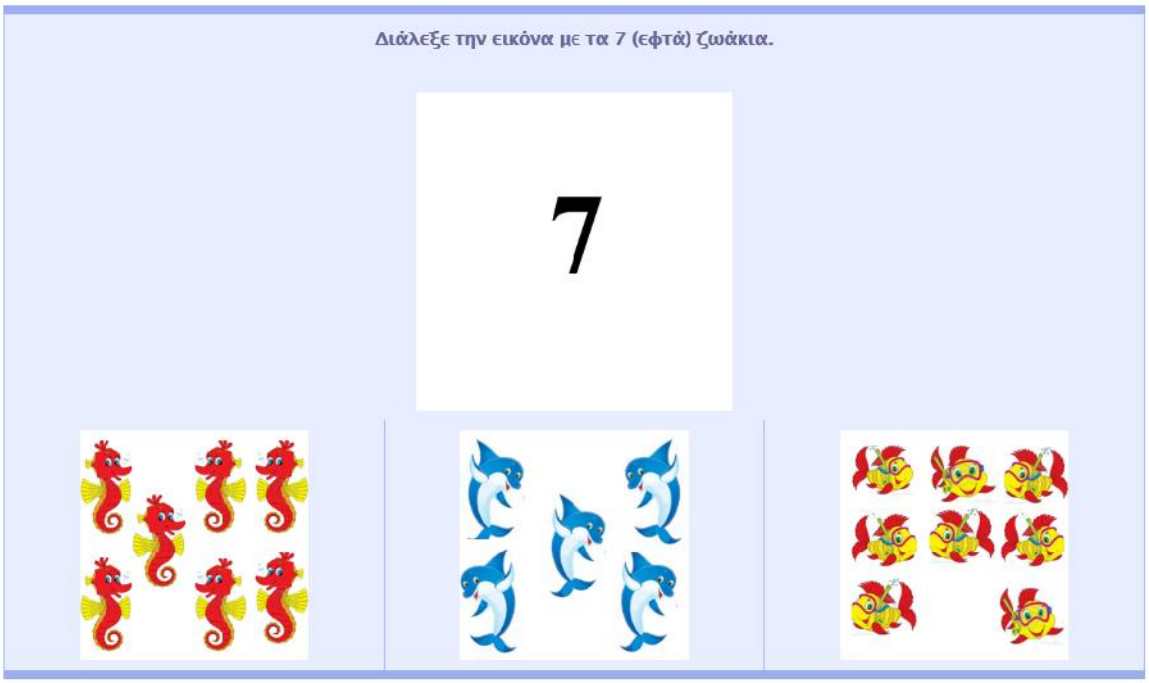
Εικόνα 59: Αντιστοίχιση του ίδιου αριθμού.



Εικόνα 60: Αντιστοίχιση του ίδιου αριθμού.

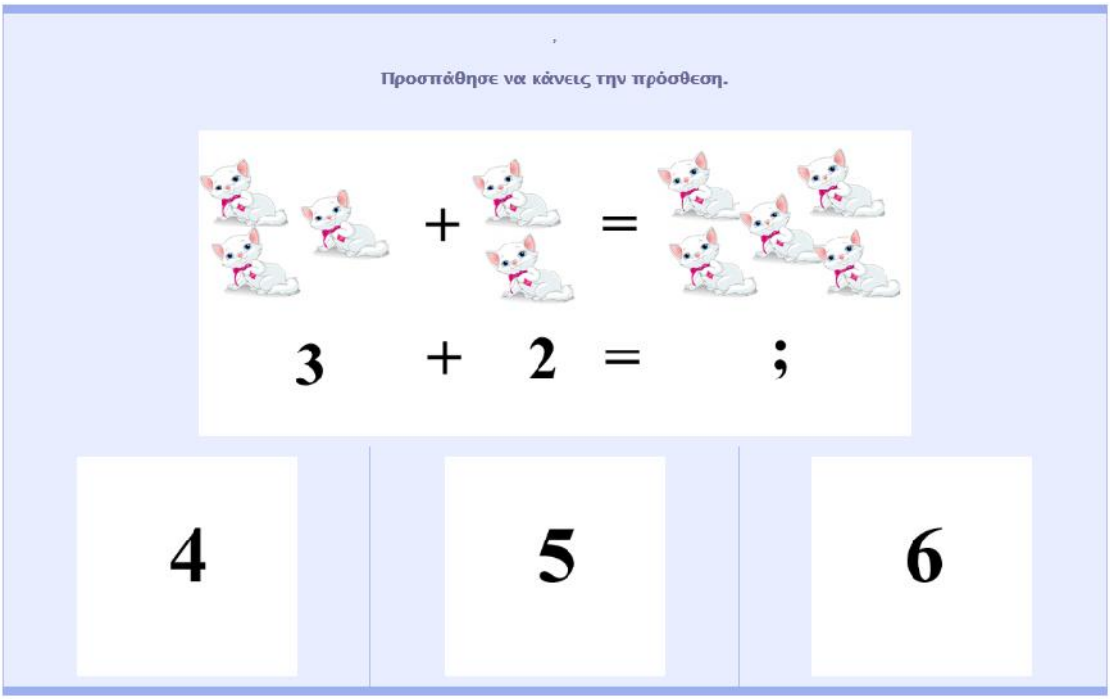
Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή για τη σύνδεση των συμβόλων των αριθμών με τις ποσότητες που αντιπροσωπεύουν.

Εικόνα 61: Σύνδεση των συμβόλων των αριθμών με τις ποσότητες που αντιπροσωπεύουν.

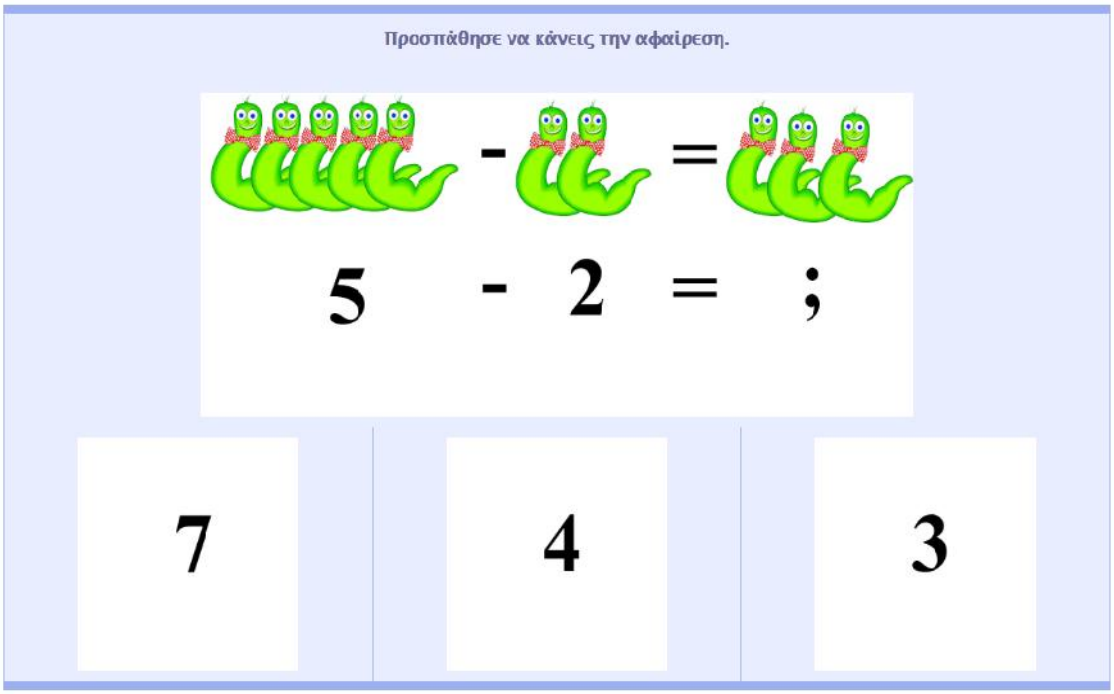


Εικόνα 62: Σύνδεση των συμβόλων των αριθμών με τις ποσότητες που αντιπροσωπεύουν.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή για εκτέλεση των πράξεων και για κατανόηση και διάκριση των συμβόλων των πράξεων..



Εικόνα 63: Η πράξη της πρόσθεσης



Εικόνα 64: Η πράξη της αφαίρεσης.

Εικόνα 65: Η πράξη του πολλαπλασιασμού.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την εφαρμογή για μετρήσεις μεγεθών, ποσοτήτων, όγκων.

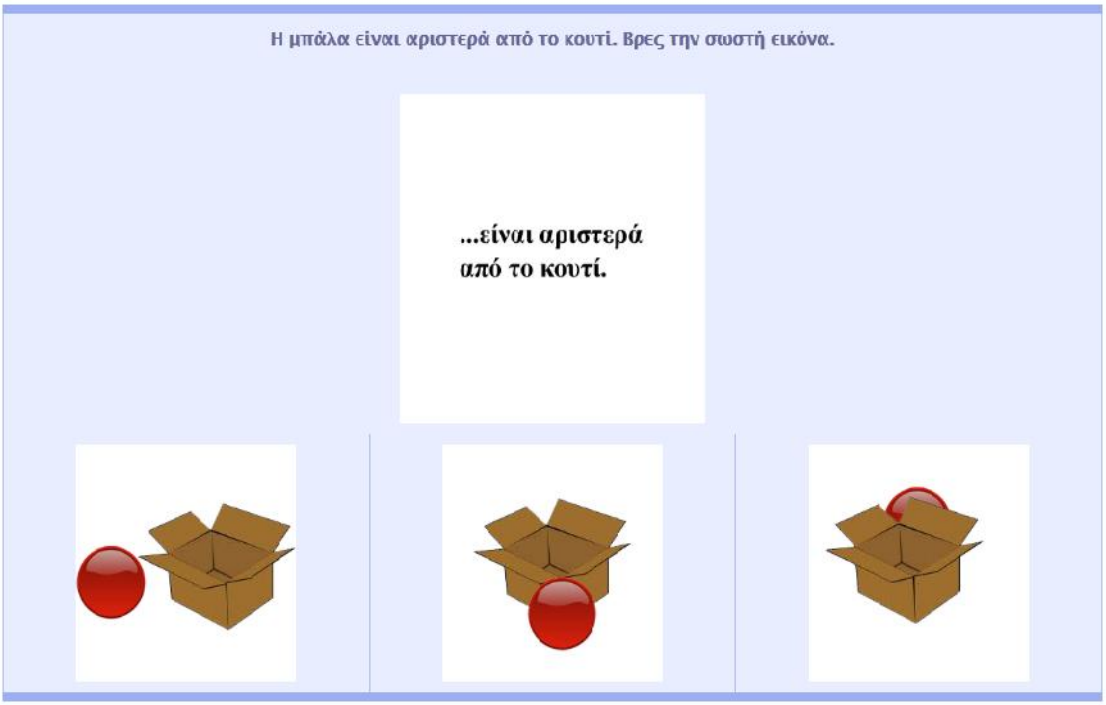
Εικόνα 66: Μέτρηση ποσότητας

Εικόνα 67: Μέτρηση μεγέθους.

