



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ

Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Ειδική Αγωγή, Εκπαίδευση και Αποκατάσταση»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συγκριτική μελέτη διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες με τη χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή με τη χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης

Τάσιου Δήμητρα

Θεσσαλονίκη (2022)



Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Ειδική Αγωγή, Εκπαίδευση και Αποκατάσταση»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συγκριτική μελέτη διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες με τη χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή με τη χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης»

«Comparative study of teaching for the development number sense in preschool students with special learning difficulties using digital media and new technologies or using multiple ways of representing knowledge»

Τάσιου Δήμητρα (Α.Μ. mea20002)

Εξεταστική επιτροπή

Αγαλιώτης Ιωάννης, Καθηγητής (Επόπτης)

Καρτασίδου Λευκοθέα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

Παπαδόπουλος Κωνσταντίνος, Πρόεδρος Τμήματος και Καθηγητής

«Η συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας»

Τάσιου Δήμητρα

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- θεωρητική θεμελίωση της έρευνας.....	11
1.1 Περιεχόμενο της αίσθησης του αριθμού και η σπουδαιότητά της	11
1.1.1 Ορισμός της αίσθησης του αριθμού.....	11
1.1.2 Η ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού	13
1.1.3 Η σπουδαιότητα της αίσθησης του αριθμού.....	16
1.1.4 Δυσκολίες στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού	17
1.1.5 Ομάδες μαθητικού πληθυσμού με ιδιαίτερες δυσκολίες στην αίσθηση του αριθμού	19
1.2 Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες.....	22
1.2.1 Ορισμός Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών	22
1.2.2 Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και Μαθηματικά	24
1.3 Αξιολόγηση και διδασκαλία σε παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά.....	27
1.3.1 Αξιολόγηση.....	27
1.3.2 Εκπαιδευτικές Παρεμβάσεις.....	29
1.4 Σχετικές έρευνες στην ελληνική βιβλιογραφία, σκοποί και ερωτήματα της έρευνας	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Μεθοδολογία	39
2.1 Ερευνητική στρατηγική.....	39
2.2. Συμμετέχοντες της έρευνας.....	40
2.3 Διαδικασία και εργαλεία της έρευνας.....	41
2.4 Ανάλυση των δεδομένων.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Αποτελέσματα	45
3.1 Περίληψη μελετών.....	45
3.2 Συμμετέχοντες.....	64
3.3 Χαρακτηριστικά Παρεμβάσεων	65

3.4 Περιεχόμενο Μελετών	68
3.4.1 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες	68
3.4.2 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης	69
3.4.3 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με συνδυασμό ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης	70
3.4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία	70
3.4.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Συζήτηση – Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	74
4.1 Συζήτηση	74
4.2 Συμπεράσματα	80
4.3 Περιορισμοί έρευνας	83
4.4 Εκπαιδευτικές επιπτώσεις	83
4.5 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες	84
Βιβλιογραφία	86

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη σκοπεύει να διερευνήσει τον ρόλο των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έρευνα σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων όπως Eric, Pubmed, Taylor & Francis online, Research Gate και Science Direct με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και περιορίζοντας την έρευνα από το 2000 έως το 2021. Τελικά, συλλέχθηκαν 20 άρθρα σχετικά με τη διδασκαλία για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες με τη χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή με τη χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης. Στη συνέχεια αναλύθηκαν ώστε να απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Η εργασία αυτή αναδεικνύει τη σημαντικότητα της αίσθησης του αριθμού. Τα αποτελέσματα μετά την ανάλυση έδειξαν πως και οι δύο τύποι διδασκαλίας, τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες αλλά και οι πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης, βελτιώνουν την αίσθηση του αριθμού των μαθητών. Ιδιαίτερα, ο συνδυασμός χειραπτικών αντικειμένων και των ψηφιακών μέσων όταν χρησιμοποιούνται σε καλά σχεδιασμένα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, αυξάνουν την απόδοση των μαθητών. Ακόμη, αναφέρονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των δύο αυτών τύπων κατά την εφαρμογή τους στη διδασκαλία. Εν τέλει, η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση αποδεικνύει ότι η αίσθηση του αριθμού των παιδιών προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες βελτιώνεται με τις κατάλληλες παρεμβάσεις. Τέλος, αναφέρονται οι εκπαιδευτικές επιπτώσεις της παρούσας εργασίας.

Λέξεις-κλειδιά: αίσθηση του αριθμού, νέες τεχνολογίες, πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης, ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, παιδιά προσχολικής ηλικίας

ABSTRACT

This study intends to investigate the role of digital media and new technologies and multiple ways of representing knowledge in teaching number sense to preschool students with special learning difficulties. The research strategy that was followed was the Systematic Literature Review. Initially, the search was carried out in electronic databases such as Eric, Pubmed, Taylor & Francis online, Research Gate and Science Direct based on specific criteria and limiting the search from 2000 to 2021. Finally, 20 articles were collected on teaching to develop number sense in preschool students with special learning difficulties using digital media and new technologies or using multiple representations. Then, they were analyzed to answer the research questions posed. This study highlights the importance of number sense. The results after the analysis showed that both types of teaching, digital media and new technologies as well as multiple ways of representing knowledge, improve the number sense of students. In particular, the combination of manipulatives and digital media when used in well-designed learning environments increase student performance. Furthermore, the advantages and disadvantages of these two types in teaching are mentioned. In conclusion, the present literature review demonstrates that the number sense of preschool children with special learning difficulties improves with appropriate interventions. Finally, the educational implications of this study are mentioned.

Keywords: number sense, new technologies, multiple ways of representing knowledge, special learning difficulties, preschool children

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας ήταν μια μεγάλη πρόκληση για μένα και η ολοκλήρωσή της αποτελεί ένα μεγάλο επίτευγμα. Χάρη στη παρούσα εργασία ολοκληρώνεται ένας σημαντικός κύκλος σπουδών και εκπληρώνεται ένας μεγάλος μου στόχος για την ενασχόλησή μου με την Ειδική Αγωγή. Τα κίνητρα για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος ήταν οι μικροί μαθητές μου, αφού παρατήρησα μια δυσκολία ως προς την αντίληψη της αίσθησης του αριθμού. Επίσης, το θέμα μου κίνησε το ενδιαφέρον και στα μαθήματα κατά τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Αυτή η εργασία δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς την βοήθεια ορισμένων προσώπων. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Αγαλιώτη Ιωάννη, Καθηγητή του Τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, για τη στήριξη, την βοήθεια και την συνεχή καθοδήγηση. Στη συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που ήταν δίπλα μου, που μου έδιναν κίνητρα, με ενθάρρυναν, με συμπαραστέκονταν και έδειχναν κατανόηση κατά τη διάρκεια της διεκπεραίωσης των σπουδών μου. Ευχαριστώ, λοιπόν, την οικογένειά μου, τον σύντροφό μου, τις φίλες μου και συναδέλφισσες για την αγάπη και την στήριξη.

Τάσιου Δήμητρα, Οκτώβριος 2022

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αίσθηση του αριθμού αποτελεί μία από τις βασικές μαθηματικές δεξιότητες και η ελλιπής κατάκτησή της έχει πολύ αρνητικές επιπτώσεις στη μαθηματική ανάπτυξη (Geary, et al., 2009; Gersten et al., 2005). Παρόλο που αρκετοί ερευνητές αναφέρουν το σημαντικό ρόλο της αίσθησης του αριθμού στα μαθηματικά, διαφωνούν για τον εννοιολογικό ορισμό της (Lago & DiPerna, 2010). Αυτό που είναι κοινά αποδεκτό, είναι πως η αίσθηση του αριθμού περιλαμβάνει την κατανόηση του μεγέθους της ποσότητας αντικειμένων ή αριθμητικών συμβόλων (Geary, Bailey, & Hoard, 2009). Γενικότερα, όμως, γίνεται αντιληπτό πως η αίσθηση του αριθμού είναι μια σύνθετη κατασκευή και η ερμηνεία της βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο. Ακόμη, η αίσθηση του αριθμού των παιδιών νηπιαγωγείου αποτελεί έναν ισχυρό προγνωστικό παράγοντα των μετέπειτα μαθηματικών αποτελεσμάτων (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2010).

Είναι σημαντικό να εντοπιστούν νωρίς οι δυσκολίες των μαθητών, αφού αυτές θα έχουν αρνητικά αποτελέσματα στην παιδική αλλά και στην ενήλικη ζωή τους (Mazzocco, & Thompson, 2005). Μετά από τις κατάλληλες αξιολογήσεις, σημαντικές είναι οι παρεμβάσεις. Πολλές μελέτες παρουσιάζουν σημαντικά οφέλη των παρεμβάσεων με έμφαση στην αίσθηση του αριθμού κατά το νηπιαγωγείο (Jordan, Rinne, & Hansen, 2019). Υπάρχουν ορισμένες κατευθύνσεις για τις παρεμβάσεις και κάποιες από αυτές που έχουν χρησιμοποιηθεί σε όλο τον κόσμο είναι ο εμπλουτισμός τους με νέες τεχνολογίες ή με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Η χρήση των Τεχνολογιών Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση δημιουργεί νέα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, προσφέρει νέες μεθόδους διδασκαλίας, αλλάζει την παραδοσιακή σχέση δασκάλου-μαθητή και βελτιώνει την ποιότητα της εκπαίδευσης (Liu, Toki & Ränge, 2014). Από την άλλη, οι πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης παρέχουν μέσω της ακολουθίας συγκεκριμένο- αναπαραστατικό-αφηρημένο στους μαθητές πολλαπλές ευκαιρίες να αποκτήσουν μαθηματικές δεξιότητες μέσω πολλών και διαφόρων μορφών μάθησης (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) και κατά συνέπεια επωφελούνται οι μαθητές με διάφορες μαθησιακές προτιμήσεις με

αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενασχόληση τους στην εκπαιδευτική διαδικασία (Oberer, 2003).

Επειδή δεν υπάρχει ένας μοναδικός τρόπος διδασκαλίας και αφού η αίσθηση του αριθμού είναι σύνθετο φαινόμενο, η εργασία αυτή γίνεται για να συγκριθούν οι δύο αυτοί διδακτικοί τύποι και για να ανακαλυφθεί η επίδρασή τους ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται αναφορά για τον ορισμό, το περιεχόμενο, τη σπουδαιότητα της αίσθησης του αριθμού, περιγράφονται οι δυσκολίες στην ανάπτυξή της και τι παρουσιάζουν οι ομάδες μαθητικού πληθυσμού με δυσκολίες στην αίσθηση του αριθμού. Επιπλέον, εξηγείται αναλυτικότερα ο ορισμός των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών και επεξηγείται η ομάδα των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών στα Μαθηματικά. Ακόμη, παρουσιάζεται ο σημαντικός ρόλος της αξιολόγησης και μετέπειτα οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν σε μαθητές νηπιαγωγείου με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά, συγκεκριμένα με νέες τεχνολογίες ή πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Τέλος, αναγράφονται κάποιες εργασίες που έχουν γίνει πάνω στο θέμα της παρούσας εργασίας στον ελληνικό χώρο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας, δηλαδή, η ερευνητική στρατηγική που χρησιμοποιήθηκε για την παρούσα εργασία, οι συμμετέχοντες της έρευνας, η διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα εργαλεία της έρευνας και η ανάλυση δεδομένων.

Στο τρίτο κεφάλαιο, κεφάλαιο αναγράφονται τα αποτελέσματα των ερευνών που χρησιμοποιήθηκαν για την εργασία και στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η συζήτηση και επιχειρείται η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων για την παρούσα έρευνα. Τέλος, η μελέτη ολοκληρώνεται με τους περιορισμούς της έρευνας, τις εκπαιδευτικές επιπτώσεις, τις προτάσεις για μελλοντικές έρευνες και τις βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1- Θεωρητική θεμελίωση της έρευνας

1.1 Περιεχόμενο της αίσθησης του αριθμού και η σπουδαιότητά της

1.1.1 Ορισμός της αίσθησης του αριθμού

Ο ορισμός της αίσθησης του αριθμού (Number sense) είναι δύσκολο να προσδιοριστεί. Στη βιβλιογραφία υπάρχει μια ποικιλία διαφορετικών ορισμών από διάφορους ερευνητές για την αίσθηση του αριθμού και τις δεξιότητές της, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μια πλήρης συμφωνία (Friso-van den Bos, Kroesbergen, & van Luit, 2014; Malofeeva, Day, Saco, Young, & Ciancio, 2004).

Σύμφωνα με την γνωστική ψυχολογία, η έννοια της αίσθησης του αριθμού θεωρείται συχνά ως μια βιολογικά καθορισμένη ικανότητα «που κατανοεί, προσεγγίζει και χειρίζεται αριθμητικά μεγέθη» (Dehaene, 2001, σ. 16). Επίσης, θεωρείται ότι υπάρχουν δύο υποσυστήματα στην αίσθηση του αριθμού, το κατά προσέγγιση αριθμητικό σύστημα (“approximate number system”) που χρησιμεύει για τον προσδιορισμό του κατά προσέγγιση μεγέθους ενός αριθμού και το σύστημα ακριβούς αριθμού που η χρήση του γίνεται για τον προσδιορισμό του ακριβούς αριθμού των ποσοτήτων (Izard, Pica, Spelke, & Dehaene, 2008). Οι γνωστικοί ψυχολόγοι με την αναφορά της αίσθησης του αριθμού, οι περισσότεροι εννοούν το «σύστημα κατά προσέγγιση αριθμών» (“approximate number system”) που χρησιμοποιείται για να κατανοήσει και να χειριστεί κάποιος μη συμβολικούς αριθμούς, και να αποκτήσει αργότερα στους συμβολικούς αριθμούς (Reynvoet, Smets & Sasanguie, 2016).

Αντίθετα, στον τομέα της εκπαίδευσης, οι μαθητικοί θεωρούν την αίσθηση του αριθμού ως ένα σύνολο σύνθετων ικανοτήτων που είναι προϊόν της μαθηματικής εκπαίδευσης (Berch, 2005).

Παρακάτω διάφοροι ερευνητές προσπάθησαν να εξηγήσουν τί είναι η αίσθηση του αριθμού.

Οι Gersten και Chard (1999) αναφέρουν πως η αίσθηση του αριθμού πρόκειται «για την ευχέρεια και την ευελιξία ενός παιδιού με τους αριθμούς, την

αίσθηση του τι σημαίνουν οι αριθμοί και την ικανότητα να εκτελεί νοητικά μαθηματικά και να βλέπει τον κόσμο και να κάνει συγκρίσεις» (pp. 19–20). Μια άλλη οπτική είναι των Baroody και Wilkins (1999) που όρισαν την αίσθηση του αριθμού ως συγκεκριμένη κατανόηση των αριθμητικών σχέσεων. Σε αυτό συμφωνούν οι Malofeeva, Day, Saco, Young, & Ciancio (2004) και οι Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das & Jrwin (2012) καθώς σημειώνουν πως η αίσθηση του αριθμού αναφέρεται στην κατανόηση των αριθμών και των σχέσεων μεταξύ τους. Παρόμοια, και ο Dehaene (2001), δήλωσε ότι η αίσθηση του αριθμού έχει να κάνει με την ικανότητα κάποιου να κατανοεί και να χειρίζεται τους αριθμούς και τις ποσότητες.

Άλλοι ερευνητές, για να προσδιορίσουν την αίσθηση του αριθμού επικεντρώθηκαν στις δεξιότητες της όπως η αρίθμηση, η αναγνώριση των αριθμών και των αριθμητικών σφαλμάτων, η γνώση των αριθμών, η άμεση εκτίμηση ποσοτήτων, η έννοια της μέτρησης, η ικανότητά εκτέλεσης νοερών πράξεων με αριθμούς και της σύγκρισης μεταξύ τους (Berch, 2005; Friso-van den Bos, Kroesbergen & van Luit, 2014; Jordan & Levine, 2009). Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τους Kalchman, Moss και Case (2001 όπως αναφέρεται σε Gersten, Jordan & Flojo, 2005), όποιος κατέχει την αίσθηση του αριθμού έχει: (α) ευχέρεια στην εκτίμηση και σύγκριση ποσοτήτων, (β) ικανότητα να αναγνωρίζει παράλογα αποτελέσματα (μη λογικά δεδομένα), (γ) ευελιξία στις νοερές πράξεις, (δ) ικανότητα να αντιλαμβάνεται τις διάφορες αναπαραστάσεις και να επιλέγει τη κατάλληλη (p. 297). Στην ίδια γραμμή, οι Jordan, Kaplan, Olah, και Locuniak (2006) επισημαίνουν κάποια συστατικά της αίσθησης του αριθμού τα οποία είναι: η αρίθμηση με αντιστοιχία ένα προς ένα, η γνώση της ακολουθίας μέτρησης, η κατανόηση ποσοτήτων μια μικρής συλλογής (χωρίς μέτρηση), η διάκριση και η σύγκριση ποσοτήτων, ο μετασχηματισμός ποσοτήτων με προσθήκες και μειώσεις, η εκτίμηση μεγέθους μιας ποσότητας η γνώση αριθμητικών μοτίβων και των σχέσεων τους.

Η Griffin (2004) αναφέρει χαρακτηριστικά ότι η αίσθηση του αριθμού είναι δύσκολη ως προς την ερμηνεία της και τη διδασκαλία της, αλλά μπορεί κάποιος με ευκολία να την αναγνωρίσει. Αν και υπάρχουν πολλές διαφωνίες, αρκετοί ερευνητές συμφωνούν πως τα παιδιά κατανοούν το μέγεθος από ένα σύνολο

αντικειμένων όπως και το μέγεθος από τα αριθμητικά τους σύμβολα χάρη στην αίσθηση του αριθμού (Geary, Bailey & Hoard, 2009). Γενικότερα, όμως, γίνεται αντιληπτό πως η αίσθηση του αριθμού είναι μια σύνθετη κατασκευή και η ερμηνεία της βρίσκεται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο.

1.1.2 Η ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού

Σε πρωταρχικό στάδιο, η αίσθηση του αριθμού είναι έμφυτη ικανότητα και αναπτύσσεται χωρίς λεκτική οδηγία (Jordan & Levine, 2009). Για παράδειγμα, ένα παιδί μπορεί να αναπαριστά και να χειρίζεται ποσότητες χωρίς λεκτικό τρόπο. Μέχρι να λάβουν επίσημη εκπαίδευση, τα περισσότερα παιδιά έχουν αποκτήσει ανεπίσημα κάποιες γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με την αίσθηση του αριθμού μέσα από την αλληλεπίδραση με τους οικείους τους, όπως γονείς και αδέρφια (Gersten & Chard, 1999; Pittalis, Pitta-Pantazi & Christou, 2018). Στη συνέχεια, τα παιδιά μέσα από την αλληλεπίδραση αυτή με τους οικείους τους αλλά και τους εκπαιδευτικούς αποκτούν την λεκτική αίσθηση του αριθμού, δηλαδή την συμβολική αναπαράσταση των αριθμών (Jordan & Levine, 2009).

Πιο αναλυτικά, υπάρχουν στάδια για την ανάπτυξη της κεντρικής εννοιολογικής δομής των αριθμών στην πρώιμη παιδική ηλικία. Στην ηλικία των 4 περίπου ετών, τα παιδιά κατέχουν δυο σχήματα: 1) την ποσότητα, μπορούν δηλαδή να συγκρίνουν και να απαντήσουν στην ερώτηση «Ποια συλλογή έχει 'περισσότερα' και ποια 'λιγότερα';» (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005; Gersten & Chard, 1999; Griffin, 2004) και 2) τη μέτρηση, που μπορούν να απαντήσουν πόσα αντικείμενα υπάρχουν σε ένα σύνολο (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005). Στο νηπιαγωγείο, τα παιδιά συνδέουν αυτές τις δύο γνώσεις, τη μέτρηση και τη ποσότητα, και οικοδομούν βασικές εννοιολογικές αντιλήψεις (Griffin, 2004). Ακόμη, τα νεαρά παιδιά έχουν την ικανότητα να αναγνωρίσουν τη ποσότητα μιας μικρής συλλογής αντικειμένων χωρίς να μετρήσουν (Jordan, Rinne & Hansen, 2019). Βέβαια, οι Gracia-Bafalluy και Noel (2008) μετά από έρευνά τους, υπέδειξαν ότι η χρήση των δαχτύλων από τα μικρά παιδιά μπορεί να είναι χρήσιμη υποστήριξη για την

εκμάθηση των μαθηματικών και συνεπώς να επηρεάζει θετικά την αίσθηση του αριθμού. Κατά την ηλικία των πέντε χρόνων, τα παιδιά αντιλαμβάνονται πως στη διαδικασία μέτρησης αντικειμένων ο τελευταίος αριθμός υποδεικνύει το σύνολο των αντικειμένων ενώ κατά την ηλικία των πεντέμισι, μπορούν να ξεκινήσουν την μέτρηση από οποιοδήποτε αριθμό (για παράδειγμα ξεκινάνε από τον αριθμό 6 και συνεχίζουν τη μέτρηση προς τα πάνω) (Aunio & Räsänen, 2015). Φυσικά, καθώς τα παιδιά μεγαλώνουν, αποκτούν ανώτερες ικανότητες μέτρησης όπως για παράδειγμα να μετράνε προς τα πίσω ή να μετράνε ανά δυο (Jordan, Kaplan, Ola'h Locuniak, 2006).

Κατά την ηλικία των 6 χρόνων, τα παιδιά αποκτούν τη νοητή αριθμογραμμή (mental number line) και είναι ικανά να γνωρίζουν τους γραπτούς αριθμούς και λέξεις, να δείχνουν αντικείμενα καθώς μετράνε και να γνωρίζουν τις βασικές τιμές (Aunio, Hautamäki & Van Luit, 2005). Με άλλα λόγια, τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι στην ακολουθία της μέτρησης ένας αριθμός έχει μεγαλύτερη ποσότητα από τον προηγούμενο, έτσι κατασκευάζουν τη νοητή γραμμή, κατανοούν τη θεσιακή αξία του αριθμού και εκτελούν νοερούς υπολογισμούς (Jordan, Kaplan, Nabors Olah & Locuniak, 2006). Έτσι, σύμφωνα με τους Gersten, Jordan και Flojo (2005) ένας μαθητής με αναπτυγμένη αίσθηση του αριθμού, ξέρει πως σχετικά με το 3 ο αριθμός 12 είναι πολύ μεγαλύτερός του ενώ το 5 είναι λίγο μεγαλύτερός του. Αλλά ο μαθητής που μπορεί να απαντήσει πως το 8 είναι κατά 3 μονάδες μεγαλύτερο από το 5, τότε έχει πολύ καλύτερη αναπτυγμένη αίσθηση του αριθμού.

Σύμφωνα με τους Pittalis, Pitta-Pantazi & Christou (2018), τα περισσότερα παιδιά κατά τη προσχολική ηλικία (από 4 έως 7 ετών), μαθαίνουν τη μέτρηση, κατανοούν την πρόσθεση και την αφαίρεση, αναγνωρίζουν αριθμούς και κατανοούν το μέγεθος των αυτών. Γενικότερα, ένας μαθητής που έχει αναπτύξει την αίσθηση του αριθμού είναι ικανός να απαντήσει στην ερώτηση «Ποιος αριθμός είναι μεγαλύτερος, το 7 ή το 9;». Ειδικότερα, γνωρίζει τα συστατικά της αίσθησης του αριθμού όπως ότι: α) οι αριθμοί έχουν μεγέθη αφού αντιστοιχούν σε ποσότητες, β) οι αριθμοί έχουν μια συγκεκριμένη θέση στην ακολουθία της μέτρησης γ) κατά τη μέτρηση το 9 είναι μετά από το 7, δ) οι αριθμοί που εμφανίζονται αργότερα στην

ακολουθία μέτρησης είναι μεγαλύτεροι, με άλλα λόγια έχουν μεγαλύτερες ποσότητες (Griffin, 2004).

Επομένως, οι ερευνητές συμφωνούν ότι η αίσθηση του αριθμού στην ηλικία των 3 έως 6 χρόνων περιλαμβάνει αλληλένδετες ικανότητες που περιέχουν αριθμούς και πράξεις, πιο συγκεκριμένα: τα παιδιά μπορούν να μετρήσουν γρήγορα ποσότητα 3 αντικειμένων με το βλέμμα (subitizing), να μετρήσουν 5 αντικείμενα και να κατανοούν ότι η τελική λέξη καταμέτρησης υποδεικνύει πόσα είναι στο σύνολο, να κάνουν διάκριση μικρών ποσοτήτων, να συγκρίνουν αριθμητικά μεγέθη και να μετασχηματίζουν σύνολα με 5 ή λιγότερα αντικείμενα, προσθέτοντας ή αφαιρώντας (Jordan, Glutting, & Ramineni, 2008). Έτσι, τα παιδιά καθώς αναπτύσσουν τις δεξιότητες της αίσθησης του αριθμού, μαθαίνουν σταδιακά τη μέτρηση, τη χρησιμοποίηση αριθμητικών λέξεων για την περιγραφή ποσοτήτων, τη σύγκριση μεταξύ αριθμών και ποσοτήτων και τελικά τον υπολογισμό (Friso-van den Bos, Kroesbergen & van Luit, 2014). Στα πρώτα χρόνια, τα παιδιά μπορούν να βοηθηθούν από τους γονείς και με απλές δραστηριότητες να αναπτύξουν νωρίς την αίσθηση του αριθμού, όπως για παράδειγμα να ανεβαίνουν σκαλιά και να μετράνε (Gersten & Chard, 1999). Όμως, μέσα από τη διδασκαλία στη σχολική τάξη οι μαθηματικές επιδόσεις των παιδιών βελτιώνονται (Frye et. al, 2013).

Τέλος, οι δύο δεξιότητες που διευκολύνουν την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού είναι η μέτρηση και η γνώση των αριθμητικών συμβόλων. Οι Malofeeva, Day, Saco, Young και Ciancio (2004) μέσα από την έρευνά τους αναφέρουν πως με την μέτρηση τα παιδιά μαθαίνουν 5 αρχές: 1) την ικανότητα να μετράνε κάθε αντικείμενο με μια αριθμητική λέξη (one-to-one correspondence), 2) την ικανότητα να χρησιμοποιούν αριθμητικές λέξεις με συγκεκριμένη ακολουθία (stable ordering), 3) την ικανότητα να μετράνε και η τελευταία λέξη στην ακολουθία μέτρησης να είναι ο συνολικός αριθμός των αντικειμένων σε ένα σύνολο (cardinality) και να αντιλαμβάνονται τους αριθμούς που δηλώνει μια θέση (όπως πρώτο, δεύτερο ή τρίτο) που καταλαμβάνει ένα αντικείμενο σε μια σειρά (ordinality), 4) την ικανότητα να μετράνε οποιοδήποτε σύνολο αντικειμένων και ο αριθμός των αντικειμένων είναι ανεξάρτητος από την ποιότητά τους (abstraction) 5) την ικανότητα να αντιλαμβάνονται ότι η σειρά με την οποία μετρώνται τα αντικείμενα δεν είναι

σημαντική (order irrelevance). Ακόμη, η γνώση των αριθμητικών συμβόλων βοηθά στην ανάπτυξη της αλληλουχίας των αριθμών, την μέτρηση κάθε αντικειμένου με μια αριθμητική λέξη και την μέτρηση αντικειμένων που ο τελευταίος αριθμός δείχνει το σύνολο των αντικειμένων (Malofeeva, Day, Saco, Young & Ciancio, 2004).

1.1.3 Η σπουδαιότητα της αίσθησης του αριθμού

Η επάρκεια της αίσθησης του αριθμού είναι σημαντική ώστε να επιτύχουν τα παιδιά στα μαθηματικά γενικότερα (Hassinger-Das, Jordan, Glutting, Irwin & Dyson, 2014).

Οι ικανότητες της πρώιμης αίσθησης του αριθμού ακολουθούν μια αναπτυξιακή πρόοδο (Clements & Sarama, 2007). Δηλαδή, τα παιδιά αρχικά αποκτούν τη βασική γνώση των αριθμών (όπως αναγνώριση μικρών αριθμών και μέτρηση), περνάνε στις σχέσεις αριθμών (όπως σύγκριση του μεγαλύτερου από δύο αριθμούς) και μετέπειτα σε πράξεις αριθμών (όπως πρόσθεση και αφαίρεση με μικρούς αριθμούς με το μυαλό) (Jordan et al., 2012). Έτσι, καθώς τα παιδιά μαθαίνουν μεγαλύτερους αριθμούς αυτή η εξέλιξη επαναλαμβάνεται.

Η ανάπτυξη και η απόδοσή της είναι προγνωστικός παράγοντας των μαθηματικών επιδόσεων των παιδιών (Friso-van den Bos, Kroesbergen & van Luit, 2014) των πρώτων χρόνων, ιδιαίτερα των μαθητών της τρίτης τάξης δημοτικού (Jordan, Glutting, Ramineni & Watkins, 2010· Jordan, Kaplan, Ramineni & Locuniak, 2009) αλλά και σε όλη τη διάρκεια του δημοτικού (Jordan, Glutting & Ramineni, 2008). Ακόμη, οι μαθηματικές ικανότητες των νηπίων φαίνεται να προβλέπουν την πορεία τους σε αυτόν τον τομέα ως την ηλικία των 15 ετών (Watts et al., 2014).

Απόδειξη αποτελεί η έρευνα των Jordan, Kaplan, Locuniak και Ramineni (2007) που παρακολούθηθηκε η αίσθηση του αριθμού 277 παιδιών από την αρχή του νηπιαγωγείου έως τα μέσα της πρώτης τάξης του δημοτικού. Οι επιδόσεις των παιδιών αξιολογήθηκαν και φάνηκε πως τα παιδιά που ξεκίνησαν το νηπιαγωγείο με χαμηλή αίσθηση του αριθμού αλλά προόδευαν στα μέσα του νηπιαγωγείου

είχαν καλύτερες επιδόσεις στη πρώτη τάξη από τα παιδιά που παρέμειναν σε χαμηλό επίπεδο σε όλη τη διάρκεια του νηπιαγωγείου. Έτσι, γίνεται αντιληπτό πως η αξιολόγηση της αίσθησης του αριθμού στο νηπιαγωγείο είναι χρήσιμη για τον εντοπισμό πιθανών μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά (Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007). Ακόμη, προτείνεται η παρέμβαση να γίνεται στη μέση της σχολικής χρονιάς κατά το νηπιαγωγείο καθώς φαίνεται να είναι η πιο κατάλληλη στιγμή για τη βελτίωση των επιδόσεων των νηπίων (Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007). Αργότερα, οι Jordan, Glutting και Ramineni (2010) χρησιμοποιώντας το εργαλείο αξιολόγησης «Σύντομη Εξέταση της Αίσθησης του Αριθμού» φάνηκε πως η αίσθηση του αριθμού, όπως εκτιμήθηκε με το εργαλείο, ήταν προγνωστικός παράγοντας για την μετέπειτα πορεία των μαθηματικών τόσο στη πρώτη όσο και στη τρίτη τάξη δημοτικού.

