



Σχολή Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας

Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών

Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία



Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

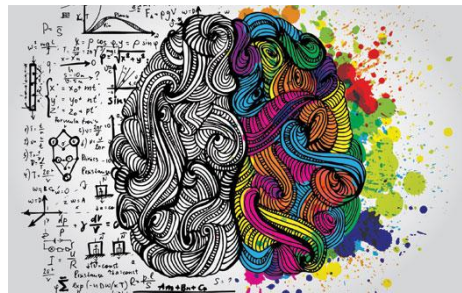
**Επιστήμες της Αγωγής μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και  
Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δυσαριθμησία και εκπαιδευτική νευροεπιστήμη.**

POST GRADUATE THESIS

**Dyscalculia and educational neuroscience.**



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ/NAME OF STUDENT

**Ιωάννα Παναγιωτίδου**

Ioanna Panagiotidou

ΟΝΟΜΑ ΕΙΣΗΓΗΤΗ/NAME OF THE SUPERVISOR

**Ευστάθιος Μιχαλόπουλος**

Efstathios Michalopoulos

ΑΙΓΑΛΕΩ/ΑΙΓΑΛΕΟ 2024



Faculty of Health and Caring Professions

Department of Biomedical Sciences

Faculty of Administrative, Financial and Social Sciences

Department of Early Childhood Education and Care



Interdepartmental Post Graduate Program

**Pedagogy through innovative Technologies and Biomedical approaches**

POST GRADUATE THESIS

## **Dyscalculia and educational neuroscience.**

Ioanna Panagiotidou

21867

ioanna.pana11@gmail.com

FIRST SUPERVISOR

EFSTATHIOS MICHALOPOULOS

SECOND SUPERVISOR

ANASTASIOS KRIEMPARDIS

AIGALEO 2024

## Επιτροπή εξέτασης

Ημερομηνία εξέτασης: 4 Οκτωβρίου

Όνόματα εξεταστών

Υπογραφή

1<sup>ος</sup> Εξεταστής Ευστάθιος Μιχαλόπουλος

2<sup>ος</sup> Εξεταστής Αναστάσιος Κριεμπάρδης

## Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Παναγιωτίδου Ιωάννα του Φιλίππου, με αριθμό μητρώου 21867 φοιτήτρια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Παιδαγωγική μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων των Τμημάτων Βιοϊατρικών Επιστημών/ Τμήμα Αγωγής και Φροντίδας στην Πρώιμη Παιδική Ηλικία/Παιδαγωγική τμήμα των Σχολών Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας/Σχολή Διοικητικών, Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την διευθύντρια, τους καθηγητές και τα μέλη του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού προγράμματος «Επιστήμες της Αγωγής μέσω Καινοτόμων Τεχνολογιών και Βιοϊατρικών Προσεγγίσεων», του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για τις πολύτιμες γνώσεις που αποκόμισα, καθόλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών. Η δυνατότητα να αποτελώ μέλος αυτού του προγράμματος μου προσέφερε πληθώρα επιστημονικών γνώσεων και ευκαιριών εξέλιξης, για τις οποίες είμαι ευγνώμων. Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τους δύο επιβλέποντες της διπλωματικής μου εργασίας, τον Δρ. Ευστάθιο Μιχαλόπουλο και τον Δρ. Αναστάσιο Κριεμπάρδη για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή τους αλλά και για την εμπιστοσύνη τους, Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Πέτρο Καρκαλούσο, συντονιστή της ηλεκτρονικής πλατφόρμας Moodle, για την πολύτιμη συμβολή του και συνεργασία του, σε όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την αγάπη, την υπομονή, την κατανόηση, την συμπαράσταση και στήριξη, που έδειξαν αυτά τα δύο χρόνια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, , που πάντα πίστευαν ότι θα τα καταφέρω και ότι ποτέ δεν είναι αργά για να πραγματοποιήσω αυτό το όνειρο.

## Αφιερώσεις

Θα ήθελα να αφιερώσω την παρούσα διπλωματική εργασία στον γιο μου Συμεών...

Ποτέ δεν είναι αργά να γίνεις αυτό που θα μπορούσες να γίνεις .Τζορτζ Έλιοτ

## Περίληψη

Η δυσλεξία και η δυσαριθμησία, και γενικότερα οι μαθησιακές δυσκολίες, ανήκουν σε ένα διεπιστημονικό πεδίο έρευνας με τεράστιο ενδιαφέρον. Είναι προφανές ότι η μελέτη των αναπτυξιακών διαταραχών είναι ένα πεδίο, που περιλαμβάνει όχι μόνο την εκπαίδευση και την ειδική αγωγή, αλλά και την ψυχολογία, τη νευροεπιστήμη, τη γενετική και διάφορους άλλους επιστημονικούς κλάδους. Οι πρόσφατες εξελίξεις στη γνωστική και αναπτυξιακή νευροεπιστήμη έχουν προσφέρει μια νέα προοπτική για την κατανόηση της δυσαριθμησίας, η οποία δείχνει ένα θεμελιώδες έλλειμμα στην κατανόηση και στη επεξεργασία της αριθμητικής γνώσης. Επιπλέον, νέες παρεμβάσεις, υπόσχονται την παροχή αποτελεσματικής, τεκμηριωμένης εκπαιδευτικής υποστήριξης σε μαθητές με δυσαριθμησία, ενισχύοντας τις ικανότητές τους στην επεξεργασία της αριθμητικότητας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει το ζήτημα των μαθησιακών δυσκολιών, με ιδιαίτερη έμφαση τη δυσαριθμησία, μια λιγότερο κοινή ειδική μαθησιακή δυσκολία και να διερευνήσει τις προοπτικές της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης σχετικά με τις μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες τόσο στη γενική όσο και στην ειδική αγωγή. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση που ακολουθήθηκε αναφέρεται στα χαρακτηριστικά των μαθησιακών δυσκολιών, ιδιαίτερα της δυσαριθμησίας, στα ευρήματα του κλάδου των νευροεπιστημών και της νευροψυχολογίας για τις μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες καθώς και τις συσχετίσεις του εγκεφάλου και των δομών του με τη αυτές. Τέλος είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι μόνο μέσω της συνεργασίας διαφόρων ακαδημαϊκών πεδίων μπορούν να βρεθούν απαντήσεις σχετικά τις καταλληλότερες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις για αυτές τις διαταραχές. Όσον αφορά τη Δυσαριθμησία, παρουσιάζει ένα προκλητικό ζήτημα για τους εκπαιδευτικούς. Τα προγράμματα παρέμβασης θα πρέπει να σχεδιάζονται προσεκτικά από μια ομάδα με ποικίλη τεχνογνωσία και προσαρμοσμένα στις ανάγκες κάθε μαθητή. Η ανάπτυξη και αξιολόγηση εκπαιδευτικών παρεμβάσεων για παιδιά έχουν τέτοιες διαταραχές είναι ζωτικής σημασίας.

**Λέξεις κλειδιά:** Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, Δυσαριθμησία, Μαθησιακές δυσκολίες.

## Abstract

Dyslexia and dyscalculia, and learning disabilities in general, belong to an interdisciplinary field of research of enormous interest. It is obvious that the study of developmental disorders is a field, including not only education and special education, but also psychology, neuroscience, genetics and various other scientific disciplines. Recent advances in cognitive and developmental neuroscience have provided a new perspective on the understanding of dyscalculia, which shows a fundamental deficit in the understanding and processing of numerical knowledge. In addition, new interventions promise to provide effective, evidence-based educational support to students with dyscalculia, enhancing their numeracy processing skills. The purpose of this paper is to examine the question of learning difficulties, with particular emphasis on dyscalculia, a less common specific learning difficulty, and to explore the perspectives of educational neuroscience on mathematical learning difficulties in both general and specific education. The literature review followed refers to the characteristics of learning disabilities, especially dyscalculia, the findings of the neuroscience and neuropsychology discipline on mathematical learning disabilities as well as the correlations of the brain and its structures with them. Finally, it is necessary to point out that only through the collaboration of various academic fields can answers be found regarding the most appropriate educational interventions for these disorders. Regarding Dyscalculia, it presents a challenging issue for teachers. Intervention programs should be carefully designed by a team with a variety of expertise and adapted to the needs of each student. The development and evaluation of educational interventions for children having such disorders is crucial.

**Key words:** Educational neuroscience, Dyscalculia, Learning difficulties.



## Περιεχόμενα

|  |      |
|--|------|
| Δήλωση συγγραφέα μεταπτυχιακής εργασίας.....                                   | iv   |
| Ευχαριστίες .....  | v    |
| Αφιερώσεις .....   | vi   |
| Περίληψη .....   | vii  |
| Abstract .....   | viii |
| Συνομογραφίες .....  | xi   |
| Πρόλογος.....  | 1    |
| Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή .....   | 3    |
| Κεφάλαιο 2. Μαθησιακές δυσκολίες .....   | 5    |
| 2.1. Ο όρος των μαθησιακών δυσκολιών .....                                     | 5    |
| 2.2. Επικρατέστεροι ορισμοί .....  | 6    |
| 2.3. Ιστορική αναδρομή των μαθησιακών δυσκολιών. ....                          | 7    |
| 2.4. Αιτιολογικοί παράγοντες των Μαθησιακών Δυσκολιών. ....                    | 10   |
| 2.4.1. Νευροβιολογικοί παράγοντες .....  | 11   |
| 2.4.2 Γνωστικοί παράγοντες.....  | 12   |
| 2.4.3. Περιβαλλοντικοί ,Συναισθηματικοί παράγοντες.....                        | 15   |
| 2.5. Διάγνωση και τυπολογικοί ταξινόμηση. ....                                 | 16   |
| 2.5.1. Διάγνωση .....  | 16   |
| 2.5.2 Τυπολογική ταξινόμηση .....  | 17   |
| Κεφάλαιο 3. Μαθηματικές δυσκολίες.....   | 19   |
| 3.1. Υπο-Τύποι των Μαθησιακών Δυσκολιών στα Μαθηματικά. ....                   | 20   |
| 3.2. Στοιχεία που απαιτούνται για την μαθηματική γνώση .....                   | 22   |
| 3.2.1 Ιεραρχική φύση των μαθηματικών .....                                     | 22   |
| 3.2.1 Κώδικας Επικοινωνίας.....  | 24   |
| 3.2.2 Αναπαράσταση γνώσης .....  | 24   |
| 3.2.3. Νευρολογικό υπόβαθρο μαθηματικών δεξιοτήτων .....                       | 24   |
| 3.4. Χαρακτηριστικά των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά. ....   | 28   |
| Κεφάλαιο 4. Δυσαριθμησία .....   | 36   |
| 4.1. Γενική θεώρηση της Δυσαριθμησίας-ορισμοί -υπότυποι. ....                  | 36   |
| 4.2. Χαρακτηριστικά της Δυσαριθμησίας.....                                     | 43   |
| 4.3. Χαρακτηριστικά των παιδιών με Δυσαριθμησία ανά εκπαιδευτική βαθμίδα ..... | 45   |
| 4.4. Στρατηγικές αντιμετώπισης της Δυσαριθμησίας. ....                         | 47   |

|   |    |
|---|----|
| 4.4.1. Στρατηγικές διαχείρισης της τάξης .....  | 50 |
| Κεφάλαιο 5. Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη .....  | 53 |
| 5.1. Η έννοια της εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης. ....                                  | 54 |
| 5.2. Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη και ειδική αγωγή. ....                                | 57 |
| 5.3. Νευρολογική άποψη για τις Μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες. ....                 | 60 |
| 5.3.1. Η λειτουργία του εγκεφάλου στα Μαθηματικά .....                                | 62 |
| Κεφάλαιο 6. Διδακτικές προσεγγίσεις της Δυσαριθμσίας .....                            | 65 |
| 6.1. Διδακτικές παρεμβάσεις σε παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες στα<br>Μαθηματικά ..... | 66 |
| 6.1.1. Χρήση αντικειμένων για την διδασκαλία των μαθηματικών .....                    | 70 |
| 6.2. Από την θεωρία στην πράξη -Εφαρμογή στις σχολικές αίθουσες. ....                 | 75 |
| Κεφάλαιο 7. Επίλογος .....  | 78 |
| Αναφορές.....   | 79 |
| Πηγές εικόνων.....  | 87 |

## Συντομογραφίες

|       | Αγγλική ορολογία   | Ελληνική ορολογία   |
|-------|--|---|
| ΔΕΠ-Υ | Attention deficit hyperactivity disorder                             | Διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και Υπερκινητικότητας                      |
| ΕΜΔ   |  | Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες  |
| ΜΔ    | Mathematical disorder  | Μαθηματική διαταραχή  |
| ΜΜΔ   | Mathematical learning disability                                     | Μαθηματική μαθησιακή δυσκολία   |
| ALE   | Activation likelihood Estimation                                     | Εκτίμηση πιθανότητας ενεργοποίησης  |
| EEG   | Electroencephalogram   | Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα  |
| ERP   | Event-related potentials   | Ανάλυση σήματος   |
| FMRI  | Functional magnetic resonance imaging                                | Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία  |
| IPS   | Intraparietal sulcus   | Ενδοβρεγματική αύλακα   |
| MRI   | Magnetic resonance imaging   | Μαγνητική τομογραφία  |
| PFC   | Prefrontal cortex  | Προμετωπιαίος φλοιός  |
| PET   | Positron emission tomography   | Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων   |
| SPET  | Single photon emission tomography                                    | Τομογραφία εκπομπής ενός φωτονίου   |
| DSM-5 | Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition | Πέμπτη έκδοση του Διαγνωστικού & Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών |

## Πρόλογος

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει έντονο ενδιαφέρον για το συχνό φαινόμενο των μαθησιακών δυσκολιών. Οι μαθησιακές διαταραχές παρουσιάζονται σε όλο και μεγαλύτερο ποσοστό του μαθητικού πληθυσμού. Με τον όρο μαθησιακές δυσκολίες αναφερόμαστε σε διαταραχές οι οποίες παρατηρούνται με δυσκολίες στην ικανότητα ακρόασης, ομιλίας ανάγνωσης, γραφής και μαθηματικών ικανοτήτων (Hammill, 1990). Η μαθησιακή δυσκολία δεν είναι αποτέλεσμα νοητικής καθυστέρησης, αισθητηριακής ανεπάρκειας ή διάφορων παραγόντων διδασκαλίας (Kirk 1962).

Οι περισσότερες από τις μαθησιακές δυσκολίες σχετίζονται με την εγκεφαλική δυσλειτουργία του εγκεφάλου με αποτέλεσμα ένας νέος καινοτόμος επιστημονικός κλάδος να αναδειχθεί. Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη συνδυάζει την νευροεπιστήμη, την παιδαγωγική και την γνωστική ψυχολογία. Η εκπαίδευση είναι υπεύθυνη για την ενίσχυση της μάθησης και η νευροεπιστήμη να κατανοήσει τις νοητικές διαδικασίες που εμπλέκονται στη μάθηση. Το κοινό έδαφος της μάθησης υποδουλώνει ένα μέλλον στο οποίο η εκπαιδευτική πρακτική μπορεί να εξελιχθεί από την επιστήμη όπως και η ιατρική πρακτική πριν από περίπου ένα αιώνα (Blakemore, 2011). Οι συλλογικές προσπάθειες επιστημόνων και εκπαιδευτικών οδήγησαν στη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι εκπαιδευτικές πρακτικές επηρεάζουν την ωρίμανση του εγκεφάλου. Αυτό με τη σειρά του ώθησε πρωτοβουλίες για την αξιοποίηση αυτών των γνώσεων και την ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας με εποικοδομητικούς και επωφελείς τρόπους. (McCandliss & Toomarian, , 2020) .

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται το θέμα των μαθησιακών δυσκολιών και συγκεκριμένα μιας όχι και τόσο διαδεδομένη ειδικής μαθησιακής δυσκολίας την δυσαριθμησία, καθώς και τις προσεγγίσεις της νευροεπιστήμης στις μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες. Τις τελευταίες δεκαετίες, ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών, που διαθέτουν τυπικές πνευματικές ικανότητες, προέρχονται από κανονιστικά περιβάλλοντα και έχουν συγκρίσιμες εκπαιδευτικές ευκαιρίες με τους συνομηλίκους τους, έχουν ωστόσο επιδείξει επίμονη υποεπίδοση στα μαθηματικά, παρά την απουσία αισθητηριακών βλαβών ή σοβαρών συναισθηματικών δυσκολιών. Ο όρος δυσαριθμησία αναφέρεται στην περίπτωση σοβαρών δυσκολιών στη μάθηση και χρήση των μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών.

Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή των μαθησιακών δυσκολιών που διακρίνουν τον μαθητή και παρουσιάζονται διάφοροι ορισμοί που έχουν διατυπωθεί. Στη συνέχεια αναφέρονται οι αιτιολογικοί παράγοντες, τα χαρακτηριστικά των μαθησιακών δυσκολιών αλλά και η τυπολογική ταξινόμηση τους στη μάθηση.

Στη συνέχεια διερευνώνται οι διαφορετικοί τύποι μαθησιακών προκλήσεων στα μαθηματικά, καθώς και οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Ακόμη παραθέτουμε τα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τους μαθητές όπως έλλειψη οπτικής αντίληψης, δυσκολίες ακουστικής αντίληψης.

Επιπρόσθετα μελετάμε το πολυεπιστημονικό πεδίο της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, την συμβολή της εμπειρογνωμοσύνης της νευροεπιστήμης στα εκπαιδευτικά προβλήματα της διδασκαλίας των μαθηματικών και της ανάπτυξης των αριθμητικών δεξιοτήτων, αντλώντας από την υπάρχουσα έρευνα για τη διερεύνηση νευροβιολογικών, γνωστικών, περιβαλλοντικών και ψυχολογικών παραγόντων. Η κατανόηση των βαθύτερων αιτιών των μαθησιακών προκλήσεων είναι απαραίτητη για την εφαρμογή αποτελεσματικών παρεμβάσεων και την παροχή υποστήριξης προσαρμοσμένης στις διάφορες μαθησιακές ανάγκες.

Τέλος προσπαθούμε να προσεγγίσουμε την διδακτική εφαρμογή της θεωρίας στην πράξη. Η παιδαγωγική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά θα πρέπει να είναι πολύπλευρη. Οι διδακτικές παρεμβάσεις πρέπει να ενσωματώνουν γενικά πλαίσια που ισχύουν σε όλες τις περιπτώσεις, καθώς και στοχευμένες εκπαιδευτικές μεθόδους και τεχνικές προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένες γνωστικές ελλείψεις.

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Η αναδυόμενη έρευνα έχει επισημάνει μια αυξημένη αναγνώριση μεταξύ των εκπαιδευτικών και των γονέων σχετικά με τις μαθησιακές προκλήσεις. Ενώ είναι πλέον ευκολότερο να εντοπιστούν προκλήσεις ανάγνωσης ή ζητήματα συμπεριφοράς που προέρχονται από απόσπαση της προσοχής ή της υπερκινητικότητας, παραμένει ένα σημαντικό κενό στην αναγνώριση και αξιολόγηση της αριθμητικής κατανόησης και της κρίσιμης σημασίας της μαθηματικής γνώσης για τα παιδιά. Οι αριθμητικές ικανότητες είναι ζωτικής σημασίας στην καθημερινή ζωή και έχουν γίνει όλο και πιο ουσιαστικές με τις τεχνολογικές εξελίξεις. Οι κακές αριθμητικές δεξιότητες μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τις ευκαιρίες απασχόλησης, την ατομική ψυχική και σωματική ευεξία και την οικονομική θέση μιας χώρας. Ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό παιδιών και ενηλίκων αγωνίζεται να αντιμετωπίσει τα μαθηματικά σε σημαντικό βαθμό. Οι μαθηματικές επιδόσεις ενός μαθητή συνδέονται άμεσα με, την προσωπικότητα και το στυλ διδασκαλίας του δασκάλου, την προσέγγιση της μαθηματικής γλώσσας, η οποία μπορεί να παρεμποδιστεί από πρόσθετες διαταραχές ομιλίας, την κοινωνική τάξη, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις διαφορές των φύλων, τις συναισθηματικές διαταραχές, το άγχος, τη θετική ή αρνητική στάση του απέναντι στο αντικείμενο, το νοητικό υπόβαθρο, τις αντιληπτικές ελλείψεις και τις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Είναι γνωστό ότι ένα χαμηλό κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον παρέχει περιορισμένες ευκαιρίες μάθησης και ερεθίσματα που βοηθούν στην ανάπτυξη προμαθηματικών εμπειριών. Έτσι, το περιβάλλον παίζει σημαντικό ρόλο στην πρόκληση ή την επιδείνωση μαθηματικών δυσκολιών, παρά μόνο γνωστικών ελλείψεων και αδυναμιών. Επιπλέον, τα συναισθηματικά προβλήματα και οι διαταραχές συμπεριφοράς, λόγω έλλειψης αυτοελέγχου και αυτοσυγκέντρωσης, μπορούν να δημιουργήσουν προκλήσεις στα μαθηματικά, καθώς και την ανάπτυξη της «μαθηματικής φοβίας». Ο όρος «δυσαριθμησία» αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη πτυχή των Μαθησιακών Δυσκολιών που επηρεάζει πρωτίστως την απόκτηση μαθηματικών γνώσεων και δεξιοτήτων. Αν και η συχνότητα εμφάνισης αυτής της διαταραχής είναι παρόμοια με άλλες Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, όπως η δυσλεξία ή η Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας, φαίνεται να είναι η λιγότερο αναγνωρισμένη και η πιο δύσκολη στη διάγνωση. Τα τελευταία χρόνια, ερευνητές στο διεπιστημονικό πεδίο της νευροεπιστήμης διερεύνησαν συστηματικά τις μαθησιακές διαταραχές, ιδιαίτερα στον τομέα των μαθηματικών ικανοτήτων των παιδιών, χρησιμοποιώντας διάφορες πειραματικές μεθόδους. Η έρευνα που μελετά τις περιοχές και τα κυκλώματα του εγκεφάλου που συνδέονται με τα μαθηματικά είναι σαφώς φτωχότερη από την αντίστοιχη έρευνα που έχει πραγματοποιηθεί για τη γλώσσα και τις αναγνωστικές ικανότητες. Παρ' όλα αυτά, ο χώρος της νευρολογίας και των

νευροεπιστημών έχει στραφεί στο ζήτημα της μαθηματικής σκέψης και κάνουν λόγο για την αδυναμία της αριθμητικής σκέψης, την αναριθμησία εξαιτίας της ενεργοποίησης νευρικών δικτύων του εγκεφάλου. Το αυξανόμενο ακαδημαϊκό ενδιαφέρον για τη σύνδεση μεταξύ της γνωστικής νευροεπιστήμης και της εκπαίδευσης έχει οδηγήσει στην αξιολόγηση και παρέμβαση μεμονωμένων προκλήσεων σε όλο το φάσμα των μαθηματικών. Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να συμβάλει στην διαδικασίες μάθησης μέσω στρατηγικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων.

## Κεφάλαιο 2. Μαθησιακές δυσκολίες

### 2.1. Ο όρος των μαθησιακών δυσκολιών

Ο όρος «Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες» (ΕΜΔ) περιλαμβάνει ένα ποικίλο σύνολο διαταραχών που χαρακτηρίζονται από σημαντικές προκλήσεις στην απόκτηση και χρήση δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον λόγο, την ανάγνωση, τη γραφή, τη λογική συλλογιστική ή τις μαθηματικές ικανότητες. Αυτές οι διαταραχές πιστεύεται ότι είναι εγγενείς, που προέρχονται από δυσλειτουργία στο κεντρικό νευρικό σύστημα και μπορούν να εκδηλωθούν σε οποιοδήποτε σημείο της διάρκειας ζωής ενός ατόμου Αγαλιώτη (2000).

Η μάθηση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί τον ταυτόχρονο συντονισμό πολλαπλών εγκεφαλικών λειτουργιών. Προβλήματα που εμφανίζονται σε οποιαδήποτε δομή του εγκεφάλου μπορούν να επηρεάσουν αυτή τη διαδικασία συντονισμού. Στα παιδιά και στους εφήβους, η μάθηση μπορεί να επηρεαστεί με διαφορετικούς τρόπους και σε διαφορετικό βαθμό. Κάποιοι μαθαίνουν αργά με κανονικό ρυθμό, κάποιοι δυσκολεύονται να μάθουν μερικά θέματα και κάποιοι βλέπουν ότι οι προηγούμενες γνώσεις τους έχουν ξεχαστεί και δυσκολεύονται να τις μάθουν ξανά. Ενώ υπάρχουν μαθησιακές δυσκολίες σε ορισμένες βασικές γνωστικές διαδικασίες σε αυτήν την ομάδα, μπορεί να υπάρχουν δυσκολίες σε πιο σύνθετες και υψηλότερης τάξης γνωστικές διαδικασίες. Έτσι, οι μαθησιακές δυσκολίες είναι τα σημάδια που δείχνουν ότι υπάρχει πρόβλημα στη φυσιολογική ανάπτυξη. Μια μαθησιακή πρόκληση (γνωστή και ως μαθησιακή διαφορά) χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην επεξεργασία πληροφοριών από τον εγκέφαλο. Τα άτομα με μαθησιακή δυσκολία μπορεί να αντιμετωπίσουν προκλήσεις στη μάθηση με τον ίδιο ρυθμό ή με τον ίδιο τρόπο με τους συνομηλίκους τους, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για την απόκτηση θεμελιωδών δεξιοτήτων. Οι μαθησιακές δυσκολίες περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα διαταραχών που χαρακτηρίζονται από σημαντικές προκλήσεις στην απόκτηση και χρήση δεξιοτήτων ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης και γραφής ιδιαίτερα στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών πλαισίων. Αυτές οι δυσκολίες μπορεί να εκδηλωθούν με διάφορες μορφές, επηρεάζοντας έναν ή περισσότερους τομείς μάθησης όπως η ανάγνωση, η γραφή, τα μαθηματικά ή οι κοινωνικές δεξιότητες.

Περίπου 4 εκατομμύρια παιδιά και έφηβοι αντιμετωπίζουν προκλήσεις με τη μάθηση, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν περισσότερα από ένα είδος δυσκολίας. Είναι πιθανό μια μαθησιακή δυσκολία να συνυπάρχει με άλλες βλάβες ή να επηρεάζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες (Κάκουρος & Μανιαδάκη 2004, Τσιάντης). Αυτές οι καταστάσεις είναι εγγενείς στο άτομο και συνδέονται με δυσλειτουργία του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Αυτά τα νευρολογικά εμπόδια επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος επεξεργάζεται και κατανοεί τις πληροφορίες. Ενώ τα περισσότερα άτομα αναγνωρίζονται ότι αντιμετωπίζουν



μαθησιακές δυσκολίες κατά τη διάρκεια των σχολικών τους χρόνων, μερικά μπορεί να μην λάβουν διάγνωση μέχρι το κολέγιο ή αργότερα στη σταδιοδρομία τους, ενώ άλλα δεν διαγιγνώσκονται ποτέ καθόλου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτές οι δυσκολίες δεν αντικατοπτρίζουν το επίπεδο νοημοσύνης και δεν πρέπει να συγχέονται με πνευματικούς περιορισμούς ή άλλους εξωτερικούς παράγοντες όπως αισθητηριακές βλάβες, αναπτυξιακές καθυστερήσεις ή κοινωνικοοικονομικά μειονεκτήματα.

Αν και ορισμένες μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στην ακαδημαϊκή απόδοση, την επαγγελματική ζωή και τις προσωπικές σχέσεις των ατόμων, στοχευμένες στρατηγικές συμπεριφοράς προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένους τύπους δυσκολίας μπορούν να βοηθήσουν τα άτομα στην ανάπτυξη μηχανισμών αντιμετώπισης. Η έγκαιρη παρέμβαση μπορεί να είναι πολύ ωφέλιμη. Οι παρεμβάσεις και οι υπηρεσίες υποστήριξης, παράλληλα με την παροχή συμβουλών ή άλλες επιλογές φροντίδας ψυχικής υγείας, μπορούν να βοηθήσουν άτομα με μαθησιακές δυσκολίες να επιτύχουν επιτυχία. Συνεπώς η εμπειρία μιας μαθησιακής δυσκολίας δεν εμποδίζει ένα άτομο να επιτύχει ακαδημαϊκή επιτυχία ή να εκπληρώσει διανοητικά απαιτητικούς ρόλους στη ζωή.

## 2.2. Επικρατέστεροι ορισμοί

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν προταθεί πολυάριθμοι ορισμοί για να περιγράψουν τον όρο «μαθησιακές δυσκολίες». Ωστόσο, επί του παρόντος δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός μεταξύ των ειδικών στον τομέα της ειδικής αγωγής και κατάρτισης. Ο όρος "μαθησιακές δυσκολίες" εισήχθη για πρώτη φορά το 1962 από τον Samuel Kirk, ο οποίος τον όρισε ως: Η μαθησιακή δυσκολία είναι μια καθυστέρηση, διαταραχή ή καθυστερημένη ανάπτυξη σε μία ή περισσότερες γνωστικές διαδικασίες που εμπλέκονται στην ομιλία, τη γλώσσα, την ανάγνωση, τη γραφή, την αριθμητική ή άλλα ακαδημαϊκά θέματα, που προέρχονται από ψυχολογικά αίτια. Δεν είναι αποτέλεσμα διανοητικής αναπηρίας, αντιληπτικών ελλειμμάτων ή πολιτισμικών και διδακτικών παραγόντων. Έκτοτε, έχουν διατυπωθεί διάφοροι ορισμοί σε μια προσπάθεια να προσδιοριστεί η φύση των μαθησιακών δυσκολιών, υποβάλλοντας σε συνεχή κριτική ανάλυση και προσαρμογή.

Ωστόσο, ο πιο ευρέως αποδεκτός ορισμός προτάθηκε από τον Hammill το 1990, ο οποίος δηλώνει « το Learning disability είναι ένας ευρύς όρος που αναφέρεται σε μια ετερογενή ομάδα διαταραχών που χαρακτηρίζονται από σημαντικές δυσκολίες στην απόκτηση και χρήση ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης, γραφής, συλλογισμού ή μαθηματικών ικανότητες». Αυτές οι διαταραχές είναι εγγενείς στο άτομο, αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και μπορεί να επιμείνουν σε όλη τη ζωή. Οι μαθησιακές δυσκολίες δεν πηγάζουν

άμεσα από προβλήματα αυτορρύθμισης, κοινωνικής αντίληψης ή κοινωνικής αλληλεπίδρασης, αν και αυτοί οι παράγοντες μπορεί να συνυπάρχουν. Ομοίως, οι μαθησιακές δυσκολίες δεν προκαλούνται άμεσα από εξωτερικές συνθήκες όπως πολιτισμικές διαφορές ή ανεπαρκής διδασκαλία, παρά την πιθανή συνύπαρξη αυτών των παραγόντων. Οι ίδιες οι μαθησιακές δυσκολίες έχουν μια ανεξάρτητη βάση που διαφέρει από αυτές τις σχετικές συνθήκες ή περιβαλλοντικές επιρροές.

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει δοθεί σημαντική εστίαση στην έρευνα για την πρόβλεψη και την αποκατάσταση των «Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών» από μελετητές στους τομείς της Εκπαίδευσης και της Υγείας. Αυτή η αυξημένη προσοχή αποδίδεται στις προόδους στην επιστήμη και την τεχνολογία, καθώς και στις αυξημένες ακαδημαϊκές προσδοκίες στις σύγχρονες δυτικές κοινωνίες. Η κατανόηση της ιστορικής και εξελικτικής πορείας των μαθησιακών δυσκολιών παρέχει μια εικόνα για το πώς η κοινωνία αντιλήφθηκε και αντιμετώπισε αυτές τις προκλήσεις με την πάροδο του χρόνου. Η συστηματική μελέτη των αιτιών, της εξέλιξης, της θεραπείας και των αποτελεσμάτων των μαθησιακών δυσκολιών έχει ένα σχετικά σύντομο ιστορικό περίπου 20 έως 25 ετών.

### **2.3. Ιστορική αναδρομή των μαθησιακών δυσκολιών.**

Η ιστορική κατανόηση των μαθησιακών δυσκολιών έχει εξελιχθεί σημαντικά στο πέρασμα των αιώνων. Στην αρχαιότητα, τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες συχνά περιθωριοποιούνταν ή θεωρούνταν κατώτερα, χωρίς τους εκπαιδευτικούς πόρους ή τα συστήματα υποστήριξης που απαιτούνται για την ανάπτυξή τους. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, οι αντιλήψεις για τις μαθησιακές δυσκολίες ήταν συχνά συνυφασμένες με θρησκευτικές πεποιθήσεις, με καταστάσεις όπως η δυσλεξία ή η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) να αποδίδονται σε πνευματική κατοχή ή θεία τιμωρία. Η Αναγέννηση σηματοδότησε μια στροφή προς μια πιο επιστημονική κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και γνώσης.

Ωστόσο, μόλις τον 19ο και τον 20ο αιώνα η μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών απέκτησε δυναμική. Η μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών, ξεκίνησε με μια θεμελιώδη φάση που δίνει έμφαση στη βασική επιστημονική έρευνα που σχετίζεται με τον εγκέφαλο. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, οι ερευνητές ερεύνησαν τη σχέση μεταξύ της εγκεφαλικής βλάβης και της αντίστοιχης απώλειας συγκεκριμένων λειτουργιών, όπως η γλώσσα ή οι αντιληπτικές δεξιότητες.

Η ιστορία των «Μαθησιακών Δυσκολιών», που συχνά αναφέρεται ως «Δυσλεξία» σε πολλές πηγές, μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις διακριτές περιόδους: πριν από το 1917, από το 1917 έως τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο και από τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο μέχρι

σήμερα. Ακόμη και πριν από την εποχή του Ιπποκράτη, τεκμηριώθηκαν περιπτώσεις αφασίας που συνοδεύονταν από διαταραχές της έκφρασης του λόγου και της κατανόησης.

Το 1676, ο J. Schmidt ήταν ο πρώτος που περιέγραψε μια μορφή αφασίας όπου ένας ασθενής παρουσίαζε την ικανότητα να γράφει σε υπαγόρευση παρά την παράλυση στο δεξιό μέρος του σώματος, αλλά δυσκολευόταν να κατανοήσει το γραπτό κείμενο, να εκφράσει απόψεις και να αντικαταστήσει λέξεις.

Το 1861, ο Broca εντόπισε την περιοχή του εγκεφάλου που ελέγχει την παραγωγή ομιλίας και ξεκίνησε έρευνα για να εντοπίσει τις συγκεκριμένες περιοχές που είναι υπεύθυνες για τη γραφή και την ανάγνωση. Το έτος 1865 ανακαλύπτονται οργανικές ανωμαλίες στην κεντρική περιοχή του κυρίαρχου εγκεφαλικού ημισφαιρίου ως αιτία των προκλήσεων γλωσσικής έκφρασης.

Το 1867, ο Ogle εισήγαγε τον όρο «Agraphia» για να τον διακρίνει από την «Aphasia», καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι δύο διαταραχές είναι διαφορετικές και άσχετες καταστάσεις. Το 1869, ο Μπράστιαν υποστήριξε ότι οι δυσκολίες στην ανάγνωση προκαλούνται από ζημιές στην περιοχή του Broca. Στη συνέχεια, το 1877, ο Kussmaul επινόησε τον όρο «Λεξική τύφλωση» για να περιγράψει τους αφασικούς ασθενείς που είχαν χάσει την αναγνωστική τους ικανότητα και λίγο μετά, ο Berlin εισήγαγε τον όρο «Δυσλεξία» για την ίδια πάθηση. Άλλοι ερευνητές, όπως ο Hinshelwood το 1896 και οι Morgan και Kerr την ίδια περίοδο, χρησιμοποίησαν τον όρο «Hereditary Lexical Blindness» και απέδωσαν το πρόβλημα σε ανωμαλίες στη γωνιακή έλικα, χωρίς ανατομικά στοιχεία. Το 1906, ο Jackson χρησιμοποίησε τον όρο «Alexia», ενώ οι Γάλλοι εισήγαγαν ταυτόχρονα τον όρο «Hereditary Dyslexia».

Το 1906, ο Jacson εισήγαγε τον όρο «Alexia», ενώ την ίδια στιγμή οι Γάλλοι επινόησαν την «Hereditary Blindness». Το 1917, ο Hinshelwood πρότεινε τον όρο «Συγγενής Λεξική Τύφλωση» για να περιγράψει την πάθηση, υποστηρίζοντας ότι η υποκείμενη αιτία δεν ήταν οργανική εγκεφαλική βλάβη, αλλά μάλλον η ανωριμότητα των περιοχών του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την οπτική μνήμη των λέξεων και των γραμμάτων, που βρίσκονται ειδικά στα αριστερά. γωνιακή έλικα. Αργότερα, το 1917, ο Hinshelwood πρότεινε τη «Συγγενή Λεξική Τύφλωση» ως μια αιτία που δεν συνδέθηκε με οργανική εγκεφαλική βλάβη αλλά μάλλον μια ανωριμότητα των κέντρων του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνα για την οπτική μνήμη των λέξεων και των γραμμάτων που βρίσκονται στην αριστερή γωνιακή έλικα.