Ενδεικτικές προτάσεις ασκήσεων μέσα από την ελαττωματική οπτικο-χωρική αντίληψη και οργάνωση.

Εικόνα 68: Μάθηση της ώρας.

Εικόνα 69: Οπτικο-χρονική αντίληψη.



Εικόνα 70: Οπτικο-χωρική αντίληψη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στατιστική είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη συλλογή, την παρουσίαση, την επεξεργασία , την ανάλυση και την ερμηνεία αριθμητικών δεδομένων τα οποία προέρχονται από παρατηρήσεις και τα οποία αναφέρονται σε ιδιότητες φυσικών, οικονομικών και κοινωνικών φαινομένων.

Η Ανάλυση Δεδομένων (ΑΔ) αποτελεί κλάδο της ενότητας των μεθόδων της Πολυδιάστατης Στατιστικής Ανάλυσης και εκφράζει μια εναλλακτική μεθοδολογική και φιλοσοφική προσέγγιση στη στατιστική συμπερασματολογία.

Είναι γεγονός ότι συχνά δεν γνωρίζουμε τους νόμους στους οποίους ένα φαινόμενο υπακούει ή το μαθηματικό υπόδειγμα (ντετερμινιστικό ή στοχαστικό), το οποίο καθορίζει τη συμπεριφορά του, είτε γιατί είναι αρκετά σύνθετο και δεν επιδέχεται λεπτομερή μαθηματική περιγραφή είτε δεν μπορεί να διατυπωθεί κάποιος νόμος που να εκφράζει μια αποδεκτή σχέση αιτίας-αποτελέσματος. Στην περίπτωση αυτή, αναδεικνύεται η χρησιμότητα της ΑΔ, η οποία ως κλάδος της Πολυδιάστατης Στατιστικής Ανάλυσης είναι δυνατόν να περιγράψει την πολυπλοκότητα ορισμένων φαινομένων και να αναδείξει τυχόν “άγνωστες – μη εμφανείς” πτυχές ή ιδιαιτερότητες της συμπεριφοράς τους.

Στην ανάλυση δεδομένων δεν δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στο μηχανισμό συλλογής και συγκρότησης των διαθέσιμων δεδομένων (μέθοδος δειγματοληψίας, πειραματικός σχεδιασμός, ανεξαρτησία των παρατηρήσεων) αρκεί τα δεδομένα να μπορούν να πινακοποιηθούν σε μορφή κατάλληλη για την εφαρμογή της εκάστοτε μεθόδου.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται σε αυτή την εργασία αναπτύχθηκε από τον κ. Δρ των μαθηματικών Πετράκη Ανδρέα καθηγητή του Μεταπτυχιακού Τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής του ΠΑΜΑΚ και του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, το οποίο και παρουσιάστηκε και διδάχθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στο μάθημα «Στατιστικές Μέθοδοι με εντατική χρήση Η/Υ».

4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, υλοποιήθηκε μια δοκιμαστική εφαρμογή για μαθητές των πρώτων τάξεων του Δημοτικού σχολείου, οι οποίοι παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες. Η εφαρμογή αυτή χρησιμοποιήθηκε από μια ομάδα 9 μαθητών, η οποία αποτελείται από 3 κορίτσια και 6 αγόρια, ηλικίας από 7 μέχρι 9 ετών (Ά-Γ Δημοτικού) στους οποίους παρέχεται, μέσω ειδικού παιδαγωγού, εκπαιδευτική βοήθεια διάρκειας από 0 μέχρι και 3 έτη. Τα παιδιά ηλικίας 7 ετών έχουν τελειώσει την Ά Δημοτικού, ενώ τα εννιάχρονα την Γ Δημοτικού. Οι μαθητές συμμετείχαν σε όλα τα διαθέσιμα tests της εφαρμογής και συλλέχθηκαν όλες οι απαντήσεις τους. Για λόγους προστασίας προσωπικών δεδομένων δεν χρησιμοποιήθηκαν σε κανένα σημείο της έρευνας τα ονόματά τους και η είσοδός τους στα tests έγινε με usernames και κωδικούς που τους δόθηκαν από τον διαχειριστή της εφαρμογής. Στην συνέχεια παρατίθενται όλα τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια εκτέλεσης των tests.

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ			
	Φύλλο	Ηλικία	Χρόνος εκπαιδευτικής παρέμβασης (έτη)
Μαθητής1	Α	8	1
Μαθητής2	Α	9	2
Μαθήτρια3	Θ	7	1
Μαθητής4	Α	7	0
Μαθητής5	Α	9	1
Μαθήτρια6	Θ	8	2
Μαθήτρια7	Θ	7	1
Μαθητής8	Α	8	0
Μαθητής9	Α	9	3

Πίνακας 12: Γενικά στοιχεία για τους συμμετέχοντες μαθητές.

Γενικά αυτά τα παιδιά χρησιμοποιούν εκφράσεις, λεξιλόγιο και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων που αντιστοιχούν σε παιδιά μικρότερης ηλικίας και αναπτύσσουν την γραμματική τους, τις εκφράσεις τους και γενικότερα τον τρόπο σκέψης τους με πιο αργό ρυθμό από τον κανονικό. Για αυτό τον λόγο επιλέχθηκαν παιδιά με διαφορά ηλικίας μέχρι και τριών ετών, έτσι ώστε να μελετήσουμε τη σημαντικότητα της ηλικίας στην απόδοση αυτών των παιδιών. Τα παιδιά κλήθηκαν

να απαντήσουν συνολικά σε εννιά ασκήσεις των πέντε ερωτήσεων τύπου πολλαπλής επιλογής, όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3. Οι ασκήσεις είναι χωρισμένες στην κατηγορία Γλώσσας και στην κατηγορία Μαθηματικών όπως φαίνεται και στον πίνακα 13.

Γλώσσα	Άσκηση1	Άσκηση2	Άσκηση3	Άσκηση4	Άσκηση5
	Μαθαίνω γράμματα	Μαθαίνω συλλαβές	Μαθαίνω ανάγνωση	Κατανοώ λέξεις και προτάσεις	Μαθαίνω ορθογραφία
Μαθηματικά	Άσκηση6	Άσκηση7	Άσκηση8	Άσκηση9	
	Μαθαίνω τους αριθμούς	Μαθαίνω να κάνω πράξεις	Μαθαίνω προσανατολισμό	Μαθαίνω την ώρα	

Πίνακας 13: Κατηγορίες ασκήσεων.

Ο αριθμός των λαθών στα οποία υπέπεσαν οι μαθητές σε κάθε άσκηση φαίνονται στον πίνακα 14. Σημειώνουμε ότι κάθε άσκηση συμπεριλαμβάνει 5 ερωτήσεις.

ΛΑΘΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ										
	Άσκηση1	Άσκηση2	Άσκηση3	Άσκηση4	Άσκηση5	Άσκηση6	Άσκηση7	Άσκηση8	Άσκηση9	Μέσος όρος λαθών
Μαθητής1	0	0	1	2	1	1	2	2	1	1,11
Μαθητής2	1	1	0	0	1	0	1	1	2	0,78
Μαθήτρια3	1	2	1	0	3	0	1	2	3	1,44
Μαθητής4	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2,33
Μαθητής5	0	1	1	1	2	1	0	0	1	0,78
Μαθήτρια6	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0,78
Μαθήτρια7	1	1	2	2	3	1	1	1	2	1,56
Μαθητής8	1	2	1	2	3	1	2	2	2	1,78
Μαθητής9	0	1	0	0	2	0	0	1	1	0,56

Πίνακας 14: Λάθη ανά άσκηση και μέσοι όροι.

ΛΑΘΗ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ				
	ΛΑΘΗ ΓΛΩΣΣΑΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΑΘΩΝ ΣΤΗ ΓΛΩΣΣΑ	ΛΑΘΗ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΛΑΘΩΝ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ
Μαθητής1	4	16,0%	6	30,0%
Μαθητής2	3	12,0%	4	20,0%
Μαθήτρια3	7	28,0%	6	30,0%
Μαθητής4	11	44,0%	10	50,0%
Μαθητής5	5	20,0%	2	10,0%
Μαθήτρια6	4	16,0%	3	15,0%
Μαθήτρια7	9	36,0%	5	25,0%
Μαθητής8	9	36,0%	7	35,0%
Μαθητής9	3	12,0%	2	10,0%

Πίνακας 15: Λάθη ανά κατηγορία και ποσοστά λαθών

Εκτός του ελέγχου των λαθεμένων απαντήσεων, μετρήθηκε και ο χρόνος ολοκλήρωσης κάθε άσκησης για κάθε μαθητή. Οι χρόνοι παρατίθενται στον πίνακα 16. Ο πίνακας 17 δείχνει συγκεντρωτικά τους χρόνους και τους μέσους χρόνους των δύο κατηγοριών ασκήσεων.

ΧΡΟΝΟΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΣΕ ΛΕΠΤΑ										
	Άσκηση1	Άσκηση2	Άσκηση3	Άσκηση4	Άσκηση5	Άσκηση6	Άσκηση7	Άσκηση8	Άσκηση9	Μ.Ο.
Μαθητής1	01:01	00:52	03:02	03:57	02:47	01:41	01:39	01:47	02:15	02:07
Μαθητής2	00:51	01:06	01:31	01:45	01:30	01:15	01:23	01:11	01:32	01:20
Μαθήτρια3	02:23	01:26	03:17	04:14	02:49	02:22	04:48	03:09	04:10	03:11
Μαθητής4	02:03	01:40	02:30	03:37	02:51	01:46	02:02	01:59	02:48	02:22
Μαθητής5	00:59	01:27	01:25	01:59	02:01	01:23	01:47	01:38	01:54	01:37
Μαθήτρια6	01:12	02:03	01:57	02:38	03:01	01:56	02:15	02:38	02:43	02:16
Μαθήτρια7	02:34	01:47	03:12	03:26	02:51	01:57	02:36	03:10	03:55	02:50
Μαθητής8	01:40	01:48	02:31	02:27	03:25	01:42	02:02	02:53	02:57	02:23
Μαθητής9	01:10	01:42	01:37	02:14	02:11	01:38	02:15	01:30	02:08	01:49

Πίνακας 16: Χρόνοι εκτέλεσης ανά άσκηση.

