



ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

*Θέμα Πτυχιακής Εργασίας: Δυσαριθμησία και νευροψυχολογική
αξιολόγηση*

Επιβλέπων καθηγητές: Καραπέτσας Αργύρης, Σαπουντζάκη Γαλήνη

Εξάμηνο: 8^ο

Φοιτήτρια: Κκαρά Κωνσταντίνα

A.M: 1015008

Ημερομηνία: 25/05/2019

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	3
Εισαγωγή.....	4
1. Μαθησιακές Δυσκολίες.....	6
1.1 Ορισμός και ταξινόμηση	9
2. Η δυσαριθμησία	
2.1 Ορισμός.....	10
2.2 Κριτήρια Διάγνωσης.....	12
2.3 Συμπτώματα και κλινική εικόνα.....	13
2.4 Τύποι Δυσαριθμησίας.....	15
2.5 Επιπολασμός.....	16
2.6 Αιτιολογία.....	16
2.6.1. Γενετική προδιάθεση.....	17
2.6.2. Εγκεφαλική λειτουργία.....	18
2.6.3. Γνωστικά ελλείμματα.....	19
2.6.3.1.Αριθμητικά συστήματα.....	20
2.6.3.2. Εργαζόμενη μνήμη.....	21
2.6.3.3. Η έννοια του αριθμού - «number sense».....	24
3. Νευροψυχολογία της δυσαριθμησίας.....	26
3.1Το νευρωνικό υπόστρωμα των αριθμητικών δεξιοτήτων.....	27
3.2 Κλίμακες αξιολόγησης δυσαριθμησίας.....	31
3.3 Αντιμετώπιση.....	38
Επίλογος.....	41
Βιβλιογραφία.....	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η δυσαριθμησία είναι η δυσκολία στην κατανόηση και εκμάθηση των μαθηματικών, η οποία δεν συνδέεται με μέτρια, σοβαρή ή βαριά νοητική καθυστέρηση, και ως εκ τούτου θεωρείται μια ειδική μαθησιακή δυσκολία. Έχει περιγραφεί ως μια κατάσταση που επηρεάζει την ικανότητα απόκτησης μαθηματικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές με δυσαριθμησία, έχουν δυσκολία στην κατανόηση απλών μαθηματικών εννοιών, δεν έχουν διαισθητική κατανόηση των αριθμών και έχουν προβλήματα στην εκμάθηση των αλγορίθμων των αριθμητικών πράξεων. Η δυσαριθμησία ορίζεται σαν τη διαταραχή σ'έναν ή περισσότερους μηχανισμούς που εμπλέκονται στα μαθηματικά όπως π.χ. υπολογισμός, μαθηματική λογική, γλώσσα κλπ. Σε νευροανατομικό επίπεδο, έχει φανεί μέσα από μία σειρά ερευνών ότι οι περιοχές και τα νευρωνικά κυκλώματα που εμπλέκονται στην μαθηματική σκέψη και τους υπολογισμούς είναι ποικίλα. Η επεξεργασία των αριθμών και η επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων είναι οικοδομημένη πάνω σε πολλαπλές νευρογνωστικές συνιστώσες που εκτελούνται από διακριτά και αλληλεπικαλυπτόμενα εγκεφαλικά συστήματα. Η έκπτωση σε οποιαδήποτε από αυτές τις συνιστώσες είναι δυνατόν να εκθέσει σε κίνδυνο την επάρκεια των δεξιοτήτων επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. Η ετερογένεια και η συννοσηρότητα που παρατηρείται στη δυσαριθμησία είναι μια φυσική συνέπεια αυτού του πολυπαραγοντικού συστήματος. Όσον αφορά την αξιολόγηση και διάγνωση της δυσαριθμησίας, υπάρχουν αρκετές σταθμισμένες κλίμακες που μετρούν γενικά ένα εύρος δεξιοτήτων, που μπορεί να περιλαμβάνει χωρικές και λεκτικές ικανότητες, και στη συνέχεια δίνουν ένα συνολικό σκορ για τη μαθηματική επίδοση του παιδιού. Τα προγράμματα εκπαιδευτικής παρέμβασης θα πρέπει να είναι προσεκτικά σχεδιασμένα από διεπιστημονική ομάδα, και προσαρμοσμένα στις ανάγκες του κάθε μαθητή.

Λέξεις- κλειδιά: μαθησιακές διαταραχές, δυσαριθμησία, δυσκολίες στα μαθηματικά, νευρωνικό υπόβαθρο μαθηματικών, νευροψυχολογική αξιολόγηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ότι όλο και περισσότεροι εκπαιδευτικοί αλλά και γονείς ευαισθητοποιούνται πάνω στο θέμα των μαθησιακών δυσκολιών και επιδιώκουν να ενημερωθούν. Ενώ λοιπόν γίνεται ευκολότερος ο έγκαιρος εντοπισμός μιας αναγνωστικής δυσκολίας ή συμπεριφορικών προβλημάτων που είναι αποτέλεσμα της διάσπασης προσοχής ή/ και της υπερκινητικότητας, υπάρχει μεγάλη έλλειψη στον εντοπισμό και την αξιολόγηση της αριθμητικής κατανόησης και της μεγάλης σημασίας που έχει η μαθηματική γνώση για τα παιδιά. Οι αριθμητικές ικανότητες είναι απαραίτητες στην καθημερινότητα και γίνονται όλο και πιο σημαντικές με την ανάπτυξη της τεχνολογίας. Φτωχές αριθμητικές δεξιότητες μπορεί να έχουν αρνητική επίδραση στην εύρεση εργασίας, στη νοητική και φυσική υγεία του ατόμου αλλά και στην οικονομική θέση μιας χώρας. Παρόλα αυτά υπάρχει μεγάλο ποσοστό παιδιών και στη συνέχεια ενηλίκων που δυσκολεύονται σε μεγάλο βαθμό με το χειρισμό των μαθηματικών.

Η αποτυχία στα μαθηματικά μπορεί να αποδοθεί σε παράγοντες που σχετίζονται με την κοινωνική τάξη και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις διαφορές των δύο φύλων, τις συναισθηματικές διαταραχές, το άγχος, τη στάση προς το μάθημα, το νοητικό υπόβαθρο, τη γλωσσική ανάπτυξη, τις αντιληπτικές ελλείψεις, την ειδική μαθησιακή δυσκολία στα μαθηματικά και το δάσκαλο (Αγαλιώτης, 2004). Είναι γνωστό ότι ένα χαμηλό κοινωνικό – οικονομικό περιβάλλον παρέχει λίγες ευκαιρίες μάθησης γύρω από καταστάσεις και ερεθίσματα που βοηθούν στην ανάπτυξη προμαθηματικών εμπειριών. Είναι λοιπόν, το περιβάλλον που προκαλεί ή επιτείνει τη μαθηματική δυσκολία και όχι οι γνωστικές ελλείψεις και αδυναμίες. Επιπλέον ρόλο παίζουν τυχόν συναισθηματικά προβλήματα, διαταραχές της συμπεριφοράς, οι οποίες λόγω έλλειψης αυτοελέγχου και αυτοσυγκέντρωσης δημιουργούν δυσκολίες στα μαθηματικά, καθώς και το άγχος που μπορεί να εμφανιστεί και να εξελιχθεί έπειτα σε «μαθηματικοφοβία». Η μαθηματική επίδοση συνδέεται άμεσα με τη θετική ή αρνητική στάση του μαθητή απέναντι στο μάθημα, με την προσωπικότητα και τον τρόπο διδασκαλίας του δασκάλου και τέλος με τη μαθηματική γλώσσα (λεξιλόγιο, κείμενο, σύμβολα), η προσέγγιση της οποίας δυσχεραίνεται από επιπλέον διαταραχές του λόγου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Ο όρος «δυσαριθμησία» αποτελεί μια επιμέρους πτυχή των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών που επηρεάζει κυρίως την κατάκτηση των μαθηματικών γνώσεων και δεξιοτήτων. Αν και η συχνότητα εμφάνισης αυτής της διαταραχής είναι στα ίδια ποσοστά, 5-6%, που παρατηρούνται και σε άλλες ΕΜΔ, όπως η δυσλεξία, ή και στη Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ), φαίνεται να είναι η λιγότερο γνωστή και αυτή με τη μεγαλύτερη δυσκολία διάγνωσης.

Στόχος λοιπόν αυτής της εργασίας είναι η συλλογή, ταξινόμηση και παρουσίαση των ερευνητικών δεδομένων σχετικά με τη δυσαριθμησία, με έμφαση στη νευροψυχολογική προσέγγιση και ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών της.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται γενικά στοιχεία για τις μαθησιακές διαταραχές και μία ταξινόμησή τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τη δυσαριθμησία και πιο συγκεκριμένα, για τον ορισμό, τα διαγνωστικά κριτήρια, τον επιπολασμό, την κλινική εικόνα και τις θεωρίες που έχουν προταθεί σχετικά με την αιτιολογία της διαταραχής.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το νευρωνικό υπόστρωμα των μαθηματικών και των μαθηματικών διαταραχών και οι εγκεφαλικές περιοχές που εμπλέκονται σε αυτές. Επιπλέον παρουσιάζονται οι νευροψυχολογικές κλίμακες αξιολόγησης και διάγνωσης που χρησιμοποιούνται και οι προτεινόμενοι τρόποι αντιμετώπισης της διαταραχής.

1. Μαθησιακές Δυσκολίες

Οι μαθησιακές δυσκολίες έχουν χαρακτηριστεί ως ένα από τα πιο συχνά κοινωνικά προβλήματα του μαθητικού πληθυσμού. Εκτιμάται ότι το ποσοστό των 20% των παιδιών της μαθητικής κοινότητας εμφανίζουν δυσκολίες μάθησης (Σπανού & Τριπόδης, 2010).

Έρευνες έχουν αποδείξει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες αντιμετωπίζει διαταραχές ανάγνωσης, ενώ πιο μικρό ποσοστό διαταραχές γραπτού λόγου και μαθηματικών.

Πιο αναλυτικά, υπολογίζεται ότι μόνο το 1% του μαθητικού πληθυσμού εμφανίζει δυσκολίες στα μαθηματικά. Από την άλλη πλευρά, η διαταραχή ανάγνωσης σπάνια εντοπίζεται μεμονωμένη αλλά όταν συνυπάρχει με άλλες διαταραχές προσβάλλει περίπου το 10% των μαθητών (Τρίγκα -Μερτίκα, 2010).

Σχετικά με τις φυλετικές διαφορές, οι μαθησιακές δυσκολίες διαγιγνώσκονται πιο συχνά στα αγόρια από τα κορίτσια με αναλογία 4:1 (Σπανού & Τριπόδης, 2010). Το γεγονός αυτό αποδίδεται, κυρίως, στην έντονη συμπεριφορά των αγοριών. Με άλλα λόγια, τα αγόρια εκδηλώνουν πιο συχνά προβλήματα στη συμπεριφορά τους, τα οποία πυροδοτούν την ανάγκη για περαιτέρω αξιολόγηση. Τα κορίτσια, αντιθέτως, εκδηλώνουν πιο ήπια «ενοχλητική» συμπεριφορά με αποτέλεσμα να μην γίνεται αντιληπτή η δυσκολία τους και να παραπέμπονται πιο δύσκολα για αξιολόγηση.

Επιπρόσθετα, διάφοροι ερευνητές έχουν διατυπώσει την ιδέα ότι στο οικογενειακό περιβάλλον των παιδιών με δυσκολίες μάθησης εντοπίζεται τουλάχιστον ένα ακόμη μέλος με τις ίδιες ιδιαιτερότητες. Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, το γεγονός ότι στις πόλεις τα ποσοστά ατόμων με μαθησιακές δυσκολίες είναι μεγαλύτερα από τις αγροτικές περιοχές (Σπανού & Τριπόδης, 2010).

Παρά το γεγονός ότι οι έρευνες που αφορούν τη συχνότητα εμφάνισης των μαθησιακών δυσκολιών διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, όλες έχουν καταλήξει στο γενικό συμπέρασμα ότι τουλάχιστον το 10% των μαθητών μιας τυπικής σχολικής τάξης θα εκδηλώσουν κάποιο χαρακτηριστικό των μαθησιακών δυσκολιών ακόμη και αν δεν διαγνωστεί.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Η ύπαρξη και ο ορισμός μιας διαταραχής προϋποθέτουν: α) διακριτή ορολογία, β) χαρακτηριστικά που μπορούν να εντοπιστούν εύκολα, γ) σαφή πρόγνωση, και δ) πρόβλεψη σε σχέση με τα αποτελέσματα της παρέμβασης. Στην περίπτωση των μαθησιακών δυσκολιών, η ιδιαίτερη φύση του προβλήματος έχει οδηγήσει σε ασυμφωνία ως προς τον ορισμό, την αιτιολογία, τα κριτήρια αξιολόγησης και την αντιμετώπισή τους.

Η έλλειψη ενός κοινά αποδεκτού όρου ο οποίος να περιγράφει αυτές τις δυσκολίες είναι εμφανής από την ποικιλία των όρων που χρησιμοποιούνται στην επιστημονική κοινότητα: μαθησιακές δυσκολίες (learning disabilities, κυρίως στις ΗΠΑ) αναπτυξιακή δυσλεξία (developmental dyslexia), ειδική αναπτυξιακή δυσλεξία (specific developmental dyslexia) και ειδικές μαθησιακές δυσκολίες (specific learning difficulties κυρίως στη Μεγάλη Βρετανία, όρος που συχνά αντικαθιστά τον όρο δυσλεξία). (Μπίμπου και συν., 2010)

Κάποια παιδιά δυσκολεύονται να μάθουν, αν και δεν παρουσιάζουν κάποια αισθητηριακή ανεπάρκεια, σοβαρή νοητική υστέρηση, συναισθηματικές διαταραχές ή σοβαρές αναπτυξιακές διαταραχές. Σε αυτή την περίπτωση οι μαθησιακές δυσκολίες αποτελούν ένα πρωτογενές πρόβλημα, που η αιτία του φαίνεται να σχετίζεται κυρίως με μια ήπια ενδογενή διαταραχή. Το παιδί δυσκολεύεται να μάθει ακόμη και κάτω από επαρκείς συνθήκες διδασκαλίας. Ο όρος ειδικές μαθησιακές δυσκολίες αφορά αυτή την κατηγορία. Στο άλλο άκρο του <<συνεχούς>> τοποθετούνται οι μαθητές που δεν μαθαίνουν όταν οι συνθήκες μάθησης είναι αντίξοες. Στις γενικές μαθησιακές δυσκολίες το παιδί εμφανίζει έναν πιο βραδύ ρυθμό κατά την πρόσκτηση και τη χρήση διαφόρων δεξιοτήτων που σχετίζονται με την αποκωδικοποίηση και την κατανόηση του γραπτού και του προφορικού λόγου. Οι δυσκολίες αυτές έχουν τη βάση τους σε ενδογενείς (π.χ. χαμηλό νοητικό επίπεδο) ή σε εξωγενείς παράγοντες (π.χ. πολιτισμικές διαφορές, ανεπαρκής διδασκαλία). (Μπίμπου και συν., 2010)

Υπάρχουν σημαντικές μελέτες που καταδεικνύουν ότι τα παιδιά σε δύσκολες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες εκδηλώνουν μαθησιακές και ψυχοκοινωνικές δυσκολίες. Στην περίπτωση αυτή πρόκειται κυρίως για ανεπάρκειες του περιβάλλοντος και όχι για ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Στο μέσο του «συνεχούς» υπάρχουν παιδιά που δεν μαθαίνουν ή δεν τα καταφέρνουν επαρκώς σε συνθήκες στις οποίες οι ατομικές διαφορές και οι ανάγκες τους δεν αντιμετωπίζονται κατάλληλα. Σε

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

μια τέτοια περίπτωση οι γενικές μαθησιακές δυσκολίες αναγνωρίζονται περισσότερο ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των χαρακτηριστικών των ατόμων και του περιβάλλοντος διδασκαλίας και μάθησης που καλείται να υποστηρίξει τα συγκεκριμένα άτομα.

