



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΕΣ ΣΠΟΥΔΕΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μια μελέτη για την επιρροή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης (Νευροεκπαίδευσης) στη Μαθηματική Εκπαίδευση και διερεύνηση των δυνατοτήτων για την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά ή/και τη συνεισφορά της για την εκπαίδευση χαρισματικών μαθητών.

ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΤΣΙΡΤΣΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής Α: Ευγένιος Αυγερινός

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια Β: Ρίτα Παναούρα

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ,

2026

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί προϊόν προσωπικής εργασίας, ενώ για τη συγγραφή της χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά οι πηγές που αναφέρονται στις βιβλιογραφικές αναφορές. Τα σημεία στα οποία έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευκρινώς στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή των πηγών. Δηλώνω επίσης ότι τα στοιχεία που παρατίθενται στην παρούσα εργασία και προκύπτουν από την ερευνητική διαδικασία (ερωτηματολόγια σε εκπαιδευτικούς και μαθητές) είναι αληθή και έχουν συλλεχθεί σύμφωνα με τους κανόνες της δεοντολογίας της έρευνας.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει τη σημασία της νευροεπιστήμης στη διδασκαλία των μαθηματικών, εστιάζοντας στις μαθησιακές δυσκολίες, όπως η δυσαριθμησία, καθώς και στις ανάγκες των χαρισματικών μαθητών. Μέσω της ανάλυσης πρόσφατων ερευνών σχετικά με τη νευροαπεικόνιση και τις γνωστικές διαδικασίες, προτείνεται η εφαρμογή νευροεπιστημονικών ευρημάτων για την ανάπτυξη διδακτικών στρατηγικών που θα βελτιώσουν την εκπαίδευση. Η εργασία καταδεικνύει την ανάγκη για διασύνδεση μεταξύ της εκπαιδευτικής πολιτικής και της νευροεπιστήμης, προκειμένου να παρέχονται κατάλληλες παρεμβάσεις και να ενισχύεται η μαθησιακή ικανότητα των μαθητών, επισημαίνοντας τη σημασία της συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών και νευροεπιστημόνων.

Λέξεις-κλειδιά

Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη, Νευροεκπαίδευση, Μαθηματική Εκπαίδευση, Δυσαριθμησία, Χαρισματικοί Μαθητές, Μαθησιακές Δυσκολίες, Διδακτικές Στρατηγικές.

Abstract

This thesis explores the significance of neuroscience in mathematics education, focusing on learning difficulties, such as dyscalculia, and the needs of gifted students. By analyzing recent research on neuroimaging and cognitive processes, this work proposes the application of neuroscientific findings to develop teaching strategies aimed at improving educational outcomes. It highlights the necessity for integration between educational policy and neuroscience to provide appropriate interventions and enhance students' learning abilities, emphasizing the importance of collaboration between educators and neuroscientists.

Keywords

Educational Neuroscience, Neuroeducation, Mathematics Education, Dyscalculia, Gifted Students, Learning Disabilities, Teaching Strategies.

Πρόλογος & Ευχαριστίες

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στα Μαθηματικά της Σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Το αντικείμενο της μελέτης επικεντρώνεται στη διασύνδεση της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης με τη Μαθηματική Εκπαίδευση, ένα πεδίο που τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη και προσφέρει νέες προοπτικές στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τις μαθηματικές έννοιες.

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλαν στην υλοποίησή της.

Πρωτίστως, εκφράζω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη προς τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Ευγένιο Αυγερινό, για την καθοδήγηση, την επιστημονική υποστήριξη και την πολύτιμη εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Επίσης, ευχαριστώ θερμά την Επιβλέπουσα Καθηγήτρια, κ. Ρίτα Παναούρα, για τις καίριες παρατηρήσεις και τις συμβουλές της που βοήθησαν στη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και την ενθάρρυνση που μου προσέφεραν σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1: Νευροεπιστήμη.....	11
1.1 Ιστορική αναδρομή	11
1.2 Εξέλιξη της Νευροεπιστήμης	14
1.3 Ο εγκέφαλος, η μνήμη και η λειτουργία τους	15
1.4 Η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη	23
Κεφάλαιο 2: Μαθησιακές δυσκολίες και χαρισματικοί μαθητές.....	27
2.1 Μαθησιακές δυσκολίες.....	27
2.2 Δυσαριθμησία	35
2.3 Χαρισματικοί μαθητές	36
2.4 Συνεισφορά της Νευροεκπαίδευσης στη Διδασκαλία των Μαθηματικών	39
Κεφάλαιο 3: Ερωτηματολόγιο, σχολιασμός και συμπεράσματα	44
3.1 Συλλογή δεδομένων.....	44
3.2 Πιλοτική έρευνα	44
3.3 Επεξεργασία δεδομένων	45
3.4 Πληθυσμός της μελέτης.....	45
3.5 Περιορισμοί της μελέτης	47
3.6 Σχολιασμός ερωτηματολογίου	48
3.7 Συμπεράσματα της ποσοτικής μελέτης.....	84
3.8 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	86
Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	87
Παράρτημα	91

Παρουσίαση του θέματος

Η διπλωματική εργασία εξετάζει τη συμβολή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη διδασκαλία των Μαθηματικών, εστιάζοντας στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών και στην υποστήριξη χαρισματικών μαθητών. Μέσα από μια ιστορική και θεωρητική προσέγγιση, η εργασία αναλύει τις σύγχρονες διδακτικές πρακτικές και τις εφαρμογές της νευροεκπαίδευσης. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις μεθόδους που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατανόηση και βελτίωση της μαθηματικής σκέψης, καθώς και στην αξιοποίηση των νευροεπιστημονικών ευρημάτων για την ανάπτυξη αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών. Η εργασία διερευνά επίσης τη σχέση μεταξύ εγκεφαλικών λειτουργιών και γνωστικών διεργασιών, προτείνοντας την εφαρμογή νευροεπιστημονικών δεδομένων για την καλύτερη κατανόηση των μαθησιακών διαδικασιών. Μέσω της ανάλυσης πρόσφατων ερευνών, αναδεικνύεται η σημασία της διασύνδεσης μεταξύ διδασκαλίας και νευροεπιστήμης. Συνολικά, η εργασία προτείνει μια ολιστική προσέγγιση που ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και νευροεπιστημόνων, με στόχο τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας και την προώθηση καινοτόμων στρατηγικών.

- **Σημασία της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης στη διδασκαλία των μαθηματικών**

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη παίζει σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία των μαθηματικών, καθώς προσφέρει βαθύτερη κατανόηση των γνωστικών διεργασιών που εμπλέκονται στη μαθηματική σκέψη. Με τη χρήση νευροεπιστημονικών ευρημάτων, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αναπτύξουν εξατομικευμένες διδακτικές στρατηγικές που ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, ενισχύοντας τη μάθηση και τη δημιουργικότητα. Η κατανόηση των εγκεφαλικών λειτουργιών επιτρέπει την αποτελεσματική αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών και υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. Επιπλέον, η νευροεκπαίδευση προάγει τη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και επιστημόνων, οδηγώντας σε μια πιο καινοτόμο προσέγγιση, που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της εποχής.

- **Σκοπός και στόχοι της μελέτης**

Ο σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει τη συμβολή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη βελτίωση της Μαθηματικής Διδασκαλίας. Στοχεύει να αναδείξει πώς η Νευροεκπαίδευση μπορεί να εφαρμοστεί για τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας, προσεγγίζοντας το θέμα μέσα από μια διεπιστημονική οπτική. Η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη, ως πεδίο που ενώνει τη γνώση της νευροεπιστήμης με τις εκπαιδευτικές πρακτικές, προσφέρει νέες προοπτικές για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές μαθαίνουν τα μαθηματικά και πώς μπορούν να ξεπεραστούν οι μαθησιακές δυσκολίες. Μέσα από την ανάλυση σύγχρονων ερευνών και δεδομένων, επιδιώκεται να εντοπιστούν οι βασικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στη μαθηματική σκέψη και να προταθούν εκπαιδευτικές τεχνικές που στοχεύουν στη βελτίωση της απόδοσης των μαθητών. Συνοψίζοντας, οι στόχοι της μελέτης δεν περιορίζονται στην απλή διερεύνηση της θεωρίας, αλλά επεκτείνονται στην πρακτική εφαρμογή των ευρημάτων, με έμφαση στην προσαρμογή της διδασκαλίας στις ατομικές ανάγκες των μαθητών και στην προώθηση μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής κουλτούρας. Αυτή η προσέγγιση αναδεικνύει τη σημασία του συνδυασμού επιστημονικής γνώσης και εκπαιδευτικής πρακτικής για τη βελτίωση της μαθηματικής εκπαίδευσης και τη δημιουργία ίσων ευκαιριών για όλους τους μαθητές.

Στόχοι

Η παρούσα μελέτη, με επίκεντρο τη συμβολή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη βελτίωση της Μαθηματικής Διδασκαλίας, θέτει ως βασικό της στόχο την ανάδειξη καινοτόμων πρακτικών που μπορούν να ενισχύσουν τη μαθησιακή εμπειρία. Οι στόχοι της μελέτης είναι πολυδιάστατοι και αλληλοσυμπληρούμενοι, αντανakλώντας τόσο τις σύγχρονες εκπαιδευτικές προκλήσεις όσο και τις δυνατότητες που προσφέρει η διεπιστημονική προσέγγιση.

1. Ανάλυση σύγχρονων διδακτικών πρακτικών: Ένας βασικός στόχος είναι η διερεύνηση των τρεχουσών μεθόδων διδασκαλίας των μαθηματικών και ο τρόπος με τον οποίο τα ευρήματα της νευροεπιστήμης μπορούν να ενσωματωθούν σε αυτές. Η ανάλυση αυτή αποσκοπεί στο να εντοπιστούν ισχυρά και αδύναμα σημεία των παραδοσιακών μεθόδων, προτείνοντας παράλληλα πρακτικές που βασίζονται σε αποδεδειγμένες νευροεπιστημονικές αρχές. Επιδιώκεται η γεφύρωση

του χάσματος ανάμεσα στη θεωρητική γνώση και την πράξη, με στόχο να καταστούν οι διδακτικές πρακτικές πιο αποτελεσματικές και προσαρμοσμένες στις ανάγκες των μαθητών.

2. Υποστήριξη μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες: Η μελέτη εστιάζει στην ανάπτυξη και αξιολόγηση στρατηγικών που βοηθούν στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών, ιδιαίτερα εκείνων που σχετίζονται με τη μαθηματική σκέψη. Μέσω της κατανόησης των εγκεφαλικών διεργασιών που εμπλέκονται στη μάθηση, μπορούν να διαμορφωθούν εξατομικευμένες παρεμβάσεις, οι οποίες ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε μαθητή. Η προσέγγιση αυτή συμβάλλει στη μείωση των αποκλεισμών και στη διασφάλιση ίσων ευκαιριών μάθησης.

3. Ενίσχυση χαρισματικών μαθητών: Ένας επιπλέον στόχος είναι η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών που προάγουν τη δημιουργικότητα και την κριτική σκέψη, ιδιαίτερα για τους χαρισματικούς μαθητές. Η μελέτη προτείνει τεχνικές που ενισχύουν την ενασχόληση με σύνθετα μαθηματικά προβλήματα και την ανάπτυξη υψηλού επιπέδου δεξιοτήτων. Η αναγνώριση και η καλλιέργεια των ιδιαίτερων ικανοτήτων των μαθητών αυτών συμβάλλει στη συνολική αναβάθμιση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

4. Προώθηση της συνεργασίας εκπαιδευτικών και νευροεπιστημόνων: Τέλος, η μελέτη στοχεύει στην ενίσχυση της διασύνδεσης μεταξύ των εκπαιδευτικών και των ειδικών στις νευροεπιστήμες. Η συνεργασία αυτή μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη καινοτόμων και επιστημονικά τεκμηριωμένων διδακτικών στρατηγικών, καθώς και στη δημιουργία ενός πλαισίου συνεχούς επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών. Η ανταλλαγή γνώσης και εμπειρίας μεταξύ των δύο αυτών πεδίων θεωρείται απαραίτητη για τη διαμόρφωση ενός εκπαιδευτικού συστήματος που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της εποχής.

Αναγκαιότητα της μελέτης: Γενική και ειδικά στον εκπαιδευτικό τομέα

Η αναγκαιότητα αυτής της μελέτης έγκειται σε βασικούς παράγοντες, όπως η βελτίωση της εκπαιδευτικής πρακτικής. Η ενσωμάτωση της νευροεπιστημονικής γνώσης στην εκπαίδευση μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές διδακτικές προσεγγίσεις, προσαρμοσμένες στις γνωστικές λειτουργίες των μαθητών. Η αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών και η κατανόηση των νευρικών μηχανισμών που εμπλέκονται στη μάθηση μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό και την αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών, προσφέροντας εξατομικευμένες λύσεις. Η μελέτη προωθεί την καινοτομία, ενσωματώνοντας σύγχρονες τεχνολογίες και μεθόδους, συμβάλλοντας στη δημιουργία ενός πιο δυναμικού και προσαρμοστικού εκπαιδευτικού συστήματος. Τα ευρήματα μπορούν να καθοδηγήσουν τη χάραξη πολιτικών που ενσωματώνουν επιστημονικά τεκμηριωμένες πρακτικές, βελτιώνοντας συνολικά το εκπαιδευτικό σύστημα.

1. Ερευνητικά ερωτήματα

1. Πώς μπορούν να συνδυαστούν διαφορετικοί επιστημονικοί κλάδοι για την εφαρμογή παρεμβάσεων σε χαρισματικούς μαθητές;
2. Πώς μπορούν να συνδυαστούν διαφορετικοί επιστημονικοί κλάδοι για την εφαρμογή παρεμβάσεων σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες;
3. Ποιες είναι οι απόψεις των εκπαιδευτικών για την επιρροή της νευροεπιστήμης στη διδασκαλία των Μαθηματικών;
4. Ποια είναι η επιρροή της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης στην πρόβλεψη ή στην αντιμετώπιση μαθησιακών διαταραχών;

2. Διδακτικές προσεγγίσεις

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να προτρέψουμε τον αναγνώστη να αναζητήσει και να αξιολογήσει την πλέον κατάλληλη διδακτική προσέγγιση ή ενίσχυση, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε μαθητή, είτε πρόκειται για χαρισματικούς είτε για μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Η συνεχής ενημέρωση γύρω από τις σύγχρονες στρατηγικές που έχει αναδείξει η νευροεκπαίδευση, όπου το περιεχόμενο και οι μέθοδοι προσαρμόζονται στις γνωστικές και συναισθηματικές ανάγκες

των μαθητών και η εφαρμογή πολυδιάστατων μεθόδων διδασκαλίας μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βέλτιστη εκπαιδευτική εμπειρία.

ΜΕΡΟΣ 1

Κεφάλαιο 1: Νευροεπιστήμη

1.1 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορική αναδρομή της κατανόησης του νου και της γνώσης ξεκινά αναπόφευκτα από την αρχαία ελληνική σκέψη, η οποία δεν αναπτύχθηκε σε κενό, αλλά αλληλεπίδρασε με τις παραδόσεις των Αιγυπτίων, των Χαλδαίων και των Φοινίκων. Κεντρική φιγούρα σε αυτή την πρώιμη περίοδο υπήρξε ο Πυθαγόρας, ο οποίος εισήγαγε την επαναστατική ιδέα ότι «τα πάντα είναι αριθμοί» (ἀριθμῶ δέ τε πάντ' ἐπέοικεν). Για τους Πυθαγόρειους, οι αριθμοί δεν ήταν απλά εργαλεία μέτρησης, αλλά η ίδια η ουσία της πραγματικότητας, διαθέτοντας φυσικές, ηθικές και θεολογικές ιδιότητες. Αυτή η θεώρηση αποτέλεσε το πρώτο ιστορικό θεμέλιο για την πεποίθηση ότι υπάρχει μια έμφυτη μαθηματική δομή στο σύμπαν και, κατ' επέκταση, στον ανθρώπινο εγκέφαλο (Fokas & Moutsopoulos, 2010).

Ο Πλάτωνας εξέλιξε αυτές τις ιδέες, τοποθετώντας τα μαθηματικά σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο πραγματικότητας (διάνοια) που λειτουργεί ως γέφυρα ανάμεσα στον αισθητό κόσμο και τον κόσμο των ιδεών. Η ιστορική σημασία της πλατωνικής σκέψης έγκειται στην παραδοχή ότι η μάθηση δεν είναι η απόκτηση νέας πληροφορίας από το μηδέν, αλλά μια διαδικασία «ανάμνησης» μιας προϋπάρχουσας, έμφυτης γνώσης που βρίσκεται ήδη στην ψυχή (Fokas & Moutsopoulos, 2010).

Χαρακτηριστικό ιστορικό παράδειγμα αποτελεί ο διάλογος Μένων, όπου ο Σωκράτης, μέσω της μαιευτικής μεθόδου, καθοδηγεί έναν αμόρφωτο δούλο να ανακαλύψει γεωμετρικά θεωρήματα, αποδεικνύοντας ότι οι βασικές μαθηματικές έννοιες προϋπάρχουν στον νου. Αυτή η *a priori* γνώση, σύμφωνα με τους νεοπλατωνικούς, απαιτεί μόνο ένα μικρό εξωτερικό ερέθισμα για να ενεργοποιηθεί, μια θέση που προαναγγέλλει τις σύγχρονες θεωρίες για τις βιολογικές προδιαθέσεις του εγκεφάλου.

Στον αντίποδα της πλατωνικής ιδεαλιστικής παράδοσης, ο Αριστοτέλης εισήγαγε μια πιο εμπειρική προσέγγιση, υποστηρίζοντας ότι οι μαθηματικές έννοιες δεν είναι έμφυτες αλλά προκύπτουν μέσω της αφαίρεσης από τα αισθητά αντικείμενα. Η ιστορική αυτή σύγκρουση

συνεχίστηκε στους νεότερους χρόνους με τον John Locke, ο οποίος πρότεινε ότι ο ανθρώπινος νους είναι ένας «άγραφος χάρτης» (tabula rasa), ο οποίος γεμίζει μόνο μέσω της εμπειρίας.

Ωστόσο, η εξέλιξη της επιστήμης έδειξε ότι ακόμη και οι εμπειρικές προσεγγίσεις αναγνωρίζουν την ύπαρξη ορισμένων καθολικών αληθειών που είναι προφανείς σε όλους, όπως τα μαθηματικά αξιώματα. Η ιστορική συμβολή του Ευκλείδη με τα Στοιχεία του υπήρξε καθοριστική, καθώς μετέτρεψε την πλατωνική φιλοσοφία σε ένα αυστηρό επιστημονικό σύστημα βασισμένο σε αξιώματα, επηρεάζοντας βαθύτατα μεταγενέστερους στοχαστές όπως ο Κέπλερ, ο Νεύτωνας και ο Καρτέσιος.

Η ιστορία της μαθηματικής σκέψης πέρασε σε μια νέα φάση με τον Γαλιλαίο, ο οποίος κατανόησε ότι οι νόμοι της φύσης είναι γραμμένοι σε μαθηματική γλώσσα. Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στην υπόνοια ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος πρέπει να έχει εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να «μεταφράζει» τον κόσμο μέσω μαθηματικών σχέσεων. Το 1931, το θεώρημα του Gödel κατέδειξε ότι κανένα μαθηματικό σύστημα δεν είναι πλήρες, ενισχύοντας την άποψη ότι τα μαθηματικά έχουν μια αντικειμενική υπόσταση ανεξάρτητη από τον ανθρώπινο νου, την οποία εμείς απλώς ανακαλύπτουμε (Fokas & Moutsopoulos, 2010).

Στο σύγχρονο επίπεδο, η νευροεπιστήμη έρχεται να επιβεβαιώσει ιστορικές φιλοσοφικές διαισθήσεις μέσω πειραματικών δεδομένων. Η μελέτη φυλών όπως οι Mundurucu στον Αμαζόνιο απέδειξε ότι ο άνθρωπος διαθέτει μια έμφυτη ικανότητα για προσεγγιστική αριθμητική, η οποία λειτουργεί ανεξάρτητα από τη γλώσσα ή την εκπαίδευση. Αυτό υποδηλώνει ότι η εξέλιξη (κατά τον Δαρβίνο) έχει εφοδιάσει τον εγκέφαλό μας με νευρωνικά κυκλώματα προγραμματισμένα για μαθηματική επεξεργασία.

Ιδιαίτερο ιστορικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η σύνδεση της πλατωνικής ιδέας για την *a priori* γνώση του χώρου με την ανακάλυψη των «κυττάρων θέσης» στον ιππόκαμπο από τον John O'Keefe. Αυτά τα κύτταρα δημιουργούν έναν εσωτερικό χάρτη του εξωτερικού περιβάλλοντος, αποδεικνύοντας ότι η ικανότητα αναπαράστασης του χώρου είναι έμφυτη.

Συμπερασματικά, η ιστορική διαδρομή από τον Πυθαγόρα και τον Πλάτωνα μέχρι τις σύγχρονες τεχνικές νευροαπεικόνισης (fMRI, PET, EEG) αναδεικνύει μια συνεχή προσπάθεια κατανόησης του πώς ο εγκέφαλος «παράγει» μαθηματικά. Η σύγχρονη νευροεπιστήμη δεν καταργεί τη φιλοσοφία, αλλά παρέχει το βιολογικό πλαίσιο για να απαντηθεί το παλαιό πλατωνικό ερώτημα:

πώς είναι δυνατόν οι άνθρωποι, με τόσο περιορισμένη επαφή με τον κόσμο, να γνωρίζουν τόσα πολλά; (Fokas & Moutsopoulos, 2010).

Η μελέτη του νευρικού συστήματος, γνωστή ως νευροεπιστήμη, έχει τις απαρχές της στην αρχαία Αίγυπτο, όπου η διαδικασία ταρίχευσης έδωσε τις πρώτες ενδείξεις για την εγκεφαλική ανατομία. Στην αρχαία Ελλάδα, σημαντικές προσωπικότητες όπως ο Ιπποκράτης άρχισαν να συνδέουν τον εγκέφαλο με τις αισθήσεις και τη σκέψη, κάτι που αντιπαρατίθεται με την τότε αντίληψη που τοποθετούσε την καρδιά ως κέντρο της ψυχής και των αναμνήσεων. Ο Αριστοτέλης, από την άλλη, θεωρούσε την καρδιά το διανοητικό κέντρο, ενώ έβλεπε τον εγκέφαλο ως όργανο ψύξης του αίματος.

Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα, Άραβες επιστήμονες συνέχισαν να εξερευνούν θέματα σχετικά με τον εγκέφαλο, ενώ η Αναγέννηση έφερε νέες τεχνικές για τη μελέτη του, οδηγώντας σε σημαντική πρόοδο. Ο Γαληνός, βασιζόμενος σε ανατομικές παρατηρήσεις, ανέπτυξε θεωρίες για τις διαφορές λειτουργίας μεταξύ των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και της παρεγκεφαλίδας, αποδίδοντας αισθητικές και κινητικές λειτουργίες στη ροή υγρών.

Μέχρι τον 17ο αιώνα, ο υδραυλικός μηχανισμός του Descartes προσπαθούσε να εξηγήσει τη λειτουργία του εγκεφάλου, θεωρώντας ότι οι ανθρώπινες διανοητικές ικανότητες υπήρχαν ανεξάρτητα από το φυσικό σώμα. Από τα τέλη του 18ου αιώνα, η λεπτομερής ανάλυση της ανατομίας του νευρικού συστήματος οδήγησε στην κατανόηση της δομής του, με τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό να θεωρούνται κεντρικά στοιχεία.

Σημαντικές ανακαλύψεις, όπως η ηλεκτρική διεγερσιμότητα των μυών και νευρώνων από επιστήμονες όπως οι Luigi Galvani και Hermann von Helmholtz, επέτρεψαν την ανάπτυξη της θεωρίας του νευρώνα από τον Santiago Ramón y Cajal. Αυτή η θεωρία, μαζί με τις ανακαλύψεις των Paul Broca και Carl Wernicke για τις εγκεφαλικές περιοχές που συνδέονται με το λόγο, έθεσαν τα θεμέλια για τη σύγχρονη νευροεπιστήμη.

Κατά τον 20ό αιώνα, η νευροεπιστήμη αναγνωρίστηκε ως ανεξάρτητος ακαδημαϊκός κλάδος, υποστηριζόμενη από εξελίξεις στις διαγνωστικές και απεικονιστικές τεχνικές, στην τεχνητή νοημοσύνη και στη μαθηματική μοντελοποίηση. Αυτές οι καινοτομίες ανέδειξαν την πολυπλοκότητα του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος, καθιστώντας τη λειτουργία του εγκεφάλου ένα από τα πιο σημαντικά ερευνητικά ζητήματα παγκοσμίως. Η κατανόηση των

βασικών βιολογικών, φυσικών και μαθηματικών αρχών που διέπουν τη λειτουργία του νευρικού συστήματος είναι ουσιώδης για την περαιτέρω εξέλιξη στο πεδίο της νευροεπιστήμης. Η διερεύνηση του εγκεφάλου προκαλεί μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον, καθώς οι δυνατότητες που ανοίγονται για θεραπευτικές εφαρμογές είναι εξαιρετικά υποσχόμενες. (Σκουρολιάκου, 2025)

1.2 Εξέλιξη της Νευροεπιστήμης

Η εξέλιξη της νευροεπιστήμης έχει υπάρξει μια μακρά και συναρπαστική πορεία, γεμάτη με σημαντικές ανακαλύψεις και εξελίξεις που έχουν διαμορφώσει την κατανόησή μας για τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Η ιστορία της αρχίζει από την αρχαιότητα, όταν ο εγκέφαλος θεωρούνταν ένα «μαύρο κουτί» που δεχόταν ερεθίσματα από το περιβάλλον και προκαλούσε απαντήσεις (Καφετζόπουλος, 1995). Οι νευροεπιστήμες, αν και αποτελούν ένα νέο επιστημονικό πεδίο, βασίζονται στην αρχαία περιέργεια του ανθρώπου να κατανοήσει τη σκέψη και την ψυχή. Από τις πρωτόγονες κοινωνίες, ο εγκέφαλος θεωρούνταν η έδρα της ψυχής, με την κρανιοτομή να αποτελεί απόδειξη του ενδιαφέροντος για τη θεραπεία ασθενειών μέσω επεμβατικών μεθόδων (Gross, 1998).

Στην αρχαία Ελλάδα, αναπτύχθηκαν δύο κύριες θεωρίες: η καρδιοκεντρική θεωρία, που τοποθετούσε τις ψυχικές ικανότητες στην καρδιά, υποστηριζόμενη από φιλοσόφους όπως ο Αριστοτέλης, και η εγκεφαλοκεντρική θεωρία, που υποστήριζε ότι ο εγκέφαλος ήταν το κέντρο της σκέψης, με υποστηρικτές όπως ο Αλκμαίων ο Κροτωνιάτης και ο Ιπποκράτης (Gross, 1998). Κατά την ελληνιστική και ρωμαϊκή περίοδο, έγιναν σημαντικές ανακαλύψεις στην ανατομία του εγκεφάλου από ιατρούς όπως ο Ηρόφιλος και ο Ερασίστρατος (Καφετζόπουλος, 1995). Ο Descartes έθεσε το ζήτημα του δυϊσμού, διαχωρίζοντας τη σωματική από την ψυχική υπόσταση, ένα θέμα που συνεχίζει να επηρεάζει τη φιλοσοφία και τις νευροεπιστήμες (Καφετζόπουλος, 1995). Η ανακάλυψη του Pierre Paul Broca το 1861, ότι η ομιλία εντοπίζεται στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου, αποτέλεσε σταθμό για τις νευροεπιστήμες, και έθεσε το ερώτημα αν ο εγκέφαλος λειτουργεί ως ενιαίο σύνολο ή αν οι ψυχικές λειτουργίες είναι κατανεμημένες σε συγκεκριμένα μέρη (Καφετζόπουλος, 1995; Παναγής & Δαφέρμος, 2020).

Σήμερα, η επιστήμη έχει δείξει ότι ο εγκέφαλος αποτελείται από περιοχές που λειτουργούν αυτόνομα αλλά και συνεργατικά, υποστηρίζοντας την πολύπλοκη νοητική λειτουργία. Η πρόοδος

των νευροεπιστημών είναι ραγδαία, αλλά η πλήρης κατανόηση των εγκεφαλικών λειτουργιών παραμένει μια σημαντική πρόκληση (Παναγής & Δαφέρμος, 2020). Η κατανόηση αυτών των μηχανισμών είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη νέων θεραπευτικών μεθόδων και την ενίσχυση της εκπαιδευτικής πρακτικής, υπογραμμίζοντας τη σημασία της συνεχούς έρευνας και ανακάλυψης στον τομέα αυτό (Gross, 1998).

Η πρόοδος της νευροεπιστήμης έχει υπάρξει εντυπωσιακή, με σημαντικές ανακαλύψεις που σχετίζονται με τη λειτουργία του εγκεφάλου, την πλαστικότητα των νευρώνων και τη σύνδεση των αισθήσεων με τις ψυχικές διαδικασίες. Ωστόσο, παρά την πρόοδο αυτή, οι νευροεπιστήμονες αναγνωρίζουν ότι υπάρχει ακόμα πολύς δρόμος να διανυθεί προκειμένου να αποκωδικοποιηθεί πλήρως η λειτουργία του εγκεφάλου. Η εξέλιξη της Μαθηματικής Εκπαίδευσης συνεχίζεται, με έμφαση στη διαθεματική προσέγγιση και την ενσωμάτωση της Νευροεκπαίδευσης, προσφέροντας νέες ευκαιρίες για την κατανόηση και τη διδασκαλία των μαθηματικών.

1.3 Ο εγκέφαλος, η μνήμη και η λειτουργία τους

Ο συνειρμικός φλοιός είναι οι περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού που εκτελούν ανώτερες γνωστικές λειτουργίες, όπως η σκέψη, η μάθηση, και η μνήμη. Αυτές οι περιοχές συγκεντρώνουν πληροφορίες από αισθητηριακές (π.χ. οπτική, ακουστική) και κινητικές περιοχές του φλοιού, καθώς και από τον ιππόκαμπο, τον θάλαμο και το εγκεφαλικό στέλεχος. Η ολοκλήρωση αυτών των πληροφοριών είναι καθοριστική για την παραγωγή χρήσιμης συμπεριφοράς και την αντίληψη του περιβάλλοντος.

Η μνήμη αναφέρεται στην ικανότητα του νευρικού συστήματος να διατηρεί, να διαχειρίζεται και να ανακτά πληροφορίες που προσλαμβάνονται μέσω της μάθησης. Είναι θεμελιώδης γνωστική λειτουργία που εμπλέκει σχεδόν όλες τις περιοχές του εγκεφάλου. Η μάθηση ορίζεται ως η διεργασία πρόσληψης πληροφορίας ή συμπεριφορικής ικανότητας που απαιτεί τη δραστηριότητα συγκεκριμένων εγκεφαλικών περιοχών και συνεπάγεται τη δημιουργία βιολογικών αλλαγών στα εγκεφαλικά κύτταρα και δίκτυα, οι οποίες διαρκούν περισσότερο από την εμπειρία εκμάθησης (Παπαθεοδωρόπουλος, 2015).

Από νευροβιολογική άποψη, η μάθηση αναφέρεται στο σύνολο των διεργασιών μέσω των οποίων η εμπειρία επιδρά επί των δικτύων των νευρικών κυττάρων, δημιουργώντας νέες εσωτερικές αναπαραστάσεις ή αναδιοργανώνοντας προηγούμενες. Η μάθηση μπορεί να αφορά την πρόσληψη

πληροφορίας με ενσυνείδητο τρόπο, ενώ υπάρχουν μορφές μάθησης που δεν απαιτούν ενσυνείδητη επίγνωση (Παπαθεοδωρόπουλος, 2015). Μπορεί να είναι συνειρμική, δημιουργώντας συνδέσεις μεταξύ ερεθισμάτων, όπως στην κλασική εξαρτημένη μάθηση (Pavlov) και τη συντελεστική εξαρτημένη μάθηση (Skinner), ή μη συνειρμική, όπως η εξοικείωση και η ευαισθητοποίηση (Καφετζόπουλος, 1995).

