

Νευροψυχολογική προσέγγιση της διαταραχής της μαθηματικής σκέψης

Βάιος Ζαμπεθάνης*

Περίληψη

Η εμφάνιση δεξιοτήτων και μαθησιακών δυσκολιών που συσχετίζονται με τα μαθηματικά μελετήθηκε νωρίς τον προηγούμενο αιώνα. Σύμφωνα με μελέτες και έρευνες τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες συναντούν μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Τα συμπεράσματα της γνωστικής ψυχολογίας και νευροψυχολογίας συμβάλλουν στον ακριβή εντοπισμό του προβλήματος των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά. Ο σχεδιασμός ενός αποτελεσματικού σχεδίου αποκατάστασης και συνεπώς η ανεύρεση λύσεων στο πρόβλημα υπό τις ευνοϊκότερες συνθήκες μπορεί να γίνει ευκολότερη απλώς με το να συνειδητοποιήσουμε το πρόβλημα.

Λέξεις – Κλειδιά: επίτευξη, προσχολική ηλικία, νευροψυχολογικό υπόστρωμα, εγκέφαλος

1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από πολύ νωρίς στρέφει το ενδιαφέρον του προς τον εσωτερικό κόσμο του. Ερευνά τα γνωρίσματά του και συνεχίζει αυτή τη διαδικασία αδιάκοπα μέχρι και σήμερα με διαφορετικά μέσα και προϋποθέσεις. Πρωτοποριακές θεωρούνται οι παρατηρήσεις του Ιπποκράτη,

* Ο Δρ. Βάιος Ζαμπεθάνης είναι Περιφερειακός Διευθυντής Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Στερεάς Ελλάδας.

του Γαλιανού, του Λεονάρντο ντα Βίντσι (Καραπέτσας, 1988), του Descartes (Rourke & Conway, 1997), του Broca, του Golgi, του Wernicke (Καραπέτσας, 1988; Kolb & Whishaw, 1996). Παράλληλα, καταγράφονται οι πρώτες παρατηρήσεις που αφορούν στη μαθηματική ικανότητα και τις διαταραχές της (Καραπέτσας, 1988; Rourke & Conway, 1977).

Ως ικανότητα, εννοείται η ευχέρεια δημιουργικής αξιοποίησης αποκτημένων εμπειριών, ενώ ως διαταραχή, η αδυναμία αφενός ερμηνείας ερεθισμάτων και αφετέρου η αναποτελεσματική αξιοποίηση προηγούμενης εμπειρίας. Με τον όρο Νευροψυχολογία ορίζεται η επιστήμη «η οποία μελετά τη σχέση των λειτουργιών του εγκεφάλου και της συμπεριφοράς» (Kolb & Whishaw, 1996, p. 3). Διδακτική είναι η επιστήμη, η οποία μελετά τη διαδικασία μετάδοσης γνώσεων και απόκτησης δεξιοτήτων με αποτελεσματικό τρόπο παράλληλα με το μορφωτικό ρόλο της.

2. Νευροψυχολογικές έρευνες και γνωστική ψυχολογία

Ο Piaget μελέτησε τη γνωστική ανάπτυξη του παιδιού και την εξέλιξη της περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο ερευνητή και ο Luria ερεύνησε τις νευροψυχολογικές συσχετίσεις (neuropsychological relationships) των εγκεφαλικών δυσλειτουργιών (Gaddes & Edgell, 1993), με συστηματικό τρόπο. Αρχικά, θεωρήθηκε αδύνατος ο εντοπισμός διαφοράς στην εγκεφαλική δομή που να επηρεάζει τη μάθηση (Lashley, 1950), αργότερα, η ανάπτυξη της τεχνολογίας φώτισε πτυχές του θέματος.

Ειδικότερα, από νευροβιολογική άποψη ο αριθμός των νευρώνων του κεντρικού νευρικού συστήματος είναι σχεδόν πλήρης κατά τη γέννηση. Επίσης, παρατηρείται έντονη ανάπτυξη των δενδριτών ως προς το μήκος και τη συμπλοκότητά τους (Willis & Widerstrom, 1986) στις ηλικίες των 3, 15 και 24 μηνών. Ως προς τον εγκέφαλο, παρατηρείται αύξηση του βάρους, η οποία συνεχίζει μέχρι και την ενηλικίωση και κορυφώνεται μεταξύ των 18-30 ετών (Dekaban & Sadowskay, 1978). Η μυελίνωση διευκολύνει τη μεταφορά των νευρικών ωθήσεων (Ritchie, 1984) αυξάνοντας την ταχύτητα μετάδοσης των νευρικών σημάτων και ολοκληρώνεται το δεύτερο έτος (Fuerst & Rourke, 1995) εκτός από κάποια συστήματα που μυελινούνται πολύ αργότερα (Luria, 1980). Η εξέλιξη της μυελίνωσης συνδέεται με την αλληλεπίδραση αρκετών διαδικασιών και δυναμικών, συνυπολογίζο-

ντας τη λειτουργία, τη δομή και το περιβάλλον (Gilles, Shankle & Dooling, 1983). Η διαφοροποίηση των λειτουργιών των ημισφαιρίων, αλλά και οι εξειδικεύσεις και ικανότητες, παρατηρούνται αργότερα (Βλάχος, 1998).

Ο Piaget στο ερευνητικό του έργο μελέτησε γνωστικές αλλαγές στην ψυχοκινητική ανάπτυξη του ατόμου. Μελετώντας τη σκέψη του παιδιού, ενδιαφέρθηκε μεταξύ των άλλων για την έννοια της σταθερότητας του αριθμού και της διατήρησης της ποσότητας. Η γνωστική διαδικασία, σύμφωνα με τον Piaget, αναμένεται να αναπτυχθεί πριν από την εμφάνιση της ικανότητας της αριθμητικής αιτιολόγησης. Ένα παιδί παρατηρώντας δύο δοχεία με το ίδιο σχήμα και μέγεθος που περιέχουν την ίδια ποσότητα υγρού, επισημαίνει αυτό που βλέπει. Στην περίπτωση της μετάγγισης του υγρού από ένα δοχείο σε άλλο πιο λεπτό και ψηλό το παιδί θεωρεί πως το πιο λεπτό και ψηλό δοχείο περιέχει περισσότερο υγρό. Η αντίδραση του παιδιού ερμηνεύεται και από τις έρευνες του Luria (1980), ειδικότερα, από αυτές που προσδιορίζουν τον τρόπο συγκρότησης των μαθηματικών εννοιών (Luria, 1973). Από την ηλικία των 6 ετών περίπου το παιδί αντιδρά λιγότερο αισθητηριακά και περισσότερο αντιληπτικά, βιώνει μια διαμάχη σύγκρουσης όσων βλέπει με όσα σκέφτεται (Gaddes & Edgell, 1993).