Επομένως, η αίσθηση του αριθμού είναι θεμελιώδης και προβλέπει τα μαθηματικά επιτεύγματα των παιδιών και μπορεί να εντοπιστεί στα πρώτα χρόνια ενός παιδιού (Jordan & Levine, 2009). Αν στην αρχή του σχολείου τα παιδιά εισέλθουν με χαμηλότερες αριθμητικές δεξιότητες, τότε θα έχουν περισσότερες πιθανότητες να εμφανίσουν δυσκολίες στα μαθηματικά (Howell & Kemp, 2006). Η αξιολόγηση και οι κατάλληλες παρεμβάσεις μαθηματικών στις πρώτες τάξεις του δημοτικού, δίνουν στους μαθητές τη δυνατότητα να κατανοήσουν την αίσθηση του αριθμού και βοηθούν τα μαθηματικά τους επιτεύγματα (Gersten, Jordan & Flojo, 2005). Πιο συγκεκριμένα, η κατάκτησή της οδηγεί τους μαθητές στην χρησιμοποίηση αυτόματων μαθηματικών πληροφοριών, αλλά είναι επίσης βασικό στοιχείο για να επιλύουν βασικούς αριθμητικούς υπολογισμούς (Gersten, & Chard, 1999).

1.1.4 Δυσκολίες στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού

Τα μαθηματικά έχουν σύνθετη δομή, για αυτό το λόγο οι μαθητές μπορούν να επηρεαστούν από πολλούς παράγοντες και αυτοί μπορεί να είναι κοινωνικο-οικονομικοί, εκπαιδευτικοί και ενδοατομικοί (όπως, νοητικοί, σωματικοί, ψυχοκοινωνικοί παράγοντες του μαθητή, ειδικές μαθησιακές δυσκολίες κλπ)

(Αγαλιώτης, 2013). Έτσι, φαίνεται πως κάποιοι παράγοντες δημιουργούν δυσκολίες ως προς την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού και κάποιοι από αυτοί είναι:

Φύλο

Ο παράγοντας φύλο φαίνεται πως επηρεάζει σε κάποιο βαθμό την αίσθηση του αριθμού των μαθητών. Για παράδειγμα, οι Jordan, Kaplan, Olah, και Locuniak (2006) εξετάζοντας την αίσθηση του αριθμού σε παιδιά νηπιακής ηλικίας βρήκαν μικρή, αλλά στατιστικά σημαντική φυλετική διαφορά με τα αγόρια να υπερτερούν.

Ηλικία

Πολλοί ερευνητές συμφωνούν ότι η αίσθηση του αριθμού αναπτύσσεται βαθμιαία (Jordan et al., 2012). Σε έρευνα της Aunio (2006) για την μέτρηση της αίσθησης του αριθμού σε παιδιά ηλικίας από 4 έως 7½ φάνηκε πως είναι πιο αναπτυγμένη στους μεγαλύτερους μαθητές. Όπως και σε έρευνα της Dowker (1997) που εξέτασε την ικανότητα υπολογιστικής εκτίμησης των παιδιών, βρήκε ότι τα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας στο νηπιαγωγείο είχαν λίγο καλύτερη επίδοση από τους νεότερους συμμαθητές τους. Βέβαια, υπάρχουν έρευνες που έχουν μελετήσει το επίπεδο αίσθησης του αριθμού και δεν έχουν βρει διαφορά στο ηλικιακό επίπεδο.

Περιβάλλον (οικογένεια και εκπαίδευση)

Τα παιδιά που ανήκουν σε οικογένειες χαμηλού εισοδήματος από φτωχό πολιτιστικό-μορφωτικό περιβάλλον παρουσιάζουν χαμηλή επίδοση στο σχολείο και ειδικότερα στα μαθηματικά (Jordan & Levine, 2009). Σε έρευνες που αξιολόγησαν την απόδοση και την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού από το νηπιαγωγείο έως τη τρίτη τάξη δημοτικού, φάνηκε πως τα παιδιά από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος εισέρχονται στο νηπιαγωγείο με πολύ χαμηλότερο επίπεδο από τους συμμαθητές τους που προέρχονται από μεσαίου εισοδήματος οικογένειες (Jordan et al., 2006; Jordan et al., 2007; Jordan et al., 2008). Σε αυτό συμφωνούν και οι Doabler και οι συνεργάτες του (2020), οι μαθητές από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος και με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο διατρέχουν κίνδυνο να εμφανίσουν ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά αφού εισέρχονται στο νηπιαγωγείο

με κενά γνώσης ως προς τους αριθμούς και την αρίθμηση και αυτή η έλλειψη της αίσθησης του αριθμού επηρεάζει την απόδοσή τους στο νηπιαγωγείο. Αυτό συμβαίνει, όπως αναφέρουν οι Clements και Sarama (2008), γιατί τα παιδιά από χαμηλά οικονομικά στρώματα έχουν λιγότερες αριθμητικές εμπειρίες από τους συμμαθητές τους και κατά συνέπεια έχουν περισσότερες πιθανότητες να εμφανίσουν χαμηλά επίπεδα αίσθησης του αριθμού. Πιο συγκεκριμένα οι μαθητές αυτοί, πριν την είσοδό τους στο σχολείο, συναντούν εμπόδια στο σπίτι όπως το αίσθημα δυσφορίας των ενηλίκων σε σχέση με τα μαθηματικά καθώς και η έλλειψη στρατηγικών και πόρων (Lange, Brenneman & Sareh, 2020).

Είναι φυσικό η ανάπτυξη της μαθηματικής γνώσης να επηρεάζεται από το εκπαιδευτικό περιβάλλον και από τις πιο βασικές παραμέτρους είναι η οργάνωση και το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών, ο τρόπος που διδάσκονται από τον εκπαιδευτικό, το φυσικό περιβάλλον της τάξης, το μαθηματικό εγχειρίδιο και οι δεξιότητες ενός εκπαιδευτικού (Αγαλιώτης, 2013).

Ενδοατομικοί παράγοντες

Τέλος, οι ενδοατομικοί παράγοντες των μαθητών αναφέρονται στο σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών που διαθέτουν. Συγκεκριμένα, οι ειδικές μαθησιακές δυσκολίες περιορίζουν την ικανότητα του ατόμου να επεξεργάζεται και να αξιοποιεί τις πληροφορίες κατά τη χρήση κωδικών που χρησιμοποιούνται για τις λεκτικές και μη λεκτικές εκφράσεις στα μαθηματικά (Αγαλιώτης, 2013).

1.1.5 Ομάδες μαθητικού πληθυσμού με ιδιαίτερες δυσκολίες στην αίσθηση του αριθμού

Πολλοί ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών ανά τον κόσμο συγκεντρώνει χαμηλά επίπεδα αίσθησης του αριθμού (Jordan et al., 2010) και πολλές μελέτες διερεύνησαν την πιθανότητα μαθηματικών δυσκολιών των παιδιών (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005; Jordan et al., 2006). Τα παιδιά που δυσκολεύονται με την αίσθηση του αριθμού, μεταξύ αυτών και τα παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, είναι πιθανό να αντιμετωπίσουν

προβλήματα σε πιο σύνθετες μαθηματικές έννοιες (Bryant et al., 2016· Gersten et al., 2005). Η αίσθηση του αριθμού είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν τις μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών (Yilmaz, 2017) και ο έλεγχός της στα πρώτα σχολικά χρόνια μπορεί να εντοπίσει τις μαθηματικές αυτές δυσκολίες (Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007· Jordan, Kaplan, Olah, & Locuniak, 2006).

Όταν οι μαθητές παρουσιάζουν βαθιά μαθησιακά προβλήματα στην αρχή του νηπιαγωγείου τότε διατρέχουν υψηλό κίνδυνο να βιώσουν έναν δυσεπίλυτο τύπο Μαθησιακών Δυσκολιών (Doabler et al., 2020).

Τα μικρά παιδιά καταλαβαίνουν από νωρίς την έννοια των αριθμών και αναπτύσσουν την αντίληψη της πληθικότητας (π.χ. έχω πέντε καραμέλες) και της διατακτικότητας των αριθμών (π.χ. εγώ είμαι πρώτος, εσύ δεύτερος), έπειτα κατανοούν την ποσότητα (π.χ. έχω πολλά τουβλάκια) και κάνουν συγκρίσεις (π.χ. εσύ έχεις περισσότερα από εμένα) (Woods, Ketterlin Geller, & Basaraba, 2017). Αυτές οι έννοιες είναι η βάση για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού και σε αυτές τις έννοιες ένα μέρος του μαθητικού πληθυσμού αντιμετωπίζει δυσκολίες.

Οι ελλείψεις που παρουσιάζονται στα μαθηματικά είναι η διάκριση ποσοτήτων (Berch, 2005· Gersten & Chard, 1999), η κατανόηση και η διαχείριση συνόλων αριθμών (Geary et al., 2007) και η ευχέρεια ως προς τους αριθμητικούς συνδυασμούς (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Πιο συγκεκριμένα, μια από τις κύριες αδυναμίες είναι οι ποσοτικές εκτιμήσεις, ακόμη κι αυτές με μικρό αριθμό αντικειμένων και μπορούν να οφείλονται σε προβλήματα στην οπτική αντίληψη (Αγαλιώτης, 2013). Από την άλλη, όσον αφορά την σύγκριση αριθμητικών συμβόλων ως προς το μέγεθός τους οι μαθητές εμφανίζουν αδυναμία στο να αποδώσουν ποσοτικά χαρακτηριστικά σε αυτά (Αγαλιώτης, 2013). Σχετικά με την απαρίθμηση, όταν προσπαθούν να απαριθμήσουν- μετρήσουν τα αντικείμενα ομάδων φαίνεται πως δυσκολεύονται. Συνήθως, για την διαδικασία της μέτρησης τα παιδιά χρησιμοποιούν τη στρατηγική με τα δάχτυλα ή με τα αντικείμενα για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από τους τυπικούς μαθητές έναντι πιο αποτελεσματικών στρατηγικών (Geary, 1990· Gersten &

Chard, 1999). Η αδυναμία τους στην απαρίθμηση ίσως οφείλεται σε δυσλειτουργία του οπτικοχωρικού συστήματος, για παράδειγμα, όταν ένας μαθητής που παρουσιάζει δυσκολίες κληθεί να προσδιορίσει το πλήθος μιας ομάδας αντικειμένων, μπορεί να μπερδέψει ποια αντικείμενα έχει μετρήσει και ποια του έχουν απομείνει (Αγαλιώτης, 2013). Η αδυναμία στη μέτρηση, φαίνεται πως επηρεάζει και την ικανότητά τους ως προς την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων (Geary, 2004). Επίσης, τα παιδιά δυσκολεύονται στη κατανόηση των αριθμών και κατά συνέπεια δεν καταφέρνουν να τοποθετήσουν τα αριθμητικά σύμβολα σε μια γραμμή (Geary et al., 2007; Lafay, St-Pierre & Macoir, 2016), μερικά παιδιά, ακόμα και όταν οι αριθμοί δίνονται προφορικά, δυσκολεύονται να τοποθετήσουν τους αριθμούς-σύμβολα στην αριθμογραμμή (Canto-López et al., 2019). Επιπλέον, κάποιοι μαθητές έχουν άθικτη την αίσθηση του αριθμού, αλλά δυσκολεύονται στην επεξεργασία των συμβόλων γιατί δεν μπορούν να συνδέσουν τα αριθμητικά σύμβολα με την βασική αναπαράσταση του αριθμού (Wong, Ho & Tang, 2016). Επιπρόσθετα, κατά την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων κάποια παιδιά δείχνουν αδυναμία ως προς την ανάκληση βασικών αριθμητικών συνδυασμών με ευχέρεια (Gersten, Jordan & Flojo, 2005) και αυτό μπορεί να οφείλεται σε δυσλειτουργία της μακρόχρονης μνήμης (Geary, 2004). Με άλλα λόγια, δεν μπορούν να κάνουν αποσύνθεση των αριθμών και να βοηθηθούν από γνωστούς συνδυασμούς για να κάνουν έναν υπολογισμό (Jordan, Rinne & Hansen, 2019). Η αποσύνθεση είναι σημαντική για αυτό κιόλας οι τακτικές της διδάσκονται από το νηπιαγωγείο (Hulse et al. 2019), οι μαθητές που έχουν δυσκολία στην αποσύνθεση δεν έχουν την ικανότητα να κατανοήσουν ότι ο οποιοσδήποτε αριθμός μπορεί να αναλυθεί σε συνδυασμούς άλλων αριθμών (Clements & Sarama, 2007). Άλλη μια δυσκολία σχετικά με τις πράξεις είναι η εκτίμηση των αποτελεσμάτων, αφού δεν αντιλαμβάνονται τις αλλαγές στους αριθμούς μετά τις πράξεις (Αγαλιώτης, 2013). Τέλος, κάποιες αδυναμίες στην αίσθηση του αριθμού μπορεί να προέρχονται από την μη κατανόηση της μαθηματικής γλώσσας και των εννοιών (όπως «μέγεθος») εξαιτίας δυσκολιών στον τομέα της γλωσσικής επεξεργασίας (Πόρποδας, 2003).

Εάν οι δεξιότητες είναι σημαντικά χαμηλότερες από αυτές που αναμένονται για την ηλικία και οι δυσκολίες παραμένουν στους μαθητές για τουλάχιστον έξι

μήνες παρά τις παρεμβάσεις τότε οι μαθητές ανήκουν στην κατηγορία των Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών. Αυτό θα πρέπει να επιβεβαιώνεται από εξατομικευμένα τυποποιημένα προγράμματα αξιολόγησης και τη συνολική κλινική αξιολόγηση (Soares, Evans, & Patel, 2018).

1.2 Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες

1.2.1 Ορισμός Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών

Οι μαθητές μπορεί κατά τη διαδικασία της απόκτησης γνώσεων και δεξιοτήτων μέσω της διδασκαλίας να εμφανίζουν δυσκολίες και να μην ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των σχολικών μαθημάτων (Αγαλιώτης, 2011, Αγαλιώτης, 2013). Αυτός ο αριθμός μαθητών χαρακτηρίζεται ως Μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Ε.Μ.Δ.). Είναι παιδιά με φυσιολογική ή και άνω του φυσιολογικού νοημοσύνη, με κύριο χαρακτηριστικό τη σημαντική έλλειψη προόδου σε μια ή περισσότερες βασικές περιοχές δεξιοτήτων (όπως ανάγνωση, μαθηματικά, γραφή) (Αγαλιώτης, 2011). Αυτές οι γνωστικές βλάβες επηρεάζουν τα παιδιά να μάθουν σε ένα κανονικό εκπαιδευτικό περιβάλλον (Hall, 2008) και τα προγράμματα και η διδασκαλία χρειάζονται να προσαρμοστούν στις ανάγκες και τις δυνατότητές τους (Αγαλιώτης, 2011).

Ένας σχετικά σύγχρονος ορισμός για τις Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Ε.Μ.Δ.) είναι αυτός των Kavale, Sprauding και Beam (2009) όπου αναφέρουν πως: *«Η ειδική μαθησιακή αναπηρία αναφέρεται σε ετερογενείς ομάδες διαταραχών που εμποδίζουν σημαντικά την ομαλή ακαδημαϊκή πρόοδο, σε ποσοστό 2% έως 3% του σχολικού πληθυσμού. Η έλλειψη προόδου γίνεται εμφανής στη σχολική απόδοση, η οποία παραμένει κάτω από τις προσδοκίες που προκύπτουν από τις χρονολογικές και νοητικές ηλικίες, ακόμη και όταν παρέχεται υψηλής ποιότητας διδασκαλία. Η κύρια εκδήλωση της αποτυχίας προόδου είναι η σημαντική υπο-επίδοση σε μια από τις βασικές περιοχές δεξιοτήτων (δηλαδή ανάγνωση, μαθηματικά, γραφή), η οποία δεν σχετίζεται με ανεπαρκείς εκπαιδευτικές, διαπροσωπικές, πολιτισμικές ή κοινωνικο-γλωσσικές εμπειρίες. Η πρωταρχική διαφορά μεταξύ ικανότητας και*

επίδοσης μπορεί να έχει τη μορφή ελλείψεων στη γλωσσική ικανότητα, στη γνωστική λειτουργία, στις νευροψυχολογικές διαδικασίες ή σε οποιαδήποτε συνδυασμό τέτοιων ελλείψεων, οι οποίες θεωρείται ότι προκύπτουν από δυσλειτουργίες του κεντρικού νευρικού συστήματος. Η ειδική μαθησιακή δυσκολία είναι μια διακριτή κατάσταση που διαφοροποιείται από τη γενικευμένη μαθησιακή αποτυχία διαμέσου μιας μέσου όρου ή άνω του όρου (>90) γνωστικής ικανότητας και ενός προφίλ μαθησιακών δεξιοτήτων που εμφανίζει σημαντική διασπορά, υποδηλώνοντας περιοχές δυνατοτήτων και αδυναμιών. Η κύρια μαθησιακή δυσκολία μπορεί να συνοδεύεται από δευτερεύουσες δυσκολίες, οι οποίες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό εντατικής, εξατομικευμένης διδασκαλίας ειδικής αγωγής, που απευθύνεται στο πρωταρχικό πρόβλημα» (pp. 45-46).

Με βάση το IDEA 2004 εάν τα παιδιά δεν πληρούν τα αναγνωρισμένα πρότυπα ηλικίας ή το βαθμό σε έναν ή περισσότερους από τους ακόλουθους τομείς προφορική έκφραση, προφορική κατανόηση, γραπτή έκφραση, βασικές δεξιότητες ανάγνωσης, ευχέρεια ανάγνωσης, κατανόηση ανάγνωσης, υπολογισμός μαθηματικών και επίλυση προβλημάτων μαθηματικών, τότε αναγνωρίζονται ως Μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Grigorenko et al., 2020).

Οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τον τύπο της επεξεργασίας πληροφοριών που επηρεάζεται από προσωπικές δυσκολίες ή συγκεκριμένες δυσκολίες που προκαλούνται από αποτυχίες επεξεργασίας (Τζιβινίκου, 2015). Οι τύποι των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών είναι:

- Δυσλεξία - ειδική διαταραχή ανάγνωσης
- Δυσγραφία – ειδική ορθογραφική διαταραχή
- Δυσαριθμησία - ειδική διαταραχή των αριθμητικών δεξιοτήτων
- Δυσπραξία – ειδική διαταραχή της κινητικής λειτουργίας
- Μη λεκτικές μαθησιακές δυσκολίες - δυσκολία σε οπτικο-χωρική οργάνωση και μη λεκτική ολοκλήρωση
- Υπερλεξία - ικανότητα πρόωρης ανάγνωσης με βλάβη στην αναγνωστική κατανόηση (Hall, 2008 p. 261).

1.2.2 Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και Μαθηματικά

Τα παιδιά που εμφανίζουν δυσκολίες στον τομέα των μαθηματικών αναφέρονται ως «Μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά» (Jiménez-Fernández, 2016). Ξανά αναφέρεται ότι οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες είναι μια ετερογενή ομάδα και περιλαμβάνει αδυναμίες στους κώδικες επεξεργασίας μέσω των οποίων αναπαρασταίνονται οι πληροφορίες (Αγαλιώτης, 2013).

Η Ειδική Μαθησιακή Δυσκολία στα Μαθηματικά από νευροβιολογική άποψη, θεωρείται μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή, η οποία παρουσιάζει δυσλειτουργία σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου που εμπλέκονται στις μαθηματικές δεξιότητες, αλλά πιστεύεται ότι υπάρχει και μια ποικιλία εγγενών γενετικών παραγόντων (Soares, Evans, & Patel, 2018).

Βέβαια, οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά αναφέρονται και ως «Δυσαριθμσία» (Jiménez-Fernández, 2016). Οι μαθητές που ανήκουν σε αυτή την ομάδα έχουν δυσκολία να χρησιμοποιήσουν λειτουργικά τις μαθηματικές γνώσεις και τις δεξιότητες (Αγαλιώτης, 2013) και πιο συγκεκριμένα, δυσκολεύονται στην κατανόηση ποσοτήτων, στα αριθμητικά σύμβολα ή στις βασικές αριθμητικές πράξεις (Jiménez-Fernández, 2016). Επιπρόσθετα, η Τζιβινίκου (2015) αναφέρει πως οι μαθητές αυτοί δυσκολεύονται να μάθουν μαθηματικές έννοιες, να συγκρατήσουν μαθηματικά δεδομένα, να κατανοήσουν την χωρική οργάνωση σε μια σελίδα αλλά παρουσιάζουν και έλλειψη στην «αίσθηση του αριθμού». Γενικότερα, ο Geary (2004) πιστεύει πως «*μια μαθηματική μαθησιακή δυσκολία εκδηλώνεται ως έλλειμμα σε εννοιολογικές ή διαδικαστικές ικανότητες που ορίζουν τον μαθηματικό τομέα, και αυτές, θεωρητικά, οφείλονται σε υποκείμενες ελλείψεις στην κεντρική εκτελεστική λειτουργία ή στα συστήματα αναπαράστασης και διαχείρισης των πληροφοριών της γλώσσας (δηλαδή, μνήμη εργασίας) ή των οπτικο-χωρικών τομέων*» (p. 9).

Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2013), οι σημαντικότερες κατηγορίες αδυναμιών που παρουσιάζουν οι μαθητές με Ε.Μ.Δ. είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό στα μαθηματικά είναι:

- **αισθησιο-κινητικές δυσκολίες, με επιμέρους διαστάσεις**

- i. τις οπτικο-χωρικές αδυναμίες*

- ii. τις δυσκολίες ακουστικής διάκρισης*

- iii. τα προβλήματα οπτικο-κινητικού συντονισμού*

- **δυσκολίες προσοχής και μνήμης, με επιμέρους διαστάσεις**

- i. τα προβλήματα οπτικής, ακουστικής και κιναισθητικής προσοχής*

- ii. τα προβλήματα εργαζόμενης – βραχύχρονης μνήμης*

- iii. τα προβλήματα μακρόχρονης μνήμης*

- iv. τα προβλήματα μνήμης ακολουθιών*

- **δυσκολίες χρήσης της μαθηματικής γλώσσας, με επιμέρους διαστάσεις**

- i. τις δυσκολίες προσληπτικού λόγου*

- ii. τις δυσκολίες εκφραστικού λόγου*

- **γενικές γνωστικές και μεταγνωστικές δυσκολίες, με επιμέρους διαστάσεις**

- i. τις αδυναμίες αφηρημένης σκέψης*

- ii. τις δυσκολίες ολοκλήρωσης*

- iii. τις ιδιαιτερότητες γνωστικού ύφους*

- iv. τις ανεπαρκείς γνωστικές και μεταγνωστικές στρατηγικές*

- **ψυχο-κοινωνικές και συναισθηματικές δυσκολίες, με επιμέρους διαστάσεις**

- i. τις δυσκολίες στις «δεξιότητες επιβίωσης στην τάξη»*

ii. τις δυσκολίες διαχείρισης των συναισθημάτων που εμφανίζονται κατά την

ενασχόληση με τα Μαθηματικά (σσ. 138-139).

Η χαμηλή επίδοση των μαθητών με Ε.Μ.Δ.Μ. αποδίδεται σε γενετικές διαστάσεις αλλά και στα συστήματα της νοητικής λειτουργίας (μνήμη, οπτικοχωρική ικανότητα) και με ειδικές διεργασίες και δίκτυα επεξεργασίας των πληροφοριών (ικανότητα εκτίμησης ποσοτήτων χωρίς μέτρηση, χειρισμός μαθηματικών συμβόλων) (Αγαλιώτης, 2013). Οι Vanbinst, Ghesquière και De Smedt (2014) πρότειναν δυο υποθέσεις ως προς τις δυσκολίες εκμάθησης των μαθηματικών, τα γενικά γνωστικά ελλείμματα τομέα και ελλείμματα ειδικού τομέα. Στο πρώτο τομέα τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες έχουν έλλειμμα στη νοημοσύνη, στη μνήμη εργασίας, στις γλωσσικές δεξιότητες, στον έλεγχο της προσοχής, στην εκτελεστική λειτουργία και στην επεξεργασία δεδομένων, όπου όλα αυτά επηρεάζουν τη μαθηματική απόδοση. Στον δεύτερο τομέα, η δυσκολία εκμάθησης των μαθηματικών προκαλείται από το έλλειμμα στην αίσθηση του αριθμού. Από την άλλη, οι Chan και Wong (2020) ανακάλυψαν 5 υπο-ομάδες ανάμεσα στα παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά, κι αυτές είναι: 1) έλλειμμα στην αίσθηση του αριθμού, 2) έλλειμμα στην κωδικοποίηση, 3) συμβολικό έλλειμμα, 4) έλλειμμα στην μνήμη εργασίας και 5) ήπια δυσκολία

Σχετικά με το έλλειμμα στην αίσθηση του αριθμού, ο Αγαλιώτης (2013) αναφέρει ότι δεν μπορεί να δομηθεί η αίσθηση του αριθμού του αριθμού έχοντας ελλείψεις στην εκτίμηση ποσοτήτων, στην αποτελεσματική απαρίθμηση και στη κατά προσέγγιση πρόβλεψη του αποτελέσματος αριθμητικών πράξεων

Τέλος, η ομάδα των μαθητών με Ε.Μ.Δ.Μ είναι ανομοιογενής, δηλαδή το κάθε παιδί παρουσιάζει διαφορετικές μαθησιακές συμπεριφορές λόγω των ποικίλων χαρακτηριστικών. Επομένως, παρά τη κατάταξη των παιδιών στη κατηγορία των Ε.Μ.Δ., δεν έχουν όλοι οι μαθητές τις ίδιες εκπαιδευτικές ανάγκες και θα πρέπει να γίνεται ατομική αξιολόγηση του κάθε παιδιού.

1.3 Αξιολόγηση και διδασκαλία σε παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά

1.3.1 Αξιολόγηση

Τα ελλείμματα στην αίσθηση του αριθμού των παιδιών με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες μπορεί να εμφανιστούν σε νεαρή ηλικία (Wong, Ho, & Tang, 2016). Οι μαθητές που κινδυνεύουν να αναπτύξουν μαθηματικές δυσκολίες μπορούν να προβλεφθούν κατά την είσοδό τους στο σχολείο (Howell & Kemp, 2005). Η διάγνωση των μαθησιακών δυσκολιών πραγματοποιείται με την αξιολόγηση, η οποία είναι σημαντική για την διδασκαλία και την παρέμβαση (Τζιβνίκου, 2015).

Η διαδικασία της αξιολόγησης αποτελείται από δύο στάδια, τη μέτρηση και την εκτίμηση. Η μέτρηση αφορά τη συγκέντρωση πληροφοριών και η εκτίμηση αφορά την ερμηνεία των πληροφοριών που συλλέγονται και την λήψη αποφάσεων και τα δύο αυτά στάδια θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από αντικειμενικότητα και αποτελεσματικότητα (Αγαλιώτης, 2011). Οι αξιολογήσεις πέρα του ότι υποδεικνύουν τα δυνατά σημεία, τις αδυναμίες και τις εκπαιδευτικές ανάγκες των παιδιών, ακόμη αξιολογούν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων και κατά πόσο βελτιώνεται η απόδοση του κάθε μαθητή (Dowker, 2005)

Η αξιολόγηση με κριτήριο τα όργανα συλλογής που χρησιμοποιούνται, μπορεί να διακριθεί σε *επίσημη ή τυποποιημένη*, που οι δοκιμασίες είναι κατασκευασμένες με σταθερές ψυχομετρικές αρχές και η χρήση τους γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο και *σε ανεπίσημη ή μη τυποποιημένη*, που οι δοκιμασίες δομούνται με σταθερές αρχές αλλά είναι πιο ευέλικτες ως προς τη χρήση τους (Αγαλιώτης, 2011).

Υπάρχουν ερευνητές που δημιούργησαν επίσημα εργαλεία για την αξιολόγηση της αίσθησης του αριθμού. Όπως για παράδειγμα, οι Okamoto και Case (1996) που παρήγαγαν ένα εργαλείο μέτρησης το οποίο ονομάζεται «Εξέταση της Αίσθησης του Αριθμού» (Number Knowledge Test). Το εργαλείο αυτό εκτιμά τις γνώσεις των παιδιών σχετικά με τις βασικές αριθμητικές έννοιες αλλά και την

κατανόησή τους ως προς το μέγεθος και τη χρήση στρατηγικών μέτρησης (Gersten, Jordan & Flojo, 2005). Αργότερα, οι Jordan, Glutting και Ramineni (2008), δημιούργησαν ένα αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης για την αίσθηση του αριθμού που ονομάζεται «Σύντομη Εξέταση της Αίσθησης του Αριθμού» (Number Sense Brief). Το εργαλείο εξετάζει τα συστατικά της αίσθησης του αριθμού και περιέχει 33 ερωτήσεις- δοκιμασίες που ελέγχουν την απαρίθμηση, την αναγνώριση αριθμητικών συμβόλων, τη σύγκριση αριθμητικών συμβόλων, τους νοερούς υπολογισμούς, την επίλυση λεκτικών προβλημάτων και αριθμητικών συνδυασμών.