Παρά το γεγονός ότι από τα μέσα του 19ου αιώνα ο Paul Broca είχε αποδείξει την εντόπιση της γλώσσας στον αριστερό μετωπιαίο λοβό, μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα ελάχιστοι επιστήμονες υποστήριζαν παρόμοιο εντοπισμό για άλλες νοητικές λειτουργίες (Καφετζόπουλος, 1995). Κατά τη δεκαετία του 1940, ο Wilder Penfield απέδειξε ότι ο ερεθισμός των κροταφικών λοβών προκαλούσε αναμνήσεις προηγούμενων εμπειριών. Ο ρόλος του κροταφικού λοβού επιβεβαιώθηκε από τη Brenda Milner μέσω της μελέτης του ασθενούς H.M., ο οποίος μετά από αμφοτερόπλευρη αφαίρεση των κροταφικών λοβών παρουσίασε απώλεια της ικανότητας σχηματισμού νέων μακρόχρονων αναμνήσεων, διατηρώντας όμως τις προεγχειρητικές αναμνήσεις (Καφετζόπουλος, 1995).

Τα ευρήματα αυτά αποκάλυψαν δύο διακριτά συστήματα: την έκδηλη μνήμη, που κωδικοποιεί αυτοβιογραφικά συμβάντα και τεκμηριωμένη γνώση μέσω γνωστικών διεργασιών όπως η εκτίμηση και η σύγκριση, και την άδηλη μνήμη, που αφορά αντιληπτικές και κινητικές ικανότητες και εκδηλώνεται μέσω της συμπεριφορικής επίδοσης χωρίς ενσυνείδητη (Παπαθεοδωρόπουλος, 2015).

Ο ιππόκαμπος αποτελεί τη βασική δομή της έκδηλης μνήμης, λειτουργώντας ως παροδικός χώρος αποθήκευσης που επεξεργάζεται πληροφορίες για εβδομάδες ή μήνες και τις μεταφέρει στον φλοιό για μόνιμη αποθήκευση (Καφετζόπουλος, 1995). Η άδηλη μνήμη συνδέεται με ειδικά αισθητικά και κινητικά συστήματα, με τους πυρήνες της αμυγδαλής και την παρεγκεφαλίδα να διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελεί το κεντρικό όργανο μέσα από το οποίο εκφράζονται οι σκέψεις, τα συναισθήματα, οι πράξεις και γενικότερα η ανθρώπινη εμπειρία. Δεν λειτουργεί απομονωμένα, αλλά βρίσκεται σε συνεχή αλληλεπίδραση με το σώμα, τα αισθητηριακά ερεθίσματα, το περιβάλλον και τον πολιτισμό μέσα στον οποίο αναπτύσσεται το άτομο. Παρότι διαθέτει κληρονομημένους μηχανισμούς που έχουν διαμορφωθεί εξελικτικά, παραμένει ταυτόχρονα ένα εξαιρετικά εύπλαστο όργανο. Η πλαστικότητα αυτή είναι ιδιαίτερα έντονη στα πρώτα χρόνια της

ζωής, χωρίς όμως να εξαφανίζεται στην ενήλικη ή ακόμη και στην προχωρημένη ηλικία. Μέσα από τη μάθηση, την εμπειρία, την εκπαίδευση και την πολιτισμική επίδραση, ο εγκέφαλος μεταβάλλεται και αναδιοργανώνεται συνεχώς (Mora, 2021).

Η εγκεφαλική πλαστικότητα μπορεί να γίνει κατανοητή ως η ικανότητα του εγκεφάλου να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος και στις εμπειρίες του ατόμου. Οι αλλαγές αυτές δεν αφορούν μόνο την απόκτηση γνώσεων ή δεξιοτήτων, αλλά συνδέονται και με τη γενικότερη διαμόρφωση της συμπεριφοράς, της αντίληψης και της σχέσης του ανθρώπου με τον κόσμο. Ο εγκέφαλος επηρεάζεται τόσο από θετικές μαθησιακές εμπειρίες όσο και από τραυματικές ή ανεπαρκείς συνθήκες, όπως βλάβες, ατυχήματα, γενετικές διαταραχές, προβλήματα κατά τη γέννηση ή ελλείψεις στην πρώιμη εκπαίδευση και φροντίδα. Επομένως, η εκπαίδευση και το περιβάλλον δεν είναι εξωτερικοί παράγοντες άσχετοι με τη βιολογία του ατόμου, αλλά στοιχεία που μπορούν να επιδράσουν ουσιαστικά στη λειτουργία και την ανάπτυξη του εγκεφάλου (Mora, 2021).

Ο Mora τονίζει ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι αποτέλεσμα μιας μακράς εξελικτικής πορείας, μέσα από την οποία απέκτησε την ικανότητα όχι μόνο να προσαρμόζεται στο περιβάλλον, αλλά και να δημιουργεί πολιτισμό. Η βιολογική εξέλιξη πραγματοποιείται με αργούς ρυθμούς, ενώ η πολιτισμική εξέλιξη μπορεί να μεταβάλλεται πολύ ταχύτερα. Αυτό σημαίνει ότι ο άνθρωπος δεν προσαρμόζεται μόνο μέσω γενετικών μηχανισμών, αλλά και μέσω της μάθησης, της γλώσσας, της κοινωνικής ζωής και της εκπαίδευσης. Ο εγκέφαλος διαθέτει συστήματα που του επιτρέπουν να αναδιαμορφώνει τις λειτουργίες του ανάλογα με τις εμπειρίες που δέχεται, γεγονός που εξηγεί γιατί διαφορετικά άτομα μπορούν να αναπτύσσουν διαφορετικές δεξιότητες, αντιδράσεις και τρόπους σκέψης (Mora, 2021).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πλαστικότητας του εγκεφάλου αποτελεί η περίπτωση ατόμων που, λόγω ιδιαίτερων συνθηκών, αναπτύσσουν διαφορετικούς τρόπους επεξεργασίας των πληροφοριών. Άτομα με απώλεια όρασης ή ακοής μπορούν να αξιοποιήσουν εγκεφαλικές περιοχές με διαφορετικό τρόπο από αυτόν που συνηθίζεται, δείχνοντας ότι ο εγκέφαλος έχει την ικανότητα να αναδιοργανώνεται όταν αλλάζουν οι αισθητηριακές ανάγκες. Αντίστοιχα, επαγγέλματα ή δραστηριότητες που απαιτούν έντονη εξάσκηση, μνήμη ή ακρίβεια, όπως η μουσική εκτέλεση ή η συστηματική χωρική πλοήγηση, μπορούν να συνδέονται με λειτουργικές

και δομικές μεταβολές στον εγκέφαλο. Έτσι, η εμπειρία δεν αφήνει μόνο ψυχολογικά ή συμπεριφορικά ίχνη, αλλά αποτυπώνεται και σε νευρωνικό επίπεδο (Mora, 2021).

Η μάθηση, επομένως, δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως απλή συσσώρευση πληροφοριών. Κάθε ουσιαστική μαθησιακή διαδικασία συνεπάγεται μεταβολές στον εγκέφαλο. Αυτές οι αλλαγές δεν είναι πάντα άμεσα ορατές, καθώς πραγματοποιούνται σταδιακά και σε βάθος χρόνου. Ωστόσο, είναι πραγματικές και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο το άτομο αντιλαμβάνεται, θυμάται, σκέφτεται και δρα. Η εκπαίδευση, υπό αυτή την έννοια, δεν περιορίζεται στη μετάδοση γνώσεων, αλλά συμμετέχει στη διαμόρφωση του ίδιου του εγκεφαλικού υποστρώματος της μάθησης και της συμπεριφοράς (Mora, 2021).

Ιδιαίτερη σημασία έχει η ιδέα των «παραθύρων» ή κρίσιμων περιόδων ανάπτυξης. Υπάρχουν χρονικές φάσεις κατά τις οποίες ο εγκέφαλος είναι ιδιαίτερα δεκτικός σε ορισμένα ερεθίσματα και εμπειρίες. Για παράδειγμα, η γλωσσική ανάπτυξη και η ικανότητα διάκρισης ήχων επηρεάζονται έντονα από τα πρώιμα ακουστικά ερεθίσματα που δέχεται το παιδί. Όταν ένα παιδί εκτίθεται έγκαιρα στη γλώσσα, ο εγκέφαλός του οργανώνεται με τρόπο που διευκολύνει τη γλωσσική κατανόηση και παραγωγή. Αντίθετα, η απουσία κατάλληλων ερεθισμάτων σε κρίσιμες περιόδους μπορεί να δυσκολέψει σημαντικά την πλήρη ανάπτυξη ορισμένων ικανοτήτων αργότερα (Mora, 2021).

Η ίδια λογική ισχύει και για τη μάθηση ξένων γλωσσών. Τα μικρά παιδιά έχουν μεγαλύτερη ευκολία να διακρίνουν ήχους και να εσωτερικεύουν γλωσσικά μοτίβα, επειδή ο εγκέφαλός τους βρίσκεται σε φάση αυξημένης πλαστικότητας. Η πρώιμη έκθεση σε περισσότερες από μία γλώσσες μπορεί να οδηγήσει σε φυσικότερη κατάκτηση της προφοράς, της ακουστικής διάκρισης και της γλωσσικής δομής. Αντίθετα, η εκμάθηση μιας γλώσσας σε μεγαλύτερη ηλικία είναι ασφαλώς δυνατή, αλλά συχνά απαιτεί μεγαλύτερη προσπάθεια και δεν οδηγεί πάντα στο ίδιο επίπεδο φυσικότητας με την πρώιμη γλωσσική εμπειρία (Mora, 2021).

Ωστόσο, δεν διαθέτουν όλες οι δεξιότητες τον ίδιο βιολογικό χαρακτήρα. Η ομιλία στηρίζεται σε βαθύτερους εξελικτικούς μηχανισμούς του ανθρώπινου εγκεφάλου, ενώ η ανάγνωση και η γραφή είναι πολιτισμικές κατακτήσεις πολύ πιο πρόσφατες στην ιστορία του ανθρώπου. Γι' αυτό και η ανάγνωση δεν αναδύεται αυτόματα, αλλά χρειάζεται συστηματική διδασκαλία. Για να μάθει ένα παιδί να διαβάζει, πρέπει να συντονιστούν πολλές εγκεφαλικές λειτουργίες: η όραση, η ακουστική

επεξεργασία, η γλώσσα, η μνήμη, η προσοχή και η κατανόηση. Η εκπαιδευτική παρέμβαση, επομένως, είναι καθοριστική για την ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων (Mora, 2021).

Η πλαστικότητα του εγκεφάλου εξηγεί επίσης γιατί τα παιδιά δεν μαθαίνουν όλα με τον ίδιο ρυθμό ούτε με τον ίδιο τρόπο. Κάθε παιδί έχει τη δική του αναπτυξιακή πορεία, τις δικές του εμπειρίες και τις δικές του εγκεφαλικές ιδιαιτερότητες. Αυτό σημαίνει ότι η διδασκαλία δεν μπορεί να βασίζεται αποκλειστικά σε έναν ενιαίο και άκαμπτο τρόπο μετάδοσης της γνώσης. Αντίθετα, χρειάζεται να λαμβάνει υπόψη τις διαφορετικές ανάγκες, δυνατότητες και δυσκολίες των μαθητών. Η νευροεκπαίδευση προσφέρει στον εκπαιδευτικό ένα πλαίσιο κατανόησης αυτής της διαφοροποίησης, βοηθώντας τον να προσαρμόζει τη διδασκαλία με μεγαλύτερη ευαισθησία και αποτελεσματικότητα (Mora, 2021).

Σημαντικός είναι και ο ρόλος της επανάληψης, της προσοχής και του συναισθήματος στη μάθηση. Οι εμπειρίες που επαναλαμβάνονται, που έχουν νόημα για το παιδί και που συνοδεύονται από συναισθηματική εμπλοκή είναι πιθανότερο να αφήσουν ισχυρότερο αποτύπωμα στον εγκέφαλο. Η μάθηση δεν είναι απλώς μια ψυχρή γνωστική διαδικασία, αλλά συνδέεται με την περιέργεια, το ενδιαφέρον, την επιβράβευση και την προσωπική συμμετοχή. Όταν το παιδί μαθαίνει μέσα σε ένα περιβάλλον ασφάλειας, ενδιαφέροντος και κατάλληλης καθοδήγησης, ενεργοποιούνται μηχανισμοί που διευκολύνουν τη συγκέντρωση, τη μνήμη και την κατανόηση (Mora, 2021).

Από νευροβιολογική άποψη, η μάθηση συνδέεται με τη δημιουργία, την ενίσχυση ή την αποδυνάμωση νευρωνικών συνδέσεων. Οι συνάψεις μεταξύ των νευρώνων μεταβάλλονται ανάλογα με τη χρήση, την εμπειρία και την επανάληψη. Όταν μια γνώση ή δεξιότητα καλλιεργείται συστηματικά, ο εγκέφαλος ενισχύει τα σχετικά νευρωνικά κυκλώματα. Αντίθετα, συνδέσεις που δεν χρησιμοποιούνται μπορεί να αποδυναμώνονται. Με αυτόν τον τρόπο, η μάθηση αποκτά μια υλική βάση: δεν είναι μόνο αλλαγή στη συμπεριφορά ή στην επίδοση, αλλά και αλλαγή στη λειτουργική οργάνωση του εγκεφάλου (Mora, 2021).

Συνολικά, η προσέγγιση του Mora αναδεικνύει ότι η εκπαίδευση πρέπει να βασίζεται σε βαθύτερη γνώση του τρόπου με τον οποίο αναπτύσσεται και λειτουργεί ο εγκέφαλος. Η κατανόηση της πλαστικότητας, των κρίσιμων περιόδων, της σημασίας του περιβάλλοντος, της επανάληψης, του συναισθήματος και της εξατομίκευσης μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να σχεδιάσει πιο αποτελεσματικές μαθησιακές εμπειρίες. Η νευροεκπαίδευση δεν υποκαθιστά την παιδαγωγική, αλλά την εμπλουτίζει, προσφέροντας επιστημονικά τεκμηριωμένες γνώσεις για το πώς η

διδασκαλία μπορεί να επηρεάσει ουσιαστικά την ανάπτυξη, τη σκέψη και τη μάθηση των παιδιών (Mora, 2021).

Η μνήμη αποτελεί μία από τις βασικότερες λειτουργίες του ανθρώπινου εγκεφάλου, καθώς μέσω αυτής διατηρούμε όσα έχουμε μάθει και συγκροτούμε την προσωπική μας ταυτότητα. Χάρη στη μνήμη ο άνθρωπος μπορεί να αναγνωρίζει τον εαυτό του, να τοποθετείται μέσα στον κόσμο, να ανακαλεί εμπειρίες και να χρησιμοποιεί παλαιότερες γνώσεις στην καθημερινή ζωή. Η απώλεια της μνήμης, όπως συμβαίνει σε ορισμένες νευροεκφυλιστικές παθήσεις, δείχνει πόσο καθοριστικός είναι ο ρόλος της για τη συνέχεια της προσωπικότητας και της ανθρώπινης ύπαρξης (Mora, 2021).

Η μνήμη δεν είναι μια ενιαία και απλή λειτουργία, αλλά περιλαμβάνει διαφορετικά συστήματα και μορφές. Υπάρχουν αναμνήσεις που μπορούμε να ανακαλέσουμε συνειδητά και να τις εκφράσουμε με λόγια, όπως ένα γεγονός, μια συζήτηση ή μια συγκεκριμένη εμπειρία. Αυτές οι αναμνήσεις συνδέονται με τη δηλωτική ή ρητή μνήμη. Παράλληλα, υπάρχουν και μορφές μνήμης που λειτουργούν χωρίς συνειδητή λεκτική ανάκληση, όπως η ικανότητα να κάνουμε ποδήλατο, να οδηγούμε ή να πληκτρολογούμε. Σε αυτές τις περιπτώσεις η γνώση δεν εκφράζεται κυρίως με λόγια, αλλά μέσα από την πράξη και τη συμπεριφορά.

Η βραχύχρονη μνήμη επιτρέπει τη συγκράτηση πληροφοριών για μικρό χρονικό διάστημα, όπως όταν θυμόμαστε προσωρινά έναν αριθμό τηλεφώνου μέχρι να τον χρησιμοποιήσουμε. Αντίθετα, η μακρόχρονη μνήμη αφορά γνώσεις και εμπειρίες που μπορούν να διατηρηθούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ακόμη και για ολόκληρη τη ζωή. Ανάμεσα σε αυτές τις μορφές υπάρχουν και άλλοι τύποι, όπως η εικονική μνήμη, που διατηρεί στιγμιαία αισθητηριακές εικόνες, και η μνήμη εργασίας, η οποία μας επιτρέπει να επεξεργαζόμαστε προσωρινά πληροφορίες, να οργανώνουμε σκέψεις και να επιλύουμε προβλήματα.

Ένα σημαντικό είδος μνήμης είναι η άδηλη ή ασυνείδητη μνήμη. Σε αυτήν ανήκουν γνώσεις και εμπειρίες που έχουν αποθηκευτεί στον εγκέφαλο χωρίς να μπορούμε απαραίτητα να τις περιγράψουμε συνειδητά. Για παράδειγμα, ένα άτομο μπορεί να αντιδρά με δυσφορία απέναντι σε κάποιον άνθρωπο, ζώο ή αντικείμενο χωρίς να γνωρίζει τον λόγο. Είναι πιθανό η αντίδραση αυτή να συνδέεται με μια παλαιότερη εμπειρία, η οποία δεν έχει καταγραφεί ως συνειδητή ανάμνηση, αλλά εξακολουθεί να επηρεάζει τη συμπεριφορά.

Η λειτουργία της μνήμης γίνεται φανερή και μέσα από τη μάθηση μέσω συσχετισμού. Το γνωστό παράδειγμα του σκύλου που αρχίζει να εκκρίνει σάλιο όχι μόνο όταν βλέπει τροφή, αλλά και όταν ακούει έναν ήχο που έχει επανειλημμένα συνδεθεί με την τροφή, δείχνει ότι ο εγκέφαλος μπορεί να αποθηκεύει σχέσεις ανάμεσα σε ερεθίσματα και αντιδράσεις. Όταν ένα ερέθισμα επαναλαμβάνεται μαζί με μια συνέπεια, τότε το άτομο ή το ζώο μαθαίνει να συνδέει τα δύο γεγονότα. Αν το ερέθισμα συνοδεύεται από ευχαρίστηση ή πόνο, η αντίδραση ενισχύεται ακόμη περισσότερο και μπορεί να διατηρηθεί στη μνήμη.

Η μνήμη συνδέεται στενά και με το συναίσθημα. Ορισμένα γεγονότα που προκαλούν έντονη συναισθηματική φόρτιση αποθηκεύονται πιο ισχυρά στον εγκέφαλο και επηρεάζουν τη μελλοντική συμπεριφορά. Ένα ευχάριστο γεγονός μπορεί να οδηγήσει στην επανάληψη μιας συμπεριφοράς, ενώ μια επώδυνη εμπειρία μπορεί να οδηγήσει στην αποφυγή της. Έτσι, η μνήμη δεν λειτουργεί μόνο ως αποθήκη πληροφοριών, αλλά και ως μηχανισμός προσαρμογής και προστασίας, αφού επιτρέπει στον άνθρωπο να μαθαίνει από τις συνέπειες των πράξεών του.

Στη διαμόρφωση των συνειδητών αναμνήσεων σημαντικό ρόλο έχει ο ιππόκαμπος, μαζί με άλλες εγκεφαλικές δομές, όπως ο φλοιός και η αμυγδαλή. Ο ιππόκαμπος λειτουργεί ως προσωρινός χώρος επεξεργασίας και οργάνωσης των αναμνήσεων, χωρίς όμως να αποτελεί την τελική αποθήκη τους. Με την πάροδο του χρόνου, οι αναμνήσεις σταθεροποιούνται και συνδέονται με περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού. Έτσι, η μνήμη δεν βρίσκεται σε ένα μόνο σημείο του εγκεφάλου, αλλά στηρίζεται στη συνεργασία πολλών νευρωνικών δικτύων.

Η σύγχρονη νευροβιολογία δείχνει ότι κάθε περιοχή του εγκεφαλικού φλοιού μπορεί να συμμετέχει σε διαφορετικά είδη μνήμης. Η μνήμη της αφής σχετίζεται με σωματοαισθητικές περιοχές, η οπτική μνήμη με οπτικές περιοχές, ενώ άλλες μορφές μνήμης συνδέονται με κινητικά, ακουστικά ή γλωσσικά συστήματα. Αυτό σημαίνει ότι η μνήμη δεν είναι αποθηκευμένη σαν ένα ενιαίο αρχείο, αλλά αποτελεί αποτέλεσμα της δραστηριότητας πολλών περιοχών που συνεργάζονται μεταξύ τους.

Η διαδικασία της παγίωσης είναι καθοριστική για τη μετατροπή μιας εμπειρίας σε σταθερή ανάμνηση. Οι αρχικές καταγραφές μιας εμπειρίας δημιουργούνται στον εγκέφαλο κατά τη στιγμή της μάθησης, αλλά χρειάζονται χρόνο για να σταθεροποιηθούν. Κατά την ανάκληση μιας ανάμνησης, τα εγκεφαλικά συστήματα που συμμετείχαν στην αρχική αποθήκευση

ενεργοποιούνται ξανά και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Με αυτόν τον τρόπο, η μνήμη μπορεί να ενισχυθεί, να τροποποιηθεί ή να εμπλουτιστεί με νέες πληροφορίες.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν οι ασυνείδητες αναμνήσεις των πρώτων χρόνων της ζωής. Παρόλο που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν μπορούν να θυμηθούν συνειδητά γεγονότα από την πολύ πρώιμη παιδική ηλικία, ο εγκέφαλος καταγράφει εμπειρίες οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν αργότερα τη συμπεριφορά. Αυτό συμβαίνει επειδή οι περιοχές που σχετίζονται με τη συνειδητή ανάκληση δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως στα πρώτα χρόνια, ενώ άλλοι μηχανισμοί μνήμης λειτουργούν ήδη και αποθηκεύουν εμπειρίες με άδηλο τρόπο. Έτσι, πρώιμα βιώματα μπορούν να επανεμφανιστούν αργότερα ως φόβοι, προτιμήσεις ή συναισθηματικές αντιδράσεις, χωρίς το άτομο να γνωρίζει συνειδητά την προέλευσή τους.

Σε νευροβιολογικό επίπεδο, η μνήμη συνδέεται με αλλαγές στις συνάψεις, δηλαδή στα σημεία επικοινωνίας ανάμεσα στους νευρώνες. Όταν μια γνώση ή εμπειρία επαναλαμβάνεται, οι συνδέσεις ανάμεσα στους νευρώνες γίνονται πιο αποτελεσματικές. Η επανάληψη, επομένως, δεν έχει μόνο παιδαγωγική αξία, αλλά αντιστοιχεί σε πραγματικές αλλαγές στη λειτουργία του εγκεφάλου. Οι νευρώνες «θυμούνται» μέσα από την τροποποίηση της επικοινωνίας τους και μέσα από βιοχημικές, μορφολογικές και λειτουργικές μεταβολές.

Οι αλλαγές αυτές δεν αφορούν μόνο τη δύναμη των συνάψεων, αλλά και τη μικροδομή των νευρώνων. Η δραστηριότητα των συνάψεων επηρεάζει τη σύνθεση μορίων, όπως πρωτεϊνών, και συμβάλλει στη σταθεροποίηση των νευρωνικών κυκλωμάτων. Ένα νευρωνικό κύκλωμα που ενεργοποιείται επανειλημμένα γίνεται πιο αποδοτικό και μπορεί να ανταποκριθεί ταχύτερα σε παρόμοια ερεθίσματα στο μέλλον. Με αυτόν τον τρόπο, η μνήμη αποκτά υλική βάση στον εγκέφαλο και δεν αποτελεί απλώς μια αφηρημένη ψυχολογική λειτουργία.

Η κατανόηση των μηχανισμών της μνήμης έχει ιδιαίτερη σημασία για την εκπαίδευση. Το σχολείο αποτελεί χώρο όπου οι γνωστικές ικανότητες των παιδιών ασκούνται συστηματικά μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση, τη μάθηση, την επανάληψη και την ανάκληση πληροφοριών. Όσο καλύτερα γνωρίζουμε πώς οργανώνεται και ενισχύεται η μνήμη, τόσο πιο αποτελεσματικά μπορούμε να σχεδιάσουμε μαθησιακά περιβάλλοντα που βοηθούν τα παιδιά να συγκρατούν, να επεξεργάζονται και να χρησιμοποιούν τη γνώση.

Η μνήμη, επομένως, δεν είναι μια στατική αποθήκη πληροφοριών, αλλά μια δυναμική διαδικασία που μεταβάλλεται, αναδιοργανώνεται και επηρεάζεται από την εμπειρία. Η εκπαίδευση μπορεί να αξιοποιήσει αυτή τη γνώση, δίνοντας έμφαση στην επανάληψη, στη σύνδεση της νέας γνώσης με προηγούμενες εμπειρίες, στη συναισθηματική εμπλοκή και στη δημιουργία κατάλληλων περιβαλλόντων μάθησης. Με αυτόν τον τρόπο, η νευροεκπαίδευση μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και στην καλύτερη κατανόηση των δυνατοτήτων του ανθρώπινου εγκεφάλου (Mora, 2021).

1.4 Η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη

Η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη αποτελεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση που συνδέει τις νευροεπιστήμες με την εκπαιδευτική διαδικασία, στοχεύοντας στην ενσωμάτωση επιστημονικών ευρημάτων για την κατανόηση και βελτίωση της μάθησης. Ο όρος αυτός αναφέρεται στη μελέτη και εφαρμογή στρατηγικών μάθησης που είναι συμβατές με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αξιοποιώντας τις γνώσεις της νευροεπιστήμης για να ενισχυθούν λειτουργίες που είναι απαραίτητες για τη μάθηση, όπως για παράδειγμα η μνήμη.

Η έννοια της νευροεκπαίδευσης έχει εξελιχθεί στο χρόνο, με τις πρώτες απόπειρες να γεφυρώσουν την εκπαίδευση με τις επιστήμες του εγκεφάλου να εμφανίζονται ήδη από τα τέλη του 19ου αιώνα. Σημαντικές προσωπικότητες, όπως ο Henry H. Donaldson, συνέβαλαν στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ του νευρικού συστήματος και της εκπαιδευτικής διαδικασίας, υποστηρίζοντας την ιδέα ότι η εκπαίδευση οδηγεί σε τροποποιήσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος (Donaldson, 1895).

Η νευροεκπαίδευση προωθεί τη διεπιστημονικότητα, συνδέοντας κλάδους όπως η ψυχολογία, η βιολογία και η παιδαγωγική για την ανάπτυξη αποτελεσματικών εκπαιδευτικών πρακτικών. Η κατανόηση των εγκεφαλικών μηχανισμών που υποστηρίζουν τη μάθηση επιτρέπει τη δημιουργία στρατηγικών που ανταποκρίνονται στις ατομικές ανάγκες των μαθητών, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα της εκπαίδευσης. Η εξέλιξη της νευροεκπαίδευσης συνεχίζει να προσφέρει νέες δυνατότητες για την εκπαιδευτική κοινότητα, ενισχύοντας τη συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών και επιστημόνων για την κατανόηση και βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας. (Τριάρχου, 2015).

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει η τάση για τη δημιουργία δυνατότερων συνδέσεων μεταξύ της εκπαίδευσης και της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης (Ansari & Coch, 2006). Ο στόχος της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης είναι να διευκρινίσει πώς ο εγκέφαλος ενεργοποιεί το νου. Υπάρχει αυξανόμενος όγκος έρευνας σε τομείς που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την εκπαίδευση, όπως οι νευρωνικοί συσχετισμοί των μαθηματικών και της επεξεργασίας αριθμών (Ansari & Coch, 2006). Η προσδοκία ότι τα αποτελέσματα της έρευνας θα έχουν άμεσο αντίκτυπο στην εκπαιδευτική πρακτική είναι μη ρεαλιστική. Αντίθετα, πρέπει να δημιουργηθεί υποδομή μέσω διεπιστημονικής εκπαίδευσης που επιτρέπει την ανάπτυξη αμφίδρομων συνεργασιών μεταξύ γνωστικών νευροεπιστημόνων και εκπαιδευτικών (Ansari & Coch, 2006).

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η επιστημονική κοινότητα έχει γίνει μάρτυρας μιας πρωτοφανούς ανάπτυξης στη μελέτη του ανθρώπινου εγκεφάλου. Η εξέλιξη των μη επεμβατικών τεχνικών νευροαπεικόνισης κατά τη δεκαετία του 1990 οδήγησε στη δημιουργία της Γνωστικής Νευροεπιστήμης ως διακριτού επιστημονικού πεδίου, με στόχο να διευκρινίσει τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος ενεργοποιεί τις γνωστικές λειτουργίες και το νου (Gazzaniga, 2002; Ansari & Coch, 2006). Η συνεχής πρόοδος στην τεχνολογία απεικόνισης του εγκεφάλου έχει καταστήσει δυνατή την παρατήρηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας κατά τη διάρκεια γνωστικών εργασιών, δημιουργώντας έτσι ένα πλούσιο σώμα εμπειρικών δεδομένων σχετικά με τη νευρωνική βάση της μάθησης και της γνώσης.

Παράλληλα με την ανάπτυξη της Γνωστικής Νευροεπιστήμης, παρατηρήθηκε αυξανόμενο ενδιαφέρον από την εκπαιδευτική κοινότητα για την πιθανή εφαρμογή των νευροεπιστημονικών ευρημάτων στην εκπαιδευτική πρακτική. Η λογική πίσω από αυτό το ενδιαφέρον είναι προφανής, εφόσον ο εγκέφαλος αποτελεί το «όργανο της μάθησης», η κατανόηση της λειτουργίας του θα μπορούσε ενδεχομένως να διαμορφώσει και να βελτιώσει τις εκπαιδευτικές διαδικασίες (Ansari & Coch, 2006). Ειδικότερα, η έρευνα σε τομείς με άμεσο εκπαιδευτικό ενδιαφέρον, όπως οι νευρωνικοί συσχετισμοί της ανάγνωσης και της μαθηματικής σκέψης (Dehaene et al., 1999, 2003), έχει δημιουργήσει σημαντικές προσδοκίες για μια επανάσταση στην εκπαίδευση μέσω της νευροεπιστήμης.

Η νευροεκπαίδευση αποτελεί μια σύγχρονη προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης, η οποία αξιοποιεί τα δεδομένα των νευροεπιστημών για να κατανοήσει βαθύτερα τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί και αναπτύσσεται ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Δεν περιορίζεται μόνο σε

βιολογικές ή ιατρικές ερμηνείες, αλλά συνδυάζει επιστημονικά ευρήματα με γνώσεις από την ψυχολογία, την κοινωνιολογία και την παιδαγωγική. Στόχος της είναι να συμβάλει στη διαμόρφωση μιας εκπαίδευσης που στηρίζεται τόσο στην παρατήρηση και την εμπειρία όσο και σε αντικειμενικά επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τη συμπεριφορά, τη μάθηση και τη μνήμη του ανθρώπου σε όλη τη διάρκεια της ζωής του (Mora, 2021).

Σύμφωνα με τον Mora (2021), η νευροεκπαίδευση προκύπτει μέσα από τη λεγόμενη «νευροκουλτούρα», δηλαδή από την προσπάθεια να αξιοποιηθούν οι γνώσεις για τον εγκέφαλο σε τομείς που σχετίζονται με την ανθρώπινη συμπεριφορά και την εκπαίδευση. Με άλλα λόγια, επιδιώκει να ενώσει τη νευροεπιστήμη με την ψυχολογία, την κοινωνιολογία και την ιατρική, ώστε να βελτιώσει τις διαδικασίες μάθησης, απομνημόνευσης και διδασκαλίας. Πρόκειται για ένα νέο, ανοιχτό πεδίο, το οποίο μπορεί να προσφέρει χρήσιμα εργαλεία στους εκπαιδευτικούς, τόσο για την καλύτερη προετοιμασία της διδασκαλίας όσο και για την υποστήριξη των μαθητών ανεξάρτητα από την ηλικία τους (Mora, 2021).