Από την άλλη πλευρά, ο Luria αξιοποίησε τα πορίσματα του ερευνητικού έργου του Piaget στους πειραματισμούς με ενήλικες, που έφεραν εγκεφαλικά τραύματα. Με τα δεδομένα που αποκόμισε διατύπωσε τη θεωρία του οντογενετικού σχηματισμού της ιδέας του αριθμού και των αριθμητικών πράξεων. Οι αριθμητικές λειτουργίες, στα πρώτα στάδια της μάθησης είναι ασυνάρτητες, ως προς το χαρακτήρα τους (Luria, 1980) και μετατρέπονται σε ενέργειες στηριζόμενες σε γνωστά εσωτερικά χωρικά σχήματα. Τέλος, οι πολυψήφιοι αριθμοί εμφανίζουν κυλινδρική δομή και η αξία κάθε ψηφίου καθορίζεται από τη θέση του στο σύνολο των ψηφίων.

3. Μαθηματική ικανότητα και νευροψυχολογικό υπόστρωμα

Το άτομο από τη βρεφική ηλικία έχει αντίληψη της πολυαριθμίας συνόλου ενός, δύο ή τριών στοιχείων (Antell & Keating, 1983; Starkey & Cooper, 1980). Η πρώτη εξελικτική περίοδος στον άνθρωπο συμπίπτει με την εμφάνιση αισθησιοκινητικών γνωστικών σχημάτων (Hughes, 1995) και καλύπτει περίπου το διάστημα από τη γέννηση μέχρι και 2 ετών. Επίσης,

είναι δεδομένο πως τα άτομα δεν εξελίσσονται με τον ίδιο ρυθμό (Liebeck, 1990), ούτε και κατορθώνουν τα ίδια επιτεύγματα. Από την ψυχολογική άποψη η εξέλιξη του ατόμου προχωρεί με διαφορετικούς ρυθμούς (Willis & Widerstrom, 1986). Το περίβλημα της μυελίνης δεν είναι απαραίτητο για την αγωγιμότητα ενεργών δυναμικών από τους νευρώνες, επειδή οι νευρώνες και πριν από την μυελίνωση διαθέτουν αγωγιμότητα. Είναι προφανές, πως υφίσταται λειτουργική-δομική σχέση μεταξύ της μυελινογένεσης και της ενίσχυσης του ρόλου της διέγερσης (Fuerst & Rourke, 1995) στη διαδικασία της μυελίνωσης. Τα εσωτερικά ακουστικά ερεθίσματα που λαμβάνει το έμβρυο εκκινούν τη διαδικασία μυελίνωσης νωρίς στην εμβρυϊκή περίοδο. Οι υποφλοιώδεις περιοχές μυελίνονται σε διαφορετικές περιόδους. Ειδικότερα, η μυελίνωση των υποφλοιωδών οδών οπτικών ώσεων αρχίζει το 2ο περίπου μήνα της κύησης. Η μυελίνωση των φλοιωδών και υποφλοιωδών οδών και των σύντομων νευρικών διασυνδέσεων αρχίζει μετά τον 4ο μήνα της μεταγεννητικής περιόδου και συνεχίζεται και μετά το μέσο της παιδικής ηλικίας. Ενώ, η μυελίνωση του μεσολοβίου, αν και ολοκληρώνεται στα 6 έτη, συνεχίζεται με βραδείς ρυθμούς για ικανό χρονικό διάστημα (Willis & Widerstrom, 1986).

Την αισθησιο-κινητική περίοδο ακολουθεί η προ-εννοιολογική, η οποία εκτείνεται από 2 έως 7 ετών (Hughes, 1995), και χαρακτηρίζεται από την εδραίωση της συμβολικής και γλωσσικής λειτουργίας. Στην προ-εννοιολογική περίοδο το παιδί δεσμεύεται από την αντίληψή του, (Piaget, 1952a, 1955) και οι ενέργειές του είναι προλογικές, εγωκεντρικές. Αρκετοί ερευνητές έχουν εκφράσει επιφυλάξεις για τις θέσεις του Piaget, επειδή βρήκαν διαφορετικά αποτελέσματα. Είναι προφανές, πως τα ερευνητικά δεδομένα των Shatz & Gelman (1973) και Gelman & Shatz (1977) έρχονται σε αντίθεση με τα δεδομένα του Piaget. Αρκετοί ερευνητές καταλόγισαν την αποτυχία στο έργο της διατήρησης της ποσότητας, σε αιτίες που σχετίζονται με την κατανόηση των εννοιών (Brain, 1959. Green & Laxon, 1970. Zimiles, 1963) και στα παραπλανητικά δεδομένα που διαμορφώνει ο ίδιος ο μετασχηματισμός (Gelman, 1969. Mehler & Bever, 1967. Wallach, Wall & Anderson, 1967).

Κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και με την επίδραση του περιβάλλοντος το ένα ημισφαίριο επικρατεί και η επικράτηση μονιμοποιείται μετά την πρώτη δεκαετία. Η περίοδος ανάπτυξης των τυπικών λειτουργιών καλύπτει παιδιά από 7 έως 11 ετών περίπου, τα οποία παρατηρώντας όσα συμβαίνουν γύρω τους αντιλαμβάνονται τις αλλαγές, μπορούν να τις αντιστρέψουν φθάνοντας στην αφετηρία με λογικά συμπεράσματα.

Σε έρευνα (Carragher et al., 1985) που έλαβαν μέρος πέντε παιδιά ηλικίας από 9 έως και 15 ετών, με μέσο όρο ηλικίας 11,2 ετών, μελετήθηκε η συμπεριφορά παιδιών που είχαν φοιτήσει από την πρώτη μέχρι και την όγδοη τάξη σε σχολεία της Βραζιλίας. Από την άτυπη δοκιμασία στο δρόμο και την τυπική με χαρτί και μολύβι προέκυψαν διαφορετικά στοιχεία. Στην άτυπη τα προβλήματα του πολλαπλασιασμού λύθηκαν με διαδοχικές προσθέσεις και οι δύσκολοι αριθμοί αναλύθηκαν σε μονάδες και δεκάδες και διευκολύνθηκε η εύρεση του αποτελέσματος. Στην τυπική δοκιμασία δυστυχώς τα παιδιά απέτυχαν να χρησιμοποιήσουν σχολικές μεθόδους, έκαναν πολλά λάθη και ενεργούσαν με σύγχυση στις διαδικασίες του πολλαπλασιασμού και της πρόσθεσης. Φαίνεται, πως τα καθημερινά προβλήματα λύνονται νοερά με αποτελεσματική στρατηγική, ενώ η χρήση συμβόλων έδειξε πως οι πράξεις είναι εντελώς «διαχωρισμένες από την πραγματικότητα» (Reed & Lave, 1981, p. 442).

