

Η Ανιχνευτική Δοκιμασία Μαθηματικής Επίδοσης (ΑΔΜΕ) για Μαθητές του Δημοτικού

Σ. Παπαϊωάννου¹, Α. Μουζάκη²,
Γ. Σιδερίδης³ & Π. Σίμος⁴

¹ Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης

² Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

^{3,4} Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

papaioannousophia@gmail.com, amouzaki@edc.uoc.gr,

sideridis@psy.soc.uoc.gr, akis.simos@gmail.com,

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την Ανιχνευτική Δοκιμασία Μαθηματικής Επίδοσης (ΑΔΜΕ) για μαθητές του Δημοτικού σχολείου, ένα σύντομο και εύχρηστο εργαλείο για την έγκαιρη ανίχνευση μαθητών με ειδική αναπτυξιακή διαταραχή των μαθηματικών (δυσαριθμησία). Η ΑΔΜΕ εφαρμόστηκε σε τυχαίο και αντιπροσωπευτικό δείγμα του ελληνικού μαθητικού πληθυσμού (N= 839) προερχόμενου από τέσσερις γεωγραφικές περιφέρειες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πληρεί βασικά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά όπως η υψηλή εσωτερική συνέπεια και σταθερότητα στο χρόνο (αξιοπιστία επανεξέτασης που πραγματοποιήθηκε ένα χρόνο μετά), και ικανοποιητική διάταξη των επιμέρους ασκήσεων κατά σειρά δυσκολίας. Επιπλέον διαθέτει υψηλό βαθμό εξωτερικής (συγκλίνουσας) εγκυρότητας ο οποίος αντιπροσωπεύει την ικανότητα της κλίμακας να ανιχνεύει μαθητές με πιθανές δυσκολίες στα μαθηματικά.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Ανίχνευση, Δυσαριθμησία

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση των μαθηματικών και του συμβολικού τους συστήματος είναι ευρύτατη και αποφασιστική στα πλαίσια της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα μαθηματικά, μαζί με την ανάγνωση και τις θετικές επιστήμες βρίσκονται στο επίκεντρο των Αναλυτικών Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων και στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης η επίδοση στα μαθηματικά αποτελεί έναν από τους δείκτες για την ποιότητα της σχολικής εκπαίδευσης στα κράτη-μέλη (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2000, Κοντογιαννοπούλου-Πολυδωρίδη κ.ά, 2000). Η παρουσία όμως μαθητών που παρά την τυπική τους νοημοσύνη και τις

ευνοϊκές συνθήκες μάθησης στο σχολείο και στην οικογένεια, αδυνατούν να επιτύχουν τις αναμενόμενες επιδόσεις αποτελεί ένα σύνθετο φαινόμενο που έχει επιχειρηθεί να διασαφηνιστεί από διάφορα ερμηνευτικά μοντέλα. Στον πυρήνα κάθε ορισμού που έχει διατυπωθεί για τις μαθησιακές δυσκολίες (ΜΔ) βρίσκεται η έννοια της «*απροσδόκητα χαμηλής επίδοσης*». Συγκεκριμένα, από την αρχή εμφάνισης του όρου το βασικό διακριτικό γνώρισμα αυτής της ομάδας μαθητών ήταν η *απρόσμενη σχολική αποτυχία και δυσκολία στη μάθηση* (Fletcher, Morris, & Lyon, 2003).

Η πολυπληθέστερη ομάδα μαθητών με ΜΔ έχει επικρατήσει να θεωρείται ότι είναι αυτή των μαθητών με εστιασμένες δυσκολίες στην ανάγνωση (ειδική διαταραχή της ανάγνωσης-δυσλεξία) κι έχει κερδίσει την ανασχόληση της επιστημονικής κοινότητας. Πρόσφατα όμως παρατηρείται αυξανόμενο ενδιαφέρον για τους μαθητές που παρουσιάζουν μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά τόσο από ερευνητές όσο και από τους εκπαιδευτικούς μιας και τα παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμσία (developmental dyscalculia) αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα πολυπληθείς ομάδες του μαθητικού πληθυσμού (Geary, 2006; Fletcher et al., 2007). Οι δυσκολίες που χαρακτηρίζουν την αναπτυξιακή δυσαριθμσία (ΑΔ) αφορούν τη δυσχερή πρόσκτηση αριθμητικών δεξιοτήτων παρά την παρουσία τυπικής νοημοσύνης, συναισθηματικής σταθερότητας, πρόσφορης διδασκαλίας και κινητοποίησης για μάθηση (Shalev, 2004). Επιδημιολογικά δεδομένα από χώρες όπως οι ΗΠΑ, Γερμανία, Ινδία και Ισραήλ περιγράφουν τη συχνότητα εμφάνισης της ΑΔ στο 3-6,5% του πληθυσμού (Gross-Tsur, Manor & Shalev, 1996, Hein, Bzufka, & Neumarker, 2000, Ramaa & Gowtrama, 2002). Το ποσοστό αυτό είναι πολύ μεγάλο αν αναλογιστούμε ότι προγενέστερες επίσημες αναφορές περιέγραφαν συχνότητα μόνο 1% (DSM-IV). Αντίστοιχα ευρήματα υποδεικνύουν ότι ΑΔ εμφανίζεται στα κορίτσια τόσο συχνά όσο και στα αγόρια (παρά την συνολική υπεροχή των τελευταίων) και στην πλειονότητα των περιπτώσεων αποτελεί εντοπισμένη διαταραχή μάθησης, ενώ περίπου το ένα τέταρτο των περιπτώσεων ΑΔ αφορά μαθητές με παράλληλη ΔΕΠ-Υ και μαθητές με δυσλεξία (Shalev, 2004).

Η ΑΔ περιγράφεται στη σχετική βιβλιογραφία σαν ειδική δυσκολία της νοητικής αντιπροσώπησης και του νοητικού χειρισμού (μη-συμβολικού) αριθμητικών μεγεθών. Τα χαρακτηριστικά της ποικίλουν ανάλογα με την ηλικία και το φύλο του μαθητή. Γενικά όμως περιγράφονται σαν δυσκολίες στη μάθηση και ανάκληση αριθμητικών δεδομένων, στην εκτέλεση νοητικών υπολογισμών, πράξεων αριθμητικής, επίλυσης προβλημάτων, κ.α. Η αιτιολογία της ΑΔ παρότι σύνθετη και πολυπαραγοντική έχει συνδεθεί στενά με γενετική προδιάθεση και κάποιας μορφής δυσλειτουργία του ιδιαίτερα σύνθετου εγκεφαλικού μηχανισμού που υποστηρίζει τις μαθηματικές δεξιότητες (Cardon et al., 1995, Shalev, Manor, Kerem, Ayali, Badichi, Friedlander & Gross-Tsur, 2001, Simos et al., 2008). Επιπλέον, παιδιά με χαμηλό βάρος γέννησης (εξαιτίας προωρότητας), παιδιά με επιληψία ή χρωμοσωμικές διαταραχές, παιδιά με ΔΕΠ-Υ και άλλες αναπτυξιακές διαταραχές έχουν περισσότερες πιθανότητες να παρουσιάσουν δυσαριθμσία. Από γνωσιακή άποψη, επιμέρους δεξιότητες που εμφανίζονται ελλειμματικές σε μαθητές με ΑΔ (ξεχωριστά ή σε συνδυασμό) αφορούν

την ικανότητα αναπαράστασης λεκτικών συμβόλων (η οποία συχνά εμφανίζεται σαν αδυναμία ανάκλησης αριθμητικών δεδομένων), επιτελικές λειτουργίες προγραμματισμού και επαγωγικής σκέψης, και ικανότητα οπτικοχωρικής επεξεργασίας και εκτίμησης (Geary et al., 2000), την ενεργό μνήμη κ.α.