Σχετικά με την ανεπίσημη αξιολόγηση, μέσα από τις έρευνες φαίνεται να υπάρχουν συγκεκριμένα στοιχεία με προβλεπτική αξία. Οι Malofeeva, Day, Saco, Young και Ciancio (2004) δημιούργησαν το Number Sense Test για παιδιά προσχολικής ηλικίας ώστε να αξιολογούν την αίσθηση του αριθμού με τη μέτρηση, την αναγνώριση αριθμών, την αντιστοιχία αντικειμένων, την τακτικότητα των αριθμών (ordinality) την σύγκριση, την πρόσθεση και την αφαίρεση. Οι Gersten, Jordan και Flojo (2005), προτείνουν να γίνεται έλεγχος στη διάκριση ποσοτήτων ή σύγκριση μεγεθών, στη γνώση της μέτρησης (όπως να προσδιορίσει ο μαθητής τον αριθμό που λείπει) και στην αναγνώριση αριθμών. Η Dowker (2005) πρότεινε ότι στα παιδιά 4 χρονών θα πρέπει να αξιολογείται η μέτρηση συνόλων (counting sets), η αρχή της πληθικότητας (cardinality principle), η ακανόνιστη μέτρηση (order irrelevance), η επαναλαμβανόμενη πρόσθεση κατά ένα, επαναλαμβανόμενη αφαίρεση κατά ένα, η διατήρηση αριθμών και η δημιουργία ισοδύναμων συνόλων. Οι Howell και Kemp (2006) αναφέρουν κάποια στοιχεία που έχουν προγνωστική αξία, κι αυτά είναι: η καταμέτρηση (Rote counting), η πληθικότητα (cardinal value), η σύγκριση ποσοτήτων και η αντιστοίχιση ένα προς ένα.

Η έγκαιρη, αυτή, ανίχνευση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά και πιο συγκεκριμένα στην αίσθηση του αριθμού, οδηγεί στη σχεδίαση παρεμβάσεων που θα μπορούν να αποτρέψουν την οποιαδήποτε αποτυχία (Jordan et al., 2006).

1.3.2 Εκπαιδευτικές Παρεμβάσεις

Οι παρεμβάσεις στο σχολείο μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες, στα προγράμματα βασικής εκπαίδευσης που αντιστοιχούν γενικά σε ένα πρόγραμμα σπουδών νηπιαγωγείου και στις συμπληρωματικές παρεμβάσεις, που υλοποιούνται σε μια μικρή ομάδα εκτός από το βασικό πρόγραμμα σπουδών (Tonizzi, Traverso, Usai & Viterbori, 2020) για μικρά παιδιά που βρίσκονται σε κίνδυνο για μαθηματικές δυσκολίες.

Τα παιδιά με Ε.Μ.Δ. μπορούν να διδάσκονται στην τάξη της γενικής εκπαίδευσης, με τον δάσκαλο γενικής αγωγής να παρέχει το συνολικό εκπαιδευτικό περιεχόμενο και έναν δεύτερο δάσκαλο ειδικής αγωγής που παρέχει πιο εντατικές παρεμβάσεις και στρατηγικές μάθησης (Soares, Evans, & Patel, 2018). Αυτό το μοντέλο βασίζεται στην εκπαιδευτική συμπερίληψη.

Οι παρεμβάσεις φαίνεται πως βελτιώνουν τις επιδόσεις των παιδιών που αντιμετωπίζουν δυσκολίες ως προς την αίσθηση του αριθμού (Jordan, Rinne & Hansen, 2019) και μπορούν μάλιστα να ξεκινήσουν από τη νηπιακή ηλικία αφού σε αυτό το στάδιο της ζωής τους τα παιδιά έχουν την ικανότητα να αποκτούν ως ένα βαθμό μια ουσιαστική αίσθηση του αριθμού (Baroody, Eiland & Thompson, 2009). Σημαντικό είναι, οι νηπιαγωγοί και οι δάσκαλοι ειδικής αγωγής να χρησιμοποιούν διάφορες στρατηγικές και δραστηριότητες για να βοηθήσουν τους μαθητές στο ξεκίνημα της επίσημης σχολικής μάθησης, αφού το κάθε παιδί κατανοεί με διαφορετικό τρόπο τα μαθηματικά (Howell & Kemp, 2010). Για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού δεν υπάρχει ένας συγκεκριμένος καλύτερος τρόπος, αλλά υπάρχουν κάποιες κατευθύνσεις που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τα παιδιά (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Σύμφωνα με τους Gersten, Jordan και Flojo (2005) αυτά που καλό θα ήταν να περιλαμβάνει μια πρώιμη παρέμβαση είναι η ευχέρεια και η ακρίβεια με τους βασικούς αριθμητικούς συνδυασμούς, αποτελεσματικές στρατηγικές μέτρησης και ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού (δηλαδή με σύγκριση μεγεθών ή τη χρήση αριθμογραμμής). Οι Cain, Doggett, Faulkner και Raleigh (όπως αναφέρεται σε

Faulkner & Cain, 2009) προτείνουν το διδακτικό πλαίσιο για την αίσθηση του αριθμού να περιλαμβάνει: *την ποσότητα, την αριθμητική έκφραση ποσοτήτων με το δεκαδικό σύστημα, την ισότητα, τις ποικίλες μορφές των αριθμών, την αναλογική σκέψη και την αλγεβρική και γεωμετρική σκέψη*. Οι Wong, Ho και Tang (2016) μέσα από την έρευνά τους θεωρούν πως αφού οι μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζουν ελλείμματα στις δεξιότητες μέτρησης, στις δεξιότητες εκτίμησης και στη μη συμβολική και συμβολική αριθμητική τους επεξεργασία, η παρέμβαση θα πρέπει να επικεντρωθεί σε αυτούς τους τομείς. Μάλιστα προτείνουν πως οι παρεμβάσεις μέσω υπολογιστή ή απλά με μια αριθμογραμμή ή ένα απλό επιτραπέζιο θα βοηθούσαν τις μαθηματικές δεξιότητες των παιδιών.

Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης

Η αναπαράσταση της μαθηματικής γνώσης είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού ένας λάθος χειρισμός του κώδικα επικοινωνίας των μαθηματικών μπορεί να οδηγήσει σε δυσκολίες (Αγαλιώτης, 2013). Όπως για παράδειγμα, ένας μαθητής με χαμηλή αίσθηση αριθμού μπορεί να μην κατανοεί πως ο αριθμός πέντε (γραμμένο ως '5') είναι ένα σύμβολο που αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο ποσό (Hinton & Flores, 2019). Σύμφωνα με τον Bruner (1996 όπως αναφέρεται σε Αγαλιώτη 2013, σσ. 46-47), το άτομο χρησιμοποιεί τρεις διαφορετικούς τρόπους αναπαράστασης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ενεργητικής κατασκευής της γνώσης: τον πραξιακό, τον εικονιστικό και τον συμβολικό. Κατά τον πραξιακό τρόπο το άτομο αναπτύσσει τις έννοιες μέσω χειρισμού αντικειμένων, στον εικονιστικό τρόπο χρησιμοποιεί εικόνες ή γραφικές παραστάσεις για τον προσδιορισμό μιας έννοιας και τέλος στον συμβολικό τρόπο χειρίζεται αφηρημένα συμβολικά συστήματα χωρίς βοηθήματα (Αγαλιώτης, 2013· Agrawal & Morin, 2016). Τα μικρά παιδιά χρειάζονται πρώτα συγκεκριμένες, πρακτικές εμπειρίες για να μάθουν και όχι αφηρημένες έννοιες (Marshall, 2007). Οι αναπαραστάσεις είναι ένας συνδυασμός χαρακτήρων, διαγραμμάτων, αντικειμένων, εικόνων ή γραφημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται στη διδασκαλία των μαθηματικών (Mainali, 2021).

Οι έρευνες δείχνουν πως η χρήση οπτικών αναπαραστάσεων των μαθηματικών εννοιών είναι αξιόπιστη για την ανάπτυξη της κατανόησης των

μαθηματικών από τους μαθητές (Woods, Geller & Basaraba, 2017). Η πιο γνωστή μέθοδος που ενσωματώνει οπτικές αναπαραστάσεις είναι η CRA (Concrete-Representational-Abstract), η οποία βασίζεται στα τρία στάδια του Bruner και αποτελεί μια αποτελεσματική προσέγγιση για την διδασκαλία μαθηματικών σε μαθητές με αναπηρίες (Butler et al, 2003) και μαθητές που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα μαθηματικά (Hinton & Flores, 2019; Milton et al., 2018). Συγκεκριμένα, οι Miller, Stringfellow και Kaffar (2011) αναφέρουν πως η ακολουθία Συγκεκριμένο- Εικονικό- Αφηρημένο (Concrete-Representational- Abstract), έχει σημαντική αξία καθώς εξασθενεί σταδιακά τα στηρίγματα, αφού δίνει πρώτα στους μαθητές την ευκαιρία να χειριστούν φυσικά αντικείμενα, έπειτα να αναπτύξουν νοερές οπτικές εικόνες και τελικά καταφέρνουν να διαχειρίζονται τα σύμβολα. Για παράδειγμα, οι μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες ή οι μαθητές που βρίσκονται σε κίνδυνο, μπορεί να συμπεριληφθεί η αριθμογραμμή στο διδακτικό τους πρόγραμμα για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού καθώς συνδέει τους τρεις τρόπους αναπαράστασης: τον πραξιακό, τον εικονιστικό και το συμβολικό (Woods, Geller & Basaraba, 2017). Επομένως, τα οφέλη αυτής της ακολουθίας είναι ότι: παρέχει στους μαθητές πολλαπλές ευκαιρίες να αποκτήσουν μαθηματικές δεξιότητες μέσω πολλών και διαφόρων μορφών μάθησης (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) επωφελούνται οι μαθητές με διάφορες μαθησιακές προτιμήσεις αφού αλληλεπιδρούν με πολλούς τρόπους με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενασχόληση τους (Oberer, 2003) και με αυτήν την ακολουθία οι μαθητές συνειδητοποιούν τη συνάφεια των μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών (Witzel, Riccomini & Schneider, 2008).

Συγκεκριμένα, τα χειραπτικά αντικείμενα είναι απτά αντικείμενα που παρέχουν ευκαιρίες στα παιδιά ώστε να εξερευνήσουν, να συζητήσουν, να επεξεργαστούν με τα χέρια τους και αντιληφθούν έννοιες (Nikiforidou, 2019), με αυτά συνδέουν τις μαθηματικές ιδέες με τις εμπειρίες του πραγματικού κόσμου (McNeil & Jarvin, 2007) και χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας των μαθηματικών (Moyer, 2001) και στην ειδική αγωγή (Bouck & Park, 2018). Τα αντικείμενα αυτά φαίνεται να είναι αποτελεσματικά στην μαθηματική επίδοση των μαθητών με και χωρίς ειδικές μαθησιακές δυσκολίες (Bouck & Park, 2018). Ο Peltier

και οι συνεργάτες του(2019) έκαναν μια μετά ανάλυση σχετικά με την χρήση χειραπτικών υλικών σε μαθηματικές παρεμβάσεις για τα παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και τα παιδιά που βρίσκονται σε κίνδυνο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση χειραπτικών αντικειμένων φέρνει θετικά αποτελέσματα στην επίδοση των παιδιών. Επίσης, τα χειραπτικά αντικείμενα είναι αποτελεσματικά και μεμονωμένα αλλά και όταν χρησιμοποιούνται σε ένα πλαίσιο όπως η CRA (Concrete-Representational-Abstract) (Bouck & Park, 2018).

Ακόμη και ένα εικονογραφημένο βιβλίο έχει θετικά αποτελέσματα και πιο συγκεκριμένα οι εικόνες με μια αναπαραστατική συνάρτηση προκαλούν σε μεγαλύτερο βαθμό τη μαθηματική σκέψη. Αυτό το αποτέλεσμα βρήκαν οι Elia, van den Heuvel-Panhuizen, και Georgiou (2010) που εξέτασαν τη γνωστική δραστηριότητα που προκαλείται σε παιδιά νηπιαγωγείου όταν τους διαβάζουν ένα εικονογραφημένο βιβλίο που είναι γραμμένο με σκοπό τη διδασκαλία των μαθηματικών.

Οι Ayub, Ghazali και Othman (2013) υποστηρίζουν πως τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να αντιληφθούν τους αριθμούς χρησιμοποιώντας πολλαπλές αναπαραστάσεις. Στο νηπιαγωγείο και τα δημοτικά σχολεία συνήθως χρησιμοποιούν τα φυσικά αντικείμενα για να διδάξουν αφηρημένες έννοιες όπως ποσότητα και αριθμούς (Zuckerman, Arida & Resnick, 2005). Και οι ερωτώμενοι εκπαιδευτικοί ειδικής αγωγής στην μελέτη των Jimenez & Stanger (2017) θεωρούν τα χειροπιαστά υλικά πιο αποτελεσματικά τόσο για τους ίδιους όσο και για τους μαθητές τους.

Στη συστηματική ανασκόπηση των Fyfe, McNeil, Son και Goldstone (2014) φαίνεται ότι η μέθοδος με την πρόοδο των τριών σταδίων όπου η φυσική παρουσίαση μιας έννοιας γίνεται όλο και πιο αφηρημένη με την πάροδο του χρόνου, προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα από ότι των αφηρημένων υλικών μεμονωμένα.

Τεχνολογία

Τις τελευταίες δεκαετίες η χρήση τεχνολογιών όπως υπολογιστών και φορητών συσκευών έχει αυξηθεί σημαντικά και αυτές οι συσκευές υιοθετούνται όλο και περισσότερο στα σχολεία ως μέρος του εκπαιδευτικού προγράμματος. Πολλοί ερευνητές έχουν δώσει διάφορες ερμηνείες και έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικούς όρους σχετικά με τον ορισμό των νέων τεχνολογιών και των ψηφιακών μέσων, επομένως, δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός για αυτές τις έννοιες.

Λέγοντας ΤΠΕ, εννοούνται οι «Τεχνολογίες των Πληροφοριών και Επικοινωνιών» και είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε όλα τα είδη τεχνολογιών που επιτρέπουν στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να χειρίζονται πληροφορίες (Dillon, 2004; Leong & Jarmoszko, 2010). Σχετικά με τα ψηφιακά μέσα, αφορά το περιεχόμενο σε ψηφιακή μορφή που είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο και είναι προσβάσιμο από πολλαπλές «έξυπνες» συσκευές. Τα νεότερα ψηφιακά μέσα περιλαμβάνουν και το χειρισμό φυσικών αντικειμένων που διαθέτουν ηλεκτρονικές δυνατότητες που βασίζονται σε υπολογιστή όπως τα διαδραστικά βιβλία, τα ρομπότ και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια (Lieberman, Bates, & So, 2009). Έχουν το ρόλο να ενώνουν τις προφορικές έννοιες και τα σύμβολα, έτσι ώστε να μεταφέρουν πληροφορίες και να εμβαθύνουν την κατανόηση του περιεχομένου στη διδακτική διαδικασία η οποία γίνεται με παιχνιδιάρικες δραστηριότητες, ειδικά σχεδιασμένες για μικρούς μαθητές στην πρώιμη παιδική ηλικία (Ambarini, Setyaji & Zahraini, 2018). Τέλος, όταν γίνεται αναφορά στον όρο Νέες Τεχνολογίες στην ειδική εκπαίδευση εννοούνται οι συσκευές υποστήριξης της ζωής του ατόμου με κάποια αναπηρία (Besio, 2005), οι κοινής χρήσης συσκευές όπως ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (H/Y) και τα ειδικά εκπαιδευτικά λογισμικά που βοηθούν τον μαθητή να αναπτύξει βασικές μαθησιακές δεξιότητες (Besio, 2005). Δύο νέες τεχνολογίες που έχουν αλλάξει τον τρόπο διδασκαλίας είναι η Εικονική Πραγματικότητα (Virtual Reality) και η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality). Η διαφορά των δύο είναι ότι στην πρώτη περίπτωση το περιβάλλον είναι κατά κύριο λόγο εικονικό ενώ στη δεύτερη περίπτωση το εικονικό περιεχόμενο υπερτίθεται σε ένα πραγματικό περιβάλλον (Vuta, 2020).

Φαίνεται πως η χρήση τους στην εκπαίδευση δημιουργεί νέα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, προσφέρει νέες μεθόδους διδασκαλίας, αλλάζει την παραδοσιακή σχέση δασκάλου-μαθητή και βελτιώνει την ποιότητα της εκπαίδευσης (Liu, Toki & Pange, 2014).

Συχνά επιλέγονται οι τεχνολογίες επειδή είναι φορητές συσκευές άρα μπορούν να μετακινηθούν εύκολα, είναι οικονομικές (Flewitt, Messer, & Kucirkona, 2015) δίνουν κίνητρα στα παιδιά, είναι εύχρηστες και εύκολα διαθέσιμες (Kim et al., 2021). Οι τεχνολογίες δημιουργούν ένα καλό εκπαιδευτικό περιβάλλον καθώς συνδυάζουν οπτικές ενδείξεις, κινούμενα σχέδια, ομιλία μαζί με την επιλογή επανάληψης και ανατροφοδότησης (Kermani, 2017).

Μέσω εφαρμογών που είναι σχεδιασμένες για παιδιά, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιούν ψηφιακά παιχνίδια που προσαρμόζονται στις ανάγκες των μαθητών και διατίθενται σε χαμηλό έως καθόλου κόστος (Räsänen, Laurillard, Käser & Aster, 2019). Με αυτόν τον τρόπο, δίνονται ευκαιρίες μάθησης σε μαθητές από διάφορα κοινωνικά και οικονομικά υπόβαθρα (Callaghan & Reich, 2018) σε περιβάλλοντα που προσφέρουν συνεργατική αλληλεπίδραση και ανεξάρτητη μάθηση (Flewitt et al., 2015). Ακόμη, όσον αφορά τη τεχνολογία πολλαπλής αφής δίνει στους μαθητές νέες δυνατότητες με την αναγνώριση μιας σειράς αγγιγμάτων να αναπτύξουν μαθηματικές έννοιες όπως η αίσθηση του αριθμού γιατί υποστηρίζεται ότι υπάρχει μια νευρολειτουργική σύνδεση μεταξύ της χρήσης των δαχτύλων και της αίσθησης του αριθμού (Baccaglioni-Frank, 2018). Επομένως, η μέτρηση με τα δάχτυλα μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ συγκεκριμένων και αφηρημένων αναπαραστάσεων (Baccaglioni-Frank, 2018).

Μάλιστα, δημιουργείται μια νέα κατηγορία υλικών που ονομάζονται δυνητικά ή εικονικά ή ψηφιακά χειραπτικά υλικά (virtual or digital manipulatives), τα οποία αποτελούν εργαλεία της υποστηρικτικής τεχνολογίας (Bouck, Park & Stenzel, 2020). Τα εικονικά χειραπτικά υλικά προτείνονται για τη διδασκαλία μαθητών με διάφορες αναπηρίες καθώς προωθεί την αυτονομία τους (Satsangi & Miller, 2017). Βέβαια, μπορεί να μην είναι κατάλληλα για όλους τους τύπους μαθητών με αναπηρίες αφού ποικίλλουν σε βαθμό σοβαρότητας (Satsangi & Miller,

2017). Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να σχεδιάζουν τη διδασκαλία με βάση τις ικανότητες του κάθε μαθητή και τα χαρακτηριστικά του αντίστοιχου προγράμματος (Satsangi & Miller, 2017). Έτσι, σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ακολουθία VRA (Virtual-Representational-Abstract) η οποία βασίζεται σε στοιχεία της ακολουθίας CRA που αναφέρθηκε παραπάνω. Είναι κατάλληλη για εκπαιδευτικές παρεμβάσεις σε παιδιά που έχουν δυσκολίες στα μαθηματικά (Bouck & Sprick, 2018). Η διαφορά μεταξύ της VRA και της CRA είναι ο τύπος χειραπτικών υλικών που χρησιμοποιούνται (Bouck, Park & Stenzel, 2020), δηλαδή, αντί για συγκεκριμένα απτά υλικά γίνεται χρήση εικονικών ενώ οι υπόλοιπες φάσεις είναι ίδιες (Bouck & Sprick, 2018). Ουσιαστικά, τα εικονικά χειραπτικά υλικά αναπαριστούν ψηφιακά μέσω εφαρμογών τα συγκεκριμένα απτά χειραπτικά υλικά (Bouck, Park & Stenzel, 2020; Bouck, Working & Bone, 2017). Οι μαθητές μπορούν να χειριστούν τα εικονικά ή ψηφιακά χειραπτικά υλικά σε έναν υπολογιστή ή παρόμοια συσκευή για να μπορέσουν να κατανοήσουν διάφορες έννοιες όπως τις μαθηματικές (Bouck, Working & Bone, 2017).

Οι γνώμες των ερευνητών, όμως, δίστανται για την καταλληλότητα της χρήσης τεχνολογιών από μικρά παιδιά κατά τα πρώτα σχολικά χρόνια (Alkhaldeh, Hyassat, Al-Zboon & Ahmad (2017). Κάποιοι θεωρούν πως οι τεχνολογίες μπορούν να προωθήσουν τη γνώση σε παιδιά νηπιαγωγείου (Alkhaldeh, Hyassat, Al-Zboon & Ahmad, 2017), σε παιδιά νηπιαγωγείου με ειδικές ανάγκες (Drigas & Kokkalia, 2014) και σε μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά (Ok, Bryant & Bryant, 2019). Οι Baccaglini Frank, Carotenuto και Sinclair (2020) σε έρευνά τους, υπογράμμισαν τη σημαντικότητα της τεχνολογίας για την ανάπτυξη της έννοιας του αριθμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας και ιδιαίτερα των εφαρμογών πολλαπλής αφής. Πιο συγκεκριμένα, τα ψηφιακά μαθηματικά παιχνίδια σε συσκευές πολλαπλής αφής έχουν θετικά αποτελέσματα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας (Moyer-Packenham et al. 2015) και εφαρμογές όπως η TouchCounts μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού (Tucker & Johnson, 2020). Άλλοι ερευνητές, δεν συμφωνούν με τη χρήση τεχνολογιών, ιδιαίτερα, χωρίς καθοδήγηση και ανατροφοδότηση γιατί μπορεί να μην επιτευχθεί ο προσδοκώμενος μαθησιακός στόχος (Callaghan & Reich, 2018).

Η Kermani (2017) υποστηρίζει μέσα από την έρευνά της ότι τα παιδιά νηπιαγωγείου βελτιώνουν την αίσθηση του αριθμού μέσα από τα μαθηματικά παιχνίδια στον υπολογιστή αλλά κυρίως όταν αυτά συνδυάζονται με τις επιδέξιες διευκολύνσεις του δασκάλου που σταδιακά μειώνονται. Οι Liu, Toki και Pange (2014) σε έρευνά τους αναφέρουν ότι στην Ελλάδα αν και οι δάσκαλοι αντιμετωπίζουν προβλήματα όπως ανεπαρκής κατάρτιση και μειωμένες εγκαταστάσεις, τα παιδιά προσχολικής εκπαίδευσης που έρχονται νωρίς σε επαφή με τις ΤΠΕ έχουν θετική επιρροή στην επίδοσή τους σε διάφορα μαθήματα όπως στα μαθηματικά.

Οι Hunt, Nirper και Nash (2011) αναφέρουν ότι τα απτά χειραπτικά αντικείμενα βοηθούν καλύτερα στην οικοδόμηση των εννοιών ενώ τα εικονικά αντικείμενα τις ενισχύουν. Επομένως, φαίνεται να υπάρχει ένα πλεονέκτημα όταν υπάρχουν και τα χειραπτικά και τα εικονικά αντικείμενα στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα των μαθηματικών, καθώς τα εικονικά αντικείμενα γεφυρώνουν την εννοιολογική κατανόηση με το αφηρημένο (Hunt, Nirper & Nash, 2011). Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση των Mononen, Aunio, Koronen & Aro, (2014) που ανέλυσαν τις παρεμβάσεις στην πρώιμη αριθμητική σε παιδιά τεσσάρων έως επτά ετών που κινδυνεύουν για μαθηματικές δυσκολίες, φάνηκε ότι οι παρεμβάσεις υπόσχονται να βελτιώσουν τις δεξιότητες της αριθμητικής και μάλιστα αυτές που περιλαμβάνουν διδασκαλία με την βοήθεια τεχνολογιών, μέσω παιχνιδιών ή χρησιμοποιώντας την ακολουθία συγκεκριμένο- αναπαραστατικό-αφηρημένο. Οι Gorinath και Muthaiah (2015) υποστηρίζουν πως με την εξέλιξη των χειραπτικών υλικών (φυσικά, εικονικά και ψηφιακά) δεν συνεπάγεται πως το ένα είδος ή το άλλο είναι καλύτερο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτό που έχει σημασία είναι να γίνεται ουσιαστική και κατάλληλη χρήση των χειραπτικών αντικειμένων σύμφωνα με το επίπεδο των παιδιών (Gorinath & Muthaiah, 2015).

Εν κατακλείδι, οι εκπαιδευτικοί και οι επαγγελματίες που ασχολούνται με τα εκπαιδευτικά προγράμματα των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες, θα πρέπει αρχικά να αξιολογήσουν τα χαρακτηριστικά του κάθε μαθητή, τις ελλείψεις, τις δυνατότητες και στη συνέχεια να αναζητήσουν τρόπους για τη δημιουργία μιας αποτελεσματικής διδακτικής πράξης (Αγαλιώτης, 2011) που θα βοηθήσουν τους

μαθητές για τη μετέπειτα πορεία τους στα μαθηματικά (Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007). Σχετικά με την τεχνολογία, οι δάσκαλοι πρέπει να την χρησιμοποιούν με συγκεκριμένο σκοπό, καθώς αυτή βελτιώνει, αλλά δεν υποκαθιστά τη διδασκαλία (Gerzel-Short & Hedin, 2021). Φυσικά, για να είναι αποτελεσματική μια διδασκαλία, θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις μεθόδους, στις τεχνικές και τα υλικά (Αγαλιώτης, 2011).

1.4 Σχετικές έρευνες στην ελληνική βιβλιογραφία, σκοποί και ερωτήματα της έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τον ρόλο των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Μετά από αναζήτηση στην ελληνική βιβλιογραφία, φαίνεται πως δεν έγινε κάποια ερευνητική προσπάθεια που να συγκρίνει την χρήση τεχνολογιών με τους πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης για τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού. Σχετικές με την έρευνα είναι μόνο οι διδακτορικές διατριβές των Γκούμα (2017) και Χαλιαμπάλια (2017). Ο πρώτος ερευνητής είχε σκοπό τη διερεύνηση της επίδρασης των χειραπτικών υλικών (φυσικά και ψηφιακά) στη διδασκαλία βασικών μαθηματικών εννοιών σε μαθητές δημοτικού με μαθησιακές δυσκολίες και ο δεύτερος είχε σκοπό τη διερεύνηση των συστημάτων απτών διεπαφών σχετικά με τη παιδαγωγική και διδακτική αξιοποίηση ως προς την αίσθηση του αριθμού σε μικρά παιδιά. Στα αποτελέσματα του Γκούμα (2017) φαίνεται πως η χρήση χειραπτικών υλικών (φυσικών και ψηφιακών) στη διδασκαλία των μαθηματικών βελτίωσε τις επιδόσεις των μαθητών ενώ στην έρευνα του Χαλιαμπάλια (2017) φαίνεται πως τα παιδιά βελτιώθηκαν περισσότερο με τη χρήση φυσικών χειραπτικών υλικών σε σχέση με τα εικονικά χειραπτικά υλικά.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν σημαντική την εξέταση του τρόπου διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες με την χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης.

Τα ερευνητικά ερωτήματα που εξετάζονται είναι τα εξής:

1. Σε ποιον βαθμό μπορεί να αναπτυχθεί η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες;
2. Ποια πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα έχουν επισημανθεί κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες;
3. Σε ποιον βαθμό μπορεί να αναπτυχθεί η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης;
4. Ποια πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα έχουν επισημανθεί κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες;
5. Κατά την υλοποίηση διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες υπερτερεί η χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή η χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Μεθοδολογία

2.1 Ερευνητική στρατηγική

Η ερευνητική στρατηγική της παρούσας μελέτης κατέστησαν σημαντική την εξέταση του τρόπου διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και έτσι κρίθηκε αναγκαία η χρήση της μεθόδου της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης (Systematic Literature Review-SLR). Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται για την ποιότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της (Vrontis & Christofi, 2019). Χρησιμοποιείται για τη σύνθεση των αποτελεσμάτων μιας έρευνας στοχεύοντας να προσδιορίσει μια συνολική εκτίμηση επιπτώσεων σε ένα σύνολο μελετών (Davis et al., 2014). Δηλαδή, συγκεντρώνονται ευρήματα από πολλές εμπειρικές έρευνες που ταιριάζουν σε προκαθορισμένα κριτήρια και στη συνέχεια χρησιμοποιείται μια ποιοτική προσέγγιση για την αξιολόγησή των άρθρων ώστε να απαντούν σε συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα (Snyder, 2019). Πιο ειδικά, μια ανασκόπηση πρέπει να ακολουθεί κάποια συγκεκριμένα βήματα και αυτά είναι: (1) η διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων (2) η επικύρωση του πρωτοκόλλου αναθεώρησης (3) η συστηματική αναζήτηση της βιβλιογραφίας (4) ο έλεγχος της βιβλιογραφίας (5) η αξιολόγηση της ποιότητας (6) η εξαγωγή αποτελεσμάτων (7) η ανάλυση και η σύνθεσή τους και τέλος (8) η ερμηνεία των ευρημάτων (Xiao&Watson, 2017).

Σύμφωνα με την Kitchenham (2004), η συγκριτική και βιβλιογραφική ανασκόπηση ακολουθεί μια συγκεκριμένη προσέγγιση που αποτελείται από τρία στάδια συστηματικής ανασκόπησης. Στο πρώτο στάδιο, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός της αναθεώρησης, ακολουθεί το δεύτερο στάδιο, όπου γίνεται η αναθεώρηση και στο τρίτο και τελευταίο στάδιο αναφέρονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά και περιγραφικά.

Επομένως, στη παρούσα έρευνα με τη χρήση της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης θα απαντηθούν τα ερευνητικά ερωτήματα και θα γίνει σύγκριση της χρήσης ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών με τη χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης ως προς την ανάπτυξη της

αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.