Για τον ορισμό των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών λαμβάνονται υπόψη τέσσερα κατ' εξοχήν εννοιολογικά στοιχεία: α) η ετερογένεια που χαρακτηρίζει τον όρο, β) η συζήτηση για μια νευροβιολογική βάση των δυσκολιών, γ) η απόκλιση μεταξύ δείκτη νοημοσύνης και ακαδημαϊκής επίτευξης και δ) ο αποκλεισμός πολιτισμικών, αισθητηριακών και οικονομικών δυσκολιών. (Μπίμπου και συν., 2010)

Το 1977 το Γραφείο Εκπαίδευσης των Η.Π.Α. (Office of Education U.S.) αναφέρει ότι «μια ειδική μαθησιακή δυσκολία υπάρχει σε ένα μαθητή όταν: 1. Ακόμα και αν έχει λάβει την κανονική εκπαίδευση, η σχολική του επίδοση είναι χαμηλότερη της ηλικίας του σε μία ή σε περισσότερες και συγκεκριμένες περιοχές γνώσεων και 2. Ο μαθητής παρουσιάζει σημαντική διαφορά μεταξύ του επιπέδου της νοημοσύνης και των ακαδημαϊκών του επιδόσεων σε κάποιες από τις παρακάτω περιοχές γνώσεων: α) προφορική έκφραση, β) κατανόηση του περιεχομένου του προφορικού λόγου, γ) γραπτή έκφραση, δ) βασικές αναγνωστικές ικανότητες, ε) κατανόηση κειμένου, στ) μαθηματικούς υπολογισμούς, ζ) μαθηματική σκέψη». (Κανδαράκης, 2004)

Ένας σύγχρονος ορισμός για τις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, ο οποίος είναι σε μεγάλο βαθμό αποδεκτός στον αγγλοσαξονικό χώρο, προτάθηκε από την Εθνική Συλλογική Επιτροπή για τις Μαθησιακές Δυσκολίες και είναι ο εξής:

Οι μαθησιακές δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος ο οποίος αναφέρεται σε μια ετερογενή ομάδα διαταραχών που εκδηλώνονται με σοβαρές δυσκολίες στην πρόσκτηση και τη χρήση του λόγου, της ανάγνωσης, της γραφής, της λογικής σκέψης και των μαθηματικών. Αυτές οι διαταραχές είναι εγγενείς, θεωρείται ότι οφείλονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού και ενδέχεται να εμφανίζονται καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Οι μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να συνυπάρχουν με προβλήματα στην αυτορρύθμιση της συμπεριφοράς, στην κοινωνική αντίληψη και στην κοινωνική αλληλεπίδραση, αλλά οι δυσκολίες αυτές από μόνες τους δεν αποτελούν μαθησιακές δυσκολίες. Παρά το γεγονός ότι οι μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να εμφανίζονται ταυτόχρονα με άλλες διαταραχές (π.χ. αισθητηριακά ελλείμματα, νοητική υστέρηση, σοβαρές συναισθηματικές διαταραχές) ή με

περιβαλλοντικούς παράγοντες (π.χ. πολιτισμικές διαφορές, ανεπαρκής ή ακατάλληλη εκπαίδευση), δεν αποτελούν το άμεσο αποτέλεσμα αυτών των καταστάσεων ή επιρροών. (National Joint Committee on Learning Disabilities, 1991)

Στον παραπάνω ορισμό τονίζεται η ετερογένεια των μαθησιακών δυσκολιών, αναφέρεται ότι πρόκειται για μια πρωτογενή διαταραχή, δηλαδή ότι οι μαθησιακές δυσκολίες δεν είναι το αποτέλεσμα άλλων διαταραχών, είναι εγγενείς και τα συμπτώματα που τις χαρακτηρίζουν ενδέχεται να συνοδεύουν και άλλες διαταραχές.

1.1 Ταξινόμηση

Υπάρχουν πολλά είδη μαθησιακών δυσκολιών- δυσκολίες στο γράψιμο, στην ορθογραφία, στα μαθηματικά, κ.α. (Cowley, 2002) Το National Center for Learning Disabilities των Η.Π.Α. κάνει λόγο για τις εξής δυσκολίες μάθησης:

Δυσλεξία (ελλείψεις στην επεξεργασία της γλώσσας, με συμπτώματα που περιλαμβάνουν προβλήματα στην ανάγνωση, στη γραφή και στην ορθογραφία).

Δυσαριθμησία ή αλλιώς, διαταραχή των μαθηματικών (ελλείψεις στις μαθηματικές δεξιότητες, με συμπτώματα που περιλαμβάνουν δυσκολίες στις πράξεις, στην κατανόηση και στην επίλυση του προβλήματος, στις έννοιες του χρόνου και των χρημάτων).

Δυσγραφία ή αλλιώς διαταραχή της γραπτής έκφρασης (ελλείψεις στη γραπτή έκφραση και συγκεκριμένα στον τρόπο γραφής, στην ορθογραφία και στην αποτύπωση των ιδεών στο χαρτί).

Δυσπραξία (ελλείψεις στις λεπτές κινητικές δεξιότητες, όπως δυσκολίες στον οπτικοκινητικό συντονισμό). (Κανδαράκης, 2004)

Δυσαναγνωσία ή αλλιώς, διαταραχή της ανάγνωσης (η δυσκολία στην εκμάθηση ανάγνωσης, είναι αποτέλεσμα ανεπάρκειας στην άμεση οπτική μνήμη και αντίληψη-δηλαδή στην πρόσληψη, καταγραφή και επεξεργασία των συμβόλων ως φωνημάτων - γραφημάτων) (Lovegrove et al., 1980, Lovegrove et al., 1986, Goulandris et al, 1998, Stein et al, 1998)

2. Η δυσαριθμησία

2.1 Ορισμός

Η δυσαριθμησία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία στην αριθμητική. Το 1961 στο περιοδικό Archives of Neurology, δημοσιεύτηκε ένα άρθρο Αμερικανού ερευνητή R. Cohn, στο οποίο υποστηριζόταν πως οι δυσκολίες στην πρόσκτηση των μαθηματικών εννοιών και δεξιοτήτων, που ανεξάρτητα εμφανίζουν κάποια παιδιά, είναι πιθανό να οφείλονται σε δυσλειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (σε κάποια εξελικτική διαταραχή). Ο όρος που προτάθηκε για το συγκεκριμένο άρθρο ήταν «δυσαριθμησία» (dyscalculia). (Αγαλιώτης, 2009)

Ο Cohn, δεν ήταν ο μόνος που ασχολήθηκε με την δυσαριθμησία. Πολλοί επιστήμονες και συγκεκριμένα την δεκαετία του 1930, περιγράφηκαν από τον Guttman, παιδιά φυσιολογικής νοημοσύνης που δυσκολεύονταν υπερβολικά στα μαθηματικά. (Αγαλιώτης, 2009)

Ο A. Luria, αναφέρθηκε σε στοιχεία που στηρίζουν πως οι συγκεκριμένες διαταραχές της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών, συνδέονται με συγκεκριμένες δυσλειτουργίες του εγκεφάλου. (Αγαλιώτης, 2009)

Ο ορισμός που διατυπώθηκε και επικράτησε μέχρι και σήμερα είναι του L. Kose. Σε έρευνα που πραγματοποίησε το 1974, με δείγμα 374 παιδιά από το Μπρατισλάβα, διατυπώθηκε ο εξής ορισμός: « μια δομική διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων, που έχει τις ρίζες της σε μια γενετική ή εκ γενετής διαταραχής εκείνων των τμημάτων του εγκεφάλου που είναι τα άμεσα ανατομικά - φυσιολογικά υποστρώματα της ωρίμανσης των μαθηματικών ικανοτήτων, ανάλογα με την ηλικία, χωρίς μια ταυτόχρονη διαταραχή της γενικής νοητικής λειτουργίας». (Παπαδάτος, 2005, Αγαλιώτης, 2009)

Η Αμερικάνικη Ψυχιατρική Ένωση, στο διαγνωστικό DSM - IV, διατυπώνει τα εξής: « η μαθηματική ικανότητα των ατόμων με μαθηματική διαταραχή, όπως μετριέται με εφαρμοσμένα τυποποιημένα τεστ, είναι σημαντικά χαμηλότερη από την αναμενόμενη, αν λάβει κανείς υπόψη τη χρονολογική ηλικία του ατόμου, τη νοημοσύνη του, τη κατάλληλη για την ηλικία του μόρφωση και ο οποίος βιώνει ακαδημαϊκή επίτευξη στις καθημερινές δραστηριότητες που απαιτούν μαθηματικές ικανότητες. (American Psychiatric Association, 1999; Κοσμόπουλος Γ., 2013)

Η δυσαριθμησία, ως μια ειδική μαθησιακή δυσκολία, χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, την *αναπτυξιακή δυσαριθμησία (developmental dyscalculia)* και την *επίκτητη δυσαριθμησία (acquired dyscalculia)*. Η *αναπτυξιακή δυσαριθμησία*, είναι μια γνωστική διαταραχή της παιδικής ηλικίας που επηρεάζει την ικανότητα ενός κατά τα άλλα έξυπνου και υγιούς παιδιού να μάθει αριθμητική. Η *επίκτητη δυσαριθμησία*, μπορεί να εμφανιστεί μετά από εγκεφαλική βλάβη, προκληθείσα από ατύχημα ή ασθένεια. (Παπαδάτος, 2005)

Ο Kosci diέκρινε 6 βασικές μορφές δυσαριθμησίας:

1. Τη **λεκτική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με διαταραχές στην προφορική ανάλυση και κατανόηση των μαθηματικών διαδικασιών και όρων. Τα παιδιά μπορούν να διαβάσουν και να γράψουν τους αριθμούς, αλλά δεν μπορούν να τους αναγνωρίσουν όταν παρουσιάζονται προφορικά.
2. Τη **πρακτική – γνωστική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με διαταραχές στο μαθηματικό χειρισμό των αντικειμένων και τη σύνδεση των αφηρημένων εννοιών με τις πραγματικές έννοιες. Τα παιδιά μπορούν να κατανοήσουν τις μαθηματικές έννοιες, αλλά έχουν δυσκολία στην κατηγοριοποίηση, τη σύγκριση και το χειρισμό των μαθηματικών πράξεων.
3. Τη **λεξιλογική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με διαταραχή στην ανάγνωση και κατανόηση μαθηματικών συμβόλων, μαθηματικών φράσεων ή εξισώσεων. Το παιδί αντιλαμβάνεται τις έννοιες, όταν αυτές παρουσιάζονται προφορικά, αλλά δυσκολεύεται να τις γράψει και να τις κατανοήσει όταν παρουσιάζονται γραπτά.
4. Τη **γραφική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με δυσκολία στο γραπτό χειρισμό των μαθηματικών συμβόλων.
5. Την **ιδεογνωστική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με δυσκολία στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών ή ιδεών, την εκτέλεση νοητικών υπολογισμών και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ακόμα και αν το παιδί μάθει μια μαθηματική έννοια δυσκολεύεται πολύ να την ανασύρει από τη μνήμη.
6. Τη **λειτουργική** δυσαριθμησία, που εκδηλώνεται με δυσκολία στην εκτέλεση - ολοκλήρωση μαθηματικών λειτουργιών ή μαθηματικών

υπολογισμών, είτε αυτοί είναι γραπτοί είτε προφορικοί. Υπάρχει κατανόηση των αριθμών και των σχέσεων μεταξύ τους, αλλά δεν είναι δυνατός ο χειρισμός τους στην υπολογιστική διαδικασία. (Παπαδάτος, 2005; Τρίγκα & Μερτικά, 2010)

Το 1983 η N. Bandian πρότεινε μια νέα κατηγοριοποίηση της δυσαριθμησίας: αλεξία ή αγραφία αριθμών

- χωρική δυσαριθμησία
- αναριθμησία
- δυσαριθμησία προσοχής - μνήμης
- μεικτός τύπος

(Παπαδάτος, 2005, Τρίγκα & Μέρτικα, 2010)

2.2 Κριτήρια Διάγνωσης

Η αποτελεσματική αντιμετώπιση των δυσκολιών στην αρίθμηση και στις σχετικές πράξεις, εξαρτάται από την ακρίβεια της διάγνωσης αυτών των δυσκολιών. Η διάγνωση της ύπαρξης ειδικών δυσκολιών στην αρίθμηση μπορεί να γίνει με τη χρήση σταθμισμένων τεστ αριθμητικών ικανοτήτων, με βάση τα οποία προσδιορίζεται το επίπεδο του ατόμου σε σχέση με των συνομηλίκων του. (Μαριδάκη - Κασσωτάκη, 2005)

Αντιπροσωπευτικό δείγμα τυποποιημένων δοκιμασιών αξιολόγησης είναι οι κλίμακες νοημοσύνης, στις οποίες συνήθως περιλαμβάνονται μαθηματικές πράξεις και προβλήματα. (Αγαλιώτης, 2005)

Τα αποτελέσματα αυτών των τεστ, δεν επαρκούν για να γίνει πλήρης διάγνωση, γι' αυτό και πρέπει να γίνει μια συνέντευξη με το άτομο και να του τεθούν αριθμητικά προβλήματα, με σκοπό να πει δυνατά τη σκέψη του, για την λύση του. Ο ειδικευμένος, μπορεί να παρεμβαίνει όπου αυτός το κρίνει σκόπιμο για να αντλήσει περισσότερες πληροφορίες.

Τέλος, όπως και στη διάγνωση των γλωσσικών δυσκολιών, ιδιαίτερα χρήσιμη στη διάγνωση των δυσκολιών στα μαθηματικά, είναι η ανάλυση των λαθών που διαπράττονται από τα παιδιά και η αναζήτηση των ελλείψεων και των αδυναμιών που ευθύνονται για αυτά. (Μαριδάκη - Κασσωτάκη, 2005)

2.3 Συμπτώματα και κλινική εικόνα

Τα μαθηματικά αποτελούν ένα σύνθετο γνωστικό αντικείμενο το οποίο απαιτεί τη σωστή αντίληψη της γλώσσας, του χώρου και της ποσότητας. Συγκεκριμένα, η μαθηματική διδασκαλία απαιτεί την ταυτόχρονη αξιοποίηση των σύνθετων γνωστικών διεργασιών, που ακολουθούνται και στην διαδικασία της ανάγνωσης (Πολυχρόνη, 2011). Οι μαθητές με διαταραχές στα μαθηματικά παρουσιάζουν, κυρίως, δυσκολίες στις βασικές μαθηματικές έννοιες και στη χρήση στρατηγικών κατά την επίλυση των προβλημάτων.

Σύμφωνα με τον Καραπέτσα (1998), οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με δυσαριθμησία μπορούν να συνοψιστούν στους εξής τομείς:

1. Διαταραγμένη η γραφή των αριθμητικών συμβόλων και αριθμών.
2. Λάθη οπτικοχωρικά και ακουστικοχωρικά και απτικοχωρικά.
3. Διαταραχή στην ανάγνωση αριθμητικών όρων και συμβόλων και αριθμών.
4. Αδυναμία εκτέλεσης βασικών αριθμητικών πράξεων.
5. Χαμηλός μυϊκός τόνος στα χέρια και δάχτυλα.
6. Φτώχη μνήμη αριθμητικών γεγονότων.
7. Αδύνατος ο τρόπος σκέψης επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.

Πιο συγκεκριμένα, οι δυσκολίες διακρίνονται, σύμφωνα με τον Geary (2004) σε τρεις κατηγορίες (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007):

α) Προβλήματα στη χρήση διαδικασιών και βασικών εννοιών.