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΜΑΘΗΣΗΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ

Η έγκαιρη διδακτική παρέμβαση για την άμβλυνση των μαθησιακών δυσκολιών δεν είναι πάντοτε εφικτή, εξαιτίας εμποδίων που προκύπτουν από τον ίδιο τον ορισμό τους και των θεσμοθετημένων διαγνωστικών πρακτικών που έχουν καθιερωθεί με σκοπό την επίλυση διαφορετικής φύσης ζητημάτων, όπως είναι αυτό της εγκυρότητας. Δυστυχώς και στη χώρα μας η παραπομπή ενός μαθητή με υποψία ΑΔ συμβαίνει πολύ συχνά με μεγάλη καθυστέρηση (συνήθως στις τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου) και συχνά αποκλείει την έγκαιρη και αποτελεσματική αντιμετώπιση της ΜΔ πριν αυτή εδραιωθεί και προκαλέσει σημαντικό χάσμα στη μάθηση. Ερευνητικά ευρήματα υποδεικνύουν ότι δυσκολίες που σχετίζονται με την αριθμητική ικανότητα, αν δεν αντιμετωπιστούν έγκαιρα και κατάλληλα, παραμένουν τόσο κατά τη φοίτησή στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση όσο και κατά την ενήλικη ζωή (Heiman & Preceel, 2003; Sullivan, 2005; Westby, 2000). Παράλληλα οι δυσκολίες στη μάθηση δημιουργούν πολλαπλές μαιταιώσεις και αρνητικά συναισθήματα για το σχολείο τα οποία είναι δύσκολο να αναστραφούν με κατοπινή υποστήριξη (Mather & Goldstein, 2001). Ο έγκαιρος εντοπισμός των παιδιών που ανήκουν σε ομάδες υψηλού κινδύνου για την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών και η έγκαιρη παροχή ειδικά σχεδιασμένης παρεμβατικής διδασκαλίας, συνιστά σήμερα τον πιο αποτελεσματικό τρόπο αντιμετώπισης των δυσκολιών αυτών ιδιαίτερα σε καίρια γνωστικά αντικείμενα όπως είναι η ανάγνωση και τα μαθηματικά.

Αν και η συχνότερα αποδιδόμενη αιτιολογία της ΑΔ αφορά γενετικούς ή νευροβιολογικούς παράγοντες, η διάγνωση της διαταραχής και των δυσκολιών που συνεπάγεται βασίζεται στην εκτίμηση απλών μαθηματικών δεξιοτήτων. Ένα συχνά παρατηρούμε διαγνωστικό ζήτημα αφορά τη διάκριση μεταξύ ΑΔ και γενικών αδυναμιών στην αριθμητική. Σύμφωνα με τους ισχύοντες ορισμούς η διαφοροποίηση βασίζεται στις σημαντικά χαμηλότερες επιδόσεις από τις προσδοκώμενες σύμφωνα με την ηλικία, νοημοσύνη και παρεχόμενη εκπαίδευση. Η προσέγγιση αυτή προϋποθέτει αφενός σαφή προσδιορισμό του τι συνιστά «σημαντικά χαμηλότερη» επίδοση και αφετέρου περιγραφή του τι συνιστά τυπική επίδοση ανάλογα με την ηλικία. Στην ελληνική πραγματικότητα οι συνήθεις διαδικασίες αξιολόγησης περιορίζονται στην περιγραφή των ατομικών επιδόσεων και δεν χρησιμοποιούν κριτήρια αναφοράς (νόρμες) για να συγκρίνουν επιδόσεις με τις προσδοκώμενες (τυπικές) επιδόσεις για κάθε ηλικία και να εκτιμήσουν το μέγεθος των ατομικών διαφορών που παρατηρούνται σε μια τάξη ή σε ένα σχολείο. Η αξιολόγηση της μαθηματικής επίδοσης συνδέεται κυρίως με το περιεχόμενο της διδασκαλίας, και οι τεχνικές αξιολόγησης βασίζονται σε ανεπίσημες (μη τυποποιημένες διαδικασίες) που πραγματοποιούνται συνήθως από τον εκπαιδευτικό (π.χ., δοκιμασίες αναφοράς σε κριτήριο επίδοσης, αξιολόγηση διαμέσου

του Αναλυτικού Προγράμματος, ποιοτική ή γνωστική ανάλυση των λαθών των μαθητών, και αξιολόγηση με βάση το φάκελο του υλικού) (Αγαλιώτης, 2004).

Ένα κατάλληλο τεστ αριθμητικής επίδοσης, όπως κάθε καλό κριτήριο αξιολόγησης, οφείλει να συγκεντρώνει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Αρχικά θα πρέπει να αντιπροσωπεύει επαρκώς τις επιμέρους διαστάσεις της μαθηματικής ικανότητας. Το τεστ θα πρέπει να περιλαμβάνει ασκήσεις που αφορούν χωρο-οπτική επεξεργασία, κατάρκτηση της έννοιας της αριθμητικής ποσότητας σε μη συμβολικά πλαίσια, σχετική εκτίμηση ποσότητας σε συμβολικά πλαίσια, γνώση αριθμητικών δεδομένων (π.χ. προπαίδια), και γνώση στρατηγικών (π.χ. στην εκτέλεση της διαίρεσης). Κατά δεύτερον θα πρέπει να παρέχει επαρκή κάλυψη για κάθε επίπεδο ανάπτυξης της μαθηματικής δεξιότητας, αν και κάτι τέτοιο δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί, καθώς δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για την αναπτυξιακή πορεία πολλών από τους τομείς των μαθηματικών (Geary, 2006). Επίσης, θα πρέπει να διαθέτει αντιπροσωπευτικότητα ή οικολογική εγκυρότητα, δηλαδή να αφορά τις μαθηματικές έννοιες που γνωρίζουν οι μαθητές. Οπότε, για να είναι αντιπροσωπευτικό το τεστ θα πρέπει να περιλαμβάνει ασκήσεις από τους τομείς των μαθηματικών που έχουν διδαχτεί οι μαθητές βάσει του Αναλυτικού Προγράμματος και λαμβάνοντας υπόψη τη διδαχθείσα ύλη του σχολείου. Τέλος, κάθε εργαλείο αξιολόγησης για να θεωρηθεί αξιόπιστο και έγκυρο θα πρέπει να ικανοποιεί κάποιο συγκεκριμένα ψυχομετρικά χαρακτηριστικά, όπως η στάθμισή του σε ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητικού πληθυσμού, η αξιοπιστία επανεξέτασης (η απόδοση όμοιων αποτελεσμάτων σε επαναληπτικές μετρήσεις) και η συγχρονική εγκυρότητα (που αναφέρεται στη συσχέτισή του νέου τεστ με άλλα γνωστά και έγκυρα εργαλεία αξιολόγησης).

Εργαλεία αξιολόγησης που σκοπεύουν στην *ανίχνευση* της πιθανότητας ύπαρξης ειδικής μαθησιακής δυσκολίας δεν έχουν την ενδεδειγμένη δομή και περιεχόμενο που συναντάται σε *διαγνωστικά* εργαλεία τα οποία αποτελούνται συνήθως από περισσότερες υποκλίμακες και εκτιμούν το βαθμό ανάπτυξης διαφορετικών διαστάσεων της μαθηματικής ικανότητας. Τα ανιχνευτικά τεστ είναι συνήθως σφαιρικά και σύντομα με σκοπό να υποδείξουν την ανάγκη *παραπομπής για διάγνωση* (κατά την οποία χορηγούνται τα διαγνωστικά εργαλεία). Η σχετικά πρόσφατα προσαρμοσμένη στα Ελληνικά συστοιχία αξιολόγησης της μαθηματικής ικανότητας NUCALC (Koumoula, Tsironi, Stamouli et al., 2004, Von Aster & Weinhold, 2002) αποτελεί ένα τέτοιο σημαντικό εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο της διαγνωστικής διαδικασίας καθώς αποτελείται από 11 υποκλίμακες και προϋποθέτει αξιοσημείωτο χρόνο αξιολόγησης και εξατομικευμένη χορήγηση. Συνεπώς στην Ελλάδα δεν υπάρχει κάποιο ευρέως χρησιμοποιούμενο σταθμισμένο εργαλείο που επιτρέπει την ταχεία εκτίμηση: α) της αναπτυξιακής πορείας του μαθητή στην κατάρκτηση των μαθηματικών, β) της επίδοσής του σε σχέση με ένα ευρύτερο δείγμα αναφοράς και γ) της πιθανότητας ύπαρξης μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά. Ένα εργαλείο που θα μπορούσε να εξασφαλίσει τα παραπάνω θα αποτελούσε ένα εξαιρετικό βοήθημα στα χέρια των εκπαιδευτικών γιατί θα συνεισέφερε στον *έγκαιρο εντοπισμό* των δυσκολιών και την

παροχή κατάλληλης διδακτικής παρέμβασης με σκοπό την εκπλήρωση των πραγματικών δυνατοτήτων στα μαθηματικά για όλους τους μαθητές.