ΧΡΟΝΟΙ ΟΛΟΚΛΗΡΩΣΗΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΣΕ ΛΕΠΤΑ				
	ΓΛΩΣΣΑ	Μ.Ο. ΣΤΗ ΓΛΩΣΣΑ	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	Μ.Ο. ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ
Μαθητής1	11:39	02:20	07:22	01:50
Μαθητής2	06:43	01:21	05:21	01:20
Μαθήτρια3	14:09	02:50	14:29	03:37
Μαθητής4	12:41	02:32	08:35	02:09
Μαθητής5	07:51	01:34	06:42	01:40
Μαθήτρια6	10:51	02:10	09:32	02:23
Μαθήτρια7	13:50	02:46	11:38	02:55
Μαθητής8	11:51	02:22	09:34	02:23
Μαθητής9	08:54	01:47	07:31	01:53

Πίνακας 17: Χρόνοι ολοκλήρωσης ανά κατηγορία.

Στη συνέχεια του Κεφαλαίου γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης των δεδομένων και μελέτης πιθανών συσχετίσεων που μπορεί να προκύπτουν μεταξύ των μεταβλητών του προβλήματος. Αρχικά θα μελετηθούν οι συσχετίσεις που προκύπτουν μεταξύ μαθητών και ασκήσεων (πρόβλημα 1) και στην συνέχεια οι συσχετίσεις μεταξύ των μαθητών, των κατηγοριών των ασκήσεων, της ηλικίας, της

εκπαιδευτικής παρέμβασης και των χρόνων απάντησης των tests (πρόβλημα 2). Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται οι σωστές απαντήσεις κάθε μαθητή σε κάθε άσκηση.

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ 1									
	Άσκηση1	Άσκηση2	Άσκηση3	Άσκηση4	Άσκηση5	Άσκηση6	Άσκηση7	Άσκηση8	Άσκηση9
Μαθητής1	5	5	4	3	4	5	3	3	4
Μαθητής2	4	4	5	5	4	5	4	4	3
Μαθήτρια3	4	3	4	5	2	5	4	3	2
Μαθητής4	3	3	3	3	2	3	2	2	3
Μαθητής5	5	4	4	4	3	4	5	5	4
Μαθήτρια6	4	5	4	4	4	4	4	4	5
Μαθήτρια7	4	4	3	3	2	4	4	4	3
Μαθητής8	4	3	4	3	2	4	3	3	3
Μαθητής9	5	4	5	5	3	5	5	4	4

Πίνακας 18: Τα στιγμιότυπα και οι μεταβλητές του προβλήματος 1.

Στον πίνακα 19 παρουσιάζονται οι μεταβλητές και τα στιγμιότυπα του προβλήματος 2.

ΣΤΙΓΜΙΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ 2					
	ΛΑΘΗ ΓΛΩΣΣΑΣ	ΛΑΘΗ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	Ηλικία	Χρ. Εκπ. Παρεμβ.	Μ.Ο. Χρ. Απαντ.
Μαθητής1	4	6	8	1	02:07
Μαθητής2	3	4	9	2	01:20
Μαθήτρια3	7	6	7	1	03:11
Μαθητής4	11	10	7	0	02:22
Μαθητής5	5	2	9	1	01:37
Μαθήτρια6	4	3	8	2	02:16
Μαθήτρια7	9	5	7	1	02:50
Μαθητής8	9	7	8	0	02:23
Μαθητής9	3	2	9	3	01:49

Πίνακας 19: Μεταβλητές και στιγμιότυπα του προβλήματος 2.

4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται σε αυτή την εργασία αναπτύχθηκε με την γλώσσα προγραμματισμού Mathematica και εφαρμόστηκε στο πρόβλημα που παρουσιάστηκε στην ενότητα 4.2.. Στη συνέχεια αναλύονται τα βασικά βήματα του αλγορίθμου και στην επόμενη ενότητα μέσα από γραφικές απεικονίσεις και διαγράμματα γίνεται η παρουσίαση και ο σχολιασμός συσχετίσεων που προέκυψαν μεταξύ των μεταβλητών των προβλημάτων 1 και 2. Για να εκτελεστεί ο αλγόριθμος

χρειάζεται ως είσοδο ένα πίνακα με τα στιγμιότυπα και τις τιμές των μεταβλητών, δηλαδή τον πίνακα 18 και 19 για τα προβλήματα 1 και 2 αντίστοιχα. Στην παρουσίαση του αλγορίθμου θα χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα του προβλήματος 1 (πίνακας 18) και στις επόμενες ενότητες θα γίνει ο σχολιασμός τον αποτελεσμάτων και για τα δύο προβλήματα.

Η είσοδος λοιπόν του αλγορίθμου για το πρόβλημα είναι το πλήθος των στιγμιότυπων δηλαδή 9 (όσοι και οι μαθητές), το πλήθος των μεταβλητών δηλαδή 9 (όσες και οι ασκήσεις) και τα δεδομένα του πίνακα 20 που προκύπτουν από τον πίνακα 18.

5.	5.	4.	3.	4.	5.	3.	3.	4.
4	4	5	5	4	5	4	4	3
4	3	4	5	2	5	4	3	2
3	3	3	3	2	3	2	2	3
5	4	4	4	3	4	5	5	4
4	5	4	4	4	4	4	4	5
4	4	3	3	2	4	4	4	3
4	3	4	3	2	4	3	3	3
5	4	5	5	3	5	5	4	4

Πίνακας 20: Πίνακας προβλήματος (κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε ένα μαθητή και κάθε στήλη σε μια μεταβλητή δηλαδή σε μια άσκηση).

Ο παραπάνω πίνακας που περιέχει τις τιμές των μεταβλητών θα ονομαστεί X. Το πρόβλημα έχει 9 μεταβλητές και 9 περιπτώσεις όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω. Επειδή οι μεταβλητές συνήθως έχουν τιμές με διαφορετικά μεγέθη και εκφράζονται σε διαφορετική μονάδα μέτρησης, θα πρέπει ο πίνακας X να κανονικοποιηθεί (στην προκειμένη περίπτωση δεν χρειάζεται αλλά για λόγους γενικότητας χρησιμοποιείται). Για κάθε στοιχείο κάθε στήλης λοιπόν (για κάθε μεταβλητή δηλαδή) εφαρμόζω τον παρακάτω τύπο:

$$\frac{x_i - \overline{x_9}}{s\sqrt{9}}$$

Όπου $\overline{x_9}$ είναι ο μέσος όρος των τιμών κάθε στήλης και s (τυπική απόκλιση) ο παρακάτω τύπος:

$$s = \sqrt{\frac{(x_1 - \overline{x})^2 + (x_2 - \overline{x})^2 + \ldots + (x_9 - \overline{x})^2}{9}}$$

Εφαρμόζοντας λοιπόν τα παραπάνω προκύπτει ο κανονικοποιημένος 9x9 πίνακας Χο όπως φαίνεται και παρακάτω:

0.412479	0.502519	0.	-0.338667	0.423334	0.333333	-0.282958	-0.222718	0.222718
-0.117851	0.0502519	0.5	0.423334	0.423334	0.333333	0.0808452	0.178174	-0.178174
-0.117851	-0.402015	0.	0.423334	-0.338667	0.333333	0.0808452	-0.222718	-0.579066
-0.648181	-0.402015	-0.5	-0.338667	-0.338667	-0.666667	-0.646762	-0.62361	-0.178174
0.412479	0.0502519	0.	0.0423334	0.0423334	-0.166667	0.444649	0.579066	0.222718
-0.117851	0.502519	0.	0.0423334	0.423334	-0.166667	0.0808452	0.178174	0.62361
-0.117851	0.0502519	-0.5	-0.338667	-0.338667	-0.166667	0.0808452	0.178174	-0.178174
-0.117851	-0.402015	0.	-0.338667	-0.338667	-0.166667	-0.282958	-0.222718	-0.178174
0.412479	0.0502519	0.5	0.423334	0.0423334	0.333333	0.444649	0.178174	0.222718

Πίνακας 21: Ο κανονικοποιημένος πίνακας Χο, ο οποίος προέκυψε από το πίνακα Χ.

Τα στοιχεία του πίνακα Χο έχουν τις εξής ιδιότητες:

- Είναι καθαροί αριθμοί (Δεν έχουν μονάδες μέτρησης).
- Οι τιμές τους βρίσκονται μεταξύ του -1 και 1.
- Είναι ίσης τάξης μεγέθους.
- Το άθροισμα κάθε στήλης είναι ίσο με 0 (το άθροισμα των τετραγώνων είναι 1).
- Τα διανύσματα που ορίζονται από κάθε στήλη έχουν μήκος 1.

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο πίνακας V ή αλλιώς πίνακας της αδράνειας ή πίνακας των μεταβλητών. Αυτός ο πίνακας είναι το γινόμενο του ανάστροφου πίνακα του Χο με τον πίνακα Χο . Άρα $V=XoT \cdot Xo$.

1.	0.533002	0.53033	0.246957	0.449013	0.618718	0.664557	0.614192	0.448833
0.533002	1.	0.226134	-0.019146	0.842424	0.301511	0.292509	0.463348	0.805823
0.53033	0.226134	1.	0.762001	0.571501	0.75	0.545705	0.400892	0.200446
0.246957	-0.019146	0.762001	1.	0.274194	0.635001	0.662244	0.390335	-0.0848555
0.449013	0.842424	0.571501	0.274194	1.	0.4445	0.246416	0.390335	0.678844
0.618718	0.301511	0.75	0.635001	0.4445	1.	0.485071	0.267261	-0.0668153
0.664557	0.292509	0.545705	0.662244	0.246416	0.485071	1.	0.89128	0.275487
0.614192	0.463348	0.400892	0.390335	0.390335	0.267261	0.89128	1.	0.446429
0.448833	0.805823	0.200446	-0.0848555	0.678844	-0.0668153	0.275487	0.446429	1.

Πίνακας 22: Πίνακας της αδράνειας.

Ο πίνακας της αδράνειας είναι ένας ορθογώνιος πίνακας, είναι ένας mxm πίνακας όπου m το πλήθος των μεταβλητών, στο παράδειγμα μας m=9. Η συνολική αδράνεια του πίνακα ισούται με m, άρα είναι 9. Τέλος παρατηρούμε πως ο πίνακας είναι συμμετρικός ως προς την κύρια διαγώνιο του.