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στο γεγονός ότι η μάθηση δεν αποτελεί μια απλή και ενιαία διαδικασία. Για παράδειγμα, η προσοχή δεν λειτουργεί με έναν μόνο τρόπο, αλλά υποστηρίζεται από διαφορετικούς μηχανισμούς του εγκεφάλου, ανάλογα με το είδος της δραστηριότητας και τον στόχο στον οποίο καλείται να επικεντρωθεί ο μαθητής. Το ίδιο ισχύει και για τη μνήμη, την κατανόηση και άλλες γνωστικές λειτουργίες. Επομένως, η γνώση αυτών των μηχανισμών μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να σχεδιάζει πιο αποτελεσματικά τη διδασκαλία του και να προσαρμόζει τις μεθόδους του στις πραγματικές ανάγκες των μαθητών (Mora, 2021).

Παράλληλα, η νευροεκπαίδευση αναδεικνύει τον ρόλο του κοινωνικού, οικογενειακού και πολιτισμικού περιβάλλοντος στη διαμόρφωση των μαθησιακών ικανοτήτων. Οι δυνατότητες ενός παιδιού δεν εξαρτώνται αποκλειστικά από γενετικούς παράγοντες, αλλά επηρεάζονται σε σημαντικό βαθμό από το περιβάλλον μέσα στο οποίο μεγαλώνει. Ο Mora επισημαίνει ότι ακόμη και παράγοντες όπως η έκθεση σε αρνητικά ερεθίσματα ή επιβλαβείς συνθήκες από πολύ μικρή ηλικία μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του εγκεφάλου, την προσοχή και την ανταπόκριση του παιδιού σε μαθησιακά ερεθίσματα.

Ένα ακόμη βασικό σημείο είναι ότι η νευροεκπαίδευση δεν ενδιαφέρεται μόνο για τη βελτίωση της μάθησης, αλλά και για τον έγκαιρο εντοπισμό δυσκολιών που μπορεί να παρεμποδίζουν την εκπαιδευτική πορεία των παιδιών. Τέτοιες δυσκολίες μπορεί να σχετίζονται με την ανάγνωση, τη

γραφή, τους αριθμούς, την προσοχή, τη μνήμη ή τη γενικότερη συμπεριφορά. Η έγκαιρη διάγνωση και παρέμβαση μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη ή στον περιορισμό προβλημάτων που, αν παραμείνουν αδιάγνωστα, ενδέχεται να επηρεάσουν αρνητικά τη σχολική πορεία του μαθητή. Κεντρική θέση στη σκέψη του Mora κατέχει η σχέση ανάμεσα στη μάθηση και στο συναίσθημα. Η απλή απαίτηση από έναν μαθητή να είναι συγκεντρωμένος δεν αρκεί για να προκληθεί ουσιαστική μάθηση. Αντίθετα, χρειάζεται να ενεργοποιηθεί το ενδιαφέρον, η περιέργεια και η συναισθηματική συμμετοχή του μαθητή. Για τον λόγο αυτό, η διδασκαλία πρέπει να στηρίζεται στη χαρά, την εγρήγορση και την ικανοποίηση, και όχι στον φόβο, την τιμωρία ή τον πόνο. Η μάθηση, επομένως, δεν πρέπει να ταυτίζεται με την καταπίεση ή τη δυσάρεστη εμπειρία, αλλά με μια δημιουργική διαδικασία που κινητοποιεί θετικά τον μαθητή (Mora, 2021)

Ο συγγραφέας υποστηρίζει επίσης ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να γνωρίζουν πως η διδασκαλία επηρεάζει πραγματικά τον εγκέφαλο των παιδιών. Η εκπαίδευση δεν μεταδίδει απλώς πληροφορίες, αλλά συμβάλλει στη διαμόρφωση νευρωνικών συνδέσεων και, κατά συνέπεια, στη διαμόρφωση της συμπεριφοράς και του τρόπου σκέψης. Αυτή η συνειδητοποίηση οδηγεί σε μια διαφορετική αντίληψη για τον ρόλο του εκπαιδευτικού, ο οποίος δεν λειτουργεί απλώς ως φορέας γνώσεων, αλλά ως πρόσωπο που επηρεάζει βαθύτερες γνωστικές και συναισθηματικές διεργασίες των μαθητών. Η νευροεκπαίδευση μπορεί, επιπλέον, να συμβάλει στην επανεκπαίδευση των ίδιων των εκπαιδευτικών. Ο Mora τονίζει ότι υπάρχει ένα κενό ανάμεσα στις γνώσεις που διαθέτουμε για τη λειτουργία του εγκεφάλου και στον τρόπο με τον οποίο αυτές εφαρμόζονται στην καθημερινή σχολική πράξη. Για να καλυφθεί αυτό το κενό, απαιτούνται νέα εκπαιδευτικά προγράμματα, τα οποία θα βοηθήσουν τους διδάσκοντες να εντάξουν στη διδασκαλία τους επιστημονικά τεκμηριωμένες γνώσεις για τη μάθηση, την προσοχή, τη μνήμη και το συναίσθημα (Mora, 2021)

Σημαντική είναι και η αναφορά στην πλαστικότητα του εγκεφάλου. Ο εγκέφαλος παραμένει ικανός να μεταβάλλεται σε όλη τη διάρκεια της ζωής, αν και η πλαστικότητά του μειώνεται με την ηλικία. Αυτό σημαίνει ότι η μάθηση και η βελτίωση είναι δυνατές όχι μόνο στην παιδική και εφηβική ηλικία, αλλά και στην ενήλικη ζωή. Ωστόσο, όσο καλύτερα γνωρίζουμε τους μηχανισμούς αυτής της πλαστικότητας, τόσο αποτελεσματικότερα μπορούμε να σχεδιάσουμε παρεμβάσεις που ενισχύουν τη μαθησιακή ανάπτυξη (Mora, 2021).

Συνολικά, η νευροεκπαίδευση παρουσιάζεται ως ένα πεδίο που επιδιώκει να δημιουργήσει γέφυρες ανάμεσα στη λειτουργία του εγκεφάλου, την ψυχολογία, τη συμπεριφορά και την παιδαγωγική πράξη. Δεν αποσκοπεί στην αντικατάσταση της ανθρωπιστικής διάστασης της εκπαίδευσης, αλλά στην ενίσχυσή της μέσα από επιστημονικά τεκμηριωμένες γνώσεις. Παράλληλα, επιδιώκει να απομακρύνει λανθασμένες αντιλήψεις και νευρομύθους, προσφέροντας εργαλεία που μπορούν να βοηθήσουν τόσο στη βελτίωση της διδασκαλίας όσο και στον εντοπισμό μαθησιακών ή ψυχολογικών δυσκολιών. Τελικός σκοπός της είναι η εκπαίδευση ανθρώπων με κριτική σκέψη, συναισθηματική ισορροπία και ουσιαστική γνώση (Mora, 2021).

Κεφάλαιο 2: Μαθησιακές δυσκολίες και χαρισματικοί μαθητές

2.1 Μαθησιακές δυσκολίες

Το πλήθος των ορισμών που έχουν προταθεί για την εννοιολογική αποσαφήνιση των μαθησιακών δυσκολιών δυσχεραίνει την ομαλή διερεύνηση του πεδίου (Τζουριάδου, 2011). Με κριτήριο τις θεωρητικές προσεγγίσεις, οι ορισμοί αυτοί διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες: τους ιατροκεντρικούς, τους παιδαγωγικοκεντρικούς και τους λειτουργικούς.

Οι ιατροκεντρικές προσεγγίσεις εστιάζουν στην υποκείμενη νευρολογική αιτιολογία. Για παράδειγμα, ο Bannatyne (1971) ταυτίζει τις μαθησιακές δυσκολίες με την «ελάχιστη εγκεφαλική δυσλειτουργία», ενώ ο Myklebust (1967) τις περιγράφει ως «ψυχο-νευρολογικές διαταραχές» που, παρά τη νευρολογική τους βάση, δεν συσχετίζονται κατ' ανάγκη με συγκεκριμένη εγκεφαλική βλάβη και μπορεί να συναντώνται παράλληλα με άλλες αναπτυξιακές ανεπάρκειες.

Οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις δίνουν βαρύτητα στη διακύμανση μεταξύ δυναμικού και επίδοσης. Ο Kirk (1962) ορίζει τις μαθησιακές δυσκολίες ως διαταραχές σε μία ή περισσότερες βασικές ψυχολογικές διεργασίες που εμπλέκονται στην κατανόηση ή χρήση του προφορικού ή γραπτού λόγου· αυτές οι διαταραχές μπορεί να εκδηλώνονται στην ανάγνωση, στη γραφή, στην ορθογραφία, στη μαθηματική ικανότητα κ.ά., χωρίς να περιλαμβάνουν προβλήματα που απορρέουν από αισθητηριακές, κινητικές ή νοητικές ανεπάρκειες. Η Bateman (ως μαθήτρια του

Kirk) επεκτείνει την έννοια, υπογραμμίζοντας ξανά τη διαφορά ανάμεσα στο ακαδημαϊκό δυναμικό και την πραγματική επίδοση.

Οι λειτουργικές προσεγγίσεις εστιάζουν στα διαγνωστικά κριτήρια και στις διαδικασίες αξιολόγησης. Ενδεικτικά, οι Hallahan και Kauffman (1976) ορίζουν τις μαθησιακές δυσκολίες ως προβλήματα σε μία ή περισσότερες περιοχές ανάπτυξης ή ικανότητας· το κοινό στοιχείο των κατηγοριών αυτών (π.χ. δυσλεξία, υποεπίδοση, ελάχιστη εγκεφαλική βλάβη) είναι η ανάγκη ειδικής εκπαιδευτικής παρέμβασης προσαρμοσμένης στις ιδιαιτερότητες κάθε παιδιού.

Σε μια σημαντική ανασκόπηση, η Siegel και η Lipka (2008) ανέλυσαν 111 άρθρα από το Journal of Learning Disabilities (1968–2007) με στόχο να διερευνήσουν τα λειτουργικά κριτήρια που οι ερευνητές χρησιμοποίησαν για τον προσδιορισμό των μαθησιακών δυσκολιών. Η μελέτη κατέδειξε τέσσερα βασικά κριτήρια: (α) την πραγματική επίδοση, (β) την απόκλιση μεταξύ δυναμικού και επίδοσης, (γ) την ευφυΐα και (δ) τα κριτήρια αποκλεισμού (π.χ. αισθητηριακές ανεπάρκειες, νοητική καθυστέρηση).

Παρά τη διαφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο, οι ορισμοί συμφωνούν στα εξής:

- Οι μαθησιακές δυσκολίες αφορούν σημαντικές ανεπάρκειες σε βασικές μαθησιακές διεργασίες
- Απαιτείται ειδική παιδαγωγική παρέμβαση, σχεδιασμένη βάσει διαγνωστικών δεδομένων
- Υπάρχει συχνά ασυμφωνία ανάμεσα στην προβλεπόμενη και την πραγματική επίδοση σε γλώσσα, ανάγνωση, γραφή, μαθηματικά ή χωρική αντίληψη
- Οι μαθησιακές δυσκολίες δεν οφείλονται πρωτογενώς σε αισθητηριακές, κινητικές, νοητικές ή συναισθηματικές ανεπάρκειες ούτε σε έλλειψη ευκαιριών μάθησης.

Οι πρώτες αναφορές εντοπίζονται στις αρχές του 19ου αιώνα. Το 1962, ο Samuel Kirk (1904–1996) εισήγαγε επίσημα τον όρο «μαθησιακές δυσκολίες» στο πλαίσιο της ειδικής εκπαίδευσης των ΗΠΑ· ο ορισμός του ενσωματώθηκε στη νομοθεσία (Kirk, 1962). Ο Rabinovitch (1968) εισήγαγε την έννοια της «σημαντικής διαφοράς» (“significant discrepancy”) ανάμεσα στο πραγματικό και το αναμενόμενο αναγνωστικό επίπεδο, θέτοντας ως όρια το ένα έτος καθυστέρησης για παιδιά έως 10 ετών και τα δύο έτη για παιδιά άνω των 10 ετών.

Τις δεκαετίες 1970–1990, οι κοινωνικές διεκδικήσεις για τα ατομικά δικαιώματα οδήγησαν στην αναθεώρηση του ορισμού της νοητικής καθυστέρησης (Sleeter, 1986) και στην ευρύτερη αναγνώριση των μαθησιακών δυσκολιών (Mercer, 1997). Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, η φωνολογική ανεπάρκεια καθιερώθηκε ως η κυρία θεωρία για τη δυσλεξία (Vellutino, 1979; Coltheart, 1981, 1998), ενώ τη δεκαετία του 1990 οι γνωστικο-μεταγνωστικές προσεγγίσεις κέρδισαν έδαφος (Brenna, 1995).

Η North American Dyslexia Society (πρώην Orton Society, 1997) ορίζει τη δυσλεξία ως ειδική, γλωσσικά βασισμένη νευρογενή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ανεπάρκειες στη φωνολογική επεξεργασία, ανεξάρτητες από γενικευμένες αναπτυξιακές ή αισθητηριακές διαταραχές.

Πιθανά σημεία υποψίας μαθησιακών δυσκολιών περιλαμβάνουν:

- δυσκολίες στην ανάγνωση/γραφή,
- μαθηματικές αδυναμίες,
- προβλήματα μνήμης και προσοχής,
- δυσκολία στην οργάνωση και στην εκτέλεση των οδηγιών,
- συντονιστικά προβλήματα.

Επιπλέον, ένα παιδί μπορεί να εμφανίζει:

- παρορμητικότητα, εύκολη απόσπαση της προσοχής,
- αδυναμία χρήσης στρατηγικών μάθησης,
- ανώριμη προφορική έκφραση,
- δυσκολία στην κατανόηση εννοιών ή στη διαχείριση νέων καταστάσεων.

Η διάγνωση στηρίζεται σε επαγγελματική αξιολόγηση, καθώς κανένα μεμονωμένο χαρακτηριστικό δεν αρκεί από μόνο του. Οι μαθησιακές δυσκολίες ταξινομούνται με κριτήριο τόσο τον τύπο της επεξεργασίας (π.χ. φωνολογική, οπτική, κινητική) όσο και τις ειδικές αδυναμίες που αυτές προκαλούν, συχνά ένα άτομο παρουσιάζει περισσότερες από μία δυσκολίες.

Στο βιβλίο της, η Τζιβνίκου (2015) επεξηγεί την έννοια των μαθησιακών δυσκολιών, τονίζοντας ότι αποτελούν μια κατηγορία δυσκολιών όπου το άτομο αντιμετωπίζει προκλήσεις στην εκμάθηση μέσω καθιερωμένων μεθόδων. Όπως σημειώνει, η δυσκολία μάθησης με τον συμβατικό τρόπο δεν

σημαίνει ανικανότητα μάθησης μέσω άλλων τρόπων. Αντίθετα, προτείνεται η χρήση του όρου «μαθησιακή διαφορετικότητα» για την περιγραφή αυτών των ατόμων.

Η Τζιβινίκου (2015) εξετάζει τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν τα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες και τη σημασία των διδακτικών παρεμβάσεων και της τεχνολογίας στη βελτίωση της μαθησιακής τους πορείας. Η συνεργασία μεταξύ εκπαιδευτικών, γονέων και ειδικών είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη αποτελεσματικών στρατηγικών μάθησης που οδηγούν στην αυτονομία των μαθητών.

Στην Ελλάδα, η συστηματική μελέτη των μαθησιακών δυσκολιών αναπτύχθηκε κυρίως από τη δεκαετία του 1980 και μετά, με σημαντική συμβολή πανεπιστημιακών τμημάτων και ερευνητικών ομάδων. Η μνήμη βασίζεται σε βιολογικές μεταβολές που διαρκούν περισσότερο από τα ερεθίσματα που τις προκάλεσαν, επιτρέποντας τη δημιουργία νευρωνικών αναπαραστάσεων που διατηρούνται στον χρόνο. (Παπαθεοδωρόπουλος, 2015)

Οι μαθησιακές δυσκολίες επηρεάζουν την πρόοδο πολλών παιδιών στην τάξη, και η κατανόησή τους μαζί με έγκαιρη υποστήριξη είναι θεμελιώδης για την εκπαιδευτική και κοινωνική τους ζωή. Η σχολική επίδοση επηρεάζεται από νευροβιολογικούς, γνωστικούς, συμπεριφορικούς, ψυχοκοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που αλληλεπιδρούν και διαμορφώνουν την πορεία κάθε μαθητή. (Τζιβινίκου, 2015)

Από το 2000 και μετά, υπάρχει έμφαση στην πρόωπη παρέμβαση και στην αξιολόγηση των μαθησιακών δυσκολιών, καθώς και στη συμμετοχή των γονέων και του κοινωνικού περιβάλλοντος. Η κατανόηση των μαθησιακών δυσκολιών εξελίσσεται διαρκώς, με έμφαση στην επιστημονική βάση τους και την ανάγκη για εξατομικευμένες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις.

Η νευροεκπαίδευση δίνει ιδιαίτερη έμφαση στον έγκαιρο εντοπισμό των μαθητών που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη σχολική τους πορεία. Οι δυσκολίες αυτές μπορεί να σχετίζονται με τη δυσλεξία, τη δυσαριθμησία, τον αυτισμό, τη διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας, το άγχος, τις φοβίες, τη συναισθηματική άρνηση ή ακόμη και με εγκεφαλικές βλάβες που δεν είναι άμεσα εμφανείς. Στο πλαίσιο αυτό, η νευροεκπαίδευση δεν περιορίζεται στη βελτίωση της διδασκαλίας, αλλά λειτουργεί και ως ένα πεδίο παρατήρησης, αξιολόγησης και πρόληψης, με σκοπό να αναγνωρίζονται έγκαιρα οι παράγοντες που δυσκολεύουν το παιδί να μάθει και να συμμετέχει ομαλά στη σχολική ζωή (Mora, 2021).

Ένα σημαντικό μέρος των μαθητών παρουσιάζει προβλήματα που τους εμποδίζουν να ακολουθήσουν τον συνηθισμένο ρυθμό της τάξης. Οι δυσκολίες αυτές δεν είναι πάντοτε εμφανείς ούτε εκδηλώνονται με τον ίδιο τρόπο σε όλα τα παιδιά. Μπορεί να εμφανίζονται ως αδυναμία συγκέντρωσης, μειωμένη σχολική επίδοση, άγχος, φόβος, απομόνωση, επιθετικότητα ή δυσκολία στις κοινωνικές σχέσεις. Για τον λόγο αυτό, ο εκπαιδευτικός χρειάζεται να είναι σε θέση να παρατηρεί όχι μόνο τη γνωστική απόδοση του μαθητή, αλλά και τη συμπεριφορά, τη συναισθηματική του κατάσταση και τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρά με τους άλλους.

Παρά την πρόοδο των εκπαιδευτικών τεχνολογιών, η άμεση διδασκαλία και η προσωπική σχέση ανάμεσα στον δάσκαλο και τον μαθητή παραμένουν καθοριστικές. Ο εκπαιδευτικός που βρίσκεται καθημερινά μέσα στην τάξη μπορεί να αντιληφθεί αλλαγές στη συμπεριφορά, στη διάθεση, στην προσοχή ή στην απόδοση του παιδιού. Αυτές οι παρατηρήσεις είναι συχνά το πρώτο βήμα για την αναγνώριση μιας πιθανής δυσκολίας και για την αναζήτηση κατάλληλης υποστήριξης. Έτσι, ο ρόλος του δασκάλου δεν είναι μόνο διδακτικός, αλλά και παρατηρητικός, παιδαγωγικός και υποστηρικτικός.

Η προσοχή αποτελεί βασική προϋπόθεση της μάθησης. Μέσω αυτής ενεργοποιούνται τα εγκεφαλικά κυκλώματα που επιτρέπουν στο άτομο να αντιληφθεί το περιβάλλον, να επεξεργαστεί τις πληροφορίες, να τις συγκρατήσει στη μνήμη και να αποκτήσει νέες γνώσεις. Όταν η προσοχή διαταράσσεται, επηρεάζεται ολόκληρη η μαθησιακή διαδικασία. Γι' αυτό οι δυσκολίες που σχετίζονται με την προσοχή έχουν ιδιαίτερη σημασία στο σχολικό περιβάλλον, καθώς μπορούν να επηρεάσουν όχι μόνο τη μάθηση, αλλά και τη συμπεριφορά, τις σχέσεις και τη γενικότερη προσαρμογή του παιδιού.

Οι συναισθηματικές αντιδράσεις παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στη μάθηση. Το πρόσωπο του δασκάλου, οι εκφράσεις των συμμαθητών, η ατμόσφαιρα της τάξης και το αίσθημα ασφάλειας ή απειλής που βιώνει το παιδί επηρεάζουν τη δυνατότητά του να συγκεντρωθεί. Ορισμένα παιδιά, ειδικά όταν έχουν βιώσει τραυματικές εμπειρίες, σωματική ή ψυχολογική βία, έλλειψη στοργής ή έντονο οικογενειακό στρες, μπορεί να δυσκολεύονται να ερμηνεύσουν σωστά τις εκφράσεις και τις προθέσεις των άλλων. Αυτό τα οδηγεί συχνά σε φόβο, αμυντικότητα ή επιθετικές αντιδράσεις, οι οποίες με τη σειρά τους εμποδίζουν τη φυσιολογική εξέλιξη της μάθησης.

Η νευροεπιστήμη έχει δείξει ότι περιοχές όπως η αμυγδαλή και τα κυκλώματα που συνδέονται με αυτήν συμμετέχουν στην επεξεργασία των συναισθημάτων. Όταν τα συναισθηματικά κυκλώματα

λειτουργούν με τρόπο δυσλειτουργικό, μπορεί να επηρεαστούν η προσοχή, η συμπεριφορά και η σχολική απόδοση. Σε τέτοιες περιπτώσεις, οι δυσκολίες του παιδιού δεν πρέπει να ερμηνεύονται απλοϊκά ως αδιαφορία ή απειθαρχία, αλλά ως πιθανή ένδειξη βαθύτερης συναισθηματικής ή νευρολογικής δυσκολίας. Η έγκαιρη συμπεριφορική παρέμβαση μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της προσαρμογής του παιδιού.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα δυσκολίας που σχετίζεται με την προσοχή είναι η διαταραχή ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας. Πρόκειται για μια γνωστή, αλλά σύνθετη διαταραχή, η οποία μπορεί να εμφανίζεται με υπερκινητικότητα, παρορμητικότητα, δυσκολία συγκέντρωσης και αδυναμία διατήρησης της προσοχής σε ένα συγκεκριμένο έργο. Τα παιδιά αυτά συχνά μετακινούν την προσοχή τους από το μάθημα σε άσχετα ερεθίσματα του περιβάλλοντος, όπως ένας ήχος, μια κίνηση ή μια χειρονομία. Αυτό επηρεάζει την εκτελεστική προσοχή, η οποία είναι απαραίτητη για τη μάθηση και την απομνημόνευση.

Σήμερα έχουν αναπτυχθεί συμπεριφορικές παρεμβάσεις, συχνά με τη χρήση ηλεκτρονικών παιχνιδιών ή προγραμμάτων υπολογιστή, που στοχεύουν στην ενίσχυση της προσοχής και της αυτορρύθμισης. Μέσα από επαναλαμβανόμενες ασκήσεις, τα παιδιά καλούνται να εστιάσουν, να εντοπίσουν συγκεκριμένα στοιχεία, να αποφύγουν περισπασμούς και να ελέγξουν την αντίδρασή τους. Τέτοιες παρεμβάσεις φαίνεται ότι μπορούν να βελτιώσουν ορισμένες όψεις της εκτελεστικής προσοχής, αν και δεν επιλύουν πάντοτε συνολικά τα προβλήματα υπερκινητικότητας ή συμπεριφοράς. Παρ' όλα αυτά, αποτελούν μια ελπιδοφόρα κατεύθυνση για τον σχεδιασμό πιο συστηματικών και μακροχρόνιων προγραμμάτων υποστήριξης.

Η δυσλεξία αποτελεί μια ακόμη σημαντική μαθησιακή δυσκολία. Τα παιδιά με δυσλεξία έχουν συνήθως φυσιολογική νοημοσύνη και τις ίδιες ευκαιρίες μάθησης με τους συνομηλίκους τους, αλλά δυσκολεύονται ιδιαίτερα στην ανάγνωση και συχνά και στη γραφή. Η δυσκολία αυτή δεν οφείλεται σε έλλειψη προσπάθειας ή μειωμένη ικανότητα, αλλά συνδέεται με τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τα ακουστικά και γλωσσικά σήματα. Ιδιαίτερη σημασία έχει η δυσκολία στη γρήγορη και ακριβή επεξεργασία των ήχων της ομιλίας, κάτι που επηρεάζει την αντιστοίχιση γραφήματος και φωνήματος.

Μελέτες νευροαπεικόνισης έχουν δείξει ότι στα παιδιά με δυσλεξία η εγκεφαλική δραστηριότητα κατά την ανάγνωση διαφέρει από εκείνη των παιδιών χωρίς δυσκολίες. Καθώς η διαδικασία του αλφαριθμητισμού προχωρά, ο εγκέφαλος των παιδιών που αναπτύσσονται φυσιολογικά οργανώνει

σταδιακά τη λειτουργία του με μεγαλύτερη εξειδίκευση. Στα παιδιά με δυσλεξία, όμως, ορισμένα δίκτυα παραμένουν λιγότερο αποτελεσματικά ή ενεργοποιούνται διαφορετικά. Αυτό εξηγεί γιατί η ανάγνωση μπορεί να γίνεται αργά, κοπιαστικά και με λάθη.

Οι παρεμβάσεις για τη δυσλεξία μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά όταν εφαρμόζονται συστηματικά. Τα παιδιά καλούνται να εξασκηθούν στην αντιστοίχιση ήχων και γραμμάτων, στην αναγνώριση λέξεων, στην προφορική και γραπτή επεξεργασία και στη διάκριση γλωσσικών δομών. Μέσω τέτοιων προγραμμάτων, είναι δυνατόν να βελτιωθεί όχι μόνο η αναγνωστική επίδοση, αλλά και η λειτουργική επικοινωνία ανάμεσα σε περιοχές του εγκεφάλου που συμμετέχουν στην ανάγνωση. Έτσι, η παρέμβαση δεν έχει μόνο παιδαγωγικό αποτέλεσμα, αλλά αντανakλάται και σε αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου.

Η δυσαριθμησία είναι μια ειδική δυσκολία που αφορά την εκμάθηση των αριθμών και των μαθηματικών. Τα παιδιά με δυσαριθμησία δυσκολεύονται να συνδέσουν τους αριθμούς με την έννοια της ποσότητας και να πραγματοποιήσουν απλές αριθμητικές πράξεις. Για αυτά, οι αριθμοί μπορεί να μοιάζουν χωρίς σαφές νόημα, γεγονός που τα εμποδίζει να διακρίνουν εύκολα ποιο μέγεθος είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο. Η δυσκολία αυτή είναι ιδιαίτερα επιλεκτική, καθώς δεν επηρεάζει απαραίτητα τη γενική μνήμη ή άλλες γνωστικές λειτουργίες.

Οι μαθηματικές ικανότητες φαίνεται ότι στηρίζονται σε εκτεταμένα νευρωνικά δίκτυα, στα οποία συμμετέχουν περιοχές του βρεγματικού και του μετωπιαίου λοβού, καθώς και ειδικότερα η ενδοβρεγματική αύλακα. Η περιοχή αυτή φαίνεται να παίζει κεντρικό ρόλο στην κατανόηση του μεγέθους και της συμβολικής αναπαράστασης των αριθμών. Μελέτες σε άτομα με εγκεφαλικές βλάβες έχουν δείξει ότι μπορεί κάποιος να διατηρεί την ικανότητα να αριθμεί ή να αναγνωρίζει αριθμούς, αλλά να αδυνατεί να τους χρησιμοποιήσει με ουσιαστικό τρόπο σε πράξεις ή συγκρίσεις ποσοτήτων. Αυτό δείχνει ότι τα μαθηματικά δεν αποτελούν μία ενιαία δεξιότητα, αλλά αποτέλεσμα συνεργασίας πολλών επιμέρους εγκεφαλικών λειτουργιών.

Η καλύτερη κατανόηση αυτών των δικτύων μπορεί να οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές μεθόδους διδασκαλίας των μαθηματικών. Ο εκπαιδευτικός που γνωρίζει ότι οι μαθηματικές δυσκολίες μπορεί να έχουν συγκεκριμένη νευρογνωστική βάση είναι σε θέση να προσεγγίσει το παιδί με μεγαλύτερη ακρίβεια και ευαισθησία. Αντί να αποδίδει τη δυσκολία σε αδιαφορία ή χαμηλή προσπάθεια, μπορεί να αναζητήσει τρόπους διδασκαλίας που βοηθούν το παιδί να συνδέσει τους αριθμούς με πραγματικές ποσότητες, εικόνες, παραδείγματα και βιωματικές δραστηριότητες.

Ο αυτισμός παρουσιάζεται ως ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο φάσμα, το οποίο διαφέρει σημαντικά από παιδί σε παιδί. Δεν υπάρχουν δύο παιδιά με αυτισμό που να έχουν ακριβώς την ίδια εικόνα, ακόμη και όταν ο βαθμός δυσκολίας τους φαίνεται παρόμοιος. Τα παιδιά με αυτισμό συχνά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις προθέσεις και τις συναισθηματικές καταστάσεις των άλλων, ενώ μπορεί να παρουσιάζουν περιορισμένη ή απύουσα κοινωνική αλληλεπίδραση. Επίσης, εμφανίζουν δυσκολίες σε πρώιμες μορφές μάθησης, όπως η μίμηση και η κοινή προσοχή.

Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό που αναφέρεται είναι ότι ορισμένα πολύ μικρά παιδιά με αυτισμό δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον για μη ανθρώπινους ήχους σε σχέση με την ανθρώπινη ομιλία, ακόμη και όταν πρόκειται για τη φωνή της μητέρας τους. Αυτή η παρατήρηση συνδέεται με το συναισθηματικό και κοινωνικό έλλειμμα που χαρακτηρίζει πολλές περιπτώσεις αυτισμού. Παρ' όλα αυτά, η πρώιμη και κατάλληλη συμπεριφορική παρέμβαση μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση, ιδίως όταν εφαρμόζεται στα πρώτα στάδια ανάπτυξης.

Σημαντική κατηγορία αποτελούν και τα παιδιά που έχουν υποστεί εγκεφαλικές βλάβες κατά τον τοκετό ή σε πολύ μικρή ηλικία, είτε λόγω τραυματισμών είτε λόγω άλλων νευρολογικών παραγόντων. Οι βλάβες αυτές μπορεί να επηρεάσουν τη μαθησιακή ικανότητα, τη συμπεριφορά ή την κοινωνική προσαρμογή. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι περιπτώσεις βλάβης στον προμετωπιαίο φλοιό. Τα παιδιά αυτά μπορεί να μαθαίνουν φυσιολογικά, να λύνουν προβλήματα και να αποκτούν γνώσεις, αλλά να δυσκολεύονται να προσαρμόσουν τη συμπεριφορά τους στους κοινωνικούς κανόνες.

Σε τέτοιες περιπτώσεις, το παιδί μπορεί να φαίνεται «ανυπάκουο» ή «αντικοινωνικό», ενώ στην πραγματικότητα αντιμετωπίζει δυσκολία στη ρύθμιση της συμπεριφοράς του. Μπορεί να μη σέβεται τους κανόνες της τάξης ή της οικογένειας, να δυσκολεύεται να αλλάξει στάση όταν κάνει λάθος και να παρουσιάζει επιθετικές αντιδράσεις. Αυτό δεν σημαίνει ότι το παιδί δεν έχει διδαχθεί τη διαφορά ανάμεσα στο σωστό και το λάθος, αλλά ότι δυσκολεύεται να εφαρμόσει αυτή τη γνώση στην πράξη. Ο εκπαιδευτικός που γνωρίζει τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να καθοδηγήσει τους γονείς προς την κατάλληλη ιατρική ή ψυχολογική αξιολόγηση.

Συνολικά, οι δυσκολίες μάθησης και συμπεριφοράς δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ενιαία ή απλά προβλήματα. Κάθε παιδί έχει τη δική του νευρογνωστική και συναισθηματική ιδιαιτερότητα. Η δυσλεξία, η δυσαριθμησία, ο αυτισμός, η ΔΕΠΥ, το άγχος και οι εγκεφαλικές βλάβες απαιτούν διαφορετικούς τρόπους κατανόησης και παρέμβασης. Η νευροεκπαίδευση προσφέρει ένα πλαίσιο

μέσα από το οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναγνωρίζει πιο έγκαιρα τα σημάδια, να αποφεύγει λανθασμένες ερμηνείες και να συμβάλλει στην κατάλληλη υποστήριξη του μαθητή.