Στα μαθηματικά, τα περισσότερα ανιχνευτικά εργαλεία χρησιμοποιούν έργα εκτέλεσης απλών πράξεων που απαιτούν γνώση αριθμητικών δεδομένων και γνώση στρατηγικών (πχ Woodcock-Johnson and WRAT-III Math Subtests). Με βάση το τελευταίο αναπτύχθηκε η Ανιχνευτική Δοκιμασία Μαθηματικής Επίδοσης (ΑΔΜΕ), η εφαρμογή της οποίας περιγράφεται στην παρούσα εργασία. Εκτός από τις απολύτως απαραίτητες για κάθε ανάλογη μελέτη δραστηριότητες, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση της συγκλίνουσας και διακριτικής εγκυρότητας της ΑΔΜΕ μέσω σύγκρισης με την κλίμακα NUCALC, καθώς και με εκτιμήσεις εκπαιδευτικών για τις μαθηματικές ικανότητες των μαθητών του δείγματος.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Δείγμα

Στο τελικό δείγμα για τη στάθμιση της ανιχνευτικής δοκιμασίας αριθμητικής ικανότητας περιλήφθηκαν 839 μαθητές οι οποίοι επιλέγησαν τυχαία από πενήντα σχολεία τεσσάρων γεωγραφικών περιοχών της Ελλάδας (Μακεδονία, Θεσσαλία, Αττική, Κρήτη). Η συλλογή των δεδομένων διήρκεσε περίπου 8 εβδομάδες (Μάρτιος-Απρίλιος 2007).

Πίνακας 1. Κατανομή του δείγματος κατά τάξη, γεωγραφική περιοχή, φύλο και εθνικότητα.

Τάξη	A'	B'	Γ'	Δ'	Ε'	ΣΤ'
Ηλικία (ΜΟ, ΤΑ σε μήνες)	80,4±3,2	91,8±4,1	104,1±3,4	115,4±3,5	128,1±3,4	139,9±4,2
<u>Περιοχή</u>						
Αστική	100	102	102	101	101	43
Ημιαστική	22	22	23	22	22	21
Αγροτική	28	27	26	25	27	25
<u>Φύλο</u>						
Αγόρια	75	76	76	72	76	44
Κορίτσια	75	75	75	76	74	45
Αλλοδαποί	4	5	4	7	11	3
Σύνολο	150	151	151	148	150	89

Η επιλογή των συμμετεχόντων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της συστηματικής διαστρωμάτωσης με στρώματα την περιοχή (αγροτικές, ημιαστικές, και αστικές περιοχές), το φύλο (αγόρια – κορίτσια) και την τάξη φοίτησης, χρησιμοποιώντας ως μονάδα επιλογής το σχολείο και κατόπιν πραγματοποιώντας τυχαία επιλογή μαθητών εντός κάθε σχολείου. Στην τυχαία δειγματοληψία συμμετείχαν αλλοδαποί μαθητές μόνο όμως εφόσον, κατά δήλωση του δασκάλου της τάξης, είχαν φοιτήσει σε Ελληνικό σχολείο από την Α' Δημοτικού. Αλλοδαποί μαθητές της Α' Δημοτικού

συμπεριλήφθηκαν στην επιλογή μόνο εφόσον είχαν γεννηθεί στην Ελλάδα. Οι ατομικές αξιολογήσεις διήρκεσαν 65-120 λεπτά και περιλάμβαναν εκτός από την ΑΔΜΕ δοκιμασίες επιτελικών λειτουργιών, προσοχής και ενεργού μνήμης.

Εκατόν εξήντα ένας, τυχαία επιλεγμένοι μαθητές επανεξετάστηκαν ένα έτος αργότερα στην ΑΔΜΕ με στόχο την εκτίμηση του βαθμού μακρόχρονης αξιοπιστίας επανεξέτασης. Η υπο-ομάδα αυτή των μαθητών, οι οποίοι κατά την πρώτη εξέταση φοιτούσαν στις Α'-Ε' Τάξεις, παρουσίαζε παρόμοια δημογραφικά χαρακτηριστικά με το συνολικό δείγμα. Κατά τη δεύτερη φάση αξιολόγησης χορηγήθηκαν εκτός από την ΑΔΜΕ τέσσερις υποκλίμακες από την προσαρμοσμένη στα Ελληνικά συστοιχία αξιολόγησης της μαθηματικής ικανότητας NUCALC (Koumoula, Tsironi, Stamouli et al., 2004, Von Aster & Weinhold, 2002): Ασκήσεις Πρόσθεσης, Αφαίρεσης, και Πολλαπλασιασμού καθώς και η υποκλίμακα Αριθμητικά Προβλήματα. Ζητήθηκε επίσης από τον εκπαιδευτικό της τάξης η εκτίμηση της μαθηματικής ικανότητας του κάθε μαθητή σε τέσσερις άξονες. Πιο συγκεκριμένα, ο εκπαιδευτικός κλήθηκε να αξιολογήσει σε μια πεντάβαθμη κλίμακα (πολύ χαμηλή – χαμηλή – μέτρια – καλή – πολύ καλή) τη γνώση της διαδικασίας εκτέλεσης και απομνημόνευσης αριθμητικών πράξεων, όπως η πρόσθεση και η αφαίρεση, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση, πράξεων με τη χρήση δεκαδικών και κλασματικών αριθμών, αλλά και τις δεξιότητες επίλυσης απλών προβλημάτων, που διέθετε ο κάθε μαθητής.

Περιγραφή του εργαλείου

Η ΑΔΜΕ έχει δύο μορφές. Η μια από αυτές απευθύνεται στους μαθητές της πρώτης τάξης, ενώ η δεύτερη στους μαθητές των μεγαλύτερων τάξεων του δημοτικού σχολείου. Η δοκιμασία που απευθύνεται στους μικρότερους μαθητές περιλαμβάνει συνολικά 34 ασκήσεις, ενώ η δοκιμασία για τους μεγαλύτερους μαθητές περιλαμβάνει συνολικά 48 ασκήσεις. Οι 15 πρώτες ασκήσεις για τους μαθητές της Α' Τάξης έχουν τη μορφή προφορικών ερωτήσεων που διατυπώνονται από τον εξεταστή και απαντώνται προφορικά από το μαθητή, ενώ οι υπόλοιπες 19 έχουν τη μορφή γραπτών ασκήσεων. Οι τρεις πρώτες ερωτήσεις αφορούν απαρίθμηση-καταμέτρηση εικόνων και σχημάτων. Ακολουθούν κατά σειρά πέντε ερωτήσεις αναγνώρισης αριθμών, δύο ερωτήσεις υπόδειξης αριθμών με τη χρήση δακτύλων, δύο ερωτήσεις σύγκρισης αριθμών, ενώ οι τρεις τελευταίες ερωτήσεις περιλαμβάνουν απλά προβλήματα αριθμητικής που επιζητούν νοερή επίλυση και απόκριση από το μαθητή. Στους μεγαλύτερους μαθητές (Β'-ΣΤ' τάξεις) χορηγούνται 48 γραπτές ασκήσεις (μεταξύ των οποίων προσθέσεις, αφαιρέσεις, πολλαπλασιασμοί, διαιρέσεις και πράξεις που περιλαμβάνουν κλασματικούς αριθμούς και ποσοστά). Σε περίπτωση αποτυχίας στις 5 πρώτες ασκήσεις χορηγούνται με τη σειρά οι 15 αρχικές ερωτήσεις στο φύλλο της Α' δημοτικού.