4. Νευροψυχολογία των μαθηματικών διαταραχών

Το 1919 ο Henschen προσδιορίζει τη διαταραχή στα μαθηματικά και χρησιμοποιεί τον όρο αναριθμησία (*acalculia*) για να περιγράψει την επίκτητη νοσολογική οντότητα που εκδηλώνεται με διαταραχή της νοερής και γραπτής υπολογιστικής ικανότητας (Levin et al., 1993). Οι ασθενείς με μετωπιαία σύνδρομο δείχνουν φανερές αδυναμίες (Guyton, 1992) στην εκτέλεση συνεχών αριθμητικών πράξεων, ιδιαίτερα στην αντίστροφη μέτρηση, κατά την οποία ο εξεταζόμενος οφείλει να χρησιμοποιεί το αποτέλεσμα της πρώτης πράξης, ως βάση για την επόμενη και να συνεχίζει μέχρι να συναντήσει υπόλοιπο μικρότερο από τον αριθμό βάσης. Απαιτείται μεταβίβαση του αποτελέσματος στη στήλη δεκάδων και διατήρηση του αποτελέσματος και των οδηγιών στη μνήμη για αρκετό χρονικό διάστημα. Οι ασθενείς με κάκωση του μετωπιαίου λοβού εκδηλώνουν σημεία βασικής διαταραχής στην αριθμητική ικανότητα, όπως, σημαντικές διαταραχές εμφανίζονται και στις δοκιμασίες που απαιτούν δεξιότητες που υπερβαίνουν τα όρια των απλών αριθμητικών λειτουργιών.

5. Οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά

Η πρώτη γραπτή μαρτυρία βαθμού δυσκολίας της μαθηματικής λειτουργίας προέρχεται από την αρχαία Αίγυπτο, όπου η απαρίθμηση με τα δάχτυλα χαρακτηρίζεται δύσκολη γνώση (Ifrah, 1985). Πολύ αργότερα, στα μέσα του 19ου αιώνα (Levin et al., 1993), η διαταραχή της υπολογιστικής ικανότητας θεωρήθηκε ένδειξη αφασίας.

Οι μελέτες του Broca το 1861 για την αφασία ανοίγουν το δρόμο στην ανάπτυξη της νευροψυχολογίας (Καραπέτσας, 1988). Μολονότι οι διαταραχές της υπολογιστικής ικανότητας έχουν μια μακρά ιστορία στη βιβλιογραφία της Νευρολογίας (Levin et al, 1993; Rourke & Conway, 1977) ως τις αρχές του 20ού αιώνα, οι μελέτες αφορούσαν στην αναριθμησία, ως επίκτητη διαταραχή (Gaddes & Edgell, 1991) και αποτέλεσμα εγκεφαλικής βλάβης. Οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά παραμελήθηκαν, επειδή επικρατούσε η αντίληψη πως τα μαθηματικά είναι επίκτητη δεξιότητα (Rourke & Conway, 1977).

Στα εγχειρίδια ταξινόμησης των νοσολογικών οντοτήτων: D S M – IV (A.P.A., 1994) και I C D-10 (W.H.O., 1994) χρησιμοποιείται ο όρος «διαταραχές» (disorders) αντί του όρου «δυσκολίες» (disabilities) και ορίζεται στο πρώτο: «Διαταραχή των μαθηματικών» υφίσταται, όταν: Α. Η μαθηματική ικανότητα, μετρούμενη με ατομικά χορηγούμενες σταθμισμένες δοκιμασίες, είναι σημαντικά κάτω από το αναμενόμενο, δεδομένων της χρονολογικής ηλικίας του ατόμου, της νοημοσύνης που μετρήθηκε και της εκπαίδευσης που αντιστοιχεί στην ηλικία. Β. Η διαταραχή στο Κριτήριο Α. παρεμποδίζει σημαντικά τη σχολική επίδοση ή δραστηριότητες της καθημερινής ζωής που απαιτούν μαθηματική ικανότητα. Γ. Αν υπάρχει αισθητηριακό ελάττωμα, οι δυσκολίες στη μαθηματική ικανότητα είναι μεγαλύτερες από αυτές που συνήθως το συνοδεύουν» (A.P.A., 1994/315.1)». Και στο δεύτερο: «Η ειδική διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων περιλαμβάνει τη σαφή βλάβη των αριθμητικών ικανοτήτων, η οποία δεν ερμηνεύεται μεμονωμένα στη βάση της νοητικής υστέρησης ή της σχολικής ανεπάρκειας. Το έλλειμμα εμπλέκει τον έλεγχο των βασικών υπολογιστικών ικανοτήτων της πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού και διαίρεσης σε αντίθεση με τις περισσότερο θεωρητικές μαθηματικές ικανότητες που περιλαμβάνονται στην άλγεβρα, τριγωνομετρία, γεωμετρία ή μαθηματική ανάλυση» (F 81.2). Αναγνωρίζεται, επίσης η ύπαρξη αναπτυξιακής αναριθμησίας, αναπτυξιακής αριθμητικής διαταραχής και το αναπτυξιακό σύνδρομο του Gerstmann.

Οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά εκδηλώνονται με ποικίλα

συμπτώματα (Chinn & Ashcroft, 1995): Σύγχυση κατεύθυνσης: Γραφή των αριθμών αντίστροφα, ε αντί για 3, ανακολουθία στα «σημεία έναρξης», ασθενής η συγκράτηση του αριθμού από τον οποίο «δανείζονται», σύγχυση στη διαδικασία κίνησης στις μεγάλες διαιρέσεις και στο σημείο γραφής της απάντησης, φαινόμενο που εκδηλώνεται και σε ενήλικες. Σύγχυση ακολουθίας: αδυναμία μέτρησης σε αντιστοιχία ένα προς ένα, αδυναμία μέτρησης αντιστρόφως, αντίστροφη γραφή των αριθμών, 18 αντί 81 ή 26 ως 62 (Sharma, 1986), αδυναμία εντοπισμού στοιχείων ακολουθίας π.χ., 40, 41, 42, 43. Οπτικές αντιληπτικές δυσκολίες (Καραπέτσας, 1999a) : Σύγχυση συμβόλων (Hornsby, 1995) + αντί x, συνήθως στα χειρόγραφα, 6 αντί 9, 3 αντί 5. Αδυναμία αίσθησης του χώρου (Καραπέτσας, 1999a) : Απώλεια της αίσθησης του χώρου, της θέσης στο χώρο, απώλεια της σελίδας και αδυναμία συσχέτισης δυσδιάστατων σχεδίων με τρισδιάστατα σώματα. Διαταραχή της βραχυπρόθεσμης μνήμης: Πρόκληση δυσκολιών στην επεξεργασία των αριθμών, αδυναμία εκτέλεσης βασικών πράξεων, αδυναμία έναρξης επίλυσης προβλημάτων, αδυναμία αξιοποίησης και συγκράτησης οδηγιών. Διαταραχή της μακροπρόθεσμης μνήμης: Αναχαίτιση ικανοτήτων στο χώρο των μαθηματικών και στην αξιοποίηση στρατηγικών και αλγορίθμων.

Οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά έχουν σαφές εννοιολογικό περιεχόμενο. Για το σύνολο σχεδόν της επιστημονικής κοινότητας είναι η αναριθμησία και η δυσαριθμησία. Υπάρχει, επίσης, και ένα ειδικό σύνδρομο για κάθε μία από αυτές τις μορφές. Αυτοί οι γενικοί όροι χρησιμοποιούνται κυρίως από όσους έχουν νευροψυχολογική προοπτική (Keller & Sutton, 1991).