Η βασική συμβολή αυτής της προσέγγισης είναι ότι μετατοπίζει το ενδιαφέρον από την απλή αξιολόγηση της σχολικής επίδοσης στην κατανόηση των βαθύτερων μηχανισμών που επηρεάζουν τη μάθηση. Ένα παιδί που δυσκολεύεται να διαβάσει, να υπολογίσει, να συγκεντρωθεί ή να συνεργαστεί δεν είναι απαραίτητα αδιάφορο ή απείθαρχο. Μπορεί να αντιμετωπίζει μια δυσκολία που έχει νευρολογική, γνωστική ή συναισθηματική βάση. Η έγκαιρη αναγνώριση και η κατάλληλη παρέμβαση μπορούν να μειώσουν τις αρνητικές συνέπειες και να βοηθήσουν το παιδί να αναπτύξει τις δυνατότητές του.

Με αυτή την έννοια, η εκπαίδευση αποκτά έναν ευρύτερο ρόλο. Δεν περιορίζεται στη μετάδοση γνώσεων, αλλά συμμετέχει στην παρατήρηση, στην πρόληψη, στην καθοδήγηση και στη δημιουργία συνθηκών που επιτρέπουν σε κάθε παιδί να μάθει με βάση τις δικές του ανάγκες. Ο δάσκαλος, όταν διαθέτει βασικές γνώσεις για τη λειτουργία του εγκεφάλου και τις μαθησιακές δυσκολίες, μπορεί να γίνει καθοριστικός παράγοντας στην πορεία ενός παιδιού. Η νευροεκπαίδευση, επομένως, μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα ανάμεσα στη νευροεπιστήμη, την ψυχολογία και την παιδαγωγική πράξη, με στόχο μια πιο δίκαιη, έγκαιρη και αποτελεσματική εκπαίδευση (Mora, 2021).

2.2 Δυσαριθμησία

Η δυσαριθμησία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία που επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου να κατανοεί και να επεξεργάζεται μαθηματικές έννοιες και αριθμητικές πληροφορίες. Τα άτομα που αντιμετωπίζουν αυτή τη δυσκολία εμφανίζουν σημαντικά προβλήματα στην εκμάθηση θεμελιωδών μαθηματικών εννοιών, όπως η κατανόηση της ποσότητας, η θεσιακή αξία των αριθμών και η αντίληψη του χρόνου. Επιπλέον, παρουσιάζουν δυσκολίες στη διατήρηση μαθηματικών πληροφοριών στη μνήμη τους και στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οργανώνονται και παρουσιάζονται τα μαθηματικά προβλήματα. (Τζιβινίκου, 2015)

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά γνωρίσματα των ατόμων με δυσαριθμησία είναι η ελλιπής «αίσθηση των αριθμών», δηλαδή η αδυναμία να αντιλαμβάνονται διαισθητικά τις αριθμητικές σχέσεις και ποσότητες. Αυτή η έλλειψη αριθμητικής διαίσθησης συνοδεύεται από περιορισμένη κατανόηση των μαθηματικών συμβόλων και των λειτουργιών τους. Επιπρόσθετα, τα άτομα αυτά

αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες στην αποστήθιση αριθμητικών δεδομένων και στην οργάνωση αριθμών, ενώ συχνά δυσκολεύονται να διαβάσουν την ώρα ή να εκτελέσουν μετρήσεις με ακρίβεια.

Τα χαρακτηριστικά της δυσαριθμσίας εκτείνονται σε ευρύ φάσμα μαθηματικών ικανοτήτων. Συγκεκριμένα, τα άτομα με αυτή τη μαθησιακή δυσκολία παρουσιάζουν προβλήματα σε βασικές αριθμητικές έννοιες, όπως στην κατανόηση των κλασμάτων, στη χρήση του άξονα των πραγματικών αριθμών και στη διάκριση μεταξύ θετικών και αρνητικών αριθμών. Επιπλέον, δυσκολεύονται σημαντικά στην κατανόηση και επίλυση εκφωνήσεων μαθηματικών προβλημάτων, καθώς η μετατροπή του λεκτικού κειμένου σε μαθηματικές πράξεις αποτελεί ιδιαίτερη πρόκληση. Επιπρόσθετα, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αναγνώριση λογικών ακολουθιών πληροφοριών, γεγονός που επηρεάζει την ικανότητά τους να ακολουθούν συστηματικά τα στάδια επίλυσης ενός μαθηματικού προβλήματος. (Τζιβινίκου, 2015).

Η δυσαριθμσία επηρεάζει επίσης την κατανόηση της χρονικής ακολουθίας των γεγονότων, καθιστώντας δύσκολη την οργάνωση της χρονικής σειράς. Επιπλέον, τα άτομα αυτά παρουσιάζουν προβλήματα σε βασικές μαθηματικές δεξιότητες, όπως η μέτρηση, η εκμάθηση και διατήρηση αριθμητικών δεδομένων στη μνήμη, και ο υπολογισμός μαθηματικών πράξεων.

Τέλος, ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της δυσαριθμσίας είναι η δυσκολία στην ανάπτυξη και εφαρμογή νοητικών μαθηματικών στρατηγικών και στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων. Τα άτομα αυτά δυσκολεύονται να επιλέξουν την κατάλληλη στρατηγική για την επίλυση ενός προβλήματος, να προσαρμόσουν τις στρατηγικές τους ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε κατάστασης και να εκτελέσουν υπολογισμούς με ακρίβεια. Συνολικά, η δυσαριθμσία αποτελεί μια πολυδιάστατη μαθησιακή δυσκολία που επηρεάζει σημαντικά την ακαδημαϊκή επίδοση και την καθημερινή λειτουργικότητα των ατόμων που την αντιμετωπίζουν, απαιτώντας διαφοροποιημένη προσέγγιση στη διδασκαλία των μαθηματικών.

2.3 Χαρισματικοί μαθητές

Οι γνωστικά χαρισματικοί μαθητές αποτελούν ένα μικρό ποσοστό του μαθητικού πληθυσμού, περίπου 5%, που εμφανίζουν εξαιρετικές γνωστικές ικανότητες και αποδίδουν σε σημαντικά

υψηλότερα επίπεδα σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους (McClain & Pfeiffer, 2012; Liashenko et al., 2017). Η γνωστική χαρισματικότητα δεν αποτελεί μια μονοδιάστατη έννοια που περιορίζεται αποκλειστικά σε υψηλό δείκτη νοημοσύνης (IQ), αλλά αντιπροσωπεύει μια σύνθετη αλληλεπίδραση γνωστικών, κινητοποιητικών και δημιουργικών παραγόντων.

Το πλέον καθιερωμένο θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση της χαρισματικότητας είναι το μοντέλο των τριών δακτυλίων του Renzulli (1986, 2011), το οποίο υποστηρίζει ότι η πραγματική χαρισματικότητα προκύπτει από την αλληλεπίδραση τριών βασικών στοιχείων: (α) ικανότητες ανώτερου του μέσου όρου, (β) δέσμευση στο καθήκον (task commitment), και (γ) δημιουργικότητα (Renzulli, 1986, 2011; Cropley et al., 2017). Αυτή η ευρύτερη αντίληψη της χαρισματικότητας υπερβαίνει τον περιορισμένο ορισμό της «σχολικής χαρισματικότητας», που εστιάζει στην αναλυτική ικανότητα, και υιοθετεί την έννοια της «δημιουργικής-παραγωγικής χαρισματικότητας», που δίνει έμφαση στη δημιουργία και παραγωγή ιδεών (Cropley, 1994; Cropley et al., 2017).

Από ψυχολογική άποψη, η χαρισματικότητα χαρακτηρίζεται όχι μόνο από γνωστικές διεργασίες, όπως η αποκλίνουσα σκέψη (divergent thinking), αλλά και από μη γνωστικές διαστάσεις, όπως το κίνητρο και τα συναισθήματα (Sternberg & Lubart, 1993; Cropley, 1994; Treffinger, 2004). Η αποκλίνουσα σκέψη, η οποία αποτελεί κεντρικό στοιχείο της δημιουργικότητας, περιλαμβάνει την ικανότητα παραγωγής πολλαπλών ιδεών που χαρακτηρίζονται από ευχέρεια, ευελιξία και επεξεργασία (Runco, 1993; Cropley et al., 2017). Ωστόσο, η δημιουργική και χαρισματική σκέψη δεν περιορίζεται στην παραγωγή ιδεών, αλλά απαιτεί επίσης συγκλίνουσα σκέψη για την αξιολόγηση και επιλογή των πιο κατάλληλων και αποτελεσματικών λύσεων (Cropley et al., 2017).

Από νευροεπιστημονική σκοπιά, οι γνωστικά χαρισματικοί μαθητές παρουσιάζουν διακριτά πρότυπα εγκεφαλικής δραστηριότητας. Έρευνες με χρήση λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (fMRI) έχουν αποκαλύψει ότι χαρισματικοί και μη χαρισματικοί έφηβοι ενεργοποιούν παρόμοιες εγκεφαλικές περιοχές κατά την εκτέλεση γνωστικών καθηκόντων, αλλά οι χαρισματικοί μαθητές το πράττουν με μεγαλύτερη ένταση και έκταση (Hoppe et al., 2012; Liashenko et al., 2017). Συγκεκριμένα, παρατηρείται αυξημένη ενεργοποίηση στο μετωποβρεγματικό δίκτυο (fronto-parietal network), που περιλαμβάνει τον οπισθοπλάγιο μετωπιαίο φλοιό (dorsolateral prefrontal cortex) και τον κατώτερο και τον ανώτερο βρεγματικό λοβό (inferior and superior parietal

lobules), περιοχές που συνδέονται με ανώτερες γνωστικές λειτουργίες, τη νοητική προσοχή και τη μνήμη εργασίας (Jung & Haier, 2007; Liashenko et al., 2017).

Επιπλέον, μελέτες με ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) έχουν δείξει ότι η δημιουργική σκέψη συνδέεται με μεταβολές στην ισχύ των νευρωνικών ταλαντώσεων στη ζώνη άλφα (alpha band), υποδεικνύοντας αυξημένη εσωτερική προσοχή κατά τη διάρκεια της αποκλίνουσας σκέψης, ενώ η συγκλίνουσα σκέψη χαρακτηρίζεται από αυξημένη δραστηριότητα στη ζώνη βήτα (beta band) και μεγαλύτερη ενεργοποίηση των εκτελεστικών λειτουργιών στον οπισθοπλάγιο μετωπιαίο φλοιό (Fink & Benedek, 2013, 2014; Croy et al., 2017).

Η αναγνώριση των γνωστικά χαρισματικών μαθητών έχει ιστορικά βασιστεί σε δύο κύριες μεθόδους: (α) τη χρήση τεστ νοημοσύνης, όπως η κλίμακα Stanford-Binet και η κλίμακα Wechsler (WISC), και (β) τις εξειδικευμένες εξετάσεις ανά γνωστικό πεδίο, όπως οι Ολυμπιάδες Μαθηματικών και Φυσικής (Liashenko et al., 2017). Παρά τις σημαντικές συνεισφορές αυτών των μεθόδων, υπάρχουν περιορισμοί που σχετίζονται με πολιτισμικούς παράγοντες, κινητοποιητικά ζητήματα και την αδυναμία αξιολόγησης όλων των διαστάσεων της νοημοσύνης, όπως προτείνει η θεωρία των πολλαπλών νοημοσυνών του Gardner (Boake, 2002; Liashenko et al., 2017).

Σε μια συστηματική ανασκόπηση 40 μελετών, οι Myers κ.ά. (2017) εντόπισαν ότι η οπτικοχωρική επεξεργασία και η μνήμη εργασίας αποτελούν τους πιο συχνά αναφερόμενους γνωστικούς συσχετισμούς της μαθηματικής χαρισματικότητας. Ενδεικτικά, χαρισματικοί έφηβοι έχουν παρουσιάσει ενισχυμένη διασύνδεση του μετωποβρεγματικού δικτύου κατά την εκτέλεση νοερής περιστροφής αντικειμένων (Prescott et al., 2010) και υψηλότερη οπτικοχωρική μνήμη εργασίας σε σχέση με τη γενική λεκτική νοημοσύνη (Leikin et al., 2013). Ενδιαφέρον παρουσιάζει το εύρημα ότι σε περιπτώσεις μαθηματικών «θαυμάτων», η εξαιρετική επίδοση δεν συνοδεύεται πάντα από ανώτερες γενικές γνωστικές ικανότητες, αλλά φαίνεται να συνδέεται περισσότερο με εντατική, μακρόχρονη εξάσκηση (Jensen, 1990; Fehr et al., 2010), υπενθυμίζοντας ότι η χαρισματικότητα δεν πρέπει να ερμηνεύεται αποκλειστικά ως έμφυτο βιολογικό χαρακτηριστικό.

Οι ίδιοι συγγραφείς επισημαίνουν, ωστόσο, σημαντικούς περιορισμούς στη σχετική βιβλιογραφία: οι περισσότερες μελέτες διαθέτουν μικρά δείγματα και άρα χαμηλή στατιστική ισχύ, ενώ αρκετές νευροαπεικονιστικές έρευνες βασίζονται σε «αντίστροφο συλλογισμό», αποδίδουν δηλαδή μια συγκεκριμένη γνωστική λειτουργία σε μια εγκεφαλική περιοχή μόνο επειδή αυτή ενεργοποιήθηκε, χωρίς η λειτουργία αυτή να έχει μετρηθεί άμεσα στη μελέτη. Κάτι τέτοιο είναι μεθοδολογικά

προβληματικό, καθώς οι περισσότερες εγκεφαλικές περιοχές εμπλέκονται σε πολλαπλές, όχι μία, γνωστικές διεργασίες (Myers et al., 2017). Η επισήμανση αυτή δεν αναιρεί τη συνολική αξία των ευρημάτων, αλλά υπενθυμίζει την ανάγκη συγκρατημένης ερμηνείας τους.

Συνολικά, οι γνωστικά χαρισματικοί μαθητές αποτελούν μια ετερογενή ομάδα που χαρακτηρίζεται από την αλληλεπίδραση γνωστικών ικανοτήτων, δημιουργικότητας και κινήτρων, και η κατανόησή τους απαιτεί τη σύνθεση ψυχολογικών, νευροεπιστημονικών και εκπαιδευτικών προσεγγίσεων (Cropley et al., 2017; Liashenko et al., 2017)

2.4 Συνεισφορά της Νευροεκπαίδευσης στη Διδασκαλία των Μαθηματικών

Η αναπτυξιακή δυσαριθμησία αποτελεί μια ειδική μαθηματική διαταραχή με εκτιμώμενο επιπολασμό περίπου 5 έως 7%, ποσοστό παρόμοιο με αυτό της αναπτυξιακής δυσλεξίας (Butterworth et al., 2011). Η δυσαριθμησία παραμένει υποχρηματοδοτούμενη στην έρευνα: από το 2000, το NIH δαπάνησε 107,2 εκατομμύρια δολάρια για τη δυσλεξία έναντι μόλις 2,3 εκατομμυρίων για τη δυσαριθμησία, αν και οι συνέπειές της είναι εξίσου σοβαρές (Butterworth et al., 2011). Μπορεί να είναι εξαιρετικά επιλεκτική, επηρεάζοντας μαθητές με φυσιολογική νοημοσύνη και φυσιολογική μνήμη εργασίας, αν και συνυπάρχει συχνότερα από το αναμενόμενο με άλλες αναπτυξιακές διαταραχές, όπως η δυσλεξία και η ADHD (Butterworth et al., 2011). Αν και υπάρχουν περιορισμένα δεδομένα, η δυσαριθμησία φαίνεται να επιμένει στην ενηλικίωση, ακόμη και σε άτομα που είναι ικανά σε άλλους γνωστικούς τομείς (Butterworth, 1999, όπως αναφέρεται στους Butterworth et al., 2011). Η έρευνα των Butterworth και συνεργατών (2011) αποτελεί ορόσημο στην κατανόηση της δυσαριθμησίας καθώς προσφέρει ένα ολοκληρωμένο μοντέλο που συνδέει τη βιολογία, τη γνωστική επιστήμη και την εκπαίδευση. Σε αντίθεση με τις παλαιότερες κλινικές προσεγγίσεις που βασίζονταν αποκλειστικά σε χαμηλή επίδοση σε τεστ, η νευροεπιστημονική προσέγγιση προσδιορίζει το υποκείμενο γνωστικό έλλειμμα, επιτρέποντας στοχευμένες παρεμβάσεις.

Η νευροεπιστήμη προσφέρει σαφή γνωστική στόχευση για την αξιολόγηση και την παρέμβαση που είναι ανεξάρτητη από τις κοινωνικές και εκπαιδευτικές συνθήκες των μαθητών (Butterworth et al., 2011). Η απαρίθμηση συνόλων και η σύγκριση αριθμοποσοτήτων μπορούν να συμπληρώσουν τα τυποποιημένα τεστ για να διαφοροποιηθεί η δυσαριθμησία από άλλες αιτίες

χαμηλής αριθμητικής ικανότητας (Butterworth & Laurillard, 2010; Landerl et al., 2009, όπως αναφέρονται στους Butterworth et al., 2011). Στην παρέμβαση, η ενίσχυση της σημασιολογικής αξίας των αριθμών και του δεσμού μεταξύ συμβόλων και αριθμοποσοτήτων είναι κρίσιμη.

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη συνιστά έναν διεπιστημονικό τομέα ο οποίος επιδιώκει να αξιοποιήσει τα ευρήματα της νευροεπιστήμης σχετικά με τις βιολογικές βάσεις της μάθησης, προκειμένου να εμπλουτίσει την εκπαιδευτική θεωρία και πράξη (Gkintoni, 2021). Στο πλαίσιο αυτό, ερευνητές από ποικίλα επιστημονικά πεδία συνεργάζονται με εκπαιδευτικούς διαφορετικών ειδικοτήτων, αξιοποιώντας μεθοδολογικά εργαλεία της νευροεπιστήμης, όπως η ηλεκτροεγκεφαλογραφία και η νευροαπεικόνιση, για τον εντοπισμό τεχνικών ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας. Η αποτελεσματική λειτουργία αυτής της διεπιστημονικότητας προϋποθέτει αμοιβαία αποδοχή των θεωρητικών πλαισίων μεταξύ νευροεπιστημόνων και εκπαιδευτικών (Anderson & Della Sala, 2012, όπως αναφέρεται στη Gkintoni, 2021), ενώ φιλοσοφικά, η εγκυρότητα του πεδίου στηρίζεται στην αντίληψη νου και εγκεφάλου ως δύο διακριτών όψεων μιας ενιαίας οντότητας, παρά ως δύο ανεξάρτητων συστημάτων (Campbell, 2010).

Σε νευροβιολογικό επίπεδο, η μαθησιακή διαδικασία στηρίζεται στη λειτουργία δικτύων περίπου 85 δισεκατομμυρίων νευρώνων που επικοινωνούν μέσω συνάψεων (Gkintoni, 2021). Κομβικό ρόλο στην ενοποίηση και διατήρηση πληροφοριών διαδραματίζει ο ιππόκαμπος, ο οποίος μεταφέρει πληροφορίες από τη βραχυπρόθεσμη στη μακροπρόθεσμη μνήμη (Kesner, 1998· Ito, 2004), ενώ λειτουργίες όπως η σύνδεση πληροφοριών, η αξιολόγηση δεδομένων και η λήψη αποφάσεων εντοπίζονται σε περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού (Howard-Jones, 2014). Η ανάπτυξη νευροαπεικονιστικών μεθόδων (EEG, PET, fMRI) κατέστησε δυνατή τη μελέτη αυτών των μηχανισμών σε πραγματικό χρόνο, τόσο σε τυπικό όσο και σε άτυπο πληθυσμό, προσφέροντας δεδομένα που δεν θα μπορούσαν να προκύψουν αποκλειστικά από συμπεριφορική έρευνα (Ferguson, Anderson, & Spreng, 2017).

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα που αναδεικνύει η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη είναι η αμφισβήτηση της αντίληψης ότι η μαθησιακή επίδοση καθορίζεται αποκλειστικά από περιβαλλοντικούς παράγοντες, αντίθετα, βιολογικοί παράγοντες φαίνεται να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στις ατομικές διαφορές μαθησιακής ικανότητας, εύρημα που έχει ενισχύσει την έρευνα γύρω από θεμελιώδεις μαθησιακές δυσκολίες (Gkintoni & Dimakos, 2022, Gkintoni

et al., 2021). Παράλληλα, ο εγκέφαλος διατηρεί εφ' όρου ζωής χαρακτηριστικά πλαστικότητα, μεταβαλλόμενος συνεχώς ως αποτέλεσμα της μάθησης και της απόκτησης νέων δεξιοτήτων (Antonopoulou et al., 2019, 2020, 2021a, 2021b, 2021c), η μάθηση ωστόσο, δεν αποτελεί αμιγώς νοητική λειτουργία, καθώς επηρεάζεται από κίνητρα, ενδιαφέροντα και τη γενικότερη ψυχική και σωματική κατάσταση του ατόμου (Tzanos et al., 2019). Ιδιαίτερη βαρύτητα αποδίδεται στον ρόλο του συναισθήματος, καθώς το στρες και τα τραυματικά βιώματα προκαλούν αλλαγές σε νευρωνικό επίπεδο που επιδρούν αρνητικά στη μαθησιακή διαδικασία (Gkintoni et al., 2021b, 2022a).

Ειδικότερα ως προς τα μαθηματικά, το πεδίο έχει αναδειχθεί τα τελευταία χρόνια σε προνομιακό χώρο εφαρμογής της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης, καθώς αυξάνεται συνεχώς το ερευνητικό ενδιαφέρον για τους νευρωνικούς μηχανισμούς της μαθηματικής σκέψης (Grabner, Obersteiner, Smedt, & Vogel, 2016). Έρευνες που εξετάζουν την εγκεφαλική δραστηριότητα κατά την εκτέλεση αριθμητικών και αλγεβρικών υπολογισμών (Anderson, Love, & Tsai, 2014), καθώς και μελέτες οφθαλμικής παρακολούθησης κατά την επεξεργασία σύνθετων μαθηματικών εννοιών (Andrá, Lindström, Arzarello, Holmqvist, Robutti, & Sabena, 2013), τεκμηριώνουν ότι συγκεκριμένες εγκεφαλικές περιοχές ενεργοποιούνται κατά τις μαθηματικές διεργασίες, χωρίς ωστόσο να προσφέρουν άμεσα διδακτικές κατευθύνσεις· η μετάφραση των ευρημάτων αυτών σε παιδαγωγική πρακτική παραμένει ξεχωριστό, εξίσου κρίσιμο ζητούμενο (Kurtulus, 2013).

Το χάσμα αυτό ανάμεσα σε νευροεπιστημονική έρευνα και διδακτική πράξη επισημαίνεται ευθέως και από τη Leikin (2018), η οποία περιγράφει τη μαθηματική εκπαίδευση και τη γνωστική νευροεπιστήμη ως δύο «εφαπτόμενα» πεδία έρευνας. Παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον, η ανασκόπηση δημοσιεύσεων που πραγματοποίησε έδειξε ότι λιγότερο από το 1% των άρθρων σε κορυφαία περιοδικά γνωστικής νευροεπιστήμης αφορούσε μαθηματική επεξεργασία, ενώ αντίστοιχα ελάχιστες μελέτες σε περιοδικά μαθηματικής εκπαίδευσης αξιοποιούσαν νευροεπιστημονική μεθοδολογία. Σύμφωνα με τη θεωρία του τριπλού κώδικα για την αριθμητική γνώση (Dehaene, Piazza, Pinel, & Cohen, 2003), τρεις περιοχές του βρεγματικού φλοιού επιτελούν διακριτούς ρόλους, η οριζόντια ενδοβρεγματική αύλακα συνδέεται με τον υπολογισμό, ο οπίσθιος άνω βρεγματικός λοβός με την οπτικοχωρική επεξεργασία και την προσοχή, και η γωνιακή έλικα με τη λεκτική επεξεργασία και ανάκτηση αριθμητικών

δεδομένων, εύρημα που συγκλίνει με όσα παρουσιάζονται παρακάτω για τις ίδιες εγκεφαλικές περιοχές.

Η Leikin (2018) παραθέτει και ένα συγκεκριμένο παράδειγμα ουσιαστικής γεφύρωσης των δύο πεδίων, σε μελέτη fMRI, οι J.R. Anderson, Lee και Fincham (2014) εντόπισαν πέντε διαδοχικές φάσεις εγκεφαλικής δραστηριότητας κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (ορισμός, κωδικοποίηση, υπολογισμός, μετασχηματισμός, απάντηση), οι οποίες αντιστοιχούν σχεδόν πλήρως στα κλασικά στάδια επίλυσης προβλήματος του Polya (κατανόηση, σχεδιασμός, εκτέλεση, αναστοχασμός). Το εύρημα καταδεικνύει ότι η νευροεπιστήμη μπορεί να προσφέρει βιολογική επικύρωση σε καθιερωμένες παιδαγωγικές θεωρίες, ενώ παράλληλα η ίδια η μαθηματική εκπαίδευση μπορεί να καθοδηγήσει τον σχεδιασμό νευροεπιστημονικών ερευνών ώστε να αποκτήσουν μεγαλύτερη διδακτική συνάφεια. Για την επιτυχή αυτή σύνθεση, η Leikin (2018) τονίζει ως απαραίτητη προϋπόθεση τη στενή συνεργασία μαθηματικών παιδαγωγών και νευροεπιστημόνων.

Πιο συγκεκριμένα, ο μετωπιαίος φλοιός, υπεύθυνος για την κατεύθυνση της σκέψης και τη στρατηγική, ενεργοποιείται σε εξελιγμένους αριθμητικούς υπολογισμούς αλλά όχι σε λειτουργίες μηχανικής απομνημόνευσης (Hwang & Hu, 2013), ενώ ο βρεγματικός φλοιός συνδέεται με την επεξεργασία αριθμητικών ερεθισμάτων (Day & Sweatt, 2011). Εντός του βρεγματικού φλοιού, τρεις διακριτές περιοχές φαίνεται να επιτελούν διαφορετικούς ρόλους: το οριζόντιο ενδοβρεγματικό λοβίδιο συνδέεται με τον υπολογισμό, ο οπίσθιος άνω βρεγματικός φλοιός με την επεξεργασία αριθμών (Sabitzer, 2011), ενώ η γωνιακή έλικα εμπλέκεται στη λεκτική επεξεργασία και ανάκτηση αριθμητικών πληροφοριών (Ansari & Lyons, 2016). Ο βρεγματικός φλοιός φαίνεται επίσης να σχετίζεται με πιο σύνθετες μαθηματικές λειτουργίες, όπως η επίλυση αλγεβρικών εξισώσεων και η κατασκευή γεωμετρικών αποδείξεων (Gkintoni, 2021).

Στο ίδιο πλαίσιο, αναδυόμενα ευρήματα που βασίζονται σε έρευνα του εγκεφάλου συνδέουν συγκεκριμένες νευρωνικές δυσλειτουργίες με δυσαριθμησία, άνοια και γενικότερη γνωστική έκπτωση της αριθμητικής ικανότητας (Chang, Wu, Lai, & Sung, 2014). Το σύνολο αυτών των ευρημάτων καταδεικνύει ότι οι μαθηματικές διεργασίες δεν είναι ενιαίες αλλά κατανέμονται σε εξειδικευμένα νευρωνικά δίκτυα, γεγονός που έχει άμεσες συνέπειες τόσο για την έγκαιρη

ανίχνευση δυσκολιών όσο και για τον σχεδιασμό διαφοροποιημένων διδακτικών παρεμβάσεων (Fischer, 2009).

Συνολικά, η Gkintoni (2021) καταλήγει ότι η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στον επαναπροσδιορισμό της μαθηματικής εκπαίδευσης, υπό την προϋπόθεση ότι τα νευροεπιστημονικά ευρήματα δεν αντιμετωπίζονται ως αυτόνομες διδακτικές οδηγίες αλλά μεταφράζονται, μέσω διεπιστημονικής συνεργασίας εκπαιδευτικών και ερευνητών, σε πρακτικές που ενισχύουν την εξατομικευμένη μάθηση. Η έγκαιρη ανίχνευση μαθητών με αυξημένη πιθανότητα αναπτυξιακών δυσκολιών, καθώς και ο σχεδιασμός στοχευμένων παρεμβάσεων στη βάση αυτής της γνώσης, αναδεικνύονται ως τα σημαντικότερα πρακτικά οφέλη της σύνδεσης νευροεπιστήμης και μαθηματικής διδασκαλίας.

ΜΕΡΟΣ ΙΙ – ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κεφάλαιο 3: Ερωτηματολόγιο, σχολιασμός και συμπεράσματα

Για την παρούσα μελέτη, επιλέχθηκε η ποσοτική ερευνητική μέθοδος, καθώς θεωρήθηκε η πλέον κατάλληλη για τους στόχους της έρευνας. Αυτοί οι στόχοι περιλαμβάνουν την εξερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών και μαθητών σχετικά με την επίδραση της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη διδασκαλία των μαθηματικών. Η βιβλιογραφία (Mora, Daniel Ansari, Σκουρολιάκου, Τζιβινίκου κ.ά.) κρίθηκε επαρκής για τον ορισμό των εννοιών και δεν διενεργήθηκε ξεχωριστή προέρευνα. Για τη σαφήνεια της έρευνας, οι βασικοί ορισμοί που υιοθετούνται είναι:

- **Νευροεκπαίδευση:** η διεπιστημονική σύνθεση νευροεπιστημών, ψυχολογίας και παιδαγωγικής με στόχο τη βελτίωση της διδασκαλίας.
- **Δυσαριθμησία:** ειδική μαθησιακή δυσκολία στη διαχείριση αριθμητικών πληροφοριών.
- **Χαρισματικότητα:** συνδυασμός υψηλών ικανοτήτων, δημιουργικότητας και ενεργής δέσμευσης.

3.1 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα από 26/04/2026 έως 26/06/2026. Η διανομή του ερωτηματολογίου στους μαθητές έγινε επιτόπου στον χώρο του φροντιστηρίου, μέσω σάρωσης κωδικού QR που παρέπεμπε στη φόρμα Google Forms, ενώ στους εκπαιδευτικούς η πρόσβαση στο ερωτηματολόγιο δόθηκε μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Πριν από τη συμμετοχή των ανήλικων μαθητών, ακολουθήθηκε διαδικασία ενημέρωσης και συναίνεσης από τον γονέα/κηδεμόνα κάθε συμμετέχοντος, διασφαλίζοντας την τήρηση των βασικών δεοντολογικών προϋποθέσεων έρευνας με ανήλικους.

3.2 Πιλοτική έρευνα

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί πρωτότυπο εργαλείο, σχεδιασμένο εξ ολοκλήρου από εμένα, με την καθοδήγηση του κ. Αυγερινού κατά τη διαμόρφωσή του. Πριν από την τελική διανομή,

πραγματοποιήθηκε πιλοτικός έλεγχος σε δείγμα 4 ατόμων εκτός του κύριου δείγματος της έρευνας, με στόχο τον έλεγχο της σειράς και της κατανόησης των ερωτήσεων καθώς επίσης και για την εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου συμπλήρωσης. Με βάση την ανατροφοδότηση αυτή πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητες προσαρμογές πριν από τη διανομή του ερωτηματολογίου στο τελικό δείγμα.

3.3 Επεξεργασία δεδομένων

Στο ερωτηματολόγιο χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές κλίμακες απάντησης ανά ερώτηση, καθώς κρίθηκε ότι η κάθε κλίμακα απέδιδε καλύτερα τη φύση της αντίστοιχης ερώτησης. Η επεξεργασία των δεδομένων βασίστηκε σε περιγραφική στατιστική ανάλυση. Για την αρχική οπτικοποίηση των απαντήσεων αξιοποιήθηκαν τα αυτόματα παραγόμενα γραφήματα της πλατφόρμας Google Forms, ενώ για τον λεπτομερή έλεγχο, την επεξεργασία και τη διασταύρωση των δεδομένων (συμπεριλαμβανομένων των συγκρίσεων ανά ομάδα συμμετεχόντων) χρησιμοποιήθηκε το Microsoft Excel.