2.2. Συμμετέχοντες των ερευνών που αναλύθηκαν

Το δείγμα των μαθητών στις έρευνες που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα εργασία αποτελούνται από παιδιά προσχολικής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα περιλαμβάνει κυρίως μαθητές που φοιτούν στο νηπιαγωγείο που είτε αντιμετωπίζουν Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά, είτε υπάρχει η υπόνοια από τον εκπαιδευτικό ότι αντιμετωπίζουν Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά. Συνεπώς, αυτό ήταν το πρώτο κριτήριο συμμετοχής ενός άρθρου στην συγκεκριμένη έρευνα. Το δεύτερο κριτήριο για την συμμετοχή στην έρευνα ήταν οι μαθητές να φοιτούν είτε σε ιδιωτικό, είτε δημόσιο σχολείο.

Οπότε από τα δύο παραπάνω κριτήρια προκύπτει ότι οι συμμετέχοντες της έρευνας είναι μαθητές προσχολικής ηλικίας οι οποίοι αντιμετωπίζουν Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά, μαθητές με υποψία ύπαρξης Ειδικών Μαθησιακών Δυσκολιών στα μαθηματικά που φοιτούν σε ιδιωτικό ή δημόσιο νηπιαγωγείο. Όμως, λόγω της έλλειψης ερευνών με τα συγκεκριμένα κριτήρια σχετικά με τις παρεμβάσεις ως προς την αίσθηση του αριθμού κάποια άρθρα περιλαμβάνουν μαθητές νηπιαγωγείου τυπικής ανάπτυξης αλλά και μαθητές πρώτης δημοτικού που είτε ανήκουν στην κατηγορία των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών στα Μαθηματικά, είτε υπάρχει κίνδυνος ειδικών μαθησιακών δυσκολιών στα Μαθηματικά, είτε ανήκουν στους μαθητές τυπικής ανάπτυξης.

2.3 Διαδικασία και εργαλεία της έρευνας

Για την αναζήτηση των άρθρων χρησιμοποιήθηκαν οι εξής ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων: Eric, Pubmed, Taylor & Francis online, Research Gate και Science Direct περιορίζοντας την έρευνα σε άρθρα χρονικής περιόδου από το 2000 έως το 2022. Για την στοχευμένη αναζήτηση έγινε η χρήση όρων: number sense, early numeracy, improving number sense, preschool students with mathematic difficulties, special learning difficulties, Children with low achievement in mathematics, Intervention with new technologies, Intervention with multiple ways of representing knowledge, CRA, intervention programs. Για τον περιορισμό των αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν άρθρα που είχαν ως όρο αναζήτησης: developing number sense in preschool students with special learning difficulties using digital media and new technologies, developing number sense in preschool students with special learning difficulties using multiple ways of representing knowledge, interventions with new technologies for the development of the sense of number in preschool students with special learning difficulties, interventions with multiple ways of representing knowledge to develop a sense of number in preschool students with special learning difficulties. Από την στρατηγική αναζήτηση προέκυψαν 70 άρθρα, για την τελική επιλογή, συμπεριλήφθηκαν μόνο τα επιστημονικά άρθρα που πληρούν όλες τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- Το άρθρο να είναι της τελευταίας εικοσαετίας
- Το άρθρο να είναι δημοσιευμένο στα αγγλικά
- Το άρθρο να είναι δημοσιευμένο σε έγκυρο επιστημονικό περιοδικό
- Το άρθρο να περιλαμβάνει πρόγραμμα παρέμβασης είτε με νέες τεχνολογίες είτε με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης
- Η ηλικία του δείγματος στις μελέτες του άρθρου να είναι παιδιά νηπιαγωγείου ή πρώτης δημοτικού με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά ή με την υπόνοια ύπαρξης των ειδικών μαθησιακών δυσκολιών στα Μαθηματικά ή τυπικής ανάπτυξης.

Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, μόνο 20 ήταν σχετικά. Επιπρόσθετα, οι μεταπτυχιακές και διδακτορικές διατριβές δεν συμπεριλήφθηκαν στην έρευνα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ο τίτλος των άρθρων, η παρέμβαση και η ιστοσελίδα των άρθρων. Από τον πίνακα 1 προκύπτει ότι τα 7 από τα 20 άρθρα χρησιμοποιούν ως τρόπο παρέμβασης την τεχνολογία, τα 11 άρθρα από τα 20 άρθρα χρησιμοποιούν ως τρόπο παρέμβασης τους πολλαπλούς τρόπους και τα 2 άρθρα χρησιμοποιούν ως τρόπο παρέμβασης των συνδυασμό της τεχνολογίας και των πολλαπλών τρόπων.

Πίνακας 1: Συνοπτική περιγραφή των στοιχείων της έρευνας

Τίτλος άρθρου	Χρονολογία	Παρέμβαση	Βάσεις δεδομένων
1. Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills	2009	Τεχνολογία	Science Direct
2. Preventive Support for Kindergarteners Most At-Risk for Mathematics Difficulties: Computer-Assisted Intervention	2015	Τεχνολογία	Taylor & Francis online
3. Improving number sense in kindergarten children with low achievement in mathematics	2017	Τεχνολογία	ResearchGate
4. Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: a randomized controlled trial	2017	Τεχνολογία	ResearchGate
5. The effects of educational computer game on low-performing children's early numeracy skills	2017	Τεχνολογία	Taylor & Francis online
6. Eliciting preschoolers' number abilities using open, multi-touch environments	2020	Τεχνολογία	Eric
7. Accelerating Early Math Learning with Research-Based Personalized Learning Games: A Cluster Randomized Controlled Trial	2021	Τεχνολογία	Taylor & Francis online
8. Improving Early Numeracy of Young Children with Special Educational Needs	2000	Πολλαπλοί τρόποι	Eric
9. Effects on early numeracy of a program using number books and games	2004	Πολλαπλοί τρόποι	Eric
10. Mathematical thinking intervention programs for preschool children with normal and low number sense	2005	Πολλαπλοί τρόποι	Taylor & Francis online
11. An Exploratory Study of a Number Sense Program to	2011	Πολλαπλοί τρόποι	ResearchGate

Develop Kindergarten			
12. A Number Sense Intervention for Low- Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties	2011	Πολλαπλοί τρόποι	Pubmed
13. Early Numeracy Intervention Program for First-Grade Students With Mathematics Difficulties	2011	Πολλαπλοί τρόποι	Science Direct
14. Building Kindergartners' Number Sense: A Randomized Controlled Study	2012	Πολλαπλοί τρόποι	Pubmed
15. A Kindergarten Number-Sense Intervention With Contrasting Practice Conditions for Low-Achieving Children	2015	Πολλαπλοί τρόποι	PubMed
16. Reading stories to learn math – Mathematics vocabulary instruction for children with early numeracy difficulties	2015	Πολλαπλοί τρόποι	Pubmed
17. Reasoning about Representations: Effects of an Early Math Intervention	2019	Πολλαπλοί τρόποι	ResearchGate
18. An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties	2020	Πολλαπλοί τρόποι	Science Direct
19. Fostering At-Risk Preschoolers' Number Sense	2009	Πολλαπλοί τρόποι και Τεχνολογία	Eric
20. Enhancing Counting Skills of Preschoolers through the use of Computer Technology and Manipulatives	2010	Πολλαπλοί τρόποι και Τεχνολογία	ResearchGate

2.4 Ανάλυση των δεδομένων

Σχετικά με την εξέταση των στοιχείων και πληροφοριών της συγκεκριμένης μελέτης εφαρμόστηκε με τον καλύτερο τρόπο η ποιοτική ανάλυση των στοιχείων και των πληροφοριών, εφόσον συνιστά μία οργανωμένη βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου δεν είναι δυνατόν να παρατηρηθούν στατιστικές αναλύσεις των στοιχείων και των πληροφοριών. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι στην παρούσα ποιοτική ανάλυση διενεργήθηκε, όχι μόνο μία εκτίμηση ομοιοτήτων και διαφορών ανάμεσα στα συμπεράσματα (δεδομένα) όλων των μελετών που εξετάστηκαν λεπτομερώς, αλλά και μία ποιοτική ανάλυση σχετικά με τα γενικά ιδιαίτερα γνωρίσματά τους και με τις ιδιαιτερότητές τους. Επομένως, εκτιμήθηκαν όλες οι

παρεμβάσεις που εξετάστηκαν λεπτομερώς από τις μελέτες σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών στα Μαθηματικά, αφού πρώτα εφαρμόστηκαν κάποιες παρεμβάσεις, από την οπτική γωνία της αντιμετώπισης, κατά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Συγκεκριμένα διερευνήθηκε ο βαθμός που μπορεί να αναπτυχθεί η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες. Στην συνέχεια, επισημάνθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Έπειτα, διερευνήθηκε ο βαθμός ανάπτυξης της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Ακόμα, επισημάνθηκαν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Τέλος διερευνήθηκε αν κατά την υλοποίηση διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες υπερτερεί η χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή η χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – Αποτελέσματα

3.1 Περίληψη μελετών

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κύρια αποτελέσματα που προέκυψαν από τα άρθρα που επιλέχθηκαν και αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της Μεθοδολογίας. Το συγκεκριμένο κεφάλαιο χωρίζεται σε δύο υπό ενότητες, στα άρθρα που αναφέρονται στην εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και στην εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες

Εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.

Το άρθρο των Rasanen et. al. (2009) είχε ως σκοπό να εξετάσει την αποτελεσματικότητα δύο διαφορετικών προσεγγίσεων παρέμβασης με τη βοήθεια ηλεκτρονικών παιχνιδιών στον υπολογιστή που στόχο είχαν την ενίσχυση των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων σε παιδιά νηπιαγωγείου που παρουσίαζαν δυσκολία στα μαθηματικά. Επιλέχθηκαν δύο είδη παιχνιδιών, το πρώτο είναι το Number Race (NR) που εστιάζει στην αριθμητική σύγκριση και την εξάσκηση της αίσθησης του αριθμού και το δεύτερο παιχνίδι, είναι το Graphogame-Math (GG-M) που βασίζεται στην ιδέα ότι η εκμάθηση των αντιστοιχιών μεταξύ μικρών συνόλων αντικειμένων και αριθμών βοηθά το παιδί να ανακαλύψει τις σχέσεις στο σύστημα αριθμών και την αριθμητική. Η διαφορά μεταξύ των δύο παιχνιδιών είναι ότι το NR τονίζει τη σημασία της κατά προσέγγιση σύγκρισης και το GG-M επικεντρώνεται μόνο σε ακριβείς αριθμούς και σύμβολα αριθμών. Τα παιδιά (n = 30) που χρειαζόνταν ειδική υποστήριξη στις πρώτες μαθηματικές τους δεξιότητες σχημάτισαν την πειραματική ομάδα και για καθένα από αυτά επιλέχθηκαν παιδιά στην ίδια ηλικία για το σχηματισμό της ομάδας ελέγχου. Στο επόμενο βήμα,

χώρισαν τυχαία την ομάδα παρέμβασης στα δύο. Η πρώτη ομάδα στον υπολογιστή το The Number Race, ενώ η άλλη ομάδα έπαιξε το παιχνίδι Graphogame-Math. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 10 με 15 λεπτά καθημερινά για 3 εβδομάδες, Αρχικά, έγινε ο έλεγχος, έπειτα ακολούθησαν οι παρεμβάσεις και τέλος έγιναν δυο επαναξιολογήσεις, μια μετά το τέλος των παρεμβάσεων και μια μετά από τρεις εβδομάδες. Μετρήθηκε η απόδοση των παιδιών στη λεκτική μέτρηση, τη σύγκριση αριθμών, την υποτιτοποίηση, την καταμέτρηση αντικειμένων, την αριθμητική και τη ταχεία σειριακή ονομασία και φάνηκε πως οι δύο παρεμβάσεις βελτίωσαν τις δεξιότητες των παιδιών στη σύγκριση αριθμών σε σχέση με την ομάδα των παιδιών με τυπικές επιδόσεις ($n = 30$), αλλά όχι στους υπόλοιπους τομείς δεξιοτήτων.

Η έρευνα των Salmine, Koronen, Räsänen και Aro (2015) είχε ως κύριο σκοπό να εξετάσει τα αποτελέσματα δύο μαθηματικών προγραμμάτων μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή ως προς τις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες (όπως: λεκτική μέτρηση, μέτρηση αντικειμένων ή βασική αριθμητική) σε μαθητές νηπιαγωγείου που διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο για μαθησιακές δυσκολίες. Η μια παρέμβαση επικεντρώθηκε σε ακριβείς αριθμητικές διαδικασίες και η άλλη σε κατά προσέγγιση αριθμητικές διεργασίες. Το δείγμα της μελέτης ήταν μαθητές νηπιαγωγείου από τη Φιλανδία, ειδικότερα, 17 παιδιά συμμετείχαν στην ομάδα παρέμβασης. Οι συμμετέχοντες ακολούθησαν το κανονικό πρόγραμμα σπουδών του νηπιαγωγείου και χωρίστηκαν τυχαία στις δύο συνθήκες παρέμβασης, όπου 9 παιδιά (7 αγόρια, 2 κορίτσια) έλαβαν οδηγίες να εξασκηθούν με το πρόγραμμα GraphoGame Math (ομάδα GGM) και 8 παιδιά (4 αγόρια, 4 κορίτσια) για εξάσκηση με το πρόγραμμα Number Race (ομάδα NR). Η διάρκεια ήταν 12 με 15 φορές σε περίοδο 3 εβδομάδων για 10 με 15 λεπτά. Μετά από τις εντατικές παρεμβάσεις τα αποτελέσματα έδειξαν τα εξής: Α) για την ομάδα Grapho Game Math η επίδραση της παρέμβασης ήταν στατιστικά σημαντική στη λεκτική καταμέτρηση και στην ευχέρεια μέτρησης κουκκίδων. Το παιδί με πιο αργή ταχύτητα στο post-test βελτιώθηκε περισσότερο στην ακρίβεια. Τα παιδιά διατήρησαν το επίπεδο ακρίβειάς τους ή ήταν πιο ακριβή στο post-test. Ωστόσο, δεν υπήρξε σημαντική βελτίωση στη βασική αριθμητική, ή στη γρήγορη ονομασία. Β) για την ομάδα Number Race, παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στη βασική αριθμητική μετά την

εξάσκηση. Δεν υπήρξε σημαντική βελτίωση στη λεκτική μέτρηση, στην ευχέρεια μέτρησης κουκκίδων ή στη γρήγορη ονομασία. Τέλος, υπήρξε μια σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στις βαθμολογίες απόδοσης για την παρέμβαση της βασικής αριθμητικής, ευνοώντας την ομάδα NR σε σχέση με την ομάδα του ελέγχου αλλά δεν υπήρχαν άλλες διαφορές μεταξύ των ομάδων στις βαθμολογίες για τις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες ή της γρήγορης ονομασίας. Επομένως, από τα δύο προγράμματα η ομάδα με το πρόγραμμα Number Race είχε σημαντική εξέλιξη στην βασική αριθμητική αφού περιέχει και συγκεκριμένα αντικείμενα και σύμβολα αριθμών ενώ στο Grapho Game Math παρουσιάζονται μόνο εικονικά.

Η μελέτη της Aragón-Mendizábal και των συνεργατών της (2017), αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού «Playing with Numbers 2.0» ως προς τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές νηπιαγωγείου με χαμηλά επιτεύγματα στα μαθηματικά. Το δείγμα της έρευνας ήταν μαθητές από την Ισπανία. Συνολικά 156 αγόρια και κορίτσια προσχολικής ηλικίας του αξιολογήθηκαν από το Early Numeracy Test (ENT), το οποίο είναι ένα ηλεκτρονικό τεστ για την αξιολόγηση της πρώιμης μαθηματικής ικανότητας. Χρησιμοποιήθηκε πειραματικός σχεδιασμός με ομάδα ελέγχου και έγινε έλεγχος πριν και μετά την παρέμβαση. Οι μαθητές χωρίστηκαν σύμφωνα με τις βαθμολογίες στο τεστ. Έτσι, δημιουργήθηκαν δύο πειραματικές ομάδες και δύο ομάδες ελέγχου, οι δύο πειραματικές ομάδες και η πρώτη ομάδα ελέγχου αποτελούνταν από τα παιδιά με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και η δεύτερη ομάδα ελέγχου από τα παιδιά με κανονικά επιτεύγματα. Το ηλεκτρονικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα Playing with Numbers 2.0 αποτελείται από εργασίες απαραίτητες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού, όπως ταξινόμηση, σύγκριση, απλά αριθμητικά προβλήματα, κατανομή, διάκριση μεγέθους, σειροθέτηση και αριθμητική γραμμή. Μετά από 35 συνεδρίες παρεμβάσεων των 30-35 λεπτών η κάθε μία, 3 φορές τη βδομάδα έγινε αξιολόγηση των μαθηματικών ικανοτήτων. Στα αποτελέσματα φάνηκε πως τόσο η πειραματική ομάδα όσο και η ομάδα ελέγχου βελτίωσαν τη συνολική τους απόδοση μετά την παρέμβαση, με τις πειραματικές ομάδες να έχουν υψηλότερες βαθμολογίες από τις ομάδες ελέγχου. Σημαντικές διαφορές στις αποδόσεις ήταν μεταξύ της Πειραματικής Ομάδας 1 και των Ομάδων Ελέγχου 1 και 2 στις συνολικές

βαθμολογίες του τεστ και των υποδοκιμών υπέρ των πειραματικών ομάδων. Τα ίδια αποτελέσματα λήφθηκαν για την Πειραματική Ομάδα 2. Επιπλέον, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των Πειραματικών Ομάδων 1 και 2. Τέλος, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στα κέρδη μεταξύ των Ομάδων Ελέγχου 1 και 2, αλλά όσοι είχαν απόδοση πάνω από το μέσο όρο (Πειραματική Ομάδα 2) εμφάνισαν υψηλότερα κέρδη. Προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγεθος της επίδρασης της παρέμβασης, υπολογίστηκαν τα αποτελέσματα της Πειραματικής Ομάδας 2 μετά την παρέμβαση και αυτών που πέτυχαν τα ίδια στην ομάδα ελέγχου (Ομάδα Ελέγχου 1) και φάνηκε πως και οι δύο ομάδες ήταν ισοδύναμες πριν και μετά από την παρέμβαση, επομένως οι κύριες διαφορές τους δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Σύμφωνα με τις εκ των υστέρων αντιθέσεις που υπολογίστηκαν, οι μαθητές που διέτρεχαν κίνδυνο για μαθησιακές δυσκολίες (Πειραματική Ομάδα 1) ήταν ισοδύναμοι με την ομάδα που ήταν κάτω από το μέσο όρο χωρίς παρέμβαση (ομάδα ελέγχου 1). Τελικά, φαίνεται πως η παρέμβαση με υπολογιστή δεν αντικαθιστά την εκπαίδευση πρόσωπο με πρόσωπο αλλά μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση της απόδοσης των μικρών μαθητών που βρίσκονται σε κίνδυνο.

Ο σκοπός του άρθρου των Schacter και Jo(2017) ήταν να εξετάσει τα μαθησιακά οφέλη από το παιχνίδι MathShelf, μια ολοκληρωμένη εφαρμογή μαθηματικών σε iPad για μαθητές προσχολικής ηλικίας. Στην τελική αξιολόγηση πήραν μέρος 378 μαθητές από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, 231 στο κατατάχθηκαν στη συνθήκη του παιχνιδιού MathShelf και 147 στην ομάδα της εξερεύνησης με τα χέρια. Και στους δύο τρόπους διδασκαλίας τα παιδιά ασχολήθηκαν με τις πρώιμες μαθηματικές δεξιότητες όπως: μέτρηση ένα προς ένα, αναγνώριση αριθμού, σύνθεση και αποσύνθεση αριθμών, υποτιτοποίηση, μέγεθος αριθμού, θεσιακή αξία. Το Math Shelf είναι ένα πρόγραμμα μαθηματικών σε φορητές συσκευές και περιέχει παιχνίδια και δραστηριότητες για την αίσθηση του αριθμού. Μετά από 22 εβδομάδες (2 μέρες την εβδομάδα για 10 λεπτά), υπήρξε μια μεγάλη και στατιστικά σημαντική επίδραση στην επίδοση των μαθηματικών για τους μαθητές που έπαιξαν με το MathShelf. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι οι εκπαιδευτικοί της προσχολικής εκπαίδευσης μπορούν να βελτιώσουν τα

αποτελέσματα των μαθηματικών των μαθητών τους ενσωματώνοντας αξιόπιστα λογισμικά σε φορητές συσκευές στην καθημερινή τους διδασκαλία.

Ο σκοπός του άρθρου των Aunio και Mononen (2017) ήταν να προσδιοριστούν οι επιπτώσεις του εκπαιδευτικού παιχνιδιού Lola's World στον υπολογιστή σε παιδιά με χαμηλή απόδοση στις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες. Η μελέτη διεξήχθη στο Ελσίνκι της Φινλανδίας. Μετά από την χρήση του Early Numeracy Test διαπιστώθηκε ότι ο πραγματικός αριθμός παιδιών με χαμηλή επίδοση ήταν 22 έτσι, οι τελικές ομάδες ήταν: 7 παιδιά που έπαιζαν το πρόγραμμα Lola's World, 8 παιδιά έπαιζαν το πρόγραμμα Lola's ABC party και 7 παιδιά που σχημάτιζαν μια ομάδα παθητικού ελέγχου. Η φάση της παρέμβασης διήρκεσε τρεις εβδομάδες, κατά τη διάρκεια των οποίων τα παιδιά έπαιζαν τα παιχνίδια καθημερινά περίπου 15 λεπτά. Το Lola's World εστιάζει στην εξάσκηση των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων και ενδεικτικά περιέχει παιχνίδια σχετικά με τη σύγκριση μεγέθους, κατηγοριοποίηση αντικειμένων, αναγνώριση αριθμών, απαρίθμηση ενώ το Lola's ABC party στοχεύει σε δεξιότητες πρώιμης ανάγνωσης. Τα μόνα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα βρέθηκαν κατά την ανάλυση των επιδράσεων εντός της ομάδας Lola's World που φάνηκε να βελτιώνονται οι πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες από προ-έλεγχο σε μετα-έλεγχο. Ωστόσο, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων.

Η έρευνα των Baccaglioni-Frank, Carotenuto και Sinclair (2020) ήθελε να διερευνήσει τις σχέσεις μεταξύ των στρατηγικών των παιδιών που χρησιμοποιούνται με την τεχνολογία πολλαπλής αφής και την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού. Επιλέχθηκε η εφαρμογή Touch Count, που συνδυάζει δυνατότητες πολλαπλής αφής (ακουστικές, οπτικές και συμβολικές) και αποτελείται από δύο περιβάλλοντα που ονομάζονται Enumerating World και Operating World. Τα παιδιά εργάστηκαν για χρονικό διάστημα 2 μηνών σε ένα ιδιωτικό σχολείο στην Ιταλία. Οι αρχικές συνεντεύξεις ένας προς έναν χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή 8 παιδιών ηλικίας μεταξύ 3 μίση και 4 μίση ετών, τα οποία αλληλεπίδρασαν με την εφαρμογή σε δύο διαφορετικές στιγμές. Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνεδρίας, τα παιδιά προσκλήθηκαν αρχικά να εξερευνήσουν τα περιβάλλοντα της εφαρμογής και αμέσως μετά, τους ζητήθηκε η Εργασία 1 και η

Εργασία 2. Κατά τη δεύτερη συνεδρία στα παιδιά δόθηκαν εργασίες που αφορούσαν αναπαραστάσεις αριθμών με τα δάκτυλα (όπως «Κάνε τέσσερα/επτά») και τη δημιουργία αντιστοιχίας ένα προς ένα μεταξύ κουκκίδων σε μια εικόνα και τα δάκτυλα στην οθόνη. Οι αναλύσεις έγιναν ποιοτικά και έδειξαν ότι τα παιδιά χρησιμοποίησαν διαφορετικές στρατηγικές ως απάντηση στις δύο εργασίες εκμαιομένης ικανότητας που σχετίζονται με την αίσθηση του αριθμού, συμπεριλαμβανομένων τόσο της πληθικότητας όσο και της κανονικότητας.

Οι Thai, Bang και Li (2021) εξέτασαν αν το πρόγραμμα My Math Academy βελτιώνει τις μαθηματικές ικανότητες των μαθητών Νηπιαγωγείου αλλά και των μεταβατικών μαθητών. Το My Math Academy είναι ψηφιακό παιχνίδι που περιέχει εξατομικευμένο περιεχόμενο και προσαρμοστικές ενσωματωμένες αξιολογήσεις. Είναι σχεδιασμένο να βοηθάει μικρά παιδιά να κατανοήσουν την αίσθηση του αριθμού. Στην έρευνα συμμετείχαν 453 μαθητές από τη νότια Καλιφόρνια και τυχαία κατανεμήθηκαν στην ομάδα πειράματος και στην ομάδα ελέγχου. Οι παρεμβάσεις διήρκεσαν 12 με 14 εβδομάδες και οι μαθητές έπαιξαν 28 με 35 λεπτά τη βδομάδα με το ψηφιακό παιχνίδι. Μετά την αξιολόγηση φάνηκε πως οι μαθητές είχαν υψηλά κέρδη στις μαθηματικές γνώσεις και δεξιότητες, μάλιστα τα παιδιά στην ομάδα πειράματος είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά από την ομάδα ελέγχου. Επιπλέον, μεγαλύτερο κέρδος είχαν οι μαθητές που ξεκίνησαν με μέτριο επίπεδο μαθηματικών και όσο περισσότερα παιχνίδια έπαιξαν οι μαθητές τόσο μεγαλύτερο ήταν το μαθησιακό κέρδος.

Εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.

Στο άρθρο των Van Luit και Schorpan (2000) εξετάστηκε η επίδραση της μαθηματικής παρέμβασης σχετικά με τις πρώτες μαθηματικές δεξιότητες των μικρών παιδιών με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες. Στην έρευνα συμμετείχαν 124 μαθητές, ηλικίας 5 έως 7 ετών από την Ολλανδία με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα μαθηματικά. Η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 62 παιδιά και η ομάδα ελέγχου τα υπόλοιπα 62 παιδιά. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Als

speciale kleuter tel je ook mee! (Young Children with Special Educational Needs Count, Too!;) το οποίο σχεδιάστηκε για μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και ιδιαίτερα με δυσκολίες στην κατανόηση της αριθμητικής. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα αποτελείται από 20 μαθήματα με πλήρη εκπαιδευτικά σχέδια και συνοδευτικό υλικό που ποικίλλει όπως συγκεκριμένα αντικείμενα (π.χ. 2 μήλα), ημι-συγκεκριμένα αναπαραστατικά αντικείμενα (π.χ. κάρτα με την εικόνα ενός μήλου) και αφηρημένων αντικειμένων (π.χ. τον γραμμένο αριθμό που υποδεικνύει το σύνολο των μήλων σε ένα καλάθι). Έγιναν μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση. Τα παιδιά της ομάδας πειράματος παρακολούθησαν το πρόγραμμα για 6 μήνες (2 ημίωρες συνεδρίες την εβδομάδα), ενώ η ομάδα ελέγχου παρακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα σπουδών το οποίο δεν περιλάμβανε τις τρεις φάσεις (συγκεκριμένο, ημι-συγκεκριμένο και αφηρημένο). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στην πρώιμη αριθμητική, στη σύγκριση, στις αριθμητικές δεξιότητες και στη γενική κατανόηση των αριθμών, δηλαδή τα παιδιά της πειραματικής ομάδας είχαν καλύτερες επιδόσεις από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου.

Σκοπός του συγκεκριμένου άρθρου της Young-Loveridge (2004) ήταν να διερευνήσει την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος που σχεδιάστηκε για να βελτιώσει την αίσθηση του αριθμού σε μαθητές ηλικίας 5 ετών. Οι συμμετέχοντες ήταν 106 παιδιά από τη Νέα Ζηλανδία με χαμηλές βαθμολογίες στην αριθμητική. Τα 23 συμμετείχαν στο πρόγραμμα ενώ τα 83 αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Στην έρευνα πραγματοποιήθηκαν ατομικές συνεντεύξεις με εργασίες πριν και μετά την παρέμβαση για την αξιολόγηση της αριθμητικής. Το πρόγραμμα περιελάμβανε την αποχώρηση των παιδιών από την τάξη σε ζευγάρια για να εργαστούν με έναν ειδικό δάσκαλο χρησιμοποιώντας ιστορίες με αριθμούς, ρίμες και παιχνίδια (επιτραπέζιο παιχνίδι 'Φιδάκι', ζάρι, ξυλάκια, κάρτες). Τα παιδιά συμμετείχαν για 30 λεπτά κάθε μέρα για 7 εβδομάδες. Τελικά, φάνηκε πως το πρόγραμμα αύξησε σημαντικά τα επίπεδα αριθμητικής των παιδιών και παρήγαγε σημαντικά μεγαλύτερες αποδόσεις στην αριθμητική σε αντίθεση με τα παιδιά στις ομάδες ελέγχου. Μόλις το πρόγραμμα παρέμβασης σταμάτησε, το μέγεθος αυτών των επιπτώσεων σταδιακά μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου, αλλά τα οφέλη από τη συμμετοχή στο

πρόγραμμα παρέμειναν στατιστικά σημαντικά για περισσότερο από ένα χρόνο μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος.