5.1. Αναριθμησία

Ο όρος *αναριθμησία* καθιερώνεται από τον Henschen το 1919 (Levin et al., 1993) και περιγράφει διαταραχές της υπολογιστικής ικανότητας που ενοχοποιούν βλάβες του εγκεφάλου, επομένως είναι επίκτητη διαταραχή. Η αναριθμησία ορίστηκε (Novick & Arnold, 1988 p. 132) ως «επίκτητη αριθμητική διαταραχή, που είναι αποτέλεσμα εγκεφαλικής βλάβης, ενώ είχαν αποκτηθεί οι αριθμητικές ικανότητες». Στην Ελλάδα αρχικά χρησιμοποιήθηκε ο όρος αριθμασθένεια (Καλαντζής, 1985) που αργότερα αντικαταστάθηκε από τον όρο αναριθμησία. Παρόμοια περιγραφή της διαταραχής διατυπώνουν και οι Gaddes (1985) και Kosci (1974). Οι διαφοροποιήσεις που εμφανίζονται σε άλλους ορισμούς, επισημαίνουν τον

επίκτητο χαρακτήρα και την ονομάζουν δυσαριθμησία (Sharma & Lovell, 1986) ή προϊόν χειρουργικών επεμβάσεων (Benton, 1987).

5.2. Το σύνδρομο Gerstmann

Είναι διαταραχή που συνδέεται με δακτυλική αγνωσία, με έλλειψη αισθητήριας αναγνώρισης, με αποπροσανατολισμό του δεξιού-αριστερού, με ανικανότητα εκτέλεσης αριθμητικών υπολογισμών και κατακερματισμό της ικανότητας γραφής (Lezak, 1995; Rourke & Conway, 1997; Spreen et al., 1995). Ο Josef Gerstmann (Rourke & Conway, 1997) δημοσίευσε μια σειρά άρθρων και περιέγραφε ομάδα τεσσάρων συμπτωμάτων με κοινή εμφάνιση ως σύνδρομο. Από τότε που προτάθηκε το σύμπτωμα κι έγινε η αρχική περιγραφή από τον Gerstmann το 1931, η συνύπαρξη και των τεσσάρων συμπτωμάτων αποδόθηκε σε εστιασμένη βλάβη ή ασθένεια στην περιοχή της γωνιώδους έλικας στο επικρατούν ημισφαίριο.

5.3. Δυσαριθμησία

Το πρόβλημα της ειδικής μαθηματικής δυσκολίας, της δυσαριθμησίας απαιτεί ιδιαίτερη αναφορά. Ο όρος υποδηλώνει τις αναπτυξιακές μαθησιακές δυσκολίες που συνδέονται με τα μαθηματικά και έχουν μικρή έκταση. Σε μία μελέτη με 1.200 παιδιά, ηλικίας 9-12 ετών, μόνο τα 18 βρέθηκαν να έχουν ειδικές μαθηματικές δυσκολίες. Οι Miles και Miles (1992) πιστεύουν ότι οι μαθηματικές και γλωσσικές δυσκολίες εμφανίζονται ταυτόχρονα. Η δυσαριθμησία είναι αναπτυξιακή δυσχέρεια που σχετίζεται με την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων και εκδηλώνεται ως: δυσλειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου, των δύο ημισφαιρίων και των υποφλοιϊκών δυσλειτουργιών (Καραπέτσας, 1999; Rourke & Conway, 1997).

Τα μαθηματικά σχετίζονται με χωρικές λειτουργίες και η ικανότητα ή η δυσλειτουργία σχετίζεται απόλυτα με τη λειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου. Οι έρευνες έδειξαν πως παιδιά με μαθηματικές διαταραχές σημειώνουν χαμηλές επιδόσεις σε οπτικο-αντιληπτικές δοκιμασίες και δραστηριότητες. Οι πτωχές επιτεύξεις των οπτικο-χωρικών και οπτικο-αντιληπτικών δοκιμασιών σχετίζονται απόλυτα με τις δυσλειτουργίες του δεξιού ημισφαιρίου, αυτό προέκυψε από τη σύγκριση αποτελεσμάτων παι-

διών με μαθησιακές δυσκολίες με παιδιά χωρίς μαθησιακές δυσκολίες (Rourke & Conroy, 1997; Ζαμπεθάνης, 2000).

Η αναπτυξιακή δυσαριθμησία δε μελετήθηκε όσο η αναριθμησία των ενηλίκων ή η δυσλεξία των παιδιών (Rourke & Conroy, 1997). Ο Kosc (1974) παρουσίασε μία από τις πληρέστερες προτάσεις που αφορούσε στη μελέτη του προβλήματος με έμφαση στους κληρονομικούς ή γενετικούς παράγοντες που υπονομεύουν την ακεραιότητα του νευρολογικού υπόβαθρου της υπολογιστικής ικανότητας. Βασισμένος σε αποδείξεις πλήθους νευρολογικών, νευροψυχολογικών και γενετικών μελετών, ο Kosc (1974) υποστήριξε ότι η αναπτυξιακή δυσαριθμησία είναι αποτέλεσμα εγκεφαλικής δυσλειτουργίας και την ορίζει: «Η αναπτυξιακή δυσαριθμησία είναι μια δομική διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων που έχει την προέλευσή της σε γενετική ή εκ γενετής διαταραχή εκείνων των περιοχών του εγκεφάλου που είναι το άμεσο ανατομικο-φυσιολογικό υπόβαθρο της ωρίμανσης της μαθηματικής ικανότητας προσαρμοσμένη ανά ηλικία, χωρίς ταυτόχρονη διαταραχή των γενικών νοητικών λειτουργιών» (Kosc, 1974, p. 47).

Ο Kosc (1974) προσδιόρισε, επίσης, έξι επιμέρους τύπους της αναπτυξιακής δυσαριθμησίας. Τη Φραστική/Λεκτική, αδυναμία ονομασίας μαθηματικών αθροισμάτων, αριθμών, όρων, συμβόλων και σχέσεων. Την Πρακτογνωστική, αδυναμία απαρίθμησης, σύγκρισης, και χειρισμού μαθηματικών αντικειμένων, ημισυγκεκριμένων ή πραγματικών. Τη Λεξιλογική, διαταραχή ανάγνωσης μαθηματικών συμβόλων. Τη Γραφική, δυσκολία γραφής μαθηματικών συμβόλων. Την Ιδεογνωστική, διαταραχή της κατανόησης των μαθηματικών εννοιών και εκτέλεσης υπολογισμών από μνήμης. Τη Λειτουργική, δυσκολία στην εκτέλεση των υπολογιστικών λειτουργιών. Οι τύποι της δυσαριθμησίας που όρισε ο Kosc ως Φραστική/Λεκτική, Λεξιλογική και Γραφική είναι παρεμφερείς με αυτούς που αναφέρθηκαν (Hicaen et al., 1961) για ενήλικες με αλεξία και αγραφία αριθμών, στους οποίους εμπλέκεται η λειτουργική ακεραιότητα των περιοχών που περιβάλλουν την αύλακα του Sylvius, ιδίως του αριστερού ημισφαιρίου.