Αυτή η αρχική φάση είδε πολυάριθμες υποθέσεις και προσπάθειες για το θέμα αυτό χωρίς επαρκή ανατομική ή ερευνητική. Ωστόσο, αυτή η αρχική περίοδος χαρακτηρίστηκε από πολυάριθμες υποθέσεις και προσπάθειες κατανόησης του θέματος, χωρίς την υποστήριξη οριστικών ανατομικών, εμπειρικών και ερευνητικών στοιχείων.

Η μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών έχει ένα σημαντικό ορόσημο στο έργο του Samuel Orton το 1937. Ο Όρτον εισήγαγε τον όρο «Στρεφουσυμβολία» για να περιγράψει την πρώτη φαινομενολογική περιγραφή των αναγνωστικών δυσκολιών, την οποία απέδωσε σε νευρολογικούς παράγοντες. Η υπόθεσή του ήταν ότι στο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο, τα γράμματα καταγράφονται ως προς τον προσανατολισμό και τη θέση τους ως οπτικά δεσμευμένα, ενώ στο δεξί ημισφαίριο καταγράφονται με καθρέφτη. Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, τα αριστερόχειρα άτομα που βασίζονται περισσότερο στο κυρίαρχο δεξιό εγκεφαλικό ημισφαίριο λαμβάνουν ανακριβείς πληροφορίες λόγω αυτού του φαινομένου καθρέφτη. Αν και οι απόψεις του Orton δεν ήταν ευρέως αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα εκείνη την εποχή, η έρευνα και η συνεισφορά του οδήγησαν στην ίδρυση της Εταιρείας Δυσλεξίας το 1949, η οποία έφερε το όνομά του. Έκτοτε, ο όρος "Δυσλεξία" χρησιμοποιείται συνήθως από τους κλινικούς ιατρούς και τους εκπαιδευτικούς, συχνά χρησιμοποιείται εναλλακτικά με τους όρους «διαταραχή ανάγνωσης» και «μαθησιακές δυσκολίες» γενικότερα. Ακολουθώντας την εργασία του Orton, υπήρξε αποδεδειγμένο ενδιαφέρον για τη μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών, που οδήγησε στο σχηματισμό διαφόρων σχετικών όρων όπως «Ειδική Δυσλεξία», «Ειδική Δυσκολία Ανάγνωσης», «Λεγασθένεια», «Δυσαριθμσία», «Δυσφασία», «Δυσορθρογραφία», «Ειδική Εξελικτική Διαταραχή» και «Ειδική Μαθησιακή Δυσκολία».

Ο Δεύτερος Παγκόσμιος Πόλεμος, με τις σχετικές εγκεφαλικές κακώσεις, υπήρξε ένα σημαντικό ορόσημο στην πιο ολοκληρωμένη μελέτη της παθολογίας και της λειτουργικότητας του εγκεφάλου. Στη σύγχρονη εποχή, η μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών επικεντρώθηκε γύρω από τέσσερις κύριες κατευθύνσεις: στατιστικές μελέτες, παιδαγωγικές προσεγγίσεις, ψυχολογική ερμηνεία και θεραπεία και νευροψυχολογική προσέγγιση. Κατά τη διάρκεια αυτού του χρονικού πλαισίου, προέκυψε η έννοια της «Ελάχιστης Εγκεφαλικής Δυσλειτουργίας», η οποία περιελάμβανε λεπτά νευρολογικά ευρήματα, μη φυσιολογικά αποτελέσματα ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, δυσλειτουργικές κινήσεις και δυσδιάκριτα ελλείμματα, μεταξύ άλλων χαρακτηριστικών.

Στη συνέχεια, από τη δεκαετία του 1960 και μετά, ο όρος «Μαθησιακή Δυσκολία» έγινε εμφανής, δηλώνοντας ένα ευρύτερο φάσμα διαταραχών. Οι σημαντικές εξελίξεις στον τομέα αυτό περιλαμβάνουν τον προσδιορισμό της «Αναπτυξιακής Δυσαριθμσίας» το 1974 και την αναγνώριση των διαταραχών στην προφορική και γραπτή έκφραση (Ζάχος 2001, Θωμαΐδου 1999, Καπετάνιος 1999, Καραπέτσας 1997, Καρτασίδου 2004, Μάρκου 1998, Μπουρσιέ 1986, Νικολάου-Παπαναγιώτου 2001, Ντέιβις 2000, Τζουριάδου 1990, Pratt & Allen 1989)

Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις του Τζουριάδου, υπήρξαν πρόσφατες προσπάθειες από το 2000 και μετά για άμεση αναγνώριση και αντιμετώπιση των μαθησιακών προκλήσεων μέσω έγκαιρων διορθωτικών μέτρων. Αυτή η προσέγγιση δίνει έμφαση στους λειτουργικούς ορισμούς

των μαθησιακών δυσκολιών, θεωρώντας τόσο τη διακύμανση σε μεμονωμένες περιπτώσεις όσο και την ανταπόκριση στην παρέμβαση ως επιστημονικά κριτήρια. Ταυτόχρονα, έχουν αναπτυχθεί εξειδικευμένα κριτήρια αξιολόγησης στους τομείς της Παιδαγωγικής και της Ψυχολογίας. Επιπλέον, έχει δοθεί σημαντική έμφαση στη συμμετοχή των γονέων και στο κοινωνικό και σχολικό περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί και αλληλεπιδρά το παιδί με μαθησιακές δυσκολίες (Κάκουρος & Μανιαδιάκη 2004, Καραπέτσας 1997, Μάρκου 1994, Τζουριάδου 1990 ).

Συμπερασματικά, η ιστορική και εξελικτική πορεία των μαθησιακών δυσκολιών αντανακλά τις μεταβαλλόμενες στάσεις της κοινωνίας απέναντι σε άτομα με διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες. Από την περιθωριοποίηση και την παραμέληση στην αναγνώριση και την υποστήριξη, το ταξίδι προς τη συνεκπαίδευση συνεχίζει να εξελίσσεται, με γνώμονα την πρόοδο στην έρευνα, τη νομοθεσία και τις εκπαιδευτικές πρακτικές. Παρά τις προκλήσεις που απομένουν, οι προσπάθειες για την προώθηση της ισότητας και της προσβασιμότητας στην εκπαίδευση προσφέρουν ελπίδα για ένα μέλλον χωρίς αποκλεισμούς όπου κάθε άτομο έχει την ευκαιρία να ευδοκιμήσει.

#### **2.4. Αιτιολογικοί παράγοντες των Μαθησιακών Δυσκολιών.**

Το επιστημονικό ενδιαφέρον για τις μαθησιακές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα παιδιά εμφανίστηκε στα μέσα του 19ου αιώνα, που συμπίπτει με την εισαγωγή της υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Μέχρι σήμερα οι αιτίες που τις προκαλούν παραμένουν ασαφείς. Παρά ταύτα υπάρχουν παράγοντες που έχουν ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση των ειδικών αναπτυξιακών μαθησιακών διαταραχών. Τα άτομα με μαθησιακές προκλήσεις αντιμετωπίζουν σημαντικά εμπόδια που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή τους επιτυχία και τη συνολική ευημερία τους σ ένα ποσοστό 30% του μαθητικού πληθυσμού (Adelman & Taylor, 1993).

Αυτή η εργασία αναφέρει τις περίπλοκες αιτίες αυτών των δυσκολιών, αντλώντας από την υπάρχουσα έρευνα για τη διερεύνηση νευροβιολογικών, γνωστικών, περιβαλλοντικών και ψυχολογικών παραγόντων. Η κατανόηση των βαθύτερων αιτιών των μαθησιακών προκλήσεων είναι απαραίτητη για την εφαρμογή αποτελεσματικών παρεμβάσεων και την παροχή υποστήριξης προσαρμοσμένης στις διάφορες μαθησιακές ανάγκες. Οι μαθησιακές δυσκολίες περιλαμβάνουν μια σειρά από εμπόδια που εμποδίζουν την ικανότητα των ατόμων να μαθαίνουν και να εφαρμόζουν αποτελεσματικά τη γνώση, όπως η δυσλεξία, η δυσαριθμησία και η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής/υπερκινητικότητας. Ενώ τα συμπτώματα και η σοβαρότητα ποικίλλουν, οι αλληλένδετοι αιτιολογικοί παράγοντες που κρύβονται πίσω από αυτές τις προκλήσεις μπορούν να διακριθούν σε (τρεις) 3 κυρίως κατηγορίες:

#### 2.4.1. Νευροβιολογικοί παράγοντες

Οι νευροαναπτυξιακές διακυμάνσεις στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου συνδέονται συχνά με την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών κατά τα σχολικά χρόνια. Αυτά μπορούν να επηρεάσουν διάφορους τομείς μάθησης, συμπεριλαμβανομένης της ανάγνωσης, της γραφής, των μαθηματικών, της μνήμης και της προσοχής. Σημαντικά ευρήματα έχουν προκύψει από μελέτες νευροαπεικόνισης οι οποίες έχουν εντοπίσει νευροβιολογικές ανωμαλίες στη δομή και τη λειτουργία του εγκεφάλου ατόμων με μαθησιακές δυσκολίες. Οι μεγαλύτερες ποιοτικές διαφορές εμφανίζονται στην δραστηριότητα του αριστερού ημισφαιρίου στην βρεγματική, στη μέση κροταφική και στην πλάγια μετωπική φλοιώδη περιοχή. Οι τεχνικές απεικονίσεις του εγκεφάλου όπως το PET (positron emission tomography) και το SPET (single photon emission tomography) χαρτογραφούν την εγκεφαλική ροή του αίματος η οποία καθιστά εφικτή τη μελέτη της εγκεφαλικής λειτουργίας κατά την ανάγνωση και άλλων μαθησιακών διαδικασιών. Με τη βοήθεια αυτών των μελετών βρήκαν ότι η νευροφυσιολογική δραστηριότητα των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες διαφέρει από τη φυσιολογική.

Για παράδειγμα, η δυσλεξία συνδέεται με ανωμαλίες στις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στην επεξεργασία της γλώσσας, όπως ο αριστερός κροταφικός λοβός (Shaywitz, 2002). Τα άτομα με δυσλεξία παρουσιάζουν προκλήσεις με φωνολογική επίγνωση, αποκωδικοποίηση και ορθογραφία, οι οποίες εμποδίζουν σημαντικά την ικανότητά τους να μάθουν να διαβάζουν.

Ομοίως, η δυσαριθμησία σχετίζεται με ατέλειες στην παρεγκεφαλίδα και τον ινιακό λοβό, περιοχές που εμπλέκονται στην επεξεργασία μαθηματικών συμβόλων (Rotzer et al, 2008). Τα παιδιά με δυσαριθμησία αντιμετωπίζουν δυσκολίες στον εντοπισμό αριθμών, την καταμέτρηση και την εκτέλεση υπολογισμών. Επιπλέον η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής/υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) συνδέεται με δυσλειτουργία στις μετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές του εγκεφάλου που συνδέονται με την συμπεριφορά (Arnsten, 2009). Οι διάχυτες αναπτυξιακές διαταραχές, όπως ο αυτισμός, έχουν συνδεθεί με άτυπα πρότυπα στα νευρωνικά δίκτυα που διέπουν τη γνωστική και κοινωνικο-συναισθηματική ανάπτυξη. Για παράδειγμα, η έρευνα έχει εντοπίσει ανωμαλίες στον προμετωπιαίο φλοιό, την παρεγκεφαλίδα και τον εγκεφαλικό φλοιό ατόμων με αυτισμό (Amaral et al., 2008). Αυτές οι νευρολογικές διαφορές συσχετίζονται με ελλείμματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση, την επικοινωνία και τη γνωστική ευελιξία που παρατηρούνται σε άτομα με αυτισμό. Η διευκρίνιση των νευροβιολογικών θεμελίων αυτών των διαταραχών είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη κατάλληλων εκπαιδευτικών στρατηγικών και παρεμβάσεων.

Επιπλέον οι γενετικές προδιαθέσεις συμβάλλουν σημαντικά σε καταστάσεις όπως η δυσλεξία και η ΔΕΠΥ, συγκεκριμένες παραλλαγές γονιδίων έχουν συνδεθεί με αυτές τις

διαταραχές. Τα γενετικά αίτια δηλαδή οι γενετικές ανωμαλίες αναφέρονται σε διαταραχές στις οποίες οι παραλλαγές στα γονίδια ή τα χρωμοσώματα επηρεάζουν την ανάπτυξη του ατόμου σε φυσικούς, γλωσσικούς, γνωστικούς, κοινωνικούς και συμπεριφορικούς τομείς. (Αλαχιώτης, 2011). Ορισμένες γενετικές παθήσεις, συμπεριλαμβανομένου του συνδρόμου Tourette, του συνδρόμου Klinefelter και του συνδρόμου Jacobs, μπορούν να συμβάλουν στις μαθησιακές δυσκολίες. Αυτές είναι ασυνήθιστες γενετικές διαταραχές που επηρεάζουν κυρίως τους άνδρες και σχετίζονται με παρόμοιες συνυπάρχουσες καταστάσεις, όπως διαταραχή ελλειμματικής προσοχής/υπερκινητικότητας, διαταραχές του φάσματος του αυτισμού.

Επιπρόσθετα τα υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι κληρονομικοί παράγοντες αντιπροσωπεύουν περίπου το 60% των διαγνωσμένων διαταραχών ανάγνωσης. Στην πραγματικότητα, τα παιδιά που έχουν έναν γονέα με μαθησιακή δυσκολία είναι πιο πιθανό να αναπτύξουν τα ίδια μια μαθησιακή δυσκολία (Harstad, 2018). Η υπάρχουσα έρευνα δείχνει ότι μπορεί να υπάρχει μια γενετική σχέση που προδιαθέτει τα άτομα μέσα στις οικογένειες σε μαθησιακές δυσκολίες. Ενώ τα παιδιά μπορεί να μην έχουν την ίδια ακριβώς αναπηρία με τους γονείς τους, μπορεί να κληρονομήσουν μια σχετική πάθηση. Για παράδειγμα, ένας γονέας με δυσλεξία μπορεί να έχει ένα παιδί που παλεύει με την οπτική επεξεργασία. Τα στοιχεία δείχνουν ότι μια υποκείμενη νευρολογική βλάβη μπορεί να είναι ο κληρονομικός παράγοντας που τελικά οδηγεί στις μαθησιακές δυσκολίες.

#### 2.4.2 Γνωστικοί παράγοντες

##### **ι. Η υπόθεση του φωνολογικού ελλείμματος**

Η εκμάθηση της ανάγνωσης είναι μια πολύπλοκη και δυναμική διαδικασία, μια διαδικασία που επηρεάζεται από πολλαπλούς περιβαλλοντικούς, γνωστικούς και γενετικούς παράγοντες (Landerl 2019, Olson 2014, van Bergen 2014) Η χαμηλή ικανότητα ανάγνωσης οφείλεται σε διαταραχές των φωνολογικών δεξιοτήτων. Η υπόθεση του φωνολογικού ελλείμματος θέτει μια ισχυρή σύνδεση μεταξύ του επιπέδου φωνολογικής επίγνωσης και της επάρκειας ανάγνωσης και ορθογραφίας. Η δυσκολία στην ανάγνωση μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες οφείλεται σε μειωμένη φωνολογική επίγνωση. Όταν επομένως υπάρχει πρόβλημα στην αναγνώριση και χρήση φθόγγων αναδεικνύεται ένας εξαιρετικά σημαντικός δείκτης πρόβλεψης των αναγνωστικών δυσκολιών.

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες συχνά δυσκολεύονται να αναλύσουν τη γλώσσα στα βασικά συστατικά της. Τα άτομα συχνά δυσκολεύονται να αποσυνθέσουν τις προτάσεις στις συστατικές τους λέξεις, τις λέξεις στις συστατικές τους συλλαβές και τις συλλαβές στα υποκείμενα φωνητικά τους στοιχεία. Αυτοί οι μαθητές παλεύουν επίσης με δεξιότητες όπως η ομοιοκαταληξία, η ακοή και ο χειρισμός ήχων μέσα στις λέξεις και η κατανόηση του τρόπου με



τον οποίο οι ήχοι τοποθετούνται μέσα στις λέξεις. Ένας βασικός παράγοντας που κρύβεται πίσω από την δυσλεξία σύμφωνα με έρευνες είναι ένα έλλειμμα φωνολογικής επεξεργασίας (Liberman 1989, Vellutino 2004). Η δυσλεξία ορίζεται ως φωνολογικό έλλειμμα (Snowling, 2006) εκπαίδευσης. Δεδομένου ότι αυτά τα ελλείμματα εκδηλώνονται στον προφορικό λόγο πριν το παιδί ασχοληθεί με το γραπτό κείμενο, υπάρχει δυνατότητα πρώιμης παρέμβασης πριν την έναρξη της σχολικής διαδικασίας.

## **ii. Η υπόθεση της οπτικής προσοχής**

Πρόσφατες έρευνες αμφισβήτησαν την ιδέα ότι τα φωνολογικά ελλείμματα είναι η μόνη αιτία των δυσκολιών ανάγνωσης. Έρευνες έχουν δείξει ότι τα άτομα με αναγνωστικές δυσκολίες μπορούν να διαθέτουν ισχυρές φωνολογικές ικανότητες. Ορισμένοι ερευνητές θεωρούν ότι η υπόθεση του ελλείμματος οπτικής προσοχής είναι μια πιθανή αιτία δυσλεξίας (Bosse et al., 2006). Πειραματικές μελέτες έχουν μετρήσει το οπτικό εύρος της προσοχής παρουσιάζοντας γρήγορα πέντε σύμφωνα σε μια οθόνη υπολογιστή για 200 ms. Σε αυτές τις μελέτες, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αναφέρουν είτε ολόκληρη τη σειρά των γραμμάτων είτε ένα μόνο γράμμα όπως υποδεικνύεται. Τα ευρήματα έδειξαν ότι τα παιδιά που διαγνώστηκαν με δυσλεξία εμφάνισαν χαμηλότερη απόδοση σε σύγκριση με τους συνομηλικούς τους που ταιριάζουν με την ηλικία και στις δύο αξιολογημένες καταστάσεις, με το έλλειμμα να είναι πιο έντονο στην αρχική εργασία. Αυτό υποδηλώνει ότι μια διαταραχή της οπτικής προσοχής, χωρίς φωνολογικό έλλειμμα, μπορεί να οδηγήσει σε δυσλεξία. Ωστόσο, η χρήση των γραμμάτων ως ερεθισμάτων σε αυτή την έρευνα καθιστά δύσκολο να προσδιοριστεί εάν το έλλειμμα σχετίζεται ειδικά με την οπτική προσοχή ή με την αντίληψη των γραμμάτων, η οποία είναι γνωστό ότι είναι μειωμένη στη δυσλεξία. Η έρευνα που χρησιμοποιεί μη λεκτικά μέτρα δεν έχει αποκαλύψει ουσιαστικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των παιδιών με δυσλεξία και εκείνων που είναι τυπικοί αναγνώστες. (Hawelka & Wimmer, 2008; Ziegler, Pech-Georgel, Dufau, & Grainger, 2010).

## **iii. Η υπόθεση του διπλού ελλείμματος**

Η υπόθεση του διπλού ελλείμματος υποδηλώνει ότι οι δυσκολίες στην ανάγνωση και τη γραφή δεν πηγάζουν αποκλειστικά από ένα φωνολογικό έλλειμμα, αλλά και από ένα ξεχωριστό έλλειμμα στην ικανότητα αυτόματης αναγνώρισης και ονομασίας οπτικών συμβόλων, το οποίο λειτουργεί ανεξάρτητα από το πρώτο έλλειμμα. Οι μαθητές με μειωμένες ικανότητες αυτόματης ονομασίας εμφανίζουν σημαντικά χαμηλότερες ταχύτητες στον εντοπισμό οικείων οπτικών ερεθισμάτων, όπως χρώματα και αντικείμενα.

## **iv. Η υπόθεση του ελλείμματος της ακουστικής επεξεργασίας**

Η υπόθεση του ελλείμματος της ακουστικής επεξεργασίας υποδηλώνει ότι το ακουστικό έλλειμμα σε άτομα με δυσλεξία και σχετικές διαταραχές, όπως η συγκεκριμένη γλωσσική



διαταραχή και τα ελλείμματα προσοχής, έγκειται στην αντίληψη και την επεξεργασία σύντομων, γρήγορων και διαδοχικών ήχων. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυτά τα άτομα παρουσιάζουν χειρότερη απόδοση σε ακουστικά τεστ, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας διάκρισης των συχνοτήτων και των χρονοσειρών της απόκρισης (Nagarajan, Jenkins, Alpay, Aggarwal, Salamanca-Riba, Roytburd, & Ramesh, 1999, Tallal 1980). Η δυσκολία στην ακριβή αναπαράσταση των ήχων μικρής διάρκειας και των γρήγορων αλλαγών οδηγεί σε περαιτέρω προκλήσεις και το υποκείμενο έλλειμμα ακουστικής επεξεργασίας συμβάλλει στην ανάπτυξη φωνολογικών ελλειμμάτων, γεγονός που με τη σειρά του εμποδίζει την εκμάθηση της ανάγνωσης. Τα νευροεπιστημονικά στοιχεία δείχνουν ότι το έλλειμμα στην ταχύτητα της ακουστικής επεξεργασίας είναι πρωταρχικός παράγοντας στη δυσλεξία. Πειραματικά ευρήματα έχουν αποκαλύψει ότι τα παιδιά με ειδικές γλωσσικές διαταραχές και δυσλεξία επεξεργάζονται τα ακουστικά ερεθίσματα με πιο αργό ρυθμό σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά.

#### **v. Η υπόθεση του ελλείμματος στη μνήμη εργασίας**

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες συχνά αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις μνήμης. Μπορεί να δυσκολεύονται να θυμηθούν προφορικές οδηγίες ή να θυμηθούν μια λίστα στοιχείων, ειδικά όταν παρουσιάζονται πολλές πληροφορίες ταυτόχρονα. Αυτοί οι μαθητές μπορεί επίσης να δυσκολεύονται να ανακαλέσουν έννοιες που είχαν διδαχθεί προηγουμένως, είτε επειδή δεν κατανοούσαν πλήρως το υλικό είτε επειδή απέτυχαν να οργανώσουν αποτελεσματικά τις πληροφορίες. Επιδεικνύουν περισσότερα προβλήματα με τη βραχυπρόθεσμη μνήμη, ιδιαίτερα όταν ασχολούνται με πληροφορίες που βασίζονται στη γλώσσα, και αυτές οι δυσκολίες τείνουν να επιμένουν.

Τα πιο σημαντικά και κρίσιμα ζητήματα στις μνημονικές διαδικασίες των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες φαίνεται να επικεντρώνονται γύρω από τη μνήμη εργασίας, τόσο κατά την παιδική όσο και κατά την ενήλικη ζωή. Η μνήμη εργασίας αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός ατόμου να διατηρεί και να χειρίζεται πληροφορίες ταυτόχρονα, συνήθως μόνο ένα μικρό μέρος των συνολικών πληροφοριών που παρουσιάζονται. Οι μαθητές με αναπηρίες αντιμετωπίζουν συχνά σημαντικές προκλήσεις μνήμης. Μπορεί να δυσκολεύονται να ανακαλέσουν λεκτικές οδηγίες ή μια σειρά στοιχείων, ειδικά όταν παρουσιάζονται με πολλές πληροφορίες ταυτόχρονα. Αυτοί οι μαθητές μπορεί επίσης να δυσκολεύονται να θυμηθούν έννοιες που είχαν διδαχθεί προηγουμένως, είτε επειδή δεν κατανοούσαν πλήρως το υλικό είτε επειδή απέτυχαν να οργανώσουν αποτελεσματικά τις πληροφορίες. Παρουσιάζουν περισσότερα προβλήματα με τη βραχυπρόθεσμη μνήμη, ιδιαίτερα όταν ασχολούνται με πληροφορίες που βασίζονται στη γλώσσα, και αυτές οι δυσκολίες επιμένουν με την πάροδο του χρόνου. Τα πιο κρίσιμα και θεμελιώδη ζητήματα στις μνημονικές (μνημονικές) διαδικασίες των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες φαίνεται να περιλαμβάνουν τη μνήμη εργασίας, τόσο κατά την παιδική

όσο και κατά την ενήλικη ζωή. Η μνήμη εργασίας αντιπροσωπεύει την ικανότητα ενός ατόμου να διατηρεί και να χειρίζεται πληροφορίες ταυτόχρονα, συνήθως μόνο ένα μικρό μέρος των συνολικών πληροφοριών που παρουσιάζονται.

### 2.4.3. Περιβαλλοντικοί, Συναισθηματικοί παράγοντες

Μελέτες δείχνουν ότι οι περιβαλλοντικοί, πολιτιστικοί και συναισθηματικοί παράγοντες ευθύνονται για ένα σημαντικό μέρος των παιδιών που αντιμετωπίζουν μαθησιακές δυσκολίες. Οι ακατάλληλες σχολικές ρυθμίσεις, οι δυσλειτουργικές οικογενειακές συνθήκες και η κακή πρώιμη διατροφή είναι κοινοί παράγοντες που εμποδίζουν τις μαθησιακές δυνατότητες ενός παιδιού. Επιπλέον, ζητήματα όπως η κατάθλιψη, το άγχος και τα προβληματικά χαρακτηριστικά της προσωπικότητας μπορούν επίσης να εμποδίσουν τη μαθησιακή λειτουργία.

Επιπλέον, η έρευνα δείχνει ότι η ψυχολογική παραμέληση, συμπεριλαμβανομένων παραγόντων όπως η ανεπιθύμητη εγκυμοσύνη, ο γονικός αλκοολισμός, η γέννηση εκτός γάμου και το διαζύγιο, είναι ένας κρίσιμος παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη μαθησιακών δυσκολιών. Σε άλλες περιπτώσεις, η συναισθηματική αναστολή της μάθησης μπορεί να προκύψει από ασυνείδητα συναισθήματα ενοχής, τιμωρίας ή αντίθεσης στις μαθησιακές δυσκολίες (Σακκάς, 2002). Θα πρέπει να τονιστεί η επιρροή της δυναμικής της οικογένειας, όπως η αρνητική αντίληψη του παιδιού για τις αξίες και τις συμπεριφορές των γονιών του, οι προσπάθειες του παιδιού να κερδίσει την προσοχή και η προκύπτουσα μειωμένη αυτοεκτίμηση.

Προγεννητικούς παράγοντες όπως η κατάχρηση ουσιών από τη μητέρα μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο αναπτυξιακών διαταραχών, ενώ εμπειρίες πρώιμης παιδικής ηλικίας όπως η φτώχεια μπορούν να επιδεινώσουν τα γνωστικά ελλείμματα οδηγώντας σε εκπαιδευτικά εμπόδια. Οι κοινωνικοοικονομικές ανισότητες διαιωνίζουν επίσης την άνιση πρόσβαση στις ευκαιρίες εκπαίδευσης μεταξύ των περιθωριοποιημένων κοινοτήτων.

Οι ψυχολογικοί και κοινωνικό-συναισθηματικοί παράγοντες, σε συνδυασμό με βιολογικές και περιβαλλοντικές επιρροές, παίζουν ρόλο στη διαμόρφωση των μαθησιακών μονοπατιών των ατόμων. Οι παθήσεις ψυχικής υγείας, όπως το άγχος, η κατάθλιψη και οι διαταραχές που σχετίζονται με το τραύμα συχνά συνυπάρχουν με μαθησιακές δυσκολίες, επιδείνωση των γνωστικών διαταραχών και παρεμπόδιση της προσαρμοστικής λειτουργίας. Επιπλέον, κοινωνικές πτυχές όπως οι σχέσεις με τους συνομηλίκους, η δυναμική της οικογένειας και η σχολική ατμόσφαιρα επηρεάζουν σημαντικά την ακαδημαϊκή συμμετοχή και την επιτυχία των μαθητών. Τα περιστατικά εκφοβισμού, διακρίσεων και κοινωνικής περιθωριοποίησης επιδεινώνουν τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες, οδηγώντας σε δυσμενείς ψυχοκοινωνικές συνέπειες και μειωμένη αυτοεκτίμηση. Ένα διαδραστικό μοντέλο αιτιολογίας ενσωματώνει βιολογικές, περιβαλλοντικές και ψυχολογικές

προοπτικές για να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο κατανόησης των μαθησιακών δυσκολιών. Τονίζει τις δυναμικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ της γενετικής ευαισθησίας, των περιβαλλοντικών στρεσογόνων παραγόντων και των ατομικών διαφορών στη γνωστική και συναισθηματική επεξεργασία. Αυτό το μοντέλο υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της έγκαιρης ανίχνευσης, της παρέμβασης και των υπηρεσιών υποστήριξης προσαρμοσμένων σε μοναδικές ανάγκες. Επιπτώσεις για την παρέμβαση Η κατανόηση των αιτιολογικών παραγόντων έχει σημαντικές επιπτώσεις για στοχευόμενες παρεμβάσεις και στρατηγικές πρόληψης. Τα προγράμματα πρώιμης παρέμβασης που αντιμετωπίζουν νευροαναπτυξιακές προκλήσεις και προάγουν την ανθεκτικότητα μπορούν να μετριάσουν τον αντίκτυπο στους ακαδημαϊκούς και στην ψυχοκοινωνική ευημερία. Πρωτοβουλίες που στοχεύουν στην προώθηση της συνεκπαιδευτικής εκπαίδευσης και στη μείωση των εκπαιδευτικών ανισοτήτων. Συμπέρασμα: Συνολικά, οι υφαντές δυσκολίες μη μάθησης είναι πολυάριθμοι αλληλένδετοι παράγοντες, βασισμένοι στην πολυδιάστατη εξερεύνηση, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες ταιριάζουν με τη βαθύτερη κατανόηση των αιτιών τους. Επιπλέον, οι αποτελεσματικές παρεμβάσεις διευκολύνουν την υποστήριξη διαφορετικών μαθησιακών απαιτήσεων. Το βήμα προς τα εμπρός είναι η ενδυνάμωση των ατόμων χρησιμοποιώντας πληροφορίες, δεξιότητες ανθεκτικότητας, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ξεπεράσουν εμπόδια που τους επιτρέπουν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους».

## 2.5. Διάγνωση και τυπολογικοί ταξινόμηση.

### 2.5.1. Διάγνωση

Η Ειδική Μαθησιακή Διαταραχή (ΕΜΔ) αποτελεί έναν τύπο νευροαναπτυξιακής διαταραχής που καταγράφεται στο DSM-5 (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition) και εμποδίζει την ανάπτυξη ή τη χρήση συγκεκριμένων ακαδημαϊκών ικανοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της ανάγνωσης, της γραφής και των μαθηματικών. Αυτές οι δεξιότητες είναι απαραίτητες για την πρόοδο στην ακαδημαϊκή μάθηση. Οι δυσκολίες στη μάθηση θεωρούνται απρόοπτες παρά την κανονική ανάπτυξη σε άλλους τομείς. Παρόλο που τα σημάδια των μαθησιακών δυσκολιών μπορεί να εμφανιστούν νωρίς, μια αξιόπιστη διάγνωση μπορεί να γίνει μόνο μετά την έναρξη της επίσημης εκπαίδευσης. Γίνονται αναφορές ότι η διάγνωση γίνεται συνήθως κατά το τέλος της δεύτερης τάξης του δημοτικού σχολείου (Petreto & Masala, 2017). Οι συγκεκριμένες μαθησιακές διαταραχές συνήθως επιμένουν στην ενήλικη ζωή και νοούνται ως μια διαπολιτισμική και μακροπρόθεσμη κατάσταση, που παρουσιάζει παραλλαγές μεταξύ των πολιτισμών και των αναπτυξιακών σταδίων στα παιδιά. (Petreto & Masala, 2017). Σύμφωνα με το DSM-5, τα συμπτώματα που συντελούν στη διάγνωση περιλαμβάνουν επίμονες δυσκολίες στην

ανάγνωση, τη γραφή, την αριθμητική ή μαθηματική λογική κατά τη διάρκεια των σχολικών ετών, βαθμολογία πολύ κάτω του μέσου όρου σε σχετικά γλωσσικά και πολιτισμικά κατάλληλα τεστ, έναρξη μαθησιακών ζητημάτων σε πρώιμο στάδιο, και σημαντική επίδραση στην ακαδημαϊκή επιτυχία ή στις καθημερινές δραστηριότητες, οι οποίες δεν αποδίδονται σε άλλες διαταραχές. Τόσο σε ερευνητικά όσο και σε κλινικά πλαίσια, χρησιμοποιούνται τεχνικές κατηγορικής ταξινόμησης για τον εντοπισμό ομάδων για περαιτέρω διερεύνηση ή στοχευμένη παρέμβαση. Το DSM επεκτείνει την προσέγγισή του συμπεριλαμβάνοντας διάφορους τύπους μαθησιακών δυσκολιών σε αυτήν την ενιαία κατηγορία, αντί να περιορίζει τα προβλήματα που σχετίζονται αποκλειστικά με την ανάγνωση, τα μαθηματικά ή τη γραπτή έκφραση. Η διάγνωση σύμφωνα με το DSM-5 περιλαμβάνει ενδελεχή κλινική ανασκόπηση, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης του ιστορικού, μαζί με αναφορές δασκάλων και ακαδημαϊκά αρχεία, προτού γίνει ο καθορισμός ατόμων εντός της ομάδας με βάση την επίμονη φύση των δυσκολιών που επηρεάζουν σημαντικά τα επίπεδα επίδοσης, χωρίς καλύτερη εξήγηση από άλλες συνθήκες που επηρεάζουν την απόδοση στο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Για τη διάγνωση ενός μαθησιακού προβλήματος είναι απαραίτητα τα εξής:

- Η ολοκληρωμένη βιογραφική περιγραφή του ατόμου που παρουσιάζει μια μαθησιακή πρόκληση η οποία θα περιλαμβάνει λεπτομέρειες σχετικά με το ιατρικό ιστορικό, το αναπτυξιακό ιστορικό, το χρονοδιάγραμμα και την εκδήλωση του προβλήματος, τη δυναμική της οικογένειάς του και την παρουσία ανάλογων δυσκολιών στον κοινωνικό του κύκλο.
- Μπορεί να χρειαστεί μια ολοκληρωμένη ιατρική αξιολόγηση για να καθοριστεί εάν τυχόν υποκείμενοι οργανικοί παράγοντες συμβάλλουν κυρίως στο πρόβλημα.
- Αξιολόγηση μέσω κατάλληλων ψυχομετρικών αξιολογήσεων για τον προσδιορισμό της γνωστικής ικανότητας του ατόμου και άλλων πτυχών της προσωπικότητας ή της προσωπικής του ανάπτυξης.
- Συμπληρωματικές παρατηρήσεις ή δεδομένα από εκπαιδευτικούς και κηδεμόνες που θα μπορούσαν να ενισχύσουν τον λεπτομερή χαρακτηρισμό του ζητήματος και τον σχεδιασμό ενός διορθωτικού σχεδίου.

### 2.5.2 Τυπολογική ταξινόμηση

Η τυπολογική ταξινόμηση των μαθησιακών δυσκολιών ανάλογα με τις εκπαιδευτικές προκλήσεις κάθε ατόμου ξεχωριστά μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους. Οι εκπαιδευτικές προκλήσεις κατηγοριοποιούνται σε διαφορετικά επίπεδα. Η πέμπτη έκδοση του Διαγνωστικού & Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών (DSM-5) του Αμερικανικού Ψυχιατρικού Συλλόγου κατηγοριοποιεί τις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες ως εξής:

- **Ειδική διαταραχή της ανάγνωσης (δυσλεξία) :** Δυσκολίες ανάγνωσης εκδηλώνονται ως ελλείψεις στην ακρίβεια και την ταχύτητα ανάγνωσης, μειωμένη κατανόηση κειμένου και προκλήσεις στην αναγνώριση και αποκωδικοποίηση των λέξεων. Ο όρος δυσλεξία χρησιμοποιείται συχνά για να περιγράψει την δυσκολία εντοπισμού και την προφορά λέξεων, καθώς και διαταραχές στον ρυθμό και την ευχέρεια της ανάγνωσης και της κατανόησης.
- **Διαταραχή των μαθηματικών (δυσαριθμησία):** Αυτή η συνθήκη χαρακτηρίζεται από προκλήσεις με την επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών, την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων, την ανάκληση μαθηματικών δεδομένων και την ενασχόληση με μαθηματικούς συλλογισμούς.
- **Διαταραχή της γραπτής έκφρασης (δυσαγραφία):** Προβλήματα στην ανάπτυξη και την χρήση της γραφής, όπως δυσκολίες στην κατανόηση και εφαρμογή των κανόνων της γραφής, δυσκολίες στην αναγνώριση και την παραγωγή της γραφής χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην ορθογραφία στην κατάκτηση και εφαρμογή των κανόνων γραμματικής και των σημείων στίξης στην οργάνωση και δομή της γραπτής έκφρασης.
- **Μαθησιακή διαταραχή που δεν προσδιορίζεται αλλιώς:** Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει περιπτώσεις όπου τα διάφορα διαγνωστικά κριτήρια δεν πληρούνται σε αρκετά σαφή βαθμό ώστε να δικαιολογείται η συμπερίληψη στις τρεις πρώτες κατηγορίες.