3.4 Πληθυσμός της μελέτης

Ο πληθυσμός της μελέτης περιλαμβάνει εκπαιδευτικούς και μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Συνολικά το δείγμα περιλαμβάνει 8 εκπαιδευτικούς από την ιδιωτική εκπαίδευση με διαβαθμισμένη εμπειρία και ειδικότητες και 32 μαθητές επιλεγμένους ώστε να εκπροσωπούν τρεις κατηγορίες: μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, μαθητές με τυπική επίδοση και ένα μικρό δείγμα χαρισματικών μαθητών. Ο χαρακτηρισμός συγκεκριμένων μαθητών του δείγματος ως χαρισματικών βασίστηκε σε προσωπική γνώση και μακροχρόνια παρατήρησή τους εκ μέρους μου, αφού αξιολογήθηκε συνολικά η σχολική τους επίδοση, με έμφαση στα μαθηματικά. Η κρίση αυτή ενισχύθηκε περαιτέρω από τα αποτελέσματα σχετικών κριτηρίων αξιολόγησης, τα οποία επιβεβαίωσαν την αυξημένη ικανότητα και το ιδιαίτερο δυναμικό των συγκεκριμένων μαθητών σε σχέση με τους συνομηλίκους τους. Αντίστοιχα, ο χαρακτηρισμός ορισμένων μαθητών του δείγματος ως ατόμων με μαθησιακές δυσκολίες βασίστηκε στην ύπαρξη επίσημης ιατρικής ή διαγνωστικής γνωμάτευσης, στοιχείο το οποίο ήταν γνωστό, λόγω της προσωπικής μου σχέσης και επαφής με τους συγκεκριμένους μαθητές.

Το μαθητικό δείγμα προήλθε από το φροντιστήριο στο οποίο εργάζομαι, με τους συμμετέχοντες μαθητές να αποτελούν μαθητές μου. Το δείγμα των εκπαιδευτικών συγκροτήθηκε από συναδέλφους του ιδιωτικού τομέα, καθώς και εκπαιδευτικούς που διδάσκουν σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία ή έχουν συνταξιοδοτηθεί. Η επιλογή αυτή διευκόλυνε την πρόσβαση και την ανταπόκριση των συμμετεχόντων, ωστόσο πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η προϋπάρχουσα σχέση μου με τους συμμετέχοντες (ιδίως με το μαθητικό δείγμα) συνιστά περιορισμό ως προς την αντικειμενικότητα και ενδέχεται να έχει επηρεάσει τον βαθμό ειλικρίνειας ή την κατεύθυνση των απαντήσεων. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα σημαντικό μέρος των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου διατυπώθηκε με κοινό τρόπο τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές, με στόχο τη δυνατότητα άμεσης σύγκρισης των απαντήσεων των δύο ομάδων. Η επιλογή αυτή εξυπηρετεί την ανάγκη ανάδειξης πιθανών συγκλίσεων ή αποκλίσεων στις αντιλήψεις, τις στάσεις και τις εμπειρίες εκπαιδευτικών και μαθητών.

Κύριο εργαλείο συλλογής δεδομένων είναι ένα ερωτηματολόγιο σε πλατφόρμα Google Forms, σχεδιασμένο με βάση τη θεωρητική ανασκόπηση και τους ερευνητικούς στόχους. Η δομή του ερωτηματολογίου χαρακτηρίζεται από μία κλιμακωτή οργάνωση, η οποία επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων από ένα ευρύ φάσμα θεματικών πεδίων. Ξεκινά με τη χαρτογράφηση του δείγματος μέσω των δημογραφικών στοιχείων (Ερωτήσεις 1-6) και προχωρά στη διερεύνηση του θεωρητικού υπόβαθρου των συμμετεχόντων σχετικά με την Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη και τη λειτουργία του εγκεφάλου. Έπειτα υπάρχουν ερωτήσεις που εστιάζουν στην εκπαίδευση, καθώς εξετάζονται τόσο οι μαθησιακές δυσκολίες (δυσαριθμησία) όσο και η υποστήριξη των χαρισματικών μαθητών (Ερωτήσεις 11-20). Η δομή ολοκληρώνεται με την αξιολόγηση των διδακτικών μεθόδων, των ψηφιακών εργαλείων και των τεχνικών μνήμης, ενώ στο τέλος υπάρχει η προσθήκη ενός πρακτικού μέρους με μαθηματικά προβλήματα και ασκήσεις λογικής, με σκοπό την αναγνώριση του επιπέδου των συμμετεχόντων στα μαθηματικά.

Η παρούσα μελέτη βασίστηκε στη συλλογή δεδομένων από ένα συνολικό δείγμα 40 ατόμων, το οποίο αποτελείται από 8 εκπαιδευτικούς και 32 μαθητές. Η επιλογή αυτής της σύνθεσης έγινε προκειμένου να διασφαλιστεί μια πολυδιάστατη προσέγγιση στο θέμα της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης, εξετάζοντας τόσο την πλευρά των διδασκόντων όσο και την εμπειρία των μαθητών.

Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών είναι άνδρες (6 στους 8), ενώ όσον αφορά την ηλικιακή τους κατανομή, η συντριπτική πλειονότητα ανήκει στην ομάδα 50+ ετών. Το στοιχείο αυτό έχει ιδιαίτερη βαρύτητα, καθώς συνδέεται άμεσα με τη διδακτική εμπειρία, η οποία για 7 από τους 8 εκπαιδευτικούς υπερβαίνει τα 20 έτη. Πρόκειται, επομένως, για ένα δείγμα εμπειρών μαθηματικών που έχουν διαμορφώσει τη διδακτική τους προσέγγιση μέσα από μακροχρόνια τριβή με το παραδοσιακό εκπαιδευτικό σύστημα.

Το μαθητικό δείγμα (32 άτομα) αποτελείται από 20 αγόρια και 12 κορίτσια (62,5% – 37,5%), με τη συντριπτική πλειονότητα (30 από 32) να βρίσκεται στο στάδιο της ύστερης εφηβείας (16-18 ετών). Ως προς την τάξη φοίτησης, 18 μαθητές (56,3%) φοιτούν στη Γ' Λυκείου, 7 (21,9%) στη Β' Λυκείου, 5 (15,6%) στην Α' Λυκείου και 2 (6,3%) στο Γυμνάσιο.

Η επιλογή του συγκεκριμένου δείγματος εξυπηρετεί τη στοχοθεσία της μελέτης για την ανάδειξη της ανάγκης εξατομικευμένης διδασκαλίας. Οι έμπειροι εκπαιδευτικοί καλούνται να αξιολογήσουν την ενσωμάτωση νέων νευροεπιστημονικών αρχών στη δουλειά τους, ενώ οι μαθητές, προερχόμενοι από διαφορετικά επίπεδα ικανοτήτων (τυπική ανάπτυξη, μαθησιακές δυσκολίες, χαρισματικότητα), βοηθούν στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

3.5 Περιορισμοί της μελέτης

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει αρκετούς περιορισμούς που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Το δείγμα ήταν μικρό ($n=40$) και προέκυψε με δειγματοληψία χωρίς τυχαιοποίηση, κυρίως λόγω έλλειψης χρόνου, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης σε ευρύτερους πληθυσμούς εκπαιδευτικών και μαθητών. Η προϋπάρχουσα σχέση μου με το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος (μαθητές του φροντιστηρίου μου) ενδέχεται να έχει επηρεάσει τον βαθμό ειλικρίνειας των απαντήσεων. Επιπλέον, όλα τα δεδομένα βασίζονται σε αυτοαναφορές, χωρίς κάποια αντικειμενική μέτρηση επίδοσης ή συμπεριφοράς. Σε κάποιες ερωτήσεις κατάταξης παρατηρήθηκε ποσοστό ελλিপών ή μη έγκυρων απαντήσεων. Τέλος, η άνιση κατανομή μεταξύ εκπαιδευτικών ($n=8$) και μαθητών ($n=32$) περιορίζει την αξιοπιστία των συγκρίσεων ανάμεσα στις δύο ομάδες.

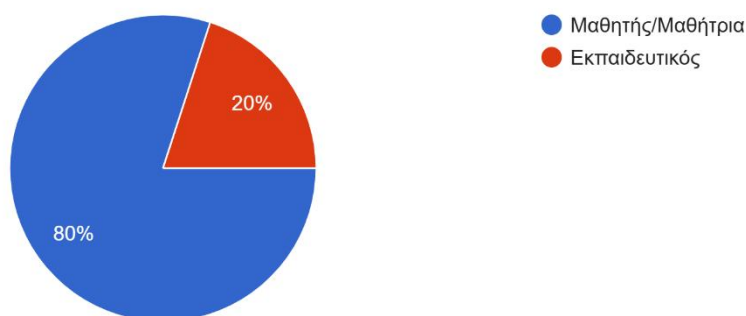
3.6 Σχολιασμός ερωτηματολογίου

Ακολουθεί ο σχολιασμός του ερωτηματολογίου, όπου θα σχολιαστεί κάθε ερώτηση ξεχωριστά, με στόχο να αναδειχθούν δυνατότητες ερμηνείας, τάσεις στις απαντήσεις, καθώς και προτάσεις για βελτίωση σε μελλοντικές εφαρμογές ή ανάλυση δεδομένων.

Οι πρώτες έξι ερωτήσεις έχουν δημογραφικό χαρακτήρα.

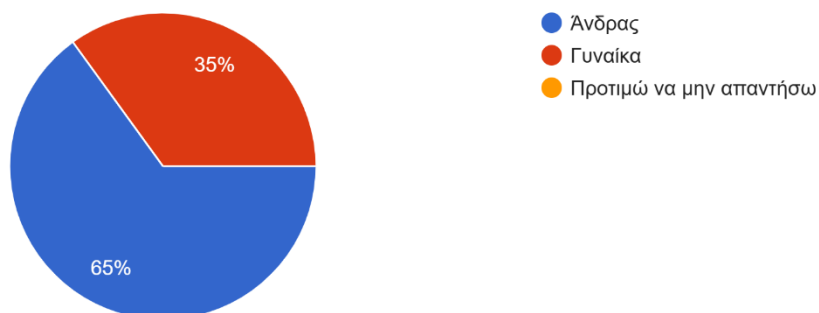
1. Ιδιότητα:

40 απαντήσεις



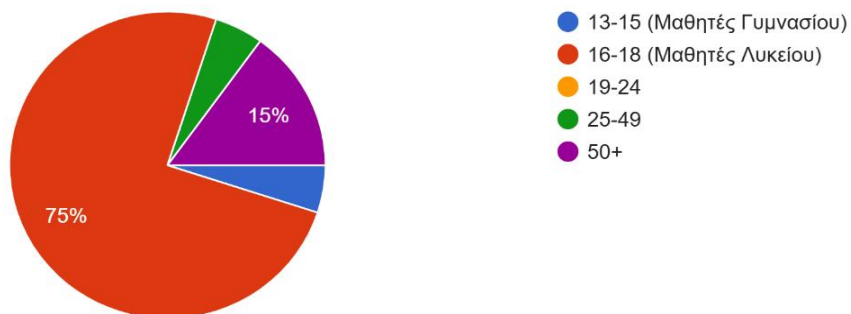
2. Φύλο:

40 απαντήσεις



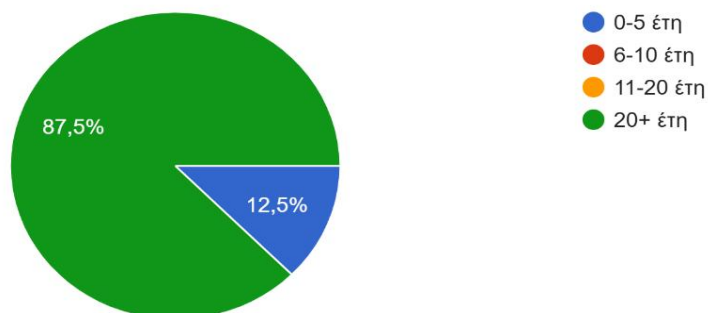
3. Ηλικία:

40 απαντήσεις



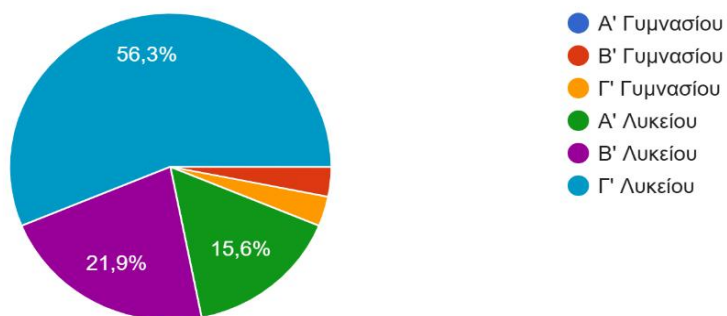
4. (Για Εκπαιδευτικούς) Χρόνια Διδακτικής Εμπειρίας:

8 απαντήσεις



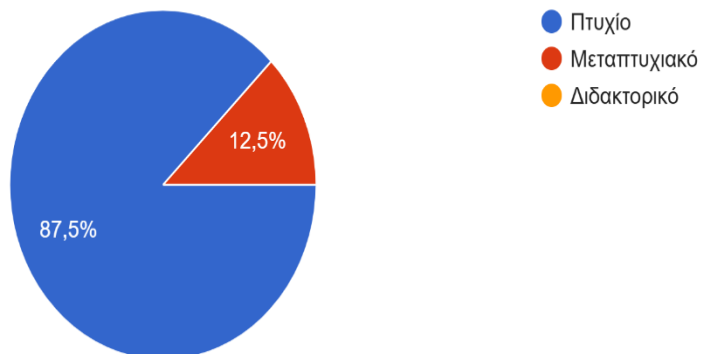
5. (Για Μαθητές) Τάξη:

32 απαντήσεις



6. (Για εκπαιδευτικούς) Τίτλοι Σπουδών :

8 απαντήσεις

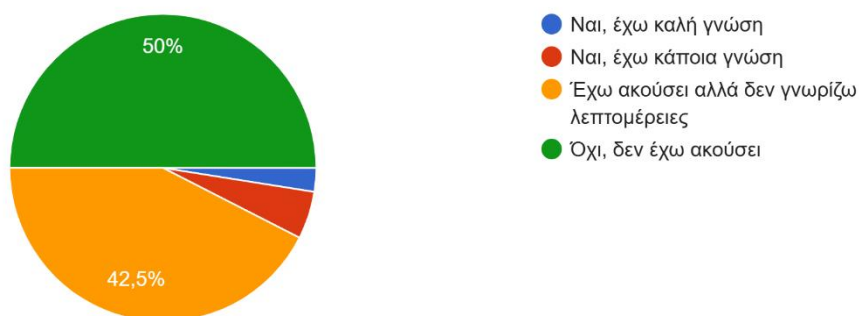


Η πρώτη ενότητα των αποτελεσμάτων επικεντρώνεται στον βαθμό ενημέρωσης των συμμετεχόντων για το πεδίο της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης (Ερώτηση 7). Από την ανάλυση των απαντήσεων των εκπαιδευτικών προκύπτει ότι το 62,5% (5 στους 8) αναγνωρίζει τον όρο χωρίς όμως να κατέχει εξειδικευμένες γνώσεις, ενώ το 25% δηλώνει πλήρη άγνοια. Το εύρημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν αναλογιστούμε τη μεγάλη διδακτική εμπειρία του δείγματος, γεγονός που υποδηλώνει ότι η Νευροεκπαίδευση, ως διεπιστημονικό πεδίο, δεν αποτελούσε μέρος της παραδοσιακής κατάρτισης ή των μετέπειτα επιμορφώσεων της πλειονότητας των εκπαιδευτικών λειτουργών.

Αντίστοιχα, στο μαθητικό κοινό, η έννοια της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη, με πάνω από τους μισούς (18 από 32, 56,3%) να μην έχουν έρθει ποτέ σε επαφή με τον όρο. Η εικόνα αυτή αναδεικνύει την ανάγκη για συστηματική ενημέρωση και επιμόρφωση, καθώς, όπως τονίζεται και στο θεωρητικό μέρος, η προσδοκία για βελτίωση της μαθηματικής διδασκαλίας μέσω της νευροεπιστήμης προϋποθέτει τη δημιουργία μιας κατάλληλης υποδομής και τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ επιστημονικής έρευνας και διδασκαλίας. Η περιορισμένη γνώση των συμμετεχόντων λειτουργεί ως αφετηρία για την κατανόηση της αναγκαιότητας διεπιστημονικών συνεργασιών που θα καταστήσουν τη «νευροκουλτούρα» προσβάσιμη στη σχολική τάξη.

7. Έχετε ακούσει για την Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;

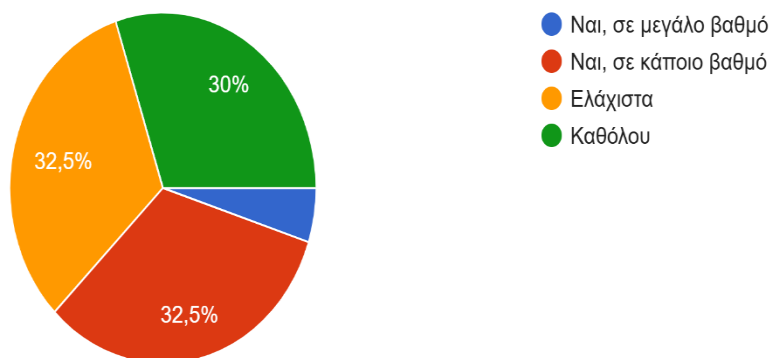
40 απαντήσεις



Η διερεύνηση προχώρησε στην αξιολόγηση της γνώσης των συμμετεχόντων σχετικά με τις βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στον εγκέφαλο κατά την επεξεργασία μαθηματικών εννοιών (Ερώτηση 8). Τα ευρήματα αναδεικνύουν μια σημαντική πρόκληση: το 50% των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι γνωρίζει ελάχιστα έως καθόλου τους μηχανισμούς αυτούς, ενώ ακόμη και εκείνοι που απάντησαν θετικά («σε κάποιο βαθμό»), το έπραξαν με επιφύλαξη. Στο μαθητικό δείγμα, το 65,6% (21 από 32) γνωρίζει ελάχιστα ή καθόλου τους μηχανισμούς αυτούς.

8. Γνωρίζετε πώς λειτουργεί ο εγκέφαλος κατά τη διάρκεια της μαθηματικής μάθησης;

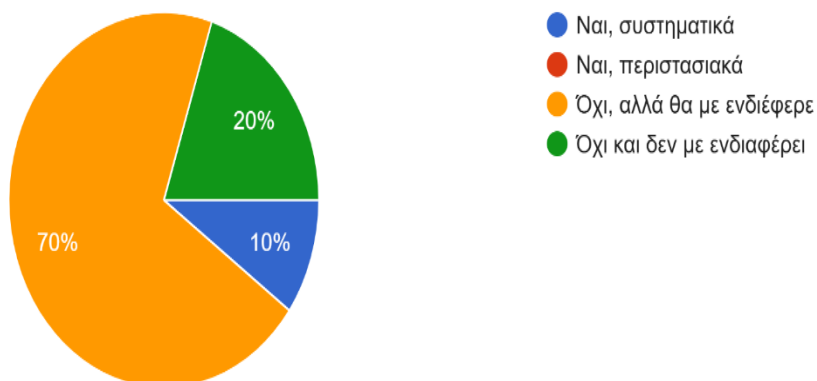
40 απαντήσεις



Η έρευνα εστίασε στη συνέχεια στον βαθμό στον οποίο οι εκπαιδευτικοί έχουν λάβει εξειδικευμένη κατάρτιση πάνω στη Νευροεκπαίδευση (Ερώτηση 9). Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν μια σημαντική έλλειψη επιμόρφωσης, καθώς το 87,5% (7 από 8) των εκπαιδευτικών δεν έχει παρακολουθήσει ποτέ σχετικό πρόγραμμα κατάρτισης. Ωστόσο, το 75% (6 από 8) εκφράζει την επιθυμία να επιμορφωθεί στο μέλλον, στοιχείο που υποδηλώνει μια θετική στάση απέναντι στην ενσωμάτωση νέων επιστημονικών δεδομένων στη διδασκαλία τους.

Αυτή η τάση επιβεβαιώνει την ανάγκη για τη δημιουργία νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων που θα γεφυρώσουν το χάσμα ανάμεσα στις νευροεπιστήμες και την παιδαγωγική πράξη. Όπως υποστηρίζεται στη βιβλιογραφία, η συνεχής ενημέρωση γύρω από τις σύγχρονες στρατηγικές που αναδεικνύει η νευροεκπαίδευση είναι καθοριστική για την προσαρμογή της διδασκαλίας στις γνωστικές και συναισθηματικές ανάγκες των μαθητών.

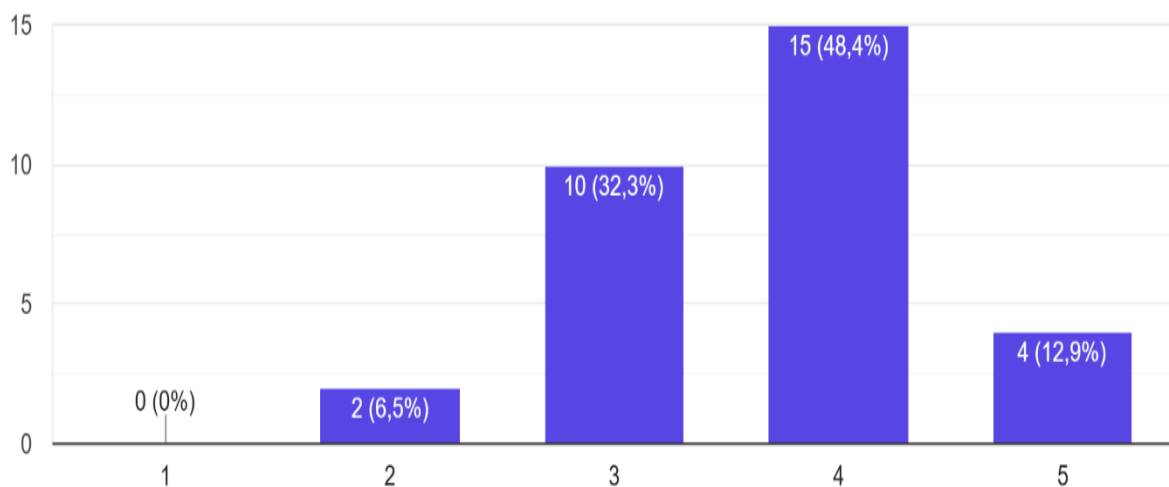
9. (Για Εκπαιδευτικούς) Έχετε παρακολουθήσει επιμορφώσεις σχετικά με τη Νευροεκπαίδευση;
10 απαντήσεις



Η πρώτη ερώτηση που απευθύνθηκε αποκλειστικά στο μαθητικό δείγμα αφορούσε την υποκειμενική αξιολόγηση του επιπέδου τους στα Μαθηματικά (Ερώτηση 10). Η ανάλυση των δεδομένων δείχνει ότι το 48,4% των μαθητών (15 από 31) αισθάνεται αρκετά ικανό, βαθμολογώντας τον εαυτό του με «4» σε μια πεντάβαθμη κλίμακα, ενώ ένα 12,9% (4 μαθητές) δηλώνει απόλυτα σίγουρο για τις ικανότητές του επιλέγοντας το «5». Η πλειονότητα των μαθητών διαθέτει ένα θετικό ακαδημαϊκό αυτο-προφίλ, στοιχείο που λειτουργεί ως ευνοϊκός παράγοντας για τη μαθησιακή διαδικασία. Σύμφωνα με τις αρχές της Νευροεκπαίδευσης, η θετική συναισθηματική στάση απέναντι στο γνωστικό αντικείμενο διευκολύνει την ενεργοποίηση των μηχανισμών της προσοχής και της συγκέντρωσης.

10.(Για μαθητές) Πώς αξιολογείτε το επίπεδό σας στα Μαθηματικά;

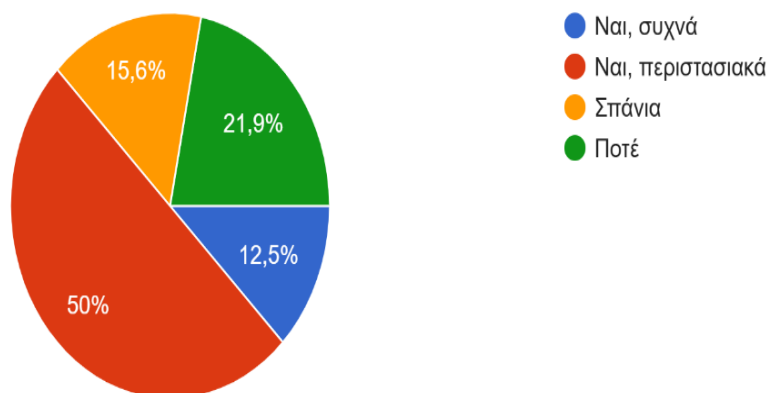
31 απαντήσεις



Στο πλαίσιο της διερεύνησης του μαθησιακού προφίλ των συμμετεχόντων, εξετάστηκε η συχνότητα με την οποία οι μαθητές βιώνουν δυσκολίες στο αντικείμενο των Μαθηματικών (Ερώτηση 11). Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι η εμπειρία της δυσκολίας είναι μια κοινή πραγματικότητα για το 62,5% (20 από 32) των μαθητών, με το 50% (16) να αναφέρει περιστασιακά προβλήματα και ένα μικρότερο ποσοστό (12,5%, 4 μαθητές) να δηλώνει συχνή αδυναμία ανταπόκρισης στις απαιτήσεις του μαθήματος. Όπως αναλύεται στο θεωρητικό μέρος, οι μαθησιακές δυσκολίες συχνά απορρέουν από τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος επεξεργάζεται τις αριθμητικές πληροφορίες και τα σύμβολα, ενώ επηρεάζονται καθοριστικά από τη λειτουργία της προσοχής και της μνήμης εργασίας. Το εύρημα αυτό ενισχύει τη θέση ότι η εκπαιδευτική πράξη πρέπει να είναι ευέλικτη και να υιοθετεί νευροεκπαιδευτικές στρατηγικές (όπως η οπτικοποίηση), οι οποίες βοηθούν τους μαθητές να ξεπερνούν δυσκολίες και να μειώνουν

11. (Για μαθητές) Έχετε βιώσει μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά;

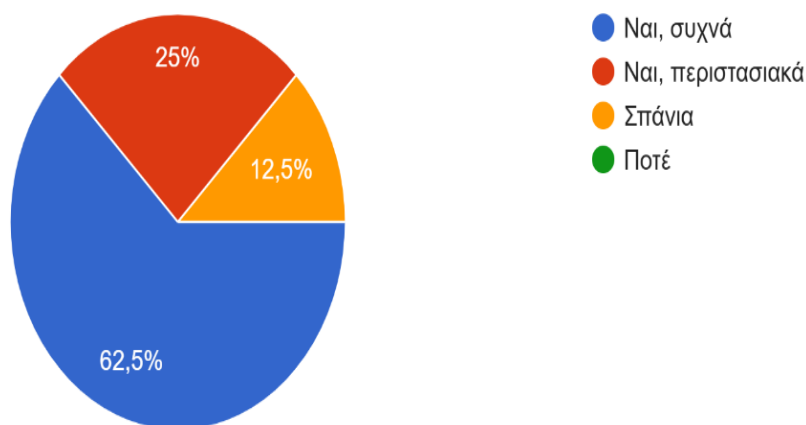
32 απαντήσεις



το μαθηματικό άγχος.

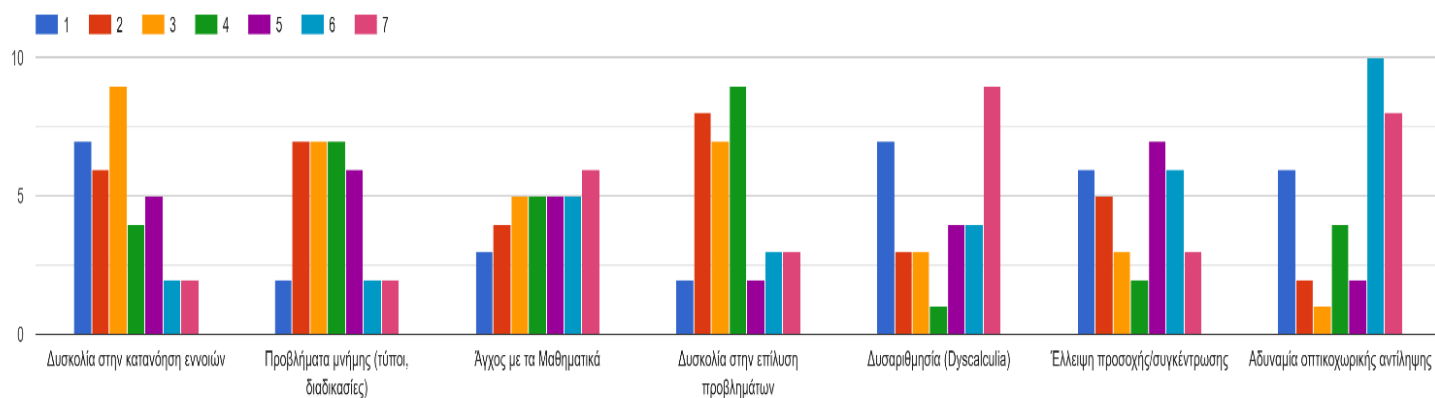
Στην επόμενη ενότητα εξετάστηκε η συχνότητα με την οποία οι εκπαιδευτικοί έρχονται αντιμέτωποι με μαθησιακές δυσκολίες κατά τη διδακτική πράξη (Ερώτηση 12). Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την ένταση του φαινομένου, καθώς το 62,5% (5 από 8) των εκπαιδευτικών δηλώνει ότι παρατηρεί τέτοιες δυσκολίες συχνά, το 25% (2) περιστασιακά και το 12,5% (1) σπάνια. Η καθολική αναγνώριση των δυσκολιών από το δείγμα των εκπαιδευτικών υπογραμμίζει ότι η «διαφορετικότητα» αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι μέσα σε μια σύγχρονη τάξη. Η παρατήρηση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς αναδεικνύει τον καθοριστικό ρόλο του εκπαιδευτικού στον έγκαιρο εντοπισμό των μαθησιακών δυσκολιών.

12. (Για εκπαιδευτικούς) Έχετε παρατηρήσει μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά;
8 απαντήσεις



Σε μια προσπάθεια εμβάθυνσης στα αίτια των δυσκολιών, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να προσδιορίσουν την πιο συνηθισμένη πρόκληση που αντιμετωπίζουν στο αντικείμενο των Μαθηματικών (Ερώτηση 13). Η ερώτηση αυτή επέτρεπε ιεράρχηση και οι απαντήσεις από το δείγμα εκπαιδευτικών και μαθητών δείχνουν ότι η δυσκολία στην κατανόηση εννοιών κατατάσσεται πρώτη (Μ.Ο. κατάταξης=3,26, n=31), ακολουθούν τα προβλήματα μνήμης (3,68), η δυσκολία στην επίλυση προβλημάτων (3,77) και η έλλειψη προσοχής (3,84), ενώ πιο χαμηλά βρίσκονται η δυσαριθμησία (4,29), το άγχος (4,48) και η αδυναμία οπτικοχωρικής αντίληψης (4,68).