Η μελέτη των Aunio, Hautamäki και VanLuit (2005) διερεύνησε τη δυνατότητα ενίσχυσης του επιπέδου της αίσθησης του αριθμού των παιδιών προσχολικής ηλικίας με την εισαγωγή δύο προγραμμάτων παρέμβασης, Let's think! και Maths!. Οι συμμετέχοντες ήταν από το Ελσίνκι της Φινλανδίας και μετά το Early numeracy test φάνηκε πως το δείγμα περιελάμβανε 12 παιδιά προσχολικής ηλικίας με χαμηλές επιδόσεις, εκ των οποίων τα 5 ήταν στην πειραματική ομάδα και 7 στην ομάδα ελέγχου. Όλες οι ομάδες παρακολούθησαν και τα δύο προγράμματα. Το πρόγραμμα Let's think! περιλαμβάνει 30 δραστηριότητες που προωθούν την ανάπτυξη ικανοτήτων επεξεργασίας πληροφοριών σε παιδιά ηλικίας 5 έως 6 ετών. Το πρόγραμμα Maths! σχεδιάστηκε για παιδιά ηλικίας 5 έως 8 ετών με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και για παιδιά με αδύναμη αίσθηση του αριθμού, ο κύριος σκοπός του προγράμματος είναι να βοηθήσει το παιδί να χρησιμοποιεί αποτελεσματικά την ακολουθία αριθμών-λέξεων μέσα από 20 μαθήματα σε συνδυασμό με υλικά. Κάθε συνεδρία διαρκούσε 30 λεπτά σε διάστημα εννιά μηνών. Μετά την επαναξιολόγηση, τα αποτελέσματά ήταν θετικά, καθώς η πειραματική ομάδα παρουσίαζε σημαντικά καλύτερη ανάπτυξη, ειδικά σε συγκεκριμένες μαθηματικές εργασίες. Η σύγκριση των δυο αξιολογήσεων πριν και μετά την παρέμβαση αποκάλυψε ότι η πειραματική ομάδα έδειξε βελτιωμένη απόδοση στην αίσθηση του αριθμού αμέσως μετά το τέλος της διδασκαλίας, αλλά η διαφορά μεταξύ των ομάδων εξαλείφτηκε μετά από έξι μήνες. Επομένως, δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων στις γενικές ικανότητες μαθηματικής σκέψης μετά την παρέμβαση.

Το άρθρο των Sood και Jitendra (2011) εξέτασε την αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος σχετικά με την αίσθηση του αριθμού και τις ικανότητες των μαθητών νηπιαγωγείου που βρίσκονται σε κίνδυνο για Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες. Πιο συγκεκριμένα, ο πρόγραμμα στόχευε κυρίως στην ανάπτυξη σχέσεων μεταξύ των αριθμών. Συνολικά συμμετείχαν στην μελέτη 101 μαθητές νηπιαγωγείου (χωρίς κίνδυνο: 22 στην ομάδα ελέγχου και 36 στην πειραματική ομάδα, σε κίνδυνο: 18 και 25 αντίστοιχα). Οι πειραματικές ομάδες

παρακολούθησαν το πρόγραμμα για την αίσθηση του αριθμού για 4 εβδομάδες, το οποίο επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού χρησιμοποιώντας μια ποικιλία αναπαραστάσεων όπως κάρτες με τελείες, μετρητές, κύβους και πλαίσια καθώς και εκπαιδευτικές δραστηριότητες που ενσωματώνουν αριθμούς και ποσότητες σε πραγματικές καταστάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές στη πειραματική ομάδα ξεπέρασαν τους μαθητές στην ομάδα ελέγχου σε όλα τα μέτρα που σχετίζονται με την αίσθηση του αριθμού και στην αναγνώριση αριθμού. Ακόμη, οι θετικές επιδράσεις του προγράμματος διατηρήθηκαν 3 εβδομάδες μετά την παρέμβαση.

Η μελέτη των Dyson, Jordankai Glutting (2011) εξέτασε τα αποτελέσματα μιας παρέμβασης για την αίσθηση του αριθμού διάρκειας 8 εβδομάδων για την ανάπτυξη αριθμητικών ικανοτήτων σε παιδιά νηπιαγωγείου που ανήκουν σε οικογένειες χαμηλού εισοδήματος και κατά συνέπεια που βρίσκονται στον κίνδυνο ειδικών μαθησιακών δυσκολιών. Η παρέμβαση στόχευε σκόπιμα σε έννοιες αριθμών που σχετίζονταν με την μέτρηση, τη σύγκριση και τον χειρισμό συνόλων. Οι μαθητές που πήραν μέρος ήταν 121 από τις Ηνωμένες Πολιτείες με τις χαμηλότερες επιδόσεις. Τα παιδιά ανατέθηκαν τυχαία είτε στην ομάδα παρέμβασης (56) είτε στην ομάδα ελέγχου (65). Τα παιδιά πέρασαν από μια αρχική αξιολόγηση, ακολούθησε η παρέμβαση και στη συνέχεια ακόμη δύο έλεγχοι (μια αφού τελείωσε η παρέμβαση και μια μετά από 6 εβδομάδες). Το μαθηματικό πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Math Trailblazers και κάποιες δραστηριότητες πάρθηκαν από το πρόγραμμα σπουδών Math Expressions. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε μικρές ομάδες για συνολικά 24 συνεδρίες των 30 λεπτών. Για να βοηθηθούν τα παιδιά χρησιμοποιήθηκαν σταθερές αναπαραστάσεις όπως μάρκες, κουκκίδες, κάρτες, επιτραπέζιο παιχνίδι, μαγνητικός πίνακας και δάχτυλά τους. Η ομάδα παρέμβασης σημείωσε σημαντική πρόοδο σε σχέση με την ομάδα ελέγχου κατά την άμεση καθώς και την καθυστερημένη αξιολόγηση ως προς τις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες. Τα παιδιά παρέμβασης είχαν επίσης καλύτερες επιδόσεις στους υπολογισμούς από τα παιδιά της ομάδας.

Ο σκοπός της μελέτης της Bryant και των συνεργατών της (2011) ήταν να προσδιοριστούν τα αποτελέσματα μιας παρέμβασης για τη πρώιμη αριθμητική με

τη μέθοδο Response-to-Intervention (RTI) και τη συνθήκη Tier 2 στις επιδόσεις στα μαθηματικά των μαθητών της πρώτης τάξης δημοτικού με Ειδικές Μαθηματικές Δυσκολίες. Το δείγμα ήταν 139 μαθητές στην πειραματική ομάδα και 65 μαθητές στην ομάδα σύγκρισης. Η συστηματική διδασκαλία, οι οπτικές αναπαραστάσεις μαθηματικών εννοιών, οι σκόπιμες και ουσιαστικές ευκαιρίες εξάσκησης και η διαρκής παρακολούθηση της προόδου χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της κατανόησης των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων και εννοιών αριθμητικής. Οι δραστηριότητες σχετίζονταν με τη μέτρηση, τη ποσότητα, τη γνώση και τις σχέσεις των αριθμών, με τη διαίρεση και ομαδοποίηση και την ανάπτυξη εννοιολογικής κατανόησης της πρόσθεσης και της αφαίρεσης χρησιμοποιώντας συγκεκριμένα αντικείμενα και οπτικές αναπαραστάσεις. Τα κεφάλαια ήταν 11 και χρειάζονταν 8 μέρες για το καθένα. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι μαθητές στην ομάδα παρέμβασης ξεπέρασαν τους μαθητές στην ομάδα ελέγχου όσον αφορά την πρόοδο στα μαθηματικά και στον υπολογισμό ακέραιου αριθμού αλλά δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των ομάδων σχετικά με την επίλυση προβλημάτων.

Ο στόχος μελέτης των Jordan, Glutting, Dyson, Hassinger-Das και Irwin(2012) ήταν να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα μιας στοχευμένης παρέμβασης για την αίσθηση του αριθμού σε μικρή ομάδα παιδιών νηπιαγωγείου που διατρέχουν υψηλό κίνδυνο για Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες και ανήκουν σε οικογένειες χαμηλού εισοδήματος. Οι συμμετέχοντες ήταν 128 παιδιά νηπιαγωγείου στις Ηνωμένες Πολιτείες. Τα παιδιά ανατέθηκαν τυχαία να συμμετάσχουν στην ομάδα αίσθησης αριθμού, στην ομάδα γλώσσας και στην ομάδα ελέγχου. Για την παρέμβαση της αίσθησης του αριθμού έγινε προσεκτική χρήση λεξιλογίου, αντικειμένων και αναπαραστάσεων της γνώσης, επίσης, δόθηκε προσοχή στις δεξιότητες πριν/μετά και στις δεξιότητες καταμέτρησης. Στην γλωσσική παρέμβαση που ήταν παράλληλη με την παρέμβαση της αίσθησης του αριθμού, έγινε εστίαση σε παραμύθια με ποσοτικό λεξιλόγιο και τέλος, η ομάδα ελέγχου λάμβαναν το τυπικό πρόγραμμα μαθηματικών. Τα μαθήματα ήταν 24, διήρκεσαν 30 λεπτά και έγιναν 3 μέρες τη βδομάδα. Στα αποτελέσματα φάνηκε πως τα παιδιά που έλαβαν την παρέμβαση με την αίσθηση αριθμού απέδωσαν καλύτερα από την ομάδα ελέγχου, με σημαντικές διαφορές στις αριθμητικές ικανότητες και τη γενική

επιτυχία στα μαθηματικά. Πολλά από τα αποτελέσματα διατηρήθηκαν οκτώ εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης. Γενικά, όλες οι ομάδες είχαν κέρδη στις αριθμητικές δεξιότητες αλλά η ομάδα με την παρέμβαση της αίσθησης αριθμού ξεπέρασε τις βαθμολογίες στις περισσότερες περιοχές.

Στο άρθρο των Dyson, Jordan και Beliakoff (2015) εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα μιας παρέμβασης για την αίσθηση του αριθμού σε παιδιά νηπιαγωγείου με χαμηλές επιδόσεις. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν 126 και κατανεμήθηκαν τυχαία σε 1 από τις 3 συνθήκες: παρέμβαση για την αίσθηση του αριθμού ακολουθούμενη από μια συνεδρία εξάσκησης αριθμητικών γεγονότων, μια παρόμοια παρέμβαση για την αίσθηση του αριθμού ακολουθούμενη από μια συνεδρία εξάσκησης με λίστα αριθμών και μια πρακτική στην ομάδα ελέγχου με παιδιά υψηλής σχολικής επιτυχίας. Για τις παρεμβάσεις επιλέχθηκαν προσεκτικά τα αντικείμενα για την αναπαράσταση του αριθμού (όπως κάρτες, κύβους, επιτραπέζιο παιχνίδι, πλαίσια, κουκίδες) αλλά και κατάλληλο λεξιλόγιο. Η διαδικασία ήταν η αρχική αξιολόγηση, η παρέμβαση και δύο επαναξιολογήσεις, μια αμέσως μετά τη παρέμβαση και μια 8 εβδομάδες αργότερα. Έγιναν 24 μαθήματα των 30 λεπτών για 8 εβδομάδες. Και οι δύο ομάδες παρέμβασης απέδωσαν καλύτερα από την ομάδα ελέγχου στις μετρήσεις της αίσθησης του αριθμού, της αριθμητικής ευχέρειας και του γενικού υπολογισμού των μαθηματικών στην άμεση αξιολόγηση. Βέβαια, η συνθήκη εξάσκησης αριθμών έδωσε στα παιδιά ένα πρόσθετο πλεονέκτημα έναντι της συνθήκης εξάσκησης της λίστας αριθμών σχετικά με τα αποτελέσματα στην καθυστερημένη αξιολόγηση 8 εβδομάδες αργότερα. Η συνθήκη εξάσκησης αριθμών ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική στην απόδοση των μαθητών.

Το άρθρο των Hassinger-Das, Jordan και Dyson (2015) εξέτασε κατά πόσο μια παρέμβαση ανάγνωσης παραμυθιού που περιέχει λεξιλόγιο των μαθηματικών, όπως «ίσο», «περισσότερο» και «λιγότερο», και σχετικές έννοιες αριθμών θα αύξανε τη γνώση λεξιλογίου και τις ικανότητες αριθμών των παιδιών που βρίσκονται στον κίνδυνο να αντιμετωπίζουν μαθηματικές δυσκολίες. Στην έρευνα συμμετείχαν 124 παιδιά με δυσκολίες στην πρώιμη αριθμητική, από 7 τάξεις νηπιαγωγείων στην περιοχή των Ηνωμένων Πολιτειών. Τα παιδιά κατανεμήθηκαν

τυχαία σε μία από τις τρεις συνθήκες: την ομάδα παρέμβασης με το μαθηματικό λεξιλόγιο, την ομάδα παρέμβασης με αίσθηση του αριθμού και την ομάδα ελέγχου. Οι παρεμβάσεις διήρκησαν 8 εβδομάδες, 24 συνεδρίες των 30 λεπτών. Για την πρώτη ομάδα τα μαθήματα βασίστηκαν σε επτά διαφορετικά παιδικά παραμύθια με πλούσιο μαθηματικό λεξιλόγιο ενώ για τη δεύτερη ομάδα χρησιμοποιήθηκε ένα καθιερωμένο πρόγραμμα με στόχο τη βελτίωση της μέτρησης, των σχέσεων αριθμών και των πράξεων αριθμών χωρίς τη χρήση βιβλίων με παραμύθια. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η ομάδα παρέμβασης με το μαθηματικό λεξιλόγιο είχε υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες ομάδες όσον αφορά το μαθηματικό λεξιλόγιο. Ωστόσο, η παρέμβαση με το μαθηματικό λεξιλόγιο δεν είχε καμία επίδραση γενικά στα μαθηματικά, υποδηλώνοντας την ανάγκη παροχής του λεξιλογίου των μαθηματικών μαζί με πιο εντατική διδασκαλία στις έννοιες αριθμών.

Οι στόχοι του άρθρου των Sterner, Wolff και Helenius (2019) ήταν να εξεταστεί το αποτέλεσμα της παρέμβασης που είχε διάρκεια 10 εβδομάδων και σκόπευε στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού. Το δείγμα ήταν 124 μαθητές ηλικίας 6 ετών στη δυτική Σουηδία, οι 62 τοποθετήθηκαν στην πειραματική ομάδα και οι υπόλοιποι 62 στην ομάδα ελέγχου. Η διαδικασία πολύ ακολουθήθηκε ήταν αξιολόγηση, παρέμβαση και δύο ακόμη επαναξιολογήσεις. Η παρέμβαση στην πειραματική ομάδα έγινε με ένα ρητά περιγραφόμενο εκπαιδευτικό πρόγραμμα μαθηματικών που εστίαζε σε αριθμούς, συλλογισμούς και αναπαραστάσεις και χρησιμοποιήθηκε η ακολουθία συγκεκριμένο- αναπαραστατικό και αφηρημένο. Το πρόγραμμα παρέμβασης αποτελούνταν από κύκλους, καθένας από τους οποίους περιλάμβανε έξι φάσεις (ρίμες, δραστηριότητα με συγκεκριμένα αντικείμενα, ομαδική εργασία, συζήτηση στη τάξη, τεκμηρίωση των παιδιών, δραστηριότητα παρακολούθησης). Η ομάδα ελέγχου έλαβε ένα εξίσου δομημένο και σαφές πρόγραμμα παρέμβασης που εστίαζε στη φωνολογική επίγνωση. Και οι δύο ομάδες έλαβαν διδασκαλία των 30 λεπτών καθημερινά. Συμπερασματικά, μετά τις αναλύσεις φαίνεται πως τα παιδιά της πειραματικής ομάδας ξεπέρασαν τα παιδιά της ομάδας ελέγχου όσον αφορά την αύξηση της αίσθησης του αριθμού μεταξύ της πρώτης αξιολόγησης και της αξιολόγησης μετά τη παρέμβαση. Σημαντικό είναι ότι

υπήρξε επίσης μια παρατεταμένη επίδραση της παρέμβασης εννέα μήνες αργότερα όταν τα παιδιά επαναξιολογήθηκαν.

Ο στόχος της μελέτης της Aunio και των συνεργατών της (2020) ήταν να διερευνηθεί εάν οι πρώιμες δεξιότητες αριθμητικής μαθητών που διατρέχουν κίνδυνο για Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα μαθηματικά μπορούν να βελτιωθούν με ένα πρόγραμμα παρέμβασης. Αυτή η μελέτη διεξήχθη σε σχολεία της Νότιας Αφρικής χρησιμοποιώντας τα αγγλικά ως μέσο διδασκαλίας, με 267 παιδιά να συμμετέχουν σε αυτήν. Μετά από ένα τεστ για την πρώιμη αριθμητική, τα παιδιά που βρίσκονταν σε κίνδυνο χωρίστηκαν σε μια ομάδα παρέμβασης, αποτελούμενη από 40 παιδιά και σε μια ομάδα χαμηλού ελέγχου, που περιελάμβανε 32 παιδιά. Τα υπόλοιπα παιδιά σχημάτισαν την ομάδα ελέγχου μέσης επίδοσης, η οποία περιείχε 195 παιδιά. Ακολουθήθηκε η αλληλουχία συγκεκριμένο, αναπαραστατικό και αφηρημένο και κάποια από τα υλικά αυτά είναι αντικείμενα, επιτραπέζια παιχνίδια, κάρτες, κύβοι, ξυλάκια. Τα 15 μαθήματα των 5 εβδομάδων, διήρκησαν 35 με 45 λεπτά. Το κύριο αποτέλεσμα ήταν ότι η ομάδα παρέμβασης είχε βελτιωθεί περισσότερο στις δεξιότητες των αριθμητικών σχέσεων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου χαμηλής απόδοσης. Αυτή η επίδραση παρέμεινε στατιστικά σημαντική μετά την καθυστερημένη αξιολόγηση.

Επιπρόσθετα, στο άρθρο των Baroody, Eiland και Thompson (2009) χρησιμοποιήθηκαν και οι δύο διδακτικοί μέθοδοι. Οι ερευνητές πραγματοποίησαν μια ερευνά 9 μηνών που εξέταζε την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός προγράμματος σπουδών για την αίσθηση του αριθμού. Η πρώτη φάση της παρέμβασης περιελάμβανε χειραπτικά υλικά και δραστηριότητες που βασίζονται στο παιχνίδι για την ανάπτυξη αίσθησης του αριθμού και η δεύτερη φάση περιείχε νοερή-αριθμητική εκπαίδευση με τη βοήθεια υπολογιστή με τα πιο απλά αθροίσματα. Στην έρευνα πήραν μέρος συνολικά 80 παιδιά ηλικίας 4 με 5 χρονών που βρίσκονταν σε κίνδυνο μαθησιακής αποτυχίας και φοιτούσαν σε δημόσια προσχολικά κέντρα. Έτσι, τα παιδιά ανατέθηκαν τυχαία σε (α) δομημένο μοτίβο του $n+0/0+n=n$ και του $n+1/1+n = 0$ αριθμός μετά το n , (β) δομημένη ανακάλυψη με ρητή διδασκαλία, (γ) αποκλεισμός των αντικειμένων και (δ) τυχαία πρακτική. Αρχικά έγιναν αξιολογήσεις για την αίσθηση του αριθμού και για τη νοερή

αριθμητική. Στη συνέχεια, ακολούθησε η πρώτη φάση, όπου στην παρέμβαση όλα τα παιδιά εκπαιδεύτηκαν με ένα πρόγραμμα που βασίζεται στο παιχνίδι και τα χειραπτικά αντικείμενα για την ανάπτυξη της γενικής αίσθησης του αριθμού και στη δεύτερη φάση η παρέμβαση περιλάμβανε τέσσερις υποστηριζόμενες από υπολογιστή συνθήκες για την προώθηση της γνώσης των απλούστερων συνδυασμών πρόσθεσης και της ικανότητας εκτίμησης. Και στις δύο φάσεις έγινε εκπαίδευση 20 με 30 λεπτά 3 φορές τη βδομάδα. Μετά από 10 εβδομάδες έγινε η επαναξιολόγηση και φάνηκε ότι το γενικό πρόγραμμα βελτίωσε την αίσθηση του αριθμού και ειδικότερα, ένα συγκρίσιμο ποσοστό παιδιών με πολύ χαμηλή, χαμηλή, χαμηλή μέση και μέση επίδοση βελτιώθηκε περισσότερο. Επομένως, η υψηλή ποιότητα των προγραμμάτων, η εντατική και στοχευμένη διδασκαλία με μικρές ομάδες ή ατομικά μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας που διατρέχουν κίνδυνο σχολικής αποτυχίας.

Το άρθρο των Alghazo, Alsawaie και Al-Awidi (2010) παρουσιάζει μια μελέτη παρέμβασης που στοχεύει στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης τεχνολογίας και χειραπτικών υλικών για την ενίσχυση των δεξιοτήτων μέτρησης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται σε δεξιότητες όπως η μέτρηση προς τα εμπρός, ο αριθμός μετά, ο αριθμός πριν, παράλειψη μέτρησης, αρχή αντιστοιχίας, η αρχή της πληθικότητας, η παραγωγή των συνόλων και η σύγκριση των ποσοτήτων. Σαράντα οκτώ παιδιά, έλαβαν μέρος στην έρευνα, από ένα νηπιαγωγείο στην πόλη Al-Ain των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο τμήματα, το ένα τμήμα χωρίστηκε τυχαία στην πειραματική ομάδα και το άλλο στην ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου διδάχθηκε με τον συμβατικό τρόπο που ακολουθήθηκε στο νηπιαγωγείο ενώ η πειραματική ομάδα διδάχθηκε μέσω ενός προγράμματος που περιελάμβανε υπολογιστή και απτά αντικείμενα όμως και οι δύο ομάδες ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα σπουδών και με το ίδιο περιεχόμενο. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με ατομικές συνεντεύξεις πριν και μετά την παρέμβαση. Αφού ολοκληρώθηκε η εφαρμογή της παρέμβασης φάνηκε ότι και οι δύο ομάδες είχαν βελτιωθεί σε όλες τις δεξιότητες με την πειραματική ομάδα να βελτιώνεται περισσότερο. Αν και οι δύο ομάδες ξεκίνησαν το εξάμηνο με ισοδύναμες δεξιότητες, μετά την παρέμβαση, η πειραματική ομάδα είχε

ένα σημαντικά υψηλότερο ποσοστό κατάκτησης των δεξιοτήτων μέτρησης από την ομάδα ελέγχου.

Πίνακας 2: Σύνοψη ερευνών

Τίτλος άρθρου	Κατηγορία χρηστών	Δείγμα	Παρέμβαση	Υλικό	Παράγοντες	Συλλογή & ανάλυση δεδομένων	Αποτελέσματα
Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills (2009)	Παιδιά με χαμηλές αριθμητικές δεξιότητες	60 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	Ηλεκτρονικά παιχνίδια (1. The Number Race 2. Graphogame-Math)	Εξέταση της αποτελεσματικότητας των δυο προγραμμάτων για την ενίσχυση των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση σε δύο χρονικές περιόδους- Ανάλυση δεδομένων με πρόγραμμα ANOVA	Οι δυο παρεμβάσεις δεν διέφεραν μεταξύ τους αλλά βελτίωσαν τις δεξιότητες σύγκρισης αριθμών σε σχέση με την ομάδα τυπικής ανάπτυξης
Preventive Support for Kindergarten's Most At-Risk for Mathematics Difficulties: Computer-Assisted Intervention (2015)	Παιδιά που βρίσκονται στον κίνδυνο Ε.Μ.Δ. στα μαθηματικά	47 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	Ηλεκτρονικά παιχνίδια (1. Graphogame-Math 2. The Number Race)	εξέταση της αποτελεσματικότητας των δυο ηλεκτρονικών προγραμμάτων για την ενίσχυση των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων	Δύο αρχικές αξιολογήσεις, παρέμβαση σε δύο γκρουπ και επαναξιολόγηση	Σημαντικά αποτελέσματα για τη λεκτική μέτρηση και ευχέρεια με το Graphogame-Math και στη βασική αριθμητική με το The Number Race
Improving number sense in kindergarten children with low achievement in mathematics (2017)	Παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες	156 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	1. Playing with Numbers 2.0 2. Early Numeracy Test Revised (ENT- R)	Εξέτασης της αποτελεσματικότητας του προγράμματος Playing with Numbers 2.0 για τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε παιδιά με χαμηλές επιδόσεις στα	Αξιολόγηση, παρέμβαση (2 ομάδες πειράματος και 2 ομάδες ελέγχου, επαναξιολόγηση	Όλες οι ομάδες βελτίωσαν τις επιδόσεις τους, με υψηλότερα σκορ από τις ομάδες πειράματος

					μαθηματικά		
Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: a randomized controlled trial (2017)	Παιδιά τυπικής ανάπτυξης	378 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	Math Shelf Χειραπτικά αντικείμενα (ζάρια, αριθμητικές κάρτες, κύβοι)	Εξέταση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος Math Shelf για την αύξηση της αίσθησης του αριθμού σε παιδιά προσχολικής ηλικίας	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση	Υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση των μαθηματικών επιτευγμάτων ακόμα και σε παιδιά με χαμηλές επιδόσεις
The effects of educational computer game on low-performing children's early numeracy skills (2017)	Παιδιά με χαμηλά επιτεύγματα στις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	22 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	Lola's World και Lola's ABC party	Εξέταση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος Lola's World σε παιδιά με χαμηλά επιτεύγματα στις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	Αξιολόγηση με το, παρέμβαση, επαναξιολόγηση	Οι μαθητές με χαμηλή επίδοση αύξησαν στατιστικά σημαντικά την απόδοσή τους
Eliciting preschoolers' number abilities using open, multi-touch environments (2020)	Παιδιά τυπικής ανάπτυξης	8 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία	TouchCounts	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της τεχνολογίας πολλαπλής αφής ως προς την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού	Παρέμβαση και ποιοτική ανάλυση δεδομένων κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων	Τα παιδιά χρησιμοποίησαν διαφορετικές στρατηγικές
Accelerating Early Math Learning with Research-Based Personalized Learning Games: A Cluster Randomized Controlled Trial (2021)	Μεταβατικοί μαθητές και μαθητές νηπιαγωγείου	453 μαθητές	Τεχνολογία	My Math Academy	Εξέταση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος My Math Academy για την ενίσχυση των μαθηματικών σε παιδιά νηπιαγωγείου	Αξιολόγηση, παρέμβαση και επαναξιολόγηση και ερωτηματολόγια εκπαιδευτικών	Το πρόγραμμα βοήθησε σημαντικά μαθητές που ξεκίνησαν με μέτριο επίπεδο γνώσεων στα μαθηματικά
Improving Early Numeracy of Young Children with Special Educational Needs (2000)	Παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές δυσκολίες	124 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Als speciale kleuter tel je ook mee! (Young Children with Special Educational Needs Count, Too!)	Εξέταση της επίδρασης της μαθηματικής παρέμβασης πάνω στη πρώιμη αριθμητική σε μικρά παιδιά με Ε.Μ.Δ.	Μετρήσεις με το Early Numeracy Test, Intelligence Test, Social-Emotional Behavior Rating Scale και Transfer Test.	Τα παιδιά στην πειραματική ομάδα είχαν καλύτερες επιδόσεις από την ομάδα

							ελέγχου
Effects on early numeracy of a program using number books and games (2004)	Παιδιά με χαμηλές επιδόσεις στα μαθηματικά	106 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Αριθμητικά βιβλία και παιχνίδια	Εξέταση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος σχετικά με τις αριθμητικές δεξιότητες των παιδιών	Συνεντεύξεις πριν και μετά την παρέμβαση, παρέμβαση	Το πρόγραμμα αύξησε σημαντικά τις αριθμητικές δεξιότητες της ομάδας πειράματος
Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense (2005)	Παιδιά με χαμηλή αίσθηση του αριθμού	12 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Let's think! Και Maths!	Εξέταση της αποτελεσματικότητας των δυο προγραμμάτων στην ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού	Αξιολόγηση, παρέμβαση και επαναξιολόγηση	Τα παιδιά στη πειραματική ομάδα είχαν σημαντικά υψηλότερες βαθμολογίες από την ομάδα ελέγχου
An Exploratory Study of a Number Sense Program to Develop Kindergarten Students' Number Proficiency (2011)	Παιδιά προσχολικής ηλικίας που βρίσκονται στον κίνδυνο μαθησιακών δυσκολιών και μη	101 παιδιά νηπιαγωγείου	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Number Sense Intervention (μοτίβα, τελείες, ιστορία, μετρητές, κύβοι)	Εξέταση αποτελεσματικότητας του προγράμματος για την αύξηση της αίσθησης του αριθμού σε παιδιά νηπιαγωγείου	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση	Οι μαθητές στην πειραματική ομάδα ξεπέρασαν τους μαθητές στην ομάδα ελέγχου
A Number Sense Intervention for Low-Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties (2011)	Παιδιά από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος που παρουσιάζουν αδυναμίες στα μαθηματικά	121 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Math Trailblazers, μάρκες, κουκκίδες, κάρτες, επιτραπέζιο παιχνίδι, μαγνητικός πίνακας, δάχτυλά	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης σχετικά με την αίσθηση του αριθμού και την ανάπτυξη αριθμητικών ικανοτήτων παιδιών που ανήκουν σε οικογένειες χαμηλού εισοδήματος	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση και αξιολόγηση μετά από καιρό	Η ομάδα παρέμβασης σημείωσε σημαντικά κέρδη σε σχέση με την ομάδα ελέγχου στις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες
Early Numeracy Intervention Program for First-Grade Students With	Παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες	204 μαθητές πρώτης δημοτικού	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Tier 2 και χειραπτικά αντικείμενα (όπως κύβοι, κάρτες, πλαίσια, αριθμογραμ	Εξέταση της αποτελεσματικότητας του προγράμματος Tier 2 σχετικά με την αύξηση των	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση	Οι μαθητές στην ομάδα ελέγχου ξεπέρασαν τους μαθητές στην ομάδα