Μπροστά στο μαθητή της Α' Τάξης τοποθετείται το φύλλο εξέτασης, ο εξεταστής δίνει την ακόλουθη οδηγία: «Τώρα θα κάνουμε μερικές ασκήσεις μαθηματικών. Πρώτα δεξ αυτά τα σχέδια» και στη συνέχεια διατυπώνει προφορικά τις πρώτες 15 ερωτήσεις. Ο μαθητής καλείται να απαντήσει προφορικά και ο εξεταστής καταγράφει στο απαντητικό φύλλο τις αποκρίσεις του μαθητή. Στη συνέχεια, δείχνοντας

τις γραπτές ασκήσεις ζητά από το μαθητή να τις επιλύσει λέγοντας: «Παρακάτω υπάρχουν κι άλλες ασκήσεις. Θέλω να προσπαθήσεις να λύσεις όσες περισσότερες μπορείς. Όσες ασκήσεις δεν ξέρεις (δεν τις έχετε κάνει) μπορείς να τις αφήνεις και να πηγαίνεις στις παρακάτω. Λύσε όλες αυτές που μπορείς. Πες μου όταν τελειώσεις. Είσαι έτοιμος/η; Πάμε!». Παρόμοια οδηγία δίνεται και στους μεγαλύτερους μαθητές, οι οποίοι καλούνται να επιλύσουν απευθείας τις γραπτές ασκήσεις. Η χορήγηση όλων των δοκιμασιών έγινε ατομικά στα πλαίσια της στάθμισης, αν και είναι θεωρητικά δυνατή η ομαδική χορήγηση της ΑΔΜΕ σε μαθητές της Β'-ΣΤ' τάξης.

Η απάντηση του μαθητή σε κάθε άσκηση βαθμολογείται με 1 εφόσον είναι ορθή και 0 εφόσον είναι εσφαλμένη, ενώ η συνολική βαθμολογία είναι το άθροισμα της βαθμολογίας σε κάθε άσκηση. Για τους μαθητές της Α' Τάξης η βαθμολογία κυμαίνεται από 0 έως 34, ενώ για τους μεγαλύτερους μαθητές η μέγιστη βαθμολογία είναι 49 βαθμοί. Η μέγιστη βαθμολογία είναι 49 και όχι 48 όπως θα ήταν αναμενόμενο, καθώς η 43^η άσκηση βαθμολογείται από 0 έως 2. Πιο συγκεκριμένα, στην άσκηση αυτή ο μαθητής καλείται να επιλύσει μια ατελή διαίρεση που έχει πηλίκο δεκαδικό αριθμό. Αν ο μαθητής στην απάντησή του συμπεριλάβει μόνο το ακέραιο μέρος και αφήσει υπόλοιπο παίρνει 1 μονάδα, αν όμως συνεχίσει τη διαίρεση και δώσει σαν αποτέλεσμα τον δεκαδικό αριθμό βαθμολογείται με 2 μονάδες.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

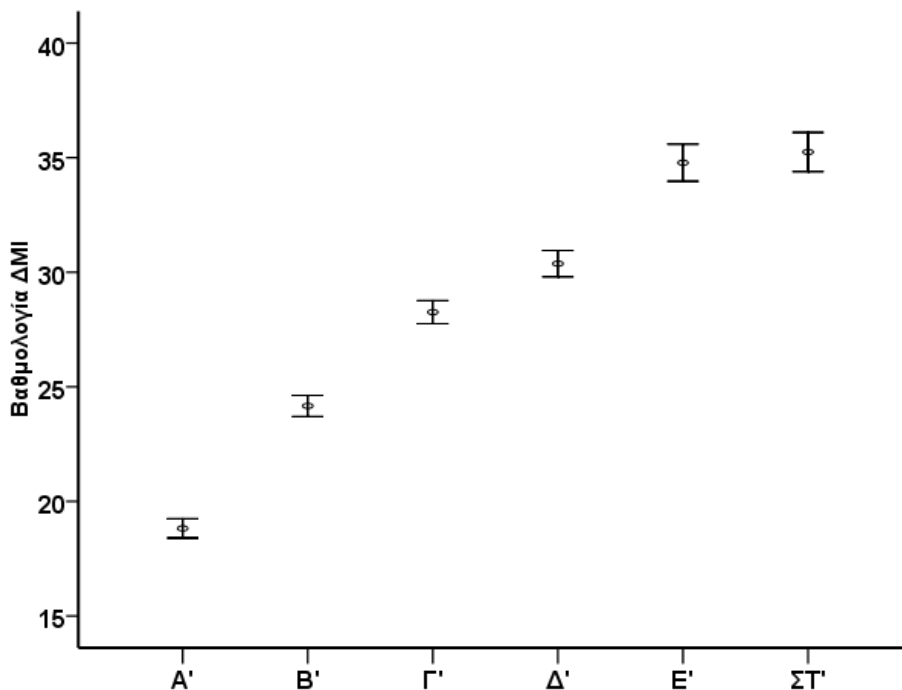
Αξιοπιστία και κατανομή ατομικών βαθμολογιών

Αρχικά εξετάστηκε ο βαθμός εσωτερικής αξιοπιστίας (συνέπειας) των επιμέρους προβλημάτων της δοκιμασίας, ο οποίος κρίνεται ικανοποιητικός (Cronbach's $\alpha = .91$) στο συνολικό δείγμα ($\alpha = .79, \alpha = .81, \alpha = .77, \alpha = .83, \alpha = .80$, και $\alpha = .80$ για τις Α'-ΣΤ' τάξεις, αντίστοιχα). Ο βαθμός αξιοπιστίας επανεξέτασης θεωρείται επίσης ικανοποιητικός αφού ο δείκτης συνάφειας μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης (12 μήνες αργότερα) ήταν πολύ υψηλός (Pearson's $r = .81, n = 161$). Από την εξέταση των δεικτών συνάφειας μεταξύ της επίδοσης σε κάθε επιμέρους άσκηση και της συνολικής επίδοσης στη δοκιμασία (item-total correlations), καθώς και των διασπορών των επιμέρους ασκήσεων, ξεχωριστά για κάθε τάξη, εντοπίστηκαν κάποιες ασκήσεις η απαλοιφή των οποίων από τη δοκιμασία δεν αναμένεται να επηρεάσει τη συνολική βαθμολογία σ' αυτή μειώνοντας παράλληλα το χρόνο χορήγησης. Σ' αυτή την κατηγορία εντάσσονται οι ασκήσεις 1, 6, και 7, 16, και 17. Με βάση τέλος τους μέσους όρους και τις διασπορές των επιδόσεων στις επιμέρους ασκήσεις προτείνεται ως επίπεδο έναρξης η άσκηση 2 για την Α' τάξη, η άσκηση 11 για τις Β' και Γ' τάξεις, και η άσκηση 15 για τις Δ'-ΣΤ' τάξεις.

Η σειρά κατάταξης των ασκήσεων βάσει δυσκολίας παρουσιάζει υψηλή συνάφεια με τη σειρά χορήγησης (Spearman's $\rho = .87$ στο συνολικό δείγμα). Οι αντίστοιχοι δείκτες για κάθε τάξη ήταν: $\rho = .97, .98, .96, .92, .95$, και $.90$.

Όπως αναμενόταν, βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα Τάξη, $F(5,837) = 423,13, p < .0001$ (βλ. Εικόνα 1), όχι όμως και για του Φύλου ($p > .8$), ή της

αλληλεπίδρασης των δύο παραγόντων ($p > ,06$). Post-hoc συγκρίσεις κατέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < ,0001$) μεταξύ διαδοχικών τάξεων, όχι όμως και



Εικόνα 1. Μέσοι όροι και διαστήματα εμπιστοσύνης (95%) για την επίδοση στη δοκιμασία ΑΔΜΕ ανά τάξη στο συνολικό δείγμα.

μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών της Ε' και ΣΤ' τάξης.

Η κατανομή των ατομικών επιδόσεων στην κλίμακα δεν παρουσιάζουν σημαντική θετική ή αρνητική κλίση (Skewness: -,13, -,67, -,65, -,81, -,20, -,29, Kurtosis: 2,7, 1,7, ,33, ,55, -,48, ,25 ανά τάξη). Εξαιτίας όμως της υψηλής συγκέντρωσης τιμών γύρω από τον αντίστοιχο μέσο όρο, οι κατανομές των τιμών αποκλίνουν σημαντικά από την κανονική για τις τάξεις Α'-Δ' (δείκτης Kolmogorov-Smyrnov 1,4-1,7, $p < ,02$). Αντίθετα οι κατανομές των τιμών για τις τάξεις Ε' και ΣΤ' εμφάνισαν ικανοποιητική προσέγγιση στην κανονική κατανομή ($p > ,5$). Επομένως, στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται όχι μόνο δείκτες κεντρικής τάσης (μέσος όρος, τυπική απόκλιση) αλλά και εκατοστιαίες τιμές.

Πίνακας 2. Τυπικά δεδομένα (μέσος όρος, τυπική απόκλιση και εκατοστιαίες τιμές) για τη συνολική βαθμολογία στην ΑΔΜΕ ανά τάξη.

Τάξη	A'	B'	Γ'	Δ'	Ε'	ΣΤ'
ΜΟ (ΤΑ)	18,8 (2,6)	24,2 (2,9)	28,3 (3,1)	30,4 (3,5)	34,7 (5)	35 (4)
Εκατοστημόριο	Εκατοστιαίες τιμές					
5	15	19	23	23	26	29
15	16	22	25	26	30	31
25	17	23	26	29	31	32
50	19	24	29	31	35	35
75	20	26	31	33	38	38
85	21	27	31	34	39	39
95	22	29	33	35	42	42

Εγκυρότητα

Για την εκτίμηση της συγκλίνουσας εγκυρότητας της ΑΔΜΕ χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τη δεύτερη μέτρηση στην οποία συμμετείχαν 161 μαθητές των Β'-ΣΤ' Τάξεων. Παρατηρήθηκαν μέτριου ύψους δείκτες συνάφειας μεταξύ της συνολικής βαθμολογίας στη δοκιμασία και τόσο της συνολικής επίδοσης όσο και της επίδοσης στις επιμέρους υποκλίμακες της δοκιμασίας NUCALC όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Ανάλογοι μεγέθους βρέθηκε να είναι ο δείκτης συνάφειας μεταξύ της ΑΔΜΕ και των εκτιμήσεων των εκπαιδευτικών για τη συνολική μαθηματική ικανότητα των μαθητών.

Πίνακας 3. Δείκτες συνάφειας μεταξύ της επίδοσης στη ΑΔΜΕ, στις υποκλίμακες της δοκιμασίας NUCALC, και στις εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών (n = 161, Β'-ΣΤ' Τάξεις).

	1	2	3	4	5	6
1. ΑΔΜΕ						
2. NUCALC (συνολική βαθμολογία)	,68					
3. Εκτίμηση Εκπαιδευτικών	,46	,43				
4. NUCALC-Προσθέσεις	,53	,81	,29			
5. NUCALC-Αφαιρέσεις	,54	,80	,41	,52		
6. NUCALC-Πολλ/σμοί	,54	,79	,24	,56	,47	
7. NUCALC-Προβλήματα	,62	,86	,42	,58	,58	,56

Σε όλες τις περιπτώσεις $p < ,0001$.

Η διακριτική-ανιχνευτική αξία της ΑΔΜΕ εκτιμήθηκε με βάση διαχρονικά δεδομένα με τη μέθοδο ROC (Receiver Operating Characteristics). Με τη μέθοδο αυτή είναι δυνατός ο υπολογισμός της μέσης τιμής του δείκτη ευαισθησίας κάθε δυνατής βαθμολογίας για κάθε τιμή του αντίστοιχου δείκτη επιλεκτικότητας. Ο δείκτης

ευαισθησίας αντιστοιχεί στο ποσοστό των «αληθώς θετικών» εκτιμήσεων και ο δείκτης επιλεκτικότητας στο ποσοστό των «ψευδώς θετικών» εκτιμήσεων. Για να χαρακτηρίζεται μία βαθμολογία από υψηλό βαθμό διακριτικής αξίας θα πρέπει να σχετίζεται με όσο το δυνατό υψηλότερους δείκτες ευαισθησίας αλλά και επιλεκτικότητας ταυτόχρονα. Η μέθοδος ROC παρέχει ένα τέτοιο συγκεντρωτικό δείκτη διακριτικότητας με τη μορφή του εμβαδού της «περιοχής κάτω από την καμπύλη» ROC (area under the curve-AUC), η οποία δύναται να πάρει τιμές μεταξύ του 0 και του 1, πρακτικά όμως κυμαίνεται μεταξύ της τιμής 0,5 (εντελώς τυχαία διάκριση μεταξύ δύο διαγνωστικών ομάδων) και της τιμής 1,0 (απόλυτα ακριβής διάκριση μεταξύ δύο διαγνωστικών ομάδων). Η διακριτική-ανιχνευτική αξία της ΑΔΜΕ εξετάστηκε αναφορικά με την ικανότητα διαφόρων εναλλακτικών βαθμολογιών μαθητών, οι οποίοι κατά την πρώτη μέτρηση φοιτούσαν στις Α'-Ε' τάξεις, να τους διακρίνουν σε μία υπο-ομάδα με χαμηλή επίδοση στα μαθηματικά και σε μία δεύτερη υπο-ομάδα με υψηλή επίδοση στα μαθηματικά.

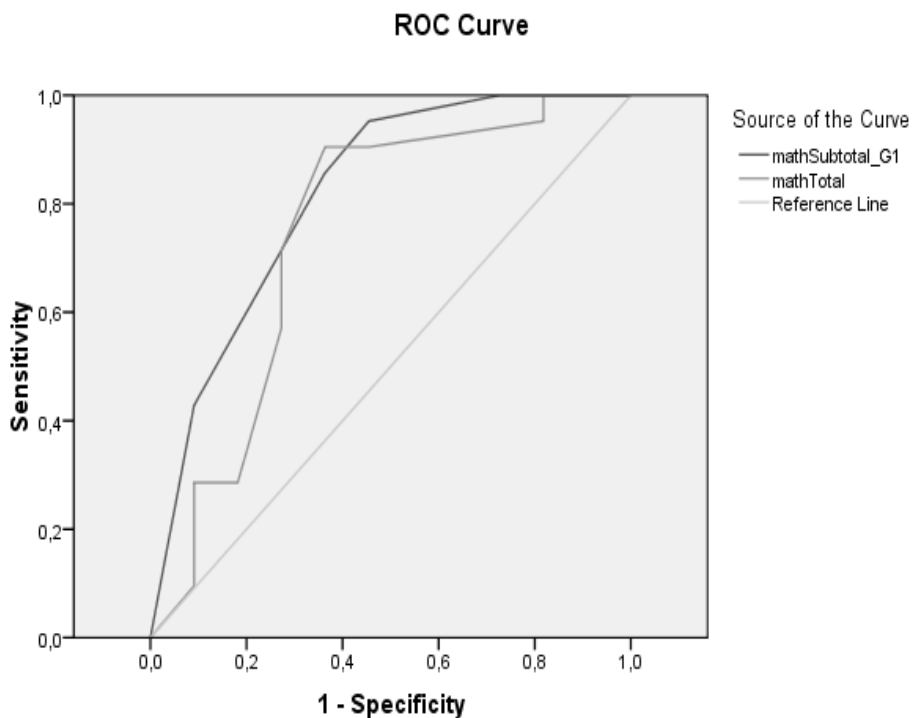
Πίνακας 4. Κατανομή των μαθητών με Υψηλή και Χαμηλή συνολική επίδοση στην κλίμακα NUCALC και τις εκτιμήσεις του εκπαιδευτικού ανά τάξη.