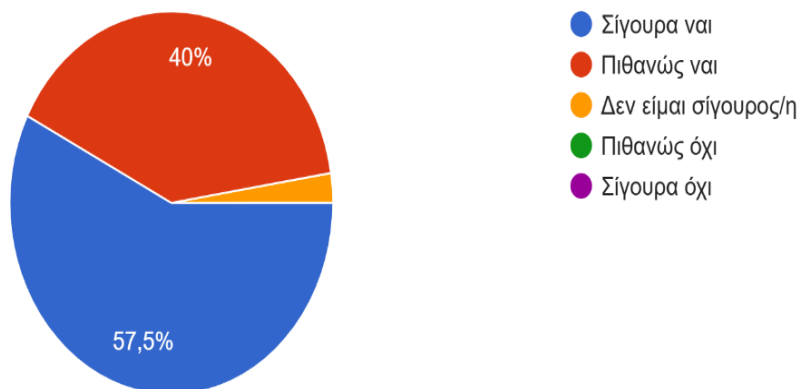
13. Ποια είναι η πιο συνηθισμένη δυσκολία που αντιμετωπίζετε στα Μαθηματικά;



Σε αυτό το στάδιο του ερωτηματολογίου, εξετάστηκε η στάση των συμμετεχόντων απέναντι στη δυνατότητα υπέρβασης των μαθησιακών εμποδίων μέσω διδακτικών παρεμβάσεων (Ερώτηση 14). Το σύνολο των εκπαιδευτικών (100%) και η συντριπτική πλειονότητα των μαθητών εκφράζουν την πεποίθηση ότι οι μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με τις κατάλληλες μεθόδους. Η κοινή αυτή πεποίθηση μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για την εφαρμογή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης. Η πλαστικότητα του εγκεφάλου δείχνει ότι ο εγκέφαλος διατηρεί την ικανότητα προσαρμογής σε όλη τη διάρκεια της ζωής του ανθρώπου, ιδιαίτερα όταν δέχεται τα κατάλληλα ερεθίσματα. Επομένως, η αναγνώριση της σημασίας της μεθόδου, έναντι της αντίληψης περί «φυσικής αδυναμίας» (π.χ. τα μαθηματικά δεν είναι για όλους) μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ίσων ευκαιριών εξέλιξης για όλους τους μαθητές.

14. Πιστεύετε ότι οι μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά μπορούν να αντιμετωπιστούν με κατάλληλες μεθόδους;

40 απαντήσεις

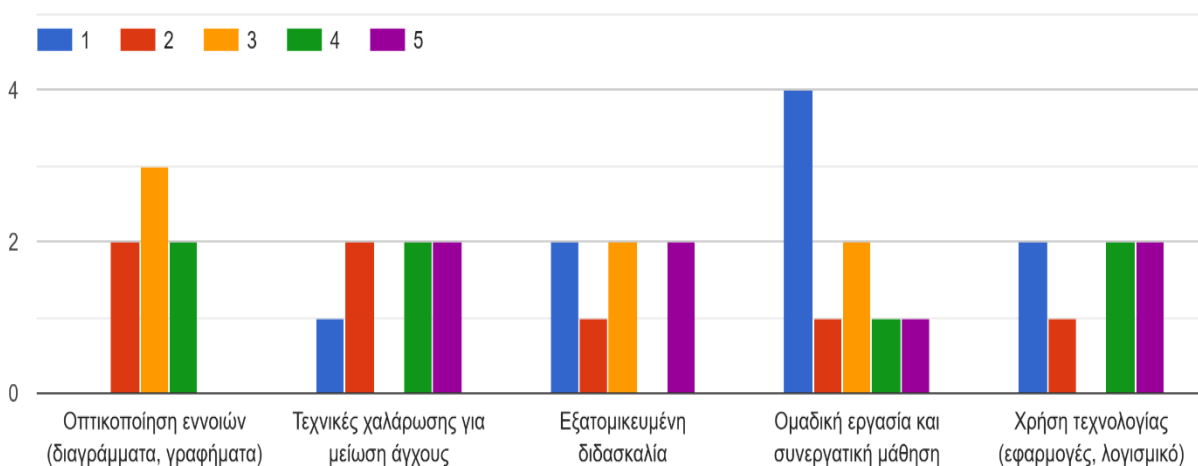


Στην επόμενη ερώτηση εξετάστηκαν οι διδακτικές μέθοδοι που επιλέγουν οι εκπαιδευτικοί για να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία (Ερώτηση 15). Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να επιλέξουν ανάμεσα σε πέντε βασικές μεθόδους: Οπτικοποίηση εννοιών, Τεχνικές χαλάρωσης, Εξατομικευμένη διδασκαλία, Ομαδική εργασία και Χρήση τεχνολογίας. Από το δείγμα των 8 εκπαιδευτικών προκύπτουν τα εξής:

Οι εκπαιδευτικοί κατέταξαν κατά σημαντικότητα τις πέντε μεθόδους (1 = η πιο σημαντική). Η εξατομικευμένη διδασκαλία και η ομαδική εργασία και συνεργατική μάθηση συγκέντρωσαν τον καλύτερο μέσο όρο κατάταξης (2,5), ακολουθούν η οπτικοποίηση εννοιών και η χρήση τεχνολογίας (3,0) και οι τεχνικές χαλάρωσης (3,5).

Η οπτικοποίηση εννοιών (διαγράμματα, γραφήματα) κατατάσσεται σε μεσαία θέση (Μ.Ο. 3,0), παρότι η νευροεπιστήμη υποστηρίζει ότι η ενεργοποίηση του οπτικοχωρικού δικτύου του εγκεφάλου διευκολύνει την κατανόηση αφηρημένων μαθηματικών εννοιών και ενισχύει την αριθμητική αντίληψη. Οι τεχνικές χαλάρωσης για τη μείωση του άγχους κατατάσσονται τελευταίες (Μ.Ο. 3,5).

15. (Για εκπαιδευτικούς) Ποιά από τις παρακάτω μεθόδους διδασκαλίας έχετε χρησιμοποιήσει;



Μετά την καταγραφή των μεθόδων διδασκαλίας, οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να αξιολογήσουν τον βαθμό αποτελεσματικότητάς τους (Ερώτηση 16). Από το δείγμα των 8 εκπαιδευτικών, οι απαντήσεις μοιράζονται ακριβώς στη μέση, δείχνοντας μια ισχυρή εμπιστοσύνη στις συγκεκριμένες πρακτικές: 50% (4 στους 8) θεωρούν τις μεθόδους αυτές «Πολύ αποτελεσματικές» και 50% (4 στους 8) τις θεωρούν «Αρκετά αποτελεσματικές». Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν μια απόλυτα θετική στάση. Κανένας εκπαιδευτικός δεν δήλωσε ότι οι μέθοδοι αυτές έχουν χαμηλή ή καθόλου αποτελεσματικότητα.

16. (Για εκπαιδευτικούς) Πόσο αποτελεσματικές θεωρείτε τις παραπάνω μεθόδους;

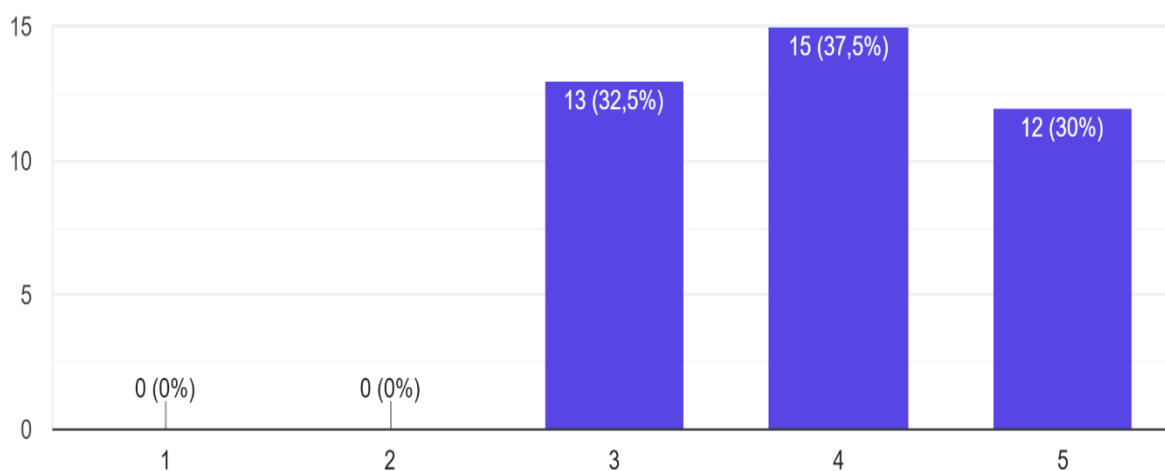
9 απαντήσεις



Κεντρικό ερευνητικό ζήτημα της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η διερεύνηση των πεποιθήσεων των συμμετεχόντων σχετικά με το αν η γνώση των εγκεφαλικών λειτουργιών μπορεί να αναβαθμίσει την ποιότητα της μαθηματικής εκπαίδευσης (Ερώτηση 17). Στην ερώτηση 17 (κλίμακα 1-5, από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα») δεν καταγράφηκε καμία απάντηση στο 1-2: το 32,5% (13) επέλεξε «3», το 37,5% (15) «4» και το 30% (12) «5», με μέσο όρο 3,98. Οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται πιο θετικοί (Μ.Ο.=4,38· 5 στους 8 επέλεξαν «5») από τους μαθητές (Μ.Ο.=3,88).

17. Πιστεύετε ότι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του εγκεφάλου μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία των Μαθηματικών;

40 απαντήσεις

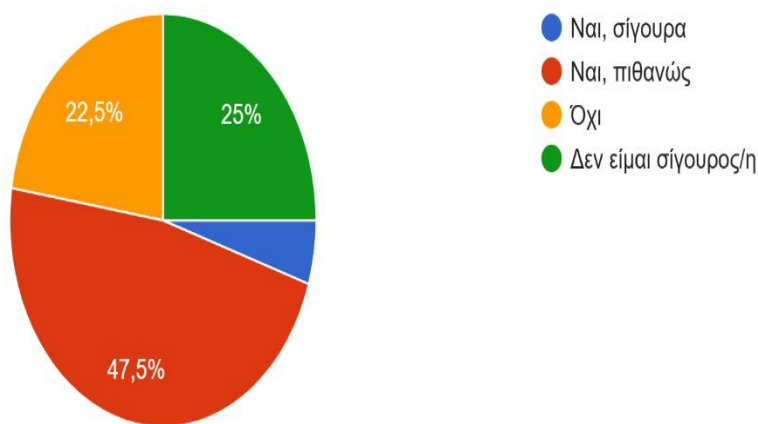


Στην ερώτηση 18 οι απαντήσεις κατανέμονται ως εξής: από τους εκπαιδευτικούς 5 στους 8 απάντησαν «Ναι, πιθανώς», 2 «Όχι» και 1 «Δεν είμαι σίγουρος/η», ενώ από τους μαθητές 16 στους 32 (50%) απάντησαν «Ναι» (2 «σίγουρα» και 14 «πιθανώς»), 9 «Δεν είμαι σίγουρος/η» και 7 «Όχι».

Η διερεύνηση της υποκειμενικής αντίληψης των συμμετεχόντων για τις μαθηματικές τους ικανότητες (Ερώτηση 18) αναδεικνύει μια τάση υψηλής αυτοπεποίθησης στο σύνολο του δείγματος. Το 52,5% των συμμετεχόντων (21 από 40) αυτοαξιολογείται ως «χαρισματικό» («ναι, πιθανώς» 47,5% και «ναι, σίγουρα» 5%). Ωστόσο, η βιβλιογραφία αναφέρει ότι οι χαρισματικοί μαθητές αποτελούν μόνο ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού, περίπου το 5%. Αυτή η απόκλιση ενδέχεται να υποδηλώνει ότι η έννοια της χαρισματικότητας ταυτίζεται συχνά στην καλή ακαδημαϊκή επίδοση ή την ευκολία στη διεκπεραίωση σχολικών καθηκόντων. Ωστόσο, όπως αναλύεται στο θεωρητικό μέρος, η χαρισματικότητα απαιτεί τη σύγκλιση ανώτερων ικανοτήτων, δημιουργικότητας και δέσμευσης στο καθήκον, σύμφωνα με το μοντέλο του Renzulli (Cropley et al., 2017).

18. Θεωρείτε τον εαυτό σας χαρισματικό στα Μαθηματικά;

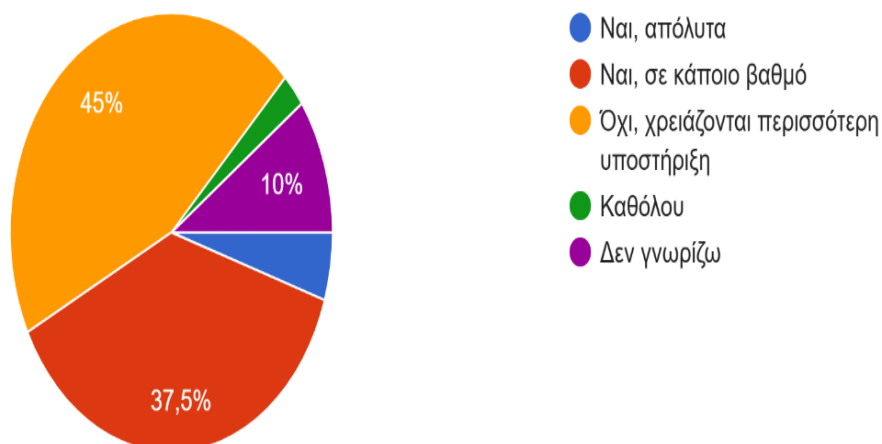
40 απαντήσεις



Από τη μελέτη των απαντήσεων στην ερώτηση 19, προκύπτει μια κριτική στάση απέναντι στο υπάρχον εκπαιδευτικό σύστημα. Η συντριπτική πλειονότητα των εκπαιδευτικών (6 στους 8) απαντά «Όχι, χρειάζονται περισσότερη υποστήριξη». Είναι αξιοσημείωτο ότι οι εκπαιδευτικοί εμφανίζονται πιο επικριτικοί (75% αρνητικοί), γεγονός που υποδηλώνει ότι οι ίδιοι, ως λειτουργοί της τάξης, αντιλαμβάνονται την έλλειψη εξειδικευμένων εργαλείων και προγραμμάτων για τους χαρισματικούς μαθητές. Μόνο δύο εκπαιδευτικοί εμφανίζονται πιο διαλλακτικοί, επιλέγοντας το «Ναι, σε κάποιο βαθμό». Σημαντικό ποσοστό των μαθητών (12 από 32, 37,5%) συμφωνεί με τους εκπαιδευτικούς, δηλώνοντας ότι η στήριξη δεν είναι επαρκής, ενώ οι περισσότεροι (13 από 32, 40,6%) απαντούν «Ναι, σε κάποιο βαθμό» και 4 «Δεν γνωρίζω», υποδηλώνοντας ίσως ότι δεν έχουν έρθει σε επαφή με ειδικά προγράμματα για να έχουν σαφή εικόνα.

19. Πιστεύετε ότι οι χαρισματικοί μαθητές λαμβάνουν επαρκή στήριξη για την ανάπτυξη των ικανοτήτων τους;

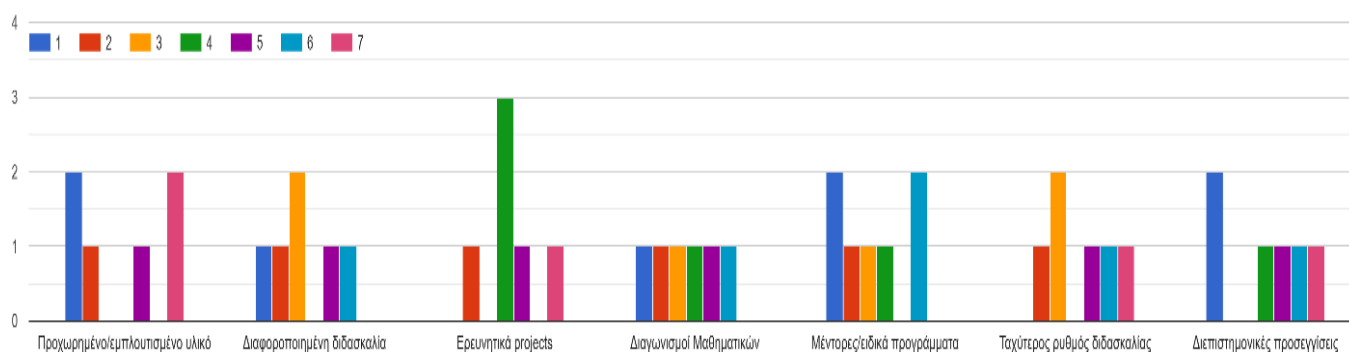
40 απαντήσεις



Η ανάλυση των στρατηγικών υποστήριξης (Ερώτηση 20) αναδεικνύει τους Μέντορες και τα ειδικά προγράμματα ως τη στρατηγική με τον καλύτερο μέσο όρο κατάταξης (3,29), υπογραμμίζοντας την ανάγκη για εξατομικευμένη και εξειδικευμένη καθοδήγηση πέρα από τα στενά όρια της τάξης.

Οι Διεπιστημονικές προσεγγίσεις κατατάσσονται σε μεσαία-χαμηλή θέση (Μ.Ο. κατάταξης 4,00). Αυτό το εύρημα είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, καθώς η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη είναι από τη φύση της ένα διεπιστημονικό πεδίο. Η σχετική υστέρηση αυτής της επιλογής ίσως υποδηλώνει την έλλειψη διασύνδεσης των Μαθηματικών με άλλα γνωστικά αντικείμενα στο τρέχον εκπαιδευτικό σύστημα ή τη δυσκολία των εκπαιδευτικών να σχεδιάσουν τέτοιου είδους δραστηριότητες χωρίς την κατάλληλη επιμόρφωση.

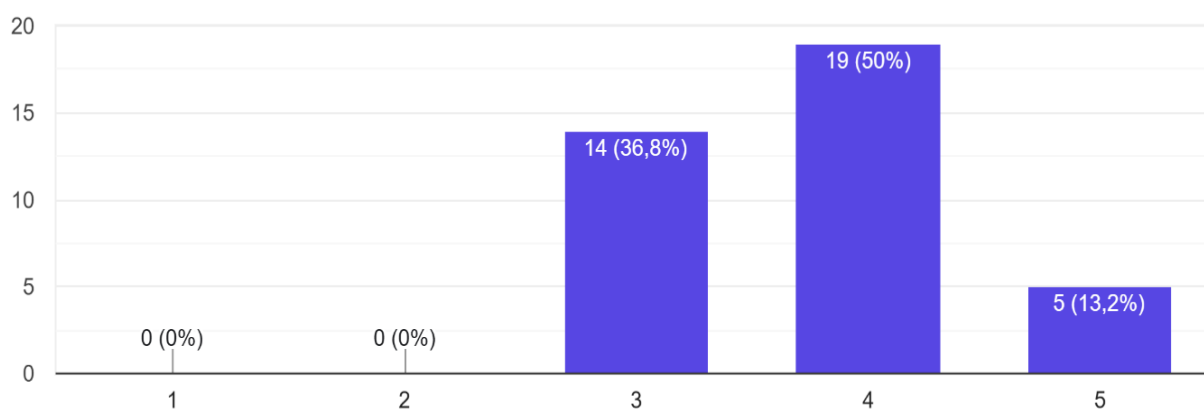
20. (Για εκπαιδευτικούς) Ποιες στρατηγικές θα βοηθούσαν χαρισματικούς μαθητές;



Η αξιολόγηση των προσδοκιών των συμμετεχόντων σχετικά με τον ρόλο της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στην αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών (Ερώτηση 21) αποκαλύπτει μια στάση «συγκρατημένης αισιοδοξίας». Οι απαντήσεις (κλίμακα 1-5, n=38) κατανέμονται στο 3-5: το 36,8% (14) επέλεξε «3», το 50% (19) «4» και το 13,2% (5) «5», με μέσο όρο 3,76 (εκπαιδευτικοί 4,13, μαθητές 3,67), ενώ δεν καταγράφηκε καμία απάντηση στο 1-2. Το εύρημα αυτό δείχνει ότι εκπαιδευτικοί και μαθητές αναγνωρίζουν τη δυνητική χρησιμότητα του πεδίου, χωρίς όμως ισχυρή βεβαιότητα, γεγονός που συνάδει με το κενό ενημέρωσης που εντοπίστηκε σε προηγούμενες ερωτήσεις.

21. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών;

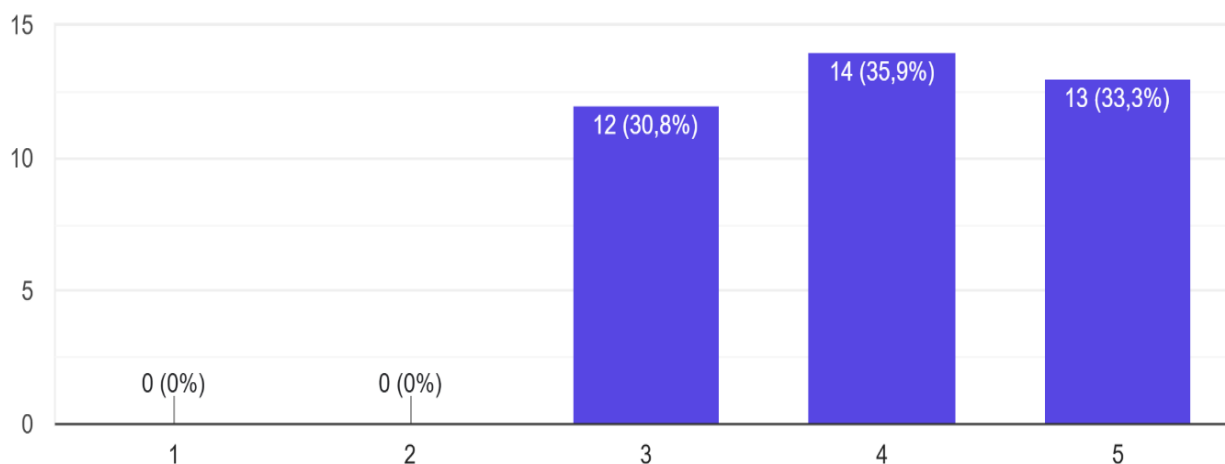
38 απαντήσεις



Η διερεύνηση των αντιλήψεων σχετικά με τη συμβολή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στην υποστήριξη των χαρισματικών μαθητών (Ερώτηση 22) κατέδειξε μια ευρεία αποδοχή της σημασίας του πεδίου. Από το σύνολο των απαντήσεων, διαφαίνεται μια σαφώς θετική στάση, με το 33,3% να δηλώνει απόλυτη βεβαιότητα («Πάρα πολύ») και το 35,9% να αναγνωρίζει τη χρησιμότητα «σε κάποιο βαθμό». Εξαιρετικά σημαντική είναι η πλήρης απουσία αρνητικών τοποθετήσεων (0%), καθώς και η πλήρης θετική στάση των εκπαιδευτικών (100%).

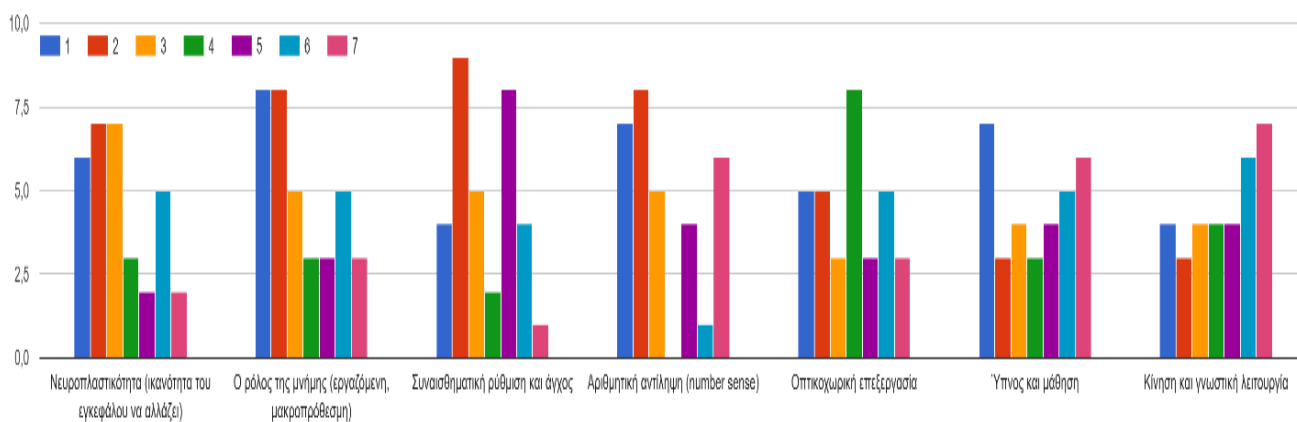
22. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη μπορεί να συνεισφέρει στην εκπαίδευση χαρισματικών μαθητών;

39 απαντήσεις



Στην ερώτηση 23, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να κατατάξουν επτά νευροεπιστημονικές αρχές ανάλογα με τη σημασία τους για τη Μαθηματική Εκπαίδευση, από την πιο (1) έως τη λιγότερο (7) σημαντική. Από το σύνολο των 40 συμμετεχόντων, 29 συμπλήρωσαν και τις επτά επιλογές (24 μαθητές και 5 εκπαιδευτικοί)· επειδή η φόρμα επέτρεπε επαναλαμβανόμενες τιμές, μόνο 9 από αυτούς έδωσαν πλήρη κατάταξη 1-7, στοιχείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Με βάση τις 29 απαντήσεις, η νευροπλαστικότητα (Μ.Ο.=3,21) αναδείχθηκε ως η αρχή με τη μεγαλύτερη σχετική σημασία, ακολουθούμενη από την αριθμητική αντίληψη (Μ.Ο.=3,38), τον ρόλο της μνήμης (Μ.Ο.=3,45) και τη συναισθηματική ρύθμιση/άγχος (Μ.Ο.=3,45). Στο κάτω μέρος της κατάταξης βρέθηκαν ο ύπνος (Μ.Ο.=3,90), η οπτικοχωρική επεξεργασία (Μ.Ο.=4,07) και, τελευταία, η κίνηση και γνωστική λειτουργία (Μ.Ο.=4,34). Ωστόσο, οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων παραμένουν σχετικά μικρές, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες δεν διαμόρφωσαν μια έντονα διαφοροποιημένη ιεράρχηση.

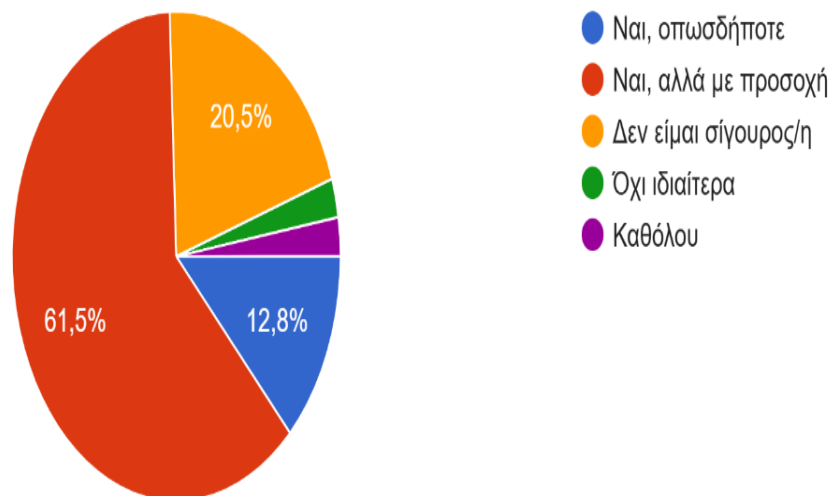
23. Ποιά νευροεπιστημονική αρχή θεωρείτε πιο σημαντική για τη Μαθηματική Εκπαίδευση;



Στην ερώτηση 24, η πλειονότητα των συμμετεχόντων (61,5%, n=24) δήλωσε ότι θα ήθελε την ενσωμάτωση περισσότερων νευροεπιστημονικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία των Μαθηματικών, αλλά με επιφύλαξη («ναι, αλλά με προσοχή»), ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (12,8%) εξέφρασε πλήρως θετική στάση. Αξιοσημείωτο είναι ότι, σε αντίθεση με άλλες ερωτήσεις της έρευνας, η στάση αυτή εμφανίζεται σχεδόν ταυτόσημη ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς (62,5%) και μαθητές (61,3%), υποδηλώνοντας ευρεία αποδοχή της ιδέας, έστω και με επιφυλάξεις. Η φύση αυτών των επιφυλάξεων δεν διευκρινίζεται από την ερώτηση και θα μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο περαιτέρω διερεύνησης.

24 Θα θέλατε να ενσωματωθούν περισσότερες νευροεπιστημονικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Μαθηματικών;

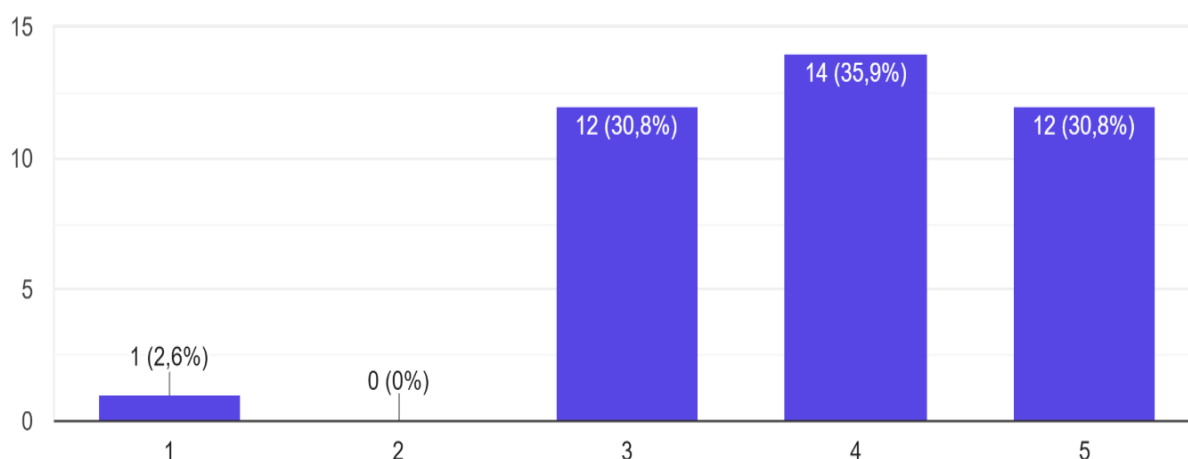
39 απαντήσεις



Στην ερώτηση 25, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν σε κλίμακα 1-5 πόσο σημαντική θεωρούν την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη. Οι απαντήσεις συγκεντρώθηκαν σχεδόν αποκλειστικά στο άνω μέρος της κλίμακας (3-5). Εκπαιδευτικοί (n=8): μέσος όρος 4,25 (2 στο 3, 2 στο 4, 4 στο 5), δηλαδή οι μισοί εκπαιδευτικοί δίνουν τη μέγιστη βαθμολογία. Μαθητές (n=31): μέσος όρος 3,84 πιο διάσπαρτοι, με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στο 4. Η επιθυμία για επιμόρφωση συνδέεται άμεσα με τα ευρήματα της Ερώτησης 26, όπου η «Έλλειψη γνώσης/επιμόρφωσης» αναδείχθηκε ως το σημαντικότερο εμπόδιο για την εφαρμογή καινοτόμων μεθόδων στην τάξη.