Mathematics Difficulties (2011)				μές)	πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων των παιδιών με Ε.Μ.Δ.		σύγκρισης στην πρόοδο των μαθηματικών
Building Kindergarten's Number Sense: A Randomized Controlled Study (2012)	Παιδιά που βρίσκονται στον κίνδυνο Ε.Μ.Δ. από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος	128 παιδιά νηπιαγωγείου	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Κύβοι, ξυλάκια, κάρτες, δάχτυλα, οπτικές αναπαραστάσεις αριθμών, κουκκίδες, επιτραπέζιο παιχνίδι, βιβλία ιστοριών	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης για την αίσθηση του αριθμού σε μαθητές νηπιαγωγείου που κινδυνεύουν από Ε.Μ.Δ.	Αξιολόγηση, παρέμβαση, και δυο επαναξιολογήσεις (μια αμέσως μετά τη παρέμβαση και μια καθυστερημένη)	Η ομάδα παρέμβασης με την αίσθηση αριθμού ξεπέρασε στις βαθμολογίες την ομάδα παρέμβασης με τη γλώσσα και την ομάδα ελέγχου
A Kindergarten Number-Sense Intervention With Contrasting Practice Conditions for Low-Achieving Children (2015)	Παιδιά με χαμηλές επιδόσεις	126 παιδιά νηπιαγωγείου	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Great Race Game, επιτραπέζιο παιχνίδι, κύβοι, κουκκίδες, πλαίσια, κάρτες	Εξέταση της αποτελεσματικότητας μιας παρέμβασης για την αίσθηση του αριθμού σε παιδιά νηπιαγωγείου με χαμηλές επιδόσεις.	Αξιολόγηση, παρέμβαση και δυο επαναξιολογήσεις (μια αμέσως μετά την παρέμβαση και μια μετά από 8 εβδομάδες)	Και οι δύο ομάδες παρέμβασης απέδωσαν καλύτερα από την ομάδα ελέγχου στις μετρήσεις της αίσθησης του αριθμού, της αριθμητικής ευχέρειας και του γενικού υπολογισμού των μαθηματικών
Reading stories to learn math – Mathematics vocabulary instruction for children with early numeracy difficulties (2015)	Παιδιά που βρίσκονται στον κίνδυνο Ε.Μ.Δ.	124 παιδιά νηπιαγωγείου	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Παραμύθια, επιτραπέζιο παιχνίδι	Εξέταση της αποτελεσματικότητας μια παρέμβασης με ανάγνωση παραμυθιού για την αύξηση των μαθηματικών ικανοτήτων	Αξιολόγηση, παρέμβαση και 2 επαναξιολογήσεις (μια αμέσως μετά την παρέμβαση και μια μετά από 8 εβδομάδες)	η ομάδα παρέμβασης με το μαθηματικό λεξιλόγιο είχε υψηλότερη απόδοση σε σχέση με τις άλλες ομάδες στο μαθηματικό

							λεξιλόγιο. Αλλά δεν είχε καμία επίδραση γενικά στα μαθηματικά
Reasoning about Representations: Effects of an Early Math Intervention (2019)	Παιδιά τυπικής ανάπτυξης	124 παιδιά πρώτης δημοτικού	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης	Απτά αντικείμενα, κουκκίδες, γραμμές	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού	Αξιολόγηση, παρέμβαση και δυο επαναξιολογήσεις	Σημαντική αύξηση της αίσθησης του αριθμού για την ομάδα πειράματος
An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties(2020)	Παιδιά πρώτης δημοτικού που βρίσκονται στον κίνδυνο Ε.Μ.Δ.	267 μαθητές	Πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της	Χειραπτικά αντικείμενα, κάρτες, επιτραπέζια παιχνίδια, κύβοι	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της παρέμβασης για την βελτίωση της πρώιμης αριθμητικής σε παιδιά που βρίσκονται κίνδυνο για Ε.Μ.Δ.	Αξιολόγηση, παρέμβαση, επαναξιολόγηση	Η ομάδα πειράματος βελτιώθηκε σε σχέση με την ομάδα ελέγχου χαμηλών επιδόσεων.
Fostering At-Risk Preschoolers' Number Sense (2009)	Παιδιά στον κίνδυνο της σχολικής αποτυχίας	80 παιδιά προσχολικής ηλικίας	1 ^η φάση: χειραπτικά υλικά και παιχνίδια 2 ^η φάση: δραστηριότητες στον Η/Υ	Χειραπτικά αντικείμενα (όπως κάρτες, πατατάκια, ζωάκια, ζάρια κλπ.) και οπτικο-ακουστικά ηλεκτρονικά παιχνίδια (Cookie Monster Game, Frog Game, Space Game, Train Game, or Turkey Game)	Βελτίωση της αίσθησης του αριθμού και της νοερής αριθμητικής	Test of Early Mathematics Ability–Third Edition (TEMA-3), εκπ/κό πρόγραμμα για την αίσθηση του αριθμού, Τεστ για τη νοερή αριθμητική μέσω Η/Υ και πρόγραμμα για τη νοερή αριθμητική μέσω Η/Υ μετά από 10 βδομάδες αξιολογήθηκαν με τα τεστ ξανά	Όλο το εκπαιδευτικό πρόγραμμα βελτίωσε τη γενική αίσθηση του αριθμού των παιδιών
Enhancing Counting Skills of Preschoolers through the use of Computer Technology and	Παιδιά τυπικής ανάπτυξης	48 παιδιά προσχολικής ηλικίας	Τεχνολογία και χειραπτικά υλικά	Ηλεκτρονικά παιχνίδια και χειραπτικά αντικείμενα	Εξέταση της αποτελεσματικότητας της τεχνολογίας και των χειραπτικών αντικειμένων στην ενίσχυση των	Αξιολόγηση, παρέμβαση (ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα)	Τα παιδιά στη πειραματική ή ομάδα ξεπέρασαν την ομάδα ελέγχου σε όλες τις δεξιότητες

Manipulatives (2010)					δεξιότητων μέτρησης		
----------------------	--	--	--	--	---------------------	--	--

3.2 Συμμετέχοντες

Μετά τη διεξοδική ανάλυση των μελετών, φαίνεται πως η πλειοψηφία των συμμετεχόντων αποτέλεσε παιδιά προσχολικής ηλικίας και πιο συγκεκριμένα τάξεων νηπιαγωγείου. Σε 14 έρευνες συμμετείχαν παιδιά προσχολικής ηλικίας και ειδικότερα 6 έρευνες παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Young-Loveridge, 2004· Aunio et al., 2005· Räsänen et al., 2009· Dyson et al., 2015· Hassinger-Das et al., 2015· Salminen et al., 2015) 3 έρευνες παιδιά με χαμηλές επιδόσεις (Aragón-Mendizábal et al., 2017· Aunio & Mononen, 2017· Schacter & Jo, 2017) και 5 έρευνες παιδιά με υπόνοια ύπαρξης ειδικών μαθησιακών δυσκολιών (Van Luit & Schopman, 2000· Baroody et al., 2009· Dyson et al., 2011· Sood & Jitendra, 2011· Jordan et al., 2012). Τέλος, σε 2 έρευνες συμμετείχαν παιδιά πρώτης τάξης δημοτικού με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Bryant et al., 2011· Aunio et al., 2020) και σε 4 έρευνες συμμετείχαν παιδιά προσχολικής ηλικίας αλλά χωρίς κάποια ύπαρξη δυσκολίας (Alghazo et al., 2010· Sterner et al., 2019· Baccaglini-Frank et al., 2020· Thai et al., 2021).

Αναλυτικότερα οι συμμετέχοντες της κάθε έρευνας ήταν:

Πίνακας 3: Συμμετέχοντες

Έρευνες	Δείγμα	Ηλικία δείγματος	Κατηγορία δείγματος
Van Luit & Schopman, 2000	N= 124	Προσχολική ηλικία	Σε κίνδυνο
Young-Loveridge, 2004	N= 106	Προσχολική ηλικία	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Aunio et al., 2005	N= 12	Προσχολική ηλικία	Χαμηλές επιδόσεις
Baroody et al., 2009	N= 80	Προσχολική ηλικία	Σε κίνδυνο
Räsänen et al., 2009	N= 60	Προσχολική ηλικία	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Alghazo et al., 2010	N=48	Προσχολική ηλικία	Χωρίς ύπαρξη δυσκολίας
Dyson et al., 2011	N= 121	Προσχολική ηλικία	Σε κίνδυνο
Bryant et al., 2011	N= 204	Πρώτη δημοτικού	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Sood & Jitendra, 2011	N= 101	Προσχολική ηλικία	Σε κίνδυνο
Jordan et al., 2012	N= 128	Προσχολική ηλικία	Σε κίνδυνο
Dyson et al., 2015	N= 126	Προσχολική ηλικία	Ειδικές Μαθησιακές

			Δυσκολίες
Hassing-Das et al., 2015	N= 124	Προσχολική ηλικία	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Salminen et al., 2015	N= 47	Προσχολική ηλικία	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Aragón-Mendizábal et al., 2017	N= 156	Προσχολική ηλικία	Χαμηλές επιδόσεις
Aunio & Mononen, 2017	N= 22	Προσχολική ηλικία	Χαμηλές επιδόσεις
Schacter & Jo, 2017	N= 378	Προσχολική ηλικία	Χαμηλές επιδόσεις
Sterner et al., 2019	N= 124	Προσχολική ηλικία	Χωρίς ύπαρξη δυσκολίας
Aunio et al., 2020	N= 267	Πρώτη δημοτικού	Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες
Baccaglini-Frank et al., 2020	N= 8	Προσχολική ηλικία	Χωρίς ύπαρξη δυσκολίας
Thai et al., 2021	N= 453	Προσχολική ηλικία	Χωρίς ύπαρξη δυσκολίας

3.3 Χαρακτηριστικά Παρεμβάσεων

Στον πίνακα 4 παρακάτω, παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των παρεμβάσεων δηλαδή η μέθοδος παρέμβασης (τεχνολογία ή πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης), η στοχευμένη δεξιότητα, η διάρκεια των παρεμβάσεων και η ύπαρξη αξιολογήσεων.

Πίνακας 4 : Χαρακτηριστικά παρεμβάσεων

Συγγραφέας	Μέθοδος	Δεξιότητα	Διάρκεια παρεμβάσεων	Αξιολόγηση
Van Luit & Schopman, 2000	Πολλαπλοί τρόποι	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	6 μήνες 2 ημίωρες συνεδρίες τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Young-Loveridge, 2004	Πολλαπλοί τρόποι	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	7 εβδομάδες 30 λεπτά καθημερινά	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Aunio et al., 2005	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	9 μήνες 30 λεπτά 2 φορές τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Baroody et al., 2009	Πολλαπλοί τρόποι και Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	8 εβδομάδες 20 με 30 λεπτά 3 φορές τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Räsänen et al., 2009	Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	3 εβδομάδες 10 με 15 λεπτά καθημερινά	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Alghazo et al.,	Πολλαπλοί	Δεξιότητες	4 μήνες	Πριν και μετά

2010	τρόποι και Τεχνολογία	μέτρησης		τη παρέμβαση με συνέντευξη
Dyson et al., 2011	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	8 εβδομάδες 30 λεπτά 3 μέρες τη βδομάδα	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Bryant et al., 2011	Πολλαπλοί τρόποι	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	19 εβδομάδες 25 λεπτά 4 μέρες τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Sood & Jitendra, 2011	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	4 εβδομάδες 60 λεπτά , 5 μέρες τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Jordan et al., 2012	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	8 εβδομάδες 30 λεπτά 3 μέρες τη βδομάδα	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Dyson et al., 2015	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	8 εβδομάδες 30 λεπτά	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Hassinger-Das et al., 2015	Πολλαπλοί τρόποι	Μαθηματικό λεξιλόγιο για την αίσθηση του αριθμού	8 εβδομάδες 30 λεπτά 3 μέρες τη βδομάδα	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Salminen et al., 2015	Τεχνολογία	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	6 εβδομάδες 3 ώρες τη μέρα τη μέρα 10 με 15 λεπτά στο ηλεκτρονικό παιχνίδι	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Aragón-Mendizábal et al., 2017	Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	35 συνεδρίες 30-35 λεπτά 3 φορές τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Aunio & Mononen, 2017	Τεχνολογία	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	3 εβδομάδες 15 λεπτά τη μέρα	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Schacter & Jo, 2017	Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	22 εβδομάδες για 10 λεπτά 2 μέρες τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Sterner et al., 2019	Πολλαπλοί τρόποι	Αίσθηση του αριθμού	10 εβδομάδες 30 λεπτά κάθε μέρα	Πριν και μετά τη παρέμβαση
Aunio et al., 2020	Πολλαπλοί τρόποι	Πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες	5 εβδομάδες 35-45 λεπτά	Πριν, μετά και καθυστερημένη
Baccaglini-Frank et al., 2020	Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	2 μήνες	Ανάλυση εργασιών
Thai et al., 2021	Τεχνολογία	Αίσθηση του αριθμού	12- 14 εβδομάδες 15 λεπτά 3 μέρες τη βδομάδα	Πριν και μετά τη παρέμβαση

Όλες οι έρευνες έχουν ως στόχο την βελτίωση των δεξιοτήτων της αίσθησης του αριθμού (Aunio et al., 2005 · Baroody et al., 2009 · Räsänen et al., 2009 · Dyson et al., 2011 · Sood & Jitendra, 2011 · Jordan et al., 2012 · Dyson et al., 2015 · Aragón-Mendizábal et al., 2017 · Schacter & Jo, 2017 · Sterner et al., 2019 · Baccaglini Frank et al., 2020 · Thai et al., 2021) ή αλλιώς των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων (Van Luit & Schopman, 2000 · Young-Loveridge, 2004 · Alghazo et al., 2010 · Bryant et al., 2011 · Salminen et al., 2015 · Aunio & Mononen, 2017 · Aunio et al., 2020) και μια έρευνα είχε ως στόχο την ενίσχυση του λεξιλογίου σχετικά με την αίσθηση του αριθμού (Hassinger-Das et al., 2015).

Σχετικά με τη χρονική διάρκεια των παρεμβάσεων υπάρχουν αρκετές διαφοροποιήσεις. Πιο αναλυτικά, στις 9 από τις 20 έρευνες η παρέμβαση κυμαίνονταν από 7 έως 14 βδομάδες, διάρκειας από 15 με 30 λεπτά (Young-Loveridge, 2004 · Baroody et al., 2009 · Dyson et al., 2011 · Jordan et al., 2012 · Dyson et al., 2015 · Hassinger-Das et al., 2015 · Sterner et al., 2019 · Baccaglini Frank et al., 2020 · Thai et al., 2021). Από την άλλη, αξιοσημείωτο είναι πως 6 από τις 20 έρευνες οι παρεμβάσεις διήρκεσαν 4 με 9 μήνες και η διάρκεια των παρεμβάσεων ήταν 10 ή 30 λεπτά για 2 μέρες την εβδομάδα (Van Luit & Schopman, 2000 · Aunio et al., 2005 · Alghazo et al., 2010 · Bryant et al., 2011 · Aragón-Mendizábal et al., 2017 · Schacter & Jo, 2017). Ακόμη, στις 5 έρευνες οι παρεμβάσεις υλοποιήθηκαν σε 3 με 6 εβδομάδες και οι περισσότερες σε διάρκεια 10 με 15 λεπτά (Räsänen et al., 2009 · Sood & Jitendra, 2011 · Salminen et al., 2015 · Aunio & Mononen, 2017 · Aunio et al., 2020).

Τέλος, στη πλειοψηφία των ερευνών υπήρχε έλεγχος των δεξιοτήτων πριν και μετά την παρέμβαση (Van Luit & Schopman, 2000 · Young-Loveridge, 2004 · Aunio et al., 2005 · Baroody et al., 2009 · Räsänen et al., 2009 · Bryant et al., 2011 · Sood & Jitendra, 2011 · Salminen et al., 2015 · Aragón-Mendizábal et al., 2017 · Schacter & Jo, 2017 · Sterner et al., 2019 · Thai et al., 2021), μάλιστα σε 6 έρευνες πραγματοποιήθηκε επιπλέον έλεγχος μετά από κάποιες βδομάδες (καθυστερημένη αξιολόγηση) (Dyson et al., 2011 · Jordan et al., 2012 · Dyson et al., 2015 · Hassinger-Das et al., 2015 · Aunio & Mononen, 2017 · Aunio et al., 2020). Μια έρευνα πραγματοποίησε μόνο ανάλυση των εργασιών των παιδιών (Baccaglini Frank et al.,

2020) και μια σύλλεξε τα δεδομένα με ατομικές συνεντεύξεις πριν και μετά την παρέμβαση (Alghazo et al., 2010).

3.4 Περιεχόμενο Μελετών

3.4.1 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες

Στα 7 άρθρα που ερευνούν τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού με ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες φαίνεται ότι τα παιδιά ανταποκρίθηκαν και έφεραν θετικά αποτελέσματα (Räsänen et al., 2009 · Salminen et al., 2015 · Aragón-Mendizábal et al., 2017 · Schacter & Jo, 2017 · Aunio & Mononen, 2017 · Baccaglini-Frank et al., 2020 · Thai et al., 2021). Τα 5 άρθρα είχαν σημαντικά στατιστικά αποτελέσματα με τις πειραματικές ομάδες να ξεπερνούν τις ομάδες ελέγχου στις βαθμολογίες και να βελτιώνουν την αίσθηση του αριθμού (Salminen et al., 2015 · Aragón-Mendizábal et al., 2017 · Schacter & Jo, 2017 · Aunio & Mononen, 2017 · Thai et al., 2021). Συγκεκριμένα, στην έρευνα της Salminen και των συνεργατών της (2015), η ομάδα με το πρόγραμμα Grapho Game Math βελτιώθηκε σημαντικά στην προφορική μέτρηση, την ευχέρεια μέτρησης κουκκίδων ενώ η ομάδα με το πρόγραμμα Number Race τη βασική αριθμητική. Αξιοσημείωτο είναι πως στην έρευνα των Schacter & Jo (2017) οι μαθητές με χαμηλά επιτεύγματα σημείωσαν μεγάλη πρόοδο στα μαθηματικά με το πρόγραμμα Math Shelf. Ακόμη, οι μαθητές με χαμηλά επιτεύγματα που χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα Lola's World στην έρευνα των Aunio & Mononen (2017) βελτίωσαν στατιστικά σημαντικά τις αποδόσεις τους στις πρώιμες αριθμητικές δεξιότητες. Επιπλέον, στην έρευνα των Baccaglini-Frank, Carotenuto και Sinclair (2020) μέσω του προγράμματος TouchCounts ,στις δύο εργασίες που ανατέθηκαν στα παιδιά, χρησιμοποίησαν διαφορετικές στρατηγικές και αύξησαν τις ικανότητές τους ως προς την αίσθηση του αριθμού. Οι Thai, Bang και Li (2022) σημειώνουν πως όσα περισσότερα παιχνίδια έπαιξαν οι μαθητές, τόσο μεγαλύτερα ήταν τα μαθησιακά κέρδη που βίωσαν με το πρόγραμμα My Math Academy. Τέλος, σε μια έρευνα όπου χρησιμοποιήθηκαν δύο προγράμματα, οι ομάδες παρέμβασης βελτίωσαν τις δεξιότητες τους στη σύγκριση αριθμών αλλά όχι στις υπόλοιπες δεξιότητες (λεκτική

μέτρηση, υποτιτοποίηση, την καταμέτρηση αντικειμένων, την αριθμητική, τη ταχεία σειριακή ονομασία)(Räsänen et al., 2009).

3.4.2 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης

Σχετικά με τις 11 έρευνες που ερευνούν τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης φαίνεται πως όλοι οι μαθητές των πειραματικών ομάδων ανταποκρίθηκαν θετικά στις παρεμβάσεις (Van Luit & Schopman, 2000 · Young-Loveridge, 2004 · Aunio et al., 2005 · Sood & Jitendra, 2011 · Dyson et al., 2011 · Bryant et al., 2011 · Jordan et al., 2012 · Dyson et al., 2015 · Hassinger-Das et al., 2015 · Sterner et al., 2019 · Aunio et al., 2020). Μάλιστα από αυτές τις 11 έρευνες οι 9 ανέδειξαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα (Van Luit & Schopman, 2000 · Young-Loveridge, 2004 · Bryant et al., 2011 · Dyson et al., 2011 · Sood & Jitendra, 2011 · Jordan et al., 2012 · Dyson et al., 2015 · Hassinger-Das et al., 2015 · Aunio et al., 2020). Στην έρευνα των Van Luit και Schopman (2000) η πειραματική ομάδα που συμμετείχε σε παρέμβαση με συγκεκριμένα υλικά, ημισυγκεκριμένα και αφηρημένα υλικά είχε στατιστικά σημαντικές διαφορές από την ομάδα σύγκρισης στις αριθμητικές δεξιότητες. Τα παιδιά, όμως, μπόρεσαν να μεταφέρουν τις γνώσεις τους σε νέα μαθηματικά προβλήματα όπως συνέβη και με την έρευνα της Aunio και των συνεργατών της (2005) που ενώ η πειραματική ομάδα βελτίωσε την απόδοσή ως προς την αίσθηση του αριθμού, τα παιδιά απέτυχαν να μεταφέρουν τις γνώσεις τους σε άλλο πλαίσιο και η διαφορά μεταξύ των ομάδων εξαλείφτηκε μετά από έξι μήνες. Στην έρευνα της Young-Loveridge (2004) η πειραματική ομάδα που αποτελούνταν από παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες και ασχολήθηκαν με αριθμητικά παιχνίδια και βιβλία έφερε στατιστικά σημαντικά καλύτερα κέρδη στην αριθμητική από ότι η ομάδα ελέγχου αλλά τα αποτελέσματα μειώθηκαν με το πέρας του χρόνου. Στην ίδια περίπου γραμμή, η έρευνα της Hassinger-Das και των συνεργατών της (2015) ανέδειξε πως η ομάδα παρέμβασης με το μαθηματικό λεξιλόγιο ξεπέρασε σημαντικά τις άλλες ομάδες μόνο στο μέτρο του μαθηματικού λεξιλογίου και όχι στα γενικά μαθηματικά, υποδηλώνοντας την ανάγκη παροχής του λεξιλογίου των μαθηματικών μαζί με πιο εντατική διδασκαλία στις έννοιες αριθμών. Η μελέτη όμως δεν περιλάμβανε τυποποιημένα μαθηματικά

μέτρα. Σε 5 έρευνες που έγιναν δυο αξιολογήσεις μετά την παρέμβαση, μια αμέσως μετά και μια μετά από κάποιο διάστημα, τα θετικά αποτελέσματα παρέμειναν (Sood & Jitendra, 2011 · Dyson et al., 2011 · Jordan et al., 2012 · Aunio et al., 2020) μέχρι και 9 μήνες αργότερα (Sterner et al., 2019).

3.4.3 Ανταπόκριση των μαθητών στη διδασκαλία με συνδυασμό ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης

Στην πρώτη έρευνα των Baroody, Eiland και Thompson (2009), η παρέμβαση αποτελούνταν από δύο φάσεις, στη πρώτη οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν ένα πρόγραμμα σπουδών που βασίζεται σε χειραπτικά αντικείμενα και παιχνίδι για την προώθηση της εκμάθησης της νοητικής αριθμητικής και στη δεύτερη φάση χρησιμοποίησαν τέσσερις διαφορετικές υποστηριζόμενες από υπολογιστή συνθήκες για την ενίσχυση γνώσης των απλούστερων συνδυασμών προσθήκης και της ικανότητας εκτίμησης. Τελικά φάνηκε πως η παρέμβαση αυτή έφερε υψηλά αποτελέσματα στην αίσθηση του αριθμού και μάλιστα μαθητές με χαμηλά επιτεύγματα βελτιώθηκαν. Στην δεύτερη έρευνα των Alghazo, Alsawaie και Al-Awidi (2010), η πειραματική ομάδα εκπαιδεύτηκε με τη χρήση τεχνολογιών και χειραπτικών υλικών και η ομάδα ελέγχου με παραδοσιακό τρόπο. Μετά από ατομικές συνεντεύξεις, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δυο ομάδες βελτίωσαν τις αριθμητικές τους δεξιότητες αλλά η πειραματική ομάδα ξεπέρασε την ομάδα ελέγχου στις υπόλοιπες δεξιότητες (σύγκριση ποσοτήτων, αντίστροφη μέτρηση, αριθμός πριν, αριθμός μετά και παράλειψη μέτρησης).

3.4.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία

Τα πλεονεκτήματα κατά την εφαρμογή ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία είναι ότι παρουσιάζονται αυστηρά ελεγχόμενα ερεθίσματα με διασκεδαστική μορφή (Räsänen et al., 2009) Σε μια τέτοια διδασκαλία περιλαμβάνονται σαφείς οδηγίες, ταυτόχρονη εκπαίδευση τόσο για έννοιες όσο και για συγκεκριμένες λειτουργίες, άμεση και συνεχής ανατροφοδότηση, συνεχής αξιολόγηση (Salminen et al., 2015), παρέχονται πολλές

επαναλήψεις για μάθηση (Räsänen et al., 2009) αλλά και ρητή και δομημένη διδασκαλία (Aunio & Mononen, 2017). Αντίθετα, παιχνίδια όπως το TouchCounts που είναι ένα ανοιχτό πρόγραμμα ωθεί την εξερεύνηση και εργασία ανοιχτού τύπου με αποτέλεσμα να υπάρχουν πολλές διαφορετικές στρατηγικές λύσης και εμβαθύνουν τη μάθηση των παιδιών (Baccaglini Frank et al., 2020). Η διαφοροποίηση της παρουσίασης του υλικού με χρήση κειμένου, ήχου και γραφικών αυξάνει την αλληλεπίδραση των παιδιών με το μάθημα (Alghazo et al., 2010). Σημαντικό είναι ότι όλα τα προγράμματα μέσω τεχνολογιών δίνουν κίνητρα στους μαθητές (Aunio & Mononen, 2017 · Salminen et al., 2015), αυξάνουν την αυτοπεποίθησή τους (Thai et al., 2021), είναι ευρέως διαθέσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε βρίσκονται στη τάξη είτε στο σχολείο (Thai et al., 2021). Ακόμη, ο κάθε μαθητής μαθαίνει με διαφορετικό ρυθμό, κάποιιοι χρειάζονται επιπλέον εξάσκηση και διδασκαλία. Μια εφαρμογή, λοιπόν, μπορεί να συλλέγει τα δεδομένα μάθησης των μαθητών και να τα στέλνει στις συσκευές των καθηγητών με σκοπό την ανάπτυξη κατάλληλων διδασκαλιών (Schacter & Jo, 2017). Επίσης, μπορεί να συνδυαστεί η χρήση χειραπτικών υλικών και τεχνολογιών ώστε η παρουσίαση των εννοιών να γίνεται πρώτα με συγκεκριμένα αντικείμενα και αριθμητικά σύμβολα με συνέπεια τα παιδιά να συνδέσουν τις προφορικές με τις γραπτές αναπαραστάσεις όπως στο πρόγραμμα Number Race, (Salminen et al., 2015). Με άλλα λόγια, η χρήση τους δεν αντικαθιστά την εκπαίδευση πρόσωπο με πρόσωπο αλλά συμβάλλει στη βελτίωση της απόδοσης των μαθητών που κινδυνεύουν για ειδικές μαθησιακές δυσκολίες (Aragón-Mendizábal et al., 2017).

Από την άλλη, η δομή και τα χαρακτηριστικά του κάθε παιχνιδιού έχει διαφορετικές επιδράσεις και οι προγραμματιστές θα πρέπει να επικεντρωθούν προσεκτικά στις συνεκτικές αρχές (Salminen et al., 2015). Επίσης, υπάρχει έλλειψη εκπαίδευσης των καθηγητών σχετικά με τις νέες τεχνολογίες, έλλειψη υποστήριξης αλλά και έλλειψη ποιοτικού περιεχομένου (Schacter & Jo, 2017). Ακόμη, κάποια παιδιά δεν έχουν παρόμοιες εμπειρίες με την τεχνολογία, ειδικά τα παιδιά εκείνα που προέρχονται από οικογένειες χαμηλού εισοδήματος (Aunio & Mononen, 2017). Επιπλέον, σε κάποια προγράμματα οι μεγαλύτερες επιπτώσεις αφορούν μαθητές που έχουν από πριν κάποιες βασικές γνώσεις της αίσθησης του αριθμού, άρα τα

παιδιά με χαμηλό επίπεδο μαθηματικών θα πρέπει να ενισχύεται η διδασκαλία τους και με εκπαιδευτικά υλικά (Thai et al., 2021).

3.4.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κατά την εφαρμογή πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία

Σχετικά με την εφαρμογή πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης, μερικά από τα πλεονεκτήματα σύμφωνα με τη βιβλιογραφία είναι η στοχευμένη διδασκαλία δεξιοτήτων (Baroody et al., 2009; Dyson et al., 2015), η ρητή διδασκαλία μικρής ομάδας μαθητών (Aunio et al., 2020), η προσαρμοστικότητα της εκπαιδευτικής μεθοδολογίας για το κάθε παιδί ατομικά, η ποικιλία των εκπαιδευτικών υλικών, η καταλληλότητα για μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Van Luit & Schorpan, 2000) και οι προσεκτικά διαδοχικές δραστηριότητες (Sood & Jitendra, 2011). Στα ευνοϊκά αποτελέσματα συμβάλλουν η χρήση αυθεντικών αντικειμένων, το περιεχόμενο της παρέμβασης και η συνεργατική μάθηση (Young-Loveridge, 2004). Επιπρόσθετα, η χρήση πολλαπλών οπτικών αναπαραστάσεων στα προσεκτικά κατασκευασμένα προβλήματα βοηθάει τα παιδιά στην πιο εύκολη επίλυση των προβλημάτων (Bryant et al., 2011; Dyson et al., 2011). Ένα πρόγραμμα με πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης ενθαρρύνει τον λεκτικό συλλογισμό ενώ υποστηρίζει την οπτική μνήμη εργασίας μέσω της δράσης με φυσικά αντικείμενα (Sterner et al., 2019). Τέλος, στα πλεονεκτήματα προστίθενται η ταξινόμηση των εργασιών από εύκολες σε δύσκολες, η εστίαση στο θέμα και η χρήση της ακολουθίας συγκεκριμένο-αναπαραστατικό-αφηρημένο (Aunio et al., 2020).

Όμως, σε μια πολυσυστατική παρέμβαση, μπορεί να γίνει μόνο υπόθεση για ποια από τις συνιστώσες επηρέασαν τα αποτελέσματα των μαθητών (Sood & Jitendra, 2011). Επίσης, κάποιες από τις παρεμβάσεις των ερευνών που μελετήθηκαν, χρησιμοποίησαν παιχνίδια, όμως, λόγω της τύχης στα παιχνίδια, δεν είναι δυνατός ο έλεγχος όλων των πτυχών της παρέμβασης, αλλά αυτό μπορεί να είναι και θετικό χαρακτηριστικό καθώς δίνει στα παιδιά μεγαλύτερη αίσθηση ελέγχου του παιχνιδιού (Young-Loveridge, 2004).