Σε αυτή την κατηγορία κατατάσσονται οι μαθητές που εμφανίζουν λανθασμένη εφαρμογή των (Geary, 2004) μαθηματικών διεργασιών και εκδηλώνουν καθήλωση

στα πρώτα στάδια της μαθηματικής γνώσης και στρατηγικής, όπως είναι το μέτρημα με τα δάχτυλα. Τα άτομα αυτά παρουσιάζουν τυπική αναπτυξιακή πορεία αλλά με σημαντική καθυστέρηση (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007).

β) Προβλήματα στη σημασιολογική μνήμη.

Η σημασιολογική μνήμη είναι υπεύθυνη για την ανάκληση των πληροφοριών, ενώ η βλάβη αυτής οδηγεί σε αδυναμία ανάκλησης αριθμητικών δεδομένων. Με άλλα λόγια, οι μαθητές με δυσαριθμησία πραγματοποιούν αξιοσημείωτα λάθη κατά την επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων, με συμπέρασμα να δυσχεραίνεται η ομαλή ανάπτυξη των μαθηματικών ικανοτήτων.

γ) Προβλήματα στην οπτικο – χωρική αντίληψη.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της κατηγορίας είναι η ελλειμματική αναπαράσταση των αριθμητικών δεδομένων. Επεξηγηματικά, οι μαθητές δυσκολεύονται να τοποθετήσουν τα μαθηματικά σύμβολα στη σωστή θέση πάνω στο χαρτί, με αποτέλεσμα να καταλήγουν σε λάθος αποτελέσματα πράξεων.

Συνοπτικά, άλλα χαρακτηριστικά της διαταραχής των μαθηματικών είναι (Τζιβινίκου, 2015):

- Η δυσκολία στη γραφή των μαθηματικών συμβόλων
- Η αδυναμία νοερών πράξεων και επίλυση εξισώσεων
- Η έλλειψη οργάνωσης στον χώρο κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων
- Η δυσκολία στη μέτρηση και στον υπολογισμό μαθηματικών πράξεων
- Η δυσκολία κατά τις χρηματικές συναλλαγές
- Ελλειμματική κατανόηση της χρονικής ακολουθίας των γεγονότων

Ως συμπέρασμα, τα παιδιά που αντιμετωπίζουν διαταραχές των μαθηματικών χαρακτηρίζονται από ελλειμματική κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, όπως είναι τα κλάσματα και τα σύμβολα των πράξεων αλλά και από αδυναμία συγκράτησης των μαθηματικών δεδομένων για τη μετέπειτα χρήση τους με σκοπό την επίλυση των προβλημάτων (Τζιβινίκου, 2015).

Τα παιδιά που αντιμετωπίζουν μαθηματικές δυσκολίες συχνά εμφανίζουν και διάσπαση της προσοχής, η οποία αντανακλάται στον τύπο των υπολογιστικών λαθών που κάνουν. Μπορεί να αφήσουν, για παράδειγμα, ένα μαθηματικό πρόβλημα στη μέση και να προχωρήσουν στο επόμενο πρόβλημα. Επίσης, είναι πιθανό να κάνουν λάθη εξαιτίας της παρορμητικότητας τους και όταν αυτό τους επισημανθεί να αποδείξουν ότι είναι σε θέση να φθάσουν στην σωστή λύση του προβλήματος. Πολύ συχνά δυσκολεύονται να περάσουν από την μια πράξη σε μια επόμενη διαφορετική, με αποτέλεσμα να προσθέτουν αντί να αφαιρούν. Ακόμα, είναι πιθανό να έχουν προβλήματα με την οπτική τους αντίληψη με αποτέλεσμα να μην μπορούν να στοιχίσουν σωστά σειρές ή στήλες και να κάνουν λάθη «απροσεξίας».

Πιο συγκεκριμένα οι δυσκολίες που συνήθως απαντούν τα παιδιά που πάσχουν από Ειδική Διαταραχή των Αριθμητικών Ικανοτήτων αφορούν στους ακόλουθους τομείς:

- εκμάθηση των ονομάτων των αριθμών,
- καταγραφή των αριθμητικών συμβόλων,

- κατανόηση των εννοιών «συνδέω» - «χωρίζω»,
- κατανόηση της έννοιας «αξία» αριθμητικού μεγέθους,
- κατανόηση προβλημάτων που διατυπώνονται προφορικά,
- εκμάθηση της έννοιας των συμβόλων των αριθμητικών πράξεων,
- σωστή χρησιμοποίηση των συμβόλων των αριθμητικών πράξεων,
- επανάληψη αριθμητικής αλληλουχίας,
- εκτέλεση πράξεων από μνήμης,
- σωστή εκτέλεση υπολογισμών,
- ταχύτητα εκτέλεσης υπολογισμών,
- κατανόηση γραφικών παραστάσεων,
- απόδοση στοιχείων με τη μορφή γραφικής παράστασης,
- ευθυγράμμιση-στοίχιση των αριθμητικών ψηφίων κατά την εκτέλεση πράξεων (π.χ. πρόσθεση περισσοτέρων των 2 αριθμών) (Σπανού & Τριπόδης, 2010).

2.4 Τύποι Δυσαριθμησίας

Σύμφωνα με τον Καραπέτσα (1998), οι τύποι δυσαριθμησίας είναι οι εξής:

- **Τύπος με δυσλειτουργίες του Δεξιού ημισφαιρίου.** Χαρακτηριστικά: Διαταραχή: οπτικο-αντιληπτική, απτικοαντιληπτική, οπτικο-οργάνωσης, ψυχοκινητική και εννοιολογική. Δυσαριθμησία: 1.Πραξιογνωστική: Δυσκολίες απαρίθμησης ,σύγκρισης και εκτέλεσης υπολογισμών είτε πραγματικά είτε υποθετικά. 2.Ιδεογνωστική : Δύσκολη η κατανόηση μαθηματικών υπολογισμών.
Διάγνωση – κριτήρια:
 - α. Οργάνωση χωρικών πληροφοριών.
 - β. Προσοχή-κατανόηση οπτικών πληροφοριών.
 - γ. Παρακολούθηση διαδικασιών.
 - δ. Εναλλαγή νοητικών σταδίων.
 - ε. Γραφή αριθμών.
 - στ. Μνήμη αριθμητικών γεγονότων.
 - ζ. Λογική Μαθηματικών.
- **Τύπος με δυσλειτουργίες του Αριστερού ημισφαιρίου.** Χαρακτηριστικά:

Διαταραχές σε δοκιμασίες γλώσσας και ακουστικο-αντιληπτικές δοκιμασίες. Δυσαριθμησίες: α. Γλωσσική: Δυσκολίες στην προφορική και γραπτή παραγωγή των αριθμών, στην κατανόησή τους και στη μαθηματική γλώσσα. β. Οπτικο-χωρική: Δύσκολη η εκτέλεση των αριθμητικών πράξεων οπτικοχωρικά, γλωσσικο-χωρικά και κινητικοχωρικά. Εμπλοκή και Δεξιού ημισφαιρίου. γ. Λεκτική: Δύσκολη η ονομάτιση αριθμητικών ποσών, αριθμών, όρων, συμβόλων και σχέσεων. δ. Αναγνωστική: Δύσκολη η ανάγνωση αριθμητικών συμβόλων και η κατανόηση των προβλημάτων. ε. Γραφή: Δύσκολη η γραφή των αριθμητικών συμβόλων και προβλημάτων. στ. Δυσαριθμησία του αναπτυξιακού Συνδρόμου Gerstmann.

2.5 Επιπολασμός

Σύμφωνα με τους Gross- Tsur et al. (1996), ο επιπολασμός της δυσαριθμησίας στη σχολική ηλικία φτάνει το 6.5%, αντίστοιχο με αυτό της δυσλεξίας, και είναι το ίδιο συνηθισμένη και στα δύο φύλα. Μάλιστα αναφέρουν ότι το 25% από τα παιδιά με δυσαριθμησία έχουν επίσης συμπτώματα ΔΕΠΥ και το 17% έχουν διαγνωστεί με δυσλεξία. Ο Geary (2006) υποστηρίζει ότι το 3% - 8% των παιδιών σχολικής ηλικίας θα εμφανίσουν συμπτώματα δυσαριθμησίας και μάλιστα υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αναπτύξουν και «άγχος των μαθηματικών», το οποίο οδηγεί στη συνέχεια σε αποφυγή των μαθηματικών και σε μεγαλύτερες δυσκολίες στην κατάκτηση μαθηματικών δεξιοτήτων.

2.6 Αιτιολογία

Το προφίλ ενός ατόμου με δυσαριθμησία ποικίλλει και τα συμπτώματα είναι πολλά και διαφορετικά, έτσι και η αιτιολόγηση είναι δύσκολο να αποδοθεί σε ένα μόνο παράγοντα. Πολλές φορές η αίτια της δυσκολίας στα μαθηματικά έχει αναζητηθεί σε παραμέτρους, όπως μια γενετική προδιάθεση, αν για παράδειγμα είναι κληρονομική ή αποτελεί μια εγκεφαλική δυσλειτουργία που υπάρχει εκ γενετής. Μια άλλη παράμετρος είναι τα διάφορα γνωστικά ελλείμματα, είτε αυτά αφορούν γενικότερες ελλείψεις ως αποτέλεσμα χαμηλής ευφυΐας, είτε ειδικότερες ελλείψεις, που αναφέρονται σε συγκεκριμένες γνωστικές περιοχές, όπως η εργαζόμενη μνήμη, η αντίληψη αριθμητικών συστημάτων, η κατάκτηση της έννοιας του αριθμού κ.α. Επιπλέον, υπάρχει μεγάλη συννοσηρότητα της μαθηματικής δυσκολίας με τις

αναγνωστικές ελλείψεις, κάτι που έχει εντάξει την ειδική μαθησιακή δυσκολία στα μαθηματικά, ή κάποια συμπτώματα της, στην ιδιοσυγκρασία της ίδιας της δυσλεξίας. Τέλος, μεγάλη σημασία έχει το περιβάλλον και κατά πόσο αυτό ενισχύει σε ερεθίσματα ή επιδεινώνει τις μαθηματικές ικανότητες του ατόμου. Πληθώρα περιβαλλοντικών παραγόντων μέσα στην τάξη μπορούν να επηρεάσουν τις μαθηματικές δεξιότητες ενός ατόμου, όπως η ανεπαρκής διδασκαλία, μη εγκεκριμένα προγράμματα διδασκαλίας, πολυπληθείς τάξεις, η ποικιλία του μαθητικού πληθυσμού, η έλλειψη πόρων. Ακόμα και η ψυχολογία του παιδιού μπορεί να επηρεάσει σοβαρά την απόδοση του στα μαθηματικά. Συχνά αναφέρεται το «μαθηματικό άγχος», ως μια κατάσταση στην οποία το παιδί έχει αυξημένο άγχος ή και φόβο, όταν του ζητείται να ασχοληθεί με δεξιότητες που απαιτούν τη χρήση μαθηματικών. Όλα τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν σε μια χαμηλή επίδοση των παιδιών στα μαθηματικά.

2.6.1. Γενετική προδιάθεση

Έχει αναγνωριστεί μια γενετική προδιάθεση στα παιδιά με δυσαριθμησία. Σε έρευνα που έγινε σε διδύμους, με τη δυσαριθμησία ως μοναδική ειδική μαθησιακή δυσκολία, βρέθηκε ότι το 58% των μονοζυγωτικών και το 39% των διζυγωτικών, που είχαν αδέρφια με δυσαριθμησία, είχαν και οι ίδιοι (Shalev et al., 2001). Η κληρονομικότητα της δυσαριθμησίας επιβεβαιώνεται και από μια δημογραφική έρευνα των Gross - Tsur et al. (1996), όπου σημειώθηκε ότι το 10% των γονιών παιδιών με δυσαριθμησία αναφέρουν ότι τουλάχιστον ένα άλλο μέλος της οικογένειας χρειάστηκε βοήθεια στα μαθηματικά και το 45% από αυτούς ότι είχαν μια άλλη μαθησιακή δυσκολία. Έρευνα σε 39 οικογένειες έδειξε ότι παραπάνω από τους μισούς συμμετέχοντες (77 παιδιά με δυσαριθμησία) είχαν γονείς και αδέρφια με δυσαριθμησία, με παρόμοια ποσοστά για τους γονείς (53%), τους αδελφούς (53%) και τις αδελφές (52%). Από τους συγγενείς δευτέρου βαθμού το 44% διαγνώστηκαν επίσης με δυσαριθμησία (Shalev et al., 2001).

Συμπερασματικά, η κληρονομική προδιάθεση της δυσαριθμησίας είναι εμφανής, με το ποσοστό της κληρονομικότητας (52% σε έρευνα με 149 οικογένειες) να είναι 10 φορές μεγαλύτερο από αυτό που αναμένεται στο γενικό πληθυσμό (επιπολασμός: 5%- 6.5%).

2.6.2. Εγκεφαλική λειτουργία

Η δυσαριθμησία θεωρείται εκτός των άλλων, ότι έχει και νευρολογική αιτιολογία. Για την ακρίβεια πιστεύεται ότι αφορά μια διαταραχή και στα 2 ημισφαίρια και εντοπίζεται ειδικότερα στην αριστερή βρεγματική - κροταφική περιοχή (Shalev & Gross-Tsur, 2001). Έρευνες με νευροαπεικόνιση δείχνουν ότι σε τυπικά άτομα που καταπιάνονται με τα μαθηματικά, η εγκεφαλική δραστηριότητα εντοπίζεται σε προμετωπιαίες και κατώτερες βρεγματικές περιοχές. Σε άλλες πάλι έρευνες υποστηρίζεται ότι η βασική περιοχή για την επεξεργασία των αριθμών στους ανθρώπους βρίσκεται στην ενδοβρεγματική αύλακα, με μεγάλο μέρος των ερευνών να τονίζουν ότι αυτή η περιοχή καθορίζει την σύγκριση των ψηφίων και τη διάταξη των κουκίδων (Butterworth & Laurillard, 2010). Η ασυμφωνία μεταξύ των ερευνών επισημαίνει ένα παραπάνω τη θέση, ότι η επεξεργασία των αριθμών επιτυγχάνεται με τον συνδυασμό ενός πολύπλοκου συστήματος νευρώνων και εγκεφαλικών περιοχών, όπου το καθένα υπηρετεί μια συγκεκριμένη γνωστική διαδικασία (Fias et al., 2013). Αναλυτικότερα, έχουμε τη συνοχή της σύνδεσης του οπτικού και ακουστικού φλοιού, η οποία βοηθά στην αποκωδικοποίηση της οπτικής μορφής και των φωνολογικών στοιχείων του ερεθίσματος, και του βρεγματικού συστήματος προσοχής, το οποίο βοηθά στην εδραίωση σημασιολογικών αναπαραστάσεων της ποσότητας. Έπειτα, το διαδικαστικό σύστημα μνήμης και το σύστημα της εργαζόμενης μνήμης, που εδράζουν στα βασικά γάγγλια και σε προμετωπιαία - βρεγματικά κυκλώματα, δημιουργούν τις αναπαραστάσεις της βραχύχρονης μνήμης, οι οποίες με τη σειρά τους υποστηρίζουν το χειρισμό πολλαπλών διακριτών ποσοτήτων σε λίγα δευτερόλεπτα. Επίσης, σημαντικό ρόλο παίζουν τα συστήματα επεισοδιακής και σημασιολογικής μνήμης στην μορφοποίηση της μακρόχρονης μνήμης και στη γενίκευση πέρα από τα χαρακτηριστικά ενός συγκεκριμένου προβλήματος. Τέλος, προμετωπιαίες διαδικασίες ελέγχου οδηγούν και διατηρούν την προσοχή με σκοπό της λήψη αποφάσεων γύρω από ένα στόχο (Fias et al., 2013). Γενικότερα, είναι φανερό ότι γνωστικές δεξιότητες όπως η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων εξαρτώνται από την αλληλεπίδραση πολλών διαφορετικών εγκεφαλικών δικτύων.