Είναι ενδιαφέρον να σημειώσουμε ότι η πρακτογνωστική διαταραχή ομοιάζει με τις γνωστικές διαταραχές που εντόπισε ο Piaget. Μία πιο πρόσφατη έρευνα έδειξε πως δύο αγόρια 9 ετών, που δεν μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν βασικές γνώσεις στα μαθηματικά, έδειξαν ανωμαλίες ανάλογες με του συνδρόμου Gerstmann και δεν μπόρεσαν να προχωρήσουν στο συγκεκριμένο εκτελεστικό στάδιο γνωστικής ανάπτυξης.

Κάθε προσπάθεια συσχέτισης της αριθμητικής και μαθηματικής αδυναμίας με εγκεφαλική ασυμμετρία πρέπει απαραίτητα να υπολογίζει την ειδική φύση της ικανότητας που διερευνάται. Μολονότι το αριστερό ημισφαί-

ριο φέρεται γενικά ότι παρεμβαίνει στο αριθμητικό συμβολικό σύστημα, το δεξί ημισφαίριο, αναμφίβολα παίζει σημαντικό ρόλο στη μαθηματική απόδοση σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται προσαρμογή του μαθηματικού λογισμού, οπτικο-χωρική οργάνωση των στοιχείων του προβλήματος.

5.4. Το αναπτυξιακό σύνδρομο Gerstmann

Ο όρος Αναπτυξιακό Σύνδρομο αφορά στην προσαρμογή των συμπτωμάτων του συνδρόμου στη μελέτη παιδιών που παρουσιάζουν όλες ή μερικές από αυτές τις διαταραχές (Benson & Geschwind 1970; Spreen et al., 1995). Επιγραμματικά, οι διαταραχές που αναφέρονται στο αναπτυξιακό σύνδρομο Gerstmann είναι:

- Αμφίπλευρη δακτυλική αγνωσία (bilateral finger agnosia).
- Σύγχυση δεξιού-αριστερού (right-left confusion).
- Δυσγραφία (dysgrafia).
- Δυσαριθμήςια (dyscalculia).

Προτάθηκε, επίσης, και ένα πέμπτο σύμπτωμα, η κατασκευαστική δυσπραξία που συχνά εμπεριέχεται σε ταξινόμηση (Rourke & Conway, 1977). Δε φαίνεται επίσης να συνδέεται το σύνδρομο αυτό με ορισμένο τύπο διαταραχής της μαθηματικής ικανότητας (Hartje, 1987). Σύμφωνα με τον Gerstmann, η εμφάνιση αυτών των διαταραχών σχετίζεται με βλάβη ή ασθένεια στην περιοχή της γωνιώδους έλικας του κυρίαρχου ημισφαιρίου, συνήθως του αριστερού. Έρευνες, ωστόσο, αποκάλυψαν ότι εμφανίζεται είτε μία από αυτές τις διαταραχές είτε μικρές ομάδες μόνο δύο ή τριών από αυτές και όχι όλες μαζί.

6. Δυσλεξία και μαθηματικά

Ο Critchley (1970) διατύπωσε την άποψη πως η αριθμητική βραδύτητα ίσως συνδέεται με την αναπτυξιακή δυσλεξία, αλλά όχι και απαραίτητα. Βαθμιαία άρχισε να αναπτύσσεται ενδιαφέρον γύρω από το πρόβλημα που έθεσε ο Critchley. Αργότερα, διατυπώθηκε η θέση ότι όλο και περισσότε-

ροι δυσλεκτικοί (Miles & Miles, 1992) εμφανίζουν κυμαινόμενου βαθμού μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά, οι οποίες, όμως, είναι δυνατό να αντιμετωπιστούν και επιπλέον να εξελιχθούν σε αξιόλογους μαθηματικούς. Η σχέση μαθηματικής ικανότητας και δυσλεξίας έχει ελάχιστα ερευνηθεί, όπως επισημάνθηκε από τους ερευνητές (Austin, 1982; Sharma, 1986; Miles & Miles, 1992). Τα περιοδικά που δημοσιεύουν θέματα σχετικά με τη δυσλεξία στις ΗΠΑ και στη Μεγάλη Βρετανία (Pumphrey & Reason, 1991) κάνουν μόνο απλές και τυχαίες αναφορές για τα μαθηματικά.

Το κενό που υπήρχε στο χώρο αυτό καλύφθηκε σε κάποιο βαθμό με το βιβλίο *Dyslexia and Mathematics* (Miles & Miles, 1992). Ακολούθησαν και άλλες δημοσιεύσεις που έδωσαν αρκετά στοιχεία και μελέτησαν αρκετές πλευρές του θέματος. Οι ορισμοί, οι οποίοι αφορούσαν τη δυσλεξία, μέχρι πρόσφατα δεν αναφέρονταν στις δυσκολίες πρόσκτησης των μαθηματικών δεξιοτήτων.

Η γλώσσα των μαθηματικών δεν είναι αρκετά κατανοητή από τους δυσλεκτικούς (Hornsby, 1995) και ειδικότερα μέχρι την ηλικία των 11 έως 12 ετών εξαιτίας των δυσκολιών σε ονόματα και όρους (Chinn & Ashcroft 1995). Τα σύμβολα και η γλώσσα των μαθηματικών δημιουργούν επιπλέον προβλήματα, όταν οι γλωσσικές ικανότητες είναι εντελώς ασθενείς. Η κατάσταση επιδεινώνεται, όταν το ίδιο σύμβολο έχει περισσότερες από μία έννοιες (Henderson, 1989) ή όταν έχει και άλλες έννοιες στην καθημερινή ζωή: + σημαίνει πρόσθεση, θετικό αριθμό, επιπλέον ποσότητα κ.ά.

Κάποιες φορές η συμβουλή που δίνεται από τους συγγραφείς είναι αντιφατική (Ashlock, Johnson, Wilson, & Jones, 1983), επειδή δηλώνεται πως τα παιδιά μαθαίνουν και κατανοούν βασικά μία ιδέα με τον ίδιο τρόπο και αφετέρου πως τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες είναι ανίκανα να μαθαίνουν με τον τρόπο που μαθαίνουν τα περισσότερα παιδιά. Το υλικό που περιλαμβάνει ανασκόπηση της ιστορίας της δυσλεξίας και των μαθηματικών συγκεντρώθηκε, ταξινομήθηκε και αποτελεί συμβολή στη μελέτη των μαθηματικών διαταραχών που εμπλέκονται με τη δυσλεξία (Miles & Miles, 1992). Η δυσαριθμησία και η δυσλεξία συνυπάρχουν συχνά και, σε τέτοιες περιπτώσεις, η υπεύθυνη βλάβη συνήθως περιλαμβάνει τη γωνιώδη έλικα (Walton, 1996).