### Κεφάλαιο 3. Μαθηματικές δυσκολίες

Τα μαθηματικά αναγνωρίζονται ευρέως ως μια επιστήμη που έχει επηρεάσει βαθιά την εξέλιξη του κόσμου, ενώ ταυτόχρονα συμβάλλουν σημαντικά στα αξιοσημείωτα επιτεύγματα της ανθρώπινης διάνοιας. Τα μαθηματικά είναι μία σύνθετη επιστήμη που περιλαμβάνει διάφορους τομείς όπως η άλγεβρα, η στατιστική, οι πιθανότητες, ο λογισμός και η επίλυση προβλημάτων μεταξύ άλλων. Απαιτεί την ενεργοποίηση μιας ποικιλίας θεμελιωδών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον ποσοτικό συλλογισμό, την αποκωδικοποίηση συμβόλων, τη μνήμη, τις οπτικοχωρικές ικανότητες και τη λογική σκέψη. Αυτή η πειθαρχία παίζει καθοριστικό ρόλο στην καθημερινή μας ζωή. Τα μαθηματικά, με τους τύπους, τους ορισμούς, τις δυσκολίες και τις ανακαλύψεις τους, έχουν συγκεντρώσει τόσο ένθερμους θαυμαστές όσο και κριτικούς. Οι γνωστικές βάσεις διάφορων μαθηματικών κλάδων, καθώς και οι διαδικασίες που διευκολύνουν τη γνωστική ανάπτυξη σε αυτόν τον τομέα, έχουν συναρπάσει ερευνητές από διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της μαθηματικής εκπαίδευσης, της αναπτυξιακής και γνωστικής ψυχολογίας και της νευροεπιστήμης. Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000), τα μαθηματικά είναι ένα «σύνθετο σύστημα αντιπροσωπευτικών σχέσεων, ιδεών, κανόνων και προτύπων που αντανακλούν τον περιβάλλοντα κόσμο».

Οι μαθητές που αγωνίζονται με αυτές τις δεξιότητες ή τον συντονισμό μπορεί να αντιμετωπίσουν διάφορες μαθηματικές δυσκολίες μάθησης. Λόγω της πολυπλοκότητας του πεδίου αυτού, οι μαθητές συχνά αγωνίζονται να διαχειριστούν τα μαθηματικά με επιτυχία, οδηγώντας σε κατώτερες ακαδημαϊκές επιδόσεις και σε ορισμένες περιπτώσεις, σε πλήρη αποτυχία. Οι μαθητές συχνά επιφορτίζονται με την κατάκτηση αυτού του περίπλοκου πεδίου, το οποίο αποτελεί μια ιδιαίτερη γνωστική πρόκληση. Συχνά αγωνίζονται με τα μαθηματικά λόγω ποικίλων παραγόντων. Αυτοί μπορεί να περιλαμβάνουν ανεπαρκή υποστήριξη από το περιβάλλον του σπιτιού τους, μεμονωμένα χαρακτηριστικά και στυλ μάθησης των μαθητών, καθώς και εκπαιδευτικά ζητήματα όπως η ανεπαρκής κατάρτιση των εκπαιδευτικών. Πολυάριθμες ελλείψεις στις μαθηματικές ικανότητες των μαθητών μπορούν να αποδοθούν σε διδακτικές ανεπάρκειες ή χαμηλές ακαδημαϊκές προσδοκίες που έχουν οι εκπαιδευτές προς τους μαθητές τους. Η πεποίθηση ορισμένων δασκάλων ότι οι μαθητές είναι ανίκανοι να πετύχουν στα μαθηματικά μπορεί να στερήσει από αυτούς τους μαθητές την ευκαιρία να αποδείξουν το

αντίθετο, μειώνοντας περαιτέρω την αυτοπεποίθησή τους, την αυτοεκτίμησή τους και την ικανότητά τους να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους.

Ο τομέας της γνωστικής ψυχολογίας έχει μελετήσει εκτενώς τις γνωστικές προκλήσεις που εμπλέκονται στην ανάπτυξη της επάρκειας και της διευκόλυνσης με αριθμούς στα μαθηματικά (Campbell, 2005). Ωστόσο, όπως σημειώνεται από τους Fletche (2007), δεν υπάρχουν συνεπή πρότυπα για τον προσδιορισμό της παρουσίας ή της απουσίας μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά καθώς υπάρχει συνεχής διαφωνία σχετικά με τον ορισμό, τα λειτουργικά κριτήρια και τον επιπολασμό τέτοιων δυσκολιών. Ο όρος «Μαθηματική Μαθησιακή Δυσκολία» (ΜΜΔ) χρησιμοποιείται ευρέως για να περιγράψει ένα ευρύ φάσμα ελλειμμάτων στις μαθηματικές δεξιότητες, που συνήθως σχετίζονται με τους τομείς της αριθμητικής και της αριθμητικής επίλυσης προβλημάτων. Αυτός ο όρος θα χρησιμοποιηθεί εδώ για να αναφέρεται σε μαθησιακές δυσκολίες σε αυτούς και σε άλλους μαθηματικούς τομείς.

### **3.1.Υπο-Τύποι των Μαθησιακών Δυσκολιών στα Μαθηματικά.**

Όπως και με τις αναγνωστικές δυσκολίες των μαθητών, οι μαθηματικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές εκτείνονται σε ένα ευρύ φάσμα, που κυμαίνεται από ήπιο έως σοβαρό. Επιπλέον, η έρευνα δείχνει ότι τα παιδιά παρουσιάζουν ποικίλες εκδηλώσεις μαθηματικών αναπηριών. Δυστυχώς, οι προσπάθειες κατηγοριοποίησης αυτών των διαφορετικών βαθμών μαθηματικής αναπηρίας δεν έχουν ακόμη επικυρωθεί ή γίνει ευρέως αποδεκτές, γεγονός που απαιτεί προσεκτική ερμηνεία τέτοιων περιγραφικών πλαισίων. Είναι σαφές ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν μια σειρά από μαθηματικές δυσκολίες, τόσο ως προς την ένταση όσο και ως προς τον τύπο, που απαιτούν ποικίλες στρατηγικές στην τάξη, προσαρμογές και μερικές φορές διακριτές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις. Οι μαθηματικές δυσκολίες μπορούν να προκύψουν σχεδόν σε οποιοδήποτε σημείο κατά τη διάρκεια του ακαδημαϊκού ταξιδιού ενός μαθητή. Η ανάπτυξη θεμελιωδών μαθηματικών ικανοτήτων απαιτεί την απόκτηση, την καλλιέργεια και την εξέλιξη διαφορετικών ικανοτήτων. Αν και τα συστήματα στοιχειωδών αριθμών είναι ζωτικής σημασίας για την κατανόηση της ανάπτυξης αριθμητικής τεχνογνωσίας, δεν είναι τα μοναδικά συστήματα αναπόσπαστα στοιχεία της μαθηματικής επάρκειας.

Παρά την περιορισμένη κατανόηση των νευρολογικών ή περιβαλλοντικών παραγόντων που διέπουν αυτά τα ζητήματα, πολλοί ειδικοί τους συσχετίζουν με ελλείψεις σε ένα ή περισσότερα από τα πέντε διακριτά σύνολα δεξιοτήτων. Αυτές οι ελλείψεις μπορεί να εμφανιστούν μεμονωμένα ή σε συνδυασμό, και όλες μπορούν να εμποδίσουν την πρόοδο ενός μαθητή στον τομέα των μαθηματικών. Οι μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να ταξινομηθούν σε διακριτούς υποτύπους που καθορίζονται από τις γνωστικές διαταραχές και τα

πρότυπα συμπεριφοράς των προσβεβλημένων μαθητών. (Augustiniak, 2005). Πολλοί ερευνητές προσπάθησαν να περιγράψουν υποτύπους μαθηματικών μαθησιακών δυσκολιών (ΜΜΔ). Οι υπάρχουσες ταξινομήσεις μαθηματικών μαθησιακών δυσκολιών προσδιορίζουν συνήθως τρεις υποτύπους, καθώς και έναν υποτύπο που χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στη γνώση αριθμών. Ωστόσο, αυτές οι κατηγοριοποιήσεις δεν είναι απολύτως ικανοποιητικές, καθώς τα προφίλ των παιδιών που συναντώνται στην πράξη συχνά αποτελούνται από έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών από πολλαπλούς υποτύπους, αντί να ταιριάζουν τακτοποιημένα σε έναν μόνο υποτύπο (Desoete, 2007). Ο Geary (2004) ήταν ένας από τους πρώτους που συνέδεσε τη «Μαθηματική Διαταραχή» (ΜΔ) με νευροψυχολογικά ελλείμματα, προτείνοντας τους τρεις βασικούς υποτύπους ελλειμμάτων (Geary D. C., Hoard M. 2005) (βλ. Εικ.1).

- i. **Μαθητές με πρόβλημα στη χρήση στρατηγικών** (procedural subtype), συχνά παρουσιάζουν καθυστέρηση στην κατάκτηση θεμελιωδών αριθμητικών διαδικασιών, η οποία μπορεί να προέρχεται από περιορισμούς στη λεκτική τους μνήμη εργασίας καθώς και από κενά στην εννοιολογική τους κατανόηση των μαθηματικών αρχών. Τα άτομα με αυτόν τον τύπο παρουσιάζουν αναπτυξιακά ανώριμες προσεγγίσεις για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην ακριβή εκτέλεση των βημάτων και στερούνται την ικανότητα να προσδιορίσουν την αλληλουχία των πολλαπλών βημάτων σε πολύπλοκες μαθηματικές διαδικασίες. Αν και η απόδοσή τους βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου, παραμένει συγκρίσιμη με αυτή των μικρότερων παιδιών με τυπική ανάπτυξη. Αυτή η μαθηματική δυσκολία συνδέεται με δυσλειτουργία στο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο.
- ii. **Μαθητές με προβλήματα στη σημασιολογική μνήμη (semantic memory subtype)**, μπορεί να παρουσιάζουν ελλείμματα στην ανάκτηση βασικών αριθμητικών δεδομένων από τη μακροπρόθεσμη μνήμη, δηλαδή στη γνώση και στην εύχερη ανάκληση των αποτελεσμάτων των πράξεων με δύο μονοψήφιους αριθμούς παρουσιάζοντας υψηλά ποσοστά σφάλματος και ασυνεπή ανάκτηση π.χ  $5+6=7$  ανακαλούν δηλαδή τον αριθμό 7 ως αποτέλεσμα επειδή το 7 ακολουθεί στην απαρίθμηση το 5 και το 6. Η σημασιολογική μνήμη, σχετίζεται με δυσκολίες στην ανάπτυξη και άλλων μαθηματικών δεξιοτήτων καθώς είναι αυτή η οποία επιτρέπει την ανάκληση λέξεων, νοημάτων και εννοιών και όχι συγκεκριμένων γεγονότων, είναι ζωτικής σημασίας για τις μαθηματικές δεξιότητες. Αυτοί οι μαθητές μπορεί επίσης να δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν μαθηματικά σύμβολα και να κατανοήσουν τη σημασία διαφόρων πράξεων, οδηγώντας τους ενδεχομένως να αντιμετωπίσουν μια σειρά προβλημάτων με μικτές πράξεις ως έναν μόνο τύπο. Αυτός ο υποτύπος μαθηματικής αναπηρίας συχνά συνυπάρχει με βλάβες στην ανάγνωση ή στην επεξεργασία της γλώσσας, καθώς βασίζεται σε φωνητικά και σημασιολογικά συστήματα αναπαράστασης.



iii. **Μαθητές με προβλήματα στην οπτικο-χωρική αντίληψη (visuospatial subtype),** με αυτόν τον υπο-τύπο παρουσιάζουν δυσκολίες σε τομείς όπως η τοποθέτηση αριθμών σε στήλες ή στην διαχείριση της αλληλουχίας πολυψηφίων αριθμών π.χ γράφουν 570 αντί 750. Επιπλέον, μπορεί να δυσκολεύονται με την ερμηνεία γραφημάτων, γραφημάτων και κατανόησης των απεικονιζόμενων γεωμετρικών σχημάτων. Αυτές οι προκλήσεις πηγάζουν από τις υποκείμενες γνωστικές δεξιότητες που σχετίζονται με την κατευθυντικότητα, την οπτικοποίηση, το χρονισμό/ρυθμό και την οπτικο-χωρική μνήμη, που αποτελούν τη βάση για αυτές τις συγκεκριμένες ικανότητες που σχετίζονται με τα μαθηματικά. Η δυσκολία τους συνδέεται με δυσλειτουργίες του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Η βελτίωση τους είναι ασαφής ως προς την εξελικτική της πορεία.

| ΥΠΟ-ΤΥΠΟΙ ΤΩΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| Πηγή: David C. Geary, 2004. <i>Mathematics and Learning Disabilities. Journal of Learning Disabilities, 37 (1), 4-15</i>  |  |   |  |   |
| Γνωστικά χαρακτηριστικά   | Νευροψυχολογικά χαρακτηριστικά   | Γενετικά χαρακτηριστικά   | Αναπτυξιακά χαρακτηριστικά   | Συσχέτιση με δυσκολίες ανάγνωσης                  |
| <b>Μαθητές με προβλήματα στη χρήση των διαδικασιών (Procedural Subtype)</b>   |  |   |  |   |
| Συχνή χρήση σχετικά ανώριμων αναπτυξιακά διαδικασιών (που χρησιμοποιούνται δηλαδή από νεότερους μαθητές)<br>Συχνά λάθη κατά την εκτέλεση των διαδικασιών<br>Πιθανή αργοπορία κατανόησης των εννοιών της διαδικασίας<br>Δυσκολίες στην ακολουθία πολλαπλών βημάτων σε πολύπλοκες διαδικασίες | Είναι ασαφής, αν και ορισμένα στοιχεία υποδεικνύουν μια δυσλειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου και, σε ορισμένες περιπτώσεις, (ειδικά για τα προβλήματα προσδιορισμού αλληλουχίας) μία προμετωπιαία δυσλειτουργία | Ασαφής  | Εμφανίζουν, σε πολλές περιπτώσεις, μια αναπτυξιακή καθυστέρηση (δηλαδή, επίδοση παρόμοια με εκείνη των νεότερων τυπικής επίδοσης μαθητών, που συχνά βελτιώνεται με την ηλικία και την τάξη)            | Ασαφής  |
| <b>Μαθητές με προβλήματα στη σημασιολογική μνήμη (Semantic Memory Subtype)</b>  |  |   |  |   |
| Δυσκολίες ανάκτησης μαθηματικών δεδομένων<br>Υψηλό ποσοστό λαθών στην ανάκληση αριθμητικών δεδομένων<br>Ο χρόνος ανάκλησης σωστών απαντήσεων είναι μη συστηματικός  | Φαίνεται να σχετίζεται με δυσλειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου, ενδεχομένως, στις οπίσθιες περιοχές για μια μορφή ελλείμματος ανάκτησης και στις προμετωπιαίες περιοχές<br>Πιθανή υποφλοιώδης συμμετοχή         | Φαίνεται να είναι κληρονομικό έλλειμμα  | Φαίνεται να παρουσιάζουν μια αναπτυξιακή διαφορά (οι γνωστικές επιδόσεις και τα χαρακτηριστικά διαφέρουν από εκείνα των νεότερων τυπικών μαθητών και δεν αλλάζουν ουσιαστικά με την ηλικία ή την τάξη) | Φαίνεται ότι συνδυάζεται με φωνολογικά ελλείμματα |
| <b>Μαθητές με προβλήματα στην οπτικο-χωρική αντίληψη (Visuospatial Subtype)</b>   |  |   |  |   |
| Εμφανίζουν δυσκολίες και σημειώνουν χωρικά λάθη στην αναπαράσταση αριθμητικών πληροφοριών και σχέσεων<br>Συχνή παρερμηνεία ή παρανόηση των χωρικά εκπροσωπούμενων πληροφοριών.  | Φαίνεται να σχετίζεται με δυσλειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου και ειδικότερα στις οπίσθιες περιοχές του δεξιού ημισφαιρίου, αν και μπορεί να εμπλέκεται επίσης και ο βρεγματικός φλοιός του αριστερού ημισφαιρίου | Ασαφής, αν και οι γνωστικές επιδόσεις και τα χαρακτηριστικά είναι κοινά με ορισμένες γενετικές διαταραχές (π.χ., σύνδρομο Turner) | Ασαφής   | Δε φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση                  |

Εικόνα 1: : Υπο-Τύποι των Μαθηματικών Μαθησιακών Δυσκολιών

Πηγή: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/47491/16722.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## 3.2. Στοιχεία που απαιτούνται για την μαθηματική γνώση

### 3.2.1 Ιεραρχική φύση των μαθηματικών

Η απόκτηση μαθηματικών γνώσεων απαιτεί τη δημιουργία συνοχής στην κατανόηση του μαθητή. Τα κενά στην ατομική γνώση μπορεί να οδηγήσουν σε προβλήματα, καθώς η εκμάθηση των μαθηματικών εννοιών είναι εξαιρετικά δομημένη με ιεραρχικό τρόπο και το περιεχόμενο

τους αλληλοσυνδέεται. Κατά την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση των μαθησιακών προκλήσεων, αυτό το χαρακτηριστικό αξίζει στοχαστικής εξέτασης.

Σε ένα μοντέλο γνωστικής ιεραρχίας, ορισμένες έννοιες ή δεξιότητες χρησιμεύουν ως προϋποθέσεις για την απόκτηση υψηλότερου επιπέδου. Αυτές οι θεωρίες προτείνουν συνδέσεις μεταξύ δεξιοτήτων εντός των εκπαιδευτικών τομέων, προσφέρουν γνωστικές εξηγήσεις της μάθησης των μαθητών και παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών που διευκολύνουν την κυριαρχία ενός ακαδημαϊκού τομέα. Αυτά τα πλαίσια διερευνούν τις προαπαιτούμενες γνώσεις και ικανότητες που χρειάζονται οι μαθητές για να επιτύχουν έναν δεδομένο μαθησιακό στόχο και να προωθήσουν την τεχνογνωσία τους για συγκεκριμένο τομέα. Τα τελευταία χρόνια, υπήρξαν εκκλήσεις για αναδιάρθρωση των προγραμμάτων σπουδών των μαθηματικών στα σχολεία των ΗΠΑ γύρω από τις μαθησιακές τροχιές, οι οποίες συνδέονται στενά με τις γνωστικές ιεραρχίες. Η θεωρία του Gagné για τις ιεραρχίες μάθησης έδειξε ότι οι απλούστερες δεξιότητες μπορούν να συνδυαστούν για να σχηματίσουν πιο περίπλοκες δεξιότητες, με τη θετική μεταφορά να συμβαίνει από τις βασικές στις προηγμένες ικανότητες. Μια ιεραρχία μάθησης θεωρείται πλήρης όταν οι θεμελιώδεις δεξιότητες διευκολύνουν τη μάθηση σε τέτοιο βαθμό ώστε η δεξιότητα-στόχος να μπορεί να επιτευχθεί μόνο μέσω της λεκτικής διδασκαλίας, χωρίς περαιτέρω πρακτική. Ενώ μια ιεραρχία μάθησης αντιπροσωπεύει την πιο πιθανή διαδρομή για μέγιστη μεταφορά, δεν απεικονίζει τη μόνη δυνατή διαδρομή, καθώς μεμονωμένοι μαθητές μπορούν να παρακάμψουν ορισμένες δευτερεύουσες δεξιότητες ή να αξιοποιήσουν γνώσεις από άλλους τομείς. Τέλος, αν και μια ιεραρχία μάθησης υπογραμμίζει σημεία υψηλής μεταφοράς από δεξιότητες χαμηλότερου επιπέδου σε δεξιότητες υψηλότερης τάξης, η θεωρία δεν εξετάζει τη δυνατότητα μεταφοράς σε άλλες καταστάσεις ή τομείς γνώσης (Σ. Πατσιομίτου, 2020).

Η θεωρία δεξιοτήτων του Fischer προτείνει μια γνωστική ιεραρχία που βασίζεται στη Θεωρία Σταδίων νοητικής ανάπτυξης όπου κάθε δεξιότητα αποτελείται από τέσσερα ολοένα και πιο περίπλοκα επίπεδα που επαναλαμβάνονται σε τέσσερις βαθμίδες που αντιστοιχούν σε στάδια Piagetian (Piaget, 1965). Κάθε στάδιο χαρακτηρίζεται από ορισμένες δυνατότητες οι οποίες και καθορίζουν το τι μπορεί να μάθει σε κάθε φάση της ζωής του ο άνθρωπος. Σε αυτή τη θεωρία, η κυριαρχία ενός μαθητή σε ένα επίπεδο δεξιοτήτων υποδηλώνει μια νέα κατάσταση γνώσης, μια ιστοειδή ιεραρχία σχετικών εννοιών, από ένα μηδενικό σύνολο σε ένα πλήρες σύνολο γνώσεων. Κάθε διαδοχική κατάσταση περιλαμβάνει προαπαιτούμενες δεξιότητες και την πιο πρόσφατη αποκτηθείσα δεξιότητα. Η θεωρία προϋποθέτει ένα σταθερό ρυθμό μάθησης και αποδίδει τυχόν ανωμαλίες, όπως λανθασμένες απαντήσεις που περιλαμβάνονται ή σωστές απαντήσεις πέρα από την κατάσταση γνώσης του μαθητή, σε απρόσεκτα λάθη ή τυχερές εικασίες, χωρίς να εξετάζει την πιθανότητα αφελών εννοιών ή παρανοήσεων. Μια πιο σύγχρονη

προσέγγιση στα μαθηματικά είναι οι τροχιές μάθησης, που προτείνονται από τον Simon και προσαρμόζονται από τους Clements και Sarama. Αυτές οι τροχιές συνδέουν υποθετικά έναν εκπαιδευτικό στόχο, το αναπτυξιακό στάδιο του μαθητή και τις διδακτικές προσεγγίσεις. Η βασική διάκριση είναι ότι οι κύριοι καθοριστικοί παράγοντες είναι οι στόχοι του εκπαιδευτή, όχι οι εγγενείς παράγοντες του μαθητή, και η έμφαση δίνεται στο πώς η διδασκαλία διαμορφώνει την ανάπτυξη της μαεστρίας του μαθητή, η οποία στη συνέχεια θα πρέπει να ενημερώνει τις εκπαιδευτικές προσαρμογές.

### 3.2.1 Κώδικας Επικοινωνίας

Μια κρίσιμη πτυχή της διαδικασίας εκμάθησης των μαθηματικών είναι η χρήση εξειδικευμένων κωδίκων που διευκολύνουν την έκφραση ιδεών και την περιγραφή καταστάσεων, όπως σημειώνει ο M. Hughes. Κατά συνέπεια, εάν ένα παιδί δεν καταφέρει να κατανοήσει αυτούς τους κώδικες, θα χάσει το νόημα της αναπαράστασης και της υποκείμενης έννοιας. Οι ειδικοί έχουν εντοπίσει ότι οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν πολλοί μαθητές στην κατανόηση και την έκφραση σκέψεων μέσω της επίσημης γλώσσας των μαθηματικών μπορούν να αναχθούν σε διδακτικές προσεγγίσεις.

### 3.2.2 Αναπαράσταση γνώσης

Η σύγχρονη έρευνα γνωστικής ψυχολογίας δείχνει ότι τα άτομα κατασκευάζουν τη δική τους κατανόηση με βάση τις εμπειρίες στο περιβάλλον τους. Σύμφωνα με τον Τζ. Bruner, υπάρχουν τρεις τρόποι αναπαράστασης:

1. ο πραξιακός κατά τον οποίο ο μαθητής κατανοεί κάτι μέσα από εκτέλεση μιας πράξης,
2. ο εικονιστικός κατά τον οποίο ο μαθητής χρησιμοποιεί εικόνες ή γραφήματα και
3. ο συμβολισμός κατά τον οποίο χρησιμοποιούνται αφηρημένα συμβολικά συστήματα και ταυτόχρονη σκέψη σε υποθετικά, δυνατά, και εφικτά γεγονότα.

Οι J. van Eyr και L. O Heshusius θεώρησαν το 1986 ότι οι μαθητές μπορούν να ενισχύσουν την απόκτηση δεξιοτήτων και την κατανόηση των εννοιών μέσω της χρήσης φυσικών υλικών και ορισμένων νοητικών δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, για τις νοητικές δραστηριότητες, ο μαθητής επιχειρεί να εκτελέσει ενέργειες μέσω οπτικοποίησης και νοητικής απεικόνισης, αντί να χρησιμοποιεί απευθείας τα χέρια.

### 3.2.3. Νευρολογικό υπόβαθρο μαθηματικών δεξιοτήτων

Οι αριθμητικές ικανότητες είναι περίπλοκες γνωστικές ικανότητες που είναι ζωτικής σημασίας για την πλοήγηση στις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας. Η αριθμητική γνώση περιλαμβάνει

ένα ευρύ φάσμα διεργασιών, από τη βασική νοητική αναπαράσταση των μεγεθών έως τις πολύπλοκες αριθμητικές διαδικασίες. Ενώ οι νευρολογικές δομές και λειτουργίες που υποστηρίζουν την αριθμητική γνώση σε διάφορα είδη έχουν αναγνωρισθεί εδώ και αρκετό καιρό, οι πιο πρόσφατες εξελίξεις στις γενετικές και μοριακές μεθοδολογίες έχουν επεκτείνει περαιτέρω την κατανόησή μας για τους μηχανισμούς που διέπουν την απόκτηση αριθμητικών δεξιοτήτων.

Τις τελευταίες δεκαετίες, μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει μέτρα συμπεριφοράς και νευροαπεικόνισης για την αξιολόγηση και τη διερεύνηση θεμελιωδών ικανοτήτων αριθμητικής επεξεργασίας. Ωστόσο, μόνο τα τελευταία χρόνια οι ερευνητές έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούν μοριακές και γενετικές τεχνικές για να εξερευνήσουν την αριθμητική γνώση. Ομοίως, πρόσφατη έρευνα έχει αρχίσει να εξετάζει πώς οι αλλαγές στις συγκεντρώσεις των νευροδιαβιβαστών σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου μπορούν να ρυθμίσουν τις αριθμητικές ικανότητες μάθησης. Αν και βρίσκεται ακόμη στα αρχικά της στάδια, αυτή η καινοτόμος έρευνα έχει επεκτείνει την τρέχουσα κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αναδύονται και λειτουργούν οι αριθμητικές ικανότητες σε όλες τις εξελικτικές και αναπτυξιακές διαδικασίες. Επιπλέον, αυτή η εργασία στοχεύει στην κατανόηση των ατομικών διαφορών και των μαθηματικών μαθησιακών δυσκολιών, καθώς και πιθανές εφαρμογές για την ενίσχυση των μαθηματικών ικανοτήτων σε κλινικούς πληθυσμούς και εκπαιδευτικά πλαίσια.

Τα τελευταία χρόνια, οι ερευνητές έχουν αφιερώσει σημαντικές προσπάθειες για να αποσαφηνίσουν το ρόλο διαφόρων περιοχών του εγκεφάλου στην ανάπτυξη των μαθηματικών ικανοτήτων. Στις αρχές του προηγούμενου αιώνα, ορισμένοι επιστήμονες πρότειναν την ύπαρξη ενός πρωτεύοντος μαθηματικού κέντρου στον εγκέφαλο. Ωστόσο, ο A. Luria υποστήριξε ότι η μαθηματική επεξεργασία εξυπηρετείται από το κατανεμημένο δίκτυο του εγκεφάλου. Μεταγενέστερες μελέτες έχουν δείξει ότι κάθε εγκεφαλικό ημισφαίριο ειδικεύεται σε ορισμένες μαθηματικές λειτουργίες, αντανακλώντας τους διαφορετικούς μηχανισμούς επεξεργασίας πληροφοριών που χρησιμοποιούνται (Wheathley, 1978). Κατά συνέπεια, οι δυσκολίες στην κατανόηση και επίλυση μαθηματικών προβλημάτων μπορεί να αποδοθούν σε βλάβες ή δυσλειτουργίες που επηρεάζουν είτε το αριστερό είτε το δεξί ημισφαίριο (Αγαλιώτης, 1993).

Αυτή η ενότητα παρέχει μια συνοπτική επισκόπηση των βασικών περιοχών του εγκεφάλου που εμπλέκονται στη θεμελιώδη μη συμβολική επεξεργασία αριθμών των ανθρώπων. Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, οι ερευνητές έχουν τεκμηριώσει τα λειτουργικά μέρη του εγκεφάλου που σχετίζονται με τη βασική μη συμβολική επεξεργασία αριθμών (Dehaene, 1997, Dehaene, 1999, 2003). Συγκεκριμένα, μελέτες νευροαπεικόνισης έχουν επανειλημμένα εντοπίσει τις οπίσθιες βρεγματικές και προμετωπιαίες περιοχές του φλοιού ως δύο από τις

κύριες περιοχές που διατηρούν την επεξεργασία ποσότητας , (Dehaene, 1996, Piazza, 2004, 2007, Pinel , 2001).

Η ενδοβρεγματική αύλακα (IPS) φαίνεται να εμπλέκεται όχι μόνο όταν τα ερεθίσματα παρουσιάζονται σε ακουστικές και οπτικές μεθόδους, αλλά και όταν τα άτομα εμπλέκονται σε αριθμητικές εργασίες που απαιτούν τη χρήση συμβόλων, όπως η ανάγνωση αραβικών αριθμών (Dehaene, 2008) ή η εκτέλεση υπολογισμών (Dehaene, 2003). Αυτά τα στοιχεία υποδηλώνουν ότι η ενδοβρεγματική αύλακα είναι μια περιοχή εξειδικευμένη για την επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών. Η ενδοβρεγματική αύλακα (IPS), ιδιαίτερα στο δεξί ημισφαίριο, φαίνεται να είναι εξειδικευμένη στην επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών από πρώιμα αναπτυξιακά στάδια. Αυτή η περιοχή του εγκεφάλου ενεργοποιείται επιλεκτικά όταν τα παιδιά εκτίθενται σε μια ροή κουκκίδων που ποικίλλουν ως προς την αριθμητικότητα, αλλά όχι όταν ο αριθμός παραμένει σταθερός ενώ οι ταυτότητες των αντικειμένων αλλάζουν (Cantlon , 2006, Kersey and Cantlon, 2017).

Μελέτες σε παιδιά ηλικίας 4 ετών που χρησιμοποίησαν Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία (fMRI) έχουν εντοπίσει διπλή διάσταση, με ραχιαία ενδοβρεγματικές περιοχές ευαίσθητες σε αριθμητικές παραλλαγές και κοιλιακό ινιακοχρονικό σύστημα που ανταποκρίνεται στην ταυτότητα του αντικειμένου. Αυτή η διάσταση έχει παρατηρηθεί ακόμη και σε βρέφη ηλικίας 3 και 6 μηνών, τα οποία έχουν περιορισμένη εμπειρία με τον κόσμο (Hyde , 2010, Izard, 2008). Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι η ενεργοποίηση των δεξιών βρεγματικών περιοχών ως απόκριση σε αριθμητικούς μετασχηματισμούς είναι βιολογικά ριζωμένη, διατηρείται σε όλη την ανάπτυξη και ήδη λειτουργική πριν από τη συμβολική αριθμητική εκπαίδευση στους ανθρώπους. Εκτός από τη συμμετοχή IPS, ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει ενεργοποίηση προμετωπιαίου φλοιού που σχετίζεται με βασική αριθμητική επεξεργασία.

Πολυάριθμες μελέτες έχουν αναγνωρίσει ότι ο προμετωπιαίος φλοιός (PFC) εμπλέκεται στην αριθμητική εκτίμηση τόσο σε ανθρώπους όσο και σε πρωτεύοντα πλην του ανθρώπου. Οι Piazza διεξήγαγαν μια μελέτη fMRI χρησιμοποιώντας ένα παράδειγμα προσαρμογής, αποδεικνύοντας ότι ο PFC και ο κατώτερος μετωπιαίος φλοιός ενεργοποιήθηκαν όταν οι ενήλικες άνθρωποι εκτέθηκαν σε αριθμητικά αποκλίνοντα ερεθίσματα. Αυτά τα ευρήματα στη συνέχεια επαναλήφθηκαν σε μια άλλη μελέτη προσαρμογής fMRI, η οποία όχι μόνο επιβεβαίωσε την απόκριση του PFC σε αριθμητικές αλλαγές, αλλά παρείχε επίσης στοιχεία ότι αυτή ήταν μια συγκεκριμένη απόκριση, καθώς η περιοχή δεν ανταποκρινόταν σε αλλαγές σε μη αριθμητικές διαστάσεις όπως το χρώμα. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί σε μελέτες fMRI με παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας.

Επιπλέον, μια μελέτη από τους Ansari και Dhital έδειξε ότι η ενεργοποίηση στο PFC υπόκειται σε φαινόμενο απόστασης, με υψηλότερη ενεργοποίηση για πιο δύσκολες αριθμητικές

συγκρίσεις που χωρίζονται από μικρές και όχι μεγάλες αριθμητικές αποστάσεις. Είναι ενδιαφέρον ότι μεμονωμένα χαρακτηριστικά όπως η ηλικία, οι επαγγελματικές απαιτήσεις και η εμπειρία μπορούν να ρυθμίσουν την εμπλοκή του προμετωπιαίου φλοιού στην αριθμητική γνώση μεταξύ των ανθρώπων. Έχουν παρατηρηθεί αλλαγές στη νευρική ενεργοποίηση που σχετίζονται με την ηλικία, με ισχυρότερη στρατολόγηση μετωπιαίων περιοχών σε παιδιά σχολικής ηλικίας σε σύγκριση με ενήλικες που πραγματοποιούν τις ίδιες συγκρίσεις μη συμβολικού μεγέθους, καθώς και σε μελέτες που δοκιμάζουν τη συμβολική επεξεργασία αριθμών και την αριθμητική. Επιπλέον, η ανάπτυξη της αριθμητικής ικανότητας οδηγεί σε μετατόπιση της ενεργοποίησης από τις μετωπιαίες περιοχές του εγκεφάλου σε πιο συγκεκριμένες λειτουργικές αποκρίσεις στην ενδοβρεγματική αύλακα (IPS). Αυτό υποδηλώνει ότι η αυτοματοποίηση των αριθμητικών διαδικασιών μειώνει τη συμμετοχή του PFC.

Εκτός από τις βρεγματικές και μετωπιαίες περιοχές, πρόσφατες μελέτες έχουν εντοπίσει εγκεφαλική δραστηριότητα που σχετίζεται με βασική οπτική αριθμητική επεξεργασία, ιδιαίτερα σε πρωτογενή αισθητήρια συστήματα. Αυτός ο τομέας έρευνας εξακολουθεί να αναδύεται, αλλά μελέτες έχουν αναφέρει πρώιμα δυναμικά που σχετίζονται με συμβάντα (ERPS) σε event-related potentials (erps) και ινιακές περιοχές που διαμορφώνονται από την αριθμητική ποσότητα, υποδηλώνοντας ότι η αριθμητική διάσταση γίνεται αντιληπτή σε οπτικό επίπεδο στον ινιακό φλοιό.

Πέρα από τον οπτικό φλοιό, ο θάλαμος έχει επίσης εμπλακεί στην αριθμητική επεξεργασία στον άνθρωπο. Μελέτες προσαρμογής έχουν δείξει μειωμένη ενεργοποίηση θαλάμου ως απόκριση στην επαναλαμβανόμενη παρουσίαση συνόλων με την ίδια αριθμητικότητα, υποδεικνύοντας ότι ο θάλαμος μπορεί να παίζει ρόλο στην κωδικοποίηση αριθμητικών πληροφοριών, (Arsalidou and Taylor 2011, DeWind 2019, Fornaciai 2017, Park 2016). Περαιτέρω, μελέτες έχουν βρει ενεργοποίηση αριστερού θαλάμου κατά τη διάρκεια κατά προσέγγιση εργασιών αριθμητικής κρίσης, ανεξάρτητα από τη μέθοδο ερεθίσματος. Είναι ενδιαφέρον ότι μια μελέτη σε παιδιά αποκάλυψε ισχυρότερες δεξιές θαλαμικές αποκρίσεις σε άτομα με χαμηλότερες μαθηματικές ικανότητες σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους με υψηλότερες επιδόσεις, υποδηλώνοντας ότι η πλευρική θαλαμική ενεργοποίηση μπορεί να αντανακλά ατομικές διαφορές στις βασικές αριθμητικές δεξιότητες.

Συνοπτικά, η εκτεταμένη έρευνα έχει συμβάλει στον εντοπισμό των περιοχών του εγκεφάλου που υποστηρίζουν τις ικανότητες ανθρώπινης αριθμητικής αναπαράστασης και χειρισμού. Πολλαπλές μελέτες που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνικές και παραδείγματα νευροαπεικόνισης σε ενήλικες καταδεικνύουν ότι ο οπίσθιος βρεγματικός και ο προμετωπιαίος φλοιός αποτελούν τη βάση βασικών αριθμητικών δεξιοτήτων. Επιπλέον, πρόσφατα ευρήματα υποδηλώνουν τη συμμετοχή πρωτογενών οπτικών περιοχών και θαλαμικών περιοχών στην

επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών, αν και απαιτείται περαιτέρω επιβεβαίωση. Από αναπτυξιακή άποψη, παρόμοιες περιοχές του εγκεφάλου ασχολούνται με τις ικανότητες αριθμητικής επεξεργασίας νωρίς στη ζωή, αλλά τα παιδιά εμφανίζουν μια πιο δεξιά πλευρική ενεργοποίηση των οπίσθιων βρεγματικών περιοχών και αυξημένη προμετωπιαία δέσμευση σε σύγκριση με τους ενήλικες. Αυτά τα ευρήματα εγείρουν ενδιαφέροντα ερωτήματα σχετικά με την προέλευση της αριθμητικής γνώσης και τα εξειδικευμένα συστήματα του εγκεφάλου που την υποστηρίζουν. Συγκεκριμένα, η ικανότητα για αριθμητική αναπαράσταση δεν περιορίζεται στους ανθρώπους και η έρευνα στη νευρική βάση των αριθμητικών ικανοτήτων σε μη ανθρώπινα ζώα μπορεί να ρίξει φως στην εξελικτική προέλευση αυτών των ικανοτήτων και να ενημερώσει την κατανόησή μας για τους θεμελιώδεις υπολογισμούς που διέπουν τον αριθμητικό συλλογισμό.