Δίνοντας περισσότερη βάση στη διακριτή λειτουργία των δύο ημισφαιρίων, ο Περικλειδάκης (2003) αναφέρει ότι: «το αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο σχετίζεται κυρίως με τη γλώσσα και το δεξί με χωρικές λειτουργίες. Σε σχέση με τα μαθηματικά,

το αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο θεωρείται υπεύθυνο για την αναγνώριση των συμβόλων, των αριθμών και των αριθμητικών πράξεων, για την αρίθμηση και απομνημόνευση πινάκων των απλών πράξεων, για την εκτέλεση των αλγόριθμων των πράξεων και για τη λογική ανάλυση. Δυσλειτουργία ή βλάβη του αριστερού ημισφαιρίου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην κατανόηση της έννοιας του αριθμού, δυσκολίες στην απομνημόνευση και ανάκληση των απλών αριθμητικών πράξεων και διαταραχές στην εκτέλεση των αλγορίθμων των πράξεων. Αντίθετα το δεξί ημισφαίριο υπερέχει στην αντίληψη σύνθετων γεωμετρικών σχημάτων, στην ερμηνεία γραφημάτων, στην συγκράτηση της πρακτικής εφαρμογής των εννοιών, στην εκτίμηση των αποτελεσμάτων των πράξεων και των αριθμητικών προβλημάτων».

Η πλειονότητα των ατόμων για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των μαθηματικών εφαρμόζουν στρατηγικές και των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων που παρά τις διαφορές τους αλληλοσυμπληρώνονται. Υπάρχουν, όμως, μαθητές που κατά κύριο λόγο στηρίζονται και εφαρμόζουν στρατηγικές του ενός εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Όσοι στηρίζονται στο αριστερό ημισφαίριο υπερτερούν σε στρατηγικές, όπως η αρίθμηση, η πρόσθεση και ο πολλαπλασιασμός και όταν αντιμετωπίζουν ένα μαθηματικό πρόβλημα προσπαθούν να το εντάξουν σε μία γνωστή κατηγορία και να χρησιμοποιήσουν γνώσεις και δεξιότητες που ήδη γνωρίζουν. Από την άλλη πλευρά, όσοι στηρίζονται και χρησιμοποιούν το δεξί ημισφαίριο είναι καλύτεροι στη Γεωμετρία και είναι ιδιαίτερα ικανοί και δημιουργικοί στην επίλυση προβλημάτων (Αγαλιώτης, 2000).

2.6.3. Γνωστικά ελλείμματα

Περίπου το 6 – 7% των παιδιών σχολικής ηλικίας, παρουσιάζει ένα γνωστικό ή νευροψυχολογικό έλλειμμα, που επηρεάζει τις επιδόσεις του στους υπολογισμούς ή/και στην επίλυση προβλημάτων με λέξεις (Passolunghi & Siegel, 2004). Έρευνες έχουν καταγράψει ότι στα άτομα με δυσαριθμησία διακυβεύεται η λειτουργική ακεραιότητα και των δύο ημισφαιρίων. Γι' αυτό το λόγο, φαίνεται να έχει επηρεαστεί η ικανότητα τους να αναπαριστούν και νοητά να χειρίζονται αριθμητικές οντότητες. Επίσης, τα άτομα με δυσαριθμησία έχουν δυσκολία στο να απομνημονεύσουν αριθμητικά δεδομένα, προαπαιτούμενα για τις πράξεις της πρόσθεσης – αφαίρεσης - πολλαπλασιασμού – διαίρεσης. Συχνά καταφεύγουν σε ανώριμες αναπτυξιακά

τεχνικές αρίθμησης (απαρίθμηση με τα δάχτυλα), και αδυνατούν να αναπτύξουν ή να χρησιμοποιήσουν δικές τους στρατηγικές μνήμης (Iuculano et al., 2008).

Γενικότερα, τα παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά χρησιμοποιούν τις ίδιες στρατηγικές με τα τυπικά παιδιά αλλά διαφέρουν στη μίξη των στρατηγικών, την ακρίβεια και το μοτίβο της αναπτυξιακής αλλαγής. Με άλλα λόγια κάνουν λάθη αρίθμησης, χρησιμοποιούν ανώριμους αναπτυξιακά τρόπους στην αθροιστική διαδικασία και δυσκολεύονται στην ανάκληση από την μακρόχρονη μνήμη βασικών αριθμητικών δεδομένων, κάτι που δε φαίνεται να βελτιώνεται με τα χρόνια και λαμβάνεται ως ένα επίμονο γνωστικό έλλειμμα παρά σαν μια καθυστερημένη ανάπτυξη. Μάλιστα οι Mussolin et al., (2010), αναφέρουν ότι η γνώση των δαχτύλων και οι χωρικές ικανότητες ενός παιδιού θα μπορούσαν να είναι καλοί δείκτες για τα παιδιά με αριθμητικές δυσκολίες, καθώς μοιράζονται κοινούς νευρολογικούς μηχανισμούς με τους αριθμούς και επηρεάζουν την απόκτηση αριθμητικών δεξιοτήτων.

Οι Passolunghi και Siegel (2004), παρατήρησαν ότι, αν και είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς τα παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά από τα παιδιά που έχουν χαμηλή επίδοση στα τεστ μαθηματικών, στα παιδιά με δυσαριθμησία το γνωστικό έλλειμμα στα μαθηματικά παραμένει επίμονο παρά τις παρεμβάσεις. Αυτό υποδεικνύει ότι μια χαμηλή επίδοση σε μια τάξη δεν είναι απαραίτητα ένδειξη επίμονης μαθηματικής δυσκολίας (δυσαριθμησίας).

2.6.3.1.Αριθμητικά συστήματα

Σύμφωνα με τους De Visscher & Noel (2013), υπάρχουν δύο διακριτές αντιλήψεις για την αιτιολόγηση της δυσαριθμησίας. Η πρώτη αφορά την υπόθεση ότι η δυσαριθμησία οφείλεται σε μια ειδική διαταραχή του συστήματος των κατά προσέγγιση αριθμών (approximate number system), ενώ η δεύτερη προσέγγιση μιλάει για ελλείψεις στη γενική γνωστική επεξεργασία που δημιουργεί αναπτυξιακά προβλήματα στις μαθηματικές δεξιότητες.

Αρχικά το σύστημα των κατά προσέγγιση αριθμών αναφέρεται σε μια νοητή αριθμογραμμή, η οποία αναπαριστά τις αριθμητικές ποσότητες, όπως η καμπύλη του Gauss. Κατ' επέκταση οι μεγάλοι αριθμοί αναπαριστώνται με μικρότερη ακρίβεια σε σχέση με τους μικρούς αριθμούς. Αυτή η ιδιαιτερότητα οδηγεί στο φαινόμενο της

απόστασης (distance effect), όπου όσο μεγαλύτερη η απόσταση δύο αριθμών (π.χ. 1, 9), τόσο πιο εύκολη και γρήγορη είναι η σύγκριση αυτών σε σχέση με τους αριθμούς που έχουν μικρότερη απόσταση (π.χ. 8, 9) (Ashkenazi et al., 2009). Άλλες έρευνες υποστηρίζουν ότι διαταραχή υπάρχει μόνο όταν τα άτομα με δυσαριθμησία πρέπει να επεξεργαστούν το μέγεθος των αραβικών αριθμών, συνδυάζοντας ή συγκρίνοντας αναπαραστάσεις μεγέθους με αραβικές αναπαραστάσεις των αριθμών (size effect).

Τέλος, οι De Visscher & Noel (2013), μιλούν και για μια τρίτη θεωρία, την υπερευαισθησία στην παρέμβαση (hypersensitivity-to-interference). Η θεωρία αυτή αναφέρεται στη δυσκολία που υπάρχει στη γρήγορη ανάκληση αριθμητικών δεδομένων, η οποία χαρακτηρίζει τα άτομα με δυσαριθμησία. Τα αριθμητικά δεδομένα αφορούν προβλήματα για τα οποία αντλούμε την σωστή απάντηση από μνήμη. Τα τυπικά παιδιά εμφανίζουν μια μετάβαση από τις διαδικαστικές στρατηγικές σε λύσεις βασισμένες στη μνήμη, αναπτύσσοντας ένα δίκτυο αριθμητικών δεδομένων, κάτι που δεν ισχύει για τα παιδιά με δυσαριθμησία. Με άλλα λόγια τονίζεται μια σοβαρή δυσκολία στη μακρόχρονη μνήμη που οδηγεί κατ' επέκταση σε πιο αργές και ανακριβείς απαντήσεις.

2.6.3.2. Εργαζόμενη μνήμη

Πρόσφατες έρευνες επικεντρώνονται στο ρόλο που παίζει η εργαζόμενη μνήμη στη μαθηματική γνώση.

Αρχικά η εργαζόμενη μνήμη ορίζεται ως η ικανότητα να διατηρεί κανείς λεπτομερώς μια νοητική αναπαράσταση μιας ποσότητας πληροφοριών, ενώ ταυτόχρονα επενεργεί σε άλλες νοητικές διεργασίες (Geary et al., 2004). Έχει βρεθεί ότι η εργαζόμενη μνήμη είναι πολύ σημαντική στον υπολογισμό και την επίλυση προβλημάτων με λέξεις και έχει θεωρηθεί ως ένα κεντρικό έλλειμμα στα παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά (Passolunghi & Siegel, 2004).

Το μοντέλο που αφορά την εργαζόμενη μνήμη αναπτύχθηκε από τον Baddeley & Hitch το 1974 και αναφέρεται σε ένα εγκεφαλικό σύστημα το οποίο παρέχει προσωρινό χώρο αποθήκευσης και χρήσης των πληροφοριών που είναι απαραίτητες για σύνθετες γνωστικές διεργασίες, όπως η γλωσσική κατανόηση, η μάθηση και η λογική. Αυτός ο ορισμός εξελίχθηκε από την έννοια ενός ενιαίου βραχυπρόθεσμου μνημονικού συστήματος το οποίο χωρίζεται σε 3 κατηγορίες (Baddeley, 1992):

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

1. Το κεντρικό εκτελεστικό, το οποίο θεωρείται ότι είναι ένα σύστημα ελέγχου της προσοχής, είναι σημαντικό για διαδικασίες όπως το σκάκι, και επηρεάζεται ιδιαίτερω από νευρολογικές διαταραχές τύπου Alzheimer, ΔΕΠΥ κ.α.
2. Το οπτικο-χωρικό σημειωματάριο (visuo – spatial sketchpad), το οποίο χειρίζεται τις οπτικές εικόνες και γενικότερα τις οπτικο-χωρικές πληροφορίες.
3. Το φωνολογικό κύκλωμα (the phonological loop), το οποίο είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση, προετοιμασία και ανάκληση λεκτικών πληροφοριών. Είναι απαραίτητο επίσης για την εκμάθηση της μητρικής αλλά και ξένων γλωσσών.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να γίνει αντιληπτή η διάκριση μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και της βραχύχρονης μνήμης. Η βραχύχρονη μνήμη βασίζεται σε μια παθητική αποθήκευση των πληροφοριών στη μνήμη και περιλαμβάνει την ανάκληση τους χωρίς την διαχείριση αυτού με κάποιον τρόπο. Αντίθετα, το έργο της εργαζόμενης μνήμης απαιτεί μια πιο ενεργή επεξεργασία, αφού οι πληροφορίες συγκρατούνται προσωρινά, ενώ παράλληλα διαχειρίζονται ή μετατρέπονται σε κάτι άλλο. Θα μπορούσε κανείς να πει ότι η ενεργή επεξεργασία της εργαζόμενης μνήμης και η παθητική αποθήκευση της βραχύχρονης μνήμης, αν και διακριτά στοιχεία, αποτελούν ένα συνεχές (Passolunghi & Siegel, 2004).

Η παράλληλη αποθήκευση και η επεξεργασία των πληροφοριών είναι μια πλευρά της εργαζόμενης μνήμης, από την άλλη ο συντονισμός των πηγών πληροφόρησης είναι μια βασική λειτουργία, με τη μνημονική αποθήκευση να αποτελεί μόνο μία από τις πολλές απαιτήσεις που μπορεί να έχει το παραπάνω σύστημα (Baddeley, 1992). Πιο συγκεκριμένα, το φωνολογικό κύκλωμα φαίνεται να υποστηρίζει διαδικασίες αρίθμησης και το κεντρικό – εκτελεστικό φαίνεται να συμμετέχει στο συντονισμό διάφορων δραστηριοτήτων, όπως ο υπολογισμός ή η επίλυση λεκτικών προβλημάτων.

Τα παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά παρουσιάζουν συγκεκριμένες δυσκολίες σε δεξιότητες της εργαζόμενης μνήμης, όταν απαιτείται η ανάκληση αριθμητικών πληροφοριών αλλά και ο διαχωρισμός των σχετικών από των άσχετων. Το έλλειμμα στην εργαζόμενη μπορεί να σχετίζεται με μια βλάβη στο μηχανισμό αναστολής (inhibition), ο οποίος επιτρέπει την απόρριψη των άσχετων πληροφοριών από το σύστημα. Συμπερασματικά, είναι πιθανό τα παιδιά με δυσκολίες

στα μαθηματικά να μην εμφανίζουν έλλειμμα στη μνήμη αυτή καθεαυτή, αλλά μια δυσκολία να ελέγχουν την προσοχή και την ικανότητα να διατηρούν τις πληροφορίες σε μια ενεργή και γρήγορη κατάσταση ανάκλησης.

Οι Passolunghi και Siegel (2004), υποστηρίζουν ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία δυσκολεύονται σε απλές και βασικές αριθμητικές διαδικασίες, όπως η σύγκριση αριθμών, αλλά και σε, πιο υψηλών απαιτήσεων, διαδικασίες, όπως η αναγνώριση της κατάλληλης πράξης σε ένα απλό λεκτικό πρόβλημα, τονίζοντας το βάθος των μαθηματικών τους δυσκολιών. Αυτές οι δυσκολίες παραμένουν ακόμα και μετά από πολλά χρόνια σχολικής εκπαίδευσης και συνδέονται με ένα βασικό και επίμονο έλλειμμα στην εργαζόμενη μνήμη. Αναφέρουν δε ότι αυτό το έλλειμμα είναι γενικό και διακρίνεται σε όλες τις δραστηριότητες πάνω στην εργαζόμενη μνήμη, τόσο με λεκτικές όσο και με μη λεκτικές μαθηματικές πληροφορίες. Η παραπάνω θέση επιβεβαιώνει την υπόθεση ενός γενικευμένου και επίμονου ελλείμματος στην εργαζόμενη μνήμη στα παιδιά με δυσαριθμησία, που συνδέεται με μια έλλειψη στο κεντρικό - εκτελεστικό σύστημα με βάση το μοντέλο του Baddeley (1992). Επιπλέον, τονίζεται ότι οι δυσκολίες δεν οφείλονται στη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης, καθώς αυτή είναι παρόμοια τόσο στα τυπικά παιδιά όσο και στα παιδιά με δυσαριθμησία. Παρόλα αυτά, φαίνεται ότι η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης χρησιμοποιείται με λιγότερο λειτουργικό τρόπο από τα παιδιά με δυσκολίες στα μαθηματικά.