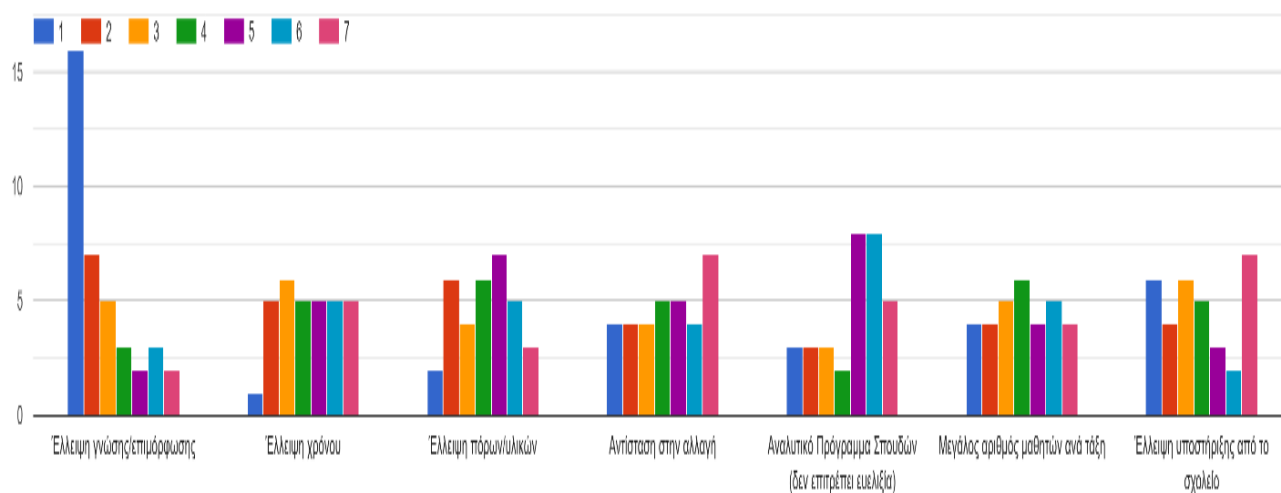
25. Πόσο σημαντική θεωρείτε την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;

39 απαντήσεις



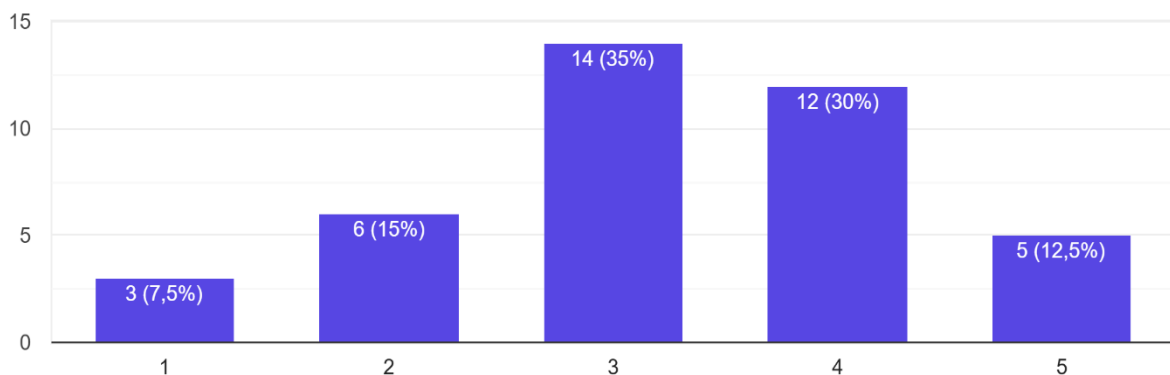
Στην ερώτηση 26, οι συμμετέχοντες κατέταξαν επτά πιθανά εμπόδια στην εφαρμογή νευροεπιστημονικών μεθόδων στην εκπαίδευση (31 από τους 40 συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν πλήρη κατάταξη). Η «έλλειψη γνώσης/επιμόρφωσης» αναδείχθηκε ξεκάθαρα ως το σημαντικότερο εμπόδιο (Μ.Ο. κατάταξης=2,58), με το 38,7% όσων έδωσαν πλήρη κατάταξη (12 από 31) να την τοποθετούν στην πρώτη θέση, ποσοστό σαφώς υψηλότερο από κάθε άλλη επιλογή. Τα υπόλοιπα εμπόδια (έλλειψη υποστήριξης από το σχολείο, μεγάλος αριθμός μαθητών ανά τάξη, έλλειψη πόρων, αντίσταση στην αλλαγή, έλλειψη χρόνου, ανελαστικό αναλυτικό πρόγραμμα) εμφάνισαν παρόμοιους και σχετικά κοντινούς μέσους όρους (3,90-4,61), χωρίς σαφή διαφοροποίηση μεταξύ τους. Το εύρημα αυτό συνάδει με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 9, 25 και 30, όπου εκφράστηκε σταθερά η ανάγκη για περισσότερη επιμόρφωση στην Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη.

26. Ποιο είναι το πιο σημαντικό εμπόδιο στην εφαρμογή νευροεπιστημονικών μεθόδων στην εκπαίδευση;



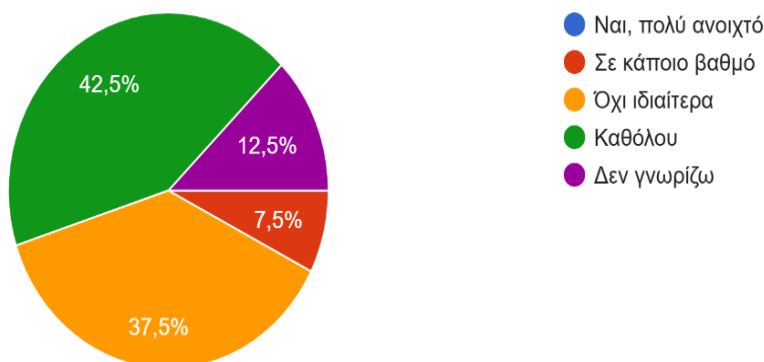
Στην ερώτηση 27, η ικανοποίηση από τις τρέχουσες μεθόδους διδασκαλίας των Μαθηματικών εμφάνισε πιο ισορροπημένη κατανομή σε σχέση με τις προηγούμενες ερωτήσεις στάσης, με τις απαντήσεις να κατανέμονται σε όλο το εύρος της κλίμακας 1-5. Αξιοσημείωτο είναι ότι το μοτίβο διαφοράς ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς και μαθητές αντιστράφηκε σε σχέση με τις ερωτήσεις 17, 21, 22 και 25. Οι εκπαιδευτικοί εμφάνισαν χαμηλότερο μέσο όρο ικανοποίησης ($M.O.=2,75$) σε σχέση με τους μαθητές ($M.O.=3,38$). Το εύρημα αυτό βρίσκεται σε συνάφεια με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 25 και 26, όπου οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν τη μεγαλύτερη ανάγκη για επιμόρφωση και θεώρησαν την έλλειψη γνώσης το σημαντικότερο εμπόδιο, σκιαγραφώντας μια συνολική εικόνα σχετικής δυσαρέσκειας με το παρόν πλαίσιο διδασκαλίας. Σε αυτό φαίνεται να παίζει ρόλο και η εμπειρία των καθηγητών, καθώς η καθημερινή τους επαφή με τη διδασκαλία τους επιτρέπει να εντοπίζουν πιο άμεσα τις αδυναμίες των υφιστάμενων μεθόδων, αλλά και τις δυσκολίες που προκύπτουν κατά την εφαρμογή διαφοροποιημένων προσεγγίσεων. Η επαγγελματική τους εμπειρία, επομένως, ενδέχεται να τους καθιστά πιο απαιτητικούς και κριτικούς απέναντι στο υπάρχον πλαίσιο διδασκαλίας, σε αντίθεση με τους μαθητές, οι οποίοι αξιολογούν κυρίως την προσωπική τους μαθησιακή εμπειρία. Δεν είναι σαφές αν η δυσαρέσκεια των εκπαιδευτικών οφείλεται σε αντιλήψεις για έλλειψη νευροεπιστημονικής κατάρτισης ειδικά, ή σε γενικότερους παράγοντες (φόρτος εργασίας, αναλυτικό πρόγραμμα, τάξεις με πολλούς μαθητές).

27. Πόσο ικανοποιημένοι είστε από τις τρέχουσες μεθόδους διδασκαλίας των Μαθηματικών;
40 απαντήσεις



Στην ερώτηση 28, η πλειονότητα του δείγματος (80%, n=32) εξέφρασε την άποψη ότι το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα δεν είναι ανοιχτό σε καινοτόμες προσεγγίσεις όπως η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη, επιλέγοντας «καθόλου» (42,5%) ή «όχι ιδιαίτερα» (37,5%). Η στάση αυτή ήταν ιδιαίτερα έντονη στους εκπαιδευτικούς, εκ των οποίων το 87,5% (7 από 8) δήλωσε ότι το σύστημα δεν είναι «καθόλου» ανοιχτό, με κανέναν εκπαιδευτικό να εκφράζει έστω μερική αισιοδοξία. Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 25-27, συνθέτει μια εικόνα όπου οι εκπαιδευτικοί του δείγματος αναγνωρίζουν την αξία της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης αλλά εκφράζουν προβληματισμό ως προς τη θεσμική ετοιμότητα του συστήματος να την υιοθετήσει.

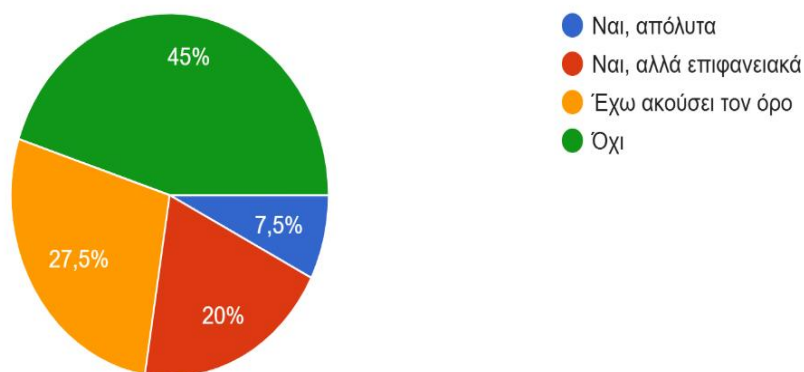
28. Θεωρείτε ότι το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα είναι ανοιχτό σε καινοτόμες προσεγγίσεις όπως η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;
40 απαντήσεις



Στην ερώτηση 29, σχετικά με τη γνώση του όρου «Δυσαριθμησία», το 45% του δείγματος ($n=18$) δήλωσε ότι δεν γνωρίζει καθόλου τον όρο, ενώ μόνο το 7,5% ($n=3$) δήλωσε πλήρη γνώση. Αξιοσημείωτο είναι ότι το ποσοστό άγνοιας παρέμεινε υψηλό και στους εκπαιδευτικούς (50%, 4 από 8), εκ των οποίων κανείς δεν δήλωσε πλήρη γνώση του όρου. Το εύρημα αυτό, σε αντίθεση με το γενικότερο μοτίβο θετικής στάσης των εκπαιδευτικών απέναντι στην Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη (ερωτήσεις 17, 21, 22, 25), αναδεικνύει ένα κενό γνώσης σε σχέση με μια συγκεκριμένη μαθησιακή δυσκολία που άπτεται άμεσα της μαθηματικής εκπαίδευσης, ενισχύοντας το εύρημα της ερώτησης 26 όπου η έλλειψη γνώσης/επιμόρφωσης αναδείχθηκε ως το σημαντικότερο εμπόδιο στην εφαρμογή παιδοκεντρικών προσεγγίσεων.

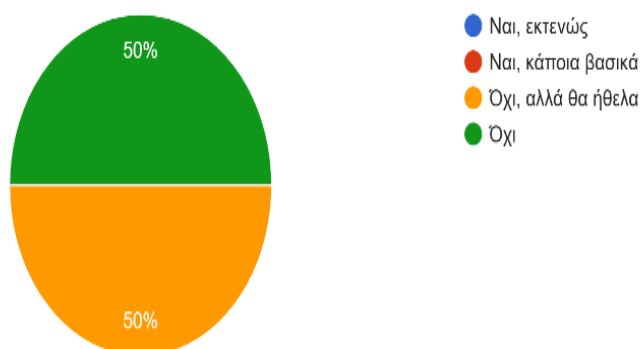
29. Γνωρίζετε τον όρο "Δυσαριθμησία" (Dyscalculia);

40 απαντήσεις



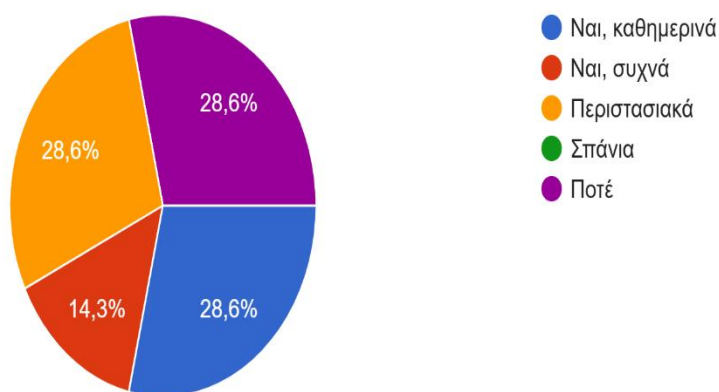
Στην ερώτηση 30, η οποία απευθυνόταν αποκλειστικά στους εκπαιδευτικούς του δείγματος ($n=8$), κανείς δεν δήλωσε ότι έχει εκπαιδευτεί στην αναγνώριση και υποστήριξη μαθητών με δυσαριθμησία, ενώ οι μισοί ($n=4$) εξέφρασαν την επιθυμία να λάβουν σχετική εκπαίδευση. Το εύρημα αυτό αναδεικνύει με σαφήνεια την ύπαρξη σημαντικού κενού επιμόρφωσης σε έναν τομέα άμεσα συνδεδεμένο με τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Παράλληλα, όμως, η πρόθεση μέρους των εκπαιδευτικών να επιμορφωθεί υποδηλώνει θετική στάση απέναντι στην απόκτηση νέων γνώσεων και δεξιοτήτων, καθώς και αναγνώριση της ανάγκης για πιο εξειδικευμένη υποστήριξη μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες.

30. (Για Εκπαιδευτικούς) Έχετε εκπαιδευτεί στην αναγνώριση και υποστήριξη μαθητών με Δυσαριθμησία;
8 απαντήσεις



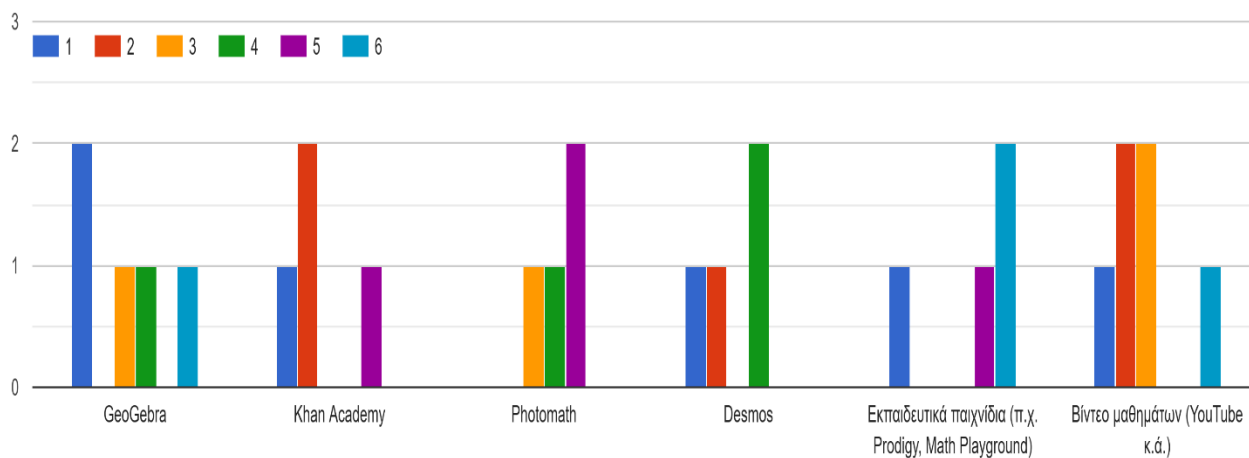
Στην ερώτηση 31, από τους 8 εκπαιδευτικούς του δείγματος, οι 7 απάντησαν σχετικά με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων στη διδασκαλία Μαθηματικών. Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος χωρίζονται σχεδόν στα δύο ανάμεσα σε τακτική χρήση ψηφιακών εργαλείων (3/7 «καθημερινά» ή «συχνά») και ελάχιστη/καθόλου χρήση (2/7 «ποτέ», 2/7 «περιστασιακά»). Λόγω του πολύ μικρού μεγέθους της υποομάδας, τα ποσοστά αυτά πρέπει να ερμηνεύονται περιγραφικά και όχι ως αντιπροσωπευτική εικόνα των εκπαιδευτικών γενικότερα. Παρ' όλα αυτά, η διαφοροποίηση στις απαντήσεις δείχνει ότι η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων στη διδασκαλία δεν αποτελεί μια καθολική εδραιωμένη πρακτική. Το εύρημα αυτό μπορεί να συνδεθεί με τα προηγούμενα αποτελέσματα, όπου αναδείχθηκε η ανάγκη για επιμόρφωση, θεσμική υποστήριξη και μεγαλύτερη ετοιμότητα απέναντι σε καινοτόμες προσεγγίσεις. Συνεπώς, η αξιοποίηση της τεχνολογίας φαίνεται να εξαρτάται όχι μόνο από την προσωπική διάθεση των εκπαιδευτικών, αλλά και από παράγοντες όπως η πρόσβαση σε κατάλληλους πόρους, η ύπαρξη σχετικής κατάρτισης και η υποστήριξη από το σχολικό περιβάλλον.

31. (Για Εκπαιδευτικούς) Χρησιμοποιείτε ψηφιακά εργαλεία για τη διδασκαλία Μαθηματικών;
7 απαντήσεις



Στην ερώτηση 32, οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να αναφέρουν τα ψηφιακά εργαλεία διδασκαλίας Μαθηματικών που έχουν χρησιμοποιήσει. Λόγω του πολύ μικρού αριθμού έγκυρων απαντήσεων ανά εργαλείο ($n=4-6$, από σύνολο 8 εκπαιδευτικών), τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ενδεικτικά: τα βίντεο μαθημάτων (π.χ. YouTube) φάνηκαν να είναι το πιο διαδεδομένο εργαλείο, ακολουθούμενα από το Khan Academy, το Desmos και το GeoGebra, ενώ το Photomath και τα εκπαιδευτικά παιχνίδια αναφέρθηκαν λιγότερο συχνά. Δεδομένου του μεγέθους του δείγματος, τα ευρήματα αυτά δεν επιτρέπουν γενικεύσεις και παρατίθενται μόνο ως ενδεικτική περιγραφή της υποομάδας.

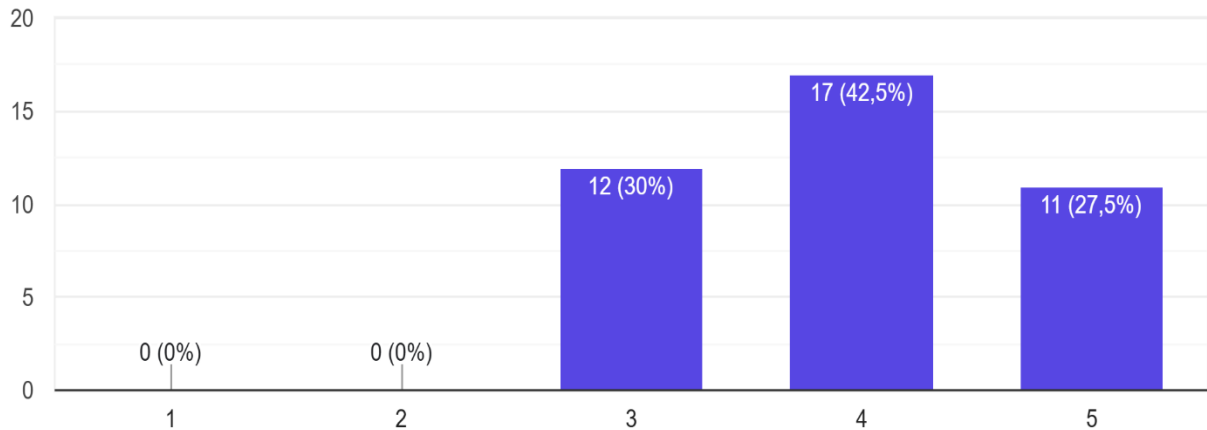
32. (Για Εκπαιδευτικούς) Ποια από τα παρακάτω ψηφιακά εργαλεία έχετε χρησιμοποιήσει;



Στην ερώτηση 33, η πλειονότητα του δείγματος εξέφρασε θετική πεποίθηση ότι η τεχνολογία, όταν βασίζεται σε νευροεπιστημονικές αρχές, μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική μάθηση, με καμία απάντηση να πέφτει κάτω από την τιμή 3 στην κλίμακα 1-5. Οι εκπαιδευτικοί εμφάνισαν και πάλι υψηλότερο μέσο όρο ($\approx 4,5$) σε σχέση με τους μαθητές ($\approx 3,84$), με τους μισούς εκπαιδευτικούς να επιλέγουν τη μέγιστη τιμή. Το εύρημα εντάσσεται στο επαναλαμβανόμενο μοτίβο συστηματικά θετικότερης στάσης των εκπαιδευτικών απέναντι στην Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη, όπως παρατηρήθηκε και στις ερωτήσεις 17, 21, 22 και 25.

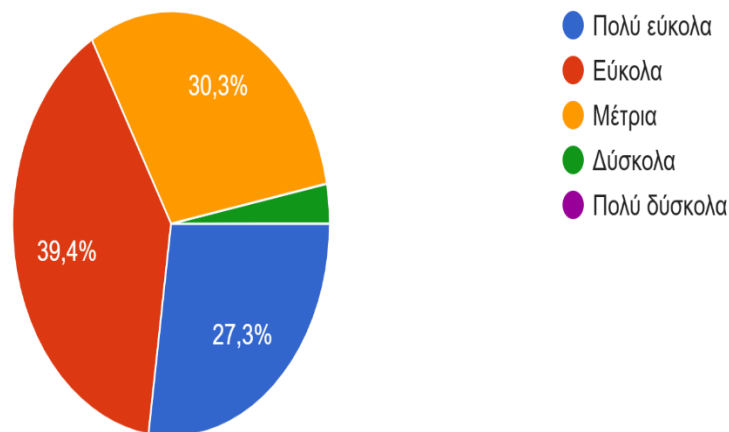
33. Πιστεύετε ότι η τεχνολογία, όταν βασίζεται σε νευροεπιστημονικές αρχές, μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική μάθηση;

40 απαντήσεις



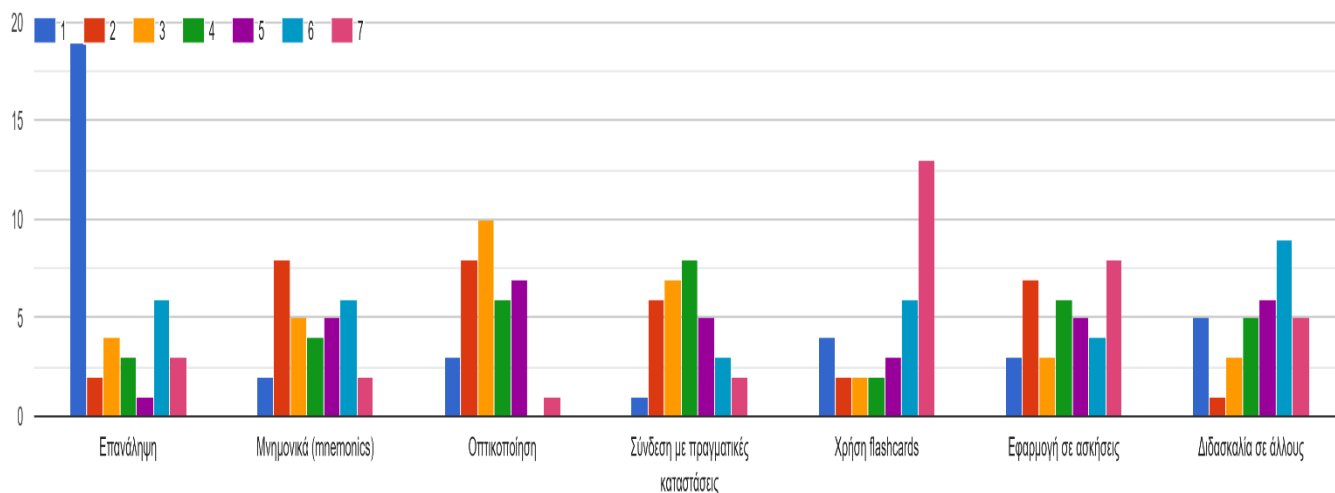
Στην ερώτηση 34, η οποία απευθυνόταν στους μαθητές ($n=32$ · η απάντηση ενός εκπαιδευτικού που καταγράφηκε στην ερώτηση δεν συμπεριλήφθηκε στους υπολογισμούς), το 65,6% δήλωσε ότι απομνημονεύει μαθηματικούς τύπους και διαδικασίες «εύκολα» ή «πολύ εύκολα», ενώ μόλις ένας μαθητής (3,1%) ανέφερε δυσκολία και κανείς δεν επέλεξε «πολύ δύσκολα». Το εύρημα αυτό αντανακλά αυτοαναφερόμενη αντίληψη ικανότητας και όχι μετρημένη επίδοση, και θα ήταν χρήσιμο να συσχετιστεί με άλλες ερωτήσεις της έρευνας που αφορούν συχνές δυσκολίες στα μαθηματικά, ώστε να διερευνηθεί η συνέπεια των αυτοαναφορών.

34. (Για μαθητές) Πόσο εύκολα/δύσκολα απομνημονεύετε μαθηματικούς τύπους και διαδικασίες;
33 απαντήσεις



Στην ερώτηση 35, οι συμμετέχοντες κατέταξαν επτά τεχνικές μνήμης ανάλογα με τη συχνότητα χρήσης τους (30 από τους 40 ολοκλήρωσαν πλήρη κατάταξη). Η «επανάληψη» αναδείχθηκε σαφώς ως η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική, με το 50% όσων έδωσαν πλήρη κατάταξη (15 από 30) να την τοποθετούν στην πρώτη θέση (Μ.Ο. κατάταξης=2,90), ενώ η «χρήση flashcards» βρέθηκε στο τέλος της κατάταξης (Μ.Ο.=5,03), υποδεικνύοντας τη λιγότερο συχνή χρήση της. Ενδιάμεσες θέσεις κατέλαβαν η οπτικοποίηση, η σύνδεση με πραγματικές καταστάσεις, τα μνημονικά, η εφαρμογή σε ασκήσεις και η διδασκαλία σε άλλους. Η σαφής προτίμηση προς την επανάληψη, μια σχετικά παραδοσιακή τεχνική, σε σχέση με πιο εξειδικευμένες τεχνικές που βασίζονται σε αρχές νευροεπιστήμης, θα μπορούσε να συνδεθεί με το γενικότερο εύρημα περιορισμένης εξοικείωσης του δείγματος με την Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη.

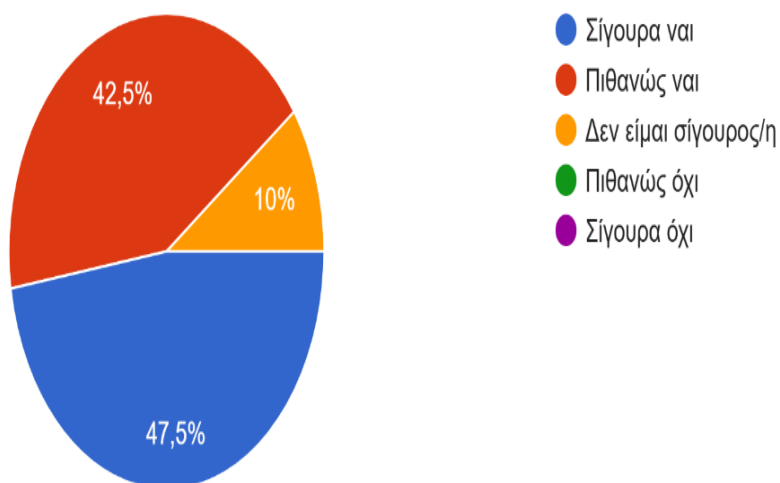
35. Ποιά τεχνική μνήμης χρησιμοποιείτε περισσότερο;



Στην ερώτηση 36, το 90% του δείγματος ($n=36$) δήλωσε ότι πιστεύει «σίγουρα» (47,5%) ή «πιθανώς» (42,5%) ότι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μνήμης μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική απόδοση, χωρίς καμία αρνητική απάντηση. Οι εκπαιδευτικοί εμφάνισαν και πάλι μεγαλύτερη βεβαιότητα, με το 75% να απαντά «σίγουρα ναι» έναντι 40,6% των μαθητών. Το μοτίβο αυτό (εκπαιδευτικοί πιο θετικοί/σίγουροι από μαθητές) επαναλαμβάνεται σε πέντε ερωτήσεις και αποτελεί ένα από τα πιο συνεπή ευρήματα της έρευνας. Επίσης, το γεγονός ότι καμία αρνητική επιλογή δεν χρησιμοποιήθηκε σε αρκετές ερωτήσεις της έρευνας (17, 21, 22, 33, 36) θα μπορούσε να αντανakλά και τη διατύπωση των ερωτήσεων με πιθανή μεροληψία προς κοινωνικά επιθυμητές απαντήσεις σε θέματα όπως «θα βοηθούσε η επιστήμη;».

36. Πιστεύετε ότι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μνήμης μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική απόδοση;

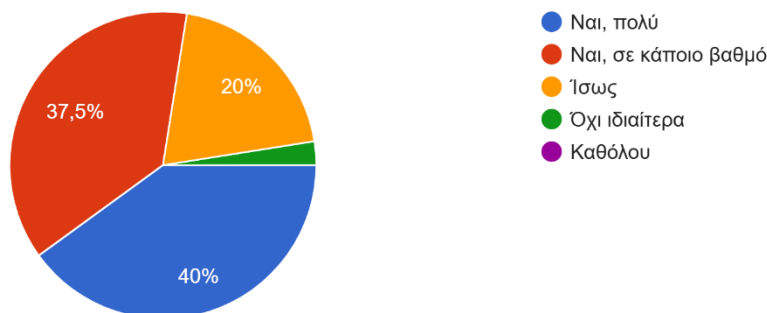
40 απαντήσεις



Στην ερώτηση 37, το 97,5% του δείγματος ($n=39$) εξέφρασε τουλάχιστον κάποιο βαθμό ενδιαφέροντος να μάθει περισσότερα για τη σχέση εγκεφάλου και μαθηματικής μάθησης, με το 40% να δηλώνει έντονο ενδιαφέρον («ναι, πολύ»). Οι εκπαιδευτικοί εμφάνισαν απόλυτη ομοφωνία θετικής στάσης (100%, με το 62,5% να επιλέγει «ναι, πολύ»), ενώ οι μαθητές εμφάνισαν μεγαλύτερη διασπορά, με το ένα τέταρτο να απαντά «ίσως». Το εύρημα αυτό ολοκληρώνει ένα σταθερό μοτίβο που παρατηρήθηκε σε όλη την έρευνα, όπου οι εκπαιδευτικοί εκφράζουν συστηματικά πιο έντονη και ομοιογενή θετική στάση απέναντι στην Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη σε σχέση με τους μαθητές. Θα πρέπει, ωστόσο, να ληφθεί υπόψη ότι η συμμετοχή σε μια έρευνα με αυτό ακριβώς το αντικείμενο μπορεί να έχει προσελκύσει άτομα με προϋπάρχον ενδιαφέρον για το θέμα.

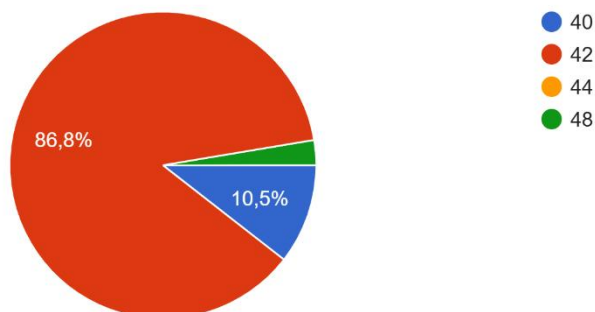
37. Θα θέλατε να μάθετε περισσότερα για τη σχέση εγκεφάλου και μαθηματικής μάθησης;

40 απαντήσεις

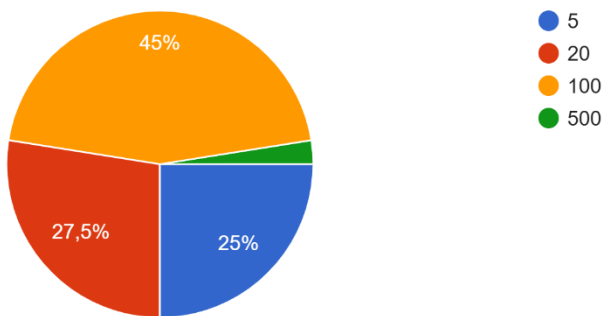


Στο τελευταίο τμήμα του ερωτηματολογίου συμπεριλήφθηκαν έξι ερωτήματα λογικού/μαθηματικού συλλογισμού, με σκοπό τον έλεγχο της προσοχής και αναλυτικής επεξεργασίας των συμμετεχόντων. Στα περισσότερα ερωτήματα καταγράφηκαν υψηλά ποσοστά ορθών απαντήσεων (74,4%-90%), συμβατά με το εκπαιδευτικό επίπεδο του δείγματος. Εξαίρεση αποτέλεσε το ερώτημα σχετικά με τις πέντε μηχανές, ένα κλασικό ερώτημα γνωστικού αναστοχασμού στο οποίο μόλις το 25% των συμμετεχόντων έδωσε τη σωστή απάντηση, με τη σχετική πλειονότητα (45%) να επιλέγει τη διαισθητική αλλά εσφαλμένη απάντηση, ακολουθώντας γραμμική αναλογία αντί να αναγνωρίσει ότι ο ρυθμός παραμένει σταθερός (κάθε μηχανή φτιάχνει 1 προϊόν σε 5 λεπτά, ανεξαρτήτως αριθμού μηχανών ή χρόνου). Η γενική συνέπεια των αποτελεσμάτων με το αναμενόμενο μοτίβο δυσκολίας ενισχύει την αξιοπιστία των απαντήσεων του δείγματος συνολικά, ενώ τα συγκεκριμένα ερωτήματα μπορούν να

Ποιος αριθμός συνεχίζει τη σειρά: 2, 6, 12, 20, 30, ____
38 απαντήσεις



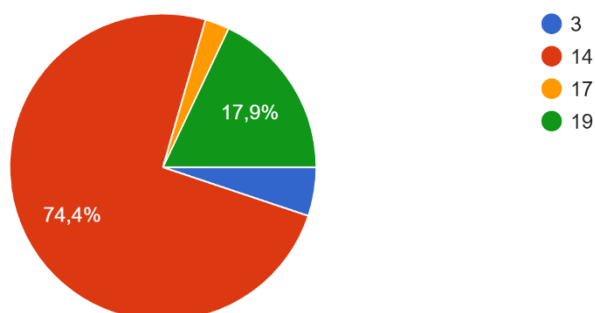
Αν 5 μηχανές φτιάχνουν 5 προϊόντα σε 5 λεπτά, πόσες μηχανές χρειάζονται για να φτιάξουν 100 προϊόντα σε 100 λεπτά;
40 απαντήσεις



λειτουργήσουν συμπληρωματικά ως ενδεικτικός δείκτης αναλυτικού συλλογισμού και πιθανής μαθηματικής/λογικής ευχέρειας. Ωστόσο, δεν μπορούν από μόνα τους να χρησιμοποιηθούν ως διαγνωστικό εργαλείο χαρισματικότητας, αλλά μόνο ως βοηθητικό στοιχείο στην ευρύτερη ερμηνεία των χαρακτηριστικών του δείγματος.