Τάξη (1 ^η μέτρηση)	Ομάδες*	ΜΟ (ΤΑ) στις υποκλίμακες της NUCALC ανά υπό-ομάδα (Υψηλής / Χαμηλής Επίδοσης)			
		Προσθέσεις	Αφαιρέσεις	Πολλ/σμοί	Προβλήματα
Α'	11/21	9,0 (4,8) /	8,3 (4,3) /	7,5 (4,6) /	5,7 (3,5) /
		5,4 (4,9)	1,8 (3,2)	2,0 (3,6)	,76 (1,4)
Β'	9/12	11,7 (2,9) /	10,4 (3,9) /	11,0 (1,4)	8,0 (3,1) /
		8,2 (5,7)	5,6 (4,5)	/ 8,8 (2,3)	2,8 (2,7)
Γ'	8/40	13,7 (1,8) /	11,1 (3,2) /	11,8 (6) /	9,2 (2,0) /
		10,2 (2,6)	6,8 (1,9)	11,6 (5)	4,8 (3,1)
Δ'	7/29	13,9 (2,6) /	11,6 (3,9) /	11,9 (9) /	9,8 (1,9) /
		8,2 (5,0)	9,8 (2,3)	9,4 (1,9)	4,8 (2,1)
Ε'	12/32	14,5 (2,1) /	12,5 (3,4) /	11,8 (5) /	10,7 (1,4) /
		10,2 (3,8)	7,8 (3,1)	10,8 (1,6)	7,0 (2,9)

*Ομάδες: Αριθμός μαθητών ανά ομάδα επίδοσης (Υψηλή / Χαμηλή).

Ο διαχωρισμός των ομάδων έγινε με βάση (α) τη συνολική επίδοση των μαθητών στην κλίμακα NUCALC και (β) τις εκτιμήσεις του εκπαιδευτικού της τάξης κατά τη δεύτερη μέτρηση, δηλαδή όταν οι ίδιοι μαθητές φοιτούσαν πλέον στις Β'-ΣΤ' Τάξεις. Μαθητές με επίδοση άνω του ΜΟ στο άθροισμα των ασκήσεων του NUCALC (ξεχωριστά για κάθε τάξη) οι οποίοι παράλληλα συγκέντρωσαν συνολική βαθμολογία στην κλίμακα εκτίμησης του εκπαιδευτικού άνω του 3,0 εντάχθηκαν στην ομάδα Υψηλής Επίδοσης και οι υπόλοιποι μαθητές στην ομάδα Χαμηλής Επίδοσης. Ο Πίνακας

4 παρουσιάζει την κατανομή των δύο ομάδων ανά τάξη και την αντίστοιχη μέση βαθμολογία σε κάθε υποκλίμακα του NUCALC.



Εικόνα 2. Καμπύλες ROC οι οποίες περιγράφουν διαγραμματικά την ευαισθησία και επιλεκτικότητα διαφόρων τιμών είτε της μερικής (σκουρα γραμμή) είτε της συνολικής βαθμολογίας στην ΑΔΜΕ (ανοιχτόχρωμη γραμμή) για το βαθμό στον οποίο μπορούν να διακρίνουν μεταξύ μαθητών με χαμηλή και μαθητών με υψηλή βαθμολογία στην κλίμακα NUCALC και τις εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών (δεδομένα για τις Β'-Ε' τάξεις).

Με βάση τις βασικές συντεταγμένες της καμπύλης ROC για κάθε δυνατή βαθμολογία στην κλίμακα ΑΔΜΕ είναι δυνατός ο προσδιορισμός βαθμολογικών κριτηρίων (cut-off scores) για τη χρήση της ΑΔΜΕ ως ανιχνευτικό εργαλείο. Για την Α' Τάξη, συνολική βαθμολογία <16 φαίνεται να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δυνατή διακριτική ικανότητα (μέγιστη ευαισθησία σε συνδυασμό με όσο το δυνατό μεγαλύτερη επιλεκτικότητα). Για τις μεγαλύτερες τάξεις, ολική βαθμολογία <25 φαίνεται να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δυνατή διακριτική ικανότητα. Χρησιμοποιώντας τα

παραπάνω κριτήρια το ποσοστό επιτυχούς ανίχνευσης μαθητών με πιθανές δυσκολίες στα μαθηματικά (σύμφωνα με το NUCALC και την εκτίμηση του δασκάλου) χρησιμοποιώντας τη βαθμολογία στην ΑΔΜΕ ήταν 83,3%. Το αντίστοιχο ποσοστό για μαθητές με υψηλή επίδοση ήταν 94,4%.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο στόχος αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση των ψυχομετρικών χαρακτηριστικών μιας σύντομης κι εύχρηστης ανιχνευτικής κλίμακας για τις μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών του Δημοτικού σχολείου. Η ΑΔΜΕ απευθύνεται τόσο στον εκπαιδευτικό/σχολικό ψυχολόγο όσο και στον εκπαιδευτικό. Το μοναδικό διαθέσιμο κριτήριο εκτίμησης μαθηματικών δεξιοτήτων στα Ελληνικά είναι η εκτεταμένη συστοιχία NUCALC (Koumoula, Tsironi, Stamouli et al., 2004), η οποία όμως προορίζεται για ενδελεχή και μακροσκελή αξιολόγηση των γνωσιακών δεξιοτήτων που ενέχονται στη μαθηματική σκέψη. Αν και σύντομη, η ΑΔΜΕ παρουσιάζει ικανοποιητική συνάφεια με τις εκτιμήσεις των εκπαιδευτικών για τις μαθηματικές δεξιότητες των μαθητών τους και με τα συγκεκριμένα κριτήρια αναφοράς που προσφέρει διευκολύνει το δάσκαλο στην αξιολόγηση των αδυναμιών και των δυνατοτήτων των μαθητών του, αλλά και στο σχεδιασμό της διδασκαλίας. Ο δείκτης συνάφειας μεταξύ της συνολικής βαθμολογίας στην ΑΔΜΕ και των εκτιμήσεων των εκπαιδευτικών βρέθηκε να είναι ουσιαστικά ταυτόσημος με τον αντίστοιχο δείκτη μεταξύ της συστοιχίας NUCALC και των εκτιμήσεων το εκπαιδευτικού και ελαφρά χαμηλότερος από τον αναφερόμενο σε παρόμοιες μελέτες σε άλλες χώρες (Hein, Bzufka, & Neumarker, 2000).

Η ΑΔΜΕ περιέχει αντιπροσωπευτικές ερωτήσεις και ασκήσεις των μαθηματικών εννοιών που αντιστοιχούν στις τάξεις του δημοτικού σχολείου σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα. Η επιλογή τους έγινε με κριτήριο την παροχή μιας οικολογικά έγκυρης αντιπροσώπευσης συγκεκριμένων εκφάνσεων της αριθμητικής δεξιότητας, με έμφαση στην ικανότητα εφαρμογής κοινών στρατηγικών εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων. Έχοντας ανιχνευτικό χαρακτήρα, η κλίμακα δεν φιλοδοξεί να διερευνήσει με συστηματικό τρόπο τις επιμέρους γνωστικές λειτουργίες που ενέχονται στην μαθηματική ικανότητα, αλλά ούτε και να προσφέρει ένα λεπτομερές περίγραμμα των επιμέρους μαθηματικών δεξιοτήτων. Έτσι, για παράδειγμα δεν επιτρέπει την διάκριση μεταξύ δυσκολιών στην απομνημόνευση και διαθεσιμότητα στη μνήμη των λεγόμενων μαθηματικών «δεδομένων» (πχ. της προπαίδειας), στην ικανότητα ανάκλησης και επιλογής της πιο κατάλληλης στρατηγικής για την επίλυση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, και σε πιθανή ανεπάρκεια της ενεργού μνήμης (Geary, Hamson, & Hoard, 2000, Hanich, Jordan, Kaplan, & Dick, 2001, Landerl, Bevan, & Butterworth, 2004).