Στην τυπική ανάπτυξη η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης αυξάνεται από τη νηπιακή ηλικία μέχρι και τα χρόνια του δημοτικού σχολείου. Για παράδειγμα ένα νήπιο μπορεί να συγκρατήσει 3 με 4 αντικείμενα κάποιου είδους πληροφορίας, όπως οι αριθμοί, στην εργαζόμενη μνήμη του. Από την άλλη ένα παιδί γύρω στα 10 μπορεί να συγκρατήσει 5 με 6 αντικείμενα. Οι μηχανισμοί που υποστηρίζουν αυτές τις αναπτυξιακές αλλαγές περιλαμβάνουν τη χρήση στρατηγικών, όπως η ανάκληση, ώστε να συγκρατούνται οι πληροφορίες ενεργές στην εργαζόμενη μνήμη. Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά παρουσιάζουν χαμηλή επίδοση σε μια ποικιλία διαδικασιών που αφορούν την εργαζόμενη μνήμη, όπως το αριθμητικό εύρος (counting span). Παρόλα αυτά, οι μηχανισμοί που υποστηρίζουν αυτές τις διαφορές δεν είναι ξεκάθαροι. Κάποιες έρευνες θεωρούν ότι οι διαφορές οφείλονται στην ταχύτητα επεξεργασίας, δηλαδή την ταχύτητα που λέει κανείς τους αριθμούς, ενώ

άλλες έρευνες υποστηρίζουν ότι οι διαφορές οφείλονται στη φτωχή αναπαράσταση των πληροφοριών.

Μάλιστα, ο Engle (2002) αναφερόμενος στη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης τονίζει ότι αυτή δεν έχει σχέση με τις ατομικές διαφορές στο πόσα αντικείμενα μπορούν να αποθηκευτούν, αλλά έχει να κάνει με τις διαφορές στην ικανότητα να ελέγχεται η προσοχή, ώστε να διατηρηθούν οι πληροφορίες σε μια ενεργή και γρήγορα ανακαλούμενη κατάσταση. Με άλλα λόγια, η χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης δεν αφορά άμεσα τη μνήμη, αλλά το πώς χρησιμοποιεί κανείς την προσοχή του, ώστε να διατηρήσει ή να καταστείλει πληροφορίες. Καλύτερη χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης δε σημαίνει ότι περισσότερα αντικείμενα μπορούν να διατηρηθούν-αποθηκευτούν ως ενεργά, αλλά ότι αυτό είναι το αποτέλεσμα καλύτερης ικανότητας να ελέγχει κανείς την προσοχή.

2.6.3.3. Η έννοια του αριθμού - «number sense»

Η δυσαριθμησία θα μπορούσε να συνδεθεί με μια έλλειψη στην «έννοια του αριθμού» (number sense), κάτι που περιλαμβάνει την ικανότητα να κατανοούμε γρήγορα, να υπολογίζουμε κατά προσέγγιση και να χειριζόμαστε αριθμητικές ποσότητες μη-λεκτικά (Mussolin et al., 2010). Η Dehaene (1997) υποστηρίζει ότι η έννοια του αριθμού είναι μια βασική ικανότητα του ανθρώπινου εγκεφάλου, με προκαθορισμένα εγκεφαλικά κυκλώματα, που κληρονομούνται από την εξελικτική μας ιστορία και αφιερώνονται αποκλειστικά στην αναγνώριση των αριθμών.

Ειδικότερα, η έννοια του αριθμού αποτελεί ένα αναδυόμενο θεμέλιο, το οποίο αναφέρεται στην μεταβλητότητα και την ευελιξία που έχει ένα παιδί με τους αριθμούς. Την αίσθηση του τι σημαίνουν οι αριθμοί και την ικανότητα να παράγει νοητά μαθηματικά, να κοιτάει τον κόσμο και να κάνει συγκρίσεις. Σύμφωνα με τον Piaget, η εξελικτική πορεία ανάπτυξης των τεσσάρων ικανοτήτων, της σύγκρισης, της ταξινόμησης, της αντιστοίχισης και της σειροθέτησης βρίσκεται στον πυρήνα της πορείας διαμόρφωσης της έννοιας του αριθμού. Στο άρθρο των Gersten και Chard (1999) επίσης αναφέρεται ότι η έννοια του αριθμού είναι δύσκολο να καθοριστεί αλλά εύκολο να αναγνωριστεί. Οι μαθητές με καλή έννοια (αίσθηση) του αριθμού μπορούν να κινηθούν απρόσκοπτα από τον πραγματικό κόσμο των ποσοτήτων στον κόσμο των μαθηματικών, των αριθμών και των αριθμητικών εκφράσεων. Τα περισσότερα παιδιά αποκτούν αυτή την αντιληπτική δομή ανεπίσημα μέσα από τις

συναναστροφές με τους γονείς και τα αδέρφια πριν μπουν στο νηπιαγωγείο. Άλλα παιδιά πάλι, που δεν την έχουν κατακτήσει, έχουν ανάγκη από επίσημη διδασκαλία για να το πετύχουν. Η κατάκτηση της έννοιας του αριθμού οδηγεί όχι μόνο στην αυτόματη χρήση των μαθηματικών πληροφοριών, αλλά είναι και το κλειδί για την ικανότητα να κάνει κανείς βασικούς αριθμητικούς υπολογισμούς (Gersten & Chard, 1999).

Σε πολλά άρθρα (Geary et al., 1992, Geary et al., 2004, Iuculano et al., 2008) αναφέρονται 5 βασικές αρχές απαρίθμησης (counting) που μπορούν να λειτουργήσουν σαν δείκτες για την πρόβλεψη της δυσαριθμησίας από πολύ μικρή ηλικία. Οι αρχές αυτές είναι δομημένες, θεωρούνται κληρονομούμενες και εμπλέκονται άμεσα με την έννοια του αριθμού. Σύμφωνα με αυτές η γνώση της αρίθμησης αποτελείται από:

1. την αρχή της 1-1 αντιστοίχισης (one-to-one correspondence): μία μόνο λέξη λειτουργεί σαν ταμπέλα για κάθε αριθμό.
2. την αρχή της σταθερής σειροθέτησης (the stable order principle): η σειρά των λέξεων είναι αμετάβλητη σε κάθε ομάδα.
3. την αρχή του πλήθους του αριθμού (the cardinality principle): η αξία της τελευταίας λέξης αντιπροσωπεύει την ποσότητα των αντικειμένων στο προς αρίθμηση σύνολο.
4. την αρχή της αφαιρετικότητας (the abstraction principle): αντικείμενα οποιουδήποτε είδους μπορούν να συλλεχθούν και να μετρηθούν.
5. την αρχή ότι η σειρά δεν έχει σημασία (the order-irrelevance principle): αντικείμενα σε μια ομάδα μπορούν μετρηθούν σε οποιαδήποτε σειρά.

Η γνώση των πέντε παραπάνω αρχών προηγείται και γι' αυτό κυριαρχεί στην απόκτηση των διαδικασιών αρίθμησης. Παράλληλα η νοητή αριθμογραμμή, είναι κάτι που δομείται με την εμπειρία, τη νευροπλαστικότητα και λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του νηπιαγωγείου και των πρώτων σχολικών χρόνων. Ο ρόλος των νοητικών αναπαραστάσεων, της γλώσσας και της εργαζόμενης μνήμης έχουν αναγνωριστεί ως σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη της νοητής αριθμογραμμής. Βάσει των παραπάνω η πρώιμη, μη λεκτική, κεντρική

αναπαράσταση του μεγέθους παρέχει το αριθμητικό νόημα των αριθμητικών λέξεων και των αραβικών αριθμητικών ψηφίων. Για να δομήσει κανείς, να αυτοματοποιήσει και να μεγεθύνει με επιτυχία μια χωρική εικόνα των αριθμών στη σειρά (αριθμογραμμή) πρέπει να συνδέσει την κατανόηση του μεγέθους με τις συμβολικές και χωρικές (σειροθέτησης) ιδιότητες του αριθμού. Αυτή η διαδικασία απαιτεί τις γνωστικές λειτουργίες που αναπτύσσονται κατά την προσχολική και πρώιμη σχολική ηλικία και περιλαμβάνει τις γλωσσικές δεξιότητες και την εργαζόμενη μνήμη. Για τον παραπάνω λόγο, η ανάπτυξη της νοητής αριθμογραμμής που ενεργοποιεί την επεξεργασία του πλήθους των αριθμών και τη σειροθέτηση αυτών (αρχή 3 και 5) στην ανώτερη μαθηματική λογική φαίνεται να είναι διαταραγμένη στα παιδιά με Δυσαριθμησία, λόγω γενετικών κεντρικών ελλειμμάτων, ανεξάρτητα άλλων συννοσηρών διαταραχών (Von Aster & Shalev, 2007).

Βάσει όλων των παραπάνω γίνεται αντιληπτή η πολυπαραγοντική αιτιολογία της δυσαριθμησίας. Η ειδική μαθησιακή δυσκολία στα μαθηματικά ναί μεν είναι βιολογικής αιτιολογίας καθώς παρατηρείται κληρονομικότητα μεταξύ των μελών μιας οικογένειας, αλλά ταυτόχρονα διαταραχές σε συγκεκριμένα εγκεφαλικά κέντρα μπορούν να εξηγήσουν τα συμπτώματα της. Κατ' επέκταση συγκεκριμένα γνωστικά ελλείμματα έχουν συνδεθεί με αυτή όπως διαταραχές σε συγκεκριμένα αριθμητικά συστήματα. Ένα επίσης γνωστικό έλλειμμα που θεωρείται βασική αιτία της δυσαριθμησίας είναι μια διαταραχή στην εργαζόμενη μνήμη, την ικανότητα δηλαδή του ατόμου να ελέγχει την προσοχή του, ώστε να διατηρεί πληροφορίες σε μια ενεργή και γρήγορα ανακαλούμενη κατάσταση. Τέλος, οι Von Aster & Shalev (2007) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η νευροψυχολογική βάση της δυσαριθμησίας είναι μια διαταραχή της «έννοιας του αριθμού», η οποία χαρακτηρίζεται από ελλείψεις σε βασικές αριθμητικές δεξιότητες και αναφέρεται στην παγκόσμια ικανότητα να αναπαριστά κανείς και να χειρίζεται αριθμητικά μεγέθη μη λεκτικά σε μια νοητή αριθμογραμμή.

3. Νευροψυχολογία της δυσαριθμησίας

Σε αντίθεση με τον όγκο των ερευνών σχετικά με τις διαταραχές της ανάγνωσης, οι μελέτες που εξετάζουν το νευρωνικό υπόστρωμα της δυσαριθμησίας είναι σχετικά λίγες. Περιορισμένες είναι οι νευροαπεικονιστικές μελέτες που έχουν

διερευνήσει τις διαφορές μεταξύ ατόμων με δυσκολίες στα μαθηματικά και τυπικής ανάπτυξης ίδιου ηλικιακού εύρους, είτε ως προς τη δομή του εγκεφάλου και την πυκνότητα της φαιάς ουσίας, είτε ως προς την ενεργοποίηση εγκεφαλικών περιοχών κατά τη σύγκριση αριθμών και την εκτέλεση αριθμητικών υπολογισμών. Ενώ η αρχική ερευνητική δραστηριότητα σχετικά με τη νευροαπεικόνιση στηρίχτηκε σε δείγμα ενηλίκων ή εφήβων με δυσκολίες στα Μαθηματικά ως αποτέλεσμα προωρότητας ή εγγενούς προέλευσης, οι πιο πρόσφατες μελέτες επικεντρώνονται σε παιδιά με δυσαριθμησία.

3.1 Το νευρωνικό υπόστρωμα των αριθμητικών δεξιοτήτων

Τα τελευταία χρόνια γίνεται πολύ σοβαρή έρευνα στη χαρτογράφηση των περιοχών εκείνων του εγκεφαλικού φλοιού που δραστηριοποιούνται για την επιτέλεση αριθμητικών διαδικασιών (Attout, Salmon, & Majerus, 2015; Rosenberg-Lee et al., 2015; Rubinsten, 2015). Έχει βρεθεί ότι η περιοχή που σχετίζεται κατά κόρον με την επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών είναι η έσω βρεγματική αύλακα (Kesler et al., 2004; Kucian et al., 2011; Molko et al., 2003; Mussolin et al., 2010; Price, Holloway, Rasanen, Vesterinen & Ansari, 2007 στο Rosenberg-Lee et al., 2015). Σε περιπτώσεις ατόμων με αναπτυξιακή δυσαριθμησία η περιοχή αυτή είτε υπολειπεται (χαμηλή συνδεσιμότητα) είτε υπερλειπεται (υψηλή συνδεσιμότητα) (Rosenberg-Lee et al., 2015). Ωστόσο, άλλες περιοχές που ευθύνονται για τα ελλείμματα αυτής της μαθησιακής δυσκολίας είναι: όσον αφορά την πράξη της πρόσθεσης ο ιππόκαμπος, η αριστερή ανώτερη κροταφική έλικα και η δεξιά πρόσθια μεσοκροταφική έλικα (Attout, Salmon, & Majerus, 2015). Όσον αφορά στην πράξη της αφαίρεσης, η αριστερή πρόσθια έσω βρεγματική αύλακα, η υπερχειλία έλικα και η αριστερή μετωπική έλικα (Attout, Salmon, & Majerus, 2015; Rosenberg-Lee et al., 2015).

Έχουν παρατηρηθεί κι άλλες εγκεφαλικές δομές οι οποίες με τη σειρά τους παρουσιάζουν είτε χαμηλή είτε υψηλή συνδεσιμότητα στην αναπτυξιακή δυσαριθμησία, όπως η νήσος, ο θάλαμος, η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια (Rosenberg-Lee et al., 2015). Οι δομές αυτές σχετίζονται αφενός με το συντονισμό των κινητικών και αισθητικών μυών και αφετέρου με την οπτικοχωρική αντίληψη (Attout, Salmon, & Majerus, 2015). Η περίπτωση της μνήμης εργασίας σχετικά με μαθηματικές έννοιες είναι μία εξαιρετικά πολύπλοκη εγκεφαλική διαδικασία στην

οποία εμπλέκονται πολλές περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού καθώς και δομές. Ακόμη, για την περίπτωση της επίλυσης προβλημάτων έχει βρεθεί ότι ένα μεγάλο τμήμα του εγκεφάλου δραστηριοποιείται ώστε να ανταποκριθεί στις σχετικές διαδικασίες (Rubinsten, 2015). Ωστόσο, θα ήταν ακόμη πιο ενδιαφέρον αν εντοπίζονταν οι δομές εκείνες οι οποίες ευθύνονται για τα γνωστικά ελλείμματα της μαθησιακής δυσκολίας έτσι ώστε να προσφερόταν σε ένα ενιαίο πλαίσιο μία τεκμηριωμένη επιστημονική θεωρία περί της προέλευσης των ελλειμμάτων (Rubinsten, 2015).