### **3.4. Χαρακτηριστικά των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά.**

Η ευρεία και περίπλοκη φύση των μαθηματικών θέτει σημαντικές προκλήσεις στον εντοπισμό και την εξέταση των γνωστικών χαρακτηριστικών που αποτελούν τη βάση των μαθησιακών δυσκολιών σε αυτόν τον τομέα. Θεωρητικά, μια μαθησιακή δυσκολία στα μαθηματικά μπορεί να προκύψει από περιορισμούς στην ικανότητα αναπαράστασης ή χειρισμού πληροφοριών εντός μαθηματικών κλάδων ή συγκεκριμένων μαθηματικών ικανοτήτων. Η διάκριση των κακών επιτευγμάτων λόγω της ανεπαρκούς διδασκαλίας από αυτή που προκαλείται από γνωστικές αναπηρίες, καθώς και οι διαφορετικές απόψεις για τους εκπαιδευτικούς στόχους και προσεγγίσεις, περιπλέκουν περαιτέρω αυτή την προσπάθεια (Geary, Brown, & Samaranayake, 1991). Στρατηγικές που εφαρμόζουν θεωρίες και μεθόδους γνωστικής ψυχολογίας για τη μελέτη μαθηματικών ικανοτήτων σε τυπικά παιδιά με αναπηρία μάθησης, σε συνδυασμό με έρευνα για τη δυσαριθμσία και την απεικόνιση του εγκεφάλου της μαθηματικής επεξεργασίας, παρέχουν πληροφορίες για τις γνωστικές και νευρικές βάσεις των μαθηματικών μαθησιακών δυσκολιών (Bull & Johnston, 1997, Garnett & Fleischner, 1983, Geary & Brown, 1991, Jordan, Levine, & Huttenlocher, 1995, Jordan & Montani, 1997, Ostad, 1997, 1998b, Russell & Ginsburg, 1984, Svenson & Broquist, 1975). Αυτή η πολύπλευρη προσέγγιση έχει επικεντρωθεί κυρίως στις αριθμητικές ικανότητες, αντιπροσωπεύοντας ένα αρχικό βήμα προς μια ολοκληρωμένη κατανόηση των γνωστικών και εγκεφαλικών συστημάτων που υποστηρίζουν τη μαθηματική ικανότητα και τις σχετικές μαθησιακές δυσκολίες. Σύμφωνα με τον ορισμό των μαθησιακών δυσκολιών, στο πλαίσιο ψυχολογικών θεωριών γνωστικής επεξεργασίας, πολλοί εγγενείς παράγοντες επηρεάζουν τη μάθηση των μαθηματικών.

Λόγου της πολυπλοκότητας του φαινομένου δεν έχει γίνει δυνατή η δημιουργία ενός αποδεκτού καταλόγου γνωστικών χαρακτηριστικών των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες,

παρακάτω θα αναφέρουμε την περισσότερο αποδεκτή καταγραφή σύμφωνα με τους Bley & Thorton, 1995 (Πολυχρονοπούλου, 2003. Mercer & Pullen, 2005).

- **Δυσκολίες αντίληψης μορφής-πλαisiού**

Οι μαθητές που βιώνουν αυτήν την πρόκληση δυσκολεύονται να κατευθύνουν την εστίασή τους σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο όταν παρουσιάζονται με ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει πολλαπλά στοιχεία. Οι μαθητές συχνά αγωνίζονται να διατηρήσουν την εστίαση σε μια συγκεκριμένη μαθηματική εργασία ή έννοια. Όταν παρουσιάζονται με ένα συγκεκριμένο ερέθισμα, μπορεί να αποσπαστούν από την παρουσία πολλαπλών παρόμοιων ερεθισμάτων. Αυτή η δυσκολία εκδηλώνεται καθώς ο μαθητής χάνει το συνειρμό της σκέψης του ή μετατοπίζεται άσκοπα μεταξύ των ασκήσεων χωρίς να τις ολοκληρώσει.

- ❖ Πρόβλημα :

Σε μία κασετίνα υπάρχουν 7 μπλε στυλό και 6 μαύροι στυλό. Πόσοι είναι όλα τα στυλό που υπάρχουν στη κασετίνα;

- Σωστή Λύση του Προβλήματος:  $7 + 6 = 13$  στυλό
- Λύση προβλήματος από μαθητή με δυσκολία αντίληψης μορφής – πλαisiού:  $7 + 3 = 10$  στυλό.

- **Δυσκολίες διάκρισης αντιληπτικών μορφών**

Τα παιδιά με αυτή τη μαθηματική δυσκολία μάθησης δυσκολεύονται να αντιληφθούν και να ερμηνεύσουν με ακρίβεια τις ποσοτικές πληροφορίες. Οι μαθητές συχνά έχουν πρόβλημα να αναγνωρίσουν και να ερμηνεύσουν με ακρίβεια αριθμητικά σύμβολα, μαθηματικές πράξεις και οπτικές αναπαραστάσεις όπως η διάκριση των κατάλληλων νομισμάτων ή η σωστή αναγνώριση των δεικτών του ρολογιού. Αυτή η πρόκληση στη διαφοροποίηση των μορφών παρουσίασης των πληροφοριών συχνά οδηγεί σε διάφορα σφάλματα, συμπεριλαμβανομένων ανακριβών ευρημάτων που προκύπτουν από λάθη στην ερμηνεία και την καταγραφή αριθμητικών δεδομένων.

- ❖ Παράδειγμα 1<sup>ο</sup> :

Στον πολλαπλασιασμό « $21 \times 4$ » το πιθανό γινόμενο που θα μπορούσε να βρει 364 αντί του σωστού 84 γιατί νόμισε ότι έχει το ψηφίο « 9» αντί του ψηφίου «2» και έτσι έκανε την πράξη κάνοντας « $9 \times 4$ » αντί για « $2 \times 4$ ».

- ❖ Παράδειγμα 2<sup>ο</sup> :

Στον πολλαπλασιασμό « $21 \times 4$ » θα μπορούσε να βρει αποτέλεσμα 25 επειδή θεώρησε ότι είχε μπροστά του το σύμβολο της πρόσθεσης αντί για το σύμβολο του πολλαπλασιασμού.

- **Δυσκολίες ακουστικής αντίληψης**

Οι μαθητές δυσκολεύονται στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων όταν οι αριθμητικές τιμές τους παρουσιάζονται ακουστικά. Επιπλέον, δυσκολεύονται να ξεκινήσουν τη διαδικασία επίλυσης



προβλημάτων και συχνά αρχίζουν να μετρούν από έναν τυχαίο αριθμό αντί για το κατάλληλο σημείο εκκίνησης. Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να αντιμετωπίσουν προκλήσεις λόγω σύγχυσης μεταξύ εννοιολογικά ανάλογων όρων ή οπτικά παρόμοιων λέξεων. Για παράδειγμα, εάν οι μαθηματικές πράξεις αναπαρίστανται χρησιμοποιώντας λεκτικές περιγραφές ("βάλει" για πρόσθεση, "βγάλει" για αφαίρεση) αντί για συμβολική σημειογραφία, αυτοί οι μαθητές μπορεί να δυσκολεύονται να κατανοήσουν το επιδιωκόμενο νόημα, καθώς μπορεί να μην είναι σίγουροι για την ακριβή λέξη. Επιπλέον παρουσιάζει δυσκολία στο να αρχίσει να μετρά από ένα τυχαίο αριθμό.

❖ Παράδειγμα:

Ο μαθητής παρουσιάζει δυσκολία στο να αρχίσει να μετρά από 7 και μετά.

- **Δυσκολίες στον χρονικό και χωρικό προσανατολισμό**

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να παρουσιάσουν σύγχυση σχετικά με τις θεμελιώδεις έννοιες της χρονικής, χωρικής και εξ αποστάσεως συλλογιστικής. Αυτή η ικανότητα σχετίζεται με ορισμένες θεμελιώδεις χωρικές και χρονικές ενέργειες που επηρεάζονται άμεσα όταν τα άτομα αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση και τον χειρισμό εννοιών όπως πάνω, κάτω, εμπρός, πίσω, δεξιά, αριστερά, πριν και μετά. Αυτές οι δυσκολίες μπορεί να εκδηλωθούν σε σφάλματα κατά την τοποθέτηση αριθμών στις κατάλληλες στήλες, έλλειψη κατανόησης σχετικά με τη θεσμική σημασία των αριθμών και προκλήσεις στην τήρηση της σωστής σειράς ενεργειών κατά την εφαρμογή των αλγορίθμων.

❖ Παράδειγμα:

στον πολλαπλασιασμό  $46 \times 5$ , ο μαθητής μπορεί να βρει λανθασμένα γινόμενο 350 αντί της σωστής απάντησης 230, γιατί εκτέλεσε τις πράξεις με τον εξής τρόπο:  $5 \times 6 = 30$  έγραψε 0 και κράτησε 3 κρατούμενο έπειτα βρήκε το άθροισμα  $4 + 3 = 7$ , και στο τέλος έκανε την πράξη  $7 \times 5 = 35$ . Ενώ η σωστή διαδικασία των πράξεων θα έπρεπε να είναι ως εξής: 1. πολλαπλασιάζω, 2. γράφω τις μονάδες και κρατάω το κρατούμενο (δεκάδες), 3. πολλαπλασιάζω, 4. Προσθέτω το κρατούμενο και 5. Γράφω το αποτέλεσμα(γινόμενο), το λάθος του μαθητή είναι ότι αντέστρεψε τη σειρά του τρίτου και τέταρτου βήματος.

- **Δυσκολίες λεπτής κινητικότητας και οπτικινητικού συντονισμού.**

Οι μαθητές με μαθησιακές προκλήσεις μπορεί να αποτυγχάνουν στα μαθηματικά επειδή δυσκολεύονται να συντονίσουν τις κινήσεις των χεριών και των ματιών τους για να επεξεργαστούν με ακρίβεια και να αναπαραστήσουν μαθηματικές έννοιες. Αν και διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις, αντιμετωπίζουν προκλήσεις με τη φυσική εφαρμογή της κατανόησής τους. Επιπλέον, αυτές οι δυσκολίες μπορούν να επεκταθούν και σε άλλες δραστηριότητες που

απαιτούν καλά ανεπτυγμένες κινητικές δεξιότητες, όπως σωματικές εργασίες όπως τρέξιμο, άλμα και διατήρηση της ισορροπίας.

- **Διαταραχές μνήμης και σκέψης**

Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες λόγω προκλήσεων που σχετίζονται με τη μνήμη. Η μνήμη είναι η γνωστική ικανότητα κωδικοποίησης, επεξεργασίας και ανάκτησης πληροφοριών που έχει συναντήσει κανείς (Cooney & McNamara, 2004). Το προτεινόμενο πλαίσιο πολυδομικής μνήμης περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία: βραχυπρόθεσμη μνήμη, μακροπρόθεσμη μνήμη και μνήμη εργασίας (Sousa, 2001). Τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες συχνά παρουσιάζουν προκλήσεις στην απομνημόνευση και την ανάκληση αριθμητικών δεδομένων, παρά την κατανόηση των υποκείμενων εννοιών. Συχνά κάνουν λάθη σε απλούς υπολογισμούς και καταφεύγουν στο να βασίζονται σε εξωτερικά βοηθήματα όπως δάχτυλα ή αντικείμενα για να εκτελούν βασικές αριθμητικές πράξεις. Επιπλέον, αγωνίζονται να διατηρήσουν όλες τις απαραίτητες πληροφορίες όταν αντιμετωπίζουν προβλήματα πολλαπλών βημάτων, εμποδίζοντας την ικανότητά τους να σχηματίσουν μια ακριβή νοητική αναπαράσταση του προβλήματος. Αυτοί οι μαθητές αντιμετωπίζουν επίσης δυσκολίες στην ολοκλήρωση ακόμη και απλών ακαδημαϊκών εργασιών, όπως η αντιγραφή ασκήσεων από ένα σχολικό βιβλίο ή η αποτελεσματική χρήση μιας αριθμομηχανής.

- ❖ **Παράδειγμα:**

Ένας μαθητής ενώ έχει απομνημονεύσει σωστά τι ιδιότητες του ορθογωνίου, δεν τον αποθηκεύει μαζί με τις ιδιότητες των άλλων παραλληλογράμμων, αλλά προσθέτει τη νέα πληροφορία μετά την παραλληλία διανυσμάτων που διδάχθηκε την προηγούμενη μέρα.

- **Διαταραχές γλωσσικής έκφρασης**

Οι γλωσσικές και ακαδημαϊκές δυσκολίες μπορεί να διαρκέσουν μέχρι την εφηβεία και μέχρι την ενηλικίωση, πιθανές βελτιώσεις κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Πολυχρονοπούλου, 2003). Αυτές οι δυσκολίες συνήθως περιλαμβάνουν ζητήματα επεξεργασίας πληροφοριών και λεκτικής έκφρασης. Οι μαθητές συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην επικοινωνία μαθηματικών πληροφοριών και στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Παρά το γεγονός ότι ορισμένοι μαθητές με μαθηματικές δυσκολίες έχουν ισχυρότερες λεκτικές δεξιότητες και είναι εξαιρετικοί αναγνώστες, για πολλούς, οι αγώνες τους στα μαθηματικά ξεπερνούν τις προκλήσεις τους στην ομιλία και την ανάγνωση. Οι αδυναμίες του λόγου γύρω από τα μαθηματικά δυσκολεύουν τους μαθητές να συνδέσουν τη μαθηματική ορολογία (π.χ. διαιρέτης, αφαιρετέος, συν, πλιν με τις υποκείμενες έννοιές τους. Κατά συνέπεια, οι μαθητές μπορεί να δυσκολεύονται να ακολουθήσουν οδηγίες που περιέχουν μαθηματικούς όρους όπως "βρείτε το γινόμενο", να συγχέουν διάφορους μαθηματικούς όρους (βάλτε, βγάλτε, μεταφέρετε,

τοποθετήστε αξία) και να έχουν πρόβλημα με έννοιες που εκφράζονται χρησιμοποιώντας μια ποικιλία εναλλάξιμων όρων (προσθέστε, εξάγετε). Επιπλέον, οι αδυναμίες στις εκφραστικές γλωσσικές δεξιότητες εμποδίζουν τους μαθητές να αρθρώσουν αποτελεσματικά τη μαθηματική τους κατανόηση. Μπορεί να δυσκολεύονται να επιλέξουν τις κατάλληλες λέξεις (όρους ή αριθμητικά ονόματα) και επομένως να αποφύγουν την παροχή προφορικών απαντήσεων, ειδικά εκείνων που απαιτούν γρήγορες απαντήσεις. Ως αποτέλεσμα, οι μαθητές με αδυναμίες στην εκφραστική γλώσσα συχνά επιδεικνύουν καλύτερες επιδόσεις στη γραπτή και όχι στην προφορική μαθηματική επικοινωνία.

- **Δυσκολίες ολοκλήρωσης**

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες που σχετίζονται με τα μαθηματικά αντιμετωπίζουν συχνά δυσκολίες στην ολοκλήρωση ακαδημαϊκών εργασιών και στην αποτελεσματική εφαρμογή των γνώσεών τους. Παρουσιάζουν προκλήσεις στη χρήση και την ενσωμάτωση πληροφοριών για τη δημιουργία συμπερασμάτων ή την κατασκευή νέων κατανοήσεων.

- **Αδυναμίες στον αφηρημένο συλλογισμό**

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες συχνά έχουν προβλήματα να κατανοήσουν μαθηματικές έννοιες που μεταφέρονται μέσω αφηρημένων αναπαραστάσεων και γραπτών συμβόλων.

- **Διαταραχές στο γνωστικό ύψος**

Οι Dunn και Dunn (1993) προτείνουν ότι οι ιδιοσυγκρασίες στην επεξεργασία ερεθισμάτων είναι μια διάσταση του γνωστικού στυλ. Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά παρουσιάζουν χαρακτηριστικά μοτίβα γνωστικού στυλ, συμπεριλαμβανομένου του αυξημένου σκεπτικισμού και της παρορμητικότητας. Συγκεκριμένα, αυτοί οι μαθητές τείνουν να σκέφτονται υπερβολικά τα προβλήματα πριν απαντήσουν.

- **Ελλειμματική προσοχή και συγκέντρωση**

Το προαναφερθέν χαρακτηριστικό, που περιγράφεται επίσης ως έλλειψη συγκέντρωσης, σχετίζεται με την ικανότητα του μαθητή να διατηρεί την εστίαση σε μια συγκεκριμένη εργασία για παρατεταμένη διάρκεια. Το υπό εξέταση ζήτημα αφορά τους μαθητές που αδυνατούν να ολοκληρώσουν τις εργασίες που δίνουν οι δάσκαλοί τους, όχι λόγω νοητικής υστέρησης, τεμπελιάς ή αδιαφορίας, αλλά επειδή αγωνίζονται να διατηρήσουν την προσοχή τους για τη διάρκεια που απαιτείται για να ολοκληρώσουν την εργασία τους.

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες συχνά παρουσιάζουν σημαντικά ζητήματα με την προσοχή και τη συγκέντρωση, τα οποία μπορούν να παρομοιαστούν με τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής (ΔΕΠ) ή Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας (ΔΕΠ-Υ). Αν και οι μαθητές με μαθησιακές

δυσκολίες συχνά παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες με την προσοχή και τη συγκέντρωση, οι υποκείμενες αιτίες και η έκταση αυτών των προβλημάτων μπορεί να διαφέρουν από αυτές που παρατηρούνται σε άτομα που έχουν διαγνωστεί με ΔΕΠΥ ( Bender & Wall, 1994).

- **Ανεπάρκεια γνωστικών και μεταγνωστικών στρατηγικών**

Οι γνωστικές στρατηγικές αναφέρονται στις μεθόδους που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την επεξεργασία πληροφοριών και ερεθισμάτων. Οι μεταγνωστικές στρατηγικές περιλαμβάνουν την ικανότητα του μαθητή να επιλέγει κατάλληλες στρατηγικές, να επιλέγει την καταλληλότερη για κάθε περίπτωση, να αξιοποιεί αποτελεσματικά τον χρόνο του και να παρακολουθεί την ακρίβεια των ενεργειών και των απαντήσεών του. Οι μαθητές που δεν γνωρίζουν τις απαραίτητες δεξιότητες και στρατηγικές για την εκτέλεση ακαδημαϊκών καθηκόντων και που αποτυγχάνουν να χρησιμοποιήσουν τεχνικές αυτορρύθμισης για να ολοκληρώσουν αυτές τις δραστηριότητες, είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στα μαθηματικά. Πιο συγκεκριμένα, επιδεικνύουν προκλήσεις στα εξής: αξιολόγηση των δυνατοτήτων επίλυσης προβλημάτων, εντοπισμός και επιλογή κατάλληλων στρατηγικών, οργάνωση πληροφοριών, διαχείριση διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων, αξιολόγηση της ακρίβειας του προβλήματος και γενίκευση επιτυχημένων στρατηγικών σε άλλες σχετικές καταστάσεις.

- **Η αυστηρή λογική ιεραρχία των μαθηματικών**

Τα μαθηματικά, ένας εξαιρετικά παραγωγικός επιστημονικός τομέας, είναι δομημένα με άκαμπτο, ιεραρχικό τρόπο. Χαρακτηρίζεται από μια διαδοχική διασύνδεση εννοιών και μια αυστηρή εξέλιξη των δεξιοτήτων (Μπαραλής, 2004). Οι έννοιες ενός μαθηματικού τομέα βασίζονται στις προηγούμενες έννοιές τους, σχηματίζοντας μια διασυνδεδεμένη αλυσίδα. Εάν χαθεί κάποιο από αυτά τα αλληλεξαρτώμενα στοιχεία, διακυβεύεται η συνοχή και η συνέχεια του θέματος. Σε αντίθεση με άλλους ακαδημαϊκούς κλάδους όπως η ιστορία ή η γεωγραφία, τα μαθηματικά στερούνται τη σχετική αυτονομία του αντικειμένου του.

- **Μαθηματική γλώσσα**

Η χρήση μιας εξειδικευμένης μαθηματικής γλώσσας, διαφορετική από τη φυσική γλώσσα ενός μαθητή, μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές προκλήσεις. Αυτό το γλωσσικό κενό περιλαμβάνει μαθηματικό λεξιλόγιο, σημειογραφία και αναπαραστάσεις, που μπορεί να συμβάλλουν σε ακαδημαϊκές δυσκολίες και πιθανή αποτυχία για τον μαθητή (Orton, 1992).

- **Έλλειψη κινήτρων**

Εμπειρικά στοιχεία δείχνουν ότι τα κίνητρα των μαθητών είναι ένας καθοριστικός παράγοντας για το πώς ασχολούνται με τις ακαδημαϊκές τους προσπάθειες (Alexander, 1998). Τα δεδομένα δείχνουν ότι οι μαθητές με δυσκολίες συχνά στερούνται ισχυρών κινήτρων και τείνουν να υιοθετούν στρατηγικές παθητικής μάθησης (Torgesen, 1982). Οι επαναλαμβανόμενες

ακαδημαϊκές αποτυχίες που βιώνουν οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες τους κάνουν να πιστεύουν ότι δεν έχουν ικανότητες, καθιστώντας τις προσπάθειές τους μάταιες και με αποτέλεσμα την αποτυχία (Licht & Kistner, 1986). Αυτή η νοοτροπία τους ωθεί να αποφύγουν να εμπλακούν σε γνωστικές εργασίες, φοβούμενοι περαιτέρω απογοήτευση. Αυτό, με τη σειρά του, μπορεί να εμποδίσει την επίτευξη της γνώσης διαιωνίζοντας τις αντιλήψεις για μειωμένα κίνητρα και δυσμενείς συναισθηματικές καταστάσεις. (Παντελιάδου & Μπότσας, 2007).

#### • **Συναισθηματικά προβλήματα**

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες βιώνουν συχνά πιο αρνητικά συναισθήματα σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους, κυρίως λόγω των επίμονων ακαδημαϊκών αποτυχιών (Μπότσας, 2007). Αυτοί οι μαθητές εκφράζουν συνήθως βαθιά θλίψη, ιδιαίτερα μετά από επαναλαμβανόμενες αποτυχίες στο περιβάλλον της τάξης. Οι συναισθηματικές προκλήσεις που σχετίζονται με τα μαθηματικά μπορούν να εκδηλωθούν ως αρνητική στάση απέναντι στο θέμα, συμπεριλαμβανομένου του άγχους, της φοβίας και της χαμηλής αυτοπεποίθησης (Αγαλιώτης, 2009).

Προηγούμενη έρευνα έχει εντοπίσει 34 χαρακτηριστικές συμπεριφορές που σχετίζονται με μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες που παρουσιάζουν μαθηματικές ελλείψεις.

- αδυναμία αναγνώρισης συμβόλων πράξεων,
- ανακριβής ανάγνωση αριθμών λόγω θέσης και σειράς ψηφίων,
- αποτυχία μεταφοράς αριθμών όταν είναι απαραίτητο,
- παρουσιάζουν δυσκολίες με την ακριβή τοποθέτηση αριθμητικών τιμών και απόστασης κατά την εκτέλεση πράξεων πολλαπλασιασμού και διαίρεσης,
- εσφαλμένη τοποθέτηση ψηφίων σε πολυψήφιους αριθμούς,
- αδυναμία να γράψει μεγάλους αριθμούς,
- παράλειψη ψηφίων από τη δεξιά ή την αριστερή πλευρά των αριθμών,
- έναρξη εκτέλεσης πράξης σε λάθος σημείο,
- κάνουν λάθη στον δανεισμό κρατουμένων,
- παράλειψη γραμμών ή στηλών κατά τους υπολογισμούς,
- αγνοούν τους δεκαδικούς αριθμούς,
- αδυναμία σωστής στοίχισης αριθμών σε στήλες,
- εσφαλμένη ανάγνωση συμβόλων λειτουργίας (ανάγνωση + ως -),
- αντιστροφή αριθμών σε προβλήματα,
- κατάληξη σε άτοπες απαντήσεις,
- ξεχνώντας τις αριθμητικές λέξεις και τα σύμβολα,
- γράφοντας δυσανάγνωστους αριθμούς,

- προφέροντας λάθος αριθμούς,
- έλλειψη αυτόματης ανάκλησης βασικών αριθμητικών γεγονότων,
- μετρώντας στα δάχτυλα,
- δυσκολία να ακολουθήσουν χωρικές και κατευθυντήριες οδηγίες,
- πηδώντας ανάμεσα σε βήματα σε ένα πρόβλημα,
- αποτυχία επαλήθευσης απαντήσεων και αποδοχή της πρώτης λύσης,
- παρουσιάζοντας κακό χωρικό προσανατολισμό,
- εσφαλμένη αντιγραφή αριθμών,
- έχουν δυσκολία στο να μάθουν την ώρα,
- εκτελούν λανθασμένα τις πράξεις όταν τροποποιείται η μορφή των ψηφίων,
- απαιτούν παρατεταμένο χρόνο για την ολοκλήρωση των εργασιών,
- διαπράττουν σφάλματα όταν φωνάζουν αριθμητικά σύμβολα,
- συναντούν δυσκολίες στη χωρική οργάνωση των αριθμών,
- έχουν δυσκολία με προβλήματα πολλαπλών βημάτων,
- έχουν δυσκολία με τη γλώσσα των μαθηματικών,
- έχουν δυσκολία με τα προβλήματα λέξεων,
- αποτυχία στην κατανόηση της έννοιας του μηδενός.

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες συναντούν συχνά εμπόδια σε διαφορετικούς μαθηματικούς τομείς. Μπορεί να αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων, είτε λόγω αγώνων με την ανάκληση ή τον υπολογισμό βασικών αριθμητικών πληροφοριών, είτε λόγω σφαλμάτων στην τήρηση των απαραίτητων βημάτων. Επιπλέον, αντιμετωπίζουν εμπόδια στην επίλυση προβλημάτων λέξεων, ιδιαίτερα εκείνων που περιλαμβάνουν πολλαπλά βήματα, που πηγάζουν από την περιορισμένη κατανόηση της μαθηματικής γλώσσας ή την αβεβαιότητα σχετικά με την κατάλληλη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων που πρέπει να χρησιμοποιήσουν.

## Κεφάλαιο 4. Δυσαριθμησία

### 4.1. Γενική θεώρηση της Δυσαριθμησίας-ορισμοί -υπότυποι.

Η δυσαριθμησία είναι μια συγκεκριμένη μαθησιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από δυσκολίες με μαθηματικές δεξιότητες και έννοιες. Μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε δύο κύριους τύπους: α) την αναπτυξιακή δυσαριθμησία (developmental dyscalculia) και την β) επίκτητη δυσαριθμησία (acquired dyscalculia). Με τον όρο αναπτυξιακή δυσαριθμησία δηλώνουμε την μαθηματική γνωστική διαταραχή που προκύπτει κατά την ανάπτυξη του παιδιού και σχετίζεται με την ποιότητα της αρχικής του μάθησης (Μπαφαλούκα, 2011). Η αναπτυξιακή δυσαριθμησία είναι μια επίμονη μαθησιακή δυσκολία που εμποδίζει την κατανόηση θεμελιωδών αριθμητικών και αριθμητικών εννοιών, παρά τη μέση νοημοσύνη και τις ευκαιρίες εκπαίδευσης. Αυτή η κατάσταση μπορεί να θέσει σημαντικές προκλήσεις στην καθημερινή ζωή και την επαγγελματική ανάπτυξη των προσβεβλημένων ατόμων, δεδομένης της επικρατούσας χρήσης των αριθμών στη σύγχρονη κοινωνία. Αντίθετα, η επίκτητη δυσαριθμησία, περιγράφει μια κατάσταση όπου τα παιδιά έχουν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη ικανότητα σε βασικές μαθηματικές δεξιότητες, αλλά βιώνουν στη συνέχεια γνωστικές δεξιότητες που σχετίζονται με μαθηματικές δραστηριότητες και συλλογισμούς λόγω εγκεφαλικής βλάβης ή ασθένειας (Μπαφαλούκα, 2011). Αυτό μπορεί επίσης να συμβεί σε ενήλικες που έχουν χάσει σε μεγάλο βαθμό τις αριθμητικές τους δεξιότητες και την κατανόηση των αριθμών λόγω παραγόντων όπως εγκεφαλικά επεισόδια, όγκοι ή ατυχήματα.

Οι περιπτώσεις παιδιών με φυσιολογικά επίπεδα νοημοσύνης, που έχουν πρόσβαση σε θετικά μαθησιακά περιβάλλοντα και ίσες ευκαιρίες εκπαίδευσης με τους συμμαθητές τους, αλλά αποτυγχάνουν με τα μαθηματικά, έχουν συγκεντρώσει σημαντικό ερευνητικό ενδιαφέρον τις τελευταίες δεκαετίες. Καθώς αυτό το φαινόμενο έχει γίνει πιο διαδεδομένο, οι έρευνες για τις υποκείμενες αιτίες έχουν ενταθεί. Οι ερευνητές έχουν αποδώσει τις κακές επιδόσεις ή τις μαθησιακές δυσκολίες αυτών των παιδιών σε θεμελιώδεις δυσλειτουργίες ή γνωστικές διαφορές στους μηχανισμούς ή στο κεντρικό νευρικό σύστημα, οι οποίες έχουν ονομαστεί "Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες" (Learning Disabilities) (Crealock & Kronick, 1993; Rourke & Del Dotto, 1994). Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000), ένας από τους πιο ευρέως αποδεκτούς ορισμούς είναι αυτός της National Joint Committee on Learning Disabilities,, η οποία περιγράφει τις «Ειδικές

Μαθησιακές Δυσκολίες» ως γενικό όρο που αναφέρεται σε μια διαφορετική ομάδα διαταραχών. Αυτές οι διαταραχές χαρακτηρίζονται από σημαντικές προκλήσεις στην απόκτηση και χρήση της δεκτικής και εκφραστικής γλώσσας, της ανάγνωσης, της γραφής, του λογικού συλλογισμού ή των μαθηματικών δεξιοτήτων. Αυτές οι διαταραχές είναι συγγενείς και πιστεύεται ότι προκαλούνται από δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, που εκδηλώνεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής ενός ατόμου. Ενώ οι μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να συνυπάρχουν με προβλήματα στην αυτορυθμιζόμενη συμπεριφορά, την κοινωνική αντίληψη και την κοινωνική αλληλεπίδραση, αυτά τα ζητήματα δεν συνιστούν τα ίδια μαθησιακές δυσκολίες(NJCLD, 1994). Επιπλέον, οι μαθησιακές δυσκολίες μπορεί να εμφανιστούν ταυτόχρονα με άλλες συνθήκες ή εξωτερικούς παράγοντες, αλλά δεν είναι το άμεσο αποτέλεσμα αυτών. Ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγραφούν με απλό και ταυτόχρονα συνοπτικό τρόπο οι μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στα μαθηματικά είναι η δυσαριθμησία (dyscalculia).

Η χρήση του όρου *dyscalculia* (δυσαριθμησία) για τη δήλωση των παραπάνω δυσκολιών έγινε για πρώτη φορά από τον Cohn στις αρχές της δεκαετίας του 1960, αν και η διαπίστωση της ύπαρξης σε ορισμένα άτομα των προβλημάτων αυτών ανάγεται στις αρχές του 20ου αιώνα. Το 1961, ο Αμερικάνος ερευνητής R. Cohn, δημοσιεύει ένα άρθρο που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Archives of Neurology*, παρουσιάζοντας τις δυσκολίες που εμφάνιζαν οι μαθητές στην αφομοίωση των μαθηματικών εννοιών, παρά την απουσία οποιουδήποτε εμφανούς προβλήματος, υποστηρίζοντας ότι είναι πιθανό η δυσκολίες να οφείλονται σε πρόβλημα του κεντρικού νευρικού συστήματος που έχει παρόμοια αποτελέσματα με το πρόβλημα που φαίνεται να εμφανίζεται στις εγκεφαλικές κακώσεις των ενηλίκων. Για την σηματοδότηση αυτής της κατάστασης ο Cohn εισήγαγε τον όρο «δυσαριθμησία» (*dyscalculia*) (Αγαλιώτης, 2000).

Την ίδια περίοδο (1966) ο Luria υποστήριξε, επίσης, την άποψη ότι οι συγκεκριμένες διαταραχές στην ικανότητα κατάκτησης βασικών μαθηματικών εννοιών των παιδιών σχετίζονται με συγκεκριμένες δυσλειτουργίες του εγκεφάλου, άποψη την οποία έχουν υποστηρίξει κατά καιρούς και άλλοι μελετητές των ειδικών δυσκολιών που συναντούν οι μικροί μαθητές στον τομέα των βασικών μαθηματικών γνώσεων. Συγκεκριμένα οι «βλάβες της βρεγματο-ινιακής περιοχής συνδέονται με δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας του αριθμού, ενώ βλάβες στη μετωπιαία περιοχή προκαλούν δυσκολίες στην ανακωδικοποίηση πληροφοριών κατά την επίλυση προβλημάτων» (Αγαλιώτης, 2000).

Οι Jonson και Myklebust παρείχαν μια λεπτομερή περιγραφή των προβλημάτων που υποδεικνύουν την παρουσία μιας συγκεκριμένης διαταραχής που επηρεάζει την κυριαρχία των αριθμητικών εννοιών και των καθαρών μαθηματικών ικανοτήτων. (Αγαλιώτης, 2000).



Το 1974 ο Τσεχοσλοβάκος ερευνητής Ladislav Kosc, προτείνει έναν ορισμό γενικής αποδοχής της δυσαριθμησίας ο οποίος γνώρισε γενική αποδοχή από την επιστημονική κοινότητα σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2011) και ορίζεται άμεσα σε σχέση με τον ανθρώπινο εγκέφαλο υπογραμμίζοντας όπως και στη δυσλεξία, την διαφοροποίηση μεταξύ νοητικής απόδοσης και των δυσκολιών στη μάθηση, εν προκειμένω την κατάκτηση της μαθηματικής γνώσης. Οι δυσκολίες αυτές έχουν αποδοθεί από ορισμένους συγγραφείς σε εκ γενετής ανωμαλίες των τμημάτων του εγκεφάλου που ευθύνονται για την ανάπτυξη των μαθηματικών ικανοτήτων. Έτσι λοιπόν η δυσαριθμησία σύμφωνα με τον Kosc είναι: «μια δομική διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων που έχει τις ρίζες της σε μια γενετική ή εκ γενετής διαταραχή εκείνων των τμημάτων του εγκεφάλου που είναι άμεσα ανατομικο-φυσιολογικά υποστρώματα της ωρίμανσης των μαθηματικών ικανοτήτων, ανάλογα με την ηλικία, χωρίς μια ταυτόχρονη διαταραχή της γενικής νοητικής λειτουργίας». Ο ορισμός αυτός δίνει έμφαση αποδίδοντας την δυσαριθμησία σε εσωτερική παθολογία και αποκλείει άλλα πιθανά αίτια.

Ένας διαφορετικός ορισμός που προσανατολίζεται περισσότερο στην σημασία της λέξης «δυσαριθμησία», που εννοεί την κατεξοχήν δυσκολία στο χειρισμό των αριθμών και των σχέσεων τους, δόθηκε από τον Ούγγρο ερευνητή M.Sharma το 1986 και είναι ο ακόλουθος (Κοτοπούλης, 2017): «η δυσαριθμησία αναφέρεται σε μία διαταραχή της ικανότητας της χρήσης ή μάθησης των Μαθηματικών, δηλαδή σε μη επαρκώς αναπτυγμένη αίσθηση του αριθμού και των αριθμητικών σχέσεων καθώς και σε δυσκολία εκμάθησης και εφαρμογής των αλγορίθμων». Ο παραπάνω ορισμός εστιάζει στα εμπόδια που συναντούν οι μαθητές στην προσπάθειά τους να κατανοήσουν το αριθμητικό σύστημα (Αγαλιώτης, 2011).

Το υπουργείο παιδείας της Αγγλίας και της Ουαλίας (DfES, 2001) παρουσιάζει τον ακόλουθο ορισμό της δυσαριθμησίας σύμφωνα με τον οποίο «η δυσαριθμησία είναι μια κατάσταση που επηρεάζει αρνητικά την ικανότητα απόκτησης αριθμητικών δεξιοτήτων. Οι μαθητές με δυσαριθμησία πιθανόν να έχουν δυσκολία στην κατανόηση απλών αριθμητικών εννοιών, να μην διαθέτουν τη δυνατότητα διαισθητικής αντίληψης των αριθμών και να έχουν προβλήματα στο να μάθουν τους αριθμητικούς συνδυασμούς και τις αριθμητικές διαδικασίες. Ακόμη κι όταν δίνουν μια σωστή απάντηση ή χρησιμοποιούν μια σωστή διαδικασία, πιθανόν να το κάνουν μηχανιστικά και χωρίς αυτοπεποίθηση» (Αγαλιώτης, 2011).