Γενικότερα, οι κατάλληλες οδηγίες και η σοφή χρήση του υπολογιστή σε συνδυασμό με τα χειραπτικά υλικά μπορούν να αυξήσουν την απόδοση των μαθητών στα μαθηματικά (Alghazo et al., 2010).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Συζήτηση – Συμπεράσματα – Προτάσεις

4.1 Συζήτηση

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει τον ρόλο των τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και για τον λόγο αυτό μελετήθηκαν διεξοδικά 20 έρευνες. Το παρόν κεφάλαιο, περιλαμβάνει τη συζήτηση των αποτελεσμάτων και τον σχολιασμό των ευρημάτων από τις έρευνες που αναλύθηκαν. Στη συνέχεια, απαντώνται τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας και παρουσιάζονται οι εκπαιδευτικές προτάσεις σχετικά με το θέμα.

Αρχικά, ως προς τα μεθοδολογικά στοιχεία και ως προς τον στόχο των ερευνών, η πλειοψηφία είχε ως στόχο την βελτίωση της αίσθησης του αριθμού και οι υπόλοιπες την βελτίωση των πρώιμων αριθμητικών δεξιοτήτων. Σχετικά με το δείγμα, στη πλειοψηφία των ερευνών που αναλύθηκαν, δηλαδή το 80%, οι συμμετέχοντες αποτελούσαν παιδιά προσχολικής ηλικίας που παρουσίαζαν Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά ή κινδύνευαν να αποκτήσουν ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, ενώ ορισμένοι ήταν παιδιά προσχολικής ηλικίας χωρίς κάποια ύπαρξη δυσκολίας. Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν συμπληρωματικά 2 άρθρα με μαθητές πρώτης τάξης δημοτικού με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες καθώς δεν υπήρχε μεγάλο εύρος στις βιβλιογραφικές πηγές. Το 60% περίπου των ερευνών χρησιμοποίησαν πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την βελτίωση της αίσθησης του αριθμού και περίπου το 40% χρησιμοποίησε ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες στη διδασκαλία. Μάλιστα από τα ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες, σε 4 άρθρα χρησιμοποίησαν παιχνίδια στον υπολογιστή, σε 3 άρθρα προγράμματα στον υπολογιστή και σε 2 άρθρα εφαρμογή(application) σε iPad. Παρατηρείται, πως υπήρχαν πολλές διαφοροποιήσεις στη χρονική διάρκεια των παρεμβάσεων, με τις περισσότερες από αυτές να κυμαίνονται από 7 έως 14 βδομάδες, διάρκειας 15 με 30 λεπτά. Τέλος, περίπου το 90% των ερευνών χρησιμοποίησε εργαλεία για την αξιολόγηση των δεξιοτήτων των μαθητών πριν και μετά την παρέμβαση.

Με βάση τη πλειονότητα των ερευνών, που είτε χρησιμοποίησαν ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες είτε πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης ξεχωριστά ή σε συνδυασμό, προκύπτει ότι η αίσθηση του αριθμού, αν και είναι μια σύνθετη κατασκευή, βελτιώνεται (Frye et al., 2013 · Jordan et al., 2007 · Jordan, Rinne & Hansen, 2019).

Σε όλες τις έρευνες, οι μαθητές που συμμετείχαν στις πειραματικές ομάδες των ερευνών και χρησιμοποίησαν νέες τεχνολογίες για τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού ανταποκρίθηκαν θετικά και βελτίωσαν τις αποδόσεις τους ακόμα και οι μαθητές με χαμηλά επιτεύγματα ή ειδικές μαθησιακές. Αυτά τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τα ευρήματα πολλών προηγούμενων μελετών που αποκάλυψαν τα πλεονεκτήματα της χρήσης του υπολογιστή στην εκπαίδευση (Baccaglioni Frank, Carotenuto & Sinclair, 2020 · Outhwaite, Faulder, Gulliford & Pitchford, 2019 · Kermani, 2017 · Young, Gorumek & Hamilton, 2018 · Liu, Toki & Pange, 2014 · Li & Ma, 2010 · Vernadakis, Avgerinos, Tsitskari, & Zachoroulou, 2005). Μέσα από μετά αναλύσεις φαίνεται ότι οι παρεμβάσεις με τη βοήθεια της τεχνολογίας έχουν θετική επιρροή στους μαθητές προσχολικής ηλικίας με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες (Benavides-Varela et al., 2020 · Li & Ma, 2010). Στη συστηματική ανασκόπηση των Behnamnia, Kamsin, Ismail και Hayati (2022) φαίνεται μέσα από την ανάλυση 37 άρθρων πως τα ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια έχουν θετική επίδραση στους μαθητές προσχολικής ηλικίας σε κάποιο βαθμό, οι μαθησιακές εμπειρίες και το κίνητρο για μάθηση αυξήθηκαν κι αυτό χάρη στην απλοποίηση των εννοιών με την βοήθεια οπτικά ελκυστικών περιβαλλόντων χωρίς άγχος για τα παιδιά. Αντίθετα, η μετά ανάλυση της Malofeeva (2005) υποδεικνύει πως η τεχνολογία είναι λιγότερο αποτελεσματική από τον δάσκαλο αλλά αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται στο ότι η μετά ανάλυσή της περιείχε μόνο τρία άρθρα που αφορούσαν τη διδασκαλία μέσω της τεχνολογίας. Φαίνεται, λοιπόν, ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας ανταποκρίνονται θετικά στην διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού μέσω των νέων τεχνολογιών (Baccaglioni Frank, Carotenuto & Sinclair ,2020) αλλά και οι μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες (Ok, Bryant & Bryant, 2019) κι αυτό μάλλον οφείλεται στον ενδιαφέρον σχεδιασμό τους.

Ομοίως, όλοι οι μαθητές που συμμετείχαν στις πειραματικές ομάδες των ερευνών που χρησιμοποίησαν πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για τη διδασκαλία ανταποκρίθηκαν και έδειξαν πρόοδο ως προς τις δεξιότητες της αίσθησης του αριθμού. Το αποτέλεσμα αυτό είναι στην ίδια γραμμή με αρκετές έρευνες που υποστηρίζουν την χρήση χειραπτικών υλικών (Peltier et al.,2019 · Jimenez & Stanger, 2017 · Fyfe, McNeil, Son & Goldstone,2014), όπως και το αποτέλεσμα των Bouck και Park (2018), οι οποίοι στη συστηματική ανασκόπησή τους εξέτασαν 36 άρθρα που αφορούσαν τα χειραπτικά υλικά στα μαθηματικά για μαθητές με αναπηρίες και αναδείχτηκαν αποτελεσματικά για την βελτίωση των μαθητών. Στη μετά ανάλυση των Carbonneau, Marley και Selig (2013) φαίνεται ότι η χρήση χειραπτικών υλικών στη διδασκαλία των μαθηματικών παράγει ένα μικρό έως μεσαίου μεγέθους αποτέλεσμα στη μάθηση των μαθητών ηλικίας 3 με 6 χρονών σε σύγκριση με τη διδασκαλία που χρησιμοποιεί αφηρημένα σύμβολα και μόνο. Ωστόσο, αυτό το αποτέλεσμα εξαρτάται από άλλες διδακτικές μεταβλητές. Επιπλέον, οι Bouck, Satsangi και Park (2017) βρήκαν συγκεκριμένα για την ακολουθία συγκεκριμένο- αναπαραστατικό- αφηρημένο πως είναι αποτελεσματική για τους μαθητές με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Επομένως, εφόσον τα παιδιά προσχολικής ηλικίας για να εμπεδώσουν τις έννοιες των μαθηματικών χρειάζονται πρώτα συγκριμένες, πρακτικές εμπειρίες (Marshall, 2007) οι πολλαπλοί τρόποι αναπαράστασης της γνώσης θεωρούνται κατάλληλοι και αξιόπιστοι.

Οι εκπαιδευτικοί για μια ειδικά σχεδιασμένη διδασκαλία για τους μαθητές με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν να ενσωματώσουν σε αυτή τη τεχνολογία, στρατηγικές με ενεργή συμμετοχή και ανατροφοδότηση (Gerzel-Short & Hedin, 2021). Όπως αναφέρουν και οι Mononen, Aunio, Koronen και Aro (2015) τα παιδιά με Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες έδειξαν πρόοδο όταν η διδασκαλία περιλάμβανε ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα διδακτικά χαρακτηριστικά: ρητή διδασκαλία, διδασκαλία μέσω συνομήλικους, ακολουθία συγκεκριμένο-αναπαραστατικό-αφηρημένο, υποστήριξη τεχνολογίας ή παιχνίδια. Αυτό ίσως οφείλεται στο ότι τα εικονικά αντικείμενα γεφυρώνουν την εννοιολογική κατανόηση με το αφηρημένο (Hunt, Nirper & Nash, 2011). Σημασία έχει να γίνεται κατάλληλη

χρήση των αντικειμένων είτε αυτά είναι φυσικά, είτε εικονικά, είτε ψηφιακά, αφού δεν συνεπάγεται πως το ένα είδος είναι καλύτερο από το άλλο (Gopinath & Muthaiah, 2015).

Στις έρευνες που αναλύθηκαν δεν είχαν ως στόχο τον προσδιορισμό των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης, επομένως διαμέσου των συζητήσεων των ερευνητών βρέθηκαν τα εξής:

Κάποια από τα πλεονεκτήματα των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών είναι:

- η ρητή και δομημένη διδασκαλία
- οι σαφείς οδηγίες
- η συνεχής ανατροφοδότηση και η αξιολόγηση
- η παροχή πολλών επαναλήψεων
- τα γραφικά
- η διασκεδαστική μορφή
- τα κίνητρα
- η διαθεσιμότητά τους
- η χρήση τους μπορεί να γίνει στο σχολείο ή στη τάξη
- η καταγραφή των δεδομένων της μάθησης

Παρακάτω αναφέρονται παρόμοια ευρήματα από άλλους ερευνητές. Στα πλεονεκτήματα των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών είναι ο σχεδιασμός των ψηφιακών παιχνιδιών δηλαδή, η ανατροφοδότηση, οι απεριόριστες προσπάθειες για την εύρεση της απάντησης, οι υποδείξεις και η διαβάθμιση δυσκολίας του παιχνιδιού (Moyer et al., 2005) και αυτά κατά συνέπεια επιτρέπουν στα παιδιά να βελτιώσουν καλύτερα τις στρατηγικές τους. Συγκεκριμένα για την άμεση ανατροφοδότηση που προσφέρουν τα ψηφιακά μέσα, οι μαθητές δεν παραβλέπουν τις συνέπειες των πράξεων τους σε αντίθεση με τα χειραπτικά αντικείμενα που συνήθως η ανατροφοδότηση απουσιάζει (Moyer et al., 2005 · Sarama & Clements, 2009). Επιπλέον, τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες παρέχουν κίνητρα για ενασχόληση των μαθητών στη διδασκαλία αφού έχοντας διασκεδαστική μορφή,

αυξάνουν το ενδιαφέρον των παιδιών και κατά συνέπεια διατηρούν την προσοχή τους και διευρύνεται η ενασχόλησή (Moyer & Westenskow, 2013). Ακόμη, οι υπολογιστές δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να καταγράφουν τις πράξεις τους ώστε να μπορούν να τις επαναλαμβάνουν, να τις αλλάζουν και να αναστοχάζονται (Sarama & Clements, 2009). Επιπλέον, είναι πλεονέκτημα ότι οι συσκευές μπορούν να μετακινηθούν εύκολα και είναι οικονομικές (Flewitt, Messer, & Kucirkova, 2015). Τέλος, η χρήση των νέων τεχνολογιών μαζί με άλλες αναπαραστάσεις επιτρέπουν τους μαθητές να συνδέσουν και να αλληλεπιδράσουν με πολλαπλές έννοιες (Moyer & Westenskow, 2013) και να συνδέσουν τα χειραπτικά αντικείμενα με τα σύμβολα (Sarama & Clements, 2009).

Ενώ κάποια από τα μειονεκτήματα είναι:

- οι διαφορετικές επιδράσεις
- η ελλιπής κατάρτιση των καθηγητών
- η έλλειψη υποστήριξης
- οι ανεπαρκείς εμπειρίες παιδιών

Η ελλιπής κατάρτιση των καθηγητών και η έλλειψη υποστήριξης φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση, αφού αν οι εκπαιδευτικοί δεν ξέρουν να χρησιμοποιήσουν τις νέες τεχνολογίες στις τάξεις και δεν ενθαρρύνονται τότε δεν θα μπορέσουν να ενσωματώσουν την τεχνολογία στη διδασκαλία τους (Blackwell, Lauricella & Wartella, 2014). Στην Ελλάδα, υπάρχει ανεπαρκής εξοπλισμός (Liu, Toki, & Pange, 2014). Πρόσφατα μάλιστα, σε έρευνα της Νικολοπούλου (2021) οι εκπαιδευτικοί στην Ελλάδα αν και συμφωνούσαν με τα οφέλη των νέων τεχνολογιών στην διευκόλυνση της εκπαιδευτικής διαδικασίας, ανέφεραν πως υπάρχουν έλλειψη εξοπλισμού/πόρων, περιορισμένες ευκαιρίες κατάρτισης και έλλειψη χρηματοδότησης. Η έλλειψη πόρων και η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών αναφέρεται και στην έρευνα των Eleftheriadi, Lavidas και Komis (2021). Έτσι, αν σε ένα σχολείο υπάρχει έλλειψη πόρων τότε είναι πιθανόν οι μαθητές να μην έχουν πολλές εμπειρίες στη χρήση τεχνολογιών και οι μαθητές που έχουν εκτεθεί περισσότερο στη χρήση νέων τεχνολογιών να έχουν μεγαλύτερη ευκολία (Kabel, Hwang & Hwang, 2021). Επομένως, θα πρέπει οι μαθητές να εκπαιδευτούν πρώτα ως προς τη χρήση των νέων τεχνολογιών και έπειτα να τις χρησιμοποιήσουν ως

εργαλείο στην διδασκαλία. Τέλος, οι Papadakis, Kalogiannakis και Zaranis (2017) στη συστηματική τους ανασκόπηση αναφέρουν συγκεκριμένα για τις εφαρμογές Android Google Play στην Ελλάδα ότι απουσιάζει ο σαφής εκπαιδευτικός στόχος που συνάδει με τις αναπτυξιακές ανάγκες της προσχολικής ηλικίας. Τα παιδιά αλληλεπιδρούν με διαφορετικούς τρόπους με την τεχνολογία για αυτό αν τα χαρακτηριστικά των ψηφιακών παιχνιδιών είναι περιορισμένα ή εστιάζουν σε έναν μόνο τύπο μαθηματικής αναπαράστασης τότε θα έχουν αρνητικά αποτελέσματα (Moyer et al., 2005).

Τα πλεονεκτήματα των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης είναι:

- η στοχευμένη διδασκαλία δεξιοτήτων
- η ρητή διδασκαλία μικρής ομάδας μαθητών
- η προσαρμοστικότητα της διδασκαλίας με τις ανάγκες του κάθε μαθητή
- η ποικιλία των εκπαιδευτικών υλικών
- οι διαδοχικές δραστηριότητες
- η συνεργατική μάθηση
- η ακολουθία συγκεκριμένο-αναπαραστατικό-αφηρημένο

Παρόμοια άλλες έρευνες αναφέρουν πως η ρητή διδασκαλία σε μικρές ομάδες έχει θετικό αποτέλεσμα στα παιδιά προσχολικής ηλικίας με δυσκολίες στην πρώιμη αριθμητική και συγκεκριμένα στην αίσθηση του αριθμού (Clarke et al., 2016; Jordan et al., 2012). Αυτό πιθανότατα συμβαίνει γιατί οι εκπαιδευτικοί έχουν την ευκαιρία να δώσουν μεγαλύτερη προσοχή στις ατομικές ανάγκες κάθε παιδιού ώστε να το καθοδηγήσουν και να το παρέχουν ανατροφοδότηση (Mononen, Aunio, Koronen & Aro, 2015). Όσον αφορά την ακολουθία συγκεκριμένο-αναπαραστατικό-αφηρημένο, η σταδιακή εξασθένιση από τα συγκεκριμένα αντικείμενα σε πιο αφηρημένα σύμβολα, έχει το πλεονέκτημα να βοηθάει τους μαθητές να αποκτήσουν μια πλούσια, θεμελιωμένη κατανόηση των εννοιών που βασίζονται σε ουσιαστικά σενάρια (Fyfe, McNeil, Son, & Goldstone, 2014). Ακόμη, η ακολουθία αυτή, έχει το πλεονέκτημα να παρέχει στους μαθητές πολλαπλές ευκαιρίες να αποκτήσουν μαθηματικές δεξιότητες μέσω πολλών και διαφόρων μορφών μάθησης

(Witzel, Riccomini & Schneider, 2008) και έτσι να επωφελούνται και οι μαθητές με διάφορες μαθησιακές προτιμήσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ενασχόληση τους (Oberer, 2003). Το εκπαιδευτικό πλαίσιο αυτής της ακολουθίας χρησιμοποιεί τη ρητή διδασκαλία η οποία συνίσταται για μαθητές που δυσκολεύονται με τα μαθηματικά (Bouck, Satsangi & Park, 2017) αφού βοηθάει τους μαθητές στην εννοιολογική γνώση, παρέχοντάς τους τις εμπειρίες που χρειάζονται για να κατανοήσουν τους αριθμούς και τις πράξεις χρησιμοποιώντας αντικείμενα, εικόνες και σχέδια (Hinton & Flores, 2019). Στη ρητή διδασκαλία ο εκπαιδευτικός μοντελοποιεί τη μαθηματική έννοια, καθοδηγεί τους μαθητές και τέλος τους αφήνει ανεξάρτητους να επιλύσουν τα προβλήματα (Bouck, Satsangi, & Park, 2017 · Gibbs, Hinton & Flores, 2017).

Τα μειονεκτήματα των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης είναι:

- σε μια πολυστατική παρέμβαση δεν γίνονται αντιληπτές οι συνιστώσες που επηρεάζουν τα παιδιά
- μη έλεγχος όλων των πτυχών της παρέμβασης

Στη μετά - ανάλυση των Carbonneau, Marley και Selig (2013) αναφέρεται πως τα χειραπτικά αντικείμενα δεν είναι και τόσο αποτελεσματικά στα μικρότερα παιδιά κι αυτό πιθανότατα συμβαίνει γιατί δυσκολεύονται να συνδέσουν το αντικείμενο με τη μαθηματική έννοια. Ιδιαίτερα, το αυτοκατευθυνόμενο παιχνίδι με ένα αντικείμενο που προορίζεται να χρησιμεύσει ως σύμβολο, μπορεί να επηρεάσει την κατανόηση για αυτό το λόγο πρέπει να υπάρχει καθοδήγηση του δασκάλου (Sarama & Clements, 2016). Επομένως, οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τις δομικές ομοιότητες μεταξύ οποιασδήποτε αναπαράστασης για να χρησιμοποιήσουν τα αντικείμενα ως εργαλεία σκέψης.

4.2 Συμπεράσματα

Η αίσθηση του αριθμού αποτελεί μία από τις βασικές μαθηματικές δεξιότητες και η ελλιπής κατάκτησή της έχει πολύ αρνητικές επιπτώσεις στη μαθηματική ανάπτυξη (Geary, et al., 2009 · Gersten et al., 2005). Μετά την ανάλυση των 20

άρθρων φαίνεται ότι η αίσθηση του αριθμού των μαθητών προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες βελτιώνεται. Ξεκινώντας από το πρώτο ερευνητικό ερώτημα της εργασίας, «Σε ποιον βαθμό μπορεί να αναπτυχθεί η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες;», απαντάται πως η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες μπορεί να αναπτυχθεί σε στατιστικά σημαντικό αριθμό. Από το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, «Ποια πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα έχουν επισημανθεί κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες;», διεξάγεται ότι κάποια από τα πλεονεκτήματα κατά την εφαρμογή της διδασκαλίας που χρησιμοποιεί ψηφιακά μέσα και νέες τεχνολογίες είναι: η ρητή και δομημένη τεχνολογία, οι σαφείς οδηγίες, η ανατροφοδότηση και αξιολόγηση, η παροχή επαναλήψεων, τα γραφικά και η διασκεδαστική μορφή, τα κίνητρα, η διαθεσιμότητα τους, η καταγραφή των δεδομένων και κάποια από τα μειονεκτήματα είναι : οι διαφορετικές επιδράσεις, η ελλιπής κατάρτιση των καθηγητών, η έλλειψη υποστήριξης και πόρων και οι ανεπαρκείς εμπειρίες των παιδιών. Συνεχίζοντας με το τρίτο ερευνητικό ερώτημα, «Σε ποιον βαθμό μπορεί να αναπτυχθεί η αίσθηση του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες διαμέσου διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης;» οι μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες μπορούν να αναπτύξουν σε σημαντικό βαθμό την αίσθηση του αριθμού διαμέσου της διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης. Ως προς το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, «Ποια πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα έχουν επισημανθεί κατά την εφαρμογή διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες;», κάποια από τα πλεονεκτήματα της διδασκαλίας που χρησιμοποιεί πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού είναι: η στοχευμένη διδασκαλία δεξιοτήτων, η ρητή διδασκαλία μικρής ομάδας μαθητών, η

προσαρμοστικότητα της διδασκαλίας με τις ανάγκες του κάθε μαθητή, η ποικιλία των εκπαιδευτικών υλικών, οι διαδοχικές δραστηριότητες, η συνεργατική μάθηση και η ακολουθία συγκεκριμένο-αναπαραστατικό-αφηρημένο ενώ κάποια από τα μειονεκτήματα είναι ότι: σε μια πολυστατική παρέμβαση δεν γίνονται αντιληπτές οι συνιστώσες που επηρεάζουν τα παιδιά και ο μη έλεγχος όλων των πτυχών της παρέμβασης. Τέλος, σχετικά με το πέμπτο ερευνητικό ερώτημα, «Κατά την υλοποίηση διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες υπερτερεί η χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή η χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης;» φαίνεται μέσα από την παρούσα εργασία πως κατά την υλοποίηση διδασκαλίας για την ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες δεν υπερτερεί η χρήση ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών ή η χρήση πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης, αντιθέτως, η χρήση και των δύο μαζί μπορεί να φέρει θετικά αποτελέσματα όπως και έγινε στις δύο από τις έρευνες που μελετήθηκαν (Alghazo, Alsawaie & Al-Awidi, 2010 · Baroody, Eiland & Thompson, 2009). Κάνοντας μια σύγκριση των δύο τύπων διδασκαλίας με όσα αναφέρθηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια, τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες χάρη στον σχεδιασμό τους δίνουν κίνητρα στα παιδιά και βελτιώνουν τις επιδόσεις τους από την άλλη σχετικά με τους πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης φέρνουν θετικά αποτελέσματα καθώς η ακολουθία συγκεκριμένο- αναπαραστατικό- συγκεκριμένο είναι πολύ αποτελεσματική αλλά πρέπει να γίνεται και η σωστή χρήση αντικειμένων στο κάθε στάδιο. Επομένως, τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες αν και έχουν διαφορές ως προς τη χρήση τους με τους πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης στην εκπαιδευτική διαδικασία, φαίνεται πως ο συνδυασμός τους μπορεί να προσφέρει θετικά αποτελέσματα. Τα ψηφιακά μέσα και οι νέες τεχνολογίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικά μέσα συμπληρωματικά με τους πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της γνώσης ώστε οι μαθητές να μπορούν να διευκολυνθούν στις μεταβιβάσεις μεταξύ διαφορετικών αναπαραστάσεων. Άλλωστε, οι διαφορετικοί τύποι διδακτικών όπως ρητή διδασκαλία, διδασκαλία μέσω υπολογιστή, παιχνιδιού ή χρήση της ακολουθίας συγκεκριμένο - αναπαραστατικό - αφηρημένο βελτιώνουν τις αποδόσεις των μαθηματικών

(Mononen, Aunio, Koronen & Aro, 2015). Τα χειραπτικά αντικείμενα σε συνδυασμό με τα ψηφιακά όταν χρησιμοποιούνται σε ολοκληρωμένα, καλά σχεδιασμένα, εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (Sarama & Clements, 2009) με κατάλληλες οδηγίες (Alghazo et al., 2010) μπορούν να αυξήσουν την απόδοση των μαθητών στα μαθηματικά.

4.3 Περιορισμοί έρευνας

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας υπόκεινται σε ορισμένους περιορισμούς. Αρχικά, το δείγμα των μαθητών σε κάθε έρευνα δεν ήταν σταθερό, σε κάποιες έρευνες το δείγμα αποτελούνταν από έναν ικανοποιητικό αριθμό αλλά σε κάποιες από αρκετά μικρό. Επίσης, υπήρχε μια ανομοιομορφία ως προς την ηλικία και την κατηγορία χρηστών του δείγματος. Δηλαδή, οι συμμετέχοντες ήταν είτε μαθητές νηπιαγωγείου είτε μαθητές πρώτων τάξεων του δημοτικού, άλλοι με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες, άλλοι βρίσκονταν στον κίνδυνο μαθησιακών δυσκολιών και άλλοι δεν διέτρεχαν κανένα κίνδυνο με αποτέλεσμα την αδυναμία διεξαγωγής σίγουρων συμπερασμάτων. Αυτά συνέβησαν γιατί ήταν δύσκολη η εύρεση άρθρων στην αρθρογραφία με τόσο συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ένας τελευταίος περιορισμός είναι ότι οι μελέτες που αναλύθηκαν επεκτείνονται χρονικά από το 2000 έως το 2021, οπότε κάποιες από αυτές μπορεί να μην ανταποκρίνονται στις σύγχρονες προϋποθέσεις.

4.4 Εκπαιδευτικές επιπτώσεις

Παρά τους παραπάνω περιορισμούς, μπορεί να σχηματιστεί μια εικόνα για την χρήση των ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού σε μαθητές προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και να παρατεθούν κάποιες ενδεχόμενες εκπαιδευτικές επιπτώσεις. Αυτή η έρευνα καταδεικνύει ότι η πρώιμη παρέμβαση στα μαθηματικά είναι ευεργετική για μικρά παιδιά με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες. Επίσης, μέσα από την έρευνα αναδείχθηκε η σημαντικότητα της αίσθησης του αριθμού και έγινε σύγκριση της διδασκαλίας με τη βοήθεια ψηφιακών μέσων και νέων τεχνολογιών και πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης

της γνώσης για την ανάπτυξή της. Φαίνεται, λοιπόν, πως δεν έχει σημασία ο ένας ή ο άλλος τρόπος, αφού οι τύποι όπως ρητή διδασκαλία, διδασκαλία μέσω υπολογιστή, παιχνιδιού ή χρήση της ακολουθίας συγκεκριμένο - αναπαραστατικό - αφηρημένο βελτιώνουν τις αποδόσεις των μαθηματικών (Mononen, Aunio, Koronen & Aro, 2015). Αυτό που έχει σημασία είναι οι εκπαιδευτικοί αρχικά να αξιολογήσουν τους μαθητές αφού η έγκαιρη ανίχνευση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά οδηγεί στη σχεδίαση παρεμβάσεων που θα μπορούν να αποτρέψουν την οποιαδήποτε αποτυχία (Jordan et al., 2006) και που θα βοηθήσουν τους μαθητές για τη μετέπειτα πορεία τους στα μαθηματικά (Jordan, Kaplan, Locuniak & Ramineni, 2007). Στη συνέχεια, καλό είναι οι εκπαιδευτικοί να ακολουθήσουν 4 αρχές για την χρήση των αντικειμένων είτε αυτά είναι φυσικά, είτε εικονικά, είτε ψηφιακά στη διδασκαλία των μαθηματικών σε παιδιά προσχολικής ηλικίας: «1) η χρήση των αντικειμένων να γίνεται με συνέπεια 2) να ξεκινάει η διδασκαλία με συγκεκριμένα αντικείμενα και με την πάροδο του χρόνου να συνεχίζει με πιο αφηρημένες αναπαραστάσεις 3) να αποφεύγονται τα καθημερινά αντικείμενα ή αυτά που αποσπούν την προσοχή των παιδιών με άσχετα χαρακτηριστικά 4) ρητή εξήγηση για τη σχέση ανάμεσα στα χειραπτικά αντικείμενα και των μαθηματικών εννοιών» (Laski, Jordan, Daoust & Murray, 2015 p7).

4.5 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Η παραπάνω μελέτη βασίστηκε στις αρχές της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Έτσι, σε μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να γίνει μια παρέμβαση σε ένα μεγάλο δείγμα μαθητών προσχολικής ηλικίας, με διάγνωση ειδικών μαθησιακών δυσκολιών, σχετικά με τη διδασκαλία της αίσθησης του αριθμού μέσω νέων τεχνολογιών και πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης στην Ελλάδα. Ενδιαφέρον θα ήταν να αυξηθεί η διάρκεια του προγράμματος παρέμβασης σε περισσότερους μήνες

Ακόμη, θα μπορούσε να γίνει μια παρέμβαση σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με ειδικές μαθησιακές δυσκολίες ώστε να συλλεχθούν ως συμπεράσματα τα

πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των νέων τεχνολογιών και των πολλαπλών τρόπων αναπαράστασης της γνώσης, αφού δεν υπάρχουν ξεκάθαρα αποτελέσματα στην βιβλιογραφία.