Τελευταίες έρευνες με χρήση λειτουργικής απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (Functional Magnetic Resonance Imaging - fMRI) παρείχαν περισσότερη ακρίβεια ως προς την τοποθεσία ενεργοποίησης του εγκεφάλου, αναγνωρίζοντας τρεις περιοχές του βρεγματικού λοβού, που φαίνεται να διαφοροποιούνται στην αναπαράσταση και επεξεργασία των αριθμητικών πληροφοριών (Wilson & Dehaene, 2007, Dehaene et al., 2003, Dehaene, 1999). Πρώτον, την αριστερή γωνιώδη έλικα, η οποία φαίνεται να είναι περισσότερο ενεργή σε λεκτικά αριθμητικά έργα όπως ο πολλαπλασιασμός και η ακριβής πρόσθεση. Δεύτερον, τον οπίσθιο ανώτερο βρεγματικό λοβό (, ο οποίος φαίνεται να είναι πιο ενεργός σε αριθμητικά έργα που μπορεί να απαιτούν μετατόπιση της χωρικής προσοχής, όπως ο υπολογισμός κατά προσέγγιση, η αφαίρεση και η σύγκριση αριθμών. Τέλος, η οριζόντια ένδο-βρεγματική έλικα, είναι πιο ενεργή όταν γίνεται βασικός χειρισμός ποσοτήτων ή έργα της «έννοια του αριθμού», όπως η σύγκριση μεγεθών των αριθμών, ο υπολογισμός, η αφαίρεση και ο υπολογισμός κατά προσέγγιση. Με βάση την παραπάνω τριαδική αναγνώριση συγκεκριμένων περιοχών που αιτιολογούν τη βάση της δυσαριθμησίας, μπορούμε να διακρίνουμε και τρεις υποτύπους της δυσαριθμησίας. Αυτοί οι υπότυποι αναφέρονται 1) στη δυσαριθμησία της «έννοιας του αριθμού», που συνδέεται με τη διαταραχή στην οριζόντια έσω-βρεγματική έλικα, 2) στη λεκτική δυσαριθμησία, που συνδέεται με τη διαταραχή στη αριστερή γωνιώδη έλικα και 3) τη χωρική (της προσοχής) δυσαριθμησία, που συνδέεται με τον οπίσθιο ανώτερο βρεγματικό λοβό (Wilson & Dehaene, 2007).

Οι Kucian και συν. (2006) διεξήγαγαν ένα πείραμα με fMRI σε παιδιά ηλικίας 11 ετών με αναπτυξιακή δυσαριθμησία, όπως ορίζεται από την απόκλιση της βαθμολογίας τους από το μέσο όρο σε μια συστοιχία δοκιμασιών: μαθηματικών, ανάγνωσης και γενικής νοημοσύνης. Οι δραστηριότητες περιελάμβαναν υπολογισμό

κατά προσέγγιση, υπολογισμό κατ' ακρίβεια και μη--- συμβολική σύγκριση μεγεθών. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν παρόμοια επίπεδα εγκεφαλικής ενεργοποίησης σε παιδιά με δυσαριθμησία και σε παιδιά τυπικής ανάπτυξης, ακόμα και αν το προφίλ της ενεργοποίησης ήταν γενικά πιο ασθενές και διάχυτο σε παιδιά με δυσαριθμησία σε όλες τις πειραματικές συνθήκες (Kucian et al., 2006). Έτσι, ακόμη και αν οι περιοχές που εμπλέκονται κατά την επίλυση αριθμητικών δοκιμασιών φαίνεται να είναι οι ίδιες για τα παιδιά με δυσαριθμησία και για τους τυπικής ανάπτυξης συνομηλίκους τους. Αυτές εμπεριέχουν δίκτυο μετωπιαίων και βρεγματικών περιοχών, ο βαθμός, στον οποίο το δίκτυο αυτό των περιοχών ενεργοποιείται είναι αυτός που τελικά καθορίζει το διαχωρισμό μεταξύ των ομάδων.

Η άποψη αυτή υποστηρίζεται και από τα ευρήματα μιας άλλης μελέτης, σύμφωνα με τα οποία παρατηρήθηκε απουσία της τροποποίησης των νευρώνων (όπως μετρήθηκε από την επίδραση της απόστασης μεταξύ των νευρώνων σε μια δοκιμασία σύγκρισης μη- συμβολικών αριθμών) στη δεξιά διαβρεγμάτια αύλακα (σε παιδιά με δυσαριθμησία ηλικίας 12 ετών (Price et al., 2007).

Τα παραπάνω ευρήματα επιβεβαιώνονται περαιτέρω από μια μελέτη με Τεχνητά Προκλητά Δυναμικά, στην οποία εξετάστηκε το νευρωνικό υπόστρωμα της επίδρασης της απόστασης σε παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμησία μέσω της χρήσης μιας δοκιμασίας σύγκρισης συμβολικών αριθμών (Soltész et al., 2007). Η μελέτη αυτή κατέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές αναφορικά με την επίδραση της απόστασης. Επιπρόσθετα, η ομάδα ελέγχου εμφάνισε μια σημαντική επίδραση της απόστασης σε δεξιές βρεγματικές περιοχές, ενώ δεν έγινε το ίδιο με την ομάδα παιδιών με αναπτυξιακή δυσαριθμησία.

Οι Askhenazi και συν. (2008) περιέγραψαν μια μελέτη περίπτωσης σχετικά με έναν ασθενή που παρουσίαζε (επίκτητη) δυσαριθμησία λόγω εμφράγματος στην αριστερή διαβρεγμάτια αύλακα (Askhenazi, Henik, Ifergane & Shelef, 2008). Όλες οι προαναφερθείσες μελέτες τείνουν ομόφωνα να καταδεικνύουν ανωμαλίες στους δεξιούς (ή αριστερούς) βρεγματικούς λοβούς, οι οποίες σχετίζονται με την άτυπη μαθηματική ανάπτυξη.

Η πρόσφατη μετά- ανάλυση των Arsalidou και Taylor (2011) έχει φωτίσει και άλλες υποφλοιώδεις και νεοφλοιώδεις εγκεφαλικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένης της κατώτερης μετωπιαίας έλικας, της πρόσθιας έλικας του

προσαγωγίου, της νήσου του εγκεφάλου και της παρεγκεφαλίδας που συστηματικά σχετίζονται με την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων. Καθώς είναι γνωστό ότι οι περιοχές αυτές συνεισφέρουν σε βασικές νευρογνωστικές λειτουργίες, όπως στην προσοχή, στον γνωστικό έλεγχο και στη μνήμη εργασίας, η εν λόγω ενεργοποίηση είναι δυνατόν να ερμηνευτεί ως αποτέλεσμα της αντανάκλασης των γνωστικών διεργασιών, ανάλογα με τη φύση της δοκιμασίας και το επίπεδο της εμπειρίας και της ανάπτυξης.

Ήδη από παλιά ο A. Luria διαπίστωσε ότι οι εγκεφαλικές βλάβες που αφορούν τους δεξιούς -βρεγματο-ινιακούς λοβούς προκαλούν δυσκολίες στην χωρική αντίληψη και δυσαριθμησία. Ο παράγων «χώρος» (Αν.Καραπέτσας, Hecaen) είναι σημαντικός για τη διαμόρφωση και εκδήλωση της δυσαριθμησίας. Οι κλινικές διαπιστώσεις ήταν ότι όταν έχουμε α. φτωχή ανάγνωση των αριθμών, β. δυσκολίες της γραφής των αριθμών, γ. διαταραγμένους υπολογισμούς, δ. δυσκολίες στην αριθμητική λογική τότε υπάρχουν δυσλειτουργίες στο αριστερό ημισφαίριο. Αντίθετα, η χωρική δυσαριθμησία αφορά στους μηχανισμούς του δεξιού ημισφαιρίου. Οι βλάβες στους αριστερούς βρεγματο-ινιακούς λοβούς συνεπάγονται συνήθως αλεξία αριθμών ή σύγχυση των αριθμών, ενώ οι βλάβες στους αριστερούς κροταφικούς λοβούς, δυσκολίες στην εννοιολογική και σημασιολογική συσχέτιση των αριθμών με τρόπο προφορικό. Οι βρεγματικοί λοβοί του επικρατέστερου ημισφαιρίου παίζουν αποφασιστικό ρόλο στην ανάγνωση και κατανόηση των μαθηματικών προβλημάτων, εννοιών και διαδικασιών. Οι μετωπιαίοι λοβοί είναι το κέντρο των γρήγορων διανοητικών μαθηματικών υπολογισμών, της διαμόρφωσης αφηρημένων εννοιών, των ικανοτήτων επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων και των προφορικών και γραπτών αριθμητικών επιδόσεων. Αυτοί ρυθμίζουν την όλη μαθηματική συμπεριφορά. Στις μαθηματικές επιδόσεις πολλές φορές αποφασιστικό ρόλο έχει και η νευροψυχολογική απτική οργάνωση του παιδιού. Έτσι, κινητικές λειτουργίες και συμπεριφορές, που στηρίζονται, στην απτική αντίληψη και οργάνωση και που ευθύνονται για τις μαθηματικές επιδόσεις, ελέγχονται από νευροψυχολογικούς μηχανισμούς των βρεγματικών λοβών. Η ικανότητα της μαθηματικής ακολουθίας ελέγχεται από τον αριστερό βρεγματικό λοβό. Οι ινιακοί λοβοί, που αποτελούν την έδρα των οπτικών εμπειριών, ελέγχουν την οπτική διάκριση των γραπτών μαθηματικών συμβόλων και εμπλέκονται στην γεωμετρία και σε καθημερινές αριθμητικές πράξεις. Η ακουστική αντίληψη και οι τύποι της μνήμης

(βραχυπρόθεσμη) έχουν βασική ευθύνη στην μαθηματική κατάκτηση και επίδοση. Ο έλεγχος γίνεται από τους κροταφικούς λοβούς. Ο αριστερός κροταφικός λοβός είναι υπεύθυνος για τη μνήμη των μαθηματικών ακολουθιών και σειρών, των βασικών μαθηματικών γεγονότων και το ψιθύρισμα στη διάρκεια της επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. (Καραπέτσας, 1988).

Συμπερασματικά, η επεξεργασία των αριθμών και η επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων είναι οικοδομημένη πάνω σε πολλαπλές νευρογνωστικές συνιστώσες που εκτελούνται από διακριτά και αλληλεπικαλυπτόμενα εγκεφαλικά συστήματα. Η έκπτωση σε οποιαδήποτε από αυτές τις συνιστώσες είναι δυνατόν να εκθέσει σε κίνδυνο την επάρκεια των δεξιοτήτων επίλυσης αριθμητικών προβλημάτων. Η ετερογένεια και η συννοσηρότητα που παρατηρείται στη δυσαριθμησία είναι μια φυσική συνέπεια αυτού του πολυπαραγοντικού συστήματος (Geary, 2004).

3.2 Κλίμακες αξιολόγησης δυσαριθμησίας

Τα μαθηματικά, ακόμα και στα πρώτα σχολικά χρόνια, αποτελούνται από ένα μεγάλο εύρος δεξιοτήτων, περιλαμβανομένου της απαρίθμησης, του υπολογισμού, της ανάκλησης αριθμητικών δεδομένων (αριθμητικές ενώσεις, πίνακας πολλαπλασιασμού), της κατανόησης των αριθμητικών κανόνων, όπως η σχέση της πρόσθεσης με τον πολλαπλασιασμό, της γνώσης των διαδικασιών όπου «κρατάμε» ή «δανειζόμαστε» σε πράξεις με πολλά ψηφία και πολλά άλλα. Ως αποτέλεσμα αυτών, ακόμα και τα σταθμισμένα τεστ πάνω στις μαθηματικές ικανότητες, παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στις μαθηματικές απαιτήσεις που συνθέτουν τα τεστ (Butterworth, 2005). Εξ ου και η μεγάλη διαφωνία μεταξύ των κριτηρίων για τη διάγνωση της δυσαριθμησίας.

Η διάγνωση των μαθηματικών επιδόσεων του παιδιού με τα σταθμισμένα τεστ καθορίζει εάν θα δοθεί διάγνωση για Δυσαριθμησία, εφόσον υπάρχει απόκλιση ανάμεσα στις νοητικές δυνατότητες του παιδιού και τις αριθμητικές του επιδόσεις ή εάν υπάρχει τουλάχιστον δύο χρόνια απόκλιση ανάμεσα στην χρονολογική ηλικία του παιδιού και το επίπεδο επιτυχίας του στα μαθηματικά (Shalev & Gross-Tsur, 2001).

Παρόλα αυτά, τα σταθμισμένα τεστ μετρούν γενικά ένα εύρος δεξιοτήτων, που μπορεί να περιλαμβάνει χωρικές και λεκτικές ικανότητες, και στη συνέχεια

δίνουν ένα συνολικό σκορ για τη μαθηματική επίδοση του παιδιού. Η διαδικασία αυτή ενέχει κινδύνους, σκεπτόμενος κανείς τις διαφορές που εμφανίζουν τα πολλά (στο εξωτερικό) σταθμισμένα τεστ, καθώς το καθένα αντιλαμβάνεται διαφορετικά την έννοια «μαθηματική επίδοση». Γι' αυτό το λόγο είναι τόσο δύσκολο για τους ερευνητές να εντοπίσουν τα ελλείμματα - κλειδιά στη δυσαριθμησία ή να καθορίσουν με ακρίβεια τα παιδιά με δυσαριθμησία για μια έρευνα. Επιπρόσθετα, δεν μπορεί να δοθεί διάγνωση σε παιδιά που πηγαίνουν νήπιο, Α' ή Β' Δημοτικού λόγω του κριτηρίου των δύο ετών τουλάχιστον χαμηλότερου επιπέδου από το αναμενόμενο.

Θεωρητικά, μια διάγνωση δυσαριθμησίας στην προσχολική ηλικία μπορεί να δοθεί εφόσον ένα παιδί δεν μπορεί να κάνει απλές ποσοτικές διαδικασίες, οι οποίες θεωρούνται ρουτίνα για την ηλικία του. Διεργασίες όπως η αρίθμηση κουκίδων ή η σύγκριση αριθμών εξαρτάται πολύ λίγο από την επίσημη εκπαίδευση, καθώς τα παιδιά μπορούν να υλοποιήσουν αυτές τις διεργασίες πριν ξεκινήσουν το σχολείο. Αυτό το γεγονός δείχνει ότι είναι απίθανο μια χαμηλή επίδοση σε αυτές να οφείλεται σε εξωγενείς παράγοντες, όπως η ακατάλληλη διδασκαλία, να μην παρακολουθήσει το παιδί κάποια μαθήματα ή η έλλειψη κινήτρου ή προσοχής. Ο μοναδικός τρόπος για να δοθεί μια διάγνωση δυσαριθμησίας με αξιόπιστο τρόπο είναι τα σταθμισμένα τεστ που ελέγχουν τις αριθμητικές δεξιότητες.

Συνοπτικά τα πιο γνωστά σταθμισμένα τεστ που χρησιμοποιούνται σε μελέτες για τον έλεγχο των αριθμητικών δεξιοτήτων είναι:

- Το Stanford - Binet Intelligence Scale (SB-IV) –Quantitative Reasoning subtest. Είναι το τεστ που μετράει το επίπεδο του μαθηματικού συλλογισμού, την ικανότητα εφαρμογής βασικών μαθηματικών διαδικασιών, όπως επίσης και το επίπεδο κατανόησης των μαθηματικών εννοιών, συμβόλων και λεξιλογίου.

- Το Woodcock- Johnson Test of Academic Achievement – Revised (WJ-R) – Calculation subtest, Applied Problems, and Mathematics Reasoning subtest. Αυτό το τεστ μετρά τις δεξιότητες, την ακρίβεια και την ταχύτητα στην εκτέλεση των τεσσάρων μαθηματικών πράξεων. Επίσης, μετρά την ικανότητα να ολοκληρώσει κανείς τις αριθμητικές πράξεις, που βασίζονται σε σενάρια πραγματικού κόσμου και της κατανόησης των μαθηματικών εννοιών και των ποσοτικών σχέσεων.

•Το Arithmetic Battery. Αυτό το τεστ ελέγχει τρία στοιχεία: την κατανόηση των αριθμών, την παραγωγή των αριθμών και τους αριθμητικούς υπολογισμούς. Στην κατανόηση των αριθμών περιλαμβάνονται δραστηριότητες στις οποίες πρέπει να γίνει χρήση αριθμητικών συμβόλων, διάταξη αριθμών, σύγκριση αριθμητικών ποσοτήτων και αναγνώριση της αξίας των αριθμών ανάλογα με την θεσιακή αξία του κάθε ψηφίου. Στην παραγωγή αριθμών γίνονται δραστηριότητες, στις οποίες ζητείται από τα παιδιά να μετρήσουν δυνατά διάφορα αντικείμενα όπως π.χ. τελείες, να μετρήσουν αντίστροφα, να γράψουν αριθμούς, κατακόρυφη στοίχιση αριθμών ανάλογα με την αξία των ψηφίων τους. Τέλος, στους αριθμητικούς υπολογισμούς τους ζητάνε να λύσουν προφορικά απλούς αριθμητικούς υπολογισμούς και να κάνουν γραπτούς υπολογισμούς μέχρι και τετραψήφιους αριθμούς (Shalev et al., 2001).