Μεταξύ των άλλων δυσκολιών που συναντούν οι δυσλεκτικοί συμπεριλαμβάνονται: δυσκολίες απομνημόνευσης (Chinn & Ashcroft, 1995), αδυναμία εκμάθησης ωραρίων και πινάκων, αδυναμία διατύπωσης μαθηματικών προβλημάτων και δυσκολίες αποκωδικοποίησης στη λεκτική επικοινωνία και διδασκαλία. Επιβαρύνονται, ιδιαίτερα, τα παιδιά με οπτικό κυρίως τύπο μάθησης (Cockcroft, 1982), τυπική βραδύτητα και συχνά λι-

γότερη πρακτική εξάσκηση. Οι αρχικές αποτυχίες στα μαθηματικά οδηγούν σε δυσκολία γενίκευσης και σχηματισμού εννοιών. Διαμορφώνεται μικρή αυτοεκτίμηση που επιφέρει μεγάλη αποτυχία. Η αποτυχία διαμορφώνει μεγαλύτερο άγχος, που οδηγεί σε μεγαλύτερη αποτυχία και χαμηλότερη αυτοεκτίμηση, συντηρώντας αλληπάλληλες αρνητικές συναισθηματικές καταστάσεις (Chinn & Ashcroft, 1995).

Αν τα αρχικά προβλήματα μαθηματικών και δυσλεξίας δεν αντιμετωπισθούν εγκαίρως, θα στερηθεί το παιδί μία σειρά μαθηματικών εμπειριών. Η συσσώρευση των μειονεξιών λειτουργεί ως χιονοστιβάδα (Chinn & Ashcroft, 1995). Η διαταραχή της μαθηματικής ικανότητας από νευροψυχολογική άποψη μελετήθηκε συστηματικά από τον Luria σε ενήλικες ασθενείς, καθώς και τον Hécaen και τους συνεργάτες του. Συνεχίζεται με τον Rourke και τους συνεργάτες του που μελετούν κυρίως παιδιά. Από το έργο των Luria, Piaet, Rourke και τις μελέτες των Critchley, Miles, Chinn & Ashcroft προκύπτουν σημαντικά στοιχεία διδακτικής προσέγγισης.

7. Διδακτική προσέγγιση

Οι μαθητές εργάζονται ακολουθώντας συνεπή μέθοδο, στηριζόμενοι σε όσα γνωρίζουν και κατανοούν, ανεξάρτητα από την ορθότητά τους ή μη. Θεωρείται σημαντικό στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας οι μαθητές να συγκροτήσουν μαθηματική σκέψη (Anghileri, 1995) κατά τη διάρκεια της φοίτησής τους και να ενισχυθούν οι διεργασίες της (Bruner, 1968) για να κατορθώσουν να την χρησιμοποιούν στις καθημερινές δραστηριότητες. Επιβάλλεται, αφενός η αποενοχοποίησή τους εφόσον σιγματίζονται για τις δυσκολίες και τις ανεπάρκειές τους και αφετέρου η συστηματική στήριξή τους με παιδαγωγικές παρεμβάσεις και ειδικά προγράμματα. Κάποιοι μπορούν να εργάζονται αποτελεσματικά χωρίς γραπτές οδηγίες, άλλοι πάλι δυσκολεύονται. Οι γραπτές οδηγίες εργασίας λειτουργούν σε ορισμένες περιπτώσεις επικουρικά, όχι όμως πάντοτε. Ο τρόπος εργασίας των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες είναι χαρακτηριστικός και ενδιαφέρον. Σε έρευνά μας δέκα μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά που παρακολούθησαν θεραπευτικό πρόγραμμα, με βάση τις δραστηριότητες Κριτηρίου, οι επτά πέτυχαν να χρησιμοποιούν αποτελεσματικές στρατηγικές υιοθετώντας ικανοποιητικό τύπο απάντησης, ενώ οι τρεις χρησιμοποίησαν ένα πρότυπο εργασίας ακο-

λουθώντας οδηγίες με συνέπεια, ήταν εμφανές πως οι δυσκολίες τους είχαν δομικό χαρακτήρα (Ζαμπεθάνης, 2000). Η αποτελεσματική βοήθεια των μαθητών πρέπει να ακολουθεί βασικές αρχές.

7.1. Γενικές αρχές βοήθειας

Η βοήθεια που προσφέρεται στο παιδί από το σχολείο είναι δυνατό να διανύει τα ακόλουθα βήματα: 1) Επέμβαση μόλις φανούν οι πρώτες δυσκολίες, 2) Αξιολόγηση των δυσκολιών, 3) Σχεδιασμός κατάλληλου προγράμματος, 4) Προσαρμογή των Τμημάτων Ενισχυτικής Διδασκαλίας και των Τμημάτων Ένταξης στις ανάγκες των μαθητών, 5) Συνεργασία με τους γονείς για τη διαμόρφωση ενός κοινού πλαισίου αντιμετώπισης και 6) Εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου εφαρμογής ενός προγράμματος.

Τη βοήθεια των μαθητών μπορούμε να την προωθήσουμε μέσα από εναλλακτικές προσεγγίσεις: Φοίτηση στην τάξη εγγραφής, σε Τμήματα Ενισχυτικής Διδασκαλίας, σε Τμήματα Ένταξης (Μπάρδης, 1997) και σε Ειδικό Σχολείο. Σε κάθε εναλλακτική πρόταση επισημαίνουμε πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η παραμονή του μαθητή στο φυσικό του περιβάλλον, στους συμμαθητές του και η συμμετοχή του στις δραστηριότητες του σχολείου είναι θεμιτή επιδίωξη.

Το Τμήμα Ένταξης είναι ένα θεσμός στον οποίο ένας μαθητής με μαθησιακές δυσκολίες παρακολουθεί μαθήματα για ορισμένες ώρες την ημέρα και τις υπόλοιπες συνεχίζει να συμμετέχει στις δραστηριότητες της τάξης. Η διάρκεια της παραμονής του μαθητή εξαρτάται από τη φύση και την έκταση των δυσκολιών.

Οι ατομικές διαφορές που παρουσιάζονται σε κάποιες περιπτώσεις είναι σημαντικές, σε σημείο που ένας μαθητής να χρειάζεται υπερδιπλάσιο χρόνο για να επεξεργαστεί μία πληροφορία από έναν άλλο μαθητή (Ζαμπεθάνης, 2000). Αυτή η ποικιλία δυναμικού στην τάξη, εμποδίζει την ανάπτυξή της και την εξέλιξη του μαθήματος. Όμως, δικαιώματα στη μάθηση έχει και ο μαθητής που έχει μαθησιακές δυσκολίες.

Η φοίτηση των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες σε Τμήματα Ένταξης βελτιώνει το χρόνο συμμετοχής τους στη σχολική εργασία κατά τη διάρκεια της παραμονής τους σε αυτή, από 55% που παρατηρείται στην τάξη φοίτησής του σε 79%. Αυτή η ευκαιρία βελτιώνει τις συνθήκες ενεργού συμμετοχής του μαθητή στη σχολική εργασία, αλλά του περιορίζει το χρόνο συνύπαρξης με τους συμμαθητές του.