Αφού υπολογίσουμε τον πίνακα της αδράνειας και την συνολική του αδράνεια, στη συνέχεια θα πρέπει να υπολογίσουμε της ιδιοτιμές του πίνακα V. Οι ιδιοτιμές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος ονομάζεται πίνακας Jordan και αυτές θα μας οδηγήσουν σε ένα νέο σύστημα συντεταγμένων πάνω στο οποίο θα προσπαθήσουμε να προβάλουμε τα στιγμιότυπα και να εξάγουμε κάποιες πληροφορίες για τις συσχετίσεις.

4.65301	0	0	0	0	0	0	0	0
0	2.05713	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1.11401	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0.638986	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.312966	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0.165504	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.0555035	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.00289288	0
0	0	0	0	0	0	0	0	-1.9326×10^{-16}

Πίνακας 23: Πίνακας Jordan.

Αυτό που παρατηρούμε εδώ είναι ότι το άθροισμα των στοιχείων της διαγώνιου είναι ίσο με την συνολική αδράνεια(ή με το πλήθος των μεταβλητών), δηλαδή ίσο με 9 στο παράδειγμά μας.

Παρακάτω παραθέτουμε τα ιδιοδιανύσματα για κάθε ιδιοτιμή:

l1=4.65301 , v1={-0.373092, -0.313299, -0.361015, -0.280186, -0.345829, -0.324308, -0.370009, -0.354489, -0.257812}

l2=2.05713 , v2={0.0402028, 0.463868, -0.27544, -0.465421, 0.285231, -0.314211, -0.195941, 0.0310062, 0.520852}

l3=1.11401 , v3={0.134263, -0.148615, -0.304096, -0.07416, -0.42115, -0.36764, 0.491383, 0.552106, 0.055748}

l4=0.638986 , v4={-0.653014, -0.0668006, 0.177096, 0.465576, 0.242304, -0.431495, 0.0533247, 0.126804, 0.239092}

l5=0.312966 , v5={-0.367005, 0.446103, -0.519106, 0.0926918, 0.175669, 0.300428, 0.0968077, 0.229481, -0.452865}

l6=0.165504 , v6={0.0620278, 0.21076, -0.364797, 0.452016, -0.339714, 0.109054, 0.23195, -0.53082, 0.389189}

l7=0.0555035 , v7={0.494818, -0.21899, -0.372788, 0.378998, 0.469098, -0.356497, -0.150891, -0.0560369, -0.227018}

l8=0.00289288 , v8={0.122871, 0.553775, 0.355546, 0.0111143, -0.158817, -0.495489, 0.173714, -0.245088, -0.436717}

l9=-1.9326×10^{-16} , v9={0.127479, 0.249138, 0.0450708, 0.354888, -0.414035, -6.85719×10^{-15}, -0.681382, 0.393492, 0.0562131}

Πίνακας 24: Τα ιδιοδιανύσματα από τα οποία θα προκύψει ο νέος διανυσματικός χώρος.

Όλα τα παραπάνω διανύσματα έχουν μέτρο 1 και είναι κάθετα μεταξύ τους ανά δύο. Για να μπορέσουμε να μελετήσουμε τις σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποιους άξονες συντεταγμένων. Θα υπολογίσουμε το ποσοστό της συνολικής πληροφορίας που μας δίνει κάθε άξονας και οι άξονες με τα δύο μεγαλύτερα ποσοστά θα σχηματίσουν ένα επίπεδο πάνω στο οποίο θα πάρουμε τις προβολές όλων των στοιχείων για να τα μελετήσουμε.

Κάθε άξονας σχετίζεται με μία ιδιοτιμή, έτσι το ποσοστό κάθε άξονα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\frac{l_i}{\sum_{\S=1}^{m} l_i} * 100$$

Κάθε άξονας έχει την ίδια διεύθυνση και φορά του ιδιοδιανύσματος με το οποίο αντιστοιχίζεται.

Όπου ο παρανομαστής είναι η αδράνεια, δηλαδή στο παράδειγμα μας ίση με 9. Έτσι έχω :

1ος παραγοντικός άξονας 51.700% της συνολικής πληροφορίας.

2ος παραγοντικός άξονας 22.857% της συνολικής πληροφορίας.

3ος παραγοντικός άξονας 12.377% της συνολικής πληροφορίας.

4ος παραγοντικός άξονας 7.100% της συνολικής πληροφορίας.

5ος παραγοντικός άξονας 3.477% της συνολικής πληροφορίας.

6ος παραγοντικός άξονας 1.839% της συνολικής πληροφορίας.

7ος παραγοντικός άξονας 0.617% της συνολικής πληροφορίας.

8ος παραγοντικός άξονας 0.032 % της συνολικής πληροφορίας.

9ος παραγοντικός άξονας -2.147×10^{-15} της συνολικής πληροφορίας.

Για να μελετήσουμε την παραπάνω πληροφορία θα πρέπει να μεταφερθούμε σε ένα άλλο σύστημα αναφοράς, στο σύστημα συντεταγμένων που ορίζουν τα 9 ιδιοδιανύσματα. Αυτό θα το καταφέρω με την βοήθεια του πίνακα μετασχηματισμού U, ο οποίος έχει για στήλες τα ιδιοδιανύσματα του πίνακα της αδράνειας V όπως φαίνεται παρακάτω:

-0.373092	0.0402028	0.134263	-0.653014	-0.367005	0.0620278	0.494818	0.122871	0.127479
-0.313299	0.463868	-0.148615	-0.0668006	0.446103	0.21076	-0.21899	0.553775	0.249138
-0.361015	-0.27544	-0.304096	0.177096	-0.519106	-0.364797	-0.372788	0.355546	0.0450708
-0.280186	-0.465421	-0.07416	0.465576	0.0926918	0.452016	0.378998	0.0111143	0.354888
-0.345829	0.285231	-0.42115	0.242304	0.175669	-0.339714	0.469098	-0.158817	-0.414035
-0.324308	-0.314211	-0.36764	-0.431495	0.300428	0.109054	-0.356497	-0.495489	-6.85719×10^{-15}
-0.370009	-0.195941	0.491383	0.0533247	0.0968077	0.23195	-0.150891	0.173714	-0.681382
-0.354489	0.0310062	0.552106	0.126804	0.229481	-0.53082	-0.0560369	-0.245088	0.393492
-0.257812	0.520852	0.055748	0.239092	-0.452865	0.389189	-0.227018	-0.436717	0.0562131

Υπενθυμίζουμε ότι τα παραπάνω διανύσματα έχουν μέτρο 1 και είναι κάθετα μεταξύ τους ανά δύο.

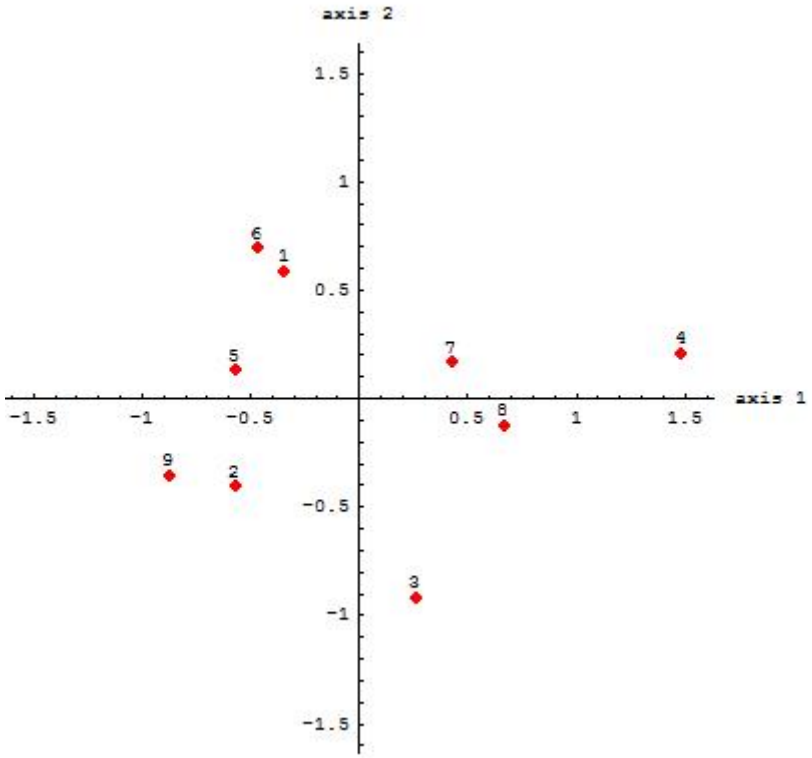
Έτσι για να μεταφέρω τα στοιχεία μου στο νέο σύστημα αναφοράς αρκεί να πολλαπλασιάσω τον πίνακα Χο που περιέχει τα κανονικοποιημένα στοιχεία, επί τον πίνακα μετασχηματισμού U.

-0.344716	0.587859	-0.544608	-0.491934	0.0365484	0.0102217	0.0500691	0.000971429	1.37315×10^{-16}
-0.572537	-0.403284	-0.379403	0.302292	0.149268	-0.240395	0.00274705	0.0116175	2.75884×10^{-16}
0.258654	-0.913938	-0.0829084	-0.0873649	0.162756	0.162325	0.0442049	-0.0222608	-3.64583×10^{-16}
1.48281	0.210266	-0.134434	0.253341	-0.0981014	0.0583935	0.0771274	0.0186056	3.43806×10^{-16}
-0.569303	0.131466	0.638832	-0.02044	-0.0926059	-0.0948095	0.138312	-0.00710634	3.89717×10^{-16}
-0.471529	0.69627	-0.0377962	0.413595	0.0619497	0.122623	-0.05807	-0.022344	-3.29398×10^{-16}
0.427656	0.166566	0.485939	-0.198462	0.313669	-0.0156987	-0.0924655	0.0163655	3.73525×10^{-17}
0.665566	-0.122092	0.00100348	-0.149937	-0.274858	-0.165	-0.102458	-0.0212595	-4.7659×10^{-16}
-0.876603	-0.353115	0.0533746	-0.0210894	-0.258626	0.162339	-0.0594673	0.0254108	2.56016×10^{-17}

Αφού λοιπόν μετέφερα την πληροφορία μου στο νέο σύστημα αναφοράς, παίρνω το επίπεδο που ορίζουν οι δύο πρώτοι παραγοντικοί άξονες που είδαμε παραπάνω και πάνω σε αυτό το επίπεδο προβάλλω όλα τα στοιχεία. το επίπεδο αυτό μας δίνει το 74.557% της συνολικής πληροφορίας του 9-διάστατου χώρου. Στη συνέχεια μέσω της αναπαράστασης μπορούμε να συγκρίνουμε τους μαθητές μεταξύ τους. Αυτή η σύγκριση γίνεται στην επόμενη ενότητα.