•Το Wechsler Individual Achievement Test - Mathematics Reasoning subtest. Στις δραστηριότητες που περιλαμβάνει αυτό το τεστ, εκτιμούνται και ελέγχονται βασικές αριθμητικές δεξιότητες όπως είναι η αριθμηση και η εκτέλεση των βασικών αριθμητικών πράξεων. Σημαντικό είναι ότι αυτό το τεστ σε αντίθεση με τα άλλα ελέγχει και ανώτερες μαθηματικές δεξιότητες, όπως την ανάγνωση γραφικών παραστάσεων και την εύρεση της ώρας (Γρίβα, 2012)

Άλλες κλίμακες αξιολόγησης που χρησιμοποιούνται στη διάγνωση της δυσαριθμσίας είναι:

α) Kalkulia II, III. Ο συμμετέχων πρέπει να καθορίσει τον ακριβή αριθμό από μπάλες που είναι τοποθετημένες σε μοτίβα, χρησιμοποιώντας ομαδοποίησης πρόσθεση, πολλαπλασιασμό ή τη συμμετρία των διατάξεων. Το τεστ αυτό μπορεί να μην είναι κατάλληλο για τη μέτρηση της μαθηματικής ικανότητας στους ενήλικες. Το τεστ μετρά μία ακριβή αντίληψη της ποσότητας, μεταμορφώνοντας την ποσότητα σε αριθμούς και μετά υλοποιώντας διαδικασίες αθροίσματος. Επίσης, μετρά την ικανότητα να επεξεργάζεται κανείς ποσοτικές λειτουργίες (μια διακριτή ικανότητα να ομαδοποιεί και να υπολογίζει) με ένα τρόπο ξεχωριστό από την σειριακή απαρίθμηση και την αποστήθιση αριθμητικής γνώσης που εκφράζει με λεκτική μορφή. Τα αθροιστικά βήματα της ποσοτικοποίησης των στοιχείων προς μέτρηση διαφοροποιούν την δυσαριθμσία από δυσκολίες στη λεκτική επεξεργασία πληροφοριών των μαθηματικών, τη δυσλεξία και την προφορική δυσλεξία. Το τεστ διακρίνει τα χαρισματικά, στα μαθηματικά, παιδιά από τα παιδιά που δεν έχουν

ταλέντο στα μαθηματικά, ειδικά όταν το χωρικό στοιχεία στη δομή των μαθηματικών ικανοτήτων είναι διαταραγμένο.

β) Rey-Osterrieth Complex Figure Test (CFT). Αποτελεί ένα οπτικο-κινητικό έργο σχεδιασμού. Ο συμμετέχων ρωτάται πρώτα να αντιγράψει μια πολύπλοκη φιγούρα φτιαγμένη από βασικά γεωμετρικά σχήματα, και μετά να τη σχεδιάσει από μνήμης. Το τεστ μετράει δεξιότητες προσοχής, ανάλυσης, αντίληψης και οργάνωσης, τη σχετική θέση ενός στοιχείου σε σχέση με το σύνολο και το βαθμό ακρίβειας. Αναγνωρίζει περιπτώσεις χωρικής δυσκολίας που παρεμβαίνουν στη μαθηματική επίδοση και είναι χρήσιμο στη διάκριση της δυσαριθμησίας από διαταραχές στα μαθηματικά λόγω γενικής νοητικής έκπτωσης ή νοητικής υστέρησης.

γ) The Number Triangle Test. Το υποκείμενο ζητείται να γράψει καθ' υπαγόρευση ψηφία το ένα κάτω από το άλλο, έπειτα να τα προσθέσει ανά δύο, τοποθετώντας το άθροισμα ανάμεσα και δεξιά του προσθετέου. Όταν το άθροισμα ξεπερνάει το 9, καταγράφεται μόνο η θέση των μονάδων. Η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να δημιουργηθεί μια στήλη που περιέχει μόνο ένα ψηφίο. Το τεστ αυτό καθορίζει βασικές αθροιστικές δεξιότητες και την ικανότητα να δημιουργήσει κανείς ένα κατάλληλο αριθμητικό μοτίβο μέσα από συγκεκριμένες οδηγίες.

δ) Key Mat Diagnostic Test, Stanford Diagnostic Test, Wide Range Achievement Test κ.α. Αποτελούν κλίμακες αξιολόγησης που μετρούν την ικανότητα υπολογισμού και χειρισμού περιεχομένου. Βοηθούν στη διαφοροποίηση της δυσαριθμησίας από τη δυσλεξία, την εγκεφαλική βλάβη, την αργή ανάγνωση, τη νοητική αναπηρία και άλλες αναπηρίες.

Όλα τα παραπάνω είναι γενικά τεστ αριθμητικών ικανοτήτων. Δεχόμενου ότι η δυσαριθμησία είναι μια διακριτή μαθησιακή διαταραχή, χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ένα συγκεκριμένο διαγνωστικό τεστ αποκλειστικά για την συγκεκριμένη διαταραχή.

Έτσι ο Butterworth δημιούργησε το “Dyscalculia Screener” (2003), σκοπός του οποίου είναι να διακρίνει τον δυσαριθμικό μαθητή από άλλους μαθητές με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά. Το “Dyscalculia Screener” είναι ένα τεστ που μετρά το χρόνο των απαντήσεων, γρήγορα, αξιόπιστα και εντοπίζει τη δυσαριθμησία χωρίς να επηρεάζεται από άλλες πιθανές αιτίες χαμηλών αριθμητικών επιδόσεων, με

απλές μαθηματικές δραστηριότητες. Αυτό το τεστ είναι διαμορφωμένο για να εξετάζει μαθητές ηλικίας 6-14. Η δομή του συγκεκριμένου τεστ έχει διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να ελέγχει και να μετρά το επίπεδο της έμφυτης αριθμητικής ικανότητας από απλούς ελέγχους καταμέτρησης κουκίδων και σύγκρισης αριθμών. Το σημαντικό στοιχείο είναι η ταχύτητα με την οποία απαντάει ο μαθητής σε κάθε ερώτηση, (Butterworth, 2003). Ο Butterworth χρησιμοποίησε ένα λογισμικό για την πραγματοποίηση και τη διαχείριση των αποτελεσμάτων και της διαδικασίας του τεστ. Αυτό πραγματοποιείται με τη βοήθεια μικροφώνου, που είναι συνδεδεμένο με τον υπολογιστή και ένα δωμάτιο με ησυχία, ώστε να μπορεί να γίνει με ακρίβεια η καταγραφή του χρόνου για να είναι χρησιμοποιηθεί από τον επεξεργαστή των αποτελεσμάτων. Έπειτα το πρόγραμμα παίρνει τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα για κάθε μαθητή και βγάζει μια τυποποιημένη βαθμολογία. Η βαθμολογία αυτή εξαρτάται άμεσα από το χρόνο αντίδρασης του μαθητή σε κάθε ερώτηση και από την ακρίβεια των απαντήσεων.

Ακόμα κι αν ολοκληρωθεί το κομμάτι της διάγνωσης, το οποίο αφορά κυρίως την αναζήτηση ενδογενών αιτιολογικών παραγόντων και του είδους των ειδικών αναγκών του παιδιού, και διαγνωσθεί εάν το παιδί έχει ή όχι ειδικές ανάγκες, οφείλει να γίνει περαιτέρω κάποιου είδους αξιολόγηση. Η αξιολόγηση έχει ως στόχο να διαπιστώσει τις μαθησιακές δυνατότητες και αδυναμίες και να οδηγήσει στην οργάνωση και παρακολούθηση εξατομικευμένων προγραμμάτων, την ποιοτική εξέταση της διδασκαλίας και την αποτίμηση όλων των υπηρεσιών που παρέχονται στο παιδί (Αγαλιώτης, 2004).

Η αξιολόγηση μπορεί να έχει πολλές μορφές ανάλογα τους στόχους του εξεταστή και της διαδικασίας. Μία πρώτη μορφή είναι μέσα από επίσημες ή τυποποιημένες δοκιμασίες με σταθμισμένα τεστ. Σύμφωνα με τους Kaufmann & Von Aster (2012), υπάρχουν δύο τεστ αριθμητικών επιδόσεων: 1) Αυτά που βασίζονται στο αναλυτικό πρόγραμμα (τεστ σχολικής επίδοσης), προσανατολίζονται γύρω από το πρόγραμμα για τα μαθηματικά ανάλογα την τάξη του παιδιού και συνήθως έχουν ερωτήσεις με ορθές και λάθος απαντήσεις που δείχνουν την επιτυχία ή μη του παιδιού. Τα τεστ αυτά χρησιμοποιούνται συχνά και για την αξιολόγηση ολόκληρης της τάξης. 2) Τα νευροψυχολογικά τεστ, τα οποία είναι σχεδιασμένα για να αξιολογήσουν βασικές μαθηματικές και αριθμητικές δεξιότητες και λαμβάνουν υπόψη και μη αριθμητικές λειτουργίες. Βασικός στόχος αυτών των τεστ είναι να

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

δημιουργήσουν ένα προφίλ επίδοσης για τις αριθμητικές δεξιότητες και να καθορίσουν την αιτία που προκαλεί τη δυσκολία στους υπολογισμούς. Σε αυτά δε δίνεται προσοχή μόνο στις ορθές απαντήσεις, αλλά και στην ταχύτητα επεξεργασίας και στις στρατηγικές επίλυσης, με στόχο μια ποιοτική αξιολόγηση. Γι' αυτό το λόγο μπορούν να χορηγηθούν μόνο εξατομικευμένα. Ένα τέτοιο τεστ, σταθμισμένο στα ελληνικά δεδομένα, είναι το Ψυχομετρικό Κριτήριο Πρώιμης Μαθηματικής Επάρκειας της Ουτρέχτης.

Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2004), για να είναι αποτελεσματική μια αξιολόγηση των Μαθησιακών Δυσκολιών στα Μαθηματικά θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

1. Να ελέγχει τόσο την επίσημη όσο και την ανεπίσημη μαθηματική γνώση του παιδιού.
2. Να προσφέρει μια ακριβή περιγραφή των δυνατοτήτων και των αδυναμιών του παιδιού προς τη μαθηματική γνώση.
3. Να ελέγχει ειδικά την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα με την οποία το παιδί χρησιμοποιεί τις μαθηματικές δεξιότητες.
4. Να επικεντρώνεται στον έλεγχο της κατοχής εννοιών και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων.
5. Να προσδιορίζει τις στρατηγικές και τις διαδικασίες που χρησιμοποιεί ο μαθητής για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων του μαθήματος.
6. Να περιλαμβάνει μια ανάλυση των λαθών που εμφανίζονται στην εργασία του μαθητή.
7. Να εξετάζει την ικανότητα του μαθητή να επωφελείται από τη διδασκαλία, καθώς και την ετοιμότητα του για κατάκτηση νέων γνώσεων.
8. Να ελέγχει τις μεταγνωστικές δυνατότητες και αδυναμίες του μαθητή.
9. Να παίρνει υπόψη της τους συναισθηματικούς παράγοντες και τις πεποιθήσεις του μαθητή.
10. Να εξετάζει τη φύση της διδασκαλίας που δέχεται ο μαθητής.

Όσα αναφέρθηκαν παραπάνω ως τρόποι αξιολόγησης, εντάσσονται στις επίσημες – τυποποιημένες διαδικασίες αξιολόγησης. Εκτός από αυτές υπάρχουν και οι διαδικασίες αξιολόγησης που μπορούν να διεξαχθούν βάση καταρτισμού υποστηρικτικών προγραμμάτων, με άλλα λόγια οι μη-τυποποιημένες μορφές αξιολόγησης. Αυτές συνδέονται άμεσα με το σχεδιασμό της διδασκαλίας, έχουν δυναμικό και συνεχή χαρακτήρα και προβλέπουν ένα κεντρικό ρόλο για τον εκπαιδευτικό. Ουσιαστικά αναζητούν το πώς το παιδί έφτασε να έχει μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά αλλά και το γιατί.

Εξίσου σημαντική είναι η αξιολόγηση της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων, καθώς αποτελεί έναν πυλώνα της μαθηματικής ικανότητας και μπορεί να δώσει μια σαφή εικόνα για τις μαθηματικές δεξιότητες του παιδιού. Αυτό συμβαίνει γιατί η διαδικασία επίλυσης προβλημάτων περιλαμβάνει τη διαχείριση και το συντονισμό πολλών διαφορετικών παραμέτρων όπως η αναγνωστική ικανότητα, η κατανόηση του προβλήματος, η διάκριση δεδομένων-ζητούμενων-άχρηστων πληροφοριών, η εύρεση της κατάλληλης πράξης, η οργάνωση της διαδικασίας εκτέλεσης, η εκτίμηση της ορθότητας της απάντησης και ο έλεγχος του αποτελέσματος και των διαδικασιών. Βάσει της αξιολόγησης των παραπάνω μπορεί κανείς να δημιουργήσει ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό προφίλ και στη συνέχεια να δομήσει την παρέμβαση του πάνω σε αυτό.

Τέλος, ένα μεγάλο κομμάτι της αξιολόγησης οφείλει να είναι η εκτίμηση του γνωστικού ύφους του μαθητή, δηλαδή οι ιδιαίτερες προτιμήσεις του ως προς τον τρόπο και τα μέσα παρουσίασης ενός θέματος στα μαθηματικά. Από την άλλη πρέπει να αξιολογηθεί ο τρόπος διδασκαλίας του δασκάλου και κατά πόσο αυτός ταιριάζει ή μπορεί να προσαρμοστεί στις προτιμήσεις του μαθητή.

3.3 Αντιμετώπιση

Προχωρώντας από το κομμάτι της αξιολόγησης στο κομμάτι της αντιμετώπισης πρέπει κανείς να αντιληφθεί ότι πολλοί παράγοντες λαμβάνουν χώρα ώστε μια παρέμβαση να είναι αποτελεσματική. Οι μαθητές με ειδική μαθησιακή δυσκολία στα μαθηματικά είναι ικανοί να επιτύχουν στο μάθημα με υποστήριξη, διδασκαλία και ενίσχυση της αυτοπεποίθησης. Εάν ο δάσκαλος πιστέψει ότι η μαθησιακή δυσκολία είναι μια πρόκληση και όχι μια έλλειψη, τότε ο μαθητής είναι πιο πιθανό να επιτύχει τόσο σε σχολικό όσο και σε επαγγελματικό επίπεδο.

Υπάρχουν κάποιες γενικές αρχές στρατηγικής αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών στα Μαθηματικά. Ο Αγαλιώτης (2000), έχει συγκεντρώσει τις παρακάτω αρχές, οι οποίες έχουν αποδειχθεί ωφέλιμες:

1. Η ανάγκη της αξιόπιστης εκπαιδευτικής αξιολόγησης και του σεβασμού των δεδομένων της κατά την επιλογή των διδακτικών στόχων.
2. Η εξασφάλιση της ενεργητικής συμμετοχής του παιδιού στο πρόγραμμα
3. Ο σεβασμός της ακολουθίας των τρόπων αναπαράστασης της μαθηματικής γνώσης.
4. Η ειδική μέριμνα για τη διδασκαλία εικόνων, κανόνων και ιδιοτήτων.
5. Η συνεχής παρακολούθηση της προόδου και η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης στο μαθητή.
6. Η ευελιξία στη χρήση διδακτικών μεθόδων και η προσαρμογή τους στο μαθησιακό ύφος του μαθητή.
7. Η επιδίωξη της αυτοματοποίησης στη χρήση διαδικασιών και δεδομένων.
8. Η συστηματική εξοικείωση με τη γλώσσα των μαθηματικών.
9. Η απόκτηση στρατηγικών μάθησης.
10. Η διδασκαλία της επίλυσης προβλημάτων.
11. Η υποστήριξη της γενίκευσης της μάθησης.