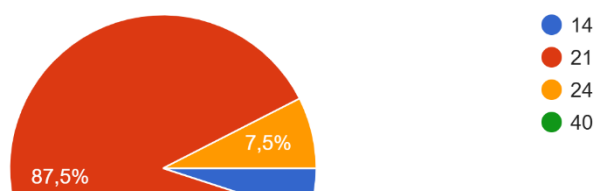
Ποιος αριθμός είναι ο "ξένος" στην παρακάτω ομάδα: 3, 7, 11, 14, 17, 19

39 απαντήσεις



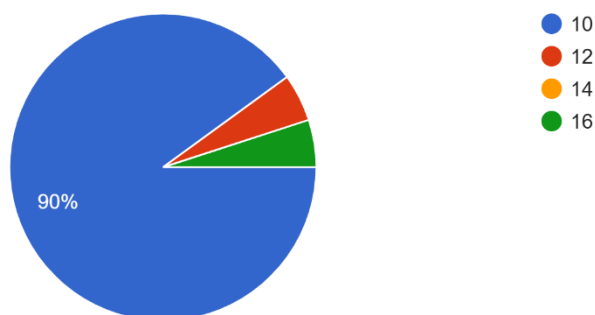
Αν $x + y = 10$ και $x - y = 4$, ποιο είναι το $x \cdot y$;

40 απαντήσεις



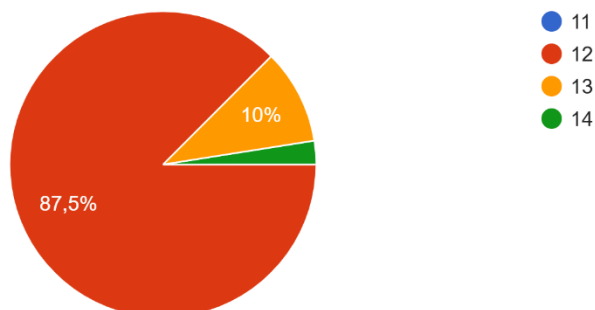
Ένα ορθογώνιο έχει πλευρές 6 cm και 8 cm. Πόσο cm μήκος έχει η υποτείνουσά του;

40 απαντήσεις



Χωρίς να υπολογίσετε ακριβώς, ποιο από τα παρακάτω είναι πιο κοντά στην τετραγωνική ρίζα του 150;

40 απαντήσεις



3.7 Συμπεράσματα της ποσοτικής μελέτης

Από τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες, τόσο εκπαιδευτικοί όσο και μαθητές, έχουν γενικά θετική άποψη για την Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη και πιστεύουν ότι μπορεί να βοηθήσει τη διδασκαλία των Μαθηματικών. Παρ' όλα αυτά, η γνώση τους πάνω στο αντικείμενο παραμένει περιορισμένη. Πολλοί δεν γνωρίζουν βασικούς όρους, όπως τη δυσαριθμησία, και οι εκπαιδευτικοί του δείγματος δεν έχουν λάβει σχετική επιμόρφωση. Οι ίδιοι οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι η έλλειψη γνώσης αποτελεί το σημαντικότερο εμπόδιο, ενώ παράλληλα εκφράζουν αμφιβολία για το κατά πόσο το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα είναι έτοιμο να υιοθετήσει τέτοιες προσεγγίσεις. Συνολικά, το ερωτηματολόγιο δείχνει ότι υπάρχει ενδιαφέρον και διάθεση για αλλαγή, χωρίς όμως να συνοδεύεται ακόμη από επαρκή γνώση ή πρακτική εφαρμογή. Λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος ($n=40$), τα αποτελέσματα αυτά δεν μπορούν να γενικευτούν, αλλά δίνουν μια πρώτη, ενδεικτική εικόνα του θέματος. Συνολικά, τα τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα οδηγούν σε ένα κοινό συμπέρασμα. Υπάρχει σταθερό χάσμα ανάμεσα στη θεωρητική αποδοχή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης και την πρακτική εφαρμογή της. Το ενδιαφέρον και η θετική διάθεση των συμμετεχόντων είναι εμφανή σε κάθε πτυχή της έρευνας, δεν συνοδεύονται όμως ακόμη από την απαραίτητη γνώση, κατάρτιση ή θεσμική υποστήριξη ώστε να μεταφραστούν σε ουσιαστική αλλαγή της διδασκαλίας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρήσει να αναδείξει τη στενή σχέση μεταξύ της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης και της Μαθηματικής Εκπαίδευσης, εστιάζοντας στις

προκλήσεις της δυσαριθμησίας και της χαρισματικότητας. Μέσα από τη θεωρητική ανασκόπηση και την εμπειρική έρευνα, καταλήγουμε στα εξής βασικά συμπεράσματα:

- **Αποδοχή της νευροπλαστικότητας:** Οι συμμετέχοντες της έρευνας τοποθετούν τη νευροπλαστικότητα ανάμεσα στις σημαντικότερες αρχές για τη μάθηση, αποδεχόμενοι ότι ο εγκέφαλος μπορεί να αναδιαμορφωθεί μέσω της κατάλληλης διδασκαλίας. Το εύρημα αυτό, στο πλαίσιο ενός μικρού δείγματος, συνάδει με την αντίληψη ότι η μαθηματική ικανότητα δεν είναι στατική και ανοίγει τον δρόμο για στοχευμένες παρεμβάσεις.
- **Γνωστικό έλλειμμα και επιμόρφωση:** Παρά τη θετική στάση, διαπιστώθηκε ένα σημαντικό έλλειμμα εξειδικευμένης γνώσης. Είναι χαρακτηριστικό ότι το 100% των εκπαιδευτικών δήλωσε ανεκπαιδευτο στη διαχείριση της δυσαριθμησίας, ενώ η πλειονότητα του δείγματος αγνοεί τις βασικές νευροβιολογικές διεργασίες της μάθησης.
- **Προκλήσεις στη χαρισματικότητα:** Η μελέτη δείχνει μια τάση υπερεκτίμησης της χαρισματικότητας, η οποία συχνά συγχέεται με την απλή καλή σχολική επίδοση. Παράλληλα, αναδείχθηκε η έλλειψη θεσμικής υποστήριξης για τους χαρισματικούς μαθητές, με τους εκπαιδευτικούς να ζητούν τη χρήση μεντόρων και διαφοροποιημένης διδασκαλίας.
- **Ρόλος της τεχνολογίας και του συναισθήματος:** Οι εκπαιδευτικοί του δείγματος χρησιμοποιούν ψηφιακά εργαλεία (όπως το GeoGebra) σε διαφορετικό βαθμό, ενώ το σύνολο των συμμετεχόντων πιστεύει ότι η τεχνολογία, όταν βασίζεται σε νευροεπιστημονικές αρχές, μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική μάθηση. Τέλος, καταγράφεται στη βιβλιογραφία ότι η μάθηση είναι μια σύνθετη διαδικασία όπου το συναίσθημα και το άγχος παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενεργοποίηση της προσοχής και της μνήμης.
- **Διεπιστημονική συνεργασία για αποτελεσματικότερη και πιο ευχάριστη διδασκαλία:** Συμπεραίνεται ότι η συστηματική συνεργασία νευροεπιστημόνων, γνωστικών ψυχολόγων και εκπαιδευτικών μαθηματικών στον σχεδιασμό διδακτικού υλικού και μεθόδων είναι απαραίτητη, με στόχο όχι μόνο τη βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας αλλά και την ενίσχυση της θετικής εμπειρίας των μαθητών

απέναντι στα μαθηματικά. Όπως υπογραμμίζει η Leikin (2018), μια τέτοια στενή συνεργασία αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την ουσιαστική γεφύρωση της νευροεπιστήμης με τη μαθηματική εκπαίδευση.

3.8 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα και τους περιορισμούς της παρούσας μελέτης, προτείνονται οι ακόλουθες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα:

- **Διεύρυνση του δείγματος:** Κρίνεται απαραίτητη η διεξαγωγή έρευνας σε μεγαλύτερο δείγμα εκπαιδευτικών και μαθητών κυρίως από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ώστε να καταστεί δυνατή η γενίκευση των συμπερασμάτων.
- **Πειραματικές παρεμβάσεις:** Θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον ο σχεδιασμός και η εφαρμογή συγκεκριμένων νευροεκπαιδευτικών παρεμβάσεων στην τάξη (π.χ. προγράμματα ενίσχυσης της αριθμητικής αντίληψης), με μέτρηση της μαθησιακής προόδου μέσω προ-ελέγχου και μετα-ελέγχου.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- 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>
- Ansari, D., & Lyons, I. M. (2016). Cognitive neuroscience and mathematics learning: How far have we come? Where do we need to go? *ZDM Mathematics Education*, 48, 379–383.
- Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2011). Connecting education and cognitive neuroscience: Where will the journey take us? *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 37–42. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00705.x>
- Bannatyne, A.D. (1971). Language, reading, and learning disabilities. Springfield, IL: Thomas.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049–1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>
- Campbell, S. R. (2010). Embodied minds and dancing brains: New opportunities for research in mathematics education. In B. Sriraman & L. English (Eds.), *Theories of mathematics education* (pp. 309–331). Springer.
- Coltheart, M. (1981). Disorders of reading and their implications for models of normal reading. *Visible Language*, 15, 245–286.
- Coltheart, M. (1998). Pure alexia (letter-by-letter reading). Hove, England: Psychology Press.
- Cropley, D. H., Westwell, M., & Gabriel, F. (2017). Psychological and neuro-scientific perspectives on mathematical creativity and giftedness. In R. Leikin & B. Sriraman (Eds.), *Creativity and giftedness: Interdisciplinary perspectives from mathematics and beyond* (pp. 183–199). Springer.
- Dehaene, S., Molko, N., Cohen, L. & Wilson, A. L. (2004). Arithmetic and the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 218–224.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3–6), 487–506.
<https://doi.org/10.1080/02643290244000239>
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970–974. <https://doi.org/10.1126/science.284.5416.970>

Donaldson, H. H. (1895). *The growth of the brain: A study of the nervous system in relation to education*. Walter Scott.

Ferguson, M. A., Anderson, J. S., & Spreng, R. N. (2017). Fluid and flexible minds: Intelligence reflects synchrony in the brain's intrinsic network architecture. *Network Neuroscience*, 1(2), 192–207.

Fischer, K. W. (2009). Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), 3–16.

Fokas, A. S., & Moutsopoulos, E. (2010). Mathematics and innate knowledge: From philosophical positions of ancient Greeks to neuroscience.

Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2002). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (2nd ed.). W. W. Norton.

Gkintoni, E. (2021). *Educational neuroscience and its contribution to math learning*. Academia.edu.

https://www.academia.edu/125761457/Educational_Neuroscience_and_its_Contribution_to_Math_Learning

Grabner, R. H., Obersteiner, A., De Smedt, B., & Vogel, S. (2016). *Mathematics education and neuroscience* [Paper presentation]. 13th International Congress on Mathematical Education, Hamburg, Germany.

Gross, C. G. (1998). *Brain, vision, memory: Tales in the history of neuroscience*. MIT Press.

Hallahan, D. & Kaufman, J. (1976). *Introduction to learning disabilities*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Hallahan, D. P., & Kauffman, J. M. (1976). *Introduction to learning disabilities: A psychobehavioral approach*. Prentice-Hall.

Hwang, W.-Y., & Hu, S.-S. (2013). Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving. *Computers & Education*, 62, 308–319.

Ito, M. (2004). Nurturing the brain as an emergent research field involving child neurology. *Brain and Development*, 26(7), 427–431.

Jacobs, G. M., & Renandya, W. A. (2019). Neuroscience and what it tells about education. In *Student centered cooperative learning* (pp. 29–42). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-7213-1_3

Kesner, R. P. (1998). Neurobiological views of memory. In J. L. Martinez Jr. & R. P. Kesner (Eds.), *Neurobiology of learning and memory* (pp. 361–416). Academic Press.

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

Klein, E., Zamarian, L., & Kaufmann, L. (2023). Challenges in understanding numerical learning: Editorial for Brain Sciences Special Issue “Neurocognitive signatures of math (learning) across the lifespan and their interrelation with other aspects of cognition and emotion.” *Brain Sciences*, 13(3), Article 420. <https://doi.org/10.3390/brainsci13030420>

Leikin, R. (2018). How can cognitive neuroscience contribute to mathematics education? In G. Kaiser, H. Forgasz, M. Graven, A. Kuzniak, E. Simmt, & B. Xu (Eds.), *Invited lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education (ICME-13 Monographs*, pp. 363–383). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_21

Lekati, E., & Doukakis, S. (2021). *Neuroeducation and mathematics: The formation of new educational practices*.

Lekati, E., Dimitrakopoulos, G. N., Lazaros, K., Giannopoulou, P., Vrahatis, A. G., Krokidis, M. G., Vlamos, P., & Doukakis, S. (2025). Wearable EEG sensor analysis for cognitive profiling in educational contexts. *Sensors*, 25(20), Article 6446. <https://doi.org/10.3390/s25206446>

Liashenko, A. K., Khalezov, E. A., & Arsalidou, M. (2017). Methods for identifying cognitively gifted children. *Psychology. Journal of the Higher School of Economics*, 14(2), 207–218. <https://doi.org/10.17323/1813-8918.2017.2.207.218>

Martín-Loeches, M. (2015). Neuroscience and education: We already reached the tipping point. *Psicología Educativa*, 21(1), 67–70. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.09.001>

Mercer, C. D. (1997). *Students with learning disabilities* (5th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Mora, F. (2021). *Νευροεκπαίδευση: Μαθαίνουμε μόνο ό,τι αγαπάμε*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

Myers, T., Carey, E., & Szűcs, D. (2017). Cognitive and neural correlates of mathematical giftedness in adults and children: A review. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 1646. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01646>

Myklebust, H. R. (1967). *Psychology of deafness: Sensory deprivation, learning and adjustment*. New York: Grune & Stratton.

- Renzulli, J. S. (1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp. 53–92). Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. (2011). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta Kappan*, 92(8), 81–88. <https://doi.org/10.1177/003172171109200821>
- Siegel, L. S., & Lipka, O. (2008). The definition of learning disabilities: Who is the individual with learning disabilities? In G. Reid, A. Fawcett, F. Manis, & L. Siegel (Eds.), *The SAGE handbook of dyslexia* (pp. 290–307). SAGE.
- Sleeter, C. E. (1986). Learning disabilities: The social construction of a special education category. *Exceptional children*, 53(1), 46–54.
- Ventura-Campos, N., Ventura, M., & Valentín, G. L. (2018). Neuroeducation in the classroom: Using multimodal neuroimaging to predict mathematical learning. *Optión*, 34(87), 801–834
- Καφετζόπουλος, Ε. (1995). *Εγκέφαλος, συνείδηση και συμπεριφορά*. Εξάντας.
- Παναγής, Γ. Θ., & Δαφέρμος, Μ. (2020). *Ψυχή, νους και εγκέφαλος*. Πανεπιστήμιο Κρήτης.
- Παπαθεοδωρόπουλος, Κ. (2015). *Έννοιες στην επιστήμη της μνήμης* [Προπτυχιακό σύγγραμμα]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://doi.org/10.57713/kallipos-674>
- Σκουρολιάκου, Α. (2025). *Φυσικές αρχές νευροεπιστήμης* [Προπτυχιακό σύγγραμμα]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://doi.org/10.57713/kallipos-1089>
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). *Μαθησιακές δυσκολίες – Διδακτικές παρεμβάσεις* [Προπτυχιακό σύγγραμμα]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://doi.org/10.57713/kallipos-504>
- Τζουριάδου Μ. (2011). Μαθησιακές δυσκολίες – θέματα ερμηνείας και αντιμετώπισης, Θεσσαλονίκη: Προμηθεύς.
- Τριάρχου, Λ. (2015). *Νευροβιολογικές βάσεις στην εκπαίδευση* [Προπτυχιακό σύγγραμμα]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://doi.org/10.57713/kallipos-519>

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο για εκπαιδευτικούς και μαθητές/τριες.

Επιρροή της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη Μαθηματική Εκπαίδευση

Σκοπός της έρευνας: Η διερεύνηση της επιρροής της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης στη Μαθηματική Εκπαίδευση, με έμφαση στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών και την υποστήριξη χαρισματικών μαθητών.

Εμπιστευτικότητα: Όλες οι απαντήσεις είναι ανώνυμες και εμπιστευτικές. Τα δεδομένα θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ:

Παρακαλώ απαντήστε με ειλικρίνεια σε όλες τις ερωτήσεις

Δεν υπάρχουν σωστές ή λανθασμένες απαντήσεις

Μπορείτε να παραλείψετε ερωτήσεις που δεν σας αφορούν

Ο χρόνος συμπλήρωσης είναι περίπου 10-15 λεπτά

1. Ιδιότητα: *

☐ Μαθητής/Μαθήτρια

☐ Εκπαιδευτικός

3. Ηλικία:

- ☐ 13-15 (Μαθητές Γυμνασίου)
- ☐ 16-18 (Μαθητές Λυκείου)
- ☐ 19-24
- ☐ 25-49
- ☐ 50+

4. (Για Εκπαιδευτικούς) Χρόνια Διδακτικής Εμπειρίας:

- ☐ 0-5 έτη
- ☐ 6-10 έτη
- ☐ 11-20 έτη
- ☐ 20+ έτη

5. (Για Μαθητές) Τάξη:

- ☐ Α' Γυμνασίου
- ☐ Β' Γυμνασίου
- ☐ Γ' Γυμνασίου
- ☐ Α' Λυκείου
- ☐ Β' Λυκείου
- ☐ Γ' Λυκείου

6. (Για εκπαιδευτικούς) Τίτλοι Σπουδών :

- ☐ Πτυχίο
- ☐ Μεταπτυχιακό
- ☐ Διδακτορικό

7. Έχετε ακούσει για την Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;

- ☐ Ναι, έχω καλή γνώση
- ☐ Ναι, έχω κάποια γνώση
- ☐ Έχω ακούσει αλλά δεν γνωρίζω λεπτομέρειες
- ☐ Όχι, δεν έχω ακούσει

8. Γνωρίζετε πώς λειτουργεί ο εγκέφαλος κατά τη διάρκεια της μαθηματικής μάθησης;

- ☐ Ναι, σε μεγάλο βαθμό
- ☐ Ναι, σε κάποιο βαθμό
- ☐ Ελάχιστα
- ☐ Καθόλου

9. (Για Εκπαιδευτικούς) Έχετε παρακολουθήσει επιμορφώσεις σχετικά με τη Νευροεκπαίδευση;

- ☐ Ναι, συστηματικά
- ☐ Ναι, περιστασιακά
- ☐ Όχι, αλλά θα με ενδιέφερε
- ☐ Όχι και δεν με ενδιαφέρει

10. (Για μαθητές) Πώς αξιολογείτε το επίπεδό σας στα Μαθηματικά;

- | | | | | | | |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Πολύ χαμηλό | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | Πολύ καλό |

11. (Για μαθητές) Έχετε βιώσει μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά;

- ☐ Ναι, συχνά
- ☐ Ναι, περιστασιακά
- ☐ Σπάνια
- ☐ Ποτέ

12. (Για εκπαιδευτικούς) Έχετε παρατηρήσει μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά;

- ☐ Ναι, συχνά
- ☐ Ναι, περιστασιακά
- ☐ Σπάνια
- ☐ Ποτέ

13. Ποια είναι η πιο συνηθισμένη δυσκολία που αντιμετωπίζετε στα Μαθηματικά;
Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο συνηθισμένη δυσκολία- 7 θεωρείται η λιγότερη συνηθισμένη δυσκολία)

	1	2	3	4	5	6	7
Δυσκολία στην κατανόηση εννοιών	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Προβλήματα μνήμης (τύποι, διαδικασίες)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Άγχος με τα Μαθηματικά	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Δυσκολία στην επίλυση προβλημάτων	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Δυσαριθμσία (Dyscalculia)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Έλλειψη προσοχής/ συγκέντρωσης	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Αδυναμία οπτικοχωρικής αντίληψης	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

14. Πιστεύετε ότι οι μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά μπορούν να αντιμετωπιστούν με κατάλληλες μεθόδους;

- ☐ Σίγουρα ναι
- ☐ Πιθανώς ναι
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η
- ☐ Πιθανώς όχι
- ☐ Σίγουρα όχι

15. (Για εκπαιδευτικούς) Ποιά από τις παρακάτω μεθόδους διδασκαλίας έχετε χρησιμοποιήσει;

Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο σημαντική - 5 θεωρείται η λιγότερη σημαντική)

	1	2	3	4	5
Οπτικοποίηση εννοιών (διαγράμματα, γραφήματα)	☐	☐	☐	☐	☐
Τεχνικές χαλάρωσης για μείωση άγχους	☐	☐	☐	☐	☐
Εξατομικευμένη διδασκαλία	☐	☐	☐	☐	☐
Ομαδική εργασία και συνεργατική μάθηση	☐	☐	☐	☐	☐
Χρήση τεχνολογίας (εφαρμογές, λογισμικό)	☐	☐	☐	☐	☐

16. (Για εκπαιδευτικούς) Πόσο αποτελεσματικές θεωρείτε τις παραπάνω μεθόδους;

- ☐ Πολύ αποτελεσματικές
- ☐ Αρκετά αποτελεσματικές
- ☐ Λίγο αποτελεσματικές
- ☐ Καθόλου αποτελεσματικές
- ☐ Δεν έχω γνώμη

17. Πιστεύετε ότι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του εγκεφάλου μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία των Μαθηματικών;

- | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Διαφωνώ απόλυτα | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | Συμφωνώ απόλυτα |

18. Θεωρείτε τον εαυτό σας χαρισματικό στα Μαθηματικά;

- ☐ Ναι, σίγουρα
- ☐ Ναι, πιθανώς
- ☐ Όχι
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η

19. Πιστεύετε ότι οι χαρισματικοί μαθητές λαμβάνουν επαρκή στήριξη για την ανάπτυξη των ικανοτήτων τους;

- ☐ Ναι, απόλυτα
- ☐ Ναι, σε κάποιο βαθμό
- ☐ Όχι, χρειάζονται περισσότερη υποστήριξη
- ☐ Καθόλου
- ☐ Δεν γνωρίζω

20. (Για εκπαιδευτικούς) Ποιες στρατηγικές θα βοηθούσαν χαρισματικούς μαθητές;
Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο
σημαντική - 7 θεωρείται η λιγότερη σημαντική)

	1	2	3	4	5	6	7
Προχωρημένο/ εμπλουτισμένο υλικό	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Διαφοροποιημένη διδασκαλία	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ερευνητικά projects	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Διαγωνισμοί Μαθηματικών	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Μέντορες/ειδικά προγράμματα	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ταχύτερος ρυθμός διδασκαλίας	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Διεπιστημονικές προσεγγίσεις	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

21. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη μπορεί να
βοηθήσει στην αντιμετώπιση μαθησιακών δυσκολιών;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

22. Σε ποιο βαθμό πιστεύετε ότι η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη μπορεί να
συνεισφέρει στην εκπαίδευση χαρισματικών μαθητών;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου	☐	☐	☐	☐	☐	Πάρα πολύ

23. Ποιά νευροεπιστημονική αρχή θεωρείτε πιο σημαντική για τη Μαθηματική Εκπαίδευση;

Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο σημαντική - 7 θεωρείται η λιγότερη σημαντική)

	1	2	3	4	5	6	7
Νευροπλαστικότητα (ικανότητα του εγκεφάλου να αλλάζει)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ο ρόλος της μνήμης (εργαζόμενη, μακροπρόθεσμη)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Συναισθηματική ρύθμιση και άγχος	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Αριθμητική αντίληψη (number sense)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Οπτικοχωρική επεξεργασία	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ύπνος και μάθηση	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Κίνηση και γνωστική λειτουργία	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

24 Θα θέλατε να ενσωματωθούν περισσότερες νευροεπιστημονικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Μαθηματικών;

- ☐ Ναι, οπωσδήποτε
- ☐ Ναι, αλλά με προσοχή
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η
- ☐ Όχι ιδιαίτερα
- ☐ Καθόλου

25. Πόσο σημαντική θεωρείτε την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;

	1	2	3	4	5	
Καθόλου σημαντική	☐	☐	☐	☐	☐	Εξαιρετικά σημαντική

26. Ποιο είναι το πιο σημαντικό εμπόδιο στην εφαρμογή νευροεπιστημονικών μεθόδων στην εκπαίδευση;

Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο σημαντική - 7 θεωρείται η λιγότερη σημαντική)

	1	2	3	4	5	6	7
Έλλειψη γνώσης/ επιμόρφωσης	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Έλλειψη χρόνου	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Έλλειψη πόρων/ υλικών	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Αντίσταση στην αλλαγή	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (δεν επιτρέπει ευελιξία)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Μεγάλος αριθμός μαθητών ανά τάξη	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Έλλειψη υποστήριξης από το σχολείο	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

27. Πόσο ικανοποιημένοι είστε από τις τρέχουσες μεθόδους διδασκαλίας των Μαθηματικών;

1 2 3 4 5

Καθόλου ικανοποιημένος/η ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Πάρα πολύ ικανοποιημένος/η

28. Θεωρείτε ότι το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα είναι ανοιχτό σε καινοτόμες προσεγγίσεις όπως η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη;

- ☐ Ναι, πολύ ανοιχτό
- ☐ Σε κάποιο βαθμό
- ☐ Όχι ιδιαίτερα
- ☐ Καθόλου
- ☐ Δεν γνωρίζω

29. Γνωρίζετε τον όρο "Δυσαριθμησία" (Dyscalculia);

- ☐ Ναι, απόλυτα
- ☐ Ναι, αλλά επιφανειακά
- ☐ Έχω ακούσει τον όρο
- ☐ Όχι

30. (Για Εκπαιδευτικούς) Έχετε εκπαιδευτεί στην αναγνώριση και υποστήριξη μαθητών με Δυσαριθμησία;

- ☐ Ναι, εκτενώς
- ☐ Ναι, κάποια βασικά
- ☐ Όχι, αλλά θα ήθελα
- ☐ Όχι

31. (Για Εκπαιδευτικούς) Χρησιμοποιείτε ψηφιακά εργαλεία για τη διδασκαλία Μαθηματικών;

- ☐ Ναι, καθημερινά
- ☐ Ναι, συχνά
- ☐ Περιστασιακά
- ☐ Σπάνια
- ☐ Ποτέ

32. (Για Εκπαιδευτικούς) Ποια από τα παρακάτω ψηφιακά εργαλεία έχετε χρησιμοποιήσει;

Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται το πιο σημαντικό - 7 θεωρείται το λιγότερο σημαντικό)

	1	2	3	4	5	6
GeoGebra	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Khan Academy	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Photomath	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Desmos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Εκπαιδευτικά παιχνίδια (π.χ. Prodigy, Math Playground)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Βίντεο μαθημάτων (YouTube κ.ά.)	☐	☐	☐	☐	☐	☐

33. Πιστεύετε ότι η τεχνολογία, όταν βασίζεται σε νευροεπιστημονικές αρχές, μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική μάθηση;

	1	2	3	4	5	
Σίγουρα όχι	☐	☐	☐	☐	☐	Σίγουρα ναι

34. (Για μαθητές) Πόσο εύκολα/δύσκολα απομνημονεύετε μαθηματικούς τύπους και διαδικασίες;

- ☐ Πολύ εύκολα
- ☐ Εύκολα
- ☐ Μέτρια
- ☐ Δύσκολα
- ☐ Πολύ δύσκολα

35. Ποιά τεχνική μνήμης χρησιμοποιείτε περισσότερο;

Διαβαθμίστε τις παρακάτω απαντήσεις σας από το 1 έως το 7 (1 θεωρείται η πιο σημαντική - 7 θεωρείται η λιγότερη σημαντική)

	1	2	3	4	5	6	7
Επανάληψη	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Μνημονικά (mnemonics)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Οπτικοποίηση	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Σύνδεση με πραγματικές καταστάσεις	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Χρήση flashcards	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Εφαρμογή σε ασκήσεις	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Διδασκαλία σε άλλους	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

36. Πιστεύετε ότι η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μνήμης μπορεί να βελτιώσει τη μαθηματική απόδοση;

- ☐ Σίγουρα ναι
- ☐ Πιθανώς ναι
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η
- ☐ Πιθανώς όχι
- ☐ Σίγουρα όχι

37. Θα θέλατε να μάθετε περισσότερα για τη σχέση εγκεφάλου και μαθηματικής μάθησης;

- ☐ Ναι, πολύ
- ☐ Ναι, σε κάποιο βαθμό
- ☐ Ίσως
- ☐ Όχι ιδιαίτερα
- ☐ Καθόλου

Ευχαριστούμε θερμά για τη συμμετοχή σας!

Τα στοιχεία σας θα παραμείνουν ανώνυμα και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Οδηγίες: Το παρακάτω σύντομο τεστ στοχεύει στην αξιολόγηση συγκεκριμένων μαθηματικών ικανοτήτων που σχετίζονται με τη χαρισματικότητα.

Ποιος αριθμός συνεχίζει τη σειρά: 2, 6, 12, 20, 30, ____

- ☐ 40
- ☐ 42
- ☐ 44
- ☐ 48

Αν 5 μηχανές φτιάχνουν 5 προϊόντα σε 5 λεπτά, πόσες μηχανές χρειάζονται για να φτιάξουν 100 προϊόντα σε 100 λεπτά;

- ☐ 5
- ☐ 20
- ☐ 100
- ☐ 500

Ποιος αριθμός είναι ο "ξένος" στην παρακάτω ομάδα: 3, 7, 11, 14, 17, 19

- ☐ 3
- ☐ 14
- ☐ 17
- ☐ 19

Αν $x + y = 10$ και $x - y = 4$, ποιο είναι το $x \cdot y$;

- ☐ 14
- ☐ 21
- ☐ 24
- ☐ 40

Χωρίς να υπολογίσετε ακριβώς, ποιο από τα παρακάτω είναι πιο κοντά στην τετραγωνική ρίζα του 150;

- ☐ 11
- ☐ 12
- ☐ 13
- ☐ 14

Ένα ορθογώνιο έχει πλευρές 6 cm και 8 cm. Πόσο cm μήκος έχει η υποτείνουσά του;

- ☐ 10
- ☐ 12
- ☐ 14
- ☐ 16

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα: Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.