4.4 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Το $1^{ο}$ παραγοντικό επίπεδο με τα προβαλλόμενα στοιχεία πάνω του φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



Στο παραπάνω επίπεδο διακρίνουμε κάποια ζεύγη στοιχείων. Ένα ζεύγος αποτελείται από τους μαθητές 1 και 6, ένα άλλο από τους 2 και 9 ενώ ένα τρίτο είναι αυτό των μαθητών 7 και 8. Τα στοιχεία κάθε ομάδας θα μπορούσαμε να πούμε ότι χαρακτηρίζονται από τις ίδιες ιδιότητες-χαρακτηριστικά. δηλαδή οι μαθητές κάθε ομάδας έχουν παρόμοιες επιδόσεις και παρόμοια προβλήματα. Ο μαθητής 5 βρίσκεται ανάμεσα και κοντά στις ομάδες (1-6) και (9-2) οπότε τα χαρακτηριστικά του είναι παρόμοια με των ομάδων αυτών. Το ίδιο ισχύει κ με τον 3 και τις ομάδες (9-

2) και (7-8) αλλά σε μικρότερο βαθμό καθώς η απόσταση του μαθητή από τις ομάδες είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτή του μαθητή 5 από τις αντίστοιχες ομάδες. Ο μαθητής 4 φαίνεται να είναι απομακρυσμένος από τους υπόλοιπους και να παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με την ομάδα (7-8).

Πολλά από τα παραπάνω σημεία φαίνεται να είναι κοντινά μεταξύ τους αυτό όμως δεν ισχύει γιατί παραπάνω απεικονίζονται οι προβολές των στοιχείων στο 1ο παραγοντικό επίπεδο. Έτσι παρακάτω θα μελετήσουμε αν είναι κοντινά τα σημεία μεταξύ τους. Πρέπει να υπολογίσω τον πίνακα της αδράνειας για το νέο σύστημα αναφοράς. Ο μετασχηματισμένος πίνακας αδράνειας UV (V*U) του πίνακα U είναι :

-1.736	0.187064	0.624725	-3.03848	-1.70768	3.28862	2.30239	0.57172	3.593162
-3.644496	0.954235	-0.30572	-0.137417	0.917691	3.43356	-0.450491	1.13919	3.512509
-3.402175	-0.306844	-0.338767	0.197287	-0.578291	-0.406389	-0.415291	0.396083	3.05020 94
-3.179035	-0.297397	-0.0473872	0.297496	0.0592287	3.288832	0.242174	0.00710191	3.226768
-3.108233	0.0892679	-0.131806	0.0758331	0.0549786	-0.106319	0.146812	-0.0497046	-0.129579
-3.0536743	-0.0520032	-0.0608459	-0.0714142	0.0497221	3.0180488	-0.0593017	-0.0820055	-1.13489×10^{-15}
-3.0205368	-0.0108754	0.0272735	0.00255971	0.00537317	3.0128741	-0.008375	0.00964175	-0.0378191
-3.0010255	0.0008896974	0.00159713	0.000365829	0.000663861	-0.0015356	-0.000162108	-0.000709011	3.00113833
4.98249×10^{-17}	-1.0066×10^{-16}	-1.07739×10^{-17}	-4.62069×10^{-17}	8.75209×10^{-17}	-7.52148×10^{-17}	4.38736×10^{-17}	8.44001×10^{-17}	-1.08638×10^{-17}

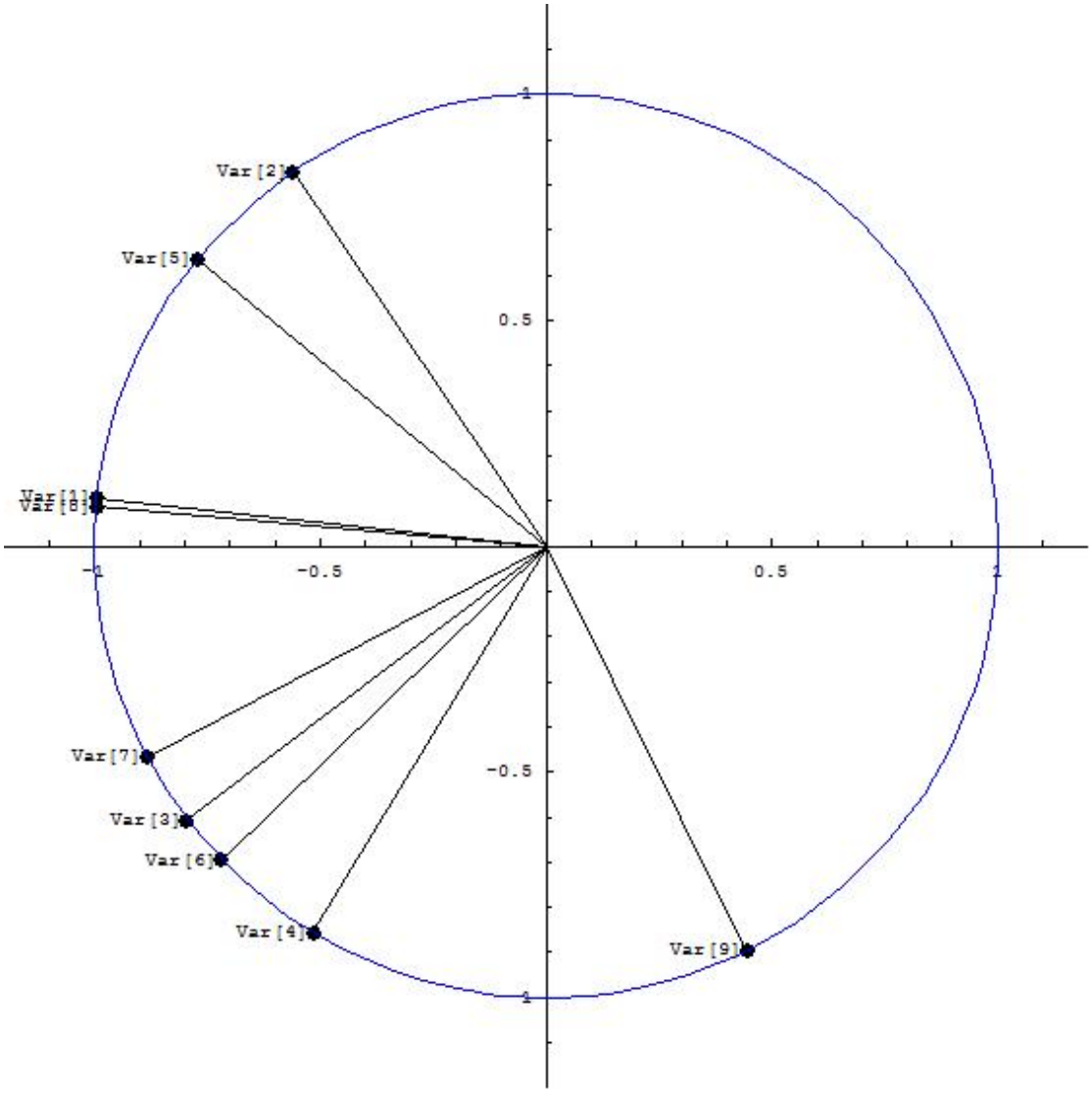
Κάθε στήλη του πίνακα UV είναι ένα διάνυσμα. Κάθε διάνυσμα του πίνακα έχει μήκος 1 και είναι ανά δύο κάθετα. Τα παραπάνω στοιχεία θέλω να τα προβάλλω στο 1ο παραγοντικό επίπεδο. Επίσης θέλω αυτές οι προβολές να πέφτουν πάνω στον μοναδιαίο κύκλο. Έτσι θα πάρω τις δύο πρώτες στήλες και θα κάνω τα διανύσματα μοναδιαία με τον παρακάτω τύπο:

$$v = (a, b)$$

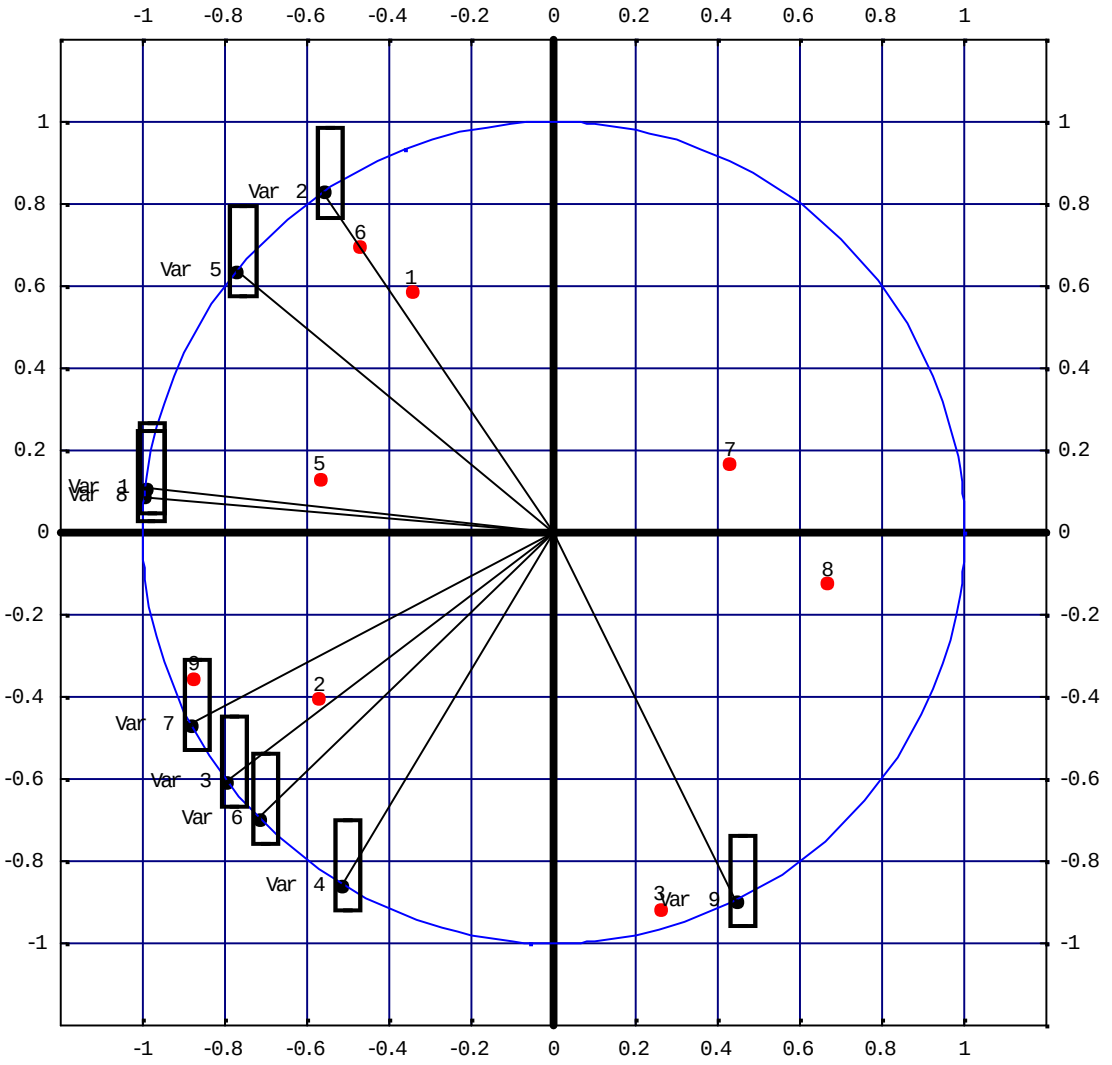
$$v_0 = \left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}\right)$$