12. Η προώθηση της θετικής στάσης του μαθητή προς τα μαθηματικά.

Οργανώνοντας ο εκπαιδευτικός ένα πρόγραμμα παρέμβασης θα χρειαστεί να θέσει συγκεκριμένους στόχους, για τους οποίους θα πρέπει να ακολουθήσει συγκεκριμένες στρατηγικές και ανάλογα τα αποτελέσματα να αλλάξει τους στόχους ή να προσαρμόσει τις στρατηγικές του βάσει των αναγκών του παιδιού. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, θα πρέπει να έχει προηγηθεί μια αξιολόγηση τόσο των προϋπάρχουσων γνώσεων όσο και των δυνατοτήτων και των αδυναμιών του παιδιού, βάσει των οποίων θα χτιστούν οι επόμενες γνώσεις. Μέσα από το στάδιο της αξιολόγησης θα αναδειχθεί και το μαθησιακό προφίλ του παιδιού και οι προτιμήσεις του ως προς τον τρόπο απόκτησης των πληροφοριών, ανεξάρτητα αν για τον τρόπο αναπαράστασης της μαθηματικής γνώσης υπάρχει μια συγκεκριμένη ακολουθία που πρέπει να τηρηθεί (πραξιακό – εικονιστικό – συμβολικό επίπεδο).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω θα μπορέσει να γίνει περισσότερο ενεργή η συμμετοχή του μαθητή στη διαδικασία μάθησης. Για να παραμείνει όμως ενεργή και το ενδιαφέρον του μαθητή αμείωτο, ο εκπαιδευτικός καλό θα είναι συνεχώς να παρακολουθεί την πορεία προόδου του παιδιού, ώστε να παρέχει διορθωτικές υποδείξεις και στο παιδί αλλά και στον εαυτό του, καθώς θα πρέπει να είναι πάντα ευέλικτος ως προς τις διδακτικές μεθόδους και το υλικό που χρησιμοποιεί.

Επιπλέον, οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην μνήμη, κάτι που υποδεικνύει μια συνεχή ανάγκη για επανάληψη των ήδη κατεκτημένων γνώσεων, για συνεχή εξοικείωση με το λεξιλόγιο των μαθηματικών αλλά και μια ανάγκη για αυτοματοποίηση των διαδικασιών, ώστε να αυξάνεται η ακρίβεια και η ταχύτητα ανταπόκρισης του μαθητή και εν τέλει η επίδοσή του. Για μεγαλύτερη βελτίωση της γενικής μνημονικής ικανότητας, την οργανωμένη προσέγγιση του νέου αντικειμένου προς μάθηση και τη σωστή ανάλυση και κατηγοριοποίηση των νέων δεδομένων και ζητούμενων, επιδιώκεται η διδασκαλία στρατηγικών μάθησης και επίλυσης προβλημάτων. Τέτοιου είδους στρατηγικές μάθησης είναι η χρήση της λεκτικής επανάληψης (π.χ. στη διαδικασία της διαίρεσης: ένα ψηφίο έχει ο διαιρέτης ένα χωρίζω και από το διαιρετέο...), η λεκτική αυτοκαθοδήγηση (π.χ. αφού το πρόβλημα μου λέει περισσότερα και μου δίνεται ένα μικρό ποσό πρέπει να κάνω πρόσθεση...), ή η χρήση σχεδίων και εικόνων για την αναπαράσταση των δεδομένων και των ζητούμενων του προβλήματος.

Εξίσου βοηθητική είναι η επινόηση προβλημάτων από τα ίδια τα παιδιά και η χρήση διαφορετικού λεξιλογίου από αυτό του επίσημου κειμένου, για την απόδοση του νοήματος (Αγαλιώτης, 2004).

Σε ένα πιο πρακτικό επίπεδο και βάσει των νευρογνωστικών δυσλειτουργιών που λαμβάνουν χώρα στη δυσαριθμησία προτείνονται δραστηριότητες με χειροπιαστά αντικείμενα καθώς αυτά μπορούν να κάνουν τις μαθηματικές έννοιες περισσότερο αντιληπτές, παρέχοντας κίνητρο ανάμεσα στο στόχο, την ενεργοποίηση του μαθητή και την ανατροφοδότηση πάνω στην πράξη. Δραστηριότητες με μορφή παιχνιδιού, με χειροπιαστά φυσικά αντικείμενα (π.χ. ράβδους, κάρτες, βαγόνια με αριθμούς) δίνουν στον μαθητή μια εμπειρία πάνω στο τι σημαίνουν οι αριθμοί. Μεγάλη σημασία όμως έχει η άμεση και συνεχής ανατροφοδότηση (Butterworth, 2011).

Τέλος, σημαντικό στα μαθηματικά είναι η γενίκευση όλων των αποκτηθέντων γνώσεων σε πλαίσια διαφορετικά από αυτά της μάθησης και κυρίως η θετική στάση του μαθητή, και αργότερα ενήλικα, απέναντι στα μαθηματικά μέσα από την ενίσχυση τις αυτοπεποίθησης του.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η δυσαριθμησία αποτελεί μια επίμονη ειδική μαθησιακή δυσκολία στην κατάκτηση των αριθμητικών εννοιών και ποσοτήτων, των αρχών της απαρίθμησης και γενικότερα των μαθηματικών πράξεων. Παρά το μεγάλο ποσοστό εμφάνισής της (5-6% στο μαθητικό πληθυσμό) και τις δυσκολίες που παραμένουν και στην ενηλικίωση και δημιουργούν επιπρόσθετα προβλήματα (δυσκολία με το χειρισμό του χρόνου, των χρημάτων, με την εύρεση εργασίας, κ.α.), οι έρευνες γύρω από τη Δυσαριθμησία είναι πολύ λίγες και η αιτιολόγησή της ακόμα αβέβαιη. Αν και η ανεπαρκής διδασκαλία, το φτωχό σε ερεθίσματα περιβάλλον και η χαμηλή ευφυΐα έχουν θεωρηθεί ως αίτια μιας χαμηλής επίδοσης στα μαθηματικά, η Δυσαριθμησία υποστηρίζεται από πρόσφατες έρευνες ότι οφείλεται σε διαταραχή σε συγκεκριμένες εγκεφαλικές περιοχές και έχει γενετική – κληρονομική προδιάθεση.

Ο ρόλος της οικογένειας και του σχολείου είναι μείζονας σημασίας, καθώς θα συνεισφέρει στην έγκαιρη και έγκυρη εντόπιση του προβλήματος και θα έχει ως αποτέλεσμα τη αντιμετώπιση του προκειμένου το παιδί να έχει μία φυσιολογική ακαδημαϊκή εξέλιξη. Η οικογένεια από τη μεριά της θα πρέπει να έχει έγκαιρη, έγκυρη και αξιόπιστη ενημέρωση, συνεργασία και συμμετοχή στην εκπαιδευτική και θεραπευτική διαδικασία του παιδιού τους με το σχολείο και με εξειδικευμένη επιστημονική ομάδα Ειδικών Θεραπευτών. Το σχολείο θα πρέπει να είναι ευαισθητοποιημένο στην εντόπιση του προβλήματος, στην παρατήρηση των συμπτωμάτων μέσα στην τάξη, στην περιγραφή της συμπεριφοράς του παιδιού στα διαλείμματα, στην αξιολόγηση των εργασιών του παιδιού, αλλά και στο σχεδιασμό διδακτικής των μαθημάτων, σε εκμάθηση ειδικών στρατηγικών μάθησης και απομνημόνευσης, δίνοντας παράλληλα κίνητρα και ανταμοιβή στα παιδιά. Βασική προϋπόθεση αποτελεσματικής βοήθειας του μαθητή είναι η αναγνώριση του γνωστικού δυναμικού του στην έναρξη των μαθημάτων και η διαμόρφωση της εργασίας με βάση την ατομικότητά του. Όποια διαδικασία για παροχή βοήθειας επιλεγεί, πρέπει να εξετάζει τις συναισθηματικές εμπλοκές που έχει βιώσει, τις ματαιώσεις που έχει δεχτεί και τέλος, να υπηρετεί την αρχή της ενσωμάτωσής του στην τάξη δημιουργικά.

Όλα τα προηγούμενα είναι απαραίτητα για να ξεκινήσει και να είναι αποτελεσματικό το ειδικό θεραπευτικό πρόγραμμα που θα πρέπει να ακολουθήσει το κάθε παιδί ανάλογα με τη διαταραχή που αντιμετωπίζει.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Τρίγκα - Μέρτικα Ε. Δ. , 2010, Μαθησιακές Δυσκολίες Γενικές και Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες - Δυσλεξία, εκδόσεις ΓΡΗΓΟΡΗ.

Μπίμπου Α. ,Πολυχρόνη Φ., Χατζηχρήστου Χ. (2010). 5η έκδοση. Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, Δυσλεξία. Ταξινόμηση, αξιολόγηση και παρέμβαση. Αθήνα:Ελληνικά γράμματα.

Κανδαράκης Α. Γ. (2004). Διδασκαλία και έρευνα, Συνυπάρχουν οι μαθησιακές δυσκολίες με τα προβλήματα συμπεριφοράς; Θεωρητική διερεύνηση- πρακτική αντιμετώπιση. Αθήνα:Σαββάλας

National Joint Committee on Learning Disabilities (1991). Learning disabilities: Issues on definition. 33 (Suppl.5), 18-20.

Lovegrove, W.J., Bowling,A., Badcock,D. & Blackwood,M.(1980). <<Specific reading difficulty: Differences in contrast sensitivity as a function of spatial frequency>>, Science, 210, pp.439-440.

Lovegrove, W.J., Martin, F., & Slaghuis, W.L. (1986). <<A theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability>>, Cognitive Neuropsychology, 3, pp.225-267.

Goulandris, N., McIntyre, A., Snowling, M., Bethel, J. & Lee, J.P. (1998). <<A comparison of dyslexic and normal readers using orthoptic assessment procedures>>. Dyslexia, 4, pp.30-48.

Stein, J., Richardson, A. & Fowler, S. (1998). <<Letter to the editor re a comparison of dyslexic and normal readers using orthoptic assessment procedures>>.Dyslexia, 4, pp. 109-110.

Αγαλιώτης Ι. (2009), Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά Αιτιολογία - Αξιολόγηση - Αντιμετώπιση, εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα.

Παπαδάτος Γ. ,(2005), Θέματα Μαθησιακών Δυσκολιών και Δυσλεξίας, εκδόσεις ΑΘΗΝΑ.

Μαριδάκη - Κασσωτάκη, Κ. (2005). Μαθησιακές Δυσκολίες : Ψυχοπαιδαγωγική Μέθοδος. Αθήνα: ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΓΡΑΜΜΑΤΑ.

Πολυχρόνη, Φ., Χατζηχρήστου, Χ., & Μπίμπου, Α. (2010). Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες Δυσλεξία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Σπανού, Β., & Τριπόδης, Ν. (2010). Οι εξελικτικές μαθησιακές δυσκολίες. Αθήνα.

Παντελιάδου, Σ., & Μπότσας, Γ. (2007). Μαθησιακές Δυσκολίες : Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά. Βόλος: ΓΡΑΦΗΜΑ.

Τζιβινίκου, Σ. (2015). Μαθησιακές Δυσκολίες Διδακτικές Παρεμβάσεις. Αθήνα: ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ.

Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities* .

Αγαλιώτης, Ι. (2004). Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά. Αιτιολογία – Αξιολόγηση – Αντιμετώπιση. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Gross- Tsur, V., Manor, O. & Shalev, R.S. (1996). Developmental Dyscalculia: Prevalence and Demographic Features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 25-33.

Geary, D. C. (2006). Dyscalculia at an Early Age: Characteristics and Potential Influence on Socio-Emotional Development. In R.E. Tremblay & R.D. Peters (Eds.), *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Center of Excellence for Early Childhood Development, 1-4.

Shalev, R., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental Dyscalculia is a Familial Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34 (1), 59-65.

Gross-Tsur, T., Manor, O., & Shalev, R. V. (1996). Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 38(1), 25–33.

Shalev, R.S. & Gross- Tsur, V. (2001). Developmental Dyscalculia. *Pediatric Neurology*, 24 (5), 337-342

Butterworth, B. & Laurillard, L.D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *Mathematics Education*, 42 (6), 527-539.

Fias, W., Menon, V. & Szucs, D. (2013). Multiple components of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2, 43–47.

Περικλειδάκης, Γ. (2003). Μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά σε παιδιά Δημοτικού Σχολείου με κανονική νοημοσύνη - Δυσαριθμησία (Διάγνωση - Αντιμετώπιση) (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ρέθυμνο.

Passolunghi, M.C. & Siegel, L.S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348-367.

Iuculano, T., Tang, J., Hall, C. & Butterworth, B. (2008). Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. *Developmental Science*, 11 (5), 669-680.

Mussolin, C., Mejias, S. & Noel, M. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115, 10-25.

Passolunghi, M.C. & Siegel, L.S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 348-367.

DeVisscher, A. & Noel, M.P. (2013). A case study of arithmetic facts in Dyscalculia caused by a hypersensitivity-to-interference in memory. *Cortex*, 49, 50-70.

Ashkenazi, S., Mark-Zigdon, N. & Henik, A. (2009). Numerical distance effect in Developmental Dyscalculia. *Cognitive Development*, 24, 387-400.

Baddeley, A. (1992). Working Memory. *Science*, 255, 556-559

Geary, D.C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J. & DeSoto, M. C. (2004). Strategy choices in simple and complex addition: Contributions of working memory and counting knowledge for children with mathematical disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 121-151.

Engle, R. W. (2002). Working Memory Capacity at Executive Attention. *American Psychology Society*, 11(1), 19-23.

Dehaene, S. (1997). *The number sense: how the mind creates mathematics*. USA: Oxford University Press.

Gerstens, R. & Chard, D.J. (1991). Number Sense: Rethinking Arithmetic Instruction for Students with Mathematical Disabilities. *The Journal of Special Education*, 33, 18-28.

Geary, D.C., Bow-Thomas, C. & Yao, Y. (1992), Counting Knowledge and Skill in Cognitive Addition: A Comparison of Normal and Mathematically Disabled Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 372-391.

Von Aster, G.M. & Shalev, R.S. (2007). Number Development and Developmental Dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868-873.

Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson, & K. Fischer (Eds.), *Human behavior, learning, and the developing brain: Atypical development* (pp. 212–238). New York: Guilford Press.

Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487–506.

Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of Mathematical Thinking: Behavioral and Brain--- Imaging Evidence. *Science*, 284, 970–974.

Kucian, K. & Von Aster M. (2015). Developmental dyscalculia. *European Journal of Pediatrics*, (174), 1-13.

Arsalidou, M., & Taylor, M. J. Is $2+2=4$? (2011). Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *NeuroImage*, 54, 2382–2393.

Ashkenazi, S., Henik, A., Ifergane, G., & Shelef, I. (2008). Basic numerical processing in left intraparietal sulcus (IPS) acalculia. *Cortex*, 44(4), 439–448.

Butterworth, B. (2005). Developmental dyscalculia. Στο J.I. D. Campbell, *Handbook of Mathematical Cognition* (455-467). New York: Psychology Press Publication.

Kaufmann, L. & Von Aster, M. (2012). The Diagnosis and Management of Dyscalculia. *Deutsches Arzteblatt International*, 109 (45), 767-778.