Η δοκιμασία ξεκινά με απλές ερωτήσεις (ανάλογα με την τάξη φοίτησης) και σταδιακά αυξάνεται το επίπεδο δυσκολίας των ασκήσεων, ωστόσο ο μαθητής είναι εκείνος που αποφασίζει τον αριθμό των ασκήσεων που θα επιλύσει. Με τον τρόπο αυτό ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να εφαρμόσει τις μαθηματικές του γνώσεις χωρίς να

νιώσει συναισθήματα ανεπάρκειας, ματαίωσης ή ανίας, που πιθανότατα να βιώνε σε περίπτωση που η δοκιμασία αντικατόπτριζε δεξιότητες για συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες ή τάξεις φοίτησης.

Η ηλικία (τάξη) ήταν αναμενόμενο να επηρεάσει την επίδοση στην ΑΔΜΕ. Το γεγονός ότι δεν εμφανίζεται διαφοροποίηση της επίδοσης στις μεγαλύτερες τάξεις (Ε'-ΣΤ') πιθανόν να οφείλεται στο ότι πλέον οι μαθητές έχουν κατακτήσει τις βασικές μαθηματικές έννοιες και μπορούν να επιλύσουν τις περισσότερες από τις ασκήσεις επιτυχώς. Πάντως θα ήταν καλό να γίνει περαιτέρω μελέτη του συγκεκριμένου φαινομένου, ώστε να εξακριβωθεί αν όντως η μη διαφοροποίηση της επίδοσης στις τάξεις Ε' και Στ' συνδέεται με τις επαρκείς μαθηματικές δεξιότητες των μαθητών ή το αποτέλεσμα της παρούσας μελέτης επηρεάζεται πιθανόν από τον μικρότερο αριθμό μαθητών της Στ' τάξης που εξετάστηκαν κατά τη στάθμιση του εργαλείου.

Στην παρούσα μελέτη δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα φύλου στην επίδοση στη συγκεκριμένη δοκιμασία μαθηματικής ικανότητας. Το εύρημα αυτό έρχεται σε αντίθεση με κάποιες προηγούμενες μελέτες (Desoete, 2007, Fink et al., 2006), ενώ συμφωνεί με άλλες (Αγαλιώτης, 2004, Desoete & Grégoire, 2006). Πολλοί ερευνητές αναφέρουν διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών αναφορικά με τις δεξιότητες και τις επιδόσεις στα μαθηματικά, αλλά θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι διαφορές αυτές ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία και τον τομέα των μαθηματικών που εξετάζεται σε κάθε μελέτη (Frost et al., 1994, Hyde et al., 1990). Πάντως, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, όπου εξετάζονται συγκεκριμένες ηλικιακές ομάδες και αριθμητικές δεξιότητες σε μαθητές του Δημοτικού σχολείου, οι φυλετικές διαφορές φαίνεται πως δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση των μαθητών.

Η συγκεκριμένη δοκιμασία για την αξιολόγηση της μαθηματικής ικανότητας αποτελεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο, καθώς πληροί βασικά ψυχομετρικά χαρακτηριστικά. Διαθέτει υψηλή εσωτερική συνέπεια, υψηλή σταθερότητα στο χρόνο, βάσει των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν ένα χρόνο μετά τη στάθμιση του εργαλείου (αξιοπιστία επανεξέτασης), και ικανοποιητική διάταξη των επιμέρους ασκήσεων κατά σειρά δυσκολίας. Ιδιαίτερα σημαντικό χαρακτηριστικό για κάθε ανιχνευτική δοκιμασία είναι ο βαθμός εξωτερικής (συγκλίνουσας) εγκυρότητας που διαθέτει, ο οποίος αντιπροσωπεύει την ικανότητα της κλίμακας να ανιχνεύει μαθητές με πιθανές δυσκολίες στην υπό μελέτη ακαδημαϊκή δεξιότητα. Αφού προσδιορίστηκαν, πρώτα, ενδεικτικές οριακές τιμές βαθμολογίας στην ΑΔΜΕ με τη χρήση ανάλυσης ROC, εκτιμήθηκε ότι η προβλεπτική-ανιχνευτική εγκυρότητα της δοκιμασίας είναι ικανοποιητική αφού καταφέρνει να ανιχνεύσει ποσοστό 83% περίπου των μαθητών που ένα χρόνο αργότερα σημείωσαν χαμηλή επίδοση σε ανεξάρτητες δοκιμασίες μαθηματικής ικανότητας και παράλληλα παρουσιάζουν χαμηλή επίδοση στα μαθηματικά σύμφωνα με τον εκπαιδευτικό της τάξης.

Ένα τέτοιο εργαλείο προσφέρει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα στους εκπαιδευτικούς και στους ειδικούς που ασχολούνται με την αξιολόγηση των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων. Αρχικά, οι νέοι εκπαιδευτικοί έχουν στα χέρια τους ένα εργαλείο που θα τους διευκολύνει στο να μάθουν να αναγνωρίζουν διάφορα περιγράμματα ατομικών

επιδόσεων και να αξιολογούν στις ακριβείς τους διαστάσεις τις διαφορές που παρουσιάζει ο κάθε μαθητής σε ατομικό επίπεδο. Για τους εμπειρότερους εκπαιδευτικούς, από την άλλη πλευρά, αυτό το τεστ συνιστά ένα μέσο ενίσχυσης της αυτοπεποίθησης για την επαγγελματική τους αποτελεσματικότητα, καθώς με αυτό μπορούν να επιβεβαιώσουν τις προσωπικές τους παρατηρήσεις και τις αξιολογικές κρίσεις που κάνουν για τους μαθητές τους. Επιπλέον, η χρήση μιας σταθμισμένης δοκιμασίας, όπως αυτή που παρουσιάζεται στην παρούσα μελέτη, ενισχύει την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της εκτίμησης των μαθηματικών δεξιοτήτων των μαθητών και μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στη διαμόρφωση μιας γόνιμης συνεργασίας γονέων και εκπαιδευτικών. Ένα τέτοιο εργαλείο, στα χέρια των δασκάλων και των ειδικών που ασχολούνται με το πρόγραμμα σπουδών είναι δυνατό να παίξει ουσιαστικό ρόλο στο σχεδιασμό της διδασκαλία ανάλογα με τις ανάγκες που ανιχνεύονται κάθε φορά, ώστε να εφαρμοστεί διαφοροποιημένη διδασκαλία ή να γίνει παροχή εξατομικευμένων-υποστηρικτικών προγραμμάτων σε μαθητές που τα χρειάζονται.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι για να πραγματοποιηθεί μια ολοκληρωμένη και αποτελεσματική αξιολόγηση των μαθηματικών δεξιοτήτων ενός παιδιού θα πρέπει να συνεκτιμάται ένας αριθμός ακόμα παραγόντων και διαστάσεων πέραν των «καθάρων» γνωστικών που αναφέρθηκαν παραπάνω (βλ. Αγαλιώτης, 2004). Κατ' αρχήν, εκτός από την επίσημη μαθηματική γνώση του παιδιού, θα πρέπει να γίνεται έλεγχος και της «ανεπίσημης» γνώσης του, αυτής δηλαδή που δεν αποκτήθηκε στα πλαίσια της οργανωμένης διδασκαλίας. Ακόμη, βασικό ρόλο στην εκτίμηση της αριθμητικής ικανότητας κατέχει ο προσδιορισμός των στρατηγικών και των διαδικασιών που χρησιμοποιεί ο κάθε μαθητής για την αντιμετώπιση των απαιτήσεων του μαθήματος των μαθηματικών, καθώς και η ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των λαθών που εμφανίζονται στις εργασίες του παιδιού. Για τη διαμόρφωση μιας αναλυτικής και ξεκάθαρης εικόνας των αδυναμιών και των δυνατοτήτων του μαθητή, ο εκπαιδευτικός και ερευνητής θα πρέπει να ξεφύγουν από την απλή εξέταση του «σωστού» και «λάθους» και να προχωρήσουν στην κατανόηση του επιπέδου της μαθηματικής γνώσης ή των συγκεκριμένων στρατηγικών που χρησιμοποιεί ο μαθητής, εξετάζοντας τα είδη και τη συχνότητα των λαθών που αυτός κάνει. Ένα ακόμη βήμα που θα πρέπει να γίνει για μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση, που θα αποτελέσει τη βάση καταρτισμού εκπαιδευτικών προγραμμάτων, είναι η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την μαθηματική επίδοση. Η διερεύνηση αυτή μεταξύ άλλων θα πρέπει να συμπεριλάβει την εξέταση της φύσης της διδασκαλίας που δέχεται ο μαθητής, αλλά και της ικανότητας του μαθητή να επωφελείται από τη διδασκαλία αυτή, καθώς και της ετοιμότητάς του για την κατάκτηση νέων γνώσεων. Ακόμα, δεν θα πρέπει να παραβλεφθεί ο έλεγχος των μεταγνωστικών δυνατοτήτων και αδυναμιών του μαθητή, και μια παράλληλη αξιολόγηση των στάσεων και των πεποιθήσεων του σχετικά με τα μαθηματικά (Αγαλιώτης, 2004, Minato & Kamata, 1996, Sideridis et al., 2006, Ruffel et al., 1998, Wang et al., 1990). Η ΑΔΜΕ καλύπτει μερικές μόνο από αυτές όλες τις προϋποθέσεις και αποτελεί το πρώτο βήμα για μια πλήρη αξιολόγηση της μαθηματικής γνώσης και