Τέλος ο ορισμός που δίνει ο Geary (2004) για τη δυσαριθμησία, η οποία σύμφωνα με τον ίδιο αναφέρεται στους γενεσιουργούς παράγοντες που μπορεί να συμβάλλουν στην ανάπτυξη της δυσαριθμησίας, αντίθετα με το ορισμό του Kosc (1974), που η ανάλυση γίνεται σε επίπεδο επεξεργασίας πληροφοριών και όχι σε νευρολογικό επίπεδο είναι ο ακόλουθος (Κοτοπούλης 2017): «μία μαθηματική μαθησιακή αναπηρία μπορεί να εκδηλωθεί με τη μορφή ελλείψεων στις ικανότητες χειρισμού εννοιών ή διαδικασιών που καθορίζουν το πεδίο των

Μαθηματικών και που, θεωρητικά, οφείλονται σε υποκείμενες ελλείψεις στην κεντρική εκτελεστική λειτουργία ή στα γλωσσικά συστήματα αναπαράστασης και διαχείρισης πληροφοριών (δηλαδή στην εργαζόμενη μνήμη) ή στο οπτικοχωρικό πεδίο».

Οι ερευνητές έχουν προτείνει διάφορες κατηγοριοποιήσεις της δυσαριθμησίας με βάση τις αντίστοιχες μελέτες τους. Ακολουθούν μερικές από τις διαφορετικές εννοιολογήσεις αυτής της μαθησιακής δυσκολίας (Αγαλιώτης, 2000).

Το 1974, ο L. Kosc εντόπισε έξι θεμελιώδεις μορφές δυσαριθμησίας:

### **Λεκτική δυσαριθμησία**

Εκδηλώνεται με τη αδυναμία κατανόησης και αξιοποίησης της μαθηματικής ορολογίας και σχέσεων και με τη δυσκολία να εκφράσει λεκτικά τις μαθηματικές σχέσεις. Για παράδειγμα ο μαθητής δυσκολεύεται στην ονομασία ενός αριθμού που βλέπει ακόμα και στην ονομασία των συμβόλων των τεσσάρων βασικών πράξεων.

### **Πρακτογνωστική δυσαριθμησία**

Εκδηλώνεται με τη δυσκολία στο μαθηματικό χειρισμό αντικειμένων και εικόνων. Αναφέρεται στη δυσκολία διάταξης αριθμών μεγεθών και ποσοτήτων. Για παράδειγμα ο μαθητής αδυνατεί να ταξινομήσει ένα πλήθος αντικείμενων κατά μέγεθος ή να συγκρίνει ακόμα και δύο στυλό μεταξύ τους. Ακόμα δυσκολεύεται να κατανοήσει την διαδοχικότητα των αριθμών.

### **Λεξιλογική δυσαριθμησία.**

Είναι εμφανής στην αδυναμία ανάγνωσης και αναγνώριση μαθηματικών συμβόλων όπως σύμβολα πράξεων (+, -, \*, :), αριθμούς που περιέχουν μηδενικά, κλάσματα και τετραγωνικές ρίζες.

### **Ιδεογνωστική δυσαριθμησία**

Αναφέρεται στη δυσκολία κατανόησης αφηρημένων μαθηματικών εννοιών και εκτέλεσης νοητικών εργασιών. Γενικά δυσκολεύονται να μεταπηδήσουν από ένα μαθηματικό συλλογισμό σε έναν άλλο καθώς να συγκρατήσουν αριθμητικά δεδομένα.

### **Λειτουργική δυσαριθμησία**

Αναφέρεται στη δυσκολία εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων και συλλογισμών. Σε αυτή την κατάσταση, οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να ανακαλέσουν και να εφαρμόσουν τις σωστές μαθηματικές διαδικασίες για να εκτελέσουν με ακρίβεια τις απαραίτητες πράξεις. Για παράδειγμα ένας μαθητής να εκτελεί την πράξη του πολλαπλασιασμού ενώ θα έπρεπε να κάνει διαίρεση.

### **Γραφολογική δυσαριθμησία**

Εκδηλώνεται με τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην γραφική απόδοση των μαθηματικών συμβόλων.

Το 1978, ο Σ. Farnham-Diggory, βασιζόμενος στην έρευνα και τις προοπτικές του Luria, πρότεινε μια νέα ταξινόμηση των διαταραχών μαθηματικών ικανοτήτων. Συγκεκριμένα, εντόπισε και σκιαγράφησε τέσσερις διακριτές κατηγορίες τέτοιων διαταραχών

- Τις αδυναμίες στη λογική συλλογιστική και τη χωρική επίγνωση, οι οποίες είναι εμφανείς όταν το άτομο δεν είναι ικανό να κατανοήσει φράσεις όπως "το τρίγωνο που βρίσκεται κάτω από τον τετράγωνο." Επιπλέον, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη σύνταξη αριθμών με πολλαπλά ψηφία, ιδιαίτερα εκείνων που περιλαμβάνουν πολλαπλά μηδενικά.
- Τις δυσκολίες προγραμματισμού, οι οποίες είναι εμφανές στο στάδιο του σχεδιασμού, όπως αποδεικνύεται από την δυσκολία του ατόμου στη διαμόρφωση μιας στρατηγικής για την επίλυση ενός προβλήματος. Επιπλέον, επιδεικνύουν μια δεκτική στάση, αποδεχόμενοι εύκολα μια λύση χωρίς να κάνουν προσπάθεια να την επικυρώσουν.
- Την επιμονή σε διαδικασίες που δεν είναι πια κατάλληλες, πράγμα που επιβεβαιώνεται με την προσπάθεια εφαρμογής τεχνικών και ενεργειών που ήταν προηγουμένως επιτυχημένες ή κατάλληλες, σε νέα πλαίσια όπου δεν είναι πλέον αποτελεσματικές.
- Την ανικανότητα στην εκτέλεση απλών πράξεων παρόλο που ενδεχομένως η κατανόηση του προβλήματος είναι σωστή.

Το 1983, ο Ν. Ο Badian πρότεινε μια εναλλακτική ταξινόμηση της δυσαριθμσίας, τονίζοντας τις ακόλουθες βασικές πτυχές: Αναφέρθηκε συγκεκριμένα :

- Στην αλεξία ή αγραφία αριθμών, που αναφέρεται στην αδυναμία αναγνώρισης και γραφής αριθμητικών συμβόλων,
- Στην χωρική δυσαριθμσία, που ορίζεται ως η δυσκολία εκτίμησης των διαστάσεων και των σχέσεων του χώρου,
- Στην αναριθμσία, που είναι η ανικανότητα εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων,
- Στην δυσαριθμσία προσοχής-μνήμης, που χαρακτηρίζεται από τη δυσκολία διατήρησης της προσοχής κατά τη διάρκεια μιας σειράς συγκεκριμένων μαθηματικών εργασιών όπως οι αλγόριθμοι,
- Στον μεικτό τύπο, που περιλαμβάνει οποιονδήποτε συνδυασμό των προαναφερθέντων δυσκολιών.

Σύμφωνα με τον Αγαλιώτης (2000), η κατηγοριοποίηση της δυσαριθμσίας από τον Geary αντιπροσωπεύει μια αρχική προσπάθεια συστηματοποίησης των διαγνωστικών δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από έρευνες για το φαινόμενο των συγκεκριμένων μαθησιακών δυσκολιών. Οι υπο-τύποι που προκύπτουν περιγράφονται στους πίνακες που ακολουθούν.

**Πίνακας 1:** : 1<sup>ος</sup>Υπο-τύπος Δυσαριθμησίας (προσαρμογή από Αγαλιώτης, 2000)

| Υπο-τύπος                 | Βασική δυσκολία     | Γνωστικά χαρακτηριστικά  | Εξελικτικά χαρακτηριστικά   | Νευροψυχολογικά χαρακτηριστικά  | Γενετικά χαρακτηριστικά   | Σχέση με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στην ανάγνωση   |
|---------------------------|---------------------|--|---|---|---|---|
| 1 <sup>ος</sup> Υπο-τύπος | Σημασιολογική μνήμη | - Χαμηλή συχνότητα ανάκλησης αριθμητικών δεδομένων.<br>- Η ανάκληση αριθμητικών δεδομένων συνοδεύεται από πολλά λάθη.<br>- Ο χρόνος ανάκλησης σωστών απαντήσεων είναι μη συστηματικός. | Εξελικτική διαφοροποίηση: Ποιοτικά διαφορετική επίδοση σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικής εξέλιξης και υπάρχει μικρή βελτίωση από τάξη σε τάξη. | - Πιθανή δυσλειτουργία του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου, και ειδικά των οπίσθιων περιοχών του. - Πιθανή εμπλοκή υποφλοιϊκών περιοχών | Ασαφής, αλλά η σχέση με ορισμένες μορφές ειδικής αναγνωστικής δυσκολίας παραπέμπει στην κληρονομικότητα | Συνδέεται με τις ειδικές αναγνωστικές δυσκολίες, ιδιαίτερα αυτές που συνδέονται με φωνητικές δυσλειτουργίες |

**Πίνακας 2:** 2<sup>ος</sup>Υπο-τύπος Δυσαριθμησίας (προσαρμογή από Αγαλιώτης, 2000 )

| Υπο-τύπος                 | Βασική δυσκολία:                           | Γνωστικά χαρακτηριστικά | Εξελικτικά χαρακτηριστικά  | Νευροψυχολογικά χαρακτηριστικά                                     | Γενετικά χαρακτηριστικά | Σχέση με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στην ανάγνωση |
|---------------------------|--|-------------------------|--|--|-------------------------|---|
| 2 <sup>ος</sup> Υπο-τύπος | Χρήση διαδικασιών, στρατηγικών, αλγορίθμων | -                       | Εξελικτική αργοπορία: Παρόμοια επίδοση με αυτή μικρότερων παιδιών με φυσιολογική εξέλιξη και βελτιώνεται | Ασαφής, πιθανή δυσλειτουργία του αριστερού εγκεφαλικού ημισφαιρίου | Ασαφής                  | Ασαφής  |

|  |  |  |                      |  |  |  |
|--|--|--|----------------------|--|--|--|
|  |  | (στρατηγικών).<br>- Πιθανή<br>εξελικτική<br>αργοπορία στην<br>κατανόηση των<br>εννοιών | από τάξη σε<br>τάξη. |  |  |  |
|--|--|--|----------------------|--|--|--|

*Πίνακας 3: 3<sup>ος</sup> Υπο-τύπος Δυσαριθμησίας (προσαρμογή από Αγαλιώτης, 2000 )*

| Υπο-<br>τύπος                    | Βασική<br>δυσκολία:           | Γνωστικά<br>χαρακτηριστικά   | Εξελικτικά<br>χαρακτηριστικά | Νευροψυχολογικά<br>χαρακτηριστικά   | Γενετικά<br>χαρακτηριστικά | Σχέση με<br>ειδικές<br>μαθησιακές<br>δυσκολίες<br>στην<br>ανάγνωση |
|----------------------------------|-------------------------------|--|------------------------------|---|----------------------------|--|
| 3 <sup>ος</sup><br>Υπο-<br>τύπος | Οπτικό-<br>χωρική<br>αντίληψη | Δυσκολίες στη<br>χωρική<br>αναπαράσταση<br>αριθμητικών<br>πληροφοριών,<br>όπως η<br>τοποθέτηση<br>αριθμών σε<br>στήλες ή ο<br>χειρισμός<br>πολυψήφια<br>αριθμών που<br>αποτελούνται<br>από τα ίδια<br>ψηφία (936-<br>369). | Ασαφή.                       | Δυσλειτουργία του<br>δεξιού<br>εγκεφαλικού<br>ημισφαιρίου και<br>ειδικά των<br>οπισθίων<br>περιοχών του | Ασαφή                      | Δεν φαίνεται<br>να υπάρχει<br>σύνδεση                              |

## 4.2. Χαρακτηριστικά της Δυσαριθμσίας.

Οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες συχνά αγωνίζονται στα μαθηματικά σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους. Παρά τις προσπάθειές τους, η απόδοσή τους τείνει να είναι φτωχότερη. Προηγούμενη έρευνα έχει εντοπίσει ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με άτομα που έχουν διαγνωστεί με δυσαριθμσία. Σύμφωνα με τις έρευνες των D. Johnson & H. Myklebust το 1967, τα παιδιά με δυσαριθμσία παρουσιάζουν συνήθως τις ακόλουθες γενικές ικανότητες και ελλείψεις (Αγαλιώτης, 2000):

- Ελαττωματική οπτικο-χωρική αντίληψη και οργάνωση,
- καλές ακουστικές ικανότητες και πρώιμη ανάπτυξη ομιλίας,
- υψηλό αναγνωστικό επίπεδο, με την έννοια της αποκωδικοποίησης των γραπτών συμβόλων, καθώς το περιεχόμενο του κειμένου συνήθως δεν γίνεται κατανοητό σε μεγάλο βαθμό από τα άτομα με δυσαριθμσία,
- δυσκολίες στο οπτικο-κινητικό συντονισμό, που μπορεί να φθάνει μέχρι τη δυσγραφία,
- έλλειψη κοινωνικής ενσυναισθησίας, δηλαδή επαρκώς ανεπτυγμένης ικανότητας στην εκτίμηση κοινωνικών καταστάσεων και αντίληψη των συναισθημάτων των άλλων ατόμων,
- διαταραγμένη εικόνα σώματος.

Αυτοί οι ερευνητές σημείωσαν τα ακόλουθα σχετικά με τις μαθηματικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με δυσαριθμσία (Αγαλιώτης, 2000):

- στο σχηματισμό ένα προς ένα αντιστοιχήσεων,
- στη σύνδεση των συμβόλων των αριθμών με τις ποσότητες που αντιπροσωπεύουν,
- στη σύνδεση των ακουστικών και οπτικών συμβόλων των αριθμών,
- στην κατανόηση της τακτικής και της απόλυτης διάστασης των αριθμών,
- στην κατανόηση σχέσεων μέρους – όλου,
- στην κατανόηση της έννοιας της διατήρησης της ποσότητας,
- στην εκτέλεση των πράξεων,
- στην κατανόηση και τη διάκριση των συμβόλων των πράξεων,
- στην κατανόηση της σημασίας της συγκεκριμένης θέσης και ακολουθίας των αριθμητικών ψηφίων στο χώρο (θεσιακή αξία),
- στη συγκράτηση και χρήση αλγορίθμων.,
- στη μέτρηση μεγεθών, ποσοτήτων, όγκων,
- στην ανάγνωση χαρτών και γραφικών παραστάσεων,
- στην εκπόνηση σωστών σχεδίων για την επίλυση προβλημάτων.

Ο Αγαλιώτης ανέφερε ότι το 1997, ο P. Newman συνέθεσε τα ευρήματα πολλών ερευνών που επικεντρώθηκαν στα χαρακτηριστικά των παιδιών με δυσαριθμησία. Στη συνέχεια, ο ερευνητής έβγαλε τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Φυσιολογικές ή άνω του μέσου όρου γλωσσικές δεξιότητες, ισχυρή οπτική μνήμη γραπτών λέξεων και ικανοποιητική απόδοση σε ακαδημαϊκά θέματα που δεν βασίζονται σε προηγμένες μαθηματικές ικανότητες,
- δυσκολίες με την εννοιολογική κατανόηση και την πρακτική εφαρμογή του χρόνου και του χωρικού προσανατολισμού, που μπορεί να οδηγήσει σε επίμονες ασυνέπειες στον προγραμματισμό και τα κοινωνικά γεγονότα. Δυσκολία στην ανάκληση χρονοδιαγραμμάτων και διαδοχικών γεγονότων,
- αδυναμίες στη μνήμη αναγνώρισης προσώπου, με αποτέλεσμα λάθη στην ανάκληση ονόματος και σύγχυση ονομάτων με παρόμοιες αρχές,
- σημαντικές δυσκολίες στον οικονομικό σχεδιασμό και τη διαχείριση χρημάτων, που συχνά οδηγούν σε μεγάλα σφάλματα στις χρηματοοικονομικές συναλλαγές,
- παρουσιάζει σφάλματα όπως παραλείψεις, προσθήκες, μεταθέσεις και αντικαταστάσεις κατά την εγγραφή και την ανάγνωση αριθμών,
- δείχνει αντιφατικά αποτελέσματα στην εκτέλεση των τεσσάρων βασικών αριθμητικών πράξεων. Παρουσιάζει κακή ικανότητα να επεξεργάζεται διανοητικά μαθηματικές ενέργειες,
- προκλήσεις στην κατανόηση και την ανάκληση μαθηματικών αρχών, κανόνων, τύπων και αλγορίθμων,
- σημαντικό πρόβλημα στην απομνημόνευση θεμελιωδών αριθμητικών πληροφοριών,
- ασυνεπής εφαρμογή της μαθηματικής γνώσης,
- δυσκολίες στη δημιουργία εσωτερικών νοητικών αναπαραστάσεων αναλογικών ρολογιών, τοποθεσιών, χαρτών και χωρικών διατάξεων, που συχνά οδηγούν σε λανθασμένη τοποθέτηση αντικειμένων, αποπροσανατολισμό και απόσπαση της προσοχής,
- πιθανές δυσκολίες στην κατανόηση των μουσικών εννοιών, την ερμηνεία της μουσικής σημειογραφίας και την εκμάθηση των τεχνικών για να παίξετε ένα μουσικό όργανο,
- πιθανά ζητήματα συντονισμού, που οδηγούν σε μειωμένη απόδοση σε σωματικές δραστηριότητες όπως ο αθλητισμός ή ο χορός,
- προκλήσεις στην παρακολούθηση και τεκμηρίωση των διακυμάνσεων των αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια αθλημάτων.

Η ανασκόπηση του Sears για τα χαρακτηριστικά της δυσαριθμησίας εντόπισε 22 τυπικά συμπτώματα που παρατηρήθηκαν στα παιδιά. Η ανασκόπηση περιγράφει τα χαρακτηριστικά που μπορεί να παρουσιάσει ένα παιδί με δυσαριθμησία. (Κανάρη, 2011; Μπαφαλούκα, 2011):

1. Ανεστραμμένα, παραμορφωμένα, περιστρεφόμενα ή πολύ μεγάλα γραπτά σύμβολα,
2. δυσκολία μετάβασης από μια μαθηματική διαδικασία ή σκέψη σε μια άλλη,
3. σύγχυση και αντικατάσταση παρόμοιων αριθμών στην εμφάνιση,
4. δυσκολία τακτοποίησης αριθμών σε αριθμητικές πράξεις,
5. αδυναμία αποδοχής αποστάσεων μεταξύ αριθμών (το 6 δεν φαίνεται να είναι πιο κοντά από το 7 παρά το 8),
6. δυσκολία τακτοποίησης αριθμών ή αντικειμένων στη σειρά,
7. δυσκολία στην τακτοποίηση αριθμών ανάλογα με τα σχετικά μεγέθη (διάταξη),
8. αποτυχία ανάγνωσης ή εγγραφής της σωστής τιμής πολυψήφιων αριθμών,
9. δυσκολία στην εφαρμογή πολλαπλών διαδοχικών βημάτων στις διαδικασίες πράξεων (αλγόριθμοι),
10. ανεπαρκής μνήμη για απλές μαθηματικές πράξεις,
11. δυσκολία στο να δει τα αντικείμενα σε ομάδες ή σε σύνολα,
12. δυσκολία στη ανάγνωση χαρτών και πλέγματα γραμμών ,
13. σύγχυση στις μαθηματικές διαδικασίες,
14. δυσκολία με την αντιστοίχιση ένα προς ένα,
15. αποτυχία αναγνώρισης και κατανόησης των συμβόλων των πράξεων,
16. δυσκολία συσχέτισης ακουστικών και οπτικών συμβόλων ή οπτικών και λεκτικών ονομάτων,
17. δυσκολία αντιγραφής αριθμών, γεωμετρικών σχημάτων από μοντέλα,
18. δυσκολία αναπαραγωγής αριθμών, γεωμετρικών σχημάτων από μνήμη,
19. δυσκολία κατανόησης κατεύθυνσης, βάρους, διαστήματος, χρόνου ή μέτρησης,
20. δυσκολία μετάβασης από το συγκεκριμένο στο ημι-αφηρημένο και αφηρημένο επίπεδο,
21. δυσκολία κατανόησης και γραπτής απάντησης σε προβλήματα (όταν παρουσιάζονται προφορικά ή γραπτά),
22. αδυναμία επιλογής της κατάλληλης πορείας για τη λύση ενός προβλήματος.

Η Sears (1986) γνωστοποιεί πως ο μαθητής με δυσαριθμησία δεν πρόκειται φυσικά να εμφανίσει όλα τα χαρακτηριστικά που έχουν διακριθεί, ταυτόχρονα. Τα χαρακτηριστικά αυτά συναντώνται μεμονωμένα ή ομαδοποιημένα με κύριο γνώμονα το είδος της δυσαριθμησίας που θα αντιμετωπίζει το εκάστοτε παιδί (Κοτοπούλης, 2017, σ.23- 24).

#### **4.3.Χαρακτηριστικά των παιδιών με Δυσαριθμησία ανά εκπαιδευτική βαθμίδα**

Τα δυσαριθμητικά παιδιά συχνά παρουσιάζουν διακριτά χαρακτηριστικά. Όπως προτείνει ο Bird (2009), συνήθως δεν έχουν μια διαισθητική κατανόηση των αριθμών, παλεύουν με την εκτίμηση και δυσκολεύονται να προσδιορίσουν το εύλογο των μαθηματικών λύσεων. Οι προκλήσεις που



αντιμετωπίζουν οι δυσαριθμητικοί μαθητές καλύπτουν διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της υποτοποθέτησης, της ανάκλησης γεγονότων αριθμών, της καταμέτρησης προς τα πίσω, της κατανόησης και της εφαρμογής χρονικών εννοιών, της κατανόησης των χρημάτων, της αλληλουχίας, της κατευθυντικότητας, της αναγνώρισης. Επιπλέον, το άγχος των μαθηματικών μπορεί να διαδραματίσει κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση της απόδοσής τους, εμποδίζοντας πιθανώς την ικανότητά τους να ασχολούνται αποτελεσματικά με μαθηματικές εργασίες (Emerson & Babbie, 2010). Αυτές οι αρνητικές εμπειρίες μπορούν να εμποδίσουν τους δυσαριθμητικούς μαθητές να αξιοποιήσουν πλήρως το ακαδημαϊκό τους δυναμικό. Υπάρχουν ενδεικτικά χαρακτηριστικά δυσαριθμησίας τα οποία εμφανίζονται κατά την σχολική σταδιοδρομία ενός μαθητή. Παρακάτω να γίνεται μία καταγραφή αυτών να ηλικία.

Κατά τη διάρκεια των προσχολικών ετών, ορισμένοι μαθητές μπορεί να παρουσιάσουν τις ακόλουθες μαθηματικές προκλήσεις:

- δυσκολία με έννοιες μέτρησης,
- δυσκολία αναγνώρισης τυποποιημένων αριθμών,
- αδυναμία ακριβούς συσχέτισης ενός αριθμού με την αντίστοιχη ποσότητα ,
- αδύναμες δεξιότητες μνήμης που σχετίζονται με αριθμούς,
- αδυναμία οργάνωσης των εργασιών.

Κατά τη διάρκεια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι μαθητές αντιμετωπίζουν συχνά προκλήσεις, όπως:

- δυσκολία στην κατάκτηση θεμελιωδών μαθηματικών πράξεων, ιδιαίτερα αφαίρεση και διαίρεση,
- δυσκολεύονται με δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων ,
- αδυναμίες στη διατήρηση μαθηματικών εννοιών και λειτουργιών μακροπρόθεσμα,
- δυσκολίες στην εξοικείωση με τη μαθηματική ορολογία,
- τάση για αποφυγή ενασχόλησης με παιχνίδια που βασίζονται σε στρατηγική.

Η έρευνα δείχνει την παρουσία συγκεκριμένων μαθηματικών δυσκολιών μάθησης μεταξύ των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Χαρακτηριστικές συμπεριφορές που παρατηρούνται σε διάφορα αναπτυξιακά στάδια, όταν είναι επίμονες και έντονες, μπορεί να υποδηλώνουν την ύπαρξη υποκείμενων μαθηματικών δυσκολιών μάθησης.

Οι συμπεριφορές που μπορεί να υποδηλώνουν μαθηματικές δυσκολίες για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και θα πρέπει να αναγνωρίζονται από τον καθηγητή μαθηματικών και άλλους συνεργαζόμενους καθηγητές περιλαμβάνουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Αποφεύγει τη διαδικασία ανάγνωσης και κατανόησης.

- Συχνά παρερμηνεύει γραπτές πληροφορίες.
- Δυσκολεύεται στην κατανόηση της προφοράς μαθηματικών προβλημάτων.
- Αντιμετωπίζει δυσκολίες στην κατηγοριοποίηση δεδομένων και αιτημάτων.
- Δυσκολεύεται με αφηρημένες μαθηματικές έννοιες.
- Δυσκολεύεται στην κατανόηση της σημασίας της τοποθέτησης ψηφίων.
- Αντιμετωπίζει προκλήσεις στην κατανόηση των μαθηματικών συμβόλων.
- Αγwnίζετaι να εφαρμόσει βασικές μαθηματικές γνώσεις.
- Έχει δυσκολίες να ακολουθήσει πολύπλοκες οδηγίες.
- Δυσκολεύεται να διατηρήσει την εστίαση του σε ένα έργο.
- Αντιμετωπίζει δυσκολίες σε αξιολογήσεις πολλαπλών επιλογών.
- Λειτουργεί με πιο αργό ρυθμό κατά τη διάρκεια των εξετάσεων.
- Δυσκολεύεται να επικυρώσει την ορθότητα των προβληματικών λύσεων.
- Δυσκολεύεται στην αποτελεσματική διαχείριση του χρόνου.
- Δεν έχει επάρκεια σε αποτελεσματικές δεξιότητες λήψης μαθηματικών σημειώσεων.
- Δεν δέχεται εύκολα κριτική και έλεγχο.
- Δυσκολεύεται να υπερασπιστεί τον εαυτό του και την άποψη του.

#### 4.4. Στρατηγικές αντιμετώπισης της Δυσαριθμήςιας.

Πολλοί μαθητές αντιμετωπίζουν προκλήσεις με τα μαθηματικά και το σχετικό άγχος, αλλά για τα άτομα που έχουν διαγνωστεί με δυσαριθμήςια, τα ακαδημαϊκά μαθήματα θεωρούνται ανυπέρβλητα εμπόδια που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το μορφωτικό τους επίπεδο και την. Η δυσαριθμήςια χαρακτηρίζεται από έλλειμμα στην ικανότητα του εγκεφάλου να επεξεργάζεται αριθμητικές και ποσοτικές πληροφορίες. Όσοι επηρεάζονται μπορεί να παλέψουν με μαθηματικές πράξεις, απομνημόνευση γεγονότων πολλαπλασιασμού και κατανόηση μαθηματικών εννοιών. Επιπλέον, συχνά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αλληλουχία των πληροφοριών, στον προϋπολογισμό του χρόνου και στη διατήρηση των χρονοδιαγραμμάτων.

Καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής τους σταδιοδρομής, οι εκπαιδευτικοί συναντούν συχνά μαθητές με δυσαριθμήςια. Δεδομένης της ευρέως διαδεδομένης φύσης αυτής της μαθηματικής δυσκολίας μάθησης, είναι ζωτικής σημασίας να διερευνηθεί μια ποικιλία εκπαιδευτικών στρατηγικών για την καλύτερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών. Σύμφωνα με τον Kemp, οι στρατηγικές μάθησης είναι οι μαθησιακές δραστηριότητες στις οποίες πρέπει να συμμετέχουν οι δάσκαλοι και οι μαθητές για να επιτύχουν τους μαθησιακούς στόχους αποτελεσματικά και αποδοτικά (Arsana, 2017). Αναφέρεται επίσης ότι οι στρατηγικές μάθησης είναι ένα σύνολο μαθησιακών υλικών και διαδικασιών που χρησιμοποιούνται συλλογικά για την

παραγωγή επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων για τους μαθητές. Οι στρατηγικές μάθησης για μαθητές με δυσαριθμησία μπορούν να επηρεάσουν τους γνωστικούς, συναισθηματικούς και ψυχολογικούς τους τομείς. Στον γνωστικό τομέα, μπορεί να επηρεάσει τη διανοητική ικανότητα των μαθητών, ενώ στον συναισθηματικό τομέα, μπορεί να επηρεάσει τη συναισθηματική τους σταθερότητα και στάση. Επιπλέον, μπορεί να επηρεάσει τις ψυχοκινητικές δεξιότητες των μαθητών, όπως διαταραχές στην οπτική και ακουστική αντίληψη (Lou, 1985).

Ως εκ τούτου, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να επιλέξουν προσεκτικά, να σχεδιάσουν και να εφαρμόσουν κατάλληλες στρατηγικές μάθησης για μαθητές με υπολογιστικές δυσκολίες. Οι σωστές στρατηγικές μάθησης θα βοηθήσουν τους μαθητές με δυσαριθμησία να ξεπεράσουν τα μαθησιακά προβλήματα και να επιτύχουν τους εκπαιδευτικούς τους στόχους. Οι ακόλουθες προσεγγίσεις επικεντρώνονται στο πώς οι δάσκαλοι μπορούν να παραδώσουν μαθήματα που είναι βέλτιστα αποτελεσματικά στη διδασκαλία μαθητών με δυσαριθμησία. Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι οι μαθητές με δυσαριθμησία δεν μοιράζονται μια ομοιόμορφη εμπειρία. Μερικοί μπορεί να δυσκολεύονται περισσότερο σε ορισμένους μαθηματικούς τομείς από άλλους, καθιστώντας αναγκαία μια ευέλικτη διδακτική προσέγγιση για την κάλυψη των ατομικών αναγκών αυτών των μαθητών. Μια ανοιχτόμυαλη και προσαρμόσιμη νοοτροπία είναι απαραίτητη όταν διδάσκονται άτομα με δυσαριθμησία, δίνοντας τη δυνατότητα στους δασκάλους να προσαρμόζουν τα μαθήματα ανάλογα.

### **1. Διαφοροποιημένη διδασκαλία**

Η διαφοροποιημένη διδασκαλία είναι μια εκπαιδευτική στρατηγική που παρουσιάζει το ίδιο υλικό σε διάφορα επίπεδα για να καλύψει τις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών. Η διαφοροποιημένη διδασκαλία μπορεί να είναι ευεργετική όταν διδάσκονται μαθητές με δυσαριθμησία, καθώς μπορεί να βοηθήσει στον μετριασμό της σύγχυσης. Κατά την εφαρμογή αυτής της στρατηγικής, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να τροποποιούν την παράδοση πληροφοριών χωρίς να αλλοιώνουν το πραγματικό περιεχόμενο. Για παράδειγμα, σε μια τάξη μαθηματικών, οι δάσκαλοι μπορούν να εξηγήσουν την ίδια έννοια χρησιμοποιώντας τόσο περίπλοκη όσο και απλοποιημένη γλώσσα, καθώς και να παρέχουν μια σειρά από διαγράμματα ή επιδείξεις για να διευκρινίσουν την έννοια για τους μαθητές που αγωνίζονται.

### **2. Χρήση οπτικών βοηθημάτων**

Η χρήση οπτικών βοηθημάτων μπορεί να είναι μια αποτελεσματική στρατηγική για τη διευκόλυνση της κατανόησης των μαθηματικών, ιδιαίτερα για μαθητές με δυσαριθμησία. Τα οπτικά μέσα μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους μαθητές που προσπαθούν να κατανοήσουν τις υποκείμενες έννοιες ορισμένων μαθηματικών ιδεών. Για παράδειγμα, κατά τη διδασκαλία των εκθετών, το σχέδιο ενός μεγάλου τετραγώνου με πλευρές τεσσάρων ενοτήτων μπορεί να επιτρέψει στους μαθητές να μετρήσουν τον συνολικό αριθμό των τμημάτων, ενισχύοντας έτσι

την κατανόηση των τέλειων τετραγώνων. Τέτοιες οπτικές τεχνικές μπορούν να απλοποιήσουν τα μαθηματικά και να τα κάνουν πιο απτά για πολλούς μαθητές. Επιπλέον, η σταθερή παρουσίαση τύπων με οπτικά οργανωμένο τρόπο μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή σύγχυσης. Η σχεδίαση ενός προβλήματος μπορεί επίσης να βοηθήσει τους οπτικούς μαθητές να αντιληφθούν τις σχέσεις και να κατανοήσουν τις έννοιες. Οι μαθητές μπορούν να "περάσουν" το πρόβλημα δημιουργώντας εικόνες που αντικατοπτρίζουν την κατανόησή τους για το πρόβλημα και επιδεικνύουν πιθανές λύσεις. Τα οπτικά βοηθήματα έχουν αποδειχθεί ευεργετικά σε όλα τα επίπεδα διδασκαλίας των μαθηματικών. Ακόμη και για πολύ μικρούς μαθητές, οι πολύχρωμες χάντρες μπορούν να βοηθήσουν στην κατανόηση της μέτρησης και των εννοιών όπως οι περιττοί και ζυγοί αριθμοί.

### **3. Υποδιαίρεση εννοιών**

Οι μαθητές με δυσαριθμησία μπορεί εύκολα να κατακλυστούν από ένα περίπλοκο πρόβλημα ή έννοια, ιδιαίτερα εάν βασίζεται σε προηγούμενη γνώση που μπορεί να μην έχουν διατηρήσει. Αυτή η δυσκολία μπορεί να προκύψει επειδή η μαθηματική γνώση συχνά χτίζεται διαδοχικά. Εάν ένας μαθητής δεν κατανοεί τις θεμελιώδεις έννοιες που στηρίζουν ένα νέο μάθημα, μπορεί να δυσκολευτεί να αφομοιώσει τις νέες πληροφορίες. Για να αντιμετωπιστεί αυτό, οι εκπαιδευτές θα πρέπει να προσπαθήσουν να αποσυνθέσουν νέο περιεχόμενο στα συστατικά του στοιχεία όσο το δυνατόν συχνότερα. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να αντιλαμβάνονται με σαφήνεια τι μαθαίνουν και τον σκοπό των νέων μαθηματικών προβλημάτων. Μια τέτοια προσέγγιση μπορεί να ωφελήσει όλους τους μαθητές καθιστώντας τα μαθηματικά να αισθάνονται λογικά και θεμελιωμένα σε προηγούμενη γνώση. Ο διαχωρισμός ενός προβλήματος στα συστατικά του στοιχεία και η αντιμετώπισή τους ένα κάθε φορά μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να εστιάσουν, να εντοπίσουν συνδέσεις και να αποφύγουν τη γνωστική υπερφόρτωση. Κατά την αποδόμηση των μαθημάτων, οι δάσκαλοι μπορούν να ξεκινήσουν με μια συνοπτική ανασκόπηση προηγούμενων εννοιών που έχουν καλύψει, προετοιμάζοντας έτσι τους μαθητές για το επερχόμενο υλικό.

### **4. Σύνδεση μαθημάτων με την πραγματική ζωή**

Οι έννοιες των μαθηματικών μπορούν να κατανοηθούν πιο εύκολα από μαθητές με δυσαριθμησία όταν συνδέονται ρητά με εφαρμογές του πραγματικού κόσμου. Η συσχέτιση των μαθηματικών με τις πρακτικές πραγματικότητες της καθημερινής ζωής μπορεί να επιτρέψει στους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες και να αντιληφθούν τις σχέσεις μεταξύ των αριθμών. Η χρήση προβλημάτων λέξεων και μαθηματικών δραστηριοτήτων που επιδεικνύουν πρακτικές χρήσεις διαφόρων μαθηματικών εννοιών μπορεί να προσφέρει ένα πιο απτό πλαίσιο για όσους αγωνίζονται με την αφηρημένη φύση των μαθηματικών. Οι εκπαιδευτικοί κατανοούν ότι οι μαθητές έχουν διαφορετικές μαθησιακές προτιμήσεις, συμπεριλαμβανομένων ακουστικών,

οπτικών και κιναισθητικών στυλ. Η ενσωμάτωση κιναισθητικών προσεγγίσεων, όπως παιχνίδια ρόλων για την απεικόνιση του υπολογισμού των ποσοστών μέσω της έννοιας της φορολογίας ή συνταγές μαγειρικής για τη διερεύνηση κλασμάτων και αναλογιών, μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική κατά την ενσωμάτωση στοιχείων της πραγματικής ζωής στη διδασκαλία των μαθηματικών. Στηρίγματα όπως κύπελλα μέτρησης, χάρακες και μετρήσιμα αντικείμενα που μπορούν να χειριστούν οι μαθητές μπορούν να καταστήσουν τις μαθηματικές έννοιες λιγότερο αφηρημένες. Ενώ αυτές οι δραστηριότητες μπορεί να απαιτούν πρόσθετο σχεδιασμό, μπορούν να αποφέρουν σημαντικά αποτελέσματα για μαθητές με δυσαριθμησία.