7.2. Ειδικές αρχές βοήθειας των μαθητών

Οι μαθητές οι οποίοι δυσκολεύονται να επιλύσουν πράξεις είναι αναγκαίο να εργαστούν με κατάλληλες ασκήσεις που τους επιτρέπουν να κατανοήσουν αφενός την κυλινδρική δομή των αριθμών και αφετέρου την έννοια της σταθερότητας του αριθμού. Αν ο μαθητής δεν κατανοήσει τη δομή ενός αριθμού και τη δημιουργία του από άλλους με πρόσθεση αλλά και άλλες πράξεις, θα δυσκολευτεί στην επίλυση ασκήσεων και προβλημάτων. Η κατανόηση της κυλινδρικής δομής θα επιτρέψει στο μαθητή να υπερβεί τη δεκάδα, στη συνέχεια την εκατοντάδα, τη χιλιάδα και ίσως συνειδητοποιήσει αργότερα την έννοια του απείρου. Συγχρόνως, πρέπει να πετύχει να διαβάξει τους αριθμούς, να τους γράφει και να κατανοεί το πλήθος τους. Η σταθερότητα ενός αριθμού, αλλά και η κυλινδρική δομή, κατανοούνται με ασκήσεις αθροισμάτων του 10, του 100, του 1000 κ.ά. Κάθε φορά υπάρχει διαφορετικό ζητούμενο και παράλληλα σημαντική ποικιλία. Ειδικότερα, ασκήσεις της μορφής ($10 + 0 = 10$, $9 + 1 = 10$, $8 + 2 = 10 \dots 0 + 10 = 10$) επιτρέπουν καλύτερη κατανόηση των μαθηματικών σχέσεων και της αριθμητικής λειτουργίας.

Ως προς τις πράξεις, απαιτείται εξάσκηση των μαθητών με προβλήματα που επιλύονται γραπτά ή προφορικά. Η επίλυση γίνεται με πολλούς τρόπους, με τα ίδια αριθμητικά δεδομένα, με διαφορετικά δεδομένα και απαιτείται συνειδητή συμμετοχή του μαθητή στη διαδικασία επίλυσης. Οι δυσκολίες των παιδιών στα μαθηματικά έχουν αφετηρία δομικές αδυναμίες, όπως, προσανατολισμού στο χώρο, κατανόησης σχέσεων μικρότερο, μεγαλύτερο και λιγότερο, περισσότερο κ. ά.. Η αντιμετώπιση των δομικών αδυναμιών επιταχύνει την αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών.

8. Συμπέρασμα

Βασική προϋπόθεση αποτελεσματικής βοήθειας του μαθητή είναι η αναγνώριση του γνωστικού δυναμικού του στην έναρξη των μαθημάτων και η διαμόρφωση της εργασίας με βάση την ατομικότητά του. Όποια διαδικασία για παροχή βοήθειας επιλεγεί, πρέπει να εξετάζει τις συναισθηματικές εμπλοκές που έχει βιώσει, τις ματαιώσεις που έχει δεχτεί και τέλος, να υπηρετεί την αρχή της ενσωμάτωσής του στην τάξη δημιουργικά (Bibby, 2002). Η ενοχοποίηση του μαθητή με αφορμή την υποεπίδο-

σή του είναι άδικη και αψυχολόγητη. Όλα τα παιδιά θέλουν να μάθουν και να έχουν καλή επίδοση, όλα θέλουν να διακριθούν, κάποια, όμως, αδυνατούν. Δυστυχώς, η μάθηση δεν είναι προνόμιο όλων ανεξαιρέτως.

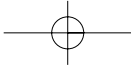
Βιβλιογραφία

- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic Criteria from DSM-IV* (3ed ed.). Washington, DC: Author.
- Anghileri, J. (1995). Focus on Thinking. Στο: J. Anghileri (Ed.) *Children's Mathematical Thinking in the Primary years*. New York: Cassel.
- Antell, S. E., & Keating, D. (1983). Perception of numerical invariance by neonates. In: *Child Development*, 54, 695-701.
- Ashlock, R, Johnson, M, Wilson, J., & Jones, W. (1983). *Guiding Each Child's Learning of Mathematics*. Columbus, OH: Merrill.
- Austin, J. D. (1982). Children with Learning Disabilities in Mathematics. *School Science and Mathematics*, 201-208.
- Benson, D. F., & Geschwind, N. (1970). Developmental Gerstmann syndrome. *Neurology*, 20, 293-298.
- Benton, A. L. (1987). Mathematical disability and the Gerstmann syndrom. Στο: G. Deloche & X. Seron (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp.111-120). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Bibby, T., (2002). Creativity and Logic in Primary-School. Mathematics: a View from the Classroom. *For the Learning of Mathematics* 22, 3, 10-13.
- Βλάχος, Φ. (1998). *Αριστεροχειρία μύθοι και πραγματικότητα*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Brain, M. D. S. (1959). The ontogeny of certain logical operation: Piaget's Formulation examined by non-verbal methods. *Psychological Monographs*, 73, 5, No. 475.
- Bruner, J. (1968). The course of cognition growth. Στο: N. S. Endler, L. R. Boutler, & H. Osser (Eds.), *Contemporary Issues in Developmental Psychology*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Carraher, T., Carraher, D., & Schliemann (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British Journal of Development Psychology*, 3, 21-29.
- Chinn, S. J., & Ashcroft, J. R. (1995). *Mathematics for Dyslexics: A Teaching Handbook*. London: Whurr Publishers Ltd.

- Cockcroft, W. H. (1982). *Mathematics Counts*. London: HMSO.
- Critchley, M. (1970). *The dyslexic child*. London: William Heinemann.
- Dekaban, A. S., & Sadowsky, D. (1978). Changes in brain weights during the span human life: Relation of brain weights to body heights and body weights. *Annals of Neurology*, 4, 345-356.
- Fuerst, K. B., & Rourke, B.P. (1995). White Matter Physiology and Pathology. Στο: B.P.Rourke (Ed.), *Syndrome of Nonverbal Learning Disabilities*. New York: Guilford Press.
- Gaddes, W. H. (1985). *Learning disabilities and brain function: A neuropsychological approach* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Gaddes, W., & Edgell, D. (1993). *Learning Disabilities and Brain Function: A Neuropsychological Approach* (3rd ed.). New York.
- Gelman, R. (1969). Conservation acquisition: a problem of learning to attend to Relevant attributes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 7, 77-87.
- Gelman, R., & Shatz, M. (1977). Appropriate speech adjustment: The Operation of conversational constraints on talk to two-years-old. Στο: M. Lewis, & L.A. Rosenblum (Eds.). *Interaction, conversation and the development of language*. New York: Wiley.
- Gilles, F. H., Shankle, W., & Dooling, E. C. (1983). Myelinated tracts: Growth patterns. Στο : F. H. Gilles, A. Leviton, & E.C. Dooling (Eds.), *The developing human brain: Growth and epidemiologic neuropathology* (pp.118-183). Boston: Wright.
- Green, R. T., & Laxon, V. J. (1970). The conservation of number, mother, water and a fried egg chez l'enfant. *Acta Psychologica*, 32, 1-20.
- Guyton, A. (1992). *Ιατρική Φυσιολογία, τόμος Γ΄*. Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις «Γρηγόριος Παρισιάνος».
- Hartje, W. (1987). The effect of spatial disorders on arithmetical skills. Στο: G. Deloche & X.Seron (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective* (pp.121-135). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Hicaen, H. Angelergues, R., & Houillier, S. (1961). Les varieties cliniques des acalculies au cours des lesions retrorolandiques: approche statistique du probleme. *Revue Neurology*, 105, 85-103.
- Henderson, A. (1989). *Maths and Dyslexics*. Llandudno: St Davis's College.
- Hornsby, B. (1995). *Overcoming Dyslexia*. London: Vermilion.
- Hughes, M. (1995). *Children and Number. Difficulties in Learning Mathematics*. Oxford: Blackweel.
- Ifrah, G. (1985). *From One to Zero, a universal history of numbers*. New York: Viking-Penguin.
- Joffe, L. (1983). School mathematics and dyslexia ...a matter of verbal labeling,