Στη συνέχεια τα διανύσματα που προκύπτουν (φαίνονται παρακάτω) απεικονίζονται στον μοναδιαίο κύκλο:

$x_1 = \{-0.994244, 0.107135\}$
$x_2 = \{-0.559704, 0.828693\}$
$x_3 = \{-0.795027, -0.606574\}$
$x_4 = \{-0.515759, -0.856734\}$
$x_5 = \{-0.771458, 0.63628\}$
$x_6 = \{-0.718199, -0.695838\}$
$x_7 = \{-0.883735, -0.467988\}$
$x_8 = \{-0.996197, 0.0871346\}$
$x_9 = \{0.443612, -0.896219\}$



Στον παραπάνω μοναδιαίο κύκλο προβάλλονται οι μεταβλητές, δηλαδή οι ασκήσεις και οι συσχετίσεις μεταξύ τους. Παρατηρείται ότι οι ασκήσεις 1 και 8 παρουσιάζουν σχεδόν την ίδια συμπεριφορά και σχεδόν ταυτίζονται. Παρόμοια συμπεριφορά μεταξύ τους παρουσιάζουν η άσκηση 2 με την 5 και η 7 με την 3 και την 6 ενώ την ίδια τάση συμπεριφοράς με αυτές, αλλά σε μικρότερο βαθμό, παρουσιάζει και η 4. Το αξιοσημείωτο είναι πως η άσκηση 9 έχει αρνητική συσχέτιση με την άσκηση 2 δηλαδή παρουσιάζουν μεταξύ τους ακριβώς αντίθετη συμπεριφορά. Οι μεταβλητές, των οποίων τα διανύσματα είναι κάθετα μεταξύ τους, δεν επηρεάζει η μία την άλλη. Η ομάδα (2,5) και η μεταβλητή 9 δεν επηρεάζονται από την ομάδα (3,6,7) και το αντίστροφο. Φέρνοντας το 1ο παραγοντικό επίπεδο και τα στοιχεία του πάνω στον μοναδιαίο κύκλο προκύπτουν οι συσχετίσεις των μεταβλητών με τα στοιχεία, δηλαδή οι συσχετίσεις των ασκήσεων με τους μαθητές.



Οι μαθητές της ομάδας (6,1) χαρακτηρίζονται θετικά από την άσκηση 2 και σε μικρότερο βαθμό και από την άσκηση 5 ενώ χαρακτηρίζονται αρνητικά από την άσκηση 9. Ο μαθητής 5 παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τις ασκήσεις 1 και 8 ενώ παρουσιάζει και αρνητική συσχέτιση με την 9 αλλά σε μικρότερο βαθμό από τους μαθητές 6 και 1. Όμοια παρατηρούμε πως ο μαθητής 9 συσχετίζεται θετικά με την άσκηση 7 και σε μικρότερο βαθμό με τις 1,8,3,6,4, ενώ ο μαθητής 2 συσχετίζεται θετικά με την άσκηση 3 και σε μικρότερο βαθμό με τις 1,8,7,6 και 4. Ο μαθητής 3 έχει την αντίθετη συμπεριφορά από τους μαθητές διότι συσχετίζεται θετικά με την άσκηση 9 και αρνητικά με την 2 και σε μικρότερο βαθμό με την 5. Οι μαθητές 7, 8 και 4 έχουν αρνητική τάση συσχέτισης με τις περισσότερες ασκήσεις με τον 7 να παρουσιάζει τον μεγαλύτερο βαθμό αρνητικής συσχέτισης με τις ασκήσεις 7,3,6 και 4 ενώ ο μαθητής 8 παρουσιάζει όμοιο βαθμό αρνητικής συσχέτισης με τις ασκήσεις 2,5,1 και 8. Μια τάση θετικής συσχέτισης με την άσκηση 2 περισσότερο και

λιγότερο με την ομάδα 5,1 και 8 παρουσιάζει ο μαθητής 7 ενώ ο μαθητής 8 με την άσκηση 9 και σε μικρότερο βαθμό με την ομάδα ασκήσεων 7,8,6 και 4. Ο μαθητής 4 παρουσιάζει παρόμοιες συσχετίσεις με τον 7 αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό καθώς αν παρατηρήσουμε στον μοναδιαίο κύκλο δεν φαίνεται καν ενώ στον παραγοντικό επίπεδο βρίσκεται αριστερότερα από τον 7.

Όπως αναφερθήκαμε και παραπάνω, έχουμε μελετήσει τις προβολές των στοιχείων πάνω στο πρώτο παραγοντικό επίπεδο που ορίζεται από τους 2 πρώτους παραγοντικούς άξονες. Για να έχω μία καλύτερη εικόνα, για το που βρίσκονται τα στοιχεία σε σχέση με αυτούς τους άξονες υπολογίζουμε τα τετράγωνα των συνημίτονων της γωνίας θ που σχηματίζει το στοιχείο στο χώρο με τον κάθε άξονα.

0	e[1]	e[2]
1	0.118009	0.343192
2	0.40671	0.20179
3	0.0688305	0.859362
4	0.937815	0.0188575
5	0.412003	0.0219706
6	0.246396	0.537246
7	0.308097	0.0467382
8	0.745644	0.0250914
9	0.773196	0.125463

Ενώ ο παρακάτω πίνακας μας δίνει τις τιμές των τετραγώνων των συνημίτονων της γωνίας που σχηματίζει κάθε στοιχείο με το 1ο παραγοντικό επίπεδο.

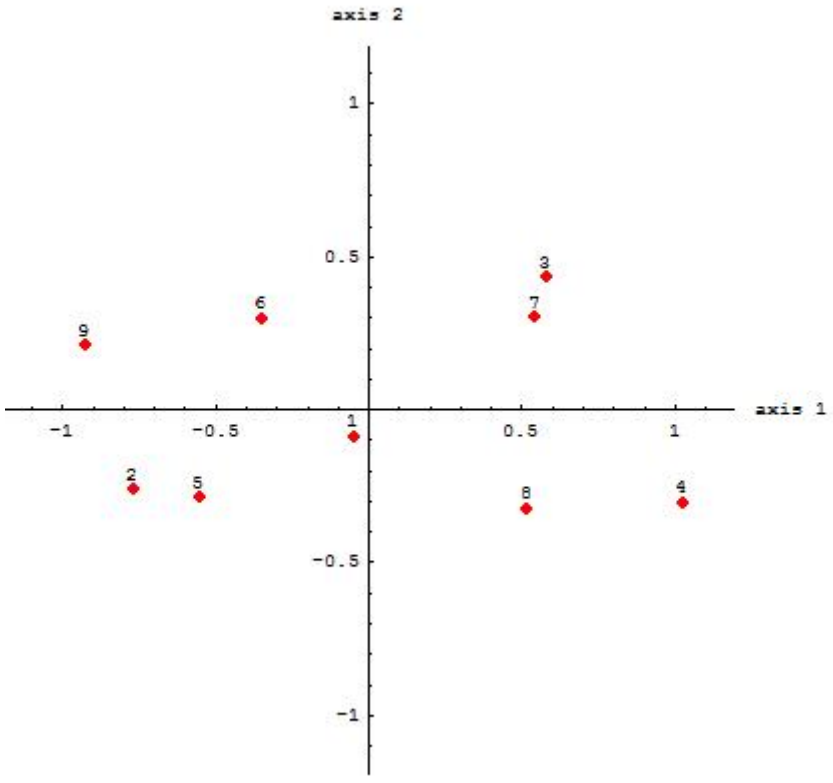
0	{e[1], e[2]}
1	0.461201
2	0.608499
3	0.928193
4	0.956672
5	0.433973
6	0.783641
7	0.354835
8	0.770735
9	0.898659

Ενώ τέλος για να έχουμε μία πλήρης εικόνας του χώρου έχουμε τον πίνακα των αποστάσεων κάθε σημείου από την αρχή των αξόνων:

1	1.00347
2	0.897762
3	0.98589
4	1.53118
5	0.886938
6	0.94993
7	0.770461
8	0.770771
9	0.996915

4.5 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ, ΛΑΘΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΑΣΚΗΣΕΩΝ, ΗΛΙΚΙΑΣ, ΧΡΟΝΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΜΕΣΟΥ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΑΝΤΗΣΗΣ.

Για τον σχολιασμό των συσχετίσεων της ενότητας 4.3 χρησιμοποιήθηκε σαν είσοδο ο πίνακας 18. Στην προκειμένη περίπτωση θα χρησιμοποιηθεί ο πίνακας 19 με αριθμό στιγμιότυπων 9 όσοι και οι μαθητές δηλαδή και αριθμό μεταβλητών 5 (λάθη στην γλώσσα, λάθη στα μαθηματικά, ηλικία, χρόνος εκπαιδευτικής παρέμβασης και μέσος χρόνος απάντησης). Έτσι ακολουθώντας τα βήματα του αλγορίθμου που ακολουθήθηκαν στην ενότητα 4.3 προκύπτει το παρακάτω παραγοντικό επίπεδο το οποίο μας προσφέρει το 80% της συνολικής πληροφορίας του διανυσματικού χώρου:



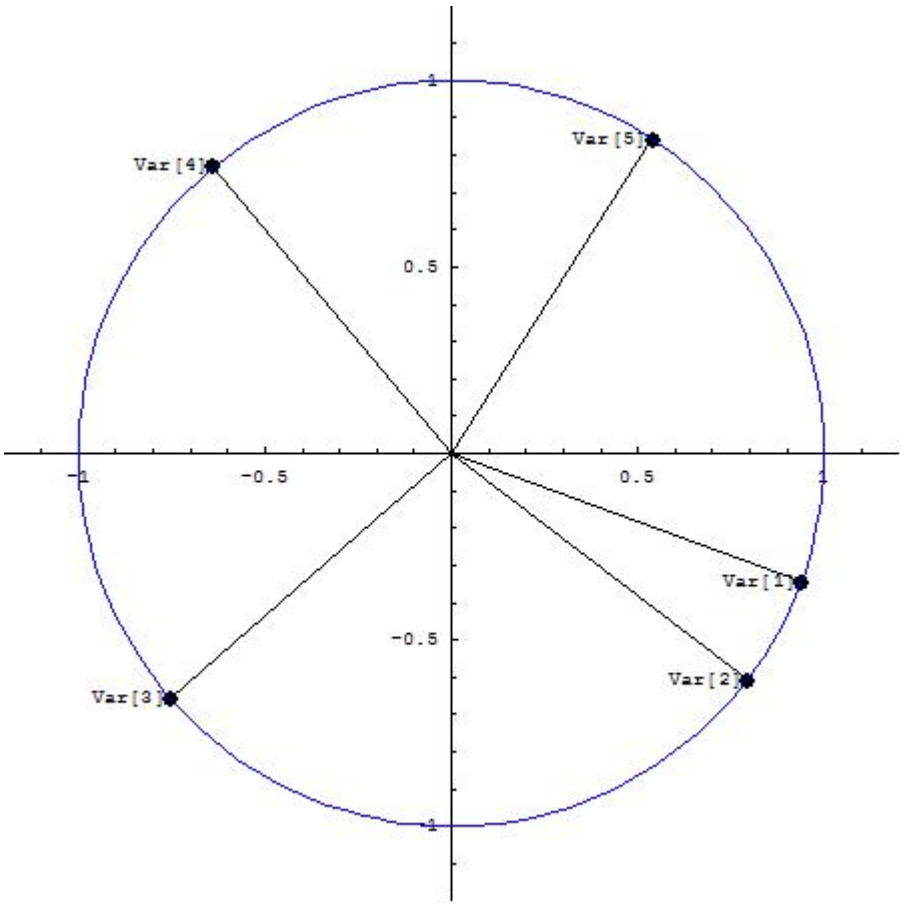
Με βάση τις ηλικίες, τα χρόνια εκπαιδευτικής παρέμβασης, τον μέσο χρόνο απάντησης και του πλήθους λαθών παρατηρούμε ότι οι μαθητές 2 και 5 έχουν ίδια συμπεριφορά, το ίδιο ισχύει και τους 3 και 7. Από εκεί και πέρα ο μαθητής 9 έχει κοινά χαρακτηριστικά με τον 6 αλλά κ με τους 2 και 5, ο 1 δεν μπορεί να συμπεριληφθεί σε κάποια ομάδα αλλά θα μπορούσαμε να πούμε ότι παρουσιάζει

κοινά χαρακτηριστικά με τους 5,8,7 και 6. Τέλος οι μαθητές 8 και 4 φαίνεται να έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά.

Ο μετασχηματισμένος πίνακας αδράνειας UV (V*U) του πίνακα U είναι :

1.82032	-0.671181	1.49434	2.93259	-0.291289
0.343172	-0.262888	-0.593563	0.00728963	-0.221372
-0.109182	-0.0952198	0.0450586	0.00545582	-0.176813
-0.0557117	0.0670513	-0.0558979	0.0770626	-0.0135744
0.0158779	0.0248699	0.00621845	-0.00950841	-0.0219066

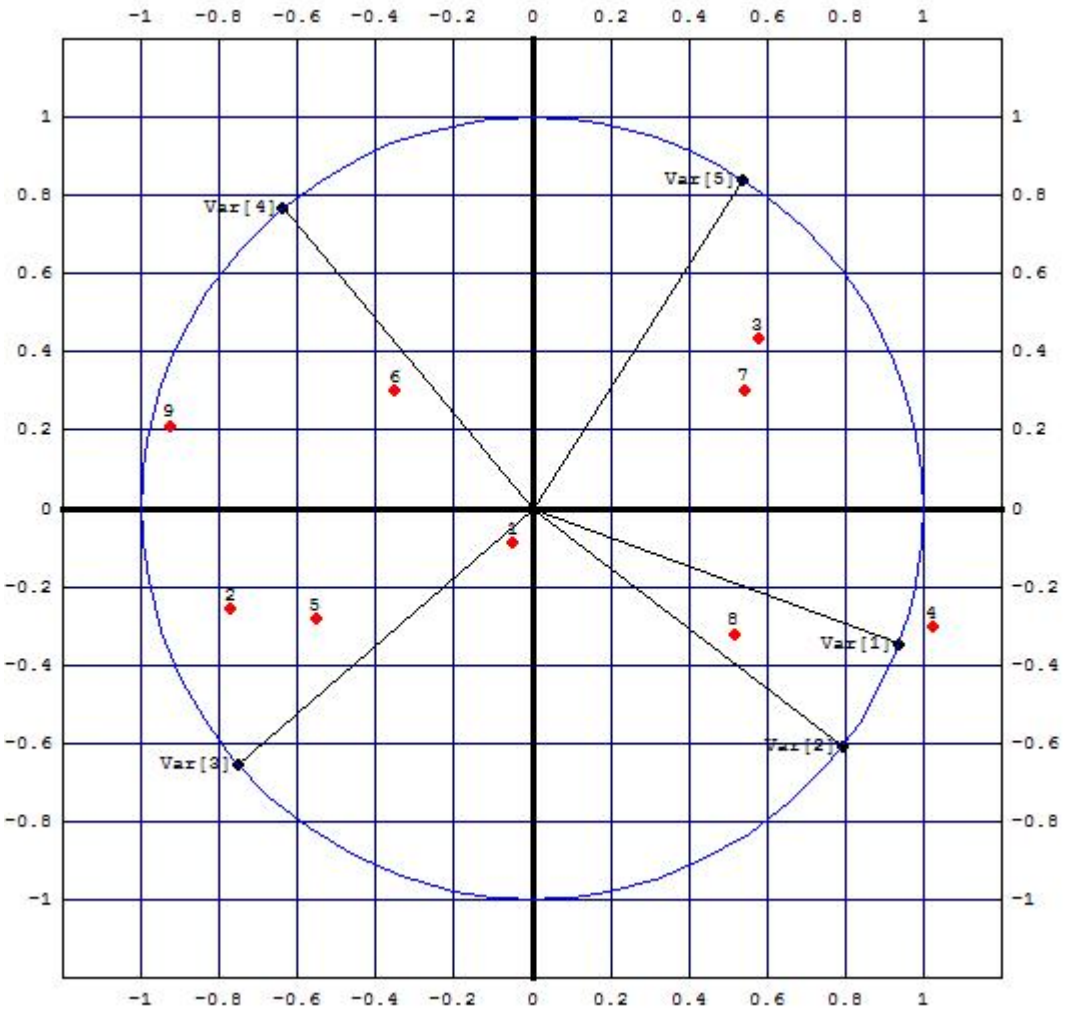
τα διανύσματα που προκύπτουν (φαίνονται παρακάτω) απεικονίζονται στον μοναδιαίο κύκλο:



Τα λάθη στην γλώσσα έχουν θετική συσχέτιση με τα λάθη στα μαθηματικά και αυτές οι δύο μεταβλητές συμπεριφέρονται αρνητικά ως προς τα χρόνια εκπαιδευτικής παρέμβασης δηλαδή όσο πιο πολλά χρόνια παρέμβασης τόσο λιγότερα λάθη και φαίνεται ο βαθμός αυτής της αρνητικής σχέσης να είναι λίγο μεγαλύτερος με τα μαθηματικά από ότι με την γλώσσα. Επίσης είναι αξιοσημείωτο ότι τα λάθη στα μαθηματικά φαίνεται να επηρεάζονται ελάχιστα από την ηλικία και από τον μέσο χρόνο απάντησης (κάθετα διανύσματα), όπως παρόμοια συμπεριφορά δείχνουν να έχουν και τα λάθη στη γλώσσα αν και εδώ μπορούμε να πούμε πως αυτά

επηρεάζονται ελάχιστα θετικά από τον μέσο χρόνο απάντησης και ελάχιστα αρνητικά από την ηλικία. Τέλος υπάρχει μια αντίθετη σχέση ανάμεσα στην ηλικία και τον μέσο χρόνο απάντησης ενώ φαίνεται ο χρόνος εκπαιδευτικής παρέμβασης να μην επηρεάζεται από αυτές τις δύο μεταβλητές (κάθετα διανύσματα).

Φέρνοντας το 1ο παραγοντικό επίπεδο και τα στοιχεία του πάνω στον μοναδιαίο κύκλο προκύπτουν οι συσχετίσεις των μεταβλητών με τους μαθητές.



Σε αυτό το γράφημα βλέπουμε πως ο μαθητής 8 και ειδικά ο 4 κάνουν πολλά λάθη και στην γλώσσα και στα μαθηματικά και ο 4 παρουσιάζει ακόμη σοβαρότερο πρόβλημα στην γλώσσα. αντίθετα πολύ καλές επιδόσεις έχουν οι 9, 6,5 και 2 και λιγότερο ο 1. Ειδικά ο μαθητής 9 φαίνεται ότι παρουσιάζει τα λιγότερα προβλήματα από όλους. Αυτή η ομάδα μαθητών χαρακτηρίζεται θετικά και από την ηλικία γιατί αν παρατηρήσουμε είναι οι μεγαλύτεροι ηλικιακά μαθητές της έρευνας ενώ οι 3 και 7 οι μικρότεροι. Οι 3 και 7 κάνουν αρκετά λάθη και απαντούν σχετικά αργά δηλαδή οι

συσχετίσεις τους με αυτές τις μεταβλητές είναι θετικές όπως φαίνεται και στο διάγραμμα.

Τα τετράγωνα των συνημίτονων της γωνίας θ που σχηματίζει το στοιχείο στο χώρο με τον κάθε άξονα είναι:

0	e[1]	e[2]
1	0.0275867	0.0813936
2	0.859482	0.0964163
3	0.615284	0.351292
4	0.882552	0.0772329
5	0.622523	0.163308
6	0.568177	0.413695
7	0.685925	0.216025
8	0.6663	0.25774
9	0.909363	0.0474202

Ενώ ο παρακάτω πίνακας μας δίνει τις τιμές των τετραγώνων των συνημίτονων της γωνίας που σχηματίζει κάθε στοιχείο με το 1ο παραγοντικό επίπεδο.