## **5. Συχνή Αναθεώρηση**

Λόγω της δυσκολίας που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με δυσαριθμησία στη διατήρηση πληροφοριών που σχετίζονται με τα μαθηματικά, η γνώση νέων δεξιοτήτων που βασίζονται σε προηγούμενα μαθήματα γίνεται πρόκληση. Οι μαθητές με δυσαριθμησία, συχνά επωφελούνται σε μεγάλο βαθμό από την αναθεώρηση προηγούμενων μαθημάτων πριν επιχειρήσουν νέο περιεχόμενο. Η παροχή μιας σταθερής βάσης σε έννοιες που έχουν μάθει προηγουμένως μπορεί να διευκολύνει σημαντικά την ικανότητά τους να εφαρμόζουν αυτή τη γνώση. Επιπλέον, οι ενδεδειγμένες αναθεωρήσεις μπορούν να ενισχύσουν την αυτοπεποίθηση των μαθητών, η οποία μπορεί να αμφισβητηθεί από τις δυσκολίες που δημιουργεί η δυσαριθμησία. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να ενσωματώσουν ευκαιρίες αναθεώρησης στον εκπαιδευτικό τους χρόνο χωρίς να διακυβεύουν την εισαγωγή νέου υλικού. Μια αποτελεσματική προσέγγιση είναι η χρήση μικρο-μαθημάτων, σύντομων και εστιασμένων μαθημάτων που αποστάζουν έννοιες στα βασικά τους στοιχεία. Αυτά μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να διατηρήσουν τη δέσμευση χωρίς να βαρεθούν ή να αποσπαστούν. Η ανάθεση εργασιών για το σπίτι προσανατολισμένες στην αναθεώρηση πριν από την κάλυψη νέων πληροφοριών μπορεί επίσης να αποδειχθεί παραγωγική στρατηγική.

## **6. Λεκτική ή Τεκμηρίωση του Προβλήματος**

Για τους μαθητές με δυσαριθμησία, οι μαθηματικές έννοιες είναι αφηρημένες και οι αριθμοί είναι απλώς σημάδια σε μια σελίδα. Η προφορική συζήτηση ενός προβλήματος ή η μεταγραφή του σε μορφή πρότασης μπορεί να διευκολύνει τον εντοπισμό των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων. Η επανάληψη προβλημάτων λέξεων με νέο τρόπο μπορεί επίσης να βοηθήσει στην οργάνωση πληροφοριών και στην αναγνώριση λύσεων.

### **4.4.1. Στρατηγικές διαχείρισης της τάξης**

Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι δάσκαλοι για να υποστηρίξουν μαθητές με δυσαριθμησία πέρα από τις εκπαιδευτικές τους μεθόδους. Οι ακόλουθες συστάσεις μπορούν να βοηθήσουν τους δασκάλους να δημιουργήσουν ένα

περιβάλλον τάξης που είναι φιλόξενο για μαθητές με δυσαριθμησία και άλλες μαθησιακές δυσκολίες. Αυτές οι στρατηγικές μπορούν επίσης να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να επικοινωνούν με μεμονωμένους μαθητές για να αντιμετωπίσουν τις συγκεκριμένες ανάγκες τους καλύτερα χωρίς να διακυβεύεται ο εκπαιδευτικός χρόνος.

- **Δημιουργία Περιβάλλοντος Τάξης χωρίς αποκλεισμούς**

Μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους για την υποστήριξη όλων των μαθητών είναι η καλλιέργεια ενός περιβάλλοντος τάξης χωρίς αποκλεισμούς. Αυτό περιλαμβάνει την ανοιχτή συζήτηση των μαθησιακών δυσκολιών και των διαφορών με τους μαθητές για να τους αποστιγματίσουν και να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν ότι όλοι μαθαίνουν με μοναδικούς τρόπους και αξίζουν την απαραίτητη υποστήριξη για να πετύχουν. Στην ιδανική περίπτωση, οι δάσκαλοι θα πρέπει να προσπαθήσουν να καλλιεργήσουν μια θετική ατμόσφαιρα που έχει τις ρίζες της στον αμοιβαίο σεβασμό, όπου γιορτάζονται οι δυνάμεις των μαθητών και υποστηρίζονται οι αγώνες τους. Η συμμετοχή συνεπάγεται όχι μόνο τη συζήτηση των διαφορών με τους μαθητές, αλλά και τη διευκόλυνση των συζητήσεων στην τάξη και την παροχή στους μαθητές επιλογών για να ασχοληθούν με τη μάθηση με τους δικούς τους προτιμώμενους τρόπους. Επιπλέον, η ένταξη περιλαμβάνει την παροχή, στο μέγιστο των δυνατοτήτων του δασκάλου και του σχολείου, βοηθητικής τεχνολογίας και υλικής υποστήριξης που θα επιτρέπει στους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες να συμμετέχουν πλήρως και ουσιαστικά στην τάξη.

- **Ενθάρρυνση της Αυτοδιδασκαλίας**

Μια εξαιρετικά αποτελεσματική στρατηγική για την υποστήριξη μαθητών με δυσαριθμησία είναι η προώθηση της αυτοδιδασκαλίας. Η αυτοδιδασκαλία συμβαίνει όταν οι μαθητές μαθαίνουν μια έννοια και στη συνέχεια την εξηγούν στους ίδιους ή στον δάσκαλο. Αυτό μπορεί να είναι επωφελές, καθώς ενθαρρύνει τους μαθητές να είναι πιο προορατικοί και να ασχολούνται με τη δική τους μάθηση. Η αυτοδιδασκαλία απαιτεί από τους μαθητές να εσωτερικεύουν πλήρως τις έννοιες, κάτι που μπορεί να τους βοηθήσει να εντοπίσουν και να διορθώσουν τυχόν λάθη ή παρεξηγήσεις. Όταν οι μαθητές διδάσκουν μόνοι τους, μπορεί να είναι καλύτερα σε θέση να κάνουν διευκρινιστικές ερωτήσεις, οι οποίες με τη σειρά τους μπορούν να βοηθήσουν τους δασκάλους να προσαρμόσουν την εκπαιδευτική τους προσέγγιση για να αντιμετωπίσουν τα ζητήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές. Η αυτοδιδασκαλία μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για μαθητές με δυσαριθμησία που μπορεί να κινδυνεύουν να απεμπλακούν από την εκπαίδευσή τους, καθώς μπορεί να βελτιώσει την αυτοπεποίθησή τους και την επένδυσή τους στη μαθησιακή διαδικασία.

- **Παροχή σχολίων και υποστήριξης**

Όταν εργάζονται με μαθητές με δυσαριθμησία, οι δάσκαλοι θα πρέπει να παρέχουν την κατάλληλη ανατροφοδότηση και υποστήριξη. Οι μαθητές με αυτή τη μαθησιακή δυσκολία

μπορεί να βρουν τα μαθήματα μαθηματικών αποτρεπτικά και μπορεί να χρειαστούν πρόσθετη καθοδήγηση από τους δασκάλους για να πλοηγηθούν με επιτυχία στα μαθήματα. Η δημιουργία ισορροπίας επικοινωνίας μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών τους επιτρέπει να αντιμετωπίζουν ζητήματα καθώς προκύπτουν και να χτίζουν εμπιστοσύνη στη συζήτηση αμφισβητούμενου υλικού. Οι δάσκαλοι θα πρέπει να κάνουν τακτικούς ελέγχους με δυσαριθμητικούς μαθητές, κατά τη διάρκεια ή μετά το μάθημα, για να επαληθεύσουν την κατανόησή τους. Επιπλέον, η αναθεώρηση της εργασίας των μαθητών μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό προβλημάτων και στην αντιμετώπιση πιθανών απογοητεύσεων. Είναι σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να παρέχουν αυτή την ανατροφοδότηση και υποστήριξη με τρόπο που να μην φέρνει σε δύσκολη θέση ή να μην ξεχωρίζει τους μαθητές, καθώς ο πρωταρχικός στόχος της επικοινωνίας δασκάλου-μαθητή θα πρέπει να είναι η διευκόλυνση της μάθησης και όχι η τιμωρία.

- **Πρωταρχικός στόχος μαθήματος**

Οι δάσκαλοι που εργάζονται με μαθητές που έχουν δυσαριθμησία θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους συγκεκριμένους στόχους κάθε μαθήματος μαθηματικών. Αντί να επικεντρώνονται στη δοκιμή υπολογιστικών δεξιοτήτων, τα μαθήματα θα πρέπει να επιτρέπουν σε αυτούς τους μαθητές να επικεντρωθούν στον πρωταρχικό στόχο μάθησης. Για παράδειγμα, εάν ένα μάθημα δεν είναι η αξιολόγηση των αριθμητικών ικανοτήτων, μπορεί να είναι σκόπιμο για μαθητές με δυσαριθμησία να χρησιμοποιήσουν μια αριθμομηχανή ως βοηθητική τεχνολογία. Ενώ η πρακτική του υπολογισμού παραμένει σημαντική, η απαίτηση από αυτούς τους μαθητές να εκτελούν υπολογισμούς χωρίς βοηθήματα κατά τη διάρκεια μαθημάτων που δεν σχετίζονται με αυτήν την ικανότητα μπορεί να αυξήσει την απογοήτευσή τους και να εμποδίσει τη συνολική κατανόηση του υλικού.

## Κεφάλαιο 5. Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη

Το επιστημονικό πεδίο της νευροεπιστήμης επικεντρώνεται στη διερεύνηση του νευρικού συστήματος, ιδιαίτερα του εγκεφάλου, και του τρόπου με τον οποίο διαμορφώνει τη συμπεριφορά, τη γνώση και τις διαδικασίες μάθησης. Οι βασικές αρχές στη νευροεπιστήμη περιλαμβάνουν την αποσαφήνιση της νευρωνικής επικοινωνίας, τις λειτουργίες διακριτών περιοχών του εγκεφάλου σε διάφορες γνωστικές ικανότητες και τον ρόλο της πλαστικότητας του εγκεφάλου στην ενεργοποίηση της μάθησης και του σχηματισμού μνήμης. Οι εξελίξεις στις νευροαπεικονιστικές και ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές έχουν διευρύνει την κατανόησή μας για τους εγκεφαλικούς μηχανισμούς που διέπουν τη μάθηση. Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο που στοχεύει στην ενσωμάτωση γνώσεων σχετικά με τους νευρικούς μηχανισμούς μάθησης στις εκπαιδευτικές πρακτικές και πολιτικές. Βασιζόμενος σε μελέτες ρύθμισης της συμπεριφοράς, λήψης αποφάσεων, επεξεργασίας ανταμοιβής, ενσυναίσθησης και ηθικής γνώσης, αυτός ο κλάδος επιδιώκει να εφαρμόσει τα ευρήματα της νευροεπιστήμης σε τομείς όπως το δίκαιο, τα οικονομικά και η κοινωνική πολιτική. Επιπλέον, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι μια θεμελιώδης επιστήμη που εξετάζει πώς η εκπαίδευση διαμορφώνει τον εγκέφαλο και τις διαδικασίες που διέπουν την τροποποίηση της συμπεριφοράς μέσω εκπαιδευτικών εμπειριών. Επιπλέον, οι μελετητές έχουν εκφράσει ενδιαφέρον για τη σχέση μεταξύ νευροεπιστήμης και εκπαιδευτικής ηγεσίας, επινοώντας τον όρο «νευροηγεσία» για την ανάπτυξη πλαισίων που υποστηρίζουν την ηγεσία και την οργανωτική απόδοση σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Η μελέτη της νευροεπιστήμης και ο αντίκτυπός της στα συστήματα ανθρώπινης συμπεριφορικής απόκρισης απαιτεί επίσης από τους εκπαιδευτικούς ηγέτες να διερευνήσουν την ανθρώπινη δυναμική, την οργανωτική κουλτούρα, την αποστολή και τον ρόλο. Τελικά, οι εκπαιδευτικοί ηγέτες μπορούν να αξιοποιήσουν την έρευνα του εγκεφάλου για να κατανοήσουν καλύτερα και να ασχοληθούν με τις γνωστικές λειτουργίες των άλλων, ενισχύοντας την πιο αποτελεσματική και εποικοδομητική επικοινωνία για βέλτιστη διαπροσωπική συνεργασία, η οποία περιλαμβάνει υψηλό βαθμό κοινωνικής, συναισθηματικής και πολιτιστικής νοημοσύνης.

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη, γνωστή και ως νευροεκπαίδευση, είναι το διεπιστημονικό πεδίο που συγχωνεύει τη νευροεπιστήμη και την εκπαίδευση, επιδιώκει να εφαρμόσει γνώσεις από την έρευνα του εγκεφάλου για τη βελτίωση των παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση του τρόπου με τον οποίο οι γνωστικές διαδικασίες των μαθητών, όπως η επεξεργασία πληροφοριών, η προσοχή, η μνήμη και η εκτελεστική λειτουργία, επηρεάζονται από συναισθηματικούς και κοινωνικούς παράγοντες στο μαθησιακό περιβάλλον. Ο απώτερος στόχος είναι να σχεδιαστούν στρατηγικές διδασκαλίας που είναι βελτιστοποιημένες για το πώς ο εγκέφαλος μαθαίνει πιο αποτελεσματικά.



Αυτό το πεδίο διερευνά την αλληλεπίδραση μεταξύ νευροεπιστήμης και εκπαίδευσης, με απώτερο στόχο την ενίσχυση της μάθησης και της διδασκαλίας. Η νευροεπιστήμη επικεντρώνεται όλο και περισσότερο στη σχέση μεταξύ του εγκεφάλου και της μαθησιακής διαδικασίας. Η νευροπλαστικότητα, ένας ζωτικός μηχανισμός γεφύρωσης, δικαιολογεί περαιτέρω διερεύνηση των μοριακών, νευρικών και εγκεφαλικών διεργασιών του. Επιπρόσθετα, οι εξελίξεις στις μεθοδολογίες της νευροεπιστήμης και της γνωστικής επιστήμης μας επιτρέπουν να παρακολουθούμε με ακρίβεια την αναπτυξιακή τροχιά του εγκεφάλου ενός παιδιού και πώς επηρεάζεται από την ανατροφή των παιδιών, τη μάθηση και άλλους εξωτερικούς παράγοντες. Η εκπαιδευτική έρευνα νευροεπιστήμης οδηγεί στον εντοπισμό και την ανάπτυξη στρατηγικών που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τόσο οι εκπαιδευτικοί όσο και οι μαθητές για να βελτιώσουν τη μαθησιακή εμπειρία και να κατανοήσουν καλύτερα πώς τα άτομα αποκτούν γνώση. Συγκεκριμένα, βελτιώνει την κατάρτιση των εκπαιδευτικών παρέχοντάς τους πληροφορίες σχετικά με τον εγκέφαλο, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να δημιουργήσουν πιο κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα και να χρησιμοποιήσουν πιο αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις. Συμπληρωματικά, η νευροεκπαίδευση διευκολύνει την ανάπτυξη μηχανισμών που επιτρέπουν στους εκπαιδευόμενους να προσαρμόσουν με επιτυχία τη συμπεριφορά τους στις απαιτήσεις του κοινωνικού και πολιτιστικού τους περιβάλλοντος. Τελικά, ο στόχος της εκπαίδευσης είναι η ολιστική ανάπτυξη του ατόμου, ιδιαίτερα η κυριαρχία των τριών θεμελιωδών ικανοτήτων: γραμματισμός, μαθηματικά και κοινωνικές, συναισθηματικές και ηθικές δεξιότητες, που θεωρούνται απαραίτητες για τη συνολική ανάπτυξη του ατόμου.

### 5.1. Η έννοια της εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης.

Η σημασία της νευροβιολογίας για την εκπαίδευση αναγνωρίστηκε καθ' όλη τη διάρκεια του 20ού αιώνα. Ωστόσο, μόλις τη δεκαετία του 1990, γνωστή ως «Δεκαετία του Εγκεφάλου», οι τεχνολογικές εξελίξεις στην in vivo απεικόνιση του εγκεφάλου επέτρεψαν ουσιαστική θεωρητική πρόοδο στον τομέα της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης. Παρά τη συνεχιζόμενη κριτική και συζήτηση σχετικά με τα οφέλη της νευροεπιστημονικής έρευνας για την αντιμετώπιση των εκπαιδευτικών προκλήσεων, οι ερευνητές σε όλο τον κόσμο διερευνούν τους πιθανούς δεσμούς μεταξύ νευροεπιστήμης και εκπαίδευσης. Διάφορες μεθοδολογίες, όπως η Νευροεκπαίδευση, η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη και ο εγκέφαλος στην εκπαίδευση, έχουν χρησιμοποιηθεί για να περιγράψουν αυτές τις συνδέσεις. Υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση για εκπαίδευση που σχετίζεται με τον εγκέφαλο στα σχολεία, καθώς οι εκπαιδευτικοί επιδιώκουν να αξιοποιήσουν τα πλεονεκτήματα του «αιώνα της νευροεπιστήμης» για τους μαθητές τους. Έχουν γίνει σημαντικά βήματα στα εργαστήρια νευροεπιστημών για την κατανόηση της νευρογνωστικής ανάπτυξης που

διέπει την απόκτηση βασικών δεξιοτήτων, όπως η αριθμητική και ο γραμματισμός, αν και αυτή η πρόοδος παραμένει κυρίως θεωρητική. Η σχέση μεταξύ νευροεπιστήμης και εκπαίδευσης ενισχύεται από την ανάπτυξη προγραμμάτων και πακέτων που βασίζονται στην επιστήμη του εγκεφάλου, τα οποία έχουν αποκτήσει ταχεία δημοτικότητα στις τάξεις. Μπορεί να είναι επωφελές για την κοινωνία εάν οι νευροεπιστήμονες δημιουργήσουν ένα δίκτυο επικοινωνιακών φορέων που μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ νευροεπιστήμης και εκπαίδευσης διαδίδοντας αποτελεσματικά πληροφορίες υψηλής ποιότητας. Αυτοί οι υπεύθυνοι επικοινωνίας, οι οποίοι μπορεί να είναι συνδεδεμένοι με πανεπιστήμια ή εθνικά τμήματα εκπαίδευσης, θα ερμηνεύουν τη νευροεπιστήμη από τη σκοπιά της γλώσσας των δασκάλων και θα αναλύουν τα ερευνητικά τους ερωτήματα και τις προτάσεις τους για νευροεπιστήμονες. Η συνεργασία μεταξύ νευροεπιστημόνων και εκπαιδευτικών είναι ζωτικής σημασίας για τη γεφύρωση αυτού του χάσματος και την παροχή ουσιαστικών οφελών στους μαθητές, ιδιαίτερα σε εκείνους με μαθησιακές δυσκολίες που έχουν βρεθεί στο επίκεντρο εκτεταμένης έρευνας στον εγκέφαλο και τις νευροεπιστήμες (Τσιακαλίδου, Α. 2021). Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι ένας πολυεπιστημονικός τομέας που χρησιμοποιεί τεχνικές από διάφορους επιστημονικούς κλάδους για να μετατρέψει τα ευρήματα από τη μελέτη του εγκεφάλου και των νευρωνικών του δικτύων σε πρακτικά εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Η νευροεπιστήμη έχει ρίξει φως σε συγκεκριμένες πτυχές της μαθησιακής διαδικασίας, η οποία επηρεάζεται από τις αναπτυξιακές λειτουργίες του εγκεφάλου, τα ψυχολογικά πλαίσια, το περιβάλλον της δια βίου μάθησης, τις γνωστικές λειτουργίες και την καλλιέργεια συναισθημάτων και κινήτρων. Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι κάτι περισσότερο από μια μέθοδος για την ενίσχυση, την εξήγηση ή την ανάλυση της διδασκαλία χρησιμοποιεί αυτές τις γνώσεις στην τάξη. Οι εκπαιδευτικοί και οι σχολικοί ψυχολόγοι διαθέτουν τις απαραίτητες "δίγλωσσες" δεξιότητες για την κατανόηση τόσο της βασικής νευροεπιστήμης όσο και της εκπαίδευσης.

Ο στόχος πολλών εθνικών συστημάτων εκπαίδευσης και κατάρτισης είναι να διευκολύνουν τη μάθηση. Η εκπαιδευτική διαδικασία στην τάξη διευκολύνει τη μάθηση μέσω της εφαρμογής τυπικών γνωστικών λειτουργιών. Οι γνωστικοί μηχανισμοί όπως η μνήμη εργασίας, η μακροπρόθεσμη μνήμη και η προσοχή συμβάλλουν στην ενίσχυση της μαθησιακής απόδοσης. Η υψηλή εγκεφαλική δραστηριότητα συνδέεται με την εστίαση της προσοχής. Μελέτες που χρησιμοποιούν τεχνικές νευροαπεικόνισης έχουν δείξει ότι οι αλλαγές στην προσοχή επηρεάζουν την εγκεφαλική δραστηριότητα, με την αύξηση της δραστηριότητας να μεταναστεύει μακριά από το κέντρο καθώς η προσοχή μετατοπίζεται. Αυτό δείχνει ότι η προσοχή αυξάνει τη δραστηριότητα σε περιοχές του εγκεφάλου που αντιστοιχούν στο επίκεντρο της προσοχής. Οι ερευνητές έχουν διαπιστώσει ότι οι εργασίες στα μαθηματικά και τις επιστήμες συχνά απαιτούν από τους μαθητές να διαχωρίζουν οπτικά ή γνωστικά μέρη από το σύνολο, έτσι

ο εγκέφαλος κατευθύνει την προσοχή και ενισχύει τις γνωστικές δεξιότητες όπως η μνήμη εργασίας. Η ικανότητα ελέγχου της προσοχής έχει αποδειχθεί ότι προβλέπει την ικανότητα της μνήμης εργασίας, τονίζοντας τη σημασία της εκπαίδευσης προσοχής για τη βελτίωση των διαδικασιών μνήμης που σχετίζονται με την ακαδημαϊκή επιτυχία. Εμπειρικά στοιχεία υποστηρίζουν τη σημασία των προσεγγίσεων διδασκαλίας στην τάξη που στοχεύουν στην ενίσχυση της προσοχής και στη διευκόλυνση της μάθησης. Η σχέση μεταξύ της εργαζόμενης μνήμης και των δραστηριοτήτων του εγκεφάλου μπορεί να διερευνηθεί περαιτέρω χρησιμοποιώντας την έρευνα του Karl Lashley.

Η μνήμη εργασίας, ένα καθοριστικό χαρακτηριστικό, περιλαμβάνει μια σύντομη καθυστέρηση όταν συμβαίνουν γεγονότα, επιτρέποντας στα άτομα να θυμούνται τι συνέβη. Πειράματα σε ποντίκια με μερικές εκτομές εγκεφάλου από τον Karl Lashley αποκάλυψαν δυσκολίες στην πλοήγηση στο λαβύρινθο. Η εργασιακή μνήμη και η προσοχή χαρτογραφούνται στις περιοχές του μετωπιαίου εγκεφάλου, που σχετίζονται με τη λήψη αποφάσεων και τη μετάφραση των νοητικών διεργασιών σε σωματικές ενέργειες. Οι μαθητές λαμβάνουν πληροφορίες, τις επεξεργάζονται και τις κωδικοποιούν και αντιλαμβάνονται το περιεχόμενό τους με βάση τα γνωστικά τους ερεθίσματα. Η κατανόηση των περίπλοκων σχέσεων μεταξύ των περιοχών του εγκεφάλου έχει οδηγήσει στην ενεργοποίηση διαφόρων συνάψεων. Η διαδικασία μάθησης ενισχύει τις συνδέσεις μεταξύ αυτών των συνάψεων. Πολυάριθμες νευρικές οδοί συμβάλλουν στη μάθηση, όπως αποδεικνύεται από μελέτες νευροαπεικόνισης που έχουν διεκρινίσει την πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ διαφορετικών περιοχών του εγκεφάλου.

Η σύνδεση μεταξύ των νευρώνων διευκολύνει τη μάθηση και ενισχύει τα πρότυπα συμπεριφοράς. Η έρευνα σε ποντίκια και άλλα μη ανθρώπινα είδη υποδηλώνει ότι η σωματική δραστηριότητα και η μουσική έκθεση μπορούν να αυξήσουν τον αριθμό των συνάψεων ή ακόμη και να διεγείρουν την ανάπτυξη νέων νευρώνων στην περιοχή του υποκάμπτου. Επιπλέον, μελέτες έχουν δείξει τα θετικά αποτελέσματα της καρδιοαναπνευστικής άσκησης σε συγκεκριμένες πτυχές της λειτουργίας του εγκεφάλου και των γνωστικών ικανοτήτων. Κατά συνέπεια, η απόκτηση γνώσης γίνεται όλο και πιο περίπλοκη, περιλαμβάνοντας όχι μόνο τους εγκεφαλικούς νευρώνες αλλά και τις αισθητηριακές ροές και κινήσεις του σώματος. Κατά την εφαρμογή των νευροεπιστημονικών ευρημάτων στην τάξη, οι πιο αποτελεσματικοί μαθητές συλλαμβάνουν προσεκτικά τη γνώση και τη μεταφράζουν σε ένα σχήμα συμπεριφοράς μέσω αισθητηριακών εισροών, υποδεικνύοντας την άμεση δέσμευσή τους. Η έρευνα νευροαπεικόνισης έχει εντοπίσει κρίσιμα νευρωνικά δίκτυα του εγκεφάλου στην ανάπτυξη σχολικών δεξιοτήτων όπως η ανάγνωση και τα μαθηματικά, αποκαλύπτοντας τόσο ανατομικές όσο και λειτουργικές αλλοιώσεις. Για παράδειγμα, οι Ansari διαπίστωσαν ότι 100 ώρες

επανορθωτικής διδασκαλίας για μαθητές με χαμηλή αναγνωστική ικανότητα μεταξύ 8 και 10 ετών μπορούν να συμβάλουν σε αλλαγές στην οργάνωση της λευκής ουσίας του αριστερού ημισφαιρίου, συμπεριλαμβανομένης της αύξησης της μυελίνωσης. Επιπλέον, ο εγκέφαλος εμφανίζει δείκτες ωριμότητας κατά την ενήλικη ζωή, συμπεριλαμβανομένης της αυξημένης δομικής νευροπλαστικότητας (Ansari, D., Coch, D.2006). Η ικανότητα οπτικοποίησης και αποτύπωσης των επιπτώσεων της μαθησιακής διαδικασίας στον εγκέφαλο ενθαρρύνει την προσδοκία ότι η ενσωμάτωση πειραματικών μελετών και η διεύρυνση της γνώσης στον τομέα της νευροεκπαίδευσης θα συμβάλει στην ανάπτυξη καλύτερων μαθησιακών περιβαλλόντων που διευκολύνουν τη βέλτιστη απόκτηση. Οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στη σύνοψη των νευροεκπαιδευτικών ευρημάτων και στη σύνδεση της εκπαίδευσης με τη νευροεπιστήμη μέσω δύο βασικών ροών γνώσης: της εμφάνισης δομών του εγκεφάλου που σχετίζονται με τις εκπαιδευτικές διαδικασίες και των δομικών και λειτουργικών επιπτώσεων των εκπαιδευτικών διαδικασιών και των γνωστικών λειτουργιών. Είναι γνωστό ότι η εκμάθηση της ανάγνωσης επηρεάζει τη νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου, καθώς οι μαθητές πρέπει πρώτα να κατακτήσουν την ικανότητα να συσχετίζουν ήχους και γράμματα, κάτι που σχετίζεται με το σχηματισμό νευρωνικών κυκλωμάτων μεταξύ των δομών του εγκεφάλου που προβάλλουν στον ινιακό και ακουστικό φλοιό. Η αναπτυξιακή δυσλεξία, μια δομική ή λειτουργική ασθένεια του νευρωνικού δικτύου ανάγνωσης, είναι μια διαγνωστική οντότητα αυτής της κατηγορίας. Η έγκαιρη αναγνώριση και η αυστηρή, προσαρμοσμένη επανορθωτική παρέμβαση συμβάλλουν σημαντικά στην κατάκτηση των δεξιοτήτων ανάγνωσης σε αυτόν τον πληθυσμό μαθητών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η νευροεκπαίδευση πρέπει να παρέχει στους εκπαιδευτικούς συγκεκριμένες οδηγίες για την κατάσταση.

## 5.2. Εκπαιδευτική νευροεπιστήμη και ειδική αγωγή.

Η νευροεπιστήμη, η οποία αντλεί από τομείς όπως η νευρολογία, η ψυχολογία, η φυσιολογία και η βιολογία, έχει σημειώσει σημαντικές προόδους στην ανάπτυξη τεχνικών απεικόνισης του εγκεφάλου (Goswami, 2008). Αυτές οι τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET), της λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) και της ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (EEG), υπόσχονται τον εντοπισμό των νευρικών συσχετισμών διαφόρων γνωστικών εργασιών. Στο πλαίσιο της ειδικής αγωγής, η χρήση της απεικόνισης του εγκεφάλου επιτρέπει τη σύγκριση τυπικών και άτυπων προτύπων νευρικής δραστηριότητας. Οι ειδικοί στον τομέα χρησιμοποιούν μια σειρά ορολογίας, όπως «νευροεπιστήμη και εκπαίδευση» (Brueer, 1997), «νευρομάθηση» (Brueer, 2003), «εκπαιδευτική νευροεπιστήμη» (Varma, McCandliss & Schwartz, 2008), «γνωστική νευροεπιστήμη» (Goswami, 2008) και «εκπαίδευση

βασισμένη στον εγκέφαλο» (Jensen, 2008), τα οποία αντικατοπτρίζουν έναν κοινό στόχο σύνδεσης της επιστημονικής κατανόησης της λειτουργίας του εγκεφάλου με τις βέλτιστες εκπαιδευτικές πρακτικές. Όπως προτείνει ο Jensen, η εκπαίδευση που βασίζεται στον εγκέφαλο τονίζει τη σημασία της κατανόησης της λογικής πίσω από την επιλογή συγκεκριμένων εκπαιδευτικών στρατηγικών, που βασίζονται στην εξελισσόμενη γνώση μας για το πώς λειτουργεί ο εγκέφαλος.

Ο Brueg υποστηρίζει ότι η στοχαστική εφαρμογή των γνώσεων από τη γνωστική νευροεπιστήμη μπορεί να σχετίζεται περισσότερο με την εκπαίδευση ειδικών πληθυσμών, συμπεριλαμβανομένων των ατόμων με αναπηρία. Αναφέρει παραδείγματα που καταδεικνύουν ότι η γνωστική νευροεπιστήμη ενισχύει την κατανόησή μας για το πώς η διδασκαλία διευκολύνει την απόκτηση «πολιτισμικά μεταδιδόμενων δεξιοτήτων», όπως ο γραμματισμός και η αριθμητική, και πώς η γνωστική ψυχολογία σε συνδυασμό με την απεικόνιση του εγκεφάλου διευκρινίζει τους τρόπους με τους οποίους η μάθηση. Αυτό ανοίγει δυνατότητες σύγκρισης αλλαγών που σχετίζονται με τη μάθηση μεταξύ τυπικών και άτυπων πληθυσμών. Ο Brueg προτείνει ότι τέτοιες συγκριτικές μελέτες θα παρέχουν πολύτιμες γνώσεις, όχι μόνο για τη φύση συγκεκριμένων μαθησιακών δυσκολιών, αλλά και για τις αντισταθμιστικές στρατηγικές και τις εναλλακτικές νευρικές οδούς που είναι διαθέσιμες σε άτομα με μαθησιακές δυσκολίες-insights που μπορούν να ενημερώσουν την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών, στοχευμένων εκπαιδευτικών.

Οι μελέτες που βασίζονται στον εγκέφαλο υπόσχονται τη διάγνωση και την αποκατάσταση συγκεκριμένων μαθησιακών δυσκολιών, ιδιαίτερα μέσω της χρήσης απεικόνισης εγκεφάλου για την καλύτερη κατανόηση καταστάσεων όπως η δυσλεξία (Goswami, 2008). Οι ειδικοί αναγνωρίζουν ότι οι μαθητές που παλεύουν με την ανάγνωση μπορεί να έχουν διάφορα υποκείμενα ζητήματα και η νευροεπιστήμη προσφέρει τη δυνατότητα να διαφοροποιήσει προβλήματα όπως ελλείμματα προσοχής, γνωστικές βλάβες και περιορισμένη έκθεση στη γλώσσα. Αυτές οι πληροφορίες θα μπορούσαν να καθοδηγήσουν τους εκπαιδευτικούς στον καθορισμό των πιο αποτελεσματικών θεραπειών για μεμονωμένους μαθητές. Επιπλέον, η έρευνα για τους «βιοδείκτες» που είναι ορατοί μέσω σαρώσεων εγκεφάλου υποδηλώνει τη δυνατότητα ανίχνευσης γνωστικών ή μαθησιακών βλαβών πριν εκδηλωθούν τα συμπτώματα συμπεριφοράς. Ενώ η έγκαιρη αναγνώριση μπορεί να ωφελήσει τα παιδιά, οι πρόωρες διαγνώσεις εγείρουν επίσης ανησυχίες σχετικά με τις διακρίσεις και τον στιγματισμό. Οι ειδικοί προειδοποιούν επίσης ότι τα σχολεία μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του εγκεφάλου μέσω μέσων πέρα από την άμεση διδασκαλία, όπως η άσκηση, η μείωση του στρες, οι θετικές κοινωνικές συνθήκες και η σωστή διατροφή. Υπάρχουν επίσης κίνδυνοι στην υπερβολική συσχέτιση της νευροεπιστήμης με την εκπαίδευση, καθώς η ετικέτα «νευροεπιστημονική» δεν

υποδεικνύει απαραίτητα προγράμματα που βασίζονται σε στοιχεία (Jensen, 2008). Η νευροεπιστήμη θα πρέπει να προσεγγίζεται προσεκτικά, διασφαλίζοντας ότι τα ευρήματα βασίζονται σε αυστηρή έρευνα, αντί να θεωρούνται πανάκεια για εκπαιδευτικές προκλήσεις.

Η ενσωμάτωση νευροεπιστημονικών γνώσεων μπορεί να ωφελήσει ουσιαστικά τόσο τους εκπαιδευτικούς όσο και τους μαθητές. Για τους εκπαιδευτές, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ο εγκέφαλος αποκτά γνώση μπορεί να καθοδηγήσει την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών στρατηγικών διδασκαλίας, όπως η ενσωμάτωση επανάληψης σε απόσταση και πολυτροπικών προσεγγίσεων. Ομοίως, για τους μαθητές, οι πρακτικές που ενημερώνονται για τις νευροεπιστήμες μπορούν να προωθήσουν τη βελτιωμένη δέσμευση, τη βελτιωμένη διατήρηση πληροφοριών και τα συνολικά ακαδημαϊκά επιτεύγματα. Ευθυγραμμίζοντας τις μεθόδους διδασκαλίας με τις αρχές μάθησης που βασίζονται στον εγκέφαλο, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να καλλιεργήσουν πιο υποστηρικτικά και παραγωγικά περιβάλλοντα μάθησης.

Η ενσωμάτωση γνώσεων από τη νευροεπιστήμη σε εκπαιδευτικά πλαίσια έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει παιδαγωγικές πρακτικές και πλαίσια πολιτικής. Αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει την υιοθέτηση μεθόδων διδασκαλίας που βασίζονται σε στοιχεία, διευκολύνει τις εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες και υπογραμμίζει τη σημασία της ψυχικής υγείας και της συνολικής ευημερίας στα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Διευκρινίζοντας τους νευρικούς μηχανισμούς που διέπουν τη μαθησιακή διαδικασία, η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να ενημερώσει τις αποφάσεις πολιτικής σχετικά με τα σχολικά προγράμματα, το σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και τις στρατηγικές διαχείρισης της τάξης. Τελικά, η προώθηση μιας βαθύτερης κατανόησης των βιολογικών θεμελίων της μάθησης επιτρέπει στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη να προωθήσει πρακτικές που μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα και την ισότητα των εκπαιδευτικών συστημάτων.

Οι νευροεπιστήμονες που ειδικεύονται στην εκπαίδευση μπορούν να παρέχουν στους δασκάλους καθοδήγηση σχετικά με τη δόμηση των μαθημάτων για τη μόχλευση διαφορετικών νευρικών οδών και να προτείνουν καινοτόμες τεχνικές για τη βελτίωση της μάθησης. Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να βοηθήσει τους δασκάλους στην οργάνωση των τάξεων τους υπενθυμίζοντάς τους ότι όλα τα στοιχεία ενός γνωστικού αντικειμένου χρησιμοποιούν εγκεφαλικούς πόρους και συμβάλλουν στο γνωστικό φορτίο που διευκολύνει τη μάθηση. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ διαφορετικών περιοχών του εγκεφάλου και ο σχηματισμός νέων νευρικών οδών μέσω νευρωνικών συνάψεων καταδεικνύουν το απεριόριστο δυναμικό του εγκεφάλου. Η ενσωμάτωση ποικίλων γνωστικών λειτουργιών προάγει τη μάθηση και την πρακτική εφαρμογή τους. Η μαθησιακή διαδικασία μετατρέπει τις γνωστικές διαδικασίες σε εξατομικευμένα πρότυπα συμπεριφοράς. Το πλήθος των ερεθισμάτων που συναντά ο εγκέφαλος, είτε σε εκπαιδευτικό περιβάλλον είτε πέρα από αυτό, σχηματίζουν νέες συνάψεις και

ενισχύουν διάφορες νευρικές οδούς, αποτελώντας παράδειγμα της πλαστικότητας του εγκεφάλου. Οι περιοχές του αισθητηριακού φλοιού που είναι υπεύθυνες για την αίσθηση και την αντίληψη των ερεθισμάτων αυξάνουν περαιτέρω την πλαστικότητα του εγκεφάλου.