Βιβλιογραφία

- Αγαλιώτης, Ι. (2011). Εκπαιδευτική Αξιολόγηση μαθητών με δυσκολίες μάθησης και προσαρμογής. *Το Αξιολογικό Σύστημα Μαθησιακών Αναγκών*. Αθήνα: ΓΡΗΓΟΡΗ
- Αγαλιώτης, Ι. (2013). Διδασκαλία Μαθηματικών στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση: Φύση και Εκπαιδευτική Διαχείριση των Μαθηματικών Δυσκολιών. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη
- Agrawal, J., & Morin, L. L. (2016). Evidence-Based Practices: Applications of Concrete Representational Abstract Framework across Math Concepts for Students with Mathematics Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 31(1), 34–44. doi:10.1111/lrdp.12093
- Alghazo, I., Alsawaie, O. & Al-Awidi, H. (2010). Enhancing Counting Skills of Preschoolers through the use of Computer Technology and Manipulatives. *The International Journal of Learning: Annual Review* 17 (9): 159-176. doi:10.18848/1447-9494/CGP/v17i09/47227.
- Alkhalwaldeh, M., Hyassat, M., Al-Zboon, E., & Ahmad, J. (2017). The Role of Computer Technology in Supporting Children's Learning in Jordanian Early Years Education. *Journal of Research in Childhood Education*, 31(3), 419–429. doi:10.1080/02568543.2017.1319444
- Ambarini, R., Setyaji, A. & Zahraini, A. D.(2018) 'Interactive Media in English for Math at Kindergarten: Supporting Learning, Language and Literacy with ICT' . Arab World English Journal (AWEJ) Special Issue on CALL Number 4. July 2018 , Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3226704> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3226704>
- Aragón-Mendizábal, E., Aguilar-Villagrán, M., Navarro-Guzmán, J. I., & Howell, R. (2017). Improving number sense in kindergarten children with low achievement in mathematics. *Anales de Psicología*, 33(2), 311. doi:10.6018/analesps.33.2.239391

- Aunio, P., Korhonen, J., Ragpot, L., Törmänen, M., & Henning, E. (2021). An early numeracy intervention for first-graders at risk for mathematical learning difficulties. *Early Childhood Research Quarterly*, 55, 252–262. doi:10.1016/j.ecresq.2020.12.002
- Aunio, P., & Mononen, R. (2017). The effects of educational computer game on low-performing children's early numeracy skills – an intervention study in a preschool setting. *European Journal of Special Needs Education*, 1–15. doi:10.1080/08856257.2017.1412640
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, 20(2), 131–146. doi:10.1080/08856250500055578
- Aunio, P., & Räsänen, P. (2015). Core numerical skills for learning mathematics in children aged five to eight years – a working model for educators. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(5), 684–704. doi:10.1080/1350293x.2014.996424
- Ayub, A., Ghazali, M., & Othman, A.R. (2013). Preschool Children 's Understanding of Numbers from the Multiple Representation Perspective. *Journal Of Humanities And Social Science*, 14(6), 93-100.
- Baccaglini-Frank, A. (2018). What Schemes Do Preschoolers Develop When Using Multi-touch Applications to Foster Number Sense (and Why)?. In: Elia, I., Mulligan, J., Anderson, A., Baccaglini-Frank, A., Benz, C. (eds) Contemporary Research and Perspectives on Early Childhood Mathematics Education. ICME-13 Monographs. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73432-3_12
- Baccaglini-Frank, A., Carotenuto, G., & Sinclair, N. (2020). Eliciting preschoolers' number abilities using open, multi-touch environments. *ZDM*. doi:10.1007/s11858-020-01144-y

- Baroody, A. J., Eiland, M., & Thompson, B. (2009). Fostering At-Risk Preschoolers' Number Sense. *Early Education & Development*, 20(1), 80–128. doi:10.1080/10409280802206619
- Baroody, A. J., & Wilkins, J. L. (1999). The Development of Informal Counting, Number, and Arithmetic Skills and Concepts. In Copley, J. V. (Ed.), *Mathematics in the Early Years* (pp. 48-65), Washington DC: National Association for the Education of Young Children.
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M.A.B., [Hayati](#), S.A. (2022) A review of using digital game-based learning for preschoolers. *Joyrnal of Computers in Education* . <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00240-0>
- Berch, D. B. (2005). Making Sense of Number Sense. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333–339. doi:10.1177/00222194050380040901
- Besio, S. (2005). *Technologie assistive per la disabilita Lecce, Pensa Multimedia*. <https://aisberg.unibg.it/handle/10446/112601#:~:text=http%3A//hdl.handle.net/10446/112601>
- Blackwell, C. K., Lauricella, A. R., & Wartella, E. (2014). Factors influencing digital technology use in early childhood education. *Computers & Education*, 77, 82–90. doi:10.1016/j.compedu.2014.04.013
- Bouck, E. C., & Park, J. (2018). A Systematic Review of the Literature on Mathematics Manipulatives to Support Students with Disabilities. *Education and Treatment of Children*, 41(1), 65–106. doi:10.1353/etc.2018.0003
- Bouck, E. C., Park, J. & Stenzel, K. (2020): Virtual manipulatives as assistive technology to support students with disabilities with mathematics, *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, DOI: 10.1080/1045988X.2020.1762157
- Bouck, E. C., & Sprick, J. (2018). The Virtual-Representational-Abstract Framework to Support Students With Disabilities in Mathematics. *Intervention in School and Clinic*. doi:10.1177/1053451218767911

- Bouck, E. C., Satsangi, R., & Park, J. (2017). The Concrete–Representational–Abstract Approach for Students With Learning Disabilities: An Evidence-Based Practice Synthesis. *Remedial and Special Education, 39*(4), 211–228. doi:10.1177/0741932517721712
- Bouck, E. C., Working, C., & Bone, E. (2017). Manipulative Apps to Support Students With Disabilities in Mathematics. *Intervention in School and Clinic, 53*(3), 177–182. doi:10.1177/1053451217702115
- Bryant, B. R., Bryant, D. P., Porterfield, J., Dennis, M. S., Falcomata, T., Valentine, C., Brewer, C., & Bell, K. (2016). The Effects of a Tier 3 Intervention on the Mathematics Performance of Second Grade Students With Severe Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities, 49*(2), 176–188. <https://doi.org/10.1177/0022219414538516>
- Bryant, D. P., Bryant, B. R., Roberts, G., Vaughn, S., Pfannenstiel, K. H., Porterfield, J., & Gersten, R. (2011). Early Numeracy Intervention Program for First-Grade Students with Mathematics Difficulties. *Exceptional Children, 78*(1), 7–23. doi:10.1177/001440291107800101
- Callaghan, M. N., & Reich, S. M. (2018). Are educational preschool apps designed to teach? An analysis of the app market. *Learning, Media and Technology, 43*(3), 280–293. doi:10.1080/17439884.2018.1498355
- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380–400. doi:10.1037/a0031084
- Chan, W. W. L., & Wong, T. T.-Y. (2020). Subtypes of mathematical difficulties and their stability. *Journal of Educational Psychology, 112*(3), 649–666. <https://doi.org/10.1037/edu0000383>
- Clarke, B., Doabler, C., Smolkowski, K., Kurtz Nelson, E., Fien, H., Baker, S. K., et al. (2016). Testing the immediate and long-term efficacy of a tier 2 kindergarten

mathematics intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(4), 607–634.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2007). Effects of a Preschool Mathematics Curriculum: Summative Research on the Building Blocks Project, *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 136-163. Retrieved May 31, 2022

Davis, J., Mengersen, K., Bennett, S. *et al.* (2014). Viewing systematic reviews and meta-analysis in social research through different lenses. *SpringerPlus* 3, 511. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-511>

Dehaene, S. (2001). Precis of The Number Sense. *Mind and Language*, 16(1), 16–36. doi:10.1111/1468-0017.00154

Dillon, P.: Trajectories and tensions in the theory of information and communication technology in education. *British Journal of Educational Studies*, 52 (2), pp. 138-150, (2004). <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8527.2004.00259.x>

Drigas, A. & Kokkalia, G. (2014). ICTs and Special Education in Kindergarten. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 9(4), 35-42. Kassel, Germany: International Journal of Emerging Technology in Learning.

Doabler, C. T., Clarke, B., Kosty, D., Maddox, S. A., Smolkowski, K., Fien, H., ... Kimmel, G. L. (2020). Kindergarteners at Risk for Severe Mathematics Difficulties: Investigating Tipping Points of Core Mathematics Instruction. *Journal of Learning Disabilities*,. doi:10.1177/0022219420972185

Dowker, A. (1997). *Young Children's Addition Estimates*. *Mathematical Cognition*, 3(2), 140–153. doi:10.1080/135467997387452

Dowker, A. (2005). Early Identification and Intervention for Students With Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 324–332. doi:10.1177/00222194050380040801

Dyson, N., Jordan, N. C., Beliakoff, A., & Hassinger-Das, B. (2015). A Kindergarten Number-Sense Intervention With Contrasting Practice Conditions for Low-

Achieving Children. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(3), 331. doi:10.5951/jresematheduc.46.3.03

Dyson, N. I., Jordan, N. C., & Glutting, J. (2011). A Number Sense Intervention for Low-Income Kindergartners at Risk for Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 46(2), 166–181. doi:10.1177/0022219411410233

Eleftheriadi, A., Lavidas, K., & Komis, V. (2021). Teaching Mathematics in Early Childhood Education with ICT: The Views of Two Contrasting Teachers' Groups. *Journal of Digital Educational Technology*, 1(1), ep2103. <https://doi.org/10.21601/jdet/11117>

Elia, I., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Georgiou, A. (2010). The role of pictures in picture books on children's cognitive engagement with mathematics. *European Early Childhood Education Research Journal*, 18(3), 275–297. doi:10.1080/1350293x.2010.500054

Faulkner, V. N., & Cain, C. (2009). *The Components of Number Sense*. *TEACHING Exceptional Children*, 41(5), 24–30. doi:10.1177/004005990904100503

Flewitt, R., Messer, D., & Kucirkova, N. (2014). New directions for early literacy in a digital age: The iPad. *Journal of Early Childhood Literacy*, 15(3), 289–310. doi:10.1177/1468798414533560

Friso-van den Bos, I., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2014). Number sense in kindergarten children: Factor structure and working memory predictors. *Learning and Individual Differences*, 33, 23–29. doi:10.1016/j.lindif.2014.05.003

Frye, D., Baroody, A. J., Burchinal, M., Carver, S. M., Jordan, N. C., & McDowell, J. (2013). *Teaching math to young children: A practice guide (NCEE 2014-4005)*. Washington, DC: National Center for Education Evaluation and Regional Assistance (NCEE), Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. Retrieved from the NCEE website: <http://whatworks.ed.gov>

- Fyfe, E. R., McNeil, N. M., Son, J. Y., & Goldstone, R. L. (2014). *Concreteness Fading in Mathematics and Science Instruction: a Systematic Review*. *Educational Psychology Review*, 26(1), 9–25. doi:10.1007/s10648-014-9249-3
- Γκούμας, Ε. (2017). Διδασκαλία βασικών μαθηματικών εννοιών με τη χρήση χειραπτικού και ψηφιακού υλικού σε μαθητές Δημοτικού Σχολείου 6 – 9 ετών με μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά, που φοιτούν σε Τμήματα Ένταξης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Geary, D. C. (1990). A componential analysis of an early learning deficit in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49(3), 363–383. doi:10.1016/0022-0965(90)90065-g
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37(1), 4–15. doi:10.1177/00222194040370010201
- Geary, D. C., Bailey, D. H., & Hoard, M. K. (2009). Predicting Mathematical Achievement and Mathematical Learning Disability with a Simple Screening Tool. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 265–279. doi:10.1177/0734282908330592
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L., & Numtee, C. (2007). Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x
- Gersten, R., & Chard, D. (1999). Number Sense. *The Journal of Special Education*, 33(1), 18–28. doi:10.1177/002246699903300102
- Gersten, R., Jordan, N. C., & Flojo, J. R. (2005). Early identification and interventions for students with mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293–304. <https://doi.org/10.1177/00222194050380040301>
- Gerzel-Short, L., & Hedin, L. (2021). Purposeful Use of High-Leverage Practices to Teach Number Sense. *Intervention in School and Clinic*, 105345122110148. doi:10.1177/10534512211014839

- Gibbs, A. S., Hinton, V. M., & Flores, M. M. (2017). A case study using CRA to teach students with disabilities to count using flexible numbers: Applying skip counting to multiplication. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 62(1), 49–57. doi:10.1080/1045988x.2017.1342218
- Gopinath, P. & Muthaiah, Dr. N. (2017). From Concrete Manipulatives to Digital Manipulatives: A Paradigm Shift in Mathematics Education. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 6 (5), 2281 – 2284
- Griffin, S. (2004). Building number sense with Number Worlds: a mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173–180. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.012
- Grigorenko EL, Compton DL, Fuchs LS, Wagner RK, Willcutt EG, Fletcher JM. Understanding, educating, and supporting children with specific learning disabilities: 50 years of science and practice. *Am Psychol*. 2020 Jan;75(1):37-51. doi: 10.1037/amp0000452.
- Hall, A. (2008). Specific learning difficulties. *Psychiatry*, 7(6), 260–265. doi:10.1016/j.mppsy.2008.04.009
- Hassinger-Das, B., Jordan, N. C., & Dyson, N. (2015). Reading Stories to Learn Math: Mathematics Vocabulary Instruction for Children with Early Numeracy Difficulties. *The Elementary school journal*, 116(2), 242–246. <https://doi.org/10.1086/683986>
- Hassinger-Das, B., Jordan, N. C., Glutting, J., Irwin, C., & Dyson, N. (2014). Domain-general mediators of the relation between kindergarten number sense and first-grade mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 118, 78–92. doi:10.1016/j.jecp.2013.09.008
- Hinton, V.M. & Flores, M.M. (2019). The Effects of the Concrete-Representational-Abstract Sequence for Students at Risk for Mathematics Failure. *Journal of Behavioral Education*, 28, 493–516. <https://doi.org/10.1007/s10864-018-09316-3>

- Hulse, T., Daigle, M., Manzo, D. *et al.* From here to there! Elementary: a game-based approach to developing number sense and early algebraic understanding. *Education Tech Research Dev* **67**, 423–441 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09653-8>
- Hunt, A.W., Nipper, K.L., & Nash, L. (2011). Virtual vs. Concrete Manipulatives in Mathematics Teacher Education: Is One Type More Effective Than the Other?. *Current Issues in Middle Level Education*, 16(2), 1-6
- Howell, S., & Kemp, C. (2005). Defining Early Number Sense: A participatory Australian study. *Educational Psychology*, 25(5), 555–571. doi:10.1080/01443410500046838
- Howell, S., & Kemp, C. (2006). An international perspective of early number sense: Identifying components predictive of difficulties in early mathematics achievement. *Australian Journal of Learning Disabilities*, 11(4), 197–207. doi:10.1080/19404150609546824
- Howell, S. C., & Kemp, C. R. (2010). Assessing preschool number sense: skills demonstrated by children prior to school entry. *Educational Psychology*, 30(4), 411–429. doi:10.1080/01443411003695410
- Izard, V., Pica, P., Spelke, E. S., & Dehaene, S. (2008). Exact Equality and Successor Function: Two Key Concepts on the Path towards Understanding Exact Numbers. *Philosophical Psychology*, 21(4), 491–505. doi:10.1080/09515080802285354
- Jiménez-Fernández, G. (2016). How can I help my students with learning disabilities in Mathematics? *REDIMAT*, 5(1), 56-73. doi: 10.4471/redimat.2016.1469
- Jimenez, B. A., & Stanger, C. (2017). Math Manipulatives for Students with Severe Intellectual Disability: A Survey of Special Education Teachers. *Physical Disabilities: Education and Related Services*, 36(1), 1-12.

- Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., & Irwin, C. (2012). Building kindergartners' number sense: A randomized controlled study. *Journal of Educational Psychology*, 104(3), 647–660. doi:10.1037/a0029018
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2008). A Number Sense Assessment Tool for Identifying Children at Risk for Mathematical Difficulties. *Mathematical Difficulties*, 45–58. doi:10.1016/b978-012373629-1.50005-8
- Jordan, N. C., Glutting, J., & Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82–88. doi:10.1016/j.lindif.2009.07.004
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Nabors Olah, L., & Locuniak, M. N. (2006). Number Sense Growth in Kindergarten: A Longitudinal Investigation of Children at Risk for Mathematics Difficulties. *Child Development*, 77(1), 153–175. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00862.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N., & Ramineni, C. (2007). Predicting First-Grade Math Achievement from Developmental Number Sense Trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22(1), 36–46. doi:10.1111/j.1540-5826.2007.00229.x
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Ramineni, C., & Locuniak, M. N. (2008). Development of number combination skill in the early school years: when do fingers help? *Developmental Science*, 11(5), 662–668. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00715.x
- Jordan N.C., Rinne L., Hansen N. (2019) Mathematical Learning and Its Difficulties in the United States: Current Issues in Screening and Intervention. In: Fritz A., Haase V., Räsänen P. (eds) International Handbook of Mathematical Learning Difficulties. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3_12
- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 15(1), 60–68. doi:10.1002/ddrr.46

- Kabel, M., Hwang, J., & Hwang, J. (2021). Lessons Learned From a Rural Classroom Study: Transitioning From Concrete to Virtual Manipulatives to Teach Math Fact Fluency to Students With Learning Disabilities. *Journal Of Curriculum Studies Research*, 3(1), 42-68. <https://doi.org/10.46303/jcsr.2021.7>
- Kavale, K. A., Spaulding, L. S., & Beam, A. P. (2009). A time to define: Making the specific learning disability definition prescribe specific learning disability. *Learning Disability Quarterly*, 32(1), 39–48.
- Kermani, H. (2017). Computer mathematics games and conditions for enhance young children’s learning of number sense. *Malaysian Journal of Learning and Instruction (MJLI)*, 14 (2), 23-57.
- Kim, J., Gilbert, J., Yu, Q., & Gale, C. (2021). Measures Matter: A Meta-Analysis of the Effects of Educational Apps on Preschool to Grade 3 Children’s Literacy and Math Skills. *AERA Open*. <https://doi.org/10.1177/23328584211004183>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews (Keele University. Technical Report TR/SE-0401)
- Lafay, A., St-Pierre, M.-C., & Macoir, J. (2016). The Mental Number Line in Dyscalculia: Impaired Number Sense or Access From Symbolic Numbers? *Journal of Learning Disabilities*, 50(6), 672–683. doi:10.1177/0022219416640783
- Lago, R. M. & DiPerna J. C. (2010) Number Sense in Kindergarten: A Factor-Analytic Study of the Construct. *School Psychology Review*, 39:2, 164-180. <https://doi.org/10.1080/02796015.2010.12087771>
- Lange, A. A., Brenneman, K., & Sareh, N. (2020). Using Number Games to Support Mathematical Learning in Preschool and Home Environments. *Early Education and Development*, 1–21. doi:10.1080/10409289.2020.1778386
- Laski, E. V., Jordan, J. R., Daoust, C., & Murray, A. K. (2015). What Makes Mathematics Manipulatives Effective? Lessons From Cognitive Science and Montessori Education. *SAGE Open*, 5(2), doi:10.1177/2158244015589588

- Leong, L., & Jarmoszko, A. (2010). Analyzing Capabilities And Enterprise Strategy: A Value Proposition Framework. *International Journal of Management & Information Systems (IJMIS)*, 14(1). <https://doi.org/10.19030/ijmis.v14i1.823>
- Li, Q., & Ma, X. (2010). A Meta-analysis of the Effects of Computer Technology on School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215–243. doi:10.1007/s10648-010-9125-8
- Lieberman, D. A., Bates, C. H., & So, J. (2009). Young Children's Learning With Digital Media. *Computers in the Schools*, 26(4), 271–283. doi:10.1080/07380560903360194
- Liu, X., Toki, E. I., & Pange, J. (2014). The Use of ICT in Preschool Education in Greece and China: A Comparative Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 112, 1167–1176. doi:10.1016/j.sbspro.2014.01.1281
- Mainali, B. (2021). Representation in Teaching and Learning Mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 9. 1-21. 10.46328/ijemst.1111
- Malofeeva, E., Day, J., Saco, X., Young, L., & Ciancio, D. (2004). Construction and Evaluation of a Number Sense Test With Head Start Children. *Journal of Educational Psychology*, 96(4), 648–659. doi:10.1037/0022-0663.96.4.648
- Marshall, P. (2007). Do tangible interfaces enhance learning? *Proceedings of the 1st International Conference on Tangible and Embedded Interaction - TEI '07*. doi:10.1145/1226969.1227004
- Mazzocco, M. M. M., & Thompson, R. E. (2005). Kindergarten Predictors of Math Learning Disability. *Learning Disabilities Research and Practice*, 20(3), 142–155. doi:10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x
- McNeil, N., & Jarvin, L. (2007). When Theories Don't Add Up: Disentangling the Manipulatives Debate. *Theory Into Practice*, 46(4), 309–316. doi:10.1080/00405840701593899

- Mononen, Aunio, Koponen & Aro (2014). *A Review of Early Numeracy Interventions for Children at Risk in Mathematics. International Journal of Early Childhood Special Education*. 6. 25-54. 10.20489/intjecse.14355.
- Nikiforidou, Z. (2019). Probabilities and Preschoolers: Do Tangible Versus Virtual Manipulatives, Sample Space, and Repetition Matter? *Early Childhood Education Journal*, 47(6), 769–777. doi:10.1007/s10643-019-00964-2
- Miller, S.P., Stringfellow, J.L., Kaffar, B.J., Ferreira, D., Mancl, D.B. (2011). Developing Computation Competence among Students Who Struggle with Mathematics. *TEACHING Exceptional Children* 44(2):38-46. doi:10.1177/004005991104400204
- Milton, J. H., Flores, M. M., Moore, A. J., Taylor, J. J., & Burton, M. E. (2018). Using the Concrete–Representational–Abstract Sequence to Teach Conceptual Understanding of Basic Multiplication and Division. *Learning Disability Quarterly*, 073194871879008. doi:10.1177/0731948718790089
- Moyer-Packenham, P.S., Shumway, J.F., Bullock, E., Tucker, S.I., Anderson-Pence, K.L., Westenskow, A., Boyer-Thurgood, J., Maahs-Fladung, C., Symanzik, J., Mahamane, S., MacDonald, B. & Jordan, K. (2015). Young Children’s Learning Performance and Efficiency when Using Virtual Manipulative Mathematics iPad Apps. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 34(1), 41-69. Waynesville, NC USA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). Retrieved May 31, 2022 from <https://www.learntechlib.org/primary/p/147356/>.
- Moyer-Packenham, P. S., & Westenskow, A. (2013). Effects of Virtual Manipulatives on Student Achievement and Mathematics Learning. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 4(3), 35–50. doi:10.4018/jvple.2013070103
- Nikolopoulou, K. (2021). Mobile devices in early childhood education: teachers’ views on benefits and barriers. *Education and Information Technologies*, 26(3), 3279–3292. doi:10.1007/s10639-020-10400-3

- Oberer, J. J. (2003). Effects of learning-style teaching on elementary students' behaviors, achievement, and attitudes. *Academic Exchange Quarterly*, 7, 193–200.
- Ok, M. W., Bryant, D. P., & Bryant, B. R. (2019). Effects of Computer-Assisted Instruction on the Mathematics Performance of Students with Learning Disabilities: A Synthesis of the Research. *Exceptionality*, 28(1), 30–44. doi:10.1080/09362835.2019.1579723
- Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2019). Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 284–298. <https://doi.org/10.1037/edu0000286>
- Πόρποδας, Δ. (2003). Διαγνωστική Αξιολόγηση και Αντιμετώπιση των Μαθησιακών Δυσκολιών στο Δημοτικό Σχολείο (Ανάγνωση, Ορθογραφία, Δυσλεξία, Μαθηματικά). Στο πλαίσιο υλοποίησης του Έργου ΕΠΕΑΕΚ 2000-2006 του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2018). Educational apps from the Android Google Play for Greek preschoolers: A systematic review. *Computers & Education*, 116, 139–160. doi:10.1016/j.compedu.2017.09.007
- Peltier, C., Morin, K. L., Bouck, E. C., Lingo, M. E., Pulos, J. M., Scheffler, F. A., ... Deardorff, M. E. (2019). A Meta-Analysis of Single-Case Research Using Mathematics Manipulatives With Students At Risk or Identified With a Disability. *The Journal of Special Education*, doi:10.1177/0022466919844516
- Pittalis, M., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2018). A Longitudinal Study Revisiting the Notion of Early Number Sense: Algebraic Arithmetic AS a Catalyst for Number Sense Development. *Mathematical Thinking and Learning*, 20(3), 222–247. doi:10.1080/10986065.2018.1474533
- Räsänen, P., Laurillard, D., von Aster, M., Käser, T. (2019). Perspectives to Technology-Enhanced Learning and Teaching in Mathematical Learning

Difficulties. In: Fritz, Annemarie; Haase, Vitor Geraldi; Räsänen, Pekka. International Handbook of Mathematical Learning Difficulties. Springer: Springer, 733-754

Reynvoet, B., Smets, K., & Sasanguie, D. (2016). "Number Sense": What's in a Name and Why Should We Bother? *Continuous Issues in Numerical Cognition*, 195–214. doi:10.1016/b978-0-12-801637-4.00009-3

Salminen, J., Koponen, T., Räsänen, P., & Aro, M. (2015). Preventive Support for Kindergarteners Most At-Risk for Mathematics Difficulties: Computer-Assisted Intervention. *Mathematical Thinking and Learning*, 17(4), 273–295. doi:10.1080/10986065.2015.1083837

Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). "Concrete" Computer Manipulatives in Mathematics Education. *Child Development Perspectives*, 3(3), 145–150. doi:10.1111/j.1750-8606.2009.00095.x

Sarama, J., & Clements, D. H. (2016). Physical and Virtual Manipulatives: What Is "Concrete"? *Mathematics Education in the Digital Era*, 71–93. doi:10.1007/978-3-319-32718-1_4

Satsangi, R., & Miller, B. (2017). The case for adopting virtual manipulatives in mathematics education for students with disabilities. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 61(4), 303–310. doi:10.1080/1045988x.2016.1275505

Schacter, J., & Jo, B. (2017). Improving preschoolers' mathematics achievement with tablets: a randomized controlled trial. *Mathematics Education Research Journal*, 29(3), 313–327. doi:10.1007/s13394-017-0203-9

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. doi:10.1016/j.jbusres.2019.07.039

- Soares, N., Evans, T., & Patel, D. R. (2018). Specific learning disability in mathematics: a comprehensive review. *Translational Pediatrics*, 7(1), 48–62. doi:10.21037/tp.2017.08.03
- Sood, S., & Jitendra, A. K. (2011). An Exploratory Study of a Number Sense Program to Develop Kindergarten Students' Number Proficiency. *Journal of Learning Disabilities*, 46(4), 328–346. doi:10.1177/0022219411422380
- Sterner, G., Wolff, U., & Helenius, O. (2019). Reasoning about Representations: Effects of an Early Math Intervention. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1–19. doi:10.1080/00313831.2019.1600579
- Τζιβινίκου, Σ. (2015) Μαθησιακές Δυσκολίες Διδακτικές Παρεμβάσεις. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5332>
- Thai, K., P., Bang, H., J. & Li, L. (2022) Accelerating Early Math Learning with Research-Based Personalized Learning Games: A Cluster Randomized Controlled Trial, *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15:1, 28-51, DOI: [10.1080/19345747.2021.1969710](https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1969710)
- Tonizzi, I., Traverso, L., Usai, M. C., & Viterbori, P. (2020). Fostering number sense in low SES children: a comparison between low- and high-intensity interventions. *Mathematics Education Research Journal*. doi:10.1007/s13394-019-00307-9
- Tucker, S.I., Lommatsch, C.W., Moyer-Packenham, P.S., Anderson-Pence, K.L., & Symanzik, J. (2017). Kindergarten children's interactions with touchscreen mathematics virtual manipulatives: An innovative mixed methods analysis. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 3(2), 646-665. DOI: 10.21890/ijres.328097
- Vanbinst, K., Ghesquière, P., & De Smedt, B. (2014). Arithmetic strategy development and its domain-specific and domain-general cognitive correlates: A longitudinal study in children with persistent mathematical

- learning difficulties. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 3001–3013. doi:10.1016/j.ridd.2014.06.023
- Van Luit, J. E. H., & Schopman, E. A. M. (2000). Improving Early Numeracy of Young Children with Special Educational Needs. *Remedial and Special Education*, 21(1), 27–40. doi:10.1177/074193250002100105
- Vernadakis, N., Avgerinos, A., Tsitskari, E., & Zachopoulou, E. (2006). The Use of Computer Assisted Instruction in Preschool Education: Making Teaching Meaningful. *Early Childhood Education Journal*, 33(2), 99–104. doi:10.1007/s10643-005-0026-2
- Vrontis, D., & Christofi, M. (2019). R&D internationalization and innovation: A systematic review, integrative framework and future research directions. *Journal of Business Research*. doi:10.1016/j.jbusres.2019.03.031
- Vuta, D. R. (2020). Augmented Reality Technologies in Education - A Literature Review. *Economic Sciences*, 13(62). <https://doi.org/10.31926/but.es.2020.13.62.2.4>
- Watts, T. W., Duncan, G. J., Siegler, R. S., & Davis-Kean, P. E. (2014). What's Past Is Prologue. *Educational Researcher*, 43(7), 352–360. doi:10.3102/0013189x14553660
- Wilson, A. J., Revkin, S. K., Cohen, D., Cohen, L., & Dehaene, S. (2006). An open trial assessment of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(1), 20. doi:10.1186/1744-9081-2-20
- Witzel, B. S., Riccomini, P. J., & Schneider, E. (2008). *Implementing CRA With Secondary Students With Learning Disabilities in Mathematics*. *Intervention in School and Clinic*, 43(5), 270–276. doi:10.1177/1053451208314734
- Woods, D. M., Ketterlin Geller, L., & Basaraba, D. (2017). Number Sense on the Number Line. *Intervention in School and Clinic*, 53(4), 229–236. doi:10.1177/1053451217712971

- Wong, T. T.-Y., Ho, C. S.-H., & Tang, J. (2015). Defective Number Sense or Impaired Access? Differential Impairments in Different Subgroups of Children With Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 50(1), 49–61. doi:10.1177/0022219415588851
- Χαλιαμπάλιας, Ρ. (2017), Συστήματα απτών διεπαφών χρήστη και ανάπτυξη της αίσθησης του αριθμού με μικρά παιδιά: η παιδαγωγική μελέτη σχεδιασμού του AddOnTable. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
- Xiao, Y., & Watson, M. (2017). *Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. Journal of Planning Education and Research*, doi:10.1177/0739456x17723971
- Yilmaz, Z. (2017). Young children's number sense development: Age related complexity across cases of three children. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 9(4), 891–902.
- Young-Loveridge, J. M. (2004). Effects on early numeracy of a program using number books and games. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 82–98. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.001
- Young, J., Gorumek, F., & Hamilton, C. (2018). Technology effectiveness in the mathematics classroom: a systematic review of meta-analytic research. *Journal of Computers in Education*, 5(2), 133–148. doi:10.1007/s40692-018-0104-2
- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005). Extending tangible interfaces for education. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '05. doi:10.1145/1054972.1055093