0	{e[1], e[2]}
1	0.10898
2	0.955899
3	0.966576
4	0.959784
5	0.785831
6	0.981871
7	0.90195
8	0.924041
9	0.956783

Ενώ τέλος για να έχουμε μία πλήρης εικόνας του χώρου έχουμε τον πίνακα των αποστάσεων κάθε σημείου από την αρχή των αξόνων:

1	0.303595
2	0.832933
3	0.735871
4	1.08911
5	0.702183
6	0.466559
7	0.653863
8	0.631545
9	0.974297

Τέλος θα πρέπει να επισημανθεί πως η παραπάνω ανάλυση δεν μπορεί να γενικευτεί και να εξάγει συμπεράσματα διότι το πλήθος του δείγματος είναι πολύ μικρό, μόλις εννιά μαθητές. Ο σχολιασμός αφορά μόνο την ομάδα αυτών των εννιά μαθητών και των εννιά ασκήσεων. Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αν η εφαρμογή και οι ασκήσεις παραλλαχθούν είτε προσθέτοντας και άλλες ερωτήσεις, είτε άλλες κατηγορίες είτε αυξάνοντας ή μειώνοντας τον βαθμό δυσκολίας κάποιες από τις συσχετίσεις να μεταβληθούν. Για τον λόγο αυτό επαναλαμβάνεται πως ο σχολιασμός

αναφέρεται στους 9 μαθητές και στην εφαρμογή που αναπτύχτηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] T. T. Hewett, Baecker, R., Card, S., Carey, T., Gasen, J., Mantei, M., Perlman, G., Strong, G., Verplank, W., ACM SIGCHI *Curricula for Human-Computer Interaction*: The Association for Computing Machinery, 1992.

[2] Ν. Αβούρης, *Εισαγωγή στην επικοινωνία ανθρώπου-υπολογιστή*. Αθήνα: Δίαυλος, 2000.

[3] Γιάννης Ιωαννίδης και Γιώργος Λέπουρας, Σημειώσεις Επικοινωνίας Ανθρώπου-Μηχανής ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ κ' ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ 2004-2005.

[4] I. Sutherland, Sketchpad: A man-machine graphical communication system. Proceedings of the Spring Joint Computer Conference, 1963, Pages 329-46.

[5] J. C. R. Licklider, Man-computer symbiosis, IRE Transactions of Human Factors in Electronics, 1960, Volume 1, 4-11.

[6] A. Kay and A. Goldberg, Personal dynamic media, IEEE Computer, 1977, Volume 10, Number 3, Pages 31-44.

[7] R. M. Baecker and W. A. S. Buxton, editors, Readings in Human-Computer Interaction: A Multi-disciplinary Approach, Los Altos, CA: Morgan Kaufmann.

[8] Sanders, M. S., and McCormick, E. J. (1987). *Human factors in engineering and design* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.

[9]. Brad A. Myers. 'A Brief History of Human Computer Interaction Technology'. ACM interactions. Vol. 5, no. 2, March, 1998. pp. 44-54.

[10] ΜΑΡΜΑΡΑΣ, Ν. (2002). Εισαγωγή στην Εργονομία. Αθήνα, Ελλάδα.

[11] Alan Dix, Janet Finlay, Gregory Abowd, Russell Beale, Human Computer Interaction, pages 374-393, Prentice Hall International (UK), 1993.

[12] D. A. Norman, *The Design of Everyday Things*. London: MIT Press, 1988.

[13]S. Ramanujan and R. Cooper, "A human information processing perspective on software maintenance", *Omega, International Journal of Management Science,* vol. 22, p. 19, 1994.

[14] S. K. Card, T. P. Moran, and A. Newel, *The psychology of human-computer interaction*: Lawrence Erlbaum, 1983.

[15] D. Kieras, "A guide to GOMS task analysis", University of Michigan, 1994.

[16] Shneiderman, Ben, Designing the User Interface, Strategies for Effective Human Computer Interaction 3rd Edition, Addison-Wesley, Reading, MA, 1998.

[17] Παναγιώτης Πολίτης: *Υπερκείμενα, υπερμέσα και πολυμέσα*, *Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών*, Αθήνα, 1994.

[18] IEEE 610.12-1990 Standard Glossary of Software Engineering Terminology

[19] Norman, K. L. (2000). Human-computer interface design. In The Encyclopedia of Psychology, American Psychological Association.

[20] *Preece*, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994) *Human-ComputerInteraction.* Essex, England: Addison-Wesley Longman Limited.

[21] Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). *Interaction design: Beyond human-computer interaction*. New York, NY: John Wiley & Sons.

[22] Lewis, C. & Rieman, J. (1994). *Evaluating the Design Without Users*, p 41-73

[23] Wharton, C., Bradford, J., Franzke, M., Applying Cognitive Walkthrougs to more Complex User Interfaces: Experiences, Issues, and Recommendations, Proceedings of CHI'92, pages 381-388, 1992.

[24] Rowley E. D., Rhoades G. D., The Cognitive Jogthrough: A Fast-Paced User Interface Evaluation Procedure, Proceedings of CHI'92, pages 389-395, 1992.

[25] Clare-Marie Karat, Robert Campbell, and Tara Fiegel, Comparison of Empirical Testing and Walkthrough methods in User Interface Evaluation, Proceedings of CHI'92, pages 397-404, 1992.

[26] Stuard Card, Jock Mackinlay, Ben Shneiderman, "Readings in Information Visualization: Using Vision to Think", Morgan Kaufmann, 1999.

[27] J. Redstrom, "Towards user design? On the shift from object to user as the subject of design", *Design Studies*, vol. 27, pp. 123-139, 2006.

[28] "ISO 13407: 1999 Human-centred design processes for interactive systems", ISO, 1999.

[29] J. Gulliksen, B. Goransson, I. Boivie, S. Blomkvist, J. Persson, and A. Cajander, "Key principles for user-centred systems design", *Behaviour and Information Technology*, vol. 22, pp. 397-409, 2003.

[30] Πόρποδας, Κ. (Επιμ.) (2003). *Διαγνωστική αξιολόγηση και αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στο δημοτικό σχολείο (Ανάγνωση, Ορθογραφία, Δυσλεξία, Μαθηματικά)*. Πάτρα.

[31] "Διαγνωστική αξιολόγηση και αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στο δημοτικό σχολείο (Ανάγνωση, Ορθογραφία, Δυσλεξία, Μαθηματικά)" ΕΠΕΑΕΚ 2000-2006 ΥΠΕΠΘ (Μέτρο 1.1., Ενέργεια 1.1.3, Κατηγορία πράξεων Α) με θέμα: "Επιμόρφωση και Εξειδίκευση Εκπαιδευτικών και Στελεχών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες" Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου: Καθηγητής Κωνσταντίνος Δ. Πόρποδας

[32] Kirk, S. A. (1962). *Educating exceptional children*. Boston: Houghton Mifflin.

[33] O'Shea, L., O'Shea, D. & Algozzine, B. (1998). *Learning Disabilities: from theory toward practice.* Upper Saddle River, N.J.: Merrill-Prentice Hall.

[34] Meier, J. H. (1971). Prevalence and characteristics of learning disabilities found in second grade children. *Journal of Learning Disabilities,* 4, 1-16.

[35] Willows, D.M. (1991). A framework for understanding learning difficulties and disabilities. In D.M. Willows: *Learning to read and write: Adapting programs to children's needs*. Department of Psychology, OISE, University of Toronto.

[36] Στασινός, Δ. (2003). *Δυσλεξία και Σχολείο: Η Εμπειρία Ενός Αιώνα.* Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

[37] Wagner, R. K., & Torgesen, J. K. (1987). The nature of phonological processing

and ist causal role in the acquisition of reading skills. *Psychological Bulletin*, 101, 192-212.

[38] Αγαλιώτης Ιωάννης (2000). *Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά.* Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

[39] Shalev, R., Mano, O. Kerem, B (2001). Developmental Dyscalculia is a familiar learning disability. *Journal of Learning Disabilities,* 34(1).

[40] Geary, D. & Hoard, M. (2001). Numerical and Arithmetical deficits in learning-disabled children: Relation to dyscalculia and dyslexia. *Aphasiology,* 15(7)

[41] Ramaa, S., Gowramma, P. I. (2002): A systematic procedure for identifying and classifying children with dyscalculia among primary schools in India. *Dyslexia, 8.*

[42] Fuchs, L. & Fuchs, D. (2002). Mathematical Problem Solving Profiles of students with mathematics disabilities with and without co morbid reading disabilities. *Journal of Learning Disabilities,* Vol.35, 6.

[43] Fuchs, L. & Fuchs, D. (2001). Principles for the Prevention and Intervention of mathematics Difficulties. *Learning Disabilities and Research & Practice,* 16(2).

[44]Antonietti, A., Ignazi, S., Perego, P. (2000). Metacognitive Knowledge about problem-solving methods. *British Journal of Educational Psychology*, *70.*

[45]Kramarski, B., Mevarech, Z., Arami, M. (2002): The effects of metacognitive instruction on solving mathematical authentic tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 49.

[46]Καραντζής Ιωάννης (2001α). Η σχέση των προμαθηματικών εννοιών με την επίδοση των παιδιών στην Αριθμητική. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 116, 75-85.

[47]Σαλβαράς Γιάννης (1989). *Διδακτική Μαθηματικών του Δημοτικού Σχολείου* Αθήνα: Εκπαιδευτήρια Κωστέα – Γείτονα.

[48]Παρασκευόπουλος Ιωάννης(1985). *Εξελικτική Ψυχολογία.* Αθήνα. Τόμοι.

[49] Λεμονίδης Χαράλαμπος (1998). Διδασκαλία των πρώτων αριθμητικών εννοιών. Ερευνητική Διάσταση τ. 1, 87-121.Θεσσαλονίκη.

[50] Αλιμήσης, Δ. (2003). Ο Υπολογιστής ως Εργαλείο Παραγωγικότητας, Πληροφόρησης και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στις Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Αθήνα: ΙΩΝ.

[51] **Παυλίδης, Γ.Θ. & Κατανά, Β.** (2003) *"Μέθοδος Αντιμετώπισης Πολυμέσων Παυλίδη: Βελτιώνει Σημαντικά την Ορθογραφία των Δυσλεξικών'* Εργασία που παρουσιάστηκε στο 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ψυχολογικής Έρευνας, Ρόδος, 21-24 Μαΐου

[52**]** ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ. **Πλαίσιο υλοποίησης του Έργου ΕΠΕΑΕΚ 2000-2006** του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων (Μέτρο 1.1., Ενέργεια 1.1.3, Κατηγορία πράξεων Α) με θέμα: "*Επιμόρφωση και εξειδίκευση εκπαιδευτικών και στελεχών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες*" Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου: **Καθηγητής Κωνσταντίνος Δ. Πόρποδας**

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[l.1] http://www.ergonomics.org/

[l.2]http://www.mac-history.net/mac/2008-08-17/the-macintosh-the-many-facets-of-a-slightly-flawed-gem

[l.3]http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes?p_param=A1404