επίδοσης ενός μαθητή Δημοτικού στην Ελλάδα. Για αυτό ακριβώς το λόγο απαιτούνται πρόσθετες διαχρονικές μελέτες που θα επιτρέψουν την ενδελεχή μελέτη μαθηματικών δεξιοτήτων, θα παράγουν νέα εργαλεία για πληρέστερη αξιολόγηση και εντοπισμό πιθανών μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά και τέλος θα διασαφηνίσουν τις σχέσεις γνωστικών λειτουργιών με τις μαθηματικές δεξιότητες των Ελλήνων μαθητών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγαλιώτης, Ι. (2004). *Μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Cardon L.R., Smith S.D., Fulker D.W., Kimberling W.J., Pennington B.F. & DeFries J.C., (1995), Quantitative trait locus for reading disability: correction, *Science*, 268, 1553.
- Desoete, A. (2007). Students with mathematical disabilities in Belgium: From definition, classification and assessment to sticordi devices. *International Perspectives Advances in Learning and Behavioral Disabilities*, 20, 181–221.
- Desoete, A. & Grégoire, J. (2006). Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities. *Learning and Individual Differences* 16, 351–367.
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2000). *Ευρωπαϊκή Έκθεση για την Ποιότητα της Σχολικής Εκπαίδευσης. Δεκαέξι Δείκτες Ποιότητας*. Γενική Διεύθυνση Εκπαίδευσης και Πολιτισμού, σελ. 1-15, ec.europa.eu/education/policies/educ/indic/rapinel.pdf
- Fink, B., Brookes, H., Neave, N., Manning, J. T., Geary, D.C. (2006). Second to fourth digit ratio and numerical competence in children, *Brain and Cognition* 61, 211–218.
- Fletcher, J. M., Morris, R. D., & Lyon, G. R. (2003). Classification and definition of learning disabilities: An integrative perspective. In H. L. Swanson, K. R. Harris, & S. Graham (Eds.), *Handbook of learning disabilities* (pp. 30–56). New York: Guilford Press.
- Fletcher, J. M., Reid Lyon, G., Fuchs, L. S., Barnes, M. A. (2007). Mathematics Disabilities. In J. M. Fletcher, G. R. Lyon, L. S. Fuchs, M. A. Barnes (Eds.), *Learning Disabilities: From Identification to Intervention*, (pp. 207-235), New York: Guilford Press.
- Frost, L. A., Hyde, J. S., & Fennema, E. (1994). Gender, mathematics performance, and mathematics-related attitudes and affect: A meta-analytic synthesis. *International Journal of Educational Research*, 21, 373–385.

- Geary, D. C. (2006). Learning Disabilities in arithmetic: Problem-solving differences and cognitive deficits. In H.L. Swanson, K.R. Harris, S. Graham (Eds.), *Handbook of Learning Disabilities*, (pp. 199-212). Guilford Press.
- Geary, D. C., Hamson, C. O., & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: A longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 236–263.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 25-33.
- Hanich, L.B., Jordan, N.C., Kaplan, D., & Dick, J. (2001). Performance across different areas of mathematical cognition in children with learning difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 615-626.
- Hein, J., Bzufka, M.W., & Neumarker, K.J. (2000). The specific disorder of arithmetic skills. Prevalence studies in a rural and an urban population sample and their clinico-neuropsychological validation. *Eur. Child Adolesc. Psychiatry*, 9, (2), 87-101.
- Mather, N., & Goldstein, S. (2001). *Learning disabilities and challenging behaviors: A guide to intervention and classroom management*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Minato, S. & Kamata, T. (1996). Results of research studies on causal predominance between achievement and attitude in junior high school mathematics of Japan. *Journal of research in Mathematics education*, 27, 96-99.
- Heiman, T., & Prezel, K. (2003). Students with learning disabilities in higher education. *Journal of Learning Disabilities*, 36, 248–258.
- Hyde, J. S., Fennema, E., & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139–155.
- Kahn, H. & Whitaker, H. (1991). Acalculia: An historical review of localization. *Brain and Cognition*, 17, 102-115.
- Κοντογιαννοπούλου - Πολυδωρίδη Γ., Σολομών Ι., Σταμέλος Γ. (2000). *Ανιχνεύοντας την επίδοση στην ελληνική εκπαίδευση. Η τρίτη διεθνής έρευνα της ΙΕΑ για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής επίδοσης στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες*, Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Koumoula, A., Tsironi, V., Stamouli V., Bardani, I., Siapati, S., Graham-Pavlou, A., et al. (2004). An epidemiological study of number processing and mental calculation in Greek schoolchildren. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 377-388.

- Landerl, K., Bevan, A., Butterworth, B. (2004) Dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9 year-old students. *Cognition*, 93, pp. 99-125.
- Ramma, S., Gowramma, P.I. (2002). A Systematic Procedure for Identifying and Classifying Children with Dyscalculia among Primary School Children in India. *Dyslexia*, 8, pp 67-85.
- Ruffel, M., Mason, J., & Allen, B. (1998). Studying attitude to mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 35, 1-18.
- Shalev, R.S. (2004). Developmental Dyscalculia, *Journal of Child Neurology*, 19, 765-771.
- Shalev, R. S., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y. & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia is a familial learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 59-65.
- Sideridis, G. D., Morgan, P., Botsas, G., Padelidu, S., & Fuchs, D. (2006). Prediction of students with LD based on metacognition, motivation, emotions and psychopathology: A ROC analysis. *Journal of Learning Disabilities*, 39, 215–229.
- Simos, P.G., Kanatsouli, K. Fletcher, J.M., Sarkari, S., Juranek, J., Cirino, P., Passaro, A., & Papanicolaou AC. (2008). Aberrant spatiotemporal activation profiles associated with math difficulties in children: A magnetic source imaging study. *Neuropsychology*, 22, 571-584.
- Sullivan, M. M. (2005). Teaching mathematics to college students with mathematics related learning disabilities: Report from the classroom. *Learning Disabilities Quarterly*, 28, 205–220.
- Von Aster, M. & Weinhold, M. (2002). *Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI)*. Mannedorf: Swets Test Services.
- Wang, M. C., Haertel, G. D. & Walbery, H. J. (1990). What influences learning? A content analysis of review. *Journal of Educational Research*, 84, 3-43.
- Westby, C. (2000). Who are adults with learning disabilities and what do we know about them? *Topics in Language Disorders*, 21, 1–14.