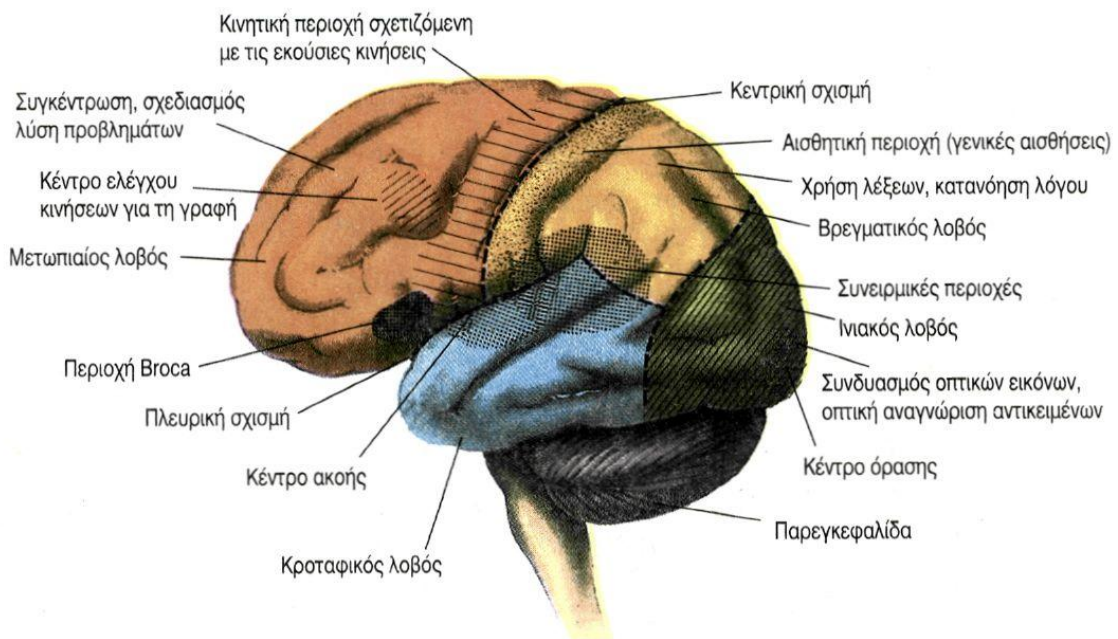
### 5.3. Νευρολογική άποψη για τις Μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες.

Από την πρώτη έρευνα που εξέτασε τα αίτια των μαθησιακών δυσκολιών, οι μελετητές έχουν επικεντρωθεί στις νευρολογικές λειτουργίες. Πολλοί πιστεύουν ότι το ζήτημα πηγάζει από τη δομή του εγκεφάλου. Ο εγκεφαλικός φλοιός χωρίζεται σε εγκεφαλικά ημισφαίρια, καθένα από τα οποία περιέχει μετωπιαίο, βρεγματικό, κροταφικό και ινιακό λοβό. Οι λειτουργίες του εγκεφάλου εκτελούνται σε διάφορες διασυνδεδεμένες περιοχές, με κάθε λοβό να είναι κυρίως υπεύθυνος για συγκεκριμένες λειτουργίες. Ο κροταφικός λοβός επεξεργάζεται αισθητηριακές πληροφορίες ορισμένες περιοχές χειρίζονται την οπτική επεξεργασία, ενώ ο έσω κροταφικός λοβός, συμπεριλαμβανομένου του ιππόκαμπου, είναι ζωτικής σημασίας για τη μνήμη, τη μάθηση και τα συναισθήματα. Ο πρωτογενής ακουστικός φλοιός λαμβάνει και επεξεργάζεται ακουστικά δεδομένα. Ο ινιακός λοβός χρησιμεύει ως το κέντρο οπτικής επεξεργασίας, με τον πρωτεύοντα οπτικό φλοιό να λαμβάνει οπτική είσοδο από τα μάτια και να τη μεταδίδει σε δευτερεύουσες περιοχές που ερμηνεύουν το βάθος, την απόσταση, τη θέση και την αναγνώριση αντικειμένων. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε βλάβη στον εγκέφαλο μπορεί να οδηγήσει σε ποικίλες δυσκολίες στη γεωμετρία και τα μαθηματικά.



Εικόνα 2 : οι κύριες μοίρες των εγκεφαλικών ημισφαιρίων του ανθρώπου είναι ο μετωπιαίος, ο βρεγματικός, ο κροταφικός και ο ινιακός λοβός. Ο φλοιός κάθε λοβού σχηματίζει πτυχές ή έλικες που χωρίζονται μεταξύ τους από αύλακες. Τα όρια μεταξύ των λοβών ορίζονται σχετικά αυθαίρετα με τις κύριες αύλακες.

Πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobes\\_of\\_the\\_brain\\_el.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobes_of_the_brain_el.svg)



Εικόνα 3: Λειτουργικές περιοχές του εγκεφάλου

Πηγή: <https://blogs.sch.gr/qdarakis>

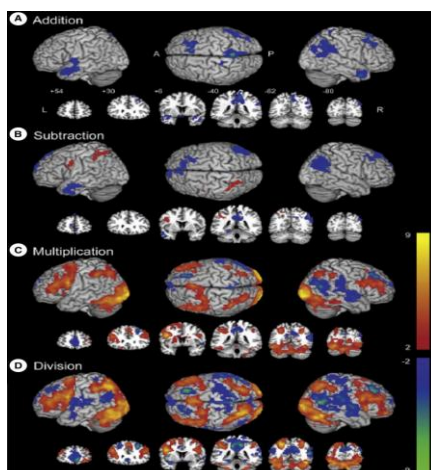
Οι Arsalidou και Taylor διεξήγαγαν ποσοτικές μετα-αναλύσεις μελετών λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας fMRI για να διερευνήσουν τις περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται σε αριθμητικές και υπολογιστικές εργασίες. Η ανάλυσή τους, η οποία χρησιμοποίησε τη μέθοδο ALE (Activation Likelihood Estimation), αποκάλυψε ότι η αριθμητική επεξεργασία σχετίζεται με περιοχές στους βρεγματικούς λοβούς. Μελέτες νευροαπεικόνισης έχουν βρει διακριτά μοτίβα εγκεφαλικής δραστηριότητας που σχετίζονται με διάφορες αριθμητικές πράξεις. Για εργασίες πρόσθεσης, εμπλέκονταν οπτικές, βρεγματικές, μετωπιαίες και προμετωπιαίες περιοχές, καθώς και υποφλοιώδεις δομές όπως ο θάλαμος και η παρεγκεφαλίδα. Τα προβλήματα αφαίρεσης ενεργοποίησαν τις ινιακοχρονικές οπτικές περιοχές, τις βρεγματικές περιοχές, τις μετωπιαίες και προμετωπιαίες περιοχές και τη νησίδα και την παρεγκεφαλίδα. Οι εργασίες πολλαπλασιασμού περιλάμβαναν ινιακοχρονικές οπτικές περιοχές, βρεγματικές περιοχές, κροταφικές περιοχές, μετωπιαίες και προμετωπιαίες περιοχές, την κυκλική έλικα, τον θάλαμο και άλλες υποφλοιώδεις δομές. Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν την ύπαρξη εξειδικευμένων νευρωνικών δικτύων για την εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών, με τις κατώτερες εγκεφαλικές περιοχές να παίζουν ρόλο στη σημασιολογική επεξεργασία. Ενώ ένα άλλο νευρωνικό δίκτυο είναι υπεύθυνο για τη λεκτική αναπαράσταση αριθμών, την αποθήκευση αριθμητικών ακολουθιών και την οπτική ανάκληση. Συνοψίζοντας, οι ερευνητές βρήκαν τα εξής:



i. Παρά τη σημαντική επικάλυψη μεταξύ των βασικών περιοχών η μέθοδος ALE (Activation Likelihood Estimation) κατά τη διάρκεια των εργασιών που σχετίζονται με τον αριθμό και τον υπολογισμό, οι προμετωπιαίες φλοιώδεις περιοχές ήταν οι περιοχές που διέφεραν.

ii. Η επίλυση προβλημάτων υπολογισμού ενεργοποίησε περισσότερες περιοχές στις προμετωπιαίες περιοχές σε σύγκριση με την αριθμητική επίλυση εργασιών. Αυτό υποδηλώνει ότι η επίλυση εργασιών υπολογισμού απαιτεί μεγαλύτερους γνωστικούς πόρους, όπως η μνήμη εργασίας, από τις αριθμητικές εργασίες.

iii. Οι πράξεις πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού και διαίρεσης ενεργοποίησαν προμετωπιαίες και βρεγματικές περιοχές τόσο στο αριστερό όσο και στο δεξί ημισφαίριο. Συγκεκριμένα, η πρόσθεση εμπλέκεται κυρίως στο αριστερό ημισφαίριο, η αφαίρεση περιλάμβανε αμφίπλευρη ή κυρίως αριστερή ενεργοποίηση, ο πολλαπλασιασμός στρατολόγησε κυρίως το δεξί ημισφαίριο ενώ η διαίρεση αμφίπλευρη ενεργοποίηση.



Εικόνα 4: Αυτή η μελέτη εξέτασε και συνέκρινε τα μοτίβα εγκεφαλικής δραστηριότητας λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) για τις τέσσερις βασικές αριθμητικές πράξεις (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός και διαίρεση) σε ένα δείγμα 20 νευρολογικά τυπικών ενηλίκων. Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να λύσουν μονοψήφια αριθμητικά προβλήματα και να αναγνωρίσουν το ψηφίο 5 μέσα σε μια ακολουθία τυχαίων συμβόλων και ψηφίων.

Πηγή: Rosenberg-Lee et al. *Neuropsychologia*. 2011; 49:2592-2608). <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0028393211002533-gr2.jpg>

### 5.3.1. Η λειτουργία του εγκεφάλου στα Μαθηματικά

Από μικρή ηλικία μαθαίνουμε να ζούμε σε έναν κόσμο με αριθμούς, στις πόρτες της τάξης, στις πινακίδες, στις ετικέτες τιμών, στα τηλέφωνα μας, στις εργασιακές μας δραστηριότητες. Συνήθως μαθαίνουμε πώς οι αριθμοί και οι ποσότητες σχετίζονται μεταξύ τους (μικρότερες, μεγαλύτερες)

από μικρή ηλικία και οι περισσότεροι από εμάς λάβαμε κάποια επίσημη εκπαίδευση στα μαθηματικά, ξεκινώντας από το δημοτικό. Η εκπαίδευση στο δημοτικό σχολείο στα μαθηματικά συμπίπτει με την παρατεταμένη ανάπτυξη του προμετωπιαίου φλοιού (Gogtay 2004). Ο προμετωπιαίος φλοιός είναι μια βασική περιοχή του εγκεφάλου, σύμφωνη με τις μελέτες μαθηματικής γνώσης σε υγιείς ενήλικες (Arsalidou and Taylor, 2011, για μετα-αναλύσεις). Έχει σημειωθεί μεγάλη πρόοδος στην κατανόηση των εγκεφαλικών συσχετισμών της μαθηματικής γνώσης.

Η έρευνα τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχει συνδέσει τις μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες στα παιδιά με γενετικούς παράγοντες ή δυσλειτουργίες σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών, όπως ποσότητες, σύμβολα και αριθμούς. Μελέτες δείχνουν ότι ο βρεγματικός λοβός, ιδιαίτερα η ενδοβρεγματική αύλακα και στα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου, παίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη δυσαριθμσίας καθώς είναι κρίσιμοι για την επεξεργασία αριθμητικών πληροφοριών και για την εκτέλεση μαθηματικών υπολογισμών. Ενώ ορισμένοι ερευνητές αποδίδουν τη δυσαριθμσία σε μια εγκεφαλική δυσλειτουργία που περιλαμβάνει την αριστερή ενδοβρεγματική αύλακα, άλλοι υποδεικνύουν τη δεξιά ενδοβρεγματική αύλακα ως πηγή αυτής της μαθησιακής δυσκολίας. Επιπλέον, τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, συμπεριλαμβανομένων εκείνων με δυσλεξία, συχνά αγωνίζονται με τη γλωσσική επεξεργασία, τη φωνολογική επεξεργασία και τη βραχυπρόθεσμη μνήμη, γεγονός που μπορεί να συμβάλει περαιτέρω στις δυσκολίες τους στα μαθηματικά.

Τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες συχνά παλεύουν με τα μαθηματικά. Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη, καθώς η επίλυση προβλημάτων απαιτεί γλωσσική επεξεργασία, η οποία είναι μια περιοχή δυσκολίας για όσους πάσχουν από δυσλεξία. Επιπλέον, αυτά τα άτομα αντιμετωπίζουν προκλήσεις στη φωνολογική επεξεργασία και τη βραχυπρόθεσμη μνήμη (Paulesu E, Frith U, Snowling M, Gallagher A, Morton J et al. (1996). Εκτεταμένες βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις που εκτείνονται τις τελευταίες δύο δεκαετίες έχουν αποδώσει μαθηματικές μαθησιακές δυσκολίες σε γενετικούς παράγοντες ή δυσλειτουργίες σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνες για την επεξεργασία αριθμών, μεγεθών, μαθηματικών συμβόλων και αριθμών (Butterworth B, 2005). Μελέτες δείχνουν ότι η αιτία της δυσαριθμσίας, μιας μαθηματικής μαθησιακής διαταραχής, εντοπίζεται εντός του βρεγματικού λοβού, πιο συγκεκριμένα στην ενδοβρεγματική αύλακα και των δύο ημισφαιρίων του εγκεφάλου. Οι ερευνητές πρότειναν ότι η δυσαριθμσία προκύπτει από μια εγκεφαλική δυσλειτουργία που περιλαμβάνει είτε την αριστερή είτε τη δεξιά ενδοβρεγματική αύλακα (Molko N, Cachia A, Riviere D, Mangin J, Bruandet M. 2003).

Ο Gruber και οι συνεργάτες του, χρησιμοποιώντας λειτουργική μαγνητική τομογραφία, χαρτογράφησαν την εγκεφαλική δραστηριότητα σε έξι υγιή άτομα καθώς εκτελούσαν αριθμητικές διαδικασίες και άλλες ελεγχόμενες δραστηριότητες που επηρεάζουν τις οπτικό-εποικοδομητικές, γλωσσικές, προσεκτικές και μνημονικές λειτουργίες. Επιπλέον, οι Rosenberg Lee διερεύνησαν εγκεφαλικά κυκλώματα σε παιδιά ηλικίας 7-9 ετών κατά τη διάρκεια προβλημάτων προσθήκης και αφαίρεσης. Διαπίστωσαν ότι τα παιδιά με δυσαριθμησία είχαν μεγαλύτερη δυσκολία στην επίλυση προβλημάτων αφαίρεσης από τα προβλήματα προσθήκης. Επιπλέον, αυτά τα παιδιά εμφάνισαν απενεργοποίηση σε πολλαπλές μετωπιαίες, βρεγματικές και οπτικές περιοχές κατά τη διάρκεια εργασιών πρόσθεσης και αφαίρεσης, ακόμη και όταν έλυσαν τα προβλήματα σωστά ή λανθασμένα. Οι ερευνητές παρατήρησαν επίσης την υπερσυνδεσιμότητα της ενδοβρεγματικής αύλακας με τον προμετωπιαίο και βρεγματικό φλοιό σε παιδιά με δυσαριθμησία, υποδηλώνοντας ότι οι δυσκολίες τους στην επίλυση προβλημάτων οφείλονται σε ακατάλληλη διαμόρφωση εργασιών και υπερσυνδεσιμότητα, παρά σε υποαντοχή και υποσυνδεσιμότητα. Σημειωτέον, ο αμφοτερόπλευρος υπόκαμπος έδειξε μεγαλύτερη ενεργοποίηση κατά την προσθήκη σε σύγκριση με την αφαίρεση και στις δύο ομάδες (Rosenberg Lee M., Ashkenazi S., Chen T., Young C.B., Geary D.C., 2015).

Όλα τα παραπάνω μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα αίτια της δυσαριθμησίας είναι πολυπαραγοντικά. Σε αυτή την ενότητα εστιάσαμε κυρίως στη δομή του εγκεφάλου και στις περιοχές όπου εκτελούνται διάφορες μαθηματικές διαδικασίες οι οποίες έχει αποδειχθεί ότι είναι δυσλειτουργικές σε παιδιά με συγκεκριμένες μαθησιακές δυσκολίες. Οι μελέτες ποικίλλουν και δεν είναι όλες συνεπείς, επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η επεξεργασία αριθμών περιλαμβάνει πολλές πολύπλοκες διεργασίες και συστήματα νευρώνων που βρίσκονται σε διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου που αλλάζουν επίσης με την ηλικία.

## Κεφάλαιο 6. Διδακτικές προσεγγίσεις της Δυσαριθμησίας

Η εκπαίδευση παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά περιλαμβάνει την εφαρμογή διαφόρων στοιχείων των "νέων μαθηματικών", όπως η συσχέτιση των μαθηματικών με τις δεξιότητες της καθημερινής ζωής, η έμφαση στην επίλυση προβλημάτων, η βαθιά κατανόηση της υπάρχουσας γνώσης για την κατάκτηση νέων εννοιών, την κατάκτηση στρατηγικών μάθησης από τους μαθητές, την ανάπτυξη κατάλληλων μεταγνωστικών ικανοτήτων και τη δημιουργία ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων. Ωστόσο, παρά την αυξημένη ευελιξία των νέων μαθηματικών προσεγγίσεων στην προσαρμογή στις διαφορετικές ανάγκες των μαθητών σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία, πρέπει να γίνουν διαφορές. Συγκεκριμένα, οι διαφορές αυτές αφορούν τόσο την οργάνωση του υλικού όσο και την υλοποίηση των διδακτικών δραστηριοτήτων, με στόχο την κάλυψη όλων των απαραίτητων προϋποθέσεων για την αντιμετώπιση των αναγκών των μαθητών με μαθηματικές δυσκολίες (Πατσιοδήμου & Γεωργαλά, 2008). Για να επιτευχθεί πλήρης επιτυχία σε ένα πρόγραμμα που στοχεύει σε δυσκολίες στα μαθηματικά, θεωρείται απαραίτητο να βασιστεί σε ορισμένες θεμελιώδεις αρχές που καθορίζουν το κατάλληλο αποτέλεσμα (Πόρποδας, 2003).

- Η ενεργή συμμετοχή των μαθητών κατά την εφαρμογή των σκιαγραφημένων προγραμμάτων είναι ζωτικής σημασίας.
- Οι στόχοι του προγράμματος πρέπει να είναι προσαρμοσμένοι στα χαρακτηριστικά και τις μαθηματικές γνώσεις των συγκεκριμένων μαθητών και όχι αποκλειστικά στις γνώσεις που αναμένεται να έχουν αποκτήσει με βάση το Αναλυτικό Πρόγραμμα.

- Η διασφάλιση της αντιμετώπισης όλων των βημάτων του προγράμματος παρέμβασης είναι απαραίτητη, καθώς είναι αναγκαίο να προχωρήσουμε πέρα από την κατάκτηση της συμβολικής αναπαράστασης των μαθηματικών εννοιών, να εκτελέσουμε τα πρακτικά(χρήση συγκεκριμένων αντικειμένων, όπως δάχτυλα, ξυλάκια και αριθμητήριο) και οπτικά στάδια(εικόνες, ζωγραφιές, γραφικές παραστάσεις και γραμμές), για να προωθήσουμε την ομαλή ανάπτυξη της μαθηματικής γνώσης.
- Ο μαθητής πρέπει να διαθέτει το απαραίτητο μνημονικό δυναμικό. Για παράδειγμα, είναι πολύ σημαντικό για τα παιδιά με μαθηματικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν προβλήματα με τη μνήμη να κατανοήσουν την ουδετερότητα της μονάδας στον πολλαπλασιασμό και τη διαίρεση, καθώς και την ουδετερότητα του μηδενός στην πρόσθεση και την αφαίρεση, να τα βοηθήσουν να αποθηκεύσουν αυτές τις πληροφορίες μνημονικά.
- Για να είναι επιτυχές ένα πρόγραμμα παρέμβασης, ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να παρακολουθεί και να αξιολογεί τακτικά τόσο το πρόγραμμα όσο και τον μαθητή, προκειμένου να ανατροφοδοτεί τον μαθητή με στόχο την βελτίωση του.
- Η εξοικείωση των μαθητών με τις γλωσσικές απαιτήσεις του συγκεκριμένου γνωστικού αντικείμενου

## 6.1. Διδακτικές παρεμβάσεις σε παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αποφεύγουν να βασίζονται αποκλειστικά στο Αναλυτικό Πρόγραμμα, το οποίο απευθύνεται στον μέσο μαθητή, καθώς μπορεί να μην αντιμετωπίζει επαρκώς τις ανάγκες των μαθητών με μαθηματικές δυσκολίες. Αντίθετα, είναι απαραίτητο να διαμορφωθούν διδακτικές πρακτικές που να ευθυγραμμίζονται με τις συγκεκριμένες εκπαιδευτικές ανάγκες αυτών των μαθητών(Τζεκάκη & Μπάρμπας & Καλκάνης, 2008). Μία από τις πιο αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις είναι η διαφοροποιημένη διδασκαλία. Αυτή η προσέγγιση αναγνωρίζει ότι οι σύγχρονες τάξεις έχουν ένα ευρύ φάσμα μαθητών, που απαιτούν μια μετάβαση από τη διδασκαλία με επίκεντρο τον δάσκαλο στη διδασκαλία με επίκεντρο τον μαθητή, σε συνδυασμό με την εξατομίκευση και τη διαφοροποίηση. Η διαφοροποιημένη διδασκαλία δίνει τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν σχέδια μαθημάτων προσαρμοσμένα στις μοναδικές γνώσεις και τη συνολική απόδοση κάθε μαθητή, επιτρέποντάς τους να ακολουθήσουν τη δική τους πορεία προς την απόκτηση γνώσης και την επίτευξη μαθησιακών στόχων(Βαλιαντή & Νεοφύτου, 2017). Βασικός στόχος της διαφοροποιημένης διδασκαλίας είναι η αποκατάσταση της σχέσης του μαθητή με τα μαθηματικά εμβαθύνοντας την κατανόησή του για τις αριθμητικές έννοιες και συνδέοντας τα μαθηματικά με την καθημερινή

του ζωής. Επιπλέον, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εξετάσουν την ιεραρχική φύση του προγράμματος σπουδών των μαθηματικών και να αντιμετωπίσουν τις βαθύτερες αιτίες τυχόν δυσκολιών, ανεξάρτητα από την ηλικία του μαθητή. Οι πρωταρχικοί σκοποί των διαφοροποιημένων διδακτικών παρεμβάσεων περιλαμβάνουν την παροχή εκπαιδευτικής υποστήριξης για την έννοια του αριθμού, τις κατάλληλες υπολογιστικές στρατηγικές, την επίλυση προβλημάτων και τη γεωμετρία (Γεωργαλά & Πατσιοδήμου, 2008, Καραγιαννάκης, 2012, Πόρποδας, 2003).

Οι πρωτογενείς παιδαγωγικές προσεγγίσεις στα μαθηματικά περιλαμβάνουν διδασκαλία βάσει διαλέξεων, μάθηση ανακάλυψης και καθοδηγούμενη ανακάλυψη. Η προσέγγιση της διάλεξης κατευθύνεται από τον δάσκαλο, όπου ο εκπαιδευτικός παρουσιάζει το υλικό και οι μαθητές λαμβάνουν παθητικά τις πληροφορίες. Αντίθετα, η μέθοδος ανακάλυψης είναι επικεντρωμένη στους μαθητές, δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να κατασκευάσουν ενεργά τη γνώση ασχολούμενοι με τα υλικά και πειραματιζόμενοι, με τον δάσκαλο να παρέχει υποστήριξη. Μια ενδιάμεση προσέγγιση είναι η καθοδηγούμενη ανακάλυψη, η οποία μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητοκεντρικού ανάλογα με το επίπεδο πρωτοβουλίας που παρέχεται στους μαθητές (Τζιβινίκου, 2015).

Σύμφωνα με την έρευνα Steedly έχουν εντοπιστεί τέσσερις αποτελεσματικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για τη διδασκαλία των Μαθηματικών σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες:

A. Η συστηματική και ρητή διδασκαλία αναφέρεται σε μια λεπτομερή διδακτική προσέγγιση όπου ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές μέσα από μια σειρά καλά δομημένων διδακτικών διαδικασιών. Αυτό περιλαμβάνει συνεχή αξιολόγηση, παρουσίαση νέων εννοιών και απόκτηση πληροφοριών μέσω της προσέγγισης της σκαλωσιάς. Οι μαθητές διδάσκονται να εφαρμόζουν στρατηγικές που έχουν αποδειχθεί αποτελεσματικές. Το θεμέλιο αυτής της προσέγγισης είναι η γνωστική, στρατηγική διδασκαλία.

B. Αυτό-διδασκαλία: Ο μαθητής αναλαμβάνει την ευθύνη για τη διαχείριση της μαθησιακής του διαδικασίας με βάση συγκεκριμένες και προκαθορισμένες ερωτήσεις. Η αποτελεσματική μάθηση περιλαμβάνει διάφορους βασικούς παράγοντες, όπως: τον καθορισμό μαθησιακών στόχων, τη διατήρηση της εστίασης στην εργασία που αντιμετωπίζει, την αυτορρύθμιση της εργασίας, τη συνεχή επιλογή και χρήση συγκεκριμένων στρατηγικών, τη στενή παρακολούθηση της προόδου προς τους στόχους, την παραμονή σε εγρήγορη και τη γρήγορη ανακατεύθυνση καθώς και τον έλεγχο του νοήματος των αποτελεσμάτων.

Γ. Η αμοιβαία ή ομότιμη διδασκαλία περιλαμβάνει μαθητές που εργάζονται σε ζευγάρια, με κάθε μαθητή να εναλλάσσεται μεταξύ των ρόλων του δασκάλου και του μαθητή για ένα ακαδημαϊκό θέμα. Ο δάσκαλος πρέπει να επενδύσει σημαντικό χρόνο και προσπάθεια για να

καθοδηγήσει τους μαθητές σχετικά με το πώς να λειτουργούν αποτελεσματικά τόσο στις ικανότητες του μαθητή όσο και του εκπαιδευτή. Επιπλέον, ο δάσκαλος πρέπει να διασφαλίσει ότι τα έργα που έχουν ανατεθεί είναι καλά δομημένα και ότι τα απαραίτητα εκπαιδευτικά υλικά είναι άμεσα διαθέσιμα.

Δ. Οπτική αναπαράσταση: η παιδαγωγική προσέγγιση που χρησιμοποιεί εικόνες, αριθμητικές γραμμές και διαγράμματα για την απεικόνιση μαθηματικών εννοιών και των σχέσεών τους.

Αποτελεσματικές παιδαγωγικές στρατηγικές μπορούν να εφαρμοστούν για την ενίσχυση της διδασκαλίας και της μάθησης των μαθηματικών (Kaattari, 2003) περιλαμβάνουν:

- Αύξηση του διδακτικού χρόνου: Η αύξηση του χρόνου που αφιερώνεται στη διδασκαλία είναι επωφελής για τους μαθητές που αντιμετωπίζουν μαθηματικές δυσκολίες. Η κοινή προσέγγιση της μείωσης του χρόνου διδασκαλίας υπέρ μιας περισσότερης πρακτικής με παραδείγματα είναι συχνά αντιπαραγωγική. Αντίθετα, η διάθεση μεγαλύτερου χρόνου για άμεση διδασκαλία, επιδείξεις, επεξεργασμένα παραδείγματα και η παροχή άμεσης και τακτικής ανατροφοδότησης μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική. Επιπλέον, η υποστήριξη ένας προς έναν ή μικρή ομάδα μπορεί να συμβάλει περαιτέρω στη βελτίωση των αποτελεσμάτων των μαθητών.
- Αναζήτηση και εφαρμογή αποτελεσματικών πρακτικών: Οι αποτελεσματικές πρακτικές περιλαμβάνουν την ανασκόπηση προηγούμενου υλικού, την άμεση διδασκαλία νέων γνώσεων και τη χρήση της μεθόδου της σκαλωσιάς με σταδιακή μείωση της υποστήριξης. Η αύξηση των ευκαιριών για ευχάριστη και παιχνιδιάρικη πρακτική στα μαθηματικά, όπως μέσω παιχνιδιών στον υπολογιστή, είναι επίσης επωφελής. Η χρήση τόσο μεγάλων ομαδικών συζητήσεων όσο και μικρών ομάδων που σχηματίζονται με βάση παρόμοια επίπεδα δεξιοτήτων των μαθητών μπορεί να προσφέρει πολύτιμο καταιγισμό ιδεών, επίλυση προβλημάτων και στοχευμένες μαθησιακές εμπειρίες. Η αναδιοργάνωση των μικρών ομάδων για την αντιμετώπιση άριστων επιπέδων μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω την αλληλεπίδραση και τη μάθηση για όλους τους μαθητές.
- Η ενσωμάτωση παραδειγμάτων πραγματικού κόσμου κατά την εισαγωγή νέων μαθηματικών εννοιών, αντί να βασίζεται αποκλειστικά σε φύλλα εργασίας, δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναγνωρίσουν τη σημασία αυτών των ιδεών και ενισχύει τα κίνητρά τους για μάθηση. Η έμφαση στη βαθιά επίδραση των μαθηματικών στις τεχνολογικές και πολιτιστικές εξελίξεις, όπως οι εξισώσεις με επιρροή που έχουν μεταμορφώσει τον κόσμο, μπορεί να εμπλουτίσει περαιτέρω την εκπαιδευτική εμπειρία.

- Τακτική αξιολόγηση της προαπαιτούμενης θεμελιώδους γνώσης: Οι νέες μαθηματικές έννοιες εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την προηγούμενη κατανόηση. Ως εκ τούτου, είναι ζωτικής σημασίας να επανεξετάζεται συχνά η απαραίτητη προηγούμενη γνώση για να αξιοποιηθεί.
- Διαφορετικές προσεγγίσεις ενίσχυσης: Δίνοντας λιγότερη έμφαση σε σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις και αντ' αυτού εστιάζοντας περισσότερο στην ενίσχυση της ολοκλήρωσης της διαδικασίας και των μεμονωμένων βημάτων, ανεξάρτητα από το αποτέλεσμα. Ενίσχυση της αυτοπαρακολούθησης της δικής τους προόδου από τον μαθητή.
- Στενή παρακολούθηση της προόδου των μαθητών έτσι ώστε να υπάρχει ανατροφοδότηση και αναπροσαρμογή της διδασκαλίας.

Τέλος, αποτελεσματικές πρακτικές είναι οι προσαρμογές στο περιεχόμενο του μαθήματος των μαθηματικών και των εργασιών που αναθέτονται στους μαθητές.

#### A. Προσαρμογές στο περιεχόμενο

1. Αξιοποίηση συγκεκριμένων ή ψηφιακών αντικειμένων για τη διευκόλυνση της κατανόησης μαθηματικών εννοιών,
2. δίνοντας έμφαση στη διδασκαλία μαθηματικής γλώσσας και ορολογίας,
3. χρησιμοποιώντας οργανωτές γραφικών και οπτικές αναπαραστάσεις για τη μετάδοση εννοιών,
4. ενθάρρυνση των μαθητών να διατυπώσουν το πρόβλημα με δικά τους λόγια,
5. συστηματική διδασκαλία για τη χρήση και την κατανόηση του χρήματος,
6. συστηματική διδασκαλία της έννοιας της αντίληψης χρόνου και χρόνου, αξιοποιώντας πραγματικά αναλογικά ρολόγια,
7. διδασκαλία για την ακολουθία και τη σειρά των αριθμών,
8. διδασκαλία και εφαρμογή προτύπων, (patterns) και χρήση τους,
9. χρησιμοποιώντας μια γραμμή αριθμών,
10. οδηγίες αλληλουχίας με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, (π.χ. 10, , 13, 16, 19, ...),
11. αξιοποίηση καρτών και τραπουλόχαρτων για την εκμάθηση βασικών υπολογιστικών λειτουργιών,
12. χρήση πάζλ,
13. χρησιμοποιώντας παιχνίδια γνώσης που βασίζονται σε κάρτες.

#### B. Προσαρμογές στις εργασίες



1. Μείωση του αριθμού των ασκήσεων που δίνονται για εξάσκηση,
2. αυξάνοντας το χρόνο για την ολοκλήρωση των ασκήσεων,
3. έπειτα, μια ταυτόχρονη σταδιακή αύξηση του αριθμού των ασκήσεων και μια μείωση του διαθέσιμου χρόνου,
4. αύξηση του χώρου για τις λύσεις, στη φόρμα άσκησης,
5. δημιουργία μιας τυπικής φόρμας για τις εργασίες,
6. διαίρεση της μορφής ασκήσεων και εργασιών σε μισά ή τέταρτα, έτσι ώστε ο μαθητής να ολοκληρώσει ένα από αυτά τα μέρη σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή,
7. επισήμανση των πράξεων που πρέπει να εκτελεστούν.

#### 6.1.1. Χρήση αντικειμένων για την διδασκαλία των μαθηματικών

Η χρήση απτών υλικών βοηθά τους μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στην κατανόηση γεωμετρικών και αλγεβρικών εννοιών αλλά και την ανάπτυξη αριθμητικών δεξιοτήτων. Τέτοια αντικείμενα μπορεί να είναι απλά καθημερινά χειραπτικά υλικά, όπως κουμπιά, ξυλάκια, χρήματα, κουτιά και πιο σύνθετα δομημένα αντικείμενα, όπως οι αριθμομηχανές, οι γεωπίνακες, τα τάνγκραμς, οι ράβδοι Cuisenaire, οι πίνακες με μαγνητικά σχήματα, οι άβακες, τα αλγεβρικά πλακάκια (algebra tiles), τα εύκαμπτα σχήματα, και οι κλασματικές ράβδοι. Οι εικόνες που ακολουθούν απεικονίζουν τα πιο συνήθη είδη χειραπτικού υλικού που χρησιμοποιούνται στα μαθηματικά ως διδακτικό υλικό.

**Κλασματικοί ράβδοι:** Οι ράβδοι κλάσματος χρησιμοποιούνται για διδασκαλία, σύγκριση και ταξινόμηση κατά αύξουσα ή φθίνουσα σειρά κλασμάτων.



Εικόνα 5:Κλασματικοί ράβδοι

Πηγή: <https://miaandmae.com/product/edx-education-fraction-tiles-1-to-12th-printed-51pcs/>.

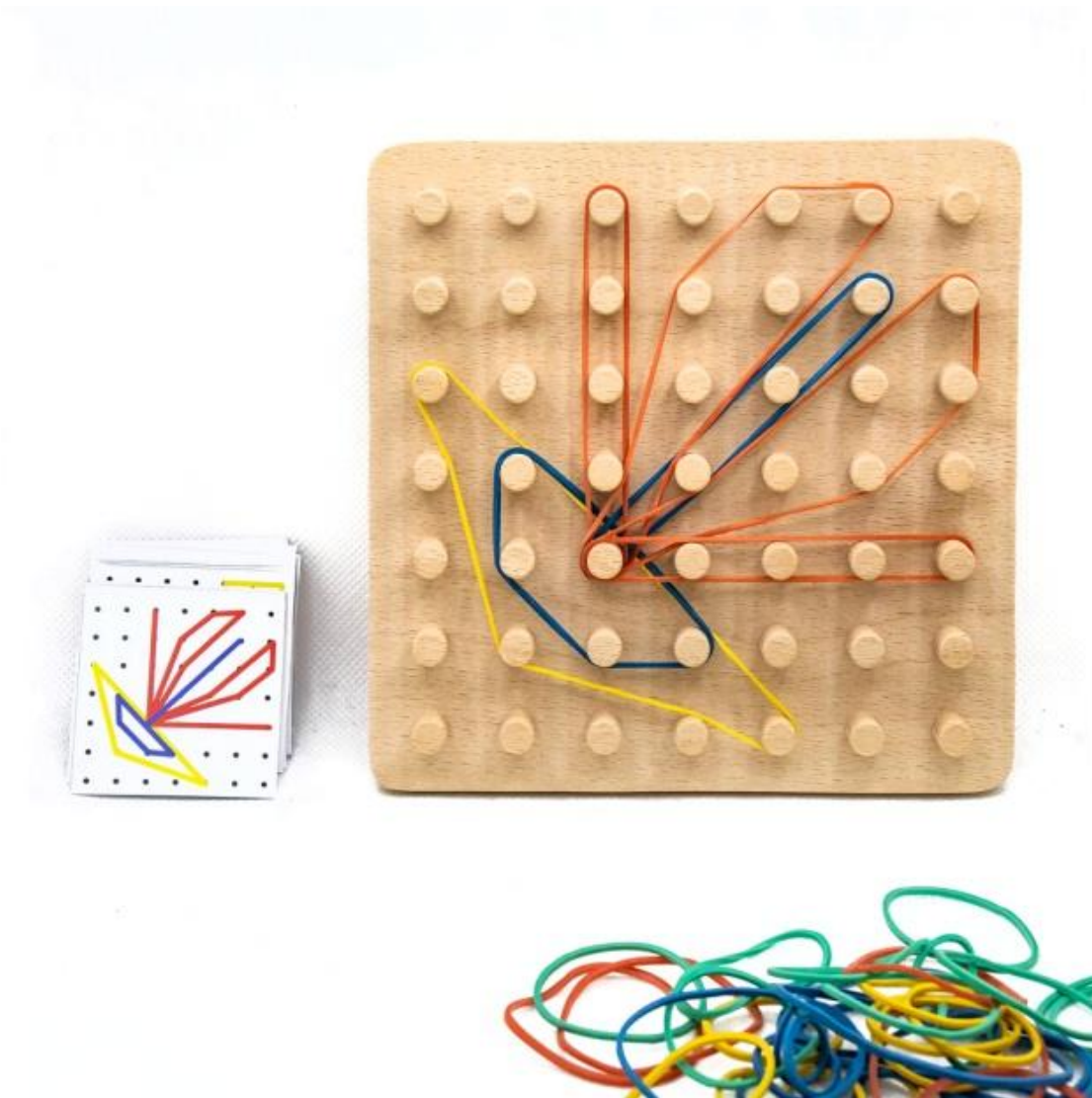
**Ράβδοι Cuisenaire:** Οι ράβδοι Cuisenaire είναι εκπαιδευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την καλλιέργεια της κατανόησης των αριθμητικών εννοιών, των αριθμητικών σχέσεων, των αριθμητικών πράξεων και των κλασματικών εννοιών από τα παιδιά. Συγκεκριμένα, αυτά τα μοντέλα διαφορετικών μηκών επιτρέπουν στους μαθητές να συμμετέχουν σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν τη σύνθεση και τη σύγκριση των μηκών. Το σετ ράβδων Cuisenaire αποτελείται από κομμάτια μήκους από 1 έως 10 μονάδες, με βάση τη μικρότερη ράβδο.