- generalization, horses and carts. *Cambridge Journal of Education*, (13)3, 22-27.
- Καλαντζής, Κ. (1985). *Διαταραχές του λόγου στην παιδική ηλικία* (3η Εκδ.). Αθήνα: Καραβίας-Ρουσσόπουλος.
- Καραπέτσας, Α. (1988). *Νευροψυχολογία του Αναπτυσσόμενου Ανθρώπου*. Αθήνα: Σμυρνωτάκης.
- Καραπέτσας, Α. (1999). *Νευροψυχολογία των μαθησιακών δυσκολιών II*. Βόλος: Συγγραφέας.
- Καραπέτσας, Α. (1999). Διερεύνηση των προμετωπιαίων λοβών στην οργάνωση της αυτορρύθμισης και του αυτελέγχου της κινητικής πρωτοβουλίας στα παιδιά. *Ψυχολογία*, 6(1), 13-19.
- Keller, C. E., & Sutton, J. P. (1991). Specific mathematics disorders. Στο Obrzut, J.E. & Hynd, G. W.(Eds.), *Neuropsychological foundations of learning disabilities* (pp. 549-571).
- Kosc, L. (1974). Developmental Dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7, 164-177.
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (1996). *Fundamentals of Human Neuropsychology* (4th ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Lashley, K. S. (1950). In search of the engram. Στο: Society of Experimental Biology Symposium No 4: *Physiological Mechanisms in Animal Behavior*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Levin, H. S., Goldstein, F. C., & Spiers, P.A. (1993). Acalculia. Στο: K. M. Heilman & E. Valenstein (Eds.), *Clinical Neuropsychology* (3rd ed., pp. 91-122). New York: Oxford University Press.
- Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological assessment* (3rd ed.). New York: Oxford University Press.
- Liebeck, P. (1990). *How Children Learn Mathematics*. A Guide for Parents and Teachers. London: Penguin Books.
- Luria, A. (1973). *The working Brain*. Harmondsworth: Penguin Books.
- Luria, A. (1980). *Higher Cortical Functions in Man* (2nd Eds). New York: Basic Books, Inc., Publishers.
- Mehler, J., & Bever, T. G. (1967). Cognitive capacity of very young children. *Science*, 158, 141-142.
- Miles, T. R., & Miles, E.(Eds.) (1992). *Dyslexia and Mathematics*. London: Routledge.
- Μπάρδης, Π. (1995). *Μαθησιακές Δυσκολίες. Θεωρητική και πρακτική προσέγγιση του προβλήματος*. Καρδίτσα: Συγγραφέας.
- Novick, B. Z., & Arnold, M. M. (1988). *Fundamentals of clinical child neuropsychology*. Philadelphia, PA: Grune & Stratton.

- Piaget, J. (1952a). *The Child's Conception of Number*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Piaget, J. (1955). *The Language and Thought of the Child*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pribram, K. H. (1971). *Languages of the brain*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Pumphrey, P. D., & Reason, R. (1991). *Specific Learning Difficulties (Dyslexia): Challenges and Responses*. Windsor: NFER-Nelson.
- Reed, H. J., & Lave, J. (1981). Arithmetic as a tool for investigating relations between culture and cognition. Στο: R. W. Casson, *Language, Culture and Cognition: Anthropological Respectives*. New York: MacMilan.
- Ritchie, J. M. (1984). Physiologic basis of conduction in myelinated nerve fibers. Στο: P. Morell, (Ed.), *Myelin* (2nd ed. pp. 117-195). New York: Plenum Press.
- Rourke, B. P., & Conway, J.A. (1997). Disabilities of Arithmetic and Mathematical Reasoning: Perspectives from Neurology and Neuropsychology. *Journal of Learning Disabilities, 30, 1*, 34-46.
- Sharma, M. C. (1986). Dyscalculia and other learning problems in arithmetic: a historical prospective. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 8*, 7-45.
- Sharma, M. C., & Loveless, E. J. (1986). The work of Dr. Ladislav Kosc on dyscalculia. *Focus on Learning Problems in Mathematics, 8*, 47-119.
- Shatz, M., & Gelmam, R. (1973). The Relationship between cognitive processes and the development of communication skills: Modification in the speech of young children as a function of listener. *Monographs of the society for research in child development, 38, (2)* No.152.
- Spreen, O., Risser, A., & Edgell, D. (1995). *Developmental Neuropsychology*. New York: Oxford University Press.
- Starkey, P. & Cooper, R. G. jr. (1980). Perception of numbers by human infants. *Science, 210*, 1033-1035.
- Steeves, J. (1979). Multisensory maths: an instructional approach to help the LD child. *Focus on Learning Disabilities in mathematics, 1(2)*, 51-62.
- Wallash, L., Wall, A. J., Anderson, L. (1967). Number conservation: the role reversibility, additio-subtraction and misleading perceptual cues. *Child Development, 38*, 425-442.
- Walton, L. (1996). *Νευρολογία* (6η εκδ.), Θ. Παπαπετρόπουλος (Μετ.). Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.
- Willis, W. G. & Widestrom, A. H. (1986). Neuropsychological Development. Στο: J.E. Obrzut, & G.W. Hynd, (Eds.), *Child neuropsychology: Theory and Research(Vol.1)*. San Diego: Academic Press Inc .



Νευροψυχολογική προσέγγιση της διαταραχής της μαθηματικής σκέψης

- World Health Organisation (1994). *Pocket Guide to the ICD-10 Classification of Mental and Behavioural Disorders*. Edinburgh: Churchill Livingston.
- Ζαμπεθάνης, Β.(2000). *Νευροψυχολογική προσέγγιση της μαθηματικής ικανότητας και της δυσλειτουργίας της στο παιδί*. Βόλος: Διδακτορική Διατριβή.
- Zimiles, H. A. (1963). Notes on Piaget's conception of conservation. *Child Development*, 34, 691-695.