Εικόνα 6: Ράβδοι Cuisineaire

Πηγή: <https://www.why.gr/wp-content/uploads/2022/08/ezgif.com-gif-maker-10.png>.

**Γεωπίνακας:** Ο γεωπίνακας αποτελεί ένα σημαντικό μαθηματικό εργαλείο. Βοηθάει στην εκμάθηση και κατανόηση των γεωμετρικών σχημάτων, των γραμμάτων, των αριθμών και της έννοιας του μοτίβου. Επίσης το παιδί εξασκείται στην έννοια του χώρου (μέσα- έξω, δίπλα, πάνω-κάτω κτλ), καθώς και στις έννοιες καθρέφτισμα και συμμετρία.



Εικόνα 7: Γεωπίνακας

Πηγή: [https://woodicrafts.com/wp-content/uploads/2022/03/TO077\\_21.jpg](https://woodicrafts.com/wp-content/uploads/2022/03/TO077_21.jpg).

**Τάνγκραμ:** Το μαθησιακό αντικείμενο είναι ένα παιχνίδι που βασίζεται στην έννοια του κινέζικου τάνγκραμ. Στόχοι του είναι να εξοικειώσει τους μαθητές με τις γεωμετρικές μορφές και να ενθαρρύνει την ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης.



Εικόνα 8: Τάνγκραμ

Πηγή: [https://a.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/028056/28056770/20220406164919\\_tangram.jpeg](https://a.scdn.gr/images/sku_main_images/028056/28056770/20220406164919_tangram.jpeg).

**Άβακας:** Ο άβακας παρέχει στους μαθητές ένα πολύτιμο εκπαιδευτικό εργαλείο προωθώντας την κατανόησή τους για το σύστημα δεκαδικών αριθμών, το οποίο χρησιμεύει ως η θεμελιώδης βάση για το αριθμητικό μας πλαίσιο.



Εικόνα 9:Άβακας

Πηγή:[https://b.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/003960/3960151/20211228092612\\_hape\\_avakas\\_arithmitirio\\_e0412\\_rainbow\\_100\\_mpilies\\_me\\_enallagi\\_dekadas\\_ana\\_chroma.jpeg](https://b.scdn.gr/images/sku_main_images/003960/3960151/20211228092612_hape_avakas_arithmitirio_e0412_rainbow_100_mpilies_me_enallagi_dekadas_ana_chroma.jpeg).

## 6.2. Από την θεωρία στην πράξη -Εφαρμογή στις σχολικές αίθουσες.

Η δυσαριθμσία και άλλες μαθησιακές δυσκολίες επεκτείνονται σε έναν πολυεπιστημονικό ακαδημαϊκό τομέα που έχει συγκεντρώσει σημαντική προσοχή, έρευνα και μελέτη. Σύμφωνα με



τον Αναστασίου (2011), η ολοκληρωμένη αξιολόγηση των αναπτυξιακών προκλήσεων θα πρέπει να αξιοποιήσει αυτή τη διεπιστημονική προσέγγιση για να είναι έγκυρη και αποτελεσματική. Ο Αναστασίου παρατηρεί περαιτέρω ότι οι διαφορετικές προοπτικές που προσφέρουν οι διάφοροι ακαδημαϊκοί κλάδοι που μελετούν τις μαθησιακές δυσκολίες διευκολύνουν την ευεργετική ανταλλαγή πληροφοριών σε αυτούς τους διαφορετικούς τομείς σπουδών.

Από τη σκοπιά του εκπαιδευτικού, ο οποίος αναλαμβάνει το δύσκολο έργο της εκπαιδευτικής παρέμβασης για άτομα με μαθησιακές δυσκολίες, η στενή παρατήρηση και οι διάφορες τεχνικές μάθησης στοχεύουν στην αποτελεσματική μάθηση των παιδιών που έχουν διαγνωστεί με δυσαριθμησία. Δεδομένης της δυσκολίας αυτής της προσπάθειας, επιχειρούμε να αναλύσουμε την πρόκληση που παρουσιάζει η δυσαριθμησία, συγκεκριμένα στα μαθηματικά ως μάθημα στα σχολεία, το οποίο σύμφωνα με τη γενική αντίληψη των μαθητών και των γονέων είναι ένα απαιτητικό και πολύπλοκο. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα του θέματος μπορεί να προκαλέσει το λεγόμενο "μαθηματικό άγχος", μια κατάσταση που μπορεί να περιπλέξει τη διδασκαλία των μαθηματικών και την αποτελεσματική κυριαρχία τους. Προκειμένου να επιλέξει τις κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας για τα μαθηματικά, ο εκπαιδευτικός πρέπει να γνωρίζει, μέσω παρατήρησης και συζήτησης με τους μαθητές του, τα μαθησιακά στυλ και τις προτιμήσεις των μαθητών του. Σύμφωνα με την Ann Henderson και την Elaine Miles στο έργο τους «Key Issues in Mathematics for Dyslexia», οι μαθητές μπορούν να διακριθούν σε διάφορα μαθησιακά προφίλ:

- Ορισμένοι μαθητές δίνουν αυθόρμητες απαντήσεις, οι οποίες άλλοτε μπορεί να είναι σωστές ή λανθασμένες, χωρίς να δικαιολογούν τον συλλογισμό τους. Ωστόσο, προσεγγίζουν το πρόβλημα ολιστικά, αντιλαμβάνονται το αφηρημένα πριν πάρουν μια απόφαση.
- Άλλοι μαθητές ακολουθούν την μέθοδο βήμα προς βήμα, βασιζόμενοι στη λογική, αλλά συχνά παγιδεύονται στις λεπτομέρειες, καθιστώντας δύσκολη την επίτευξη λύσης. Επιλέγουν να τη ακολουθήσουν αλλά δυσκολεύονται να την εφαρμόσουν σωστά.
- Επιπλέον, ορισμένοι μαθητές μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά μέσω αισθητηριακών τρόπων όπως η ακρόαση, το σχέδιο, το άγγιγμα και η όραση. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να είναι σε θέση να εντοπίσει την καταλληλότερη αισθητηριακή διέγερση για να διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία.

Μάλιστα ο Αγαλιώτης (2000) αναδεικνύει παρατηρήσεις αναφορικά με τους μαθητές που «μαθαίνουν καλύτερα ακουστικά», αυτούς που "μαθαίνουν καλύτερα οπτικά", και αυτούς που «μαθαίνουν καλύτερα κιναισθητικά». Αυτές οι παρατηρήσεις αφορούν τον διαφορετικό τρόπο σκέψης που αντιλαμβάνονται τις μαθησιακές διαδικασίες ο κάθε τύπος μαθητή:

A. Για τους ακουστικούς τύπους:

- Η διδασκαλία πρέπει να προηγείται της δράσης των μαθητών ή των ερεθισμάτων των δασκάλων. Κάθε διαδικασία πρέπει να έχει δύο μέρη: α) προφορικές οδηγίες μόνο, ακολουθούμενες από προφορικές οδηγίες που συνοδεύονται από οπτικά βοηθήματα, χειρισμό αντικειμένων ή επίδειξη δασκάλου.
  - Κάθε ενέργεια (δάσκαλος-μαθητής) πρέπει να ακολουθείται από σύντομη προφορική περιγραφή (περίληψη) από τον δάσκαλο.
  - Σε περιπτώσεις που κρίνεται απαραίτητο, χρησιμοποιήστε ορισμένες λέξεις ή φράσεις-σήματα ( «ακούστε προσεκτικά»).
  - Τα περιττά οπτικά ερεθίσματα πρέπει να αφαιρεθούν από το φυσικό πλαίσιο της διδασκαλίας.
- B. Για τους οπτικούς τύπους:
- Πριν τις προφορικές οδηγίες, θα πρέπει να υπάρχει επίδειξη μεθόδων και διαδικασιών, συνοδευόμενη από οπτικά βοηθήματα για τη διευκόλυνση της κατανόησης. Κάθε βήμα μιας διαδικασίας θα πρέπει να έχει δύο συνιστώσες: α)την παρουσίαση οπτικών ερεθισμάτων μόνο, β) ακολουθούμενη από το συνδυασμό οπτικών ερεθισμάτων και λεκτικής εξήγησης.
  - Ο δάσκαλος θα πρέπει να ενθαρρύνει τους μαθητές να μιμούνται ενέργειες, να αναπαριστούν έννοιες μέσω εικόνων ή να χειρίζονται σχετικό υλικό.
  - Μετά από κάθε ενέργεια, θα πρέπει να παρέχεται μια εικονιστική περίληψη.
  - Ο δάσκαλος θα πρέπει να παρακινήσει τους μαθητές να δημιουργήσουν νοητικές εικόνες, τις οποίες στη συνέχεια μπορούν να αναπαράγουν αμέσως είτε προφορικά είτε μέσω σχεδίων.
  - Εάν οι μαθητές δεν ανταποκρίνονται, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν οπτικά ερεθίσματα όπως εικόνες ή σύμβολα.
  - Σημαντικό ενδιαφέρον θα ήταν ένα μάθημα όπου η επικοινωνία βασίζεται αποκλειστικά σε οπτικά στοιχεία.
- C. Για τους κιναισθητικούς τύπους:
- Πριν από την παροχή οποιωνδήποτε οδηγιών, οι μαθητές θα πρέπει να κατευθύνονται να χειρίζονται φυσικά διάφορα αντικείμενα. Ο δάσκαλος θα πρέπει να καθοδηγεί τον τρόπο με τον οποίο χειρίζονται τα αντικείμενα. Κάθε βήμα της διαδικασίας θα πρέπει να αποτελείται από δύο συνιστώσες: φυσική χειραγώγηση μόνο και φυσική χειραγώγηση συνοδευόμενη από λεκτική οδηγία.
  - Συνιστάται ο περιορισμός των οπτικών ερεθισμάτων στο άμεσο διδακτικό περιβάλλον. Οι μαθητές θα πρέπει συχνά να καλούνται να αλληλεπιδράσουν με αντικείμενα με κλειστά μάτια ή με τα χέρια πίσω από την πλάτη τους.



- Στο τέλος κάθε δραστηριότητας, προτείνεται μια σύντομη περίοδος φυσικής χειραγώγησης.
- Εάν οι μαθητές δεν ανταποκριθούν, είναι σκόπιμο ο δάσκαλος να χρησιμοποιεί μη λεκτικές ενδείξεις, όπως νεύματα, για να διευκολύνει τη δέσμευση.
- Τα υλικά που χρησιμοποιούνται θα πρέπει κατά προτίμηση τρισδιάστατα.

Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να αναγνωρίσουν ότι οι μαθητές μπορεί να έχουν διαφορετικές προσεγγίσεις για την επίλυση προβλημάτων, οι οποίες μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά επίπεδα επάρκειας σε διαφορετικούς τύπους ερωτήσεων. Αντί να βλέπουν αυτές τις διαφορές ως ενδεικτικές διδακτικών ελαττωμάτων, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να στοχεύουν στην ενδυνάμωση των μαθητών προσαρμόζοντας τους ξεχωριστούς τρόπους συλλογισμού τους, επιτρέποντάς τους να πλοηγηθούν με επιτυχία σε ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων.

## Κεφάλαιο 7. Επίλογος

Τελικά η δυσαριθμησία υπάρχει; Επιδέχεται θεραπεία; Η δική μου απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα είναι ναι υπάρχει αλλά όχι δεν επιδέχεται θεραπεία γιατί απλά η δυσαριθμησία δεν είναι ασθένεια. Ενώ ορισμένοι ερευνητές και ειδικοί έχουν αμφισβητήσει την κατάσταση της

δυσαριθμησίας ως ανεξάρτητης μαθησιακής δυσκολίας, ένα σημαντικό σύνολο επιστημών υποστηρίζει την ταξινόμησή της ως ξεχωριστής μαθησιακής δυσκολίας.. Αν και η δυσαριθμησία δεν είναι μια ασθένεια που μπορεί να αντιμετωπιστεί από μόνη της, η έρευνα δείχνει ότι τα άτομα μπορούν να επιδείξουν βελτιώσεις και προόδους στις αριθμητικές τους δεξιότητες. Οι προηγμένες νευροαπεικονιστικές και ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές μας έδωσαν μια πολύ σαφέστερη κατανόηση της λειτουργίας του αναπτυσσόμενου εγκεφάλου και μας διευκόλυναν στη μελέτη και την κατανόηση των πολύπλοκων διαδικασιών που υποστηρίζουν την ανάπτυξη της μάθησης, τη διερεύνηση των αιτιών των αναπτυξιακών διαταραχών, την εξέταση των επιπτώσεων των διαφορετικών εκπαιδευτικών προγραμμάτων στη λειτουργία του εγκεφάλου, και τη σύγκριση και αξιολόγηση των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων και της αποτελεσματικότητάς τους. Οι νευροεπιστημονικές έρευνες μέσω των προηγμένων τεχνικών νευροαπεικόνισης έχουν ρίξει φως στις περιοχές του εγκεφάλου που ασχολούνται με την αριθμητική επεξεργασία και έχουν συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση της αριθμητικής ικανότητας τόσο κατά την παιδική όσο και κατά την ενήλικη ζωή.

Στην πραγματικότητα, τα άτομα με δυσαριθμησία μπορούν να αναπτύξουν επάρκεια στα μαθηματικά όταν διδάσκονται χρησιμοποιώντας μια κατάλληλη, δομημένη και πολυαισθητηριακή παιδαγωγική προσέγγιση με τα κατάλληλα εκπαιδευτικά προγράμματα παρέμβασης. Αν και ορισμένα από αυτά τα προγράμματα έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα, η ευρύτερη εφαρμογή τους παραμένει περιορισμένη. Όσον αφορά την κατάσταση των πραγμάτων στην Ελλάδα και τις προκλήσεις που θέτει η δυσαριθμησία, υπάρχει αισιοδοξία για περαιτέρω πρόοδο στο μέλλον. Στο μέλλον, η χρήση τεχνικών νευροαπεικόνισης θα πρέπει να επεκταθεί για να αποσαφηνιστούν καλύτερα οι διαδικασίες μάθησης και να εντοπιστούν οι περιοχές του εγκεφάλου που, εάν δεν ενεργοποιηθούν σωστά, μπορεί να οδηγήσουν σε δυσαριθμησία.

## Αναφορές

1. Alfonso, V. C., & Flanagan, D. P. (2018). *Essentials of specific learning disability identification*. Wiley.

2. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5)*. Washington, DC: Author.
3. Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146-151.  
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.007>. Τελευταία ανάκτηση (11/6/2024).
4. Berninger, V. W., & Wolf, B. J. (2009). *Dyslexia, dysgraphia, OWL LD, and dyscalculia: Lessons from science and teaching*. Paul H. Brookes Publishing Co.
5. Bird, J. (2009). Dyscalculia: Insights from Educational Neuroscience. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 26-32. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2009.09.001>. Τελευταία ανάκτηση (1/6/2024).
6. Bird, R. (2009). *Overcoming difficulties with number: Supporting dyscalculia and students who struggle with maths*. Sage Publications.
7. Blakemore, C., Frith, U., Harris, J., Mackintosh, N., Rees, G., Robbins, T., Rose, S., Sahakian, B., Singer, W., Stirling, A., Tracey, I., Schultz, W., & Chan, S. (2011). *Brain Waves Module 1: Neuroscience, society and policy*. The Royal Society.
8. Bruer, J. T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational Researcher*, 26(8), 4-16. <https://doi.org/10.3102/0013189X026008004>. Τελευταία ανάκτηση (13/5/2024).
9. Bruer, J. T. (2003). Mind matters: Can neuroscience advance learning? *Educational Leadership*, 60(3), 30-33.
10. Bundy, A. C., & Murray, E. A. (2002). Sensory Integration: A. Jean Ayres' Theory Revisited. In A. C. Bundy, S. J. Lane, & E. A. Murray (Eds.), *Sensory Integration: Theory and Practice* (2nd ed., pp. xx-xx). Philadelphia: F. A. Davis Company.
11. Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science (New York, N.Y.)*, 332(6033), 1049–1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>. Τελευταία ανάκτηση (8/4/2024)
12. Cantlon, J. F., & Brannon, E. M. (2006). Shared system for ordering small and large numbers in monkeys and humans. *Psychological Science*, 17(5), 401-406.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01719.x>. Τελευταία ανάκτηση (15/6/2024).
13. Case-Smith, J. (2005). *Occupational Therapy for Children* (5th ed.). St. Louis: Mosby.
14. Chinn, S. J. (1992). Individual diagnosis and cognitive style. In T. R. Miles & E. Miles (Eds.), *Dyslexia and mathematics* (pp. 23-41). London and New York: Routledge.
15. Creek, J. (1990). *Occupational Therapy and Mental Health*. Edinburgh: Churchill Livingstone.

16. Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*. New York: Oxford University Press.
17. Emerson, S. E., & Babbie, P. (2010). The Role of Anxiety in Mathematical Performance among Dyslexic and Non-Dyslexic Children. *Educational Psychology, 30*(4), 425-437. <https://doi.org/10.1080/01443410.2010.485845>. Τελευταία ανάκτηση (14/6/2024).
18. Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2007). *Learning disabilities: From identification to intervention*. Guilford Press.
19. Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A., & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, Article 57. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00057>. Τελευταία ανάκτηση (15/6/2024)
20. Galitskaya, V., & Drigas, A. (2020). A neurological view for mathematical learning disabilities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET), 15*(6), 228-235. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.11123>. Τελευταία ανάκτηση (3/6/2024).
21. Gasco-Txabarri, J., Villarroel, J., & Zuazagoitia, D. (2014). Different procedures for solving mathematical word problems in high school. *International Education Studies, 7*(7), 77-83. <https://doi.org/10.5539/ies.v7n7p77>. Τελευταία ανάκτηση (12/6/2024).
22. Geary, D. C. (1994). *Children's Mathematical Development: Research and Practical Applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
23. Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 37*, 4-15.
24. Geary, D. C., Hoard, M. K., & Campbell, J. I. D. (2005). *Handbook of mathematical cognition*.
25. Ginsburg, H. (1997). Mathematics learning disabilities: A view from developmental psychology. *Journal of Learning Disabilities, 30*, 20-33.
26. Goswami, U. (2008). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience, 9*(1), 99-103. <https://doi.org/10.1038/nrn2258>. Τελευταία ανάκτηση (11/6/2024).
27. Gracia-Bafalluy, M., & Escolano-Pérez, E. (2014). Aportaciones de la neurociencia al aprendizaje de las habilidades numericas [Contributions of neuroscience to the learning of numerical abilities]. *Revista de Neurologia, 58*(2), 69–76.
28. Guerra, G., Tijms, J., Tierney, A., Vaessen, A., Dick, F., & Bonte, M. (2024). Auditory attention influences trajectories of symbol-speech sound learning in children with and without dyslexia. *Journal of Experimental Child Psychology, 237*, 105761. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2023.105761>. Τελευταία ανάκτηση (5/6/2024).

29. Hammill, D. D. (1990). On defining learning disabilities: An emerging consensus. *Journal of Learning Disabilities*, 23(2), 74-84. <https://doi.org/10.1177/002221949002300201>. Τελευταία ανάκτηση (5/6/2024).
30. Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817-824. <https://doi.org/10.1038/nrn3817>. Τελευταία ανάκτηση (7/6/2024).
31. Hyde, D. C. (2010). Neurocognitive mechanisms of learning in infants. *Developmental Science*, 13(1), 454-468. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2009.00889>. Τελευταία ανάκτηση (1/6/2024).
32. Ise, E., & Schulte-Körne, G. (2013). Symptomatik, diagnostik und behandlung der rechenstörung. [Symptoms diagnosis and treatment of dyscalculia]. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 41(4), 271–282. <https://doi.org/10.1024/1422-4917/a000241>. Τελευταία ανάκτηση (1/6/2024).
33. Jolles, D. D., & Crone, E. A. (2012). Training the developing brain: A neurocognitive perspective. *Frontiers in Psychology*, 3, 1-15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00001>. Τελευταία ανάκτηση (20/4/2024).
34. Kaufmann, L. (2008). Dyscalculia: neuroscience and education. *Educational Research; A Review for Teachers and All Concerned with Progress in Education*, 50(2), 163–175. <https://doi.org/10.1080/00131880802082658>. Τελευταία ανάκτηση (19/5/2024).
35. Kay, J., & Yeo, D. (2003). *Dyslexia and Maths*. London: David Fulton.
36. Kosc, L. (1974). Developmental Dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 164-177.
37. Lauria, A. R. (1966). *Human Brain and Psychological Processes*. New York: Harper and Row.
38. LeFevre, J.-A., & Kulak, A. G. (1993). Individual differences in the presentation effect in simple arithmetic. *Canadian Journal of Experimental Psychology/Revue canadienne de psychologie expérimentale*, 47(4), 918-934. <https://doi.org/10.1037/h0078846>. Τελευταία ανάκτηση (19/6/2024).
39. Luoni, C., Scorza, M., Stefanelli, S., Fagiolini, B., & Termine, C. (2023). A Neuropsychological Profile of Developmental Dyscalculia: The Role of Comorbidity. *Journal of Learning Disabilities*, 56(4), 310–323. <https://doi.org/10.1177/00222194221102925>. Τελευταία ανάκτηση (7/5/2024).
40. McCandliss, B., & Toomarian, E. (2020). Putting Neuroscience in the Classroom: How the Brain Changes as We Learn.

41. Michaelson, M. T. (2007). An overview of dyscalculia: Methods for ascertaining and accommodating dyscalculic children in the classroom.
42. Miller, S., & Mercer, C. (n.d.). Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 47-56.
43. Montague, M. (1998). Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities. Austin, TX: Pro-Ed.
44. National Center for Learning Disabilities (NCLD). (n.d.). Retrieved from <https://www.nclد.org/> .Τελευταία ανάκτηση (18/4/2024).
45. National Research Council. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9853>. Τελευταία ανάκτηση (15/3/2024).
46. Newman, R. (1967). Dyscalculia Symptoms. *Dyslexia & Dyscalculia Support Services*. MI: Shiawassee.
47. Piazza, M. (2004). Neurocognitive start-up tools for symbolic number representations. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(12), 542-547. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.10.014>. Τελευταία ανάκτηση (26/5/2024).
48. Rourke, B. (1993). Arithmetic disabilities, specific and otherwise: A neuropsychological perspective. *Journal Learning Disabilities*, 114, 214-226.
49. Rourke, B. P., & Del Dotto, J. E. (1994). *Learning Disabilities*. Thousand Oaks: Sage.
50. Shalev, R. S., Auerbach, J., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(Suppl 2), II58–II64. <https://doi.org/10.1007/s007870070009>. Τελευταία ανάκτηση (1/5/2024).
51. Strang, J. D., & Rourke, B. P. (1985). Arithmetic Disability Subtypes: The Neuropsychological Significance of Specific Arithmetical Impairment in Childhood. In Rourke, B. P. (pp. 167-183).
52. von Aster, M. G., & Shalev, R. S. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(11), 868–873. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.00868>. Τελευταία ανάκτηση (16/2/2024).
53. Willingham, D. T. (2009). *Why don't students like school? : A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom*. Jossey-Bass.
54. Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358(6389), 749-750. <https://doi.org/10.1038/358749a0>. Τελευταία ανάκτηση (17/3/2024)

55. Zamarian, L., Ischebeck, A., & Delazer, M. (2009). Neuroscience and education: How the brain learns mathematics. *Trends in Neuroscience and Education*, 1(1), 1-11.  
<https://doi.org/10.1016/j.tine.2012.09.001>. Τελευταία ανάκτηση (14/3/2024).
56. Αγαλιώτης, Ι. (1993). Η σημασία και τα όρια των μεθόδων πρώιμης διάγνωσης των ειδικών αναγκών. *Σχολείο και Ζωή*, 41, 391-402.
57. Αγαλιώτης, Ι. (1999). Η σημασία της γνωστικής ανάλυσης των λαθών στην περίπτωση κατάρτισμού υποστηρικτικών διδακτικών προγραμμάτων για παιδιά με δυσκολίες μάθησης στην αριθμητική. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 26-34.
58. Αγαλιώτης, Ι. (2000). Μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
59. Αγαλιώτης, Ι. (2011). Διδασκαλία Μαθηματικών στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση: Φύση και εκπαιδευτική διαχείριση των μαθηματικών δυσκολιών. Αθήνα: Γρηγόρη.
60. Αργύρης, Δ. (2010). Μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: Προτάσεις για την αντιμετώπισή τους. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
61. Βλάχος, Φ. (2018). Το νευροβιολογικό υπόβαθρο της μαθηματικής σκέψης και της δυσαριθμησίας. Στο: Φ. Βλάχος (Επιμ.), *Εγκέφαλος, μάθηση και ειδική αγωγή*, 257- 274. Αθήνα: Gutenberg.
62. Γκούμας, Ε. (2017). Διδασκαλία βασικών μαθηματικών εννοιών με τη χρήση χειραπτικού και ψηφιακού υλικού σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου 6 – 9 ετών με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά, που φοιτούν σε Τμήματα Ένταξης. (Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Βόλος).
63. Γρίβας, Γ. (2012). Η μάθηση των μαθηματικών υπό το πρίσμα αναπτυξιακών διαταραχών που την δυσχεραίνουν – Θεωρητικά και διδακτικά ερωτήματα και προκλήσεις.
64. Γρίβας, Π. (2022). Δυσλεξία, Δυσαριθμησία και Μαθηματικά – Εκπαιδευτικές Προσεγγίσεις. Σάμος.
65. Ζάχος, Γ., & Ζάχος, Δ. (2001). Δυσλεξία: Αντιμετώπιση – Αποκατάσταση. Οδηγίες εφαρμογής προγράμματος. Αθήνα: Κέντρο Ψυχολογικών Μελετών.
66. Θωμαΐδου, Λ. (1999). Δυσλεξία: Μύθος και Πραγματικότητα. *Εργοθεραπεία-Σ.Ε.Ε.*, Τευχ. 12.
67. Κακανά, Δ., & Σιδηροπούλου, Ε. (2015). Η αναγνώριση και η αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στο ελληνικό σχολείο: Ο ρόλος του εκπαιδευτικού. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
68. Καναπίτσα, Π., & Παπακωνσταντίνου, Δ. (2016). Μαθησιακές δυσκολίες: Προβλήματα και λύσεις. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαδόπουλος.

69. Κανάρη, Κ. (2011). Δυσαριθμησία: Αξιολόγηση - Εκπαιδευτική παρέμβαση. Στο Γ. Παπαδάτος (Επιμ.), Θέματα μαθησιακών δυσκολιών και δυσλεξίας (σ. ). Αθήνα: Σμυρνωτάκης.
70. Καναρίδης, Α. (2020). Η επίδραση των νέων τεχνολογιών στη μαθηματική εκπαίδευση. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
71. Καπετάνιος, Β. (1999). Δυσλεξία: Ιστορική-Εξελικτική Πορεία. Εργοθεραπεία-Σ.Ε.Ε., Τευχ. 12.
72. Καπετάνιος, Β. (2005). Μαθησιακές δυσκολίες – Νευροψυχολογική Εργοθεραπεία. Εργοθεραπεία-Σ.Ε.Ε., Τευχ. 22.
73. Καραγιαννάκης, Γ. (2015). Ανάπτυξη δοκιμασίας διερεύνησης δυσκολιών στα μαθηματικά. Διδακτορική διατριβή. Αθήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ).
74. Καραγιαννάκης, Γ. (2018). Μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά: γεφυρώνοντας τη θεωρία με την πράξη. Στο: Βλάχος, Φ. (Επιμ.). Εγκέφαλος, μάθηση και ειδική αγωγή, 275-306. Αθήνα: Gutenberg.
75. Καραντζής, Ι. (2004). Τα προβλήματα της μνήμης των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες στην αριθμητική και την ανάγνωση. Αθήνα: Τυπωθήτω.
76. Καραπέτσας, Α.Β. (1997). Η δυσλεξία στο παιδί: Διάγνωση και θεραπεία. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
77. Καραπέτσας, Α.Β. Νευροψυχολογία και ειδικές διαταραχές μάθησης. Ανακτήθηκε από: <http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SEAC290/4ΔΥΣΛΕΞΙΑ%20ΚΑΙ%20ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ.pdf> . Τελευταία ανάκτηση (15/4/2024).
78. Καρδασίδου, Ε. (2017). Αιτιολογικοί παράγοντες των μαθησιακών δυσκολιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: Μια συστηματική ανασκόπηση. (Διδακτορική διατριβή). Πανεπιστήμιο Αθηνών.
79. Καρτασίδου, Λ. (2004). Μάθηση μέσω Κίνησης. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας.
80. Κασσωτάκη, Μ. (2015). Δυσαριθμησία: Ορισμοί, διάγνωση και αντιμετώπιση (Unpublished master's thesis). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, Ελλάδα.
81. Κκαρά, Κ. (2019). Δυσαριθμησία και νευροψυχολογική αξιολόγηση (Unpublished undergraduate thesis). Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Ελλάδα.
82. Κοτοπούλης, Θ.Β. (2017). Η δυσαριθμησία και η αντιμετώπιση του δυσαριθμικού παιδιού. Αθήνα: Γρηγόρη.
83. Μάρκου, Σ. (1998). Δυσλεξία: Αριστεροχειρία – Κινητική Αδεξιότητα – Υπερκινητικότητα. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.



84. Μαυρομάτη, Θ. (1999). Η διδασκαλία της ορθογραφίας με εικονογραφήματα. Αθήνα: Εκδ. Ελληνικά Γράμματα.
85. Μπαταργιάς, Τ. (2020). Γνωστική ανάπτυξη: Οι θεωρίες των Piaget, Vygotsky και της επεξεργασίας πληροφοριών. Επιστημονικό Περιοδικό Σ.Κ.Ε.Ψ.Υ.
86. Μπαφαλούκα, Μ. (2011). Μαθησιακές Δυσκολίες. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
87. Μπιτζαράκης, Π. (1990). Σεμινάριο: Μαθησιακές Δυσκολίες. Σύγχρονες απόψεις και τάσεις. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
88. Νικολάου-Παπαναγιώτου, Α. (2001). Σύγχρονη αντιμετώπιση νοητικών, γλωσσικών και κινητικών διαταραχών στα παιδιά. Παιδιατρική, Τευχ. 64.
89. Πατσιομίτου, Σ. (2020). Διδακτική και διδασκαλία των μαθηματικών: Από τη θεωρία στην πράξη με χρήση λογισμικών. Αθήνα: Εκδόσεις ΑΓΓΕΛΑΚΗ.
90. Πασχαλίδου, Π., & Ρίζου, Κ. (2019). Μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά και η υποστήριξή τους στην τάξη: Γνώσεις και αντιλήψεις εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Unpublished undergraduate thesis). Τμήμα Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Αλεξανδρούπολη, Ελλάδα.
91. Τζιβνίκου, Σ. (2015). Μαθησιακές Δυσκολίες: Διδακτικές Παρεμβάσεις. ΣΕΑΒ. ISBN: 978-960-603-500-5.
92. Τζουριάδου, Μ., Μίχου, Μ., Λεβάντη, Ε., Καλλινικάκη, Θ., Σακελαρίου, Γ., Καρανάνος, Γ., Μπιτζαράκης, Π., Νικόδημος, Σ., Παπαθεοφίλου, Ρ., Στρωματάς, Ν., & Ελληνική Εταιρεία Ψυχικής Υγιεινής και Νευροψυχιατρικής του Παιδιού. (1990). Σεμινάριο: Μαθησιακές Δυσκολίες. Σύγχρονες απόψεις και τάσεις. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
93. Τσιακαλίδου, Α. (2021). Η σημασία της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης στη σύγχρονη εκπαίδευση: Μια προοπτική ανασκόπηση. Εκπαιδευτική Πολιτική και Ανάπτυξη, 19, 67-82. <https://doi.org/10.11234/2021-05-01-02>. Τελευταία ανάκτηση (12/4/2024).
94. Τσιάντης, Γ., & Μανωλόπουλος, Σ. (Επιμελ.). (1988). Σύγχρονα θέματα Παιδοψυχιατρικής. Αθήνα: Εκδ. Καστανιώτη, τόμος Β΄.
95. Τσομπόλη, Ε. (2017). Μαθησιακές Δυσκολίες- Δυσαριθμησία. Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης, 2016(2), 1308–1322. <https://doi.org/10.12681/edusc.1011>. Τελευταία ανάκτηση (4/3/2024).
96. Φλωράτου, Μ. (1992). Μαθησιακές Δυσκολίες και όχι Τεμπελιά. Αθήνα: Εκδ. Οδυσσέας.
97. Braining.gr. (n.d.). Η συνεισφορά των νευροεπιστημών στο πεδίο της ειδικής αγωγής. Retrieved from <https://braining.gr/blog/>. Τελευταία ανάκτηση (5/4/2024).

98. Ζερβός, Γ. (2019). Κλάσματα. Ανακτήθηκε από: [https://anoixtosxoleio.weebly.com/uploads/8/4/5/6/8456554/klasmata\\_2019.pdf](https://anoixtosxoleio.weebly.com/uploads/8/4/5/6/8456554/klasmata_2019.pdf) Τελευταία ανάκτηση (10/3/2024).
99. Καραπέτσας, Α.Β. Νευροψυχολογία και ειδικές διαταραχές μάθησης. Ανακτήθηκε από: <http://archive.eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SEAC290/4ΔΥΣΛΕΞΙΑ%20ΚΑΙ%20ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ.pdf> Τελευταία ανάκτηση (5/2/2024).
100. Σίγκου, Ε. Πώς μαθαίνει το παιδί σας; – Οι διαφορετικοί τύποι μάθησης!. Ανακτήθηκε από: <https://www.parentshelp.gr/πώς-μαθαίνει-το-παιδί-σας-οι-διαφορετ/> Τελευταία ανάκτηση (12/3/2024).

## Πηγές εικόνων

Εικόνα1: <https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/47491/16722.pdf?sequence=1&isAllowed=y> . Τελευταία ανάκτηση (6/07/2024).

Εικόνα2: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobes\\_of\\_the\\_brain\\_el.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lobes_of_the_brain_el.svg) . Τελευταία ανάκτηση (3/7/2024).

Εικόνα3: <https://blogs.sch.gr/gdarakis> . Τελευταία ανάκτηση (16/07/2024).

Εικόνα4: <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0028393211002533-gr2.jpg> . Τελευταία ανάκτηση (16/07/2024).

Εικόνα5: <https://miaandmae.com/product/edx-education-fraction-tiles-1-to-12th-printed-51pcs/>  
Τελευταία ανάκτηση (20/06/2024).

Εικόνα6: <https://www.why.gr/wp-content/uploads/2022/08/ezgif.com-gif-maker-10.png>  
Τελευταία ανάκτηση (17/07/2024).

Εικόνα7: [https://woodicrafts.com/wp-content/uploads/2022/03/TO077\\_21.jpg](https://woodicrafts.com/wp-content/uploads/2022/03/TO077_21.jpg) . Τελευταία ανάκτηση (19/07/2024).

Εικόνα8:[https://a.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/028056/28056770/20220406164919\\_tanqr\\_am.jpeg](https://a.scdn.gr/images/sku_main_images/028056/28056770/20220406164919_tanqr_am.jpeg) . Τελευταία ανάκτηση (20/6/2024).

Εικόνα9:[https://b.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/003960/3960151/20211228092612\\_hape\\_a\\_vakas\\_arithmitirio\\_e0412\\_rainbow\\_100\\_mpilies\\_me\\_enallagi\\_dekadas\\_ana\\_chroma.jpeg](https://b.scdn.gr/images/sku_main_images/003960/3960151/20211228092612_hape_a_vakas_arithmitirio_e0412_rainbow_100_mpilies_me_enallagi_dekadas_ana_chroma.jpeg) .  
Τελευταία ανάκτηση (20/